



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DOTTORATO DI RICERCA IN
Gestione sostenibile delle risorse agrarie e forestali
Indirizzo in Economia vitivinicola e sviluppo rurale

CICLO XXVI

COORDINATORE Prof. Leonardo Casini

*Cambiamento climatico e prodotti agroalimentari di qualità: un'indagine sul settore
castanicolo in toscana*

Settore Scientifico Disciplinare AGR/01

PROTOCOLLO *CAESAAF*
n. *1806* pos. *11/6/2*

Dottorando
Dott. Cipollaro Maria

Maria Cipollaro

data registrazione *23/XII/2014*

Tutore
Prof. Bernetti Iacopo

Iacopo Bernetti

Coordinatore
Prof. Casini Leonardo

Leonardo Casini

Anni 2011/2013

Sommario

| | |
|---|----|
| <i>1 Introduzione</i> | 5 |
| <i>1.1 Il cambiamento climatico globale: lo stato attuale</i> | 10 |
| <i>1.2 Il cambiamento climatico globale: gli scenari futuri</i> | 16 |
| <i>1.3 Gli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi terrestri in Europa</i> | 20 |
| <i>1.3.1 I sistemi forestali</i> | 20 |
| <i>1.3.2 I sistemi agrari</i> | 30 |
| <i>2 Pianificare azioni di adattamento ai cambiamenti climatici</i> | 34 |
| <i>3. La percezione del rischio</i> | 38 |
| <i>3.1 La valutazione del rischio legato ai cambiamenti climatici per i sistemi forestali</i> | 41 |
| <i>4 Scopo ed obiettivi del lavoro</i> | 44 |
| <i>5 Materiali e metodi</i> | 46 |
| <i>5.1 Il modello adottato</i> | 46 |
| <i>5.2 Le fasi del processo di indagine</i> | 48 |
| <i>5.3 Il disegno di ricerca</i> | 49 |
| <i>5.4 Il caso di studio</i> | 54 |
| <i>5.5 L'indagine</i> | 66 |
| <i>6 Il campionamento:</i> | 67 |
| <i>6.1 Tecniche di campionamento impiegate</i> | 67 |
| <i>6.2 Le caratteristiche del campione</i> | 68 |
| <i>7. La raccolta dei dati</i> | 69 |
| <i>7.1 Tecniche di rilevazione impiegate</i> | 69 |
| <i>7.2 Definizione, disegno e sviluppo dello strumento di rilevazione</i> | 71 |
| <i>8.L'analisi statistica dei dati</i> | 78 |
| <i>8.1. La tecnica Statistica Di Analisi Dei Dati applicata:</i> | 79 |
| <i>8.1.1 L'analisi in componenti principali (ACP)</i> | 79 |

| | |
|--|-----|
| 8.1.2 L'interpretazione dei risultati della PCA..... | 88 |
| 8.1.3 La rotazione delle componenti..... | 92 |
| 8. 2 L'analisi fattoriale multipla (MFA) | 94 |
| 9. Risultati..... | 97 |
| 9.1. Vulnerabilita' della realtà indagata nei confronti futuri impatti dei cambiamenti climatici..... | 97 |
| 9.1.1 La costruzione della matrice three-way..... | 98 |
| 9.2 Analisi descrittiva dei dati | 101 |
| 9.3 Multiple Factorial Analysis (MFA)..... | 108 |
| 9.4 Fattori che concorrono a definire la resilienza dei sistemi indagati . | 117 |
| 9.4.1 Analisi descrittiva dei risultati..... | 117 |
| 9.5 Risultati dell'analisi in componenti principali | 122 |
| 9.5.1 Efficacia delle azioni di adattamento implementabili a livello aziendale | 122 |
| 9.5.2 Efficacia delle azioni di adattamento implementabili a livello del mondo politico | 129 |
| 10. Conclusioni e discussione | 135 |
| Bibliografia..... | 139 |

Riassunto

La tesi affronta il tema degli effetti che i cambiamenti climatici in atto potranno provocare, in un orizzonte temporale di trenta anni, sulla realtà della Castagna del Monte Amiata IGP.

Scopo del lavoro è quello di indagare come sia percepito, da parte di esperti, il rischio che i cambiamenti climatici provochino effetti negativi di diversa entità sui castagneti da frutto, in funzione di diversi impact factor, e come sia valutata, dagli stessi individui, l'efficacia di diverse strategie di adattamento nel contrastare tali effetti.

Sviluppare questo tipo di studio è di interesse perché la percezione del rischio può rappresentare una barriera all'implementazione di azioni di adattamento che consentano di diminuire la vulnerabilità della realtà indagata nei confronti dei cambiamenti climatici. A tal fine è stata realizzata un'indagine su 39 soggetti privilegiati, appartenenti a diverse categorie professionali. I dati ottenuti dall'indagine sono stati elaborati con tecniche esplorative di analisi statistica multivariata. I risultati dell'indagine mostrano che i giudizi espressi dagli stakeholder variano in funzione dell'impact factor e delle tipologie di danno considerate. In generale, valutazioni più elevate sono associate ai rischi legati agli agenti biotici: coerentemente con questo risultato, la lotta biologica è la strategia di adattamento che, in media, è considerata più efficace. Dall'indagine emerge, tuttavia, che esiste una forte variabilità nei giudizi espressi dagli individui, anche se appartenenti alla stessa categoria professionale.

Abstract

This thesis focuses on the effects that climate change could have, in a 30 year projection period, on the reality of PGI “Monte Amiata Chestnut”. The main objective of this work is to investigate how experts and professionals perceive the risk that climate change could have negative effects on sweet chestnut groves, according to different impact factors, and how the same individuals value the effectiveness of different adaptation strategies to counteract these effects.

This research is particularly relevant because risk perception could represent an important barrier to the implementation of adaptation strategies that can reduce vulnerability of the studied reality to climate change. To this purpose, a survey was carried out on 39 experts belonging to different professional categories. Data, collected through the survey, have been processed using explorative technics of multivariate statistical analysis. Results show that stakeholders’ opinions vary according to the impact factor and to the different damage typologies. For the most part, higher valuations are associated with risks related to biotic agents. According to this result, biological control is considered the most effective adaptation strategy. However, results also show that there is a high variability in professionals’ assessments even among the same professional category.

1 Introduzione

Lo studio degli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi agrari e forestali risulta di particolare interesse per la connotazione multifunzionale di questi ecosistemi e per l'importante contributo che essi possono fornire alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera. Le foreste, in particolare, rappresentano uno strumento strategico di mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, agendo da *carbon sink* nei confronti della CO₂ (Commissione Ue, 2009; IPCC, 2007). Più complesso, invece, il ruolo rivestito dai sistemi agrari: quello agricolo è a livello globale (IPCC 2007a, IPCC2007,b, IPCC, 2007,c) ed europeo (EEA, 2007) uno dei principali settori produttivi responsabili delle emissioni di gas climalteranti in atmosfera (IPCC 2007a, IPCC2007,b, IPCC, 2007,c). Al tempo stesso, tuttavia, le pratiche agricole collettivamente possono dare un contributo significativo alla mitigazione degli effetti del *Global warming*, attraverso la riduzione delle proprie emissioni (Commissione Ue, 2009) ed espletando le funzioni di sequestro di Carbonio e di produzione di biomassa a fini energetici (Commissione Ue, 2009).

Occupando una superficie di 788.408 ha (IFNC, 2005), i soprassuoli a prevalenza di castagno assumono un ruolo preminente tra le formazioni forestali italiane. La specie è, infatti, elemento di spicco nel paesaggio di molte aree marginali delle vallate alpine ed appenniniche (Pettenella, 2001). Il 19 % della superficie totale (147.568 ha) è rappresentato dalla categoria castagneti da frutto-selve castanili. Il VI censimento dell'Agricoltura (ISTAT, 2010) individua 30.252 aziende agricole attive, sul territorio nazionale, con SAU investita a castagneto da frutto, per un'area complessiva di 56.800 ha circa.

Dopo un periodo di abbandono della coltura in Italia, verificatasi a partire dagli anni Cinquanta del secolo scorso, il castagno negli ultimi decenni sembra essere caratterizzato da un forte interesse economico

(Pettenella, 2001), dovuto principalmente alla rinnovata attenzione rivolta dai consumatori ai prodotti agroalimentari tradizionali, salubri e “green” (Pettenella, 2001): con una produzione di 57.493 tonnellate per l’anno 2011 (Faostat, 2013) al momento l’Italia risulta uno dei più importanti attori del mercato castanicolo internazionale, insieme a Francia, Portogallo, Spagna, Turchia e Cina.

Le principali minacce per la coltivazione del castagno sono rappresentate dalla crescente pressione di patologie, anche di nuova introduzione, dagli stress causati da agenti di origine abiotica (gli eventi climatici estremi, in particolare le ondate di calore e la siccità) (Conedera et al.; 2001; Vannini et al.; 2001; EFSA, 2010) e dall’interazione tra le due tipologie di fattori di disturbo (Turchetti et al., 2010; Waldbot et al.; 2008, Vettraino et al., 2004). In ottica predittiva, i fattori di danno potranno aumentare come conseguenza degli effetti dei cambiamenti climatici in atto (Ciordia et al., 2011; Pereira et al., 2011; Proietti et al., 2009; Gomes-Laranjo et al., 2005).

In toscana le formazioni a prevalenza di castagno rivestono un’area pari a 156.869 ha, dei quali 33.964 ha (il 22% della superficie forestale totale) costituiti da castagneti da frutto e selve castanili (IFNC, 2005). La toscana risulta la seconda regione italiana dopo il piemonte per estensione di formazioni forestali a prevalenza di castagno e la seconda dopo la campania per superficie occupata da castagneti da frutto. I dati Istat (VI Censimento dell’Agricoltura, 2010) indicano che sul territorio regionale operano 5.336 aziende castanicole, per una superficie agricola complessivamente occupata dalla coltura pari a 12.735 ha. Il Piano del settore castanicolo 2010 - 2013 (Mipaaf, 2010) fornisce i seguenti parametri tecnici ed economici per le realtà aziendali regionali: SAU mediamente occupata dalla coltura 1,7 ha, produttività media ad ettaro di 16,5 q, reddito netto medio di circa 1.800 €/ha, prezzo medio della castagna di 150 €/q e di 350 - 400 euro/q per i marroni.

A dimostrazione dell’elevata qualità della produzione castanicola regionale, in toscana godono della protezione DOP/IGP cinque prodotti diversi, comprensivi di prodotto fresco e derivati (Mipaaf, 2010): Castagna del Monte Amiata IGP, Marrone del Mugello IGP, Farina di Neccio della Garfagnana DOP, Marrone di Caprese Michelangelo DOP, Farina di Castagne della Lunigiana DOP.

Il caso di studio è rappresentato dalla realtà della Castagna del Monte Amiata IGP. Il prodotto ha ottenuto il riconoscimento europeo di Indicazione Geografica Protetta attraverso il Regolamento Ce n. 1904/2000 (GUCE 1.228/57 dell'8 settembre 2000). L'area di produzione è compresa tra le province di Siena e Grosseto ed è ripartita tra nove comuni. I dati ISTAT (2010) descrivono, per le unità censuarie comprese nell'area di produzione IGP, una realtà costituita da 729 aziende castanicole, per una superficie agricola utilizzata (SAU) dedicata alla coltura complessivamente pari a 1.192 ha. Nell'anno 2013 sono risultati iscritti al sistema di certificazione IGP 165 produttori ed è stata sottoposta a controllo in totale una superficie di 421,92 ha; la produzione di materia prima controllata, nell'anno in corso, risulta essere di 414 tonnellate circa (Mipaaf, 2013). Per fornire una stima in termini di valore economico della produzione castanicola certificata nella realtà indagata, possiamo fare riferimento ad uno studio condotto da Rocchi e Stefani (2009), secondo il quale tale valore ammonta a 82.172 euro, calcolato sulla base di una produzione potenziale certificata di 483 quintali e riferito all'anno 2006.

Scopo del presente lavoro è quello di sviluppare una analisi sugli effetti che il fenomeno del cambiamento climatico in atto potrà causare sulla produzione agroalimentare di qualità in toscana, ed in particolare sul settore castanicolo. Per produzione di qualità si intende, nel contesto dell'indagine, la produzione agroalimentare certificata ai sensi della normativa europea sulle indicazioni geografiche protette, introdotta con il Regolamento CEE 2081/1992 e successive modifiche e integrazioni. Lo studio degli effetti dei cambiamenti climatici sui prodotti certificati DOP/IGP assume rilevanza per la dimensione territoriale (Arfini et al., 2010; Barham, 2003) che caratterizza i prodotti tipici: i cambiamenti climatici potranno alterare i fattori ambientali che concorrono a definire gli areali di alcuni prodotti di qualità (Bernetti et al. 2012), con forti ripercussioni sull'identità e sulla qualità dei prodotti stessi.

Premessa del lavoro è la necessità da parte dell'operatore pubblico di sviluppare conoscenze adeguate sui fenomeni che riguardano i cambiamenti climatici a scala locale, al fine di definire strategie di adattamento e mitigazione idonee, e l'esigenza da parte dalle

comunità locali di possedere informazioni e strumenti necessari per realizzare sul territorio interventi che rendano efficaci tali strategie. Obiettivo della ricerca è, nello specifico, valutare come diversi portatori di interesse percepiscano il rischio che i cambiamenti climatici possano provocare, nel breve-medio periodo, danni in termini ecologici ed economici sulla realtà produttiva della Castagna del Monte Amiata IGP.

Un'indagine su soggetti privilegiati è stata effettuata al fine di rilevare come sia percepito, da parte di esperti che operano a vari livelli nel settore, il rischio che gli effetti dei cambiamenti climatici possano provocare, nel breve-medio periodo, danni ai castagneti da frutto che compromettano anche le caratteristiche della produzione (in termini quantitativi e qualitativi). Gli stakeholder sono stati selezionati, in funzione dell'attinenza dell'attività professionale svolta con tematiche relative alla castanicoltura da frutto e ai cambiamenti climatici, tra castanicoltori che aderiscono al sistema IGP, ricercatori afferenti ad Università o altri Istituti di ricerca, Enti locali e funzionari ed esponenti del mondo politico regionale. L'analisi è stata condotta tramite interviste dirette, nel corso delle quali agli interlocutori è stato somministrato un questionario appositamente predisposto. Lo strumento di rilevazione è stato organizzato in tre aree: la prima area, organizzata in batterie di domande, è stata dedicata alla rilevazione dei dati che concorrono a definire gli elementi di vulnerabilità dei sistemi indagati. La percezione del rischio che i cambiamenti climatici possano avere, in un orizzonte temporale di trenta anni, effetti negativi sulla realtà indagata è stata rilevata attraverso l'utilizzo di scale additive (scale tipo Likert) a sette posizioni: agli intervistati è stato chiesto di valutare, in un range di valori compreso tra 1 e 7, il rischio che le modifiche subite dal sistema climatico a livello locale possano essere causa di patologie di diversa entità sulle singole piante che vegetano nei castagneti da frutto e danni alla produzione castanicola (diminuzione della produzione e peggioramento della qualità della produzione) in funzione dei seguenti "*impact factors*" (Efi, 2008): aumento della temperatura, diminuzione delle precipitazioni, eventi meteorologici estremi, agenti biotici.

La seconda e la terza area, invece, sono stati dedicati alla rilevazione dei fattori che concorrono a definire la capacità di adattamento e la

resilienza dei sistemi indagati nei confronti degli impatti ipotizzati. Oggetto di indagine è stata, in questo caso, l'efficacia di alcune azioni che potranno essere intraprese a diversi livelli: a livello aziendale, da parte dei produttori, e a livello del mondo politico, da parte degli Enti locali e della Regione Toscana. Anche in questo caso si è fatto ricorso all'utilizzo di scale additive a sette posizioni. Per quanto riguarda le azioni di adattamento che possono essere intraprese a livello aziendale si è tenuto conto, sulla base della letteratura scientifica esistente e dei principali documenti programmatici europei in materia di adattamento ai cambiamenti climatici, delle seguenti variabili: lotta biologica, introduzioni di tecniche colturali innovative sul castagneto da frutto, promozione dell'associazionismo tra produttori, nuova IGP, sviluppo di nuovi prodotti IGP, stipulazione di polizze assicurative contro danni provocati da fenomeni climatici.

Le azioni di adattamento che potranno essere implementate a livello del mondo politico comprendono: politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, formazione professionale, sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico, promozione dell'associazionismo tra produttori, sostegno ai produttori per l'accesso a strumenti assicurativi e mutualistici, sviluppo di servizi di consulenza agricola, piani d'azione, eradicazione e controllo fitosanitario.

I dati raccolti attraverso questionario sono stati trasferiti in un database appositamente predisposto per rendere possibili le indagini successive. L'elaborazione dei dati ha previsto l'impiego di tecniche di indagine statistica multivariata: la metodologia più idonea per elaborare i dati relativi alla vulnerabilità è stata individuata nell'approccio MFA -, un'estensione dell'analisi PCA (principal component analysis), ideata per analisi di set di variabili collezionate nella stessa osservazione o, alternativamente, in differenti set di osservazioni. La metodologia fa parte della famiglia delle Multitable PCA, nella quale sono comprese, a titolo di esempio, anche la tecnica STATIS – *Structuration de tableau à trois indices de la statistique* STATIS e la multiblock discriminant correspondence analysis (MUDICA) (Abdi et al., 2012). In una seconda fase, infine, sono stati individuati gruppi omogenei di individui sul piano fattoriale attraverso la Hierarchical Clustering on Principal Components (HCPC).

1.1 Il cambiamento climatico globale: lo stato attuale

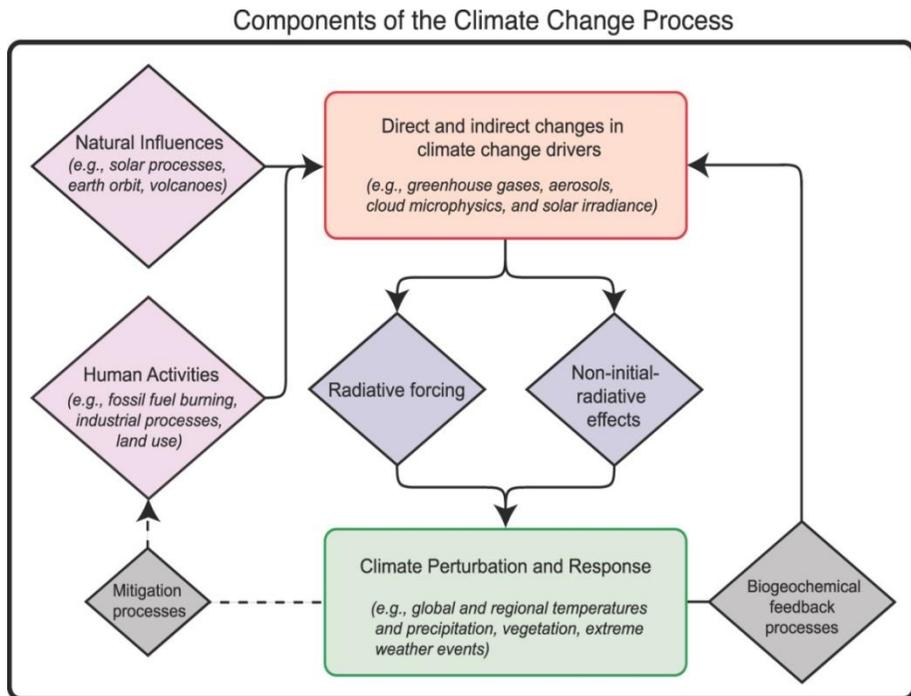


Fig. 1.1. Fattori del Cambiamento Climatico globale. Fonte: IPCC (2007).

Il fenomeno del Climate Change è definito come:

“(…) a change in the state of the climate that can be identified (e.g., by using statistical tests) by changes in the mean and/or the variability of its properties, and that persists for an extended period, typically decades or longer” (IPCC, 2007b: p.667).

Tale definizione si riferisce a qualsiasi cambiamento climatico avvenuto nel tempo e causato sia da fenomeni naturali che dall'attività umana.

Prendendo come riferimento il modello adottato dall'Intergovernmental Panel on Climate Change, le attività umane, a partire dall'era industriale (1750), hanno provocato la modificazione del clima, tanto a scala globale quanto regionale. Il principale effetto dell'azione antropica sul clima è costituito dal progressivo riscaldamento della temperatura media della superficie terrestre (IPCC, 2007), fenomeno comunemente indicato con il termine *Global warming*. Il Quarto Rapporto di Valutazione (AR4, SR) dell'IPCC (2007), in particolare, ha messo in evidenza come la temperatura media terrestre abbia subito un incremento di circa 0,74°C nei cento anni intercorsi tra il 1906 ed il 2005, e come il trend di riscaldamento globale nel periodo 1956 -2005 (0,13°C a decade) sia stato circa il doppio di quello relativo all'intero secolo. Dallo studio emerge, inoltre, che il forzante radiativo dominante nell'era industriale è rappresentato dall'aumento della concentrazione di gas serra di origine antropica in atmosfera: l'entità del fenomeno (+1.6 [-1.0, +0.8] W m²) eccede ampiamente gli effetti climalteranti attribuibili a cause naturali, come le eruzioni vulcaniche e le variazioni dell'attività solare (IPCC, 2007).

Il cambiamento climatico non significa solo un aumento di temperatura, ma una modifica dell'intero sistema climatico, con ripercussioni su molti sistemi naturali e antropici (IPCC, 2007a). L'IPCC nel IV rapporto di valutazione (IPCC, 2007a; IPCC2007b; IPCC, 2007c) ha evidenziato come la probabilità che molti sistemi fisici e biologici abbiano subito cambiamenti evidenti a causa del riscaldamento antropogenico, valutata in funzione di prove osservative provenienti da tutti i continenti e dalla maggior parte degli oceani, sia compresa nel range di valori 66%-99% (è probabile).

Il documento attribuisce alta confidenza (otto possibilità su 10 che l'affermazione sia corretta) alla possibilità che al surriscaldamento globale siano associati fenomeni quali l'aumento del numero di laghi glaciali, l'aumento dell'instabilità del terreno nelle regioni con permafrost ed il verificarsi di eventi estremi quali valanghe nelle regioni montuose, nonché alterazioni nei biomi mare-ghiaccio nei sistemi artici e antartici. Alta confidenza viene attribuita anche agli impatti subiti a causa del cambiamento climatico dai sistemi idrogeologici: evidenze scientifiche dimostrano che, come conseguenza dell'aumento di temperatura, molti corpi idrici hanno

subito alterazioni della qualità dell'acqua, mentre è stato registrato un aumento di run-off e anticipo nel picco primaverile di scarico in molti fiumi alimentati da ghiacciai e nevai.

Nel report si assegna alta confidenza alle evidenze che il Global warming abbia provocato impatti sui sistemi biologici terrestri, in particolare fenomeni di rinverdimento primaverile precoce, collegato alla maggiore durata della stagione vegetativa; i cambiamenti climatici e lo shift verso i poli di molte specie vegetali e animali.

Alta confidenza viene attribuita, inoltre, alle prove che i sistemi biologici marini e acquatici siano stati influenzati dagli effetti dei cambiamenti climatici: le evidenze scientifiche dimostrano, infatti, che in seguito all'aumento di temperatura dell'acqua si sono verificati cambiamenti nell'abbondanza di pesce e spostamenti nei range alle alte latitudini e nei fiumi. La causa della progressiva acidificazione degli oceani viene inoltre individuata nell'assorbimento di CO₂ di origine antropogenica.

Il V Rapporto dell'IPCC, reso ufficiale nel 2014, ha confermato e rafforzato i risultati presentati nel quarto rapporto (AR4) dell'IPCC, sulla base di nuove evidenze scientifiche.

Il Rapporto definisce *virtualmente certo* (probabilità compresa tra il 99% ed il 100%) che, a partire dalla seconda metà del XX secolo, la troposfera abbia subito un progressivo riscaldamento: è, inoltre, "estremamente probabile" (probabilità al 95-100%) che l'attività antropogenica (emissioni di gas-serra, aerosol e cambi di uso del suolo) sia la causa dominante del riscaldamento superficiale terrestre, osservato dal 1951 al 2010 (IPCC, 2013).

Rispetto al 1750, la concentrazione di anidride carbonica in atmosfera ha registrato un aumento del 40%. Le concentrazioni atmosferiche di metano e protossido di azoto sono a loro volta aumentate del 150% e del 20% rispetto ai livelli preindustriali (IPCC, 2013).

Le principali cause di questo incremento sono da ricercare nell'utilizzo di combustibili fossili e nella deforestazione, responsabili dell'immissione in atmosfera rispettivamente di 365 miliardi di tonnellate di carbonio e di 180 miliardi di tonnellate di carbonio, nel periodo 1750-2011: di esse, 240 Gt sono state assorbite dall'atmosfera, 155 GT dagli oceani, mentre le restanti 160 GT sono state accumulate negli ecosistemi terrestri (IPCC, 2013).

Il forzante radiativo totale dei driver di cambiamento climatico di origine antropogenica è pari a $+ 2,29 [1,13-3,33] \text{ W/m}^2$ nel periodo 1750-2011: tale valore risulta più grande del 34% della stima fornita nell'ambito del IV Rapporto di valutazione dell'IPCC, riferita all'anno 2005, ed eccede ampiamente l'attività solare, che nel periodo di riferimento, ha registrato un valore pari a $0,05 \text{ W/m}^2$. Tale valore è ascrivibile, oltre a stime migliorate del contributo degli aerosol, alla crescita continua della concentrazione atmosferica dei principali gas serra: il forzante radiativo derivante da miscele di CO_2 , CH_4 , N_2O e alocarburi è di $+3,00 [2,22-3,78] \text{ W/m}^2$ per il 2011 rispetto al periodo preindustriale (1750). Considerati singolarmente, l'anidride carbonica ha causato un forzante radiativo di $+1,68 [1,33-2,03] \text{ W/m}^2$ – valore che sale a $+1,82 [1,46-2,18] \text{ W/m}^2$ se si considerano anche altri gas contenenti carbonio -, il metano è stato responsabile di un forzante radiativo di $+ 0,97 [0,74-1,20] \text{ W/m}^2$, mentre gli alocarburi, causa della riduzione dello strato di ozono atmosferico, sono stati responsabili di un forzante radiativo pari a $+0,18 [0,01-0,35] \text{ W/m}^2$. Il forzante radiativo degli effetti dell'aerosol in atmosfera è stato di $- 0,9 [-1,9 - 0,1]$, quello relativo agli aerosol stratosferici dei vulcani di $- 0,11 [-0,15 - 0,08]$ (IPCC, 2013).

I gas serra, con il contributo di altri forzanti antropogenici (compreso l'effetto di raffreddamento degli aerosol), hanno contribuito nel periodo 1951-2010 al riscaldamento superficiale globale medio in un range di $0,5^\circ\text{C} - 1,3^\circ\text{C}$ (probabilità 66% - 100% - è probabile); l'attività naturale ha dato un apporto compreso tra i valori $-0,1 - 0,1^\circ\text{C}$ (probabilità 66% - 100% - è probabile), la variabilità naturale interna ha contribuito per $-0,1^\circ\text{C}$ a $0,1^\circ\text{C}$ (probabilità 66% - 100% - è probabile). Considerati nel complesso i fattori sono coerenti con un riscaldamento osservato, per lo stesso periodo, di $0,6^\circ\text{C} - 0,7^\circ\text{C}$ (IPCC, 2013).

Il surriscaldamento della superficie della Terra è responsabile del riscaldamento degli oceani, dello scioglimento dei ghiacci, dell'innalzamento medio marino e delle modifiche subite dal ciclo globale dell'acqua (IPCC, 2013).

È virtualmente certo che gli strati superficiali degli oceani (0-700m) si siano riscaldati nell'arco temporale 1971-2010 e che il fenomeno abbia assunto i valori di $0,11 [0,09-0,13]^\circ\text{C}$ per decennio. I ghiacciai

presenti sull'intera superficie terrestre hanno progressivamente perso massa, con un tasso medio che, con una probabilità del 90-100% (*molto probabile*), ha assunto valori medi pari a 226 [91-361] GT/anno nel periodo 1971-2009, e pari a 275 [140-410] negli anni compresi tra il 1993 ed 2009 (IPCC, 2013).

Il tasso medio di perdita di ghiaccio per la calotta glaciale di Groenlandia e per la calotta glaciale antartica è stata rispettivamente di 34 [-6- 74] GT/anno e 30 [-37-97] Gt/anno nel periodo 1992-2001 ed è probabile (66-100 % di probabilità) che sia aumentato, nel decennio successivo (2002-2011), assumendo valori di 215 [157-274] Gt/anno per la Groenlandia e di 147 [72-271] Gt/anno per la calotta glaciale antartica. Il tasso di diminuzione annuale medio per decennio che ha caratterizzato la diminuzione dell'estensione media del ghiaccio marino artico, con una probabilità compresa tra il 90% ed il 100% (*molto probabile*), è stato del 3,5-4,1 % nel periodo 1979-2012 (corrispondenti a una superficie di 0,45-0,51 milioni di km² per decade) (IPCC, 2013). Il fenomeno, con alta confidenza, ha assunto dimensioni maggiori durante l'estate: negli ultimi trenta anni la diminuzione del ghiaccio marino artico ha assunto dimensioni senza precedenti e le temperature hanno raggiunto valori anomali rispetto agli ultimi 1450 anni (confidenza media). Tendenza inversa è stata registrata per il ghiaccio marino antartico, che, nello stesso periodo di riferimento, è aumentato ad un tasso compreso tra l'1,2% e l'1,8%; tali valori sono, tuttavia, molto variabili a scala regionale (*molto probabile* - 90%-100% di probabilità) (IPCC, 2013).

Con alta confidenza, nell'emisfero settentrionale l'estensione della copertura nevosa è diminuita a partire dalla metà del XX secolo ad un tasso medio per decennio compreso tra l'1,6% e l'11,7% (per i mesi di marzo aprile e giugno rispettivamente) nell'arco temporale mentre le temperature del permafrost hanno subito un riscaldamento fino a 3°C nell'arco temporale compreso tra la metà degli anni Ottanta alla metà degli anni Duemila (IPCC, 2013).

Il livello medio globale del mare è stato interessato da un innalzamento di 0,19 [0,17-0,21]m nel periodo 1901-2010: con alta confidenza, il tasso di innalzamento del mare dalla metà del XX secolo agli inizi del XXI è stato il più grande registrato negli ultimi 2000 anni. Con alto livello di confidenza, l'espansione termica degli

oceani e la perdita di massa dei ghiacciai hanno contribuito al 75% dell'innalzamento medio globale marino che si è verificato a partire dagli anni Settanta del secolo XX (IPCC, 2013).

1.2 Il cambiamento climatico globale: gli scenari futuri

La valutazione futura dei cambiamenti climatici è subordinata alla formulazione di modelli predittivi di evoluzione del sistema climatico, dai quali risultano diversi scenari climatici.

Al fine di facilitare la valutazione degli effetti del cambiamento climatico su sistemi complessi e in situazioni di elevata incertezza scientifica, l'IPCC ha elaborato un set di scenari (Tabella 1.1) futuri di emissione di gas serra (GHG) nel contesto dello Special Report on emission scenarios (SRES, 2000), a partire da differenti ipotesi di sviluppo del sistema mondiale. La formulazione degli scenari è avvenuta considerando le principali *driving force* di emissione di gas GHG ed esaminando variabili alternative di sviluppo del sistema socio-economico a livello internazionale. Non sono stati in alcun caso considerati, le azioni politiche di lotta al cambiamento intraprese attraverso la Convenzione Quadro delle Nazioni Unite per i Cambiamenti Climatici (Unfccc) ed il Protocollo di Kyoto.

Le proiezioni del riscaldamento globale medio superficiale previste per la fine del secolo (2090–2099) nell'ambito del IV Rapporto di valutazione dell'IPCC (IPCC, 2007) sono mostrate nella Tabella 1.2. La tabella, più precisamente, illustra le differenze fra i sei scenari di emissione SRES¹ e le incertezze relative alle proiezioni del riscaldamento associate a questi scenari.

I modelli predittivi di riscaldamento medio globale alla superficie, elaborati dall'IPCC a partire dal set di scenari futuri di emissione di gas serra (scenari SRES) prevedono un riscaldamento di circa 0,2 °C per decennio nei prossimi venti anni, per l'intero range di scenari di emissione considerato (IPCC, 2007). Le analisi di scenario mostrano, inoltre, che il trend di riscaldamento assumerebbe comunque valori di circa 0,1° C per decennio anche nel caso in cui tutte le cause di forzante radiativo venissero mantenute costanti al livello dell'anno 2000. Le migliori stime per gli scenari SRES rilevano un aumento di

¹ Special Report on Emission Scenarios dell'IPCC (2000)

temperatura compreso in un range di 1,8° C -4 °C, rispetto ai livelli del 1990.

The A1 storyline and scenario family describes a future world of very rapid economic growth, low population growth, and the rapid introduction of new and more efficient technologies. Major underlying themes are convergence among regions, capacity building and increased cultural and social interactions, with a substantial reduction in regional differences in per capita income. The A1 scenario family develops into four groups that describe alternative directions of technological change in the energy system.

The A2 storyline and scenario family describes a very heterogeneous world. The underlying theme is self-reliance and preservation of local identities. Fertility patterns across regions converge very slowly, which results in high population growth. Economic development is primarily regionally oriented and per capita economic growth and technological change are more fragmented and slower than in other storylines

The B1 storyline and scenario family describes a convergent world with the same low population growth as in the A1 storyline, but with rapid changes in economic structures toward a service and information economy, with reductions in material intensity, and the introduction of clean and resource-efficient technologies. The emphasis is on global solutions to economic, social, and environmental sustainability, including improved equity, but without additional climate initiatives

The B2 storyline and scenario family describes a world in which the emphasis is on local solutions to economic, social, and environmental sustainability. It is a world with moderate population growth, intermediate levels of economic development, and less rapid and more diverse technological change than in the B1 and A1 storylines. While the scenario is also oriented toward environmental protection and social equity, it focuses on local and regional levels.

Tab1.1. SRES - scenarios. Fonte IPCC (2007)

Nell'ambito del V Rapporto di valutazione (IPCC, 2013) è stato utilizzato un nuovo set di scenari, i Representative Concentration Pathways (RCP), identificati dal loro forzante radiativo totale approssimato nel 2100, rispetto al 1750 e comprendenti uno scenario di mitigazione che porta a un livello molto basso del forzante (RCP2.6), due scenari di stabilizzazione (RCP4.5 e RCP6.0), e uno

scenario con emissioni di gas serra molto alte (RCP8.5) (IPCC, 2013)². Rispetto agli scenari SRES, gli scenari RCP comprendono, inoltre, un ventaglio di politiche climatiche intraprese nel corso del XXI secolo.

Projected global average surface warming at the end of the 21st century (Solomon et al., 2007). Fonte: EFI 2008

| Case | Temperature change (°C at 2090-2099 relative to 1980 - 1999) | |
|----------------------------------|--|--------------|
| | Best estimate | Likely range |
| Constant year 2000 concentration | 0,6 | 0,3 - 0,9 |
| B1 scenario | 1,8 | 1,1 - 2,9 |
| A1T scenario | 2,4 | 1,4 - 3,8 |
| B2 scenario | 2,4 | 1,4 - 3,8 |
| A1B scenario | 2,8 | 1,7 - 4,4 |
| A2 scenario | 3,4 | 2,0 - 5,4 |
| A1FI scenario | 4 | 2,4 - 6,4 |

Tab. 1.2. Proiezioni di riscaldamento della superficie terrestre. Fonte IPCC (2013).

Secondo questo nuovo set di scenari, le continue emissioni di gas serra causeranno un ulteriore riscaldamento della superficie terrestre e cambiamenti in tutte le componenti del sistema climatico. Gli effetti dell'alterazione del clima perdureranno per secoli anche nel caso in cui le emissioni di CO₂ di origine antropica in atmosfera cessino completamente (IPCC, 2013).

La tabella 1.3 riporta la variazione prevista della temperatura superficiale terrestre nei differenti scenari, in un orizzonte temporale che contempla la metà e la fine del secolo XXI.

Secondo tutti gli scenari RCP, ad esclusione di RCP2.6, la probabilità che il cambiamento della temperatura superficiale globale per la fine

² 2,6 Wm⁻² per RCP2.6, 4,5 Wm⁻² per RCP4.5, 6,0 Wm⁻² per RCP6.0, e 8,5 Wm⁻² per RCP8.5.

del XXI secolo superiori al 1,5°C, rispetto al periodo 1850-1900, oscilla nel range di valori 66%- 100% (è probabile).

| Scenario | 2046–2065 | | 2081–2100 | |
|----------|-----------|----------------------|-----------|----------------------|
| | Media | Intervallo probabile | Media | Intervallo probabile |
| RCP2.6 | 1.0 | da 0.4 a 1.6 | 1.0 | da 0.3 a 1.7 |
| RCP4.5 | 1.4 | da 0.9 a 2.0 | 1.8 | da 1.1 a 2.6 |
| RCP6.0 | 1.3 | da 0.8 a 1.8 | 2.2 | da 1.4 a 3.1 |
| RCP8.5 | 2.0 | da 1.4 a 2.6 | 3.7 | da 2.6 a 4.8 |

Tab. 1.3. Proiezioni di riscaldamento superficiale terrestre.

Fonte IPCC (2013)

È probabile, inoltre, che tale incremento superi i 2°C per due scenari su quattro (RCP6.0 e RCP8.5), mentre assume un valore compreso tra il 33% ed il 66% (tanto probabile quanto no) nello scenario RCP4.5. In ogni caso, il riscaldamento continuerà oltre il 2100 secondo tutti gli scenari RCP, ad eccezione dello scenario RCP2.6, in modo non uniforme a scala regionale e mostrando, inoltre, una forte variabilità interannuale e decennale (IPCC, 2013).

Le regioni della Terra subiranno, di conseguenza, impatti di diversa entità da parte dei forzanti climatici su differenti scale. Dal IV rapporto dell'IPCC emerge che gli effetti su molte aree della terra saranno maggiori di quelli medi globali e si accentueranno soprattutto nelle aree a più alte latitudini settentrionali (IPCC, 2007). In Europa le zone più esposte agli effetti del cambiamento climatico in atto sono individuabili nella parte meridionale del continente, nel bacino del mediterraneo, nelle regioni periferiche e nell'Artide (UE, 2009): la regione Mediterranea, in particolare, giacendo in una zona di transizione tra la zona arida Nordafricana e quella piovosa centroeuropea, risulta essere estremamente vulnerabile (Ruiz-Labourdette et al., 2013; Giannakopoulos. C. et al, 2009; Ue, 2009; IPCC, 2007).

1.3 Gli impatti dei cambiamenti climatici sugli ecosistemi terrestri in Europa

1.3.1 I sistemi forestali

I sistemi forestali risultano estremamente sensibili agli effetti legati alle modificazioni dei parametri climatici. Una serie di fenomeni associati al Global change, singolarmente e tramite interazione reciproca, infatti, rappresentano dei veri e propri *impact factors* per i sistemi forestali: l'aumento di anidride carbonica nell'atmosfera, l'aumento della temperatura, le variazioni nell'andamento delle precipitazioni e la siccità sono elementi in grado di influire notevolmente sul ciclo vitale degli individui arborei (Efi,2008). Il clima, inoltre, “(...) *esercita il controllo dominante sulla distribuzione dei principali tipi di vegetazione*” (Pignatti, 2011 p.1).

I sistemi forestali, verosimilmente, verranno interessati da fenomeni di dissociazione, generati dalla migrazione di alcune componenti in aree più adatte ai mutati scenari climatici e dalla scomparsa di altre, almeno a livello locale (Linder et al.; 2010; Pignatti, 2007; Ohlemüller et al., 2006): nei prossimi decenni si prevede una fase di instabilità degli ambienti forestali, con un peggioramento rispetto alle cenosi mature, causato da una generale rottura delle “relazioni ecosistemiche” (Pignatti, 2007).

L'impatto sulle singole specie arboree forestali dipenderà fortemente dai cambiamenti climatici che si verificheranno a scala regionale e sarà condizionato dalle caratteristiche stazionali del sito nel quale i soggetti arborei vegetano.

Per quanto riguarda le regioni europee, i fenomeni associati al cambiamento climatico costituiscono, e verosimilmente costituiranno in futuro, una delle maggiori sfide per gli ecosistemi forestali per tutto il corso del XXI secolo (EFI, 2008): i cambiamenti che le foreste si troveranno a fronteggiare riguarderanno non soltanto le alterazioni causate dalle emissioni di GHG su parametri climatici quali temperatura e precipitazioni, ma anche la maggiore variabilità ed

intensità di alcuni fenomeni legati al clima. I cambiamenti, inoltre, avranno entità diversa a diverse latitudini e nelle diverse regioni europee, sottoponendo i sistemi forestali a diversi livelli di esposizione e determinando impatti di differente natura, con effetti che potranno essere sia positivi che negativi per gli ecosistemi ma anche per il settore produttivo forestale (EFI, 2008).

Ohlemüller et al. (2006), effettuando uno studio su 17 specie arboree forestali rappresentative dei sistemi forestali europei, tra le quali anche il castagno (*Castanea sativa* Mill.), hanno rilevato che le conifere e le latifoglie tipiche delle regioni temperate e boreali saranno sottoposte, entro la fine del secolo, ad un maggior rischio di estinzione, dovuto alla perdita di aree con caratteristiche climatiche idonee alla propria sopravvivenza, rispetto a quelle che costituiscono le formazioni sempreverdi della parte meridionale del continente europeo ed in generale tutte le specie che caratterizzano i sistemi xerici dell'Europa meridionale. Quest'ultime, verosimilmente, saranno interessate da una espansione dell'areale, anche se un forte limite e una importante componente di rischio e di incertezza sarà rappresentata dalla distanza geografica esistente tra le attuali localizzazioni e le future aree potenzialmente colonizzabili.

Linder et al. (2010) hanno effettuato una rassegna degli studi condotti in materia, al fine di realizzare una analisi degli impatti diretti ed indiretti che i cambiamenti climatici in atto sono in grado di provocare sui sistemi forestali in Europa. Più precisamente è stata sottoposta ad approfondimento la sensibilità delle foreste europee ai principali *impact factors* legati al fenomeno del Global warming e la vulnerabilità di questi sistemi, in funzione delle diverse regioni bioclimatiche. La classificazione adottata nel lavoro per l'individuazione delle regioni bioclimatiche è quella proposta dalla Mappa bioclimatica d'Europa (Rivas-Martinez et al., 2004) (Figura 1.2), che suddivide il territorio europeo in quattro macroregioni: zona boreale, zona temperato continentale, zona temperato-oceanica, zona mediterranea. Le zone montane sono state trattate nell'ambito delle analisi separatamente, per le peculiarità che caratterizzano i sistemi forestali montani e per l'elevata vulnerabilità di queste aree nei confronti dei cambiamenti climatici.

Gli scenari di cambiamento climatico considerati nell'ambito dello studio coincidono con quelli formulati dall'IPCC nel IV Rapporto di valutazione (IPCC, 2007), mentre gli impact factors osservati, in accordo con la letteratura scientifica, comprendono l'aumento della temperatura, l'incremento della concentrazione di Anidride carbonica in atmosfera, le modifiche che potranno interessare i fenomeni meteorologici ed il ciclo idrogeologico, i fenomeni di disturbo provocati sui sistemi forestali da agenti biotici e abiotici. Scopo ultimo dello studio è quello di definire gli effetti potenziali del cambiamento climatico sulla capacità delle foreste europee di fornire beni e servizi: produzione legnosa, prodotti non legnosi del bosco, funzione di assorbimento di anidride carbonica, biodiversità, servizi ricreativi ed, infine, servizi legati alla regimazione delle acque e alla protezione del suolo.

Dallo studio emerge un quadro sostanzialmente positivo per la Regione boreale, soprattutto per quanto riguarda gli effetti causati sui soprassuoli forestali dall'aumento di temperatura e dall'incremento di CO₂ in atmosfera. Verosimilmente l'incremento di temperatura legato ai cambiamenti climatici mitigherà il rigido clima invernale e prolungherà la stagione vegetativa per le specie arboree: si avranno, quindi, ricadute favorevoli sull'accrescimento delle foreste e sulla funzione di assorbimento dell'anidride carbonica da parte dei soprassuoli forestali. La funzione produttiva dei boschi, di conseguenza, sarà influenzata in senso positivo, anche grazie alla maggiore facilità di effettuare gli interventi selvicolturali nel corso della stagione invernale. Questi effetti saranno maggiori nelle parti settentrionali della macroregione, mentre la zona meridionale della Regione Boreale potrà subire delle costrizioni, imputabili ad una minore disponibilità idrica per i soprassuoli, dovuta principalmente ad una riduzione delle precipitazioni. Uno dei rischi potenziali maggiori per questa macroregione può essere individuato negli effetti causati dagli agenti biotici. Allo stato attuale, infatti, il clima rende la zona Boreale al di fuori dell'areale di distribuzione di molte specie di insetti fitofagi e di agenti fungini patogeni per le piante. La situazione, tuttavia, potrà cambiare drasticamente grazie all'aumento delle temperature medie sia dei mesi invernali che estivi.

Secondo i risultati dello studio condotta da Linder et al. (2010), la regione Temperato – oceanica sarà verosimilmente caratterizzata da impatti positivi nella parte settentrionale e nord – occidentale, e negativi nelle regioni meridionali e sud – orientali. A causare questa situazione la riduzione delle precipitazioni che provocherà fenomeni di siccità nelle aree più meridionali della zona. La maggiore minaccia legata ai cambiamenti climatici sui sistemi forestali è rappresentata da eventi meteorici estremi e da agenti di disturbo biotici e abiotici. L'aumento di temperatura plausibilmente influenzerà i cicli vitali di molte specie di insetti fitofagi, provocando la proliferazione di molte specie di defolianti e di xilofagi. La diminuzione delle precipitazioni, inducendo i soggetti arborei in uno stato di stress idrico, acuirà la virulenza di molte specie fungine (Linder et al. 2010).

Nel complesso, le mutate condizioni climatiche influiranno positivamente sull'accrescimento arboreo, con ripercussioni favorevoli sulla funzione produttiva dei soprassuoli forestali che vegetano nella Regione. Costituiscono eccezione, tuttavia, le porzioni orientali e meridionali, nelle quali il clima risente più fortemente delle influenze mediterranee e continentali (Linder et al. 2010).

Per quanto riguarda la regione temperato – continentale, il maggior fattore limitante per gli ecosistemi forestali risulterà essere la disponibilità idrica, a causa della diminuzione delle precipitazioni e del cambiamento nella distribuzione degli eventi meteorici nel corso dell'anno, che verosimilmente interesserà l'area (Linder et al. 2010). La carenza di disponibilità di acqua si ripercuoterà negativamente sull'accrescimento degli alberi e di conseguenza sulla produzione legnosa. La funzione di assorbimento di Carbonio è prevista aumentare nel breve-medio periodo, ma ridursi fino ad annullarsi verso la fine del secolo (Linder et al. 2010).

L'impatto sulle singole specie arboree forestali dipenderà fortemente dai cambiamenti climatici che si verificheranno a scala regionale: l'impatto sulle singole specie, di conseguenza, sarà fortemente condizionato dalle caratteristiche del sito nel quale i soggetti arborei vegetano (Linder et al. 2010).

L'incremento di temperatura pronosticato attraverso i modelli predittivi influenzerà le dinamiche e la distribuzione di molte

popolazioni di agenti patogeni esotermici, in particolare di insetti fitofagi.

I sistemi forestali presenti nella regione Mediterranea saranno fortemente influenzati dall'aumento di temperatura e dalla riduzione delle precipitazioni, che esporrà i boschi a rischio di siccità e avrà ricadute negative, di conseguenza, anche sulla produzione legnosa. L'attività fotosintetica diminuirà fortemente durante le ondate di calore, con ripercussioni sull'accrescimento arboreo e sulla produzione primaria netta; anche la funzione di assorbimento dell'anidride carbonica sarà condizionata negativamente dagli impatti della siccità (Linder et al. 2010).

Presumibilmente la siccità eserciterà effetti negativi anche sugli ecosistemi più xerici, accelerando il fenomeno della desertificazione nelle aree a clima più secco (Linder et al. 2010).

Le ondate di calore e periodi di siccità prolungati aumentano il rischio di incendi (Linder et al. 2010), che diventeranno un vero e proprio pericolo per i sistemi forestali nelle aree rurali. I cambiamenti climatici agevoleranno il proliferare di agenti biotici, in particolare delle specie termofile. Ci si attende l'aumento di virulenza di molte specie tipiche della microflora endofitica degli alberi, favorita dallo stato di stress idrico dei propri ospiti (Linder et al. 2010).

Le regioni montane, infine, saranno interessate da un aumento delle temperature più alto rispetto alle altre regioni. Per quanto riguarda le precipitazioni, invece, i cambiamenti saranno determinati dalle condizioni geomorfologiche locali. A causa della forte eterogeneità della geomorfologia, del microclima e delle caratteristiche del suolo, la sensibilità dei popolamenti forestali varierà notevolmente a scala regionale e locale. (Linder et al., 2010). Effettuando una generalizzazione, si può affermare che, verosimilmente, nelle zone montane mediterranee l'accrescimento arboreo sarà interessato da decremento a causa del riscaldamento e della minore disponibilità di acqua e influenzato positivamente; al contrario, nei siti dove il limite alla crescita della vegetazione arborea è rappresentato dalle basse temperature (Linder et al. 2010).

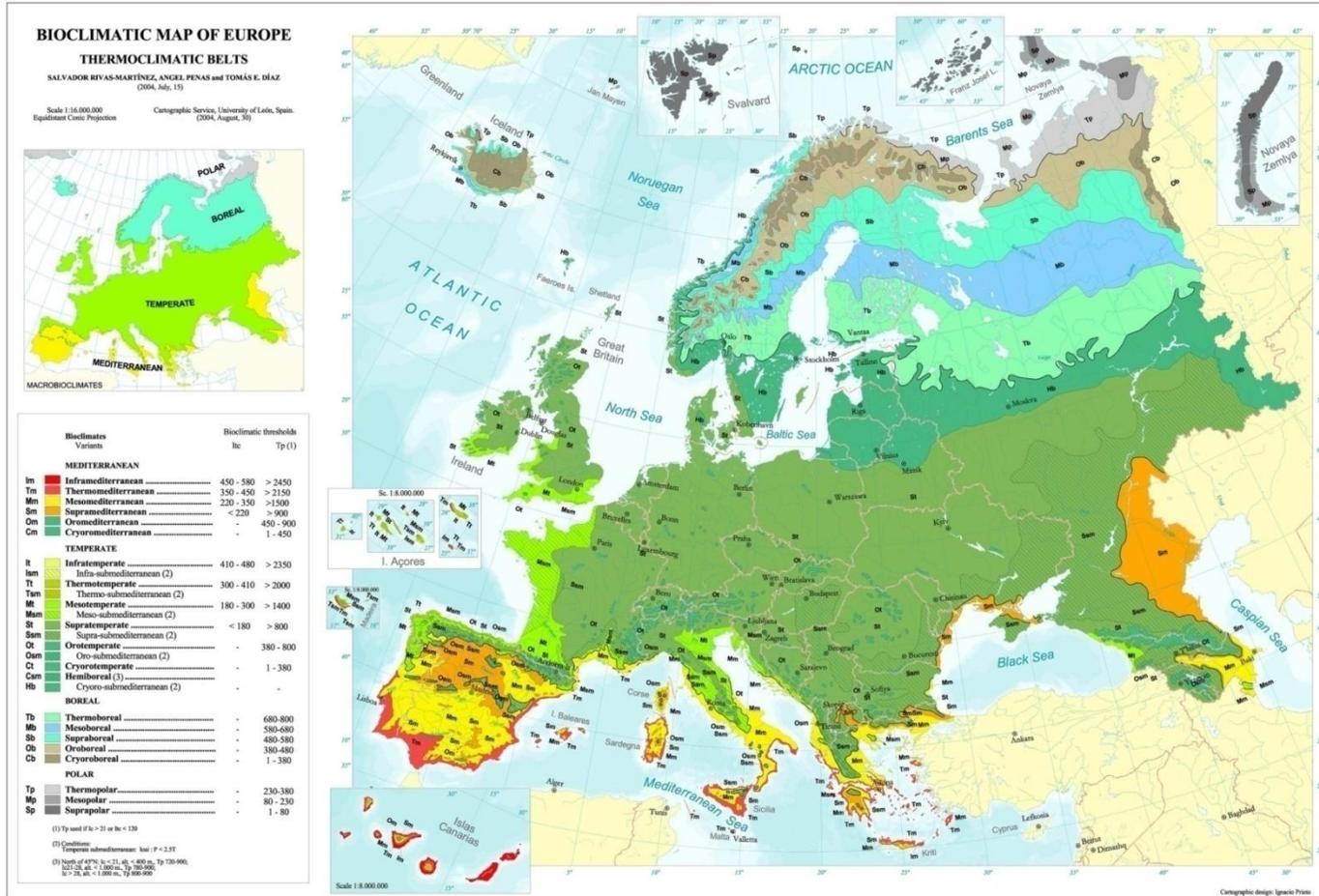


Fig.1.2. Carta Bioclimatica d'Europa. Fonte Rivas Martinez et al. (2004)

Risulteranno influenzate dai cambiamenti climatici le dinamiche degli ecosistemi montani, poiché subiranno modifiche i meccanismi che regolano la competizione tra le specie vegetali e di conseguenza la distribuzione, la struttura e la composizione delle foreste (Linder et al. 2010). Plausibilmente temperature maggiori favoriranno l'espansione in senso altitudinale di molte specie di insetti patogeni (Linder et al. 2010).

La capacità da parte delle foreste in Europa di adattarsi ai futuri cambiamenti climatici dipenderà dalla possibilità da parte dei sistemi forestali di mettere in atto meccanismi endogeni di tipo evolutivo, che consentiranno alle specie di adattarsi alle mutate condizioni ambientali, e da altri fattori socio-economici, quali sviluppo economico, tecnologia e infrastrutture, informazione, conoscenza e competenza, partecipazione da parte delle istituzioni, equità e capitale sociale (Linder et al. 2010).

Considerando le diverse Regioni Biogeografiche, la capacità di adattamento risulta maggiore dove il settore forestale è maggiormente sviluppato: la Regione Boreale e la Regione temperato- oceanica sono le zone caratterizzate da maggiore capacità di adattamento, al contrario della Regione temperato – oceanica dove l'adattamento è ostacolato dai fattori socio-economici (Linder et al. 2010). Nella regione Mediterranea, infine, la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici risulta fortemente limitata: le cause sono da ricercare nella gestione di tipo estensivo delle risorse forestali oppure nel vero e proprio abbandono colturale, che affligge vaste aree boschive (Linder et al. 2010).

In merito alle condizioni socio economiche, infatti, Linder et al. (2010) evidenziano che, sebbene esse siano piuttosto simili tra i diversi Paesi europei, tuttavia il settore forestale è caratterizzato da significative differenze, che si riflettono sulla capacità di adattamento dei sistemi forestali nei confronti delle future alterazioni del clima. Nel Nord Europa il settore forestale è ben sviluppato, anche dal punto di vista tecnologico, al contrario delle regioni meridionali, dove i soprassuoli hanno minor valore economico e le funzioni sociali svolte dai boschi rivestono, generalmente, un ruolo più importante rispetto alla funzione produttiva.

Le caratteristiche dei proprietari, il grado di frammentazione della proprietà, la disponibilità e la professionalità della forza lavoro impiegata nel settore, sono altri fattori che possono influenzare la capacità di adattamento dei sistemi forestali: proprietà private di piccole estensioni e frammentate risultano, mediamente, gestite in modo non efficiente rispetto a soprassuoli di proprietà pubblica di maggiore estensione (Linder et al. 2010).

La promozione della cooperazione forestale e il sostegno pubblico rappresentano misure indispensabili per superare gli ostacoli legati alla proprietà e alla forma di gestione dei boschi nelle regioni caratterizzate da un alto tasso di frammentazione delle proprietà boschive, senza le quali la capacità di adattamento dei sistemi forestali risulterà molto scarsa (Linder et al. 2010).

Zona bioclimatica mediterranea

| | |
|---|--|
| Expected climate change | <p>E' atteso un aumento della Temperatura di +3 - +4 °C; tale aumento risulterà maggiore durante il periodo estivo (+4 - +5 °C) e minore nel periodo invernale.</p> <p>Le precipitazioni annuali subiranno una diminuzione di più del 20% rispetto ai livelli attuali; il fenomeno risulterà più marcato in estate, mentre le piogge aumenteranno in inverno.</p> <p>Ci si attende che eventi estremi come ondate di calore diventino più frequenti.</p> |
| Potential direct and indirect impacts on forests | <p>L'accrescimento degli alberi subirà diminuzioni a causa dei limiti imposti dalla siccità</p> <p>Il rischio di incendi boschivi aumenterà con effetti negativi potenziali sulle principali funzioni (produttive e non produttive) svolte dai soprassuoli forestali</p> |
| Uncertainties | <p>Gli impatti causati dagli effetti dei cambiamenti climatici dipendono fortemente dalla distribuzione e dalla entità delle precipitazioni che si registreranno in futuro.</p> <p>Risultano affette da incertezza le conoscenze attuali riguardo al grado con il quale la diminuzione nella disponibilità di acqua sarà parzialmente compensata dalle piante attraverso un aumento di efficienza nell'uso della risorsa (per mezzo di meccanismi stomatici), dovuta all'aumento di CO2 atmosferica .</p> <p>Risultano scarsamente conosciute l'intensità e la durata delle ondate di calore, che ci si attende si verificheranno in seguito ai cambiamenti .</p> |
| Adaptive capacity | <p>Le foreste della regione mediterranea sono adattate a resistere a condizioni estreme e non prevedibili di siccità.</p> <p>Le capacità endogene di adattamento ai cambiamenti climatici in atto delle foreste mediterranee dipenderà ampiamente dal loro livello attuale di funzionalità ecologica: processi di degrado, sia recenti che relitti, hanno significativamente ridotto la stabilità degli ecosistemi forestali, specialmente nelle zone semi - aride della regione Mediterranea.</p> <p>La mancanza di attività di gestione delle foreste in ampie zone (ad esempio nelle aree rurali) è un ulteriore fattore limitante delle potenziali tecniche di adattamento</p> |
| Key threats | <p>Il rischio di incendi è la più grande minaccia per la regione Mediterranea</p> <p>I limiti ecologici imposti dall'aumento di siccità mettono a repentaglio la sopravvivenza di molte specie forestali.</p> <p>Sia le funzioni produttive che non produttive svolte dai sistemi forestali possono subire riduzioni almeno in alcune parti della regione Mediterranea.</p> |

Tab.1.4. regione bioclimatica mediterranea. Fonte:(EFI, 2008).

Zona bioclimatica temperata oceanica

| | |
|---|---|
| <p>Expected climate Change</p> | <p>E' atteso un aumento della Temperatura di 2.5 - 3.5°C E' probabile che le estati diventino più calde e più siccitose. Gli eventi estremi diventeranno verosimilmente più frequenti. Ci si attende che le precipitazioni aumentino in intensità e volume durante l'inverno.</p> |
| <p>Potential direct and indirect impacts</p> | <p>Il tasso di accrescimento degli alberi potrà essere caratterizzato da un aumento in alcune parti della regione, ma potrà anche subire una riduzione in aree in cui la disponibilità di acqua costituirà un fattore limitante. Si prevede che il rischio di danneggiamento causato da vento aumenterà in modo particolare nei confronti di specie rare che vivono in habitat isolati. Ci si attende un aumento nella virulenza degli agenti biotici.</p> |
| <p>Uncertainties</p> | <p>Gli impatti causati dagli effetti dei cambiamenti climatici dipendono fortemente dalla distribuzione e dalla entità delle precipitazioni che si registreranno in futuro Il verificarsi di eventi estremi può rivelarsi cruciale per la salute e la produttività delle foreste, ma la frequenza e l'intensità di questi eventi in seguito al verificarsi dei cambiamenti climatici sono sconosciute.</p> |
| <p>Adaptive capacity</p> | <p>Le capacità di adattamento del settore forestale sono relativamente ampie.</p> |
| <p>Keythreats</p> | <p>Si potranno verificare eventi meteorologici estremi, come tempeste, periodi siccitosi, ondate di piena e bombe di calore. L'incremento delle precipitazioni in combinazione con l'aumento della velocità del vento nel corso delle tempeste potrà provocare forti danni sui soprassuoli forestali durante l'inverno. Molti agenti patogeni potranno costituire una seria minaccia per i sistemi forestali, particolarmente nelle annate siccitose e calde. La possibilità di conservazione di alcune specie rare potrà risultare minacciata dalla frammentazione degli habitat idonei, che ostacolerà la migrazione di esse verso nuovi siti.</p> |

Tab.1.5 Regione bioclimatica temperato oceanica (EFI, 2008)

1.3.2 I sistemi agrari

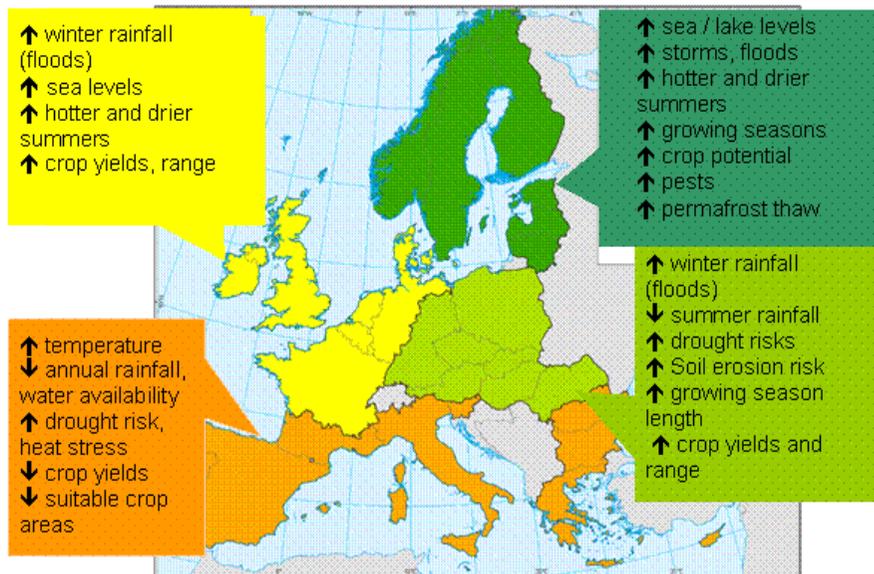


Fig. 1.3. Proiezione degli impatti causati dal cambiamento climatico in differenti regioni dell'UE. Fonte (UE, 2009)

I processi biofisici degli ecosistemi agrari sono fortemente influenzati dalle condizioni ambientali: l'aumento della concentrazione atmosferica di gas serra verosimilmente impatterà su questi sistemi sia direttamente che indirettamente, alterando le variabili che caratterizzano il clima a livello globale e locale (Olsen et al, 2011). In particolare, gli agro-ecosistemi saranno influenzati dalle modifiche che riguarderanno umidità e temperatura, parametri che potranno incidere sulla lunghezza del periodo di maturazione e raccolta di alcune colture agricole, ma rappresenteranno una vera e propria sfida per i conduttori delle aziende e tutti gli operatori del settore, in generale, la forte variabilità che caratterizzerà le stagioni e la frequenza con la quale si verificheranno condizioni “*anomale*” e

eventi meteorologici estremi (Smith e Skinner, 2002): tali fenomeni renderanno necessario pianificazione e implementare azioni in risposta agli stimoli climatici sia di medio - lungo termine che di breve - brevissimo (annuale e stagionale) termine (Smith e Skinner, 2002).

Tutte le nazioni europee nel lungo periodo subiranno effetti negativi dai cambiamenti climatici (Ue, 2009; IPCC, 2007): gli impatti dei cambiamenti climatici incideranno sulle rese produttive, sulla gestione del bestiame e sull'ubicazione delle coltivazioni (UE, 2009).

L'aumento di anidride carbonica in atmosfera eserciterà degli effetti diretti sulla produttività delle principali piante coltivate, influenzando sull'attività fotosintetica e su altri processi metabolici, come la respirazione e la traspirazione (Olesen et Bindi, 2002). L'aumento della temperatura media, invece, avrà effetti diversi alle diverse latitudini del continente europeo: alle medie ed alte latitudini si estenderà il periodo vegetativo, anticipando il periodo della semina e del raccolto delle coltivazioni precoci e rendendo coltivabili nuove superfici (EEA, 2007; Olesen et Bindi, 2002;). Alle latitudini inferiori fenomeni di inibizioni della respirazione legati all'interazione tra alte concentrazioni di CO₂ e temperatura provocheranno, al contrario, la diminuzione della produzione; l'aumento della temperatura potrà, inoltre, causare la maturazione anticipata di alcune colture (EEA, 2007; Olesen et Bindi, 2002;). L'aumento di temperatura accelererà il turnover della sostanza organica con ripercussioni sulla fertilità del suolo, mentre le modificazioni subite dal ciclo idrogeologico si rifletteranno sulla disponibilità di acqua per le coltivazioni. La domanda di acqua per irrigazione crescerà notevolmente nelle zone a clima più secco, andando, in alcuni casi, a competere con le esigenze idriche di altri settori produttivi (EEA, 2007; Olesen et Bindi, 2002;). Per l'area mediterranea un contributo di Giannakopoulos et al. (2009) prevede , per il periodo 2031 – 2060, una sostanziale perdita di produzione agricola, a causa dell'aumento di temperatura e del regime idrico più siccitoso, parzialmente compensato dagli effetti di fertilizzazione legati all'aumento di anidride carbonica atmosferica soltanto nella porzione settentrionale del bacino mediterraneo.

La maggiore frequenza con la quale si verificheranno eventi meteorologici estremi aumenterà notevolmente il rischio di

distruzione delle produzioni agroalimentari e le mutate condizioni climatiche favoriranno la proliferazione di insetti fitofagi, soprattutto nelle aree più calde del continente europeo (EEA, 2007; Olesen et Bindi, 2002).

Ci si può aspettare, tuttavia, un diverso grado di sensibilità agli effetti dei cambiamenti climatici da parte dei diversi sistemi produttivi. La forte variabilità che contraddistingue le regioni europee in termini di condizioni climatiche, edafiche e di utilizzo del suolo, nonché l'organizzazione economica, politica e sociale dei diversi paesi, rende piuttosto difficoltoso effettuare previsioni di carattere generale sulla risposta degli ecosistemi agricoli ai fattori di disturbo legati al cambiamento delle condizioni del clima (Olesen et al., 2011): è possibile affermare che i sistemi agrari localizzati in aree dove il clima è caldo e asciutto saranno maggiormente esposti ad effetti negativi, legati ad alterazioni nell'andamento della temperatura e delle precipitazioni (Olesen et al., 2011). La diversa capacità di adattamento da parte dei sistemi agrari sarà, comunque, influenzata fortemente anche da fattori quali il sistema di produzione e il livello di specializzazione aziendale (Olesen et al., 2011). A tal proposito, Olesen et al. (2011) rilevano come i sistemi di produzione agricola di tipo intensivo che caratterizzano la parte occidentale e centrale del continente, al contrario di quelli localizzati nell'area europea sud-orientale, generalmente dimostreranno una bassa sensibilità alle variazioni del clima, in quanto modifiche della temperatura media stagionale o della distribuzione annuale delle precipitazioni avranno un impatto modesto sulle produzioni e perché generalmente i conduttori delle aziende si riveleranno in possesso di risorse e tecnologie idonee a mettere in atto eventuali strategie compensative contro eventuali danni. L'area mediterranea è, invece, la zona più vulnerabile in assoluto agli effetti dei cambiamenti climatici, sia per quanto riguarda la sensibilità degli agro-ecosistemi sia per la minore capacità di implementare strategie di adattamento a livello aziendale da parte degli imprenditori agricoli (Olesen et al., 2011).

Reidsma et al. (2010), in uno studio finalizzato ad indagare il ruolo che azioni di adattamento implementate a livello aziendale possono avere nel limitare gli impatti negativi attuali e potenziali (intesi come diminuzione delle rese delle coltivazioni e di reddito per i produttori)

dei cambiamenti climatici sull'agricoltura e condotto a scala regionale³ nei Paesi EU15 - tra i quali, quindi, anche l'Italia - rilevano che l'efficacia delle strategie di adattamento, messe in atto dalle aziende agricole, varia ampiamente a seconda non solo delle condizioni climatiche che caratterizzano le diverse regioni, ma anche dalle caratteristiche delle realtà produttive, dal tipo di gestione e dagli obiettivi dei produttori. Fattori quali la specializzazione, la dimensione economica, l'intensità e la superficie arabile sono in grado di influenzare non soltanto le performance aziendali, ma anche la produttività delle colture, andando ad incidere sulla vulnerabilità e sulla capacità di adattamento delle aziende agli impatti dei cambiamenti climatici.

I risultati delle indagini mostrano che, sebbene la forte variabilità spaziale esistente a livello regionale tra le tipologie di aziende influenzi i risultati, performance migliori si registrano nelle regioni temperate, caratterizzate anche da condizioni socio-economiche migliori, mentre la regione mediterranea risulta avere minore capacità di adattamento rispetto alle altre. Tuttavia, le analisi dimostrano che alcuni parametri economici sembrano essere condizionati in modo marginale dalle variabili climatiche e socio-economiche, soprattutto nella regione mediterranea, come risultato di migliori strategie di gestione messe in atto dai produttori. Per quanto riguarda le risposte alla variabilità del clima in termini spaziali e temporali, lo studio rivela che le caratteristiche delle aziende influiscono sui risultati in modo molto eterogeneo a seconda delle regioni. Si nota tuttavia che non sempre le aziende di maggiori dimensioni e con performance migliori risultano avere una maggiore capacità di adattamento nei confronti della variabilità del clima. In questo senso, in alcuni paesi nordeuropei gli impatti sulle colture sono più elevati rispetto ai Paesi Mediterranei. Per quanto riguarda le risposte agli impatti potenziali, invece, nelle aree fortemente esposte ai cambiamenti climatici, come le zone mediterranee di Francia ed Italia, le azioni di adattamento messe in atto a livello aziendale risultano più efficaci rispetto ad altre

³ Nello studio per regione si intende l'Harmonized division –HARM proposta dal Dutch Agricultural Economic Institute (LEI). Le colture considerate riguardano grano e mais e altre tipologie di seminativi.

regioni, come risposta ad un maggiore livello di sensibilizzazione e consapevolezza nei confronti degli effetti negativi causati dal cambiamento climatico.

2 Pianificare azioni di adattamento ai cambiamenti climatici

Nell'ultima decade, tema centrale del dibattito politico e scientifico riguardante il Global warming (IPCC 2014; IPCC 2007), a livello internazionale e nazionale, è divenuta la necessità di mettere in atto strategie di adattamento (IPCC 2014; Adger et al. 2009; Adger et al., 2004; Lorenzoni et al. 2000;), che risultino complementari alle azioni di mitigazione degli effetti negativi causati dall'alterazione del clima sui sistemi naturali e antropici, e l'opportunità di creare sinergismi tra attività di adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici con altre azioni di pianificazione, legate a strategie di sviluppo, di protezione sociale ed, infine, di riduzione e gestione del rischio dei disastri ambientali, a diverse scale geografiche e a diversi livelli di governance (IPCC 2014).

Per adattamento si intende “*the process of adjustment to actual or expected climate and its effects*” (IPCC, 2014 p.40). L'intervento umano sui sistemi antropici trova giustificazione nella possibilità di limitare i danni ed aumentare le opportunità legate alle alterazioni del clima; mentre sui sistemi naturali nella possibilità di facilitare i processi di adattamento degli ecosistemi al clima atteso e ai suoi effetti (IPCC, 2014).

Mettere in atto azioni di adattamento ai cambiamenti climatici significa, dal punto di vista del *decision maker*, elaborare azioni strategiche che permettano di diminuire la vulnerabilità e di aumentare la resilienza di specifici sistemi socio-ecologici, e comporta il superamento dei molteplici ostacoli che possono interagire ed impedire che tali attività siano intraprese con successo.

Tra i più comuni, Field et al. (2014), nel V Rapporto IPCC (2014 p. 27-28), individuano i seguenti:

“l’incertezza legata ai futuri scenari di cambiamenti climatici e ai relativi impatti sui sistemi socio-economici, la scarsità delle risorse economiche ed umane destinabili a tali azioni, la limitata integrazione e lo scarso coordinamento a diversi livelli di governante, la diversa percezione del rischio tra gli stakeholders che partecipano ai processi, risposte inadeguate dalle istituzioni politiche, conflitti di valori, l’assenza di adaptation leaders e di adaptation champions [ed, infine] la limitata disponibilità di strumenti che permettano di valutare l’efficacia delle azioni intraprese”.

Limiti e barriere all’implementazione di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici nascono dall’impossibilità di definire approcci unici di adozione di azioni strategiche di adattamento ai cambiamenti climatici a diverse scale geografiche e a diversi livelli politici (IPCC, 2007). Il decisore pubblico, nella definizione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, deve necessariamente tenere conto della regionalità degli effetti dei cambiamenti climatici, della vulnerabilità e dell’esposizione dei diversi sistemi e del contesto politico e culturale nei quali tali azioni devono essere implementate. Negli ultimi decenni è stato progressivamente riconosciuto il ruolo decisivo, rivestito dalle istituzioni politiche che operano a livello sottonazionale e dei privati nel determinare il successo di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici (IPCC, 2007c). Tutti gli attori che sono coinvolti in processi di adattamento, a livello individuale o di governo, assumono, infatti, un ruolo complementare e sinergico. (IPCC, 2007c): a livello nazionale il decisore pubblico coordina le azioni di adattamento, detta linee guida e fornisce conoscenze e finanziamenti; a livello regionale e locale le istituzioni trasferiscono l’adattamento alle comunità; infine, le azioni pubbliche influenzano a qualsiasi livello il grado con il quale i privati intraprendono attività di adattamento ai cambiamenti climatici (IPCC, 2007c).

Anche la letteratura scientifica in materia di adattamento ai cambiamenti climatici enfatizza la necessità di fornire conoscenze adeguate ai decisori e ai pianificatori pubblici e privati (Mastrandrea M.D. et al. 2010, Franca Doria et al. 2009) e denuncia l’esistenza di un vero e proprio gap (Mastrandrea M.D. et al. 2010) tra mondo della

ricerca, mondo politico e mondo produttivo. Alcuni autori, inoltre, sottolineano (Mastrandrea M.D. et al. 2010, Adger et al. 2009) l'esigenza di realizzare strumenti di trasferimento di conoscenza tra il mondo scientifico ed i soggetti coinvolti a diversi livelli nella formulazione e nell'implementazione di strategie di riduzione della vulnerabilità dei sistemi naturali e antropici nei confronti degli impatti dei cambiamenti climatici, che contemplino contemporaneamente approcci di tipo bottom-up e top down (Mastrandrea M.D. et al. 2010).

Barriere effettive all'implementazione di strategie di adattamento sono rappresentate, inoltre, da una assenza generale di consenso riguardante la definizione stessa di adattamento (França Doria et al., 2009). Ciò comporta che risulti limitato, di conseguenza, anche il campo relativo alla definizione degli obiettivi dell'adattamento e dei parametri utili a valutare il successo oppure il fallimento delle azioni messe in atto. In generale si nota un uso diverso di molti termini legati al fenomeno del Global warming (Gallopìn G.C, 2006) - quali quelli di resilienza, vulnerabilità e capacità di adattamento - ai quali spesso viene attribuito un significato incompatibile oppure, al contrario, totalmente intercambiabile (Gallopìn G.C, 2006). La mancanza di un quadro condiviso, anche dal punto di vista terminologico, che descriva tutte le dimensioni dei cambiamenti climatici, se trova giustificazione nella complessità e nell'interdisciplinarietà del fenomeno connessi al Global warming, può rappresentare, tuttavia un ostacolo per la comprensione e la trasmissione dei risultati tra le diverse discipline scientifiche (Gallopìn G.C, 2006) e impedire la comunicazione tra il mondo della ricerca ed il mondo politico.

Gli scopi dell'adattamento e la percezione dei limiti sono fortemente condizionati, infine, dalle caratteristiche dei decision maker e dalla estrema diversità dei valori di cui sono portatori e che sottendono alla definizione stessa degli obiettivi (Adger et al., 2009). Questa diversità può portare alla paralisi nell'adozione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, soprattutto nel momento in cui le decisioni possano riguardare l'introduzione o la riduzione degli incentivi, oppure all'implementazione di azioni che possono rivelarsi sia fallimentari che efficaci nell'aumentare la resilienza del sistema .

Adger et al. (2009) approfondiscono i concetti di soglia e di limite all'adattamento e analizzano i fattori che, agendo a livello individuale e collettivo, influenzano i processi decisionali a livello politico in materia di cambiamenti climatici in generale e di adattamento in particolare. Gli autori partono dalla riflessione che in letteratura scientifica le barriere alla implementazione di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici sono affrontate in termini di soglie limite, definite da parametri specifici ed afferenti a tre dimensioni principali: limiti fisici ed ecologici, limiti economici e limiti tecnologici. Nell'ambito di ciascuna dimensione, quindi, sono definite le soglie di danno oltre le quali i cambiamenti che coinvolgono lo stato dei sistemi biologici o fisici diventano irreversibili e che rendono necessari interventi di adattamento affinché non si verifichi il loro superamento. Gli autori, pur confermando la validità assoluta di tale approccio, definito esogeno, analitico ed oggettivo, propongono una concezione alternativa dei limiti all'adattamento, che prende in considerazione anche fattori endogeni ed emergenti all'interno della società (Adger et al. 2009). Sintetizzando alcuni passaggi del lavoro poiché le tematiche esulano dal presente studio ed afferiscono più propriamente all'area di ricerca delle scienze psicologiche e sociali, ci si limita a sottolineare che il contributo adotta come assunto fondamentale il fatto che i valori (definiti come giudizi espressi dal singolo individuo o dalla società su ciò che è importante per la vita) sono convertiti in azioni e costituiscono la struttura sulla quale la società umana costruisce le proprie regole e le istituzioni governano il rischio, gestiscono i cambiamenti nella società, e ripartiscono l'allocazione di risorse scarse (Adger et al. 2009).

Questa concezione alternativa di limiti all'adattamento trova la sua collocazione nel contesto di quattro meta-domini che afferiscono alla dimensione sociale: meta dominio dei principi morali, meta-dominio della conoscenza, meta-dominio del rischio, ed, infine, meta-dominio della cultura (Adger et al. 2009).

Altre caratteristiche operano a livello individuale - tra di essi le convinzioni personali, l'esperienza e la conoscenza, la percezione della propria efficacia, la controllabilità - le quali concorrono con percezione del rischio, conoscenza ed esperienza, e abitudini a rappresentare dei limiti per l'adattamento.

Tali tipi di barriere non sono assolute e statiche ma soggettive e mutabili. In questo, secondo gli autori, sostanzialmente consiste la differenza tra limite e soglia: una soglia rappresenta un punto al di là del quale i sistemi ecologici subiscono dei cambiamenti irreversibili. In questo senso, una soglia rappresenta un limite assoluto per il mantenimento dello *status quo*, ma non rappresenta necessariamente un limite all'adattamento. Il raggiungimento di una soglia che determina il passaggio di un sistema da uno stato ad un altro, può rappresentare un limite per l'adattamento soltanto se ciò viene percepito come inaccettabile da una determinata comunità.

3. La percezione del rischio

La pianificazione della politica in materia di cambiamenti climatici è influenzata dalla percezione del rischio e delle incertezze legate al fenomeno del Global warming a livello di individui e organizzazioni (IPCC, 2014). Individui e organizzazioni si caratterizzano, infatti, per una diversa avversione al rischio e per la relativa importanza attribuita agli effetti a medio termine, oppure a lungo termine, delle azioni specifiche implementate per contrastare gli impatti legati all'alterazione del sistema climatico.

I metodi convenzionali di analisi del rischio, tuttavia, non prevedono un approccio partecipato e pluralistico, che tenga in considerazione anche la percezione del rischio da parte dei diversi stakeholder che agiscono all'interno dei diversi sistemi socio-ecologici (Raaijmakers et al., 2008).

Il concetto stesso di rischio contiene elementi di multidimensionalità e di soggettività (Slovic et al., 2002) che rendono ancora più complessa la sua valutazione, causando inoltre problemi di comunicazione tra coloro che, a diversi livelli, operano nel campo del *risk assesment* e del *risk managment*. Slovic et al. (2002) effettuano un elenco dei

diversi significati generalmente attribuiti al termine rischio da parte degli esperti:

- Rischio come pericolo
- Rischio come probabilità
- Rischio come conseguenza
- Rischio come minaccia o avversità potenziale

Nell'approccio metodologico impiegato comunemente nella risk analysis, il rischio legato ad un fenomeno pericoloso per la salute umana o per l'ambiente è considerato quantificabile, ed una misura oggettiva di esso è ottenuta dal prodotto degli impatti negativi causati dal fenomeno oggetto di studio (opportunamente parametrizzati) e la probabilità che l'evento si verifichi (Raaijmakers et al., 2008). Il rischio può, tuttavia, essere considerato anche come un modo di esprimere l'incertezza oppure come un insieme di percezioni (Raaijmakers et al., 2008): il rischio, quindi, è un giudizio intuitivo espresso da un individuo o da un gruppo di individui, in riferimento a fenomeni o contesti caratterizzati da incertezza (Raaijmakers et al., 2008; Slovic, 1987). In questo ambito, sono state condotte, a partire dagli anni Sessanta del secolo scorso, numerose ricerche - legate soprattutto ai rischi per la salute umana e per gli ecosistemi terrestri, legati all'introduzione di nuove tecnologie chimiche o nucleari (Slovic, 1987) - al fine di elaborare metodologie in grado di individuare i fattori che concorrono a definire e dare una misurazione della percezione del rischio da parte di comunità o singoli individui (Slovic, 1987).

Slovic et Weber (2002) individuano tre diversi approcci metodologici utilizzati in letteratura scientifica per studiare la percezione del rischio: il paradigma della misurazione assiomatica, il paradigma socio-culturale ed il paradigma psicometrico.

Uno degli approcci più comuni è quello che prevede l'impiego del paradigma psicometrico, metodo che servendosi di scale psicofisiche

e di tecniche di analisi multivariata, permette di produrre rappresentazioni o mappe cognitive della percezione o dell'attitudine al rischio (Slovic, 1987). In particolare la tecnica è adatta ad analizzare similarità e differenze tra gruppi sociali e culturali.

La metodologia si basa sullo sviluppo di uno schema tassonomico che può essere usato per comprendere e predire la risposta ad un rischio (Slovic, 1987). I soggetti sono chiamati a fornire un giudizio quantitativo in merito al livello di rischio attuale e ritenuto accettabile riguardante specifici pericoli, in funzione di un set di variabili (caratteristiche). Questi giudizi sono, quindi, messi in relazione con i giudizi espressi in merito ad altre proprietà. Infine, utilizzando tecniche di statistica multivariata (ad esempio l'analisi fattoriale) si individuano fattori latenti che catturano la varianza presente nelle risposte date dagli individui o da gruppi di individui. L'intero range di caratteristiche può, infatti, essere condensato in fattori di ordine superiore (Raaijmakers et al., 2008), in quanto molte delle caratteristiche qualitative che concorrono a definire il rischio, risultano correlate tra loro, per un ampio range di pericoli. Slovic (1987) individua, in particolare due fattori, - il fattore timore ed il fattore conoscenza del rischio -, ai quali sono strettamente correlate tutte le variabili che definiscono la percezione del rischio e che possono essere utilizzati, a loro volta, come indicatori sintetici: più alto è il punteggio attribuito a questi due fattori, più alto sarà percepito il rischio relativo ad un determinato pericolo da parte dei soggetti e più essi desidereranno la sua riduzione (Raaijmakers et al., 2008).

Tale approccio è stata impiegato per lo studio di diversi eventi pericolosi sia per la salute umana che per gli ecosistemi terrestri (Mc Daniels et al., 1995; Willis et al., 2005; McFarlane, 2005, Slimak et Diez, 2006;) ed è stato applicato anche per analizzare la percezione dei rischi legati al fenomeno del Global Warming per i sistemi antropici e naturali, da parte di diversi soggetti e gruppi di individui (Stedman; 2004; Raaijmakers et al., 2008; McDaniels, 1996).

3.1 La valutazione del rischio legato ai cambiamenti climatici per i sistemi forestali

La percezione del rischio è fondamentale perché può giustificare o meno la necessità e la volontà di intervento da parte del decisore pubblico. (Adger et al., 2009). In uno studio condotto da Franca Doria et al. (2009), ad un panel di esperti di cambiamenti climatici, impiegando il Delphi-method e volto a dare una definizione condivisa e condivisibile di adattamento e a costituire un framework completo di obiettivi e di criteri di valutazione dell'efficacia delle azioni di adattamento a supporto dei decisori pubblici, le risposte degli interlocutori confluiscono verso una definizione basata sui concetti di vulnerabilità e di rischio.

Data la controversia riguardante il concetto di rischio e di danno agli ecosistemi agrari e forestali legati ai cambiamenti climatici, gli interventi a favore di politiche di adattamento e di mitigazione degli effetti negativi legati alle mutazioni del sistema climatico potranno essere fortemente influenzata dalla percezione del rischio che possiede la collettività, i decisori pubblici e i produttori a livello locale.

Petr et al. (2014), effettuando una indagine su un campione di pianificatori forestali, a scala nazionale nel Regno Unito, rilevano che la percezione del rischio di cambiamenti sugli ecosistemi forestali, in un orizzonte temporale di 30 anni, è diversa in funzione della minaccia considerata e della scala di giudizio preso in esame.

I risultati di uno studio condotto da Morgan et al. (2001), che ha previsto il coinvolgimento di esperti leader in materia di ecologia, al fine di ottenere stime qualitative e quantitative sugli effetti che il raddoppio della concentrazione atmosferica di anidride carbonica rispetto ai livelli attuali potrebbe avere su ecosistemi forestali a diverse latitudini (tropicali e settentrionali), mostrano come generalmente una forte fonte di incertezza derivi dal fatto che gli interlocutori attribuiscono una diversa importanza a differenti key

factors e processi naturali che riguardano i sistemi forestali (concentrazione atmosferica di CO₂, agenti biotici e abiotici di disturbo e competizione tra gli individui).

Stedman (2004) effettuano una indagine su di un campione di esperti che operano a livello pubblico e privato nel settore agricolo e forestale e in quello inerente la gestione delle risorse idriche nel Regno Unito, al fine di studiare l'attitudine nei confronti dei cambiamenti climatici e la percezione del rischio da parte di diversi soggetti che partecipano attivamente alla definizione ed all'implementazione di azione di lotta agli effetti dei cambiamenti climatici in atto, in funzione di un set di variabili appartenenti al domino del rischio legato ai cambiamenti climatici- portata, accettabilità, controllabilità, prevedibilità. L'indagine rivela come la percezione del rischio nei confronti dei cambiamenti climatici risulti difficilmente omogenea tra i soggetti e come la variabilità possa essere spiegata considerando congiuntamente una serie di variabili appartenenti sia alla sfera cognitiva che socio-demografica e politica; dallo studio emerge, in particolare, che il rischio percepito riguardante il cambiamento climatico non è associato a opinioni specifiche in merito agli impatti potenziali dovuti a fattori specifici quali l'accettabilità o la prevedibilità di eventi meteorici estremi o alterazioni del regime pluviometrico quanto, piuttosto, a disposizioni di carattere generale. L'autore evidenzia, inoltre, come dai risultati ottenuti emerga che il Global warming venga percepito, a livello simbolico, più come un problema ambientale in senso lato e sia legato a valori sociali di carattere generale. Infine implicazioni nell'implementazione di politiche di mitigazione ed adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici possono essere individuate nell'assenza di differenza tra i gruppi osservati nei confronti di alcune variabili indagate: esiste infatti un consenso generalizzato in merito ad alcuni effetti specifici dei cambiamenti climatici su temperatura, precipitazioni e eventi meteorologici estremi. Il personale appartenente ai settori produttivi o al settore governativo mostrano accordo anche sulle opinioni di carattere generale, al contrario dei ricercatori universitari e dei gruppi ambientalisti. Anche se esiste un certo livello di divergenza all'interno di ogni singolo gruppo questo risultato porta a supporre

plausibilmente che i funzionari pubblici siano solidali agli interessi dei settori produttivi.

Gli autori concludono sottolineando l'esistenza di un gap conoscitivo in materia di percezione dei rischi causati dai cambiamenti climatici, soprattutto all'interno delle comunità politiche, ed enfatizzano, inoltre, l'importanza di tali studi, dato il ruolo strategico rivestito dai policy maker nel dirigere azioni riguardanti sia la mitigazione che l'adattamento ai cambiamenti climatici.

4 Scopo ed obiettivi del lavoro

Premessa del lavoro è la necessità da parte dell'operatore pubblico di sviluppare conoscenze adeguate sui fenomeni che riguardano i cambiamenti climatici a scala locale, al fine di definire strategie di adattamento e mitigazione idonee, e l'esigenza da parte delle comunità locali di possedere informazioni e strumenti necessari per realizzare sul territorio interventi che rendano efficaci tali strategie.

Oggetto dell'indagine sono gli effetti che il Global warming potrà avere su sistemi agro-forestali di qualità ed in particolare sulla produzione castanicola nel territorio di produzione della Castagna del Monte Amiata IGP.

Scopo dell'indagine è quello di aumentare le conoscenze in merito a fenomeni complessi e caratterizzati da forte incertezza - quali gli impatti dei futuri cambiamenti climatici sui sistemi agro-forestali - e di fornire un framework che possa costituire una base per lo sviluppo di ulteriori studi in materia, nonché rappresentare un quadro di riferimento per la formulazione e l'implementazione, a diversi livelli di governance, di politiche di adattamento finalizzate a proteggere la produzione agroforestale selezionata. Sviluppare questo tipo di conoscenze assume un ruolo rilevante, se si considera che la coltivazione del castagno per il frutto è una forma di gestione del bosco tradizionalmente applicata nel territorio oggetto di studio e dall'elevata connotazione multifunzionale, la cui produzione rappresenta una vera e propria eccellenza a livello non solo locale, ma anche regionale e nazionale. L'elevata qualità del prodotto e il legame con il territorio è sancito dalla presenza del marchio IGP, che riconosce e certifica le caratteristiche di tipicità nella Castagna del

Monte Amiata. L'identità di questo prodotto potrebbe essere minacciata dagli effetti dei cambiamenti climatici, che rischiano di alterare le caratteristiche del territorio di produzione e, di conseguenza, verosimilmente anche le proprietà del prodotto stesso. Risulta di importanza strategica, quindi, individuare i rischi prioritari legati agli effetti delle future alterazioni del clima su questi sistemi, sulla base dei quali elaborare ed implementare azioni di adattamento efficaci, superando le barriere e l'inerzia che possono caratterizzare i processi decisionali in condizioni di forte incertezza, come nel caso della definizione di politiche di adattamento ai cambiamenti climatici, tramite il coinvolgimento di tutti i possibili portatori di interesse, soprattutto nelle fasi di selezione e valutazione delle diverse opzioni possibili.

Lo studio persegue i seguenti obiettivi:

1. Indagare come vari la percezione del rischio che i cambiamenti climatici possano provocare effetti negativi di diversa entità sulla realtà produttiva indagata, in funzione di diversi impact factor e tra diversi portatori di interesse.
2. Effettuare una indagine volta a valutare come venga percepita l'efficacia di diverse strategie implementabili a scala regionale e locale, per limitare gli effetti negativi che gli impact factor precedentemente individuati potranno causare alla realtà produttiva indagata.

5 Materiali e metodi

5.1 Il modello adottato

La materia dell'incertezza e della percezione del rischio riguardante i futuri impatti dei cambiamenti climatici su sistemi agro-forestali è stata affrontata attraverso la definizione di uno specifico modello di analisi. La prospettiva adottata è stata quella del decision maker, il quale nell'elaborare ed implementare azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, deve formulare strategie efficaci a limitare i danni potenziali causati dalle alterazioni del clima su determinati sistemi, superando anche le possibili barriere di natura socio-economica che possono insorgere e limitare tali azioni.

La ricerca si è incentrata sull'esplorazione della variabilità che caratterizza la percezione del rischio da parte dei diversi stakeholder, che agiscono all'interno di un determinato sistema socio-ecologico.

Nel contesto dell'indagine quindi, si è considerato ed indagato il rischio come "giudizio intuitivo" di individui o gruppi di individui, dato in condizioni di informazioni incerte e scarse (Slovic, 1987, Raaijmakers et al., 2008).

Il modello ha previsto lo sviluppo di un caso di studio ed è articolato in più step. Nella prima fase è stata condotta una indagine bibliografica nel corso della quale sono state combinate letture di tipo ingegneristico ad altre afferenti alla sociologia e alla psicologia, in modo da ottenere un quadro esaustivo in merito alle definizioni e degli approcci metodologici utilizzati in contributi scientifici che hanno affrontato la tematica del rischio nel contesto dei processi decisionali.

Nel secondo step è stata selezionata l'area di studio. La percezione del rischio è stata indagata con il metodo dell'intervista a stakeholder e somministrazione di questionario strutturato.

I rischi legati agli effetti climatici sono stati categorizzati in funzione della regione bioclimatica (Riva-Martinez et al., 2004) e collegati ai

potenziali impatti che diversi impact factor potranno causare in un orizzonte temporale di trenta anni sui sistemi e sui prodotti selezionati.

Le risposte hanno previsto il ricorso a scale additive, in particolare a scale Likert-type a 7 posizioni. Si è scelto di utilizzare una sola scala di giudizio, andando a rilevare, quindi, soltanto come venga percepita la rischiosità, genericamente intesa, degli impatti causati dai cambiamenti climatici sulla funzionalità dei sistemi indagati, in termini sia ecologici che economici. Anche se questa semplificazione può rappresentare una forte limite del lavoro, è stata resa necessaria sostanzialmente da motivazioni di natura pratica: la scelta, infatti, ha permesso di ridurre fortemente i tempi di somministrazione del questionario e di renderlo comprensibile e accessibile a tutte le categorie di interlocutori privilegiati selezionate.

Il secondo obiettivo perseguito dalla ricerca è quello di effettuare una valutazione di diverse opzioni di adattamento potenzialmente implementabili a diverse scale geografiche al fine di ridurre gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sul caso di studio. Lo studio si è focalizzato sull'adattamento ai cambiamenti climatici, inteso come una risposta politica promossa o pianificata ai rischi connessi ai cambiamenti climatici sul settore agricolo e forestale.

Lo sviluppo di questa indagine è stata articolata in tre step:

- Analisi della letteratura scientifica riguardante le azioni di adattamento nei settori agro-forestali
- Analisi della normativa regionale, nazionale e sovranazionale in materia di strategie di adattamento ai cambiamenti climatici, al fine di selezionare le azioni che potessero risultare utili ai fini dello studio.
- Valutazione da parte di stakeholder delle opzioni individuate nello step precedente a valutazione da. Una area del questionario utilizzato per l'inchiesta è stata dedicata a questa fase: ai soggetti intervistati è stato chiesto di effettuare una valutazione riguardo l'efficacia di un set di 13 diverse azioni nel ridurre gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sulla realtà che costituisce il caso di studio. Analogamente all'analisi del rischio si è fatto ricorso a scale di tipo Likert a sette

posizioni. L'efficacia di una azione di adattamento è stata così considerata come la sua capacità di diminuire la vulnerabilità di un sistema ai rischi legati ai cambiamenti climatici oppure ad aumentare la sua resilienza.

L'analisi dei dati ha previsto il ricorso a tecniche di analisi statistica multivariata (cfr. capitolo 8).

5.2 Le fasi del processo di indagine

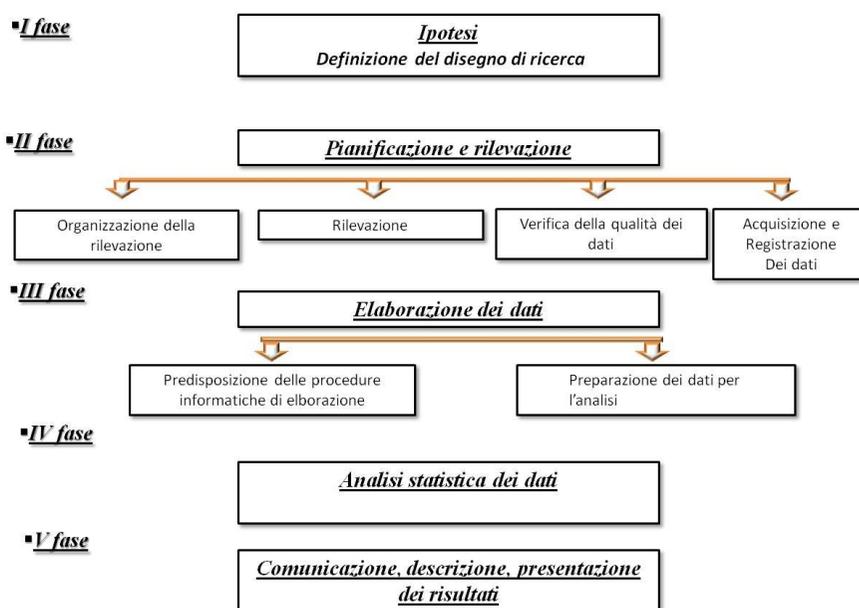


Fig. 5.1. Fasi del processo di indagine. Fonte: Maggino, 2005. Modificato.

La figura 5.1 riporta uno schema semplificato delle fasi attraverso le quali si è sviluppato il processo di indagine (Maggino, 2005).

Per la realizzazione dell'indagine si è fatto riferimento allo schema proposto da Maggino (2005). Come primo step si è proceduto alla formulazione dell'ipotesi di ricerca e alla definizione dello scopo e degli obiettivi del lavoro. Questa attività è stata preceduta da una accurata indagine bibliografica volta ad acquisire, in letteratura

scientifiche, le informazioni disponibili riguardanti le tematiche affrontate dallo studio: ciò ha permesso di individuare gli aspetti salienti ed i caratteri da rilevare, nonché di definire le variabili da osservare. Si è quindi proceduto a definire le tecniche di indagine e di analisi più idonee a rispondere alle finalità della ricerca. In questa prima fase si è, inoltre, proceduto a sviluppare lo strumento di rilevazione e a definire le tecniche di campionamento.

La seconda fase della ricerca ha riguardato la parte operativa dell'indagine: dopo avere effettuato una attenta pianificazione è stata effettuata, infatti, la campagna di interviste. Hanno seguito le fasi di verifica e di controllo della qualità dei dati. La terza fase ha previsto la registrazione su supporto informatico e l'elaborazione dei dati, mentre lo step successivo (quarta fase) ha riguardato la vera e propria analisi statistica delle informazioni. Infine, nella quinta ed ultima fase, si è proceduto alla descrizione e alla comunicazione dei risultati.

5.3 Il disegno di ricerca

Il disegno di ricerca adottato nel contesto dello studio è di tipo esplorativo, volto ad aumentare le conoscenze in merito ai rischi derivanti dai potenziali impatti futuri dei cambiamenti climatici su particolari sistemi forestali e su produzioni non legnose del bosco di elevata e certificata qualità, come quella castanicola nell'area oggetto di studio. L'indagine, più precisamente, trova la sua collocazione nell'ambito dell'analisi esplorativa di dati rappresentativi di fenomeni complessi, descritti da un numero elevato di variabili.

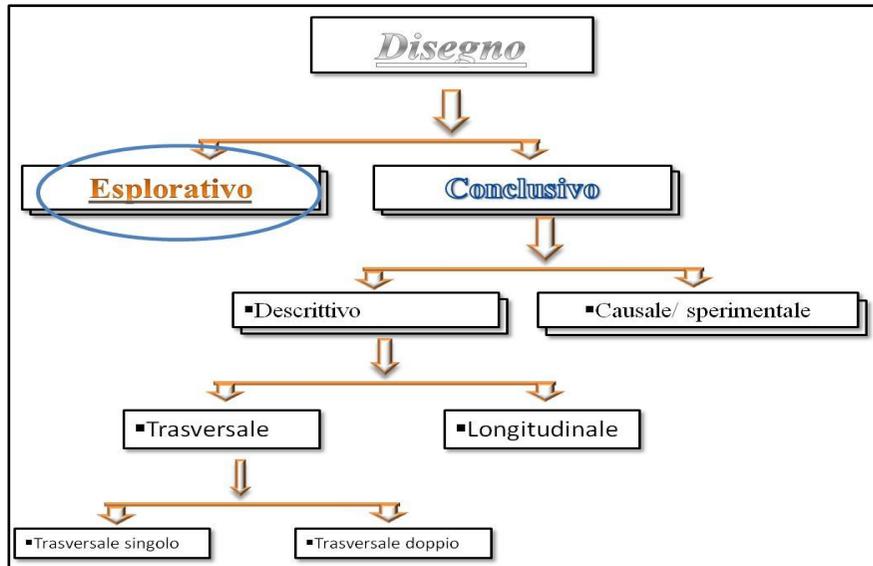


Fig. 5.2. Tipologia di disegno di ricerca. Fonte: Maggino (2005). Modificato.

La definizione del disegno di ricerca dipende dalla tipologia di ipotesi sulla quale si basa l'indagine (Maggino, 2005 p. 3). L'ipotesi è *“un'affermazione relativa ad un evento il cui risultato è sconosciuto al momento in cui l'affermazione viene fatta”* (Maggino, 2005 p) e può essere definita come *“l'insieme di supposizioni e congetture che mirano a spiegare un certo fenomeno di cui si ha una conoscenza incompleta”* (Maggino, 2005 p.3)

La tabella 5.1 riporta i caratteri salienti dei diversi disegni di ricerca (Maggino, 2005; p.5). Il disegno conclusivo si caratterizza per un'ipotesi che ha una sua formulazione specifica, espressa nella forma di enunciato. *“Le ipotesi sono definite, strutturate e precedono la ricerca”* (Memoli, 2005;p. 35). *“Le ipotesi possono essere di tipo descrittivo, se si limitano a effettuare delle affermazioni su di un fenomeno, oppure possono essere esplicative, se pongono in relazione più aspetti di un fenomeno con l'intento di stabilire dei nessi causali”* (Memoli, 2005; p.32)

Il disegno conclusivo è suddiviso, infatti, in due diverse tipologie (Maggino, 2005):

- il disegno conclusivo descrittivo, il cui scopo è quello di “descrivere” (Maggino, 2005) una realtà o un fenomeno e si applica a campioni rappresentativi di popolazioni più estese

- Il disegno conclusivo sperimentale, definito anche causale (Maggino, 2005), consente di mettere in evidenza le relazioni causa-effetto rispetto al fenomeno oggetto di studio e permette, inoltre, di distinguere le variabili indipendenti (causa) e quelle dipendenti (effetto)

L'ipotesi può essere confermata o respinta attraverso la sperimentazione o l'utilizzo di modelli statistico-matematici. Inoltre, l'approccio conclusivo prevede il processo di generalizzazione dei risultati conseguiti, attraverso il procedimento inferenziale, che rende possibile effettuare una valutazione in chiave probabilistica dei parametri della popolazione, in funzione dei dati campionari rilevati (Bolasco, 1999). Il disegno esplorativo, al contrario, non prevede necessariamente una formulazione precisa dell'ipotesi e non permette la generalizzazione dei risultati all'intera popolazione. Scopo di una ricerca condotta con approccio esplorativo è quello di aumentare le conoscenze in merito al fenomeno oggetto di indagine e di sintetizzare le informazioni, mettendo in evidenza l'esistenza di eventuali relazioni tra variabili, senza tuttavia dare alcuna indicazione sulla natura delle relazioni stesse.

Ai due differenti disegni di ricerca⁴ è associato, inoltre, un diverso approccio statistico di analisi dei dati, al quale è, a sua volta sottesa una logica induttiva o deduttiva (Maggino, 2005).

⁴ Il processo esplorativo (Fig.6.2) può rappresenta lo stadio iniziale di una ricerca, ma una indagine può anche contemplare diversi disegni (Maggino, 2005).

| Disegno | Esplorativo | Conclusivo | |
|--------------------------|--|--|--|
| | | Descrittivo | Causale/sperimentale |
| Obiettivi | <p>Fornire intuizioni e comprensioni</p> <p>Consentire la formulazione o la definizione più precisa di un problema</p> <p>Identificare percorso alternativi di una determinata azione</p> <p>Sviluppare ipotesi</p> <p>Isolare variabili e relazioni per ulteriori studi</p> <p>Stabilire priorità per ulteriori studi</p> | <p>Formulare e verificare ipotesi ed esaminare relazioni</p> <p>Aiutare chi prende decisioni a valutare , determinare e selezionare il migliore percorso da fare in una determinata situazione</p> | |
| Procedimento | Flessibile e versatile | Pre-pianificato e strutturato e formalmente impostato | |
| Area di indagine | Definizione approssimativa | Definizione chiara | |
| Campione | Dimensione ridotta e scarsa rappresentatività | Dimensione ampia e rappresentatività statistica | |
| Analisi dei dati | Essenzialmente qualitativa | Essenzialmente quantitativa | |
| | | | <p>Manipolazione di una o più variabili indipendenti</p> <p>Controllo di altre variabili</p> |
| Tipi di risultati | Spesso il disegno esplorativo rappresenta la parte iniziale di un modello complesso che prosegue con un nuovo disegno esplorativo o conclusivo | I risultati possono essere utilizzati come informazioni nel processo decisionale | |

Tab. 5.1. Principali caratteri dei diversi disegni di ricerca. Fonte: Maggino (2005). Modificato.

Si individuano tre macro-obiettivi perseguiti genericamente attraverso l'analisi dei dati raccolti conducendo una indagine (Maggino, 2005), che non hanno tra di loro una relazione di esclusione, ma al contrario, spesso sono consequenziali (il perseguimento di un obiettivo è, cioè, il presupposto per la realizzazione di analisi che consentano di raggiungere un secondo obiettivo): descrizione, esplorazione e validazione.

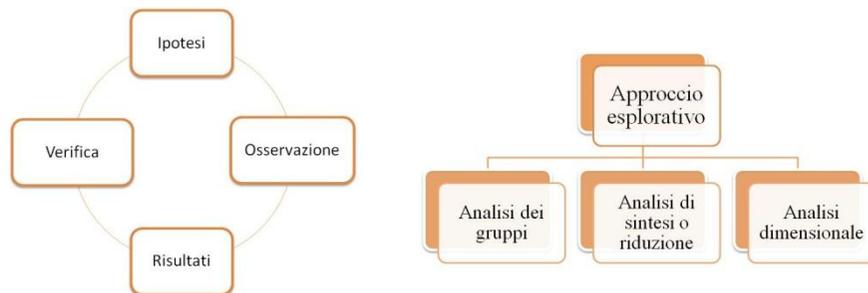


Fig.5.3. Processo della ricerca. Fonte (Maggino, 2005). Modificato.

L'approccio esplorativo persegue il fine di analizzare e comprendere la struttura dei dati. Tipici obiettivi esplorativi (Figura 5.3) sono individuare gruppi, ridurre o sintetizzare il numero di variabili, ricercare dimensioni sottostanti che spieghino i fenomeni complessi. Nel contesto dello studio (cfr. capitolo 8) si è fatto ricorso a tecniche di raggruppamento per proprietà (Bruschi, 1999), alla cui tipologia appartengono, a titolo di esempio, l'analisi fattoriale, l'analisi delle corrispondenze multiple e la correlazione canonica (Bruschi, 1999).

I metodi che afferiscono, in particolare, alle tecniche di analisi fattoriale consentono di svolgere una serie di funzioni che risultano utili ai fini della ricerca (Bruschi, 1999); tra di esse, la possibilità di gestire più facilmente i dati operando una sintesi sulle variabili di origine, che sono sostituite da variabili sintetiche, definite, appunto variabili latenti o fattori (Bruschi, 1999). Esse, inoltre, assolvono ad una funzione esplorativa, individuando nuove dimensioni concettuali, emergenti dalla correlazione delle variabili (Bruschi, 1999): “*il*

ricercatore si pone, così, sul piano del contesto della scoperta “(Bruschi, 1999; p.307), traendo dall’analisi dei dati nuovi elementi e nuove categorie, sulla base delle quali dare una interpretazione diversa dell’universo studiato (Bruschi, 1999).

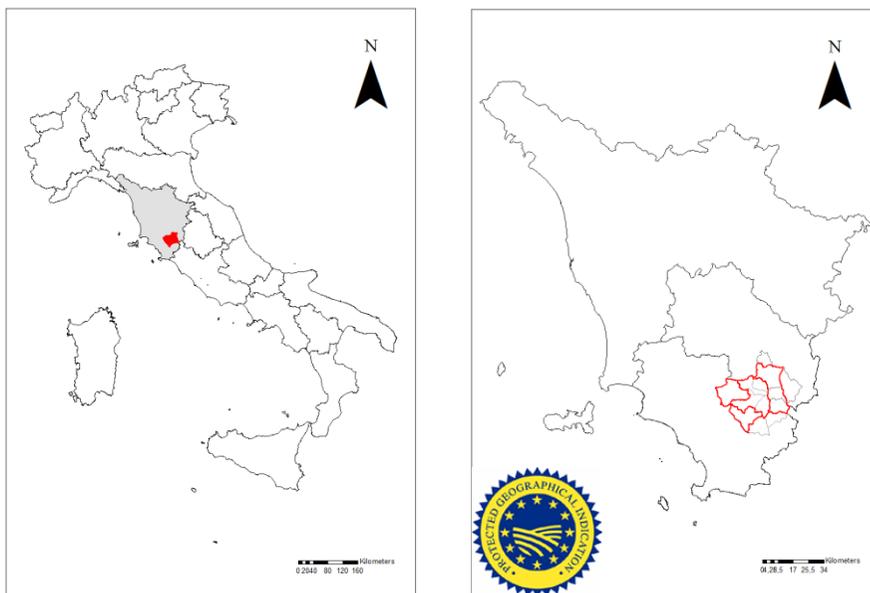
L’analisi delle componenti principali è strettamente connessa a queste tecniche, con le quali condivide, infatti, la caratteristica di applicare procedimenti di algebra matriciale a matrici di correlazione tra variabili cardinali (Di Franco, Marradi; 2003), ma differisce da esse perché opera seguendo tecniche matematiche prive di assunti teorici (Bruschi, 1999).

Come ogni metodo fattoriale, infatti, l’analisi delle componenti principali permette di ridurre il “*numero di variabili attraverso un numero ristretto di nuove variabili (componenti principali) scomponendo il fenomeno secondo degli assi strutturati di importanza decrescente*” (Bolasco, 1999; p. 79). Le componenti, estratte in modo consequenziale fino ad esaurire la varianza delle variabili originali (in questo la tecnica ha punti di contatto con l’analisi fattoriale), sono combinazioni lineari delle variabili di origine: le componenti sono delle variabili inosservabili che consentono di attribuire dei punteggi alle unità di origine, espressi dalle coordinate dei punti unità sugli assi fattoriali (Bolasco, 1999).

5.4 Il caso di studio

La “Castagna del Monte Amiata” ha ottenuto il riconoscimento IGP da parte della Comunità europea per mezzo del Regolamento CE 1904/2000 (GUCE 1.228/57 dell’8 settembre 2000).

L’areale di produzione, ubicato al confine tra le Province di Grosseto e Siena, comprende i comuni di Arcidosso, Castel del Piano, Santa Fiora, Seggiano, Cinigiano, Roccalbegna, Castiglion d’Orcia, Abbadia San Salvatore e Piancastagnaio (art.3 del Disciplinare di produzione).



5.4. Areale di produzione della Castagna del Monte Amiata IGP. Fonte: ns elaborazione.

Per descrivere la realtà indagata, facciamo riferimento ai dati del VI Censimento dell'agricoltura (ISTAT, 2010): nelle unità censuarie ricomprese nell'areale di produzione sono presenti 729 aziende la cui SAU è investita a castagneto da frutto (il 30% delle aziende agricole totali), per un totale di 1192 ha circa di superficie dedicata alla coltivazione. La dimensione media aziendale è di circa 6 ettari di SAU e di 9,5 ha di SAT, e i castagneti da frutto occupano, in media, il 27% della SAU ed il 17% della SAT delle aziende individuate.

La tabella 5.2 riporta i valori relativi al numero di aziende castanicole presenti in ogni comune che ricade nell'areale IGP e la superficie aziendale occupata dai castagneti da frutto. Si può notare che nei comuni di Castel del Piano e Arcidosso si concentra più del 60% delle realtà aziendali individuate ed il 67% della superficie totale dedicata alla coltura. Le aziende castanicole situate entro i confini del comune di Seggiano rappresentano il 12,5% circa del totale, mentre nelle altre unità censuarie non rappresentano in alcun caso più del 10% del

totale. Le superfici si distribuiscono tra questi comuni in modo proporzionale al numero di aziende.

| Comune | SAU_ TOT | SAU az_cast | SAT_ TOT | SAT az_cast | Cast (are) | BIO (are) | DOP IGP (are) | n.tot | n.cast |
|-------------------------|-------------|----------------|-------------|----------------|---------------|--------------|---------------------|-------|--------|
| Abadia San Salvatore | 1033,11 | 126,27 | 1672,99 | 191,87 | 2514 | 150 | 0 | 63 | 11 |
| Castiglione d'Orcia | 6339,63 | 162,3 | 8552,93 | 291,34 | 1942 | 934 | 105 | 311 | 23 |
| Piancastagnaio | 2267,03 | 79,11 | 3360,41 | 373,49 | 3340 | 171 | 845 | 115 | 23 |
| Arcidosso | 3234,26 | 1144,93 | 5086,86 | 1509 | 41840 | 570 | 13332 | 412 | 245 |
| Castel del Piano | 3611,3 | 821,34 | 4768,28 | 1069,46 | 37988 | 290 | 9024 | 442 | 209 |
| Cinigiano | 8271,12 | 342,73 | 12401,13 | 689,31 | 5575 | 500 | 1020 | 520 | 51 |
| Roccalbegna | 4561,78 | 559,4 | 7857,32 | 1015,65 | 4973 | 100 | 1500 | 217 | 35 |
| Santa Fiora | 1052,21 | 387,05 | 1822,65 | 786,54 | 6326 | 500 | 90 | 89 | 41 |
| Seggiano | 1626,89 | 671,94 | 2864,82 | 1045,97 | 14717 | 986 | 1781 | 270 | 91 |
| Totale_Areale | | 4295,1 | 48387,4 | 6972,63 | 119215 | 4201 | 27697 | 2439 | 729 |
| Totale (ha) | | | | | 1192,15 | 42,01 | 276,97 | | |
| Toscana | 754344,8 | 48279,51 | 1295120 | 122292,8 | 1273496 | 86796 | 77836 | 72686 | 5336 |
| Toscana(ha) | | | | | 12734,96 | 867,96 | 778,36 | | |

Tab. 5.2. Aziende castani cole: utilizzazione dei terreni. Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010).

La superficie investita ad agricoltura biologica e a produzioni di qualità certificate DOP-IGP ammonta, rispettivamente, a circa 42 ha e 277 ha, pari all'1% e al 6% della SAU totale.

La forma giuridica prevalente (tabella 5.3) è quella di azienda individuale (98% del totale), mentre le società semplici, le società di capitali e le cooperative sono scarsamente rappresentate e costituiscono meno dell'1% del totale.

| Comune | azienda individuale | Soc. semplice | soc. capitali | Cooperativa |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------|
| Abadia San Salvatore | 9 | 1 | | 1 |
| Castiglion d'Orcia | 22 | | 1 | |
| Piancastagnaio | 21 | 1 | | 1 |
| Arcidosso | 245 | | | |
| Castel del Piano | 202 | 3 | 2 | 2 |
| Cinigiano | 50 | | 1 | |
| Roccalbegna | 35 | | | |
| Santa Fiora | 40 | 1 | | |
| Seggiano | 90 | 1 | | |
| Totale | 714 | 7 | 4 | 4 |

Tab. 5.3. Informazioni generali sulle aziende: forma giuridica.
Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010).

Per quanto riguarda il sistema di conduzione, invece, la conduzione diretta del coltivatore prevale rispetto alla conduzioni con salariati o altre forme (tabella 5.4).

| Comune | conduzione diretta | conduzione con salariati | altra forma | Totale |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|
| Abadia San Salvatore | 10 | | 1 | 11 |
| Castiglion d'Orcia | 22 | 1 | | 23 |
| Piancastagnaio | 21 | 1 | 1 | 23 |
| Arcidosso | 244 | 1 | | 245 |
| Castel del Piano | 204 | 3 | 2 | 209 |
| Cinigiano | 50 | 1 | | 51 |
| Roccalbegna | 35 | | | 35 |
| Santa Fiora | 41 | | | 41 |
| Seggiano | 90 | 1 | | 91 |
| Totale | 717 | 8 | 4 | 729 |

Tab.5.4. Notizie generali sulle aziende: sistema di conduzione.
Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010).

La tabella 5.5 e la tabella 5.6 contengono rispettivamente informazioni in merito al sesso e all'età del capo azienda. Dai dati emerge che nel 64 % dei casi il capo azienda risulta essere un uomo, mentre il 35% delle realtà considerate è guidato da un capo azienda donna. La distribuzione per classi di età rivela, invece, che il 43% dei capi azienda ha ormai raggiunto e superato i 65 anni (figura 5.4) e che il 20% di essi ha superato i 75 anni. La classe che comprende età superiori ai 75 anni è, inoltre, quella maggiormente rappresentata, indice, quindi, di un tasso di senilizzazione piuttosto elevato. La classe di età intermedia (età compresa tra 39 e 64 anni) costituisce il 48% del totale, mentre il valore percentuale relativo ai capi azienda giovani (età minore ai 39 anni) risulta inferiore al 10% . La classe mediana è compresa principalmente nella fascia di età 60-64 anni.

| Comune | Età mediana capo azienda | Comune | Sesso M | Sesso F |
|----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|----------------|
| Abadia San Salvatore | 59 | Abadia San Salvatore | 9 | 2 |
| Castiglion d'Orcia | 63 | Castiglion d'Orcia | 17 | 6 |
| Piancastagnaio | 62 | Piancastagnaio | 13 | 10 |
| Arcidosso | 63 | Arcidosso | 148 | 97 |
| Castel del Piano | 63 | Castel del Piano | 134 | 75 |
| Cinigiano | 66 | Cinigiano | 37 | 14 |
| Roccalbegna | 61 | Roccalbegna | 26 | 9 |
| Santa Fiora | 62 | Santa Fiora | 23 | 18 |
| Seggiano | 63 | Seggiano | 61 | 30 |

Tab. 5.5. Notizie sul capo azienda. Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010).

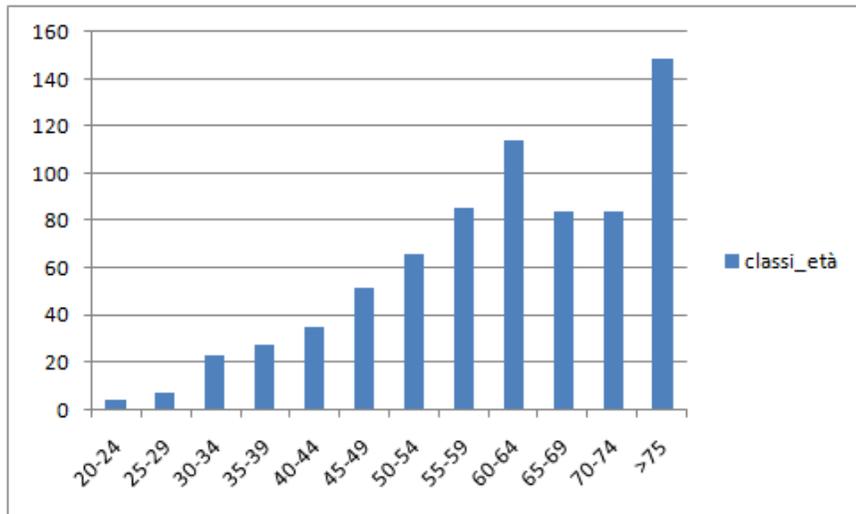


Fig. 5.5. Età del capo azienda. Distribuzione in classi di età. Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT(2010).

La figura 5.6 fornisce una rappresentazione della formazione del capo azienda . Dall'analisi dei dati emerge che il 33% dei capo azienda è in possesso di licenza elementare, il 28% di licenza media inferiore , il 29% ha conseguito un diploma di scuola media superiore e l'8% è laureato. Soltanto il 2% dei capo azienda non è in possesso di alcun tipo di titolo di studio o di altra qualifica.

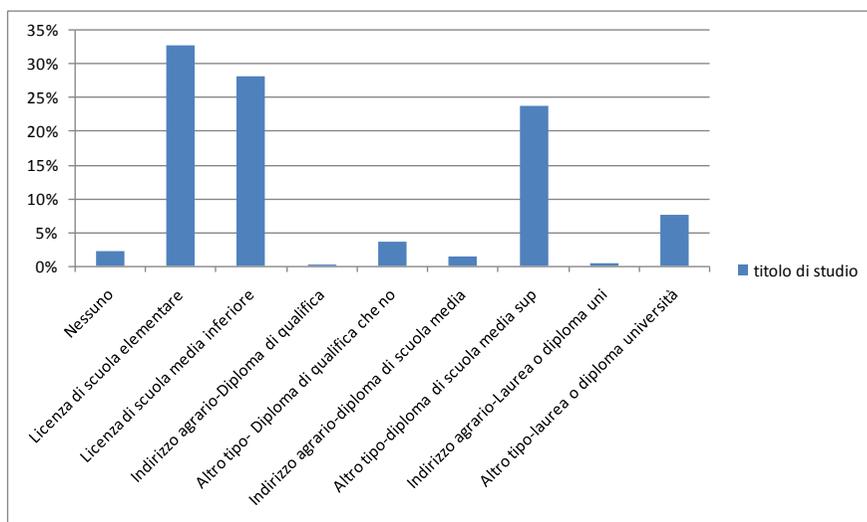


Fig. 5.6. Notizie sul capo azienda. Titolo di studio. Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010).

Il grado di informatizzazione risulta piuttosto basso: dai dati (tabella 5.6) emerge che il 65% dei capo azienda non possiede computer e non fa uso di strumenti informatici per la gestione aziendale.

| Comune | %_SI | %_NO |
|----------------------|------|------|
| Abadia San Salvatore | 9% | 91% |
| Castiglion d'Orcia | 9% | 91% |
| Piancastagnaio | 4% | 96% |
| Arcidosso | 100% | 0% |
| Castel del Piano | 1% | 99% |
| Cinigiano | 2% | 98% |
| Roccalbegna | 3% | 97% |
| Santa Fiora | 2% | 98% |
| Seggiano | 1% | 99% |

Tab.5.6. Informatizzazione delle aziende. Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT(2010).

Analizzando le informazioni a livello comunale, si può notare che il livello di informatizzazione è molto basso in tutte le unità censuarie (<10%), ad eccezione di Arcidosso, a cui corrisponde, al contrario, un livello di informatizzazione massimo (il 100% dei capo azienda possiede ed utilizza attrezzature informatiche a fini aziendali); Castel del Piano, pur essendo una realtà rappresentativa dell'areale di produzione IGP, ha un bassissimo livello di informatizzazione (1%). Il numero di giornate lavorative standard mediamente esercitate dal capo azienda ed il numero delle giornate mediamente impiegate in attività connesse sono riportate in tabella 5.7. La figura 5.7 rappresenta invece la ripartizione in classi di attività lavorativa. Un apporto inferiore a 10 giornate lavorative è fornito dal 16% dei capo azienda. Complessivamente, il 40% di essi ha fornito un apporto lavorativo compreso nelle fasce tra 11-20 e 31-50 giorni.

| Comune | media_gg | media gg. Attività connesse (5) |
|----------------------|-----------------|--|
| Abadia San Salvatore | 37.09 | 19.55 |
| Castiglion d'Orcia | 12.26 | 5.00 |
| Piancastagnaio | 5.52 | 5.65 |
| Arcidosso | 1.18 | 0.65 |
| Castel del Piano | 2.86 | 1.63 |
| Cinigiano | 0.00 | 0.00 |
| Roccalbegna | 0.69 | 0.23 |
| Santa Fiora | 7.76 | 3.17 |
| Seggiano | 12.03 | 5.38 |

Tab. 5.7. Lavoro e attività connesse. Fonte: ns.elaborazione su dati ISTAT(2010)

Nel 24% delle realtà il capo azienda ha svolto attività lavorativa per un totale di 51-100 giornate annue (questa classe è quella maggiormente rappresentata). L'11% dei capo azienda ha svolto da 101 a 200 giornate lavorative, mentre apporti maggiori di lavoro sono stati forniti soltanto nel 2-4% dei casi.

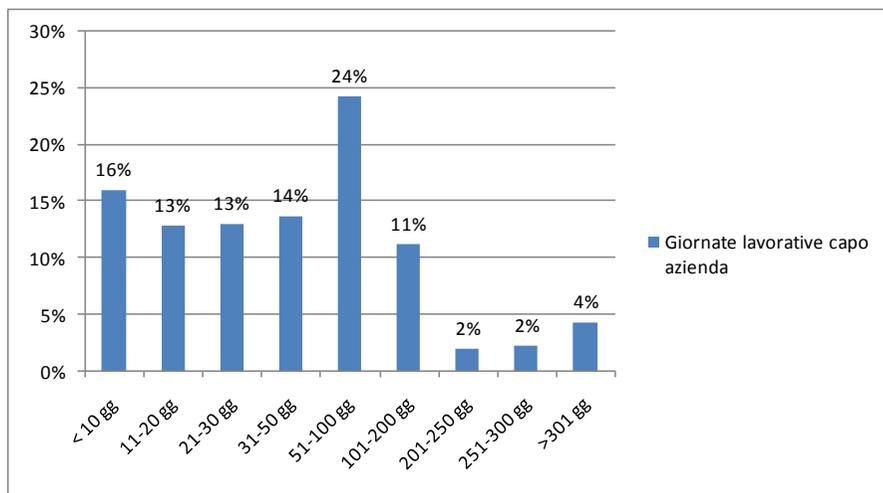


Fig. 5.7. Lavoro e attività connesse. Giornate lavorative del capo azienda.
Fonte: ns. elaborazione su dati ISTAT (2010)

Per quanto riguarda le superfici forestali, dalle elaborazioni effettuate sull'Inventario forestale della Regione Toscana emerge che, nel territorio considerato, le formazioni forestali a prevalenza di castagno rivestono una superficie di 3216 ettari circa. I castagneti da frutto occupano complessivamente 1888 ettari, l'86% (1616 ettari) dei quali in produzione ed il 14% (217 ettari) in abbandono. Il Disciplinare di Produzione riserva l'indicazione

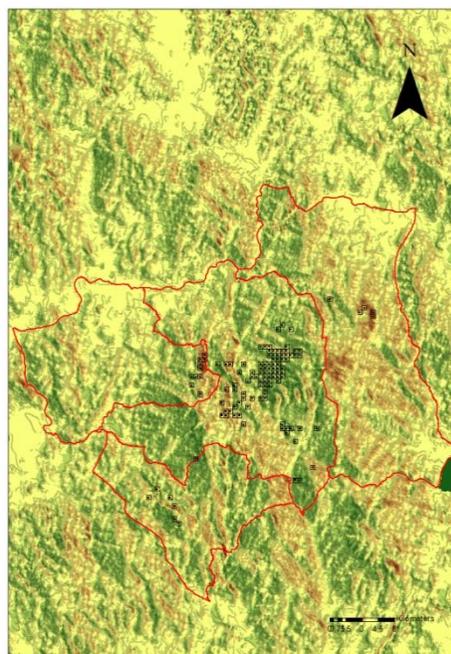


Fig. 5.8. Areale di produzione della Castagna del Monte Amiata IGP. **Fonte: ns. elaborazione.**

geografica protetta (art.1) alla castagne ottenute da fustaie di castagno da frutto (*Castanea sativa* Mill.), comprese all'interno dell'areale di produzione e riferibili alle varietà: Marrone, Bastarda rossa e Cecio (art.2). All'art. 4 sono, invece, indicate le condizioni di idoneità dei castagneti da frutto ai fini della certificazione: citando esplicitamente l'articolo sono considerate idonee *“le fustaie da frutto ubicate nella zona del “Castanetum” del Monte Amiata, (...) ubicate nella fascia compresa tra 350 -1000 m s.l.m, coltivati in terreni in massima parte derivanti da rocce vulcaniche e arenacee e comunque ad abbondante e prevalente composizione silicea, atti così a conferire al prodotto in questione la sua caratterizzazione organolettica”*. Il numero delle piante in produzione per ettaro, inoltre, deve essere compreso tra un valore minimo di 60 e un valore massimo di 150, mentre la produzione non deve superare i valori di 12 Kg per pianta e di 1800 Kg per ettaro (tabella 5.8).

| Condizioni di idoneità dei castagneti da frutto | |
|--|---|
| Zona fitoclimatica | Castanetum (Pavari) |
| Substrato pedologico | rocce vulcaniche e arenacee e comunque a prevalente o abbondante componente silicea |
| Altitudine | 350-1000 m s.l.m |
| Densità di impianto | 60-150 piante/ha |
| Produzione max/pianta | 12 kg |
| Produzione max/ha | 1800 kg/ha |

Tab. 5.8. Condizioni di idoneità dei Castagneti da frutto.
Fonte: ns elaborazione

Le caratteristiche dei frutti, così come definite all'art. 6 del disciplinare di produzione, sono riassunte in tabella 6.9. La raccolta è limitata al periodo 15 settembre – 15 novembre dell'anno. Sono ammessi a produzione il prodotto fresco, il prodotto fresco curato ed il prodotto surgelato. Le operazioni di cernita, calibratura, trattamento e

conservazione devono, in ogni caso, avvenire entro i confini⁵ dell'areale di produzione (art.4).

| Caratteristiche del prodotto fresco | |
|--|--|
| Pezzatura | 80 acheni/kg (+10%) |
| Dimensioni | Grandi |
| Forma | obovata/ovale |
| Colore | rossastro con striature più scure |
| Ilo | di colore nocciola e con contorni regolari |
| Episperma | facilmente asportabile e di colore chiaro |
| Seme | di colore crema chiaro |
| Sapore | dolce e delicato |

Tab. 5.9. Caratteristiche del frutto. Fonte: Disciplinare di produzione - art. 6

Per fornire alcuni valori sulla produzione certificata, facciamo riferimento ai dati relativi all'iscrizione al sistema di controllo IGP (Mipaaf, 2013), disponibili per l'anno 2013 (tabella 5.10 e tabella 5.11).

| | Superficie (Ha.) | N° di Piante | quantità controllata (kg) |
|---------------|-----------------------------|-------------------------|--|
| TOTALE | 421,92 | 34.472 | 413.664 |
| MEDIA | 2,56 | 208,92 | 2.507,05 |
| VALORE MIN | 0,10 | 7,00 | 84,00 |
| VALORE MAX | 50,00 | 2020,00 | 24.240,00 |

Tab. 5.10. Produzione certificata. Ns elaborazione su dati (Mipaaf 2010).

All'anno 2013 risultano iscritti al sistema di controllo IGP 165 soggetti, di cui 163 produttori e 2 produttori/confezionatori⁶. La

⁵ I dati si riferiscono, quindi, all'annata di produzione 2012

superficie controllata ammonta complessivamente a 421,92 ha di castagneto da frutto, per un totale di 34.472 piante (81,7 piante ad ettaro, nel rispetto del Disciplinare di produzione della Castagna del Monte Amiata IGP).

La superficie sottoposta a controllo risulta in media pari a 2,56 ha (in media 209 piante): a livello aziendale il valore oscilla in un range di 0.10 -50 ha (da 7 a 2020 piante).

| Superficie (ha) | Frequenza | % |
|-----------------|-----------|-----|
| 0-1 | 50 | 30% |
| classe 5 | 100 | 61% |
| classe 10 | 12 | 7% |
| classe 15 | 1 | 1% |
| classe 20 | 0 | 0% |
| classe 25 | 1 | 1% |
| classe 30 | 0 | 0% |
| casse 35 | 0 | 0% |
| classe 40 | 0 | 0% |
| classe 45 | 0 | 0% |
| classe 50 | 1 | 1% |

Tab.5.11. Castagna del Monte Amiata IGP. Produzione cetificata. Fonte:ns. elaborazione su dati Mipaaf (2013)

Analizzando la distribuzione di frequenza, si può notare, inoltre, che il 30% dei produttori ha sottoposto a controllo superfici inferiori ad 1 ettaro, il 61% castagneti da frutto di estensione non superiore ai 5 ettari ed il 7% non superiori a 10 ettari. A due soli produttori sono associate superfici coltivate a castagneto da frutto superiori, rispettivamente, a 15 e a 50 ha.

⁶ Alle realtà dei produttori/confezionatori non sono associati dati relativi alla superficie sottoposta a controllo e alla quantità di materia prima prodotto: non sono state quindi considerate ai fini delle elaborazioni.

La materia prima sottoposta a controllo ammonta in totale a 413,66 tonnellate; a livello puntuale, la quantità di prodotto controllata oscilla tra 0,84 e 242,40 quintali, per una media di 25 quintali circa ad azienda.

| | | | |
|---|---------------------|---|----------------|
| CASTAGNA DEL MONTE AMIATA | Produttori Agricoli | Totale operatori Idonei | 165 |
| | | Totale operatori Controllati | 62 |
| | | Materia prima/semilavorato Controllato (t) | 413,664 |
| | | Prodotto finito controllato (t) | 0,00 |
| | | Prodotto finito Certificato (t) | 0,00 |
| | Confezionatori | Totale operatori Idonei | 4 |
| | | Totale operatori Controllati | 4 |
| | | Materia prima/semilavorato Controllato (t) | 0,40 |
| | | Prodotto finito controllato (t) | 0,00 |
| | | Prodotto finito Certificato (t) | 0,40 |
| Totale prodotto finito certificato (t) | | 0,40 | |

Tab. 5.12. castagna del Monte Amiata IGP. Produzione certificata. Fonte: Mipaaf (2013)

I confezionatori iscritti risultano in totale 4 (di cui due produttori): il prodotto finito certificato, per l'anno di riferimento, ammonta a 400 quintali.

5.5 L'indagine

Lo studio esplora la percezione del rischio legata ai cambiamenti climatici da parte degli operatori del settore forestale e castanicolo, relativamente ad una specifica produzione di qualità, la Castagna del Monte Amiata IGP. In funzione delle tematiche oggetto di indagine e

del disegno di ricerca si è deciso di sviluppare lo studio adottando una modalità di svolgimento di tipo *field* (Bruschi, 1999), cioè effettuando l'osservazione e la rilevazione in campo dei dati relativi alle variabili oggetto di analisi. Sulla base della letteratura scientifica analizzata (Webb et al. 2013, Franca Doria et al. 2009, Arnell, 2005, Lempert et al., 2004; Morgan et al 2001, Morgan et Keith, 1995) si sono individuati diversi strumenti di indagine potenzialmente utilizzabili: workshop, tecniche di gruppo, interviste individuali e collettive, interviste non strutturate e strutturate, con somministrazione di questionari ad esperti, interlocutori privilegiati, policy -maker oppure a persone comuni.

Si è scelto di optare per il metodo dell'intervista individuale ed in particolare si è scelto di effettuare interviste a stakeholder, con somministrazione di questionario strutturato (cfr. paragrafo 6.5.1), poiché questa tecnica, abbinata alle analisi statistiche dei dati selezionate per lo sviluppo dello studio (cfr. capitolo 8), permette di rilevare, rispetto ad altre metodologie che coinvolgono i soggetti in processi collettivi ed interattivi e portano alla definizione di giudizi unanimi (*consensus methods* come il Metodo Delphi, ad esempio), il range di opinioni tra i diversi interlocutori, ed evidenziare le differenze tra i giudizi formulati dai soggetti intervistati, dimostrandosi così più idonea a garantire il perseguimento degli obiettivi del lavoro.

6 Il campionamento:

6.1 Tecniche di campionamento impiegate

Per quanto riguarda la strategia di campionamento impiegata, si è optato per una metodologia che risultasse compatibile con il disegno

di indagine: si è scelto, infatti, di ricorrere ad una tecnica di estrazione del campione di tipo non probabilistico mirato, procedendo ad effettuare un campionamento per testimoni privilegiati.

Il campionamento per testimoni privilegiati rientra nella tipologia di campionamento per obiettivi (Caselli, 2007; Maggino, 2005), e consiste nella selezione delle realtà (individui) che meglio rispondono agli obiettivi conoscitivi della ricerca. Più precisamente, le unità del campione vengono selezionate in funzione di criteri operativi e attributi specifici, definiti da parte del ricercatore.

Per lo sviluppo dello studio si è cercato di includere nel campione diverse tipologie di soggetti portatori di interesse, che potessero rivestire un ruolo strategico, a diverse scale geografiche e livelli di governance, nei processi di formulazione e implementazione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, per il settore castanicolo in generale su tutto il territorio toscano ed in particolare nell'areale di produzione della Castagna del Monte Amiata IGP.

6.2 Le caratteristiche del campione

La popolazione target ai fini del campionamento è costituita da esperti che, a vario titolo, svolgono la propria attività professionale o di ricerca in campi specifici inerenti le tematiche oggetto di studio, in regione toscana.

Gli interlocutori sono stati selezionati, in funzione dell'attinenza dell'attività svolta con tematiche relative alla castanicoltura da frutto e ai cambiamenti climatici, tra castanicoltori che aderiscono al sistema IGP, ricercatori afferenti ad Università o altri istituti di ricerca, Enti locali e funzionari ed esponenti del mondo politico regionale.

Sono stati contattati in totale 65 potenziali interlocutori ed è stato ottenuto il consenso a partecipare all'intervista da parte di 41 soggetti (il 63% del totale). La tabella 6.1, descrive le caratteristiche del

campione, così come risultato dopo la somministrazione ed il controllo qualitativo dei questionari, che ha portato alla eliminazione di due soggetti (cfr. capitolo 8.3.2): la consistenza del campione definitivo - 39 unità - è stata considerata adeguata, in funzione del tipo di campionamento effettuato e degli obiettivi della ricerca.

| | Campione reale | Campione teorico | % |
|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| Produttori_IGP | 7 | 14 | 0.50 |
| Enti Locali | 13 | 18 | 0.72 |
| Funzionari pubblici | 9 | 15 | 0.60 |
| Ricercatori | 10 | 18 | 0.56 |
| Totale | 39 | 65 | 0.60 |

Tab.6.1. Campione intervistato. Fonte: ns elaborazione

7. La raccolta dei dati

7.1 Tecniche di rilevazione impiegate

Per quanto riguarda le tecniche di rilevazione utilizzate, si è proceduto con l'intervista diretta e la somministrazione indiretta di un questionario strutturato, elaborato in forma cartacea. Si è fatto ricorso all'intervista *face to face* come metodologia di data collection perché tale tecnica consente di garantire un'applicazione omogenea dello strumento di rilevazione e di ottenere risposte omogenee e certe (Maggino, 2005). La presenza di un osservatore assicura il corretto

svolgimento dell'indagine, poiché l'intervistatore esercita il controllo sull'intero processo di rilevazione (Bruschi, 1999). Sebbene questa tecnica presenti alcuni svantaggi (Bruschi, 1999), tra i quali non soltanto il maggiore costo in termini di tempo e denaro, ma soprattutto la possibilità che la presenza di un intervistatore possa influenzare l'interlocutore condizionandone le risposte, l'intervista individuale condotta personalmente garantisce l'instaurarsi di un rapporto diretto tra intervistatore ed intervistato e di ottenere risposte più precise ed accurate (Bruschi, 1999). La somministrazione del questionario è avvenuta in forma indiretta, cioè è stata curata dall'osservatore stesso: ciò ha permesso di rendere più veloce l'intervista e di mantenere alta l'attenzione dell'interlocutore fino alla fine della somministrazione dello strumento di rilevazione, nonché di registrare in modo corretto e accurato le risposte (Bruschi, 1999). Inoltre, la figura dell'osservatore ha coinciso con quella del ricercatore. In questo modo non è stato necessario procedere alla selezione dei rilevatori e alle fasi di formazione e supervisione del lavoro.

Per quanto riguarda il setting dell'intervista (Palumbo et Garbarino; 2005), infine, la formula di invito ha previsto che i soggetti venissero contattati via e-mail e telefonicamente. In questi primi contatti sono stati spiegati gli obiettivi della ricerca, i contenuti del questionario ed è stata chiesta esplicitamente agli interlocutori la disponibilità a dare o meno il consenso all'intervista; in caso affermativo, quindi, si è chiesto di indicare se si desiderava optare per la realizzazione dell'indagine in forma anonima o meno.

Il *set* (Palumbo et Garbarino; 2005) di inchieste ha coinciso con il posto di lavoro dell'intervistato, mentre la campagna di interviste ha avuto luogo con tempistiche diverse: il primo step è avvenuto tra settembre e novembre 2013, il secondo tra luglio e ottobre 2014.

7.2 Definizione, disegno e sviluppo dello strumento di rilevazione

In funzione dello scopo e degli obiettivi perseguiti dallo studio e in seguito ai risultati della ricerca bibliografica effettuata (Petr et al., 2014; Webb et al., 2013; Franca Doria et al., 2009; Reidsma, 2009; Stedman, 2004; Morgan et al., 2001; Dolan et al., 2001; Mc Daniels et al., 1998; Mc Daniels et al. 1995), il questionario impiegato per la raccolta dei dati nel corso delle interviste è stato organizzato e strutturato secondo lo schema riportato in figura 7.1.

Lo strumento di rilevazione risulta suddiviso in tre aree tematiche. La prima sezione, molto sintetica, permette la rilevazione dei dati anagrafici relativi agli stakeholder intervistati. Gli item considerati riguardano semplicemente il nominativo e la definizione della tipologia dell'intervistato. Agli interlocutori è stato, comunque concesso di optare per la forma anonima di partecipazione all'intervista e di compilazione del questionario. Si è fatto ricorso a domande a risposta aperta per la raccolta dei nominativi e a risposta chiusa, proposta in forma di check list, per l'individuazione del gruppo di appartenenza dell'esperto: produttore, funzionari di Enti locali o di associazioni di categoria, rappresentanti del mondo politico, ricercatore afferente ad Università o ad altro Ente di ricerca.

aumento della temperatura, diminuzione delle precipitazioni, eventi meteorologici estremi, agenti biotici.

Come valuta, in una scala da 1 a 7, il rischio che i cambiamenti climatici possano avere impatti negativi sui soggetti arborei e sulla produzione castanicola (in termini di diminuzione delle quantità prodotte e della qualità dei frutti) in funzione delle variabili indicate, in un intervallo temporale di 30 anni ?

| Impact factors | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------|---|--|
| Aumento della temperatura | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ |
| Diminuzione della precipitazione | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ |
| Eventi meteorologici estremi | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ |
| Agenti biotici | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ | ①②③④⑤⑥⑦ |

Fig. 7.2. Particolare dello strumento di rilevazione. Fote: ns elaborazione

Il disciplinare della Castagna del Monte Amiata IGP tutela la produzione derivante da tre diverse varietà di castagne coltivate nella zona – Cecio, Marrone e Bastarda rossa -. Le caratteristiche riguardanti le condizioni climatiche che regolano la fisiologia e la fenologia delle piante sono strettamente correlate alle condizioni ambientali. Le diversità che caratterizzano il ciclo vegetativo e riproduttivo delle differenti varietà IGP, in particolare, fanno ragionevolmente presumere che gli effetti degli impact factor considerati saranno diversi sulle singole varietà considerate (ipotesi avvalorata dalle risposte fornite dagli stessi produttori nel corso delle interviste), offrendo importanti opportunità di adattamento attraverso cambiamenti nelle tecniche colturali dei castagneti e di diversificazione delle varietà prodotte.

Una sottosezione del questionario, appartenente alla seconda area, è stata dedicata, quindi, ad approfondire le conoscenze in merito a questa ipotesi.

La risposta a questa sezione del questionario prevede competenze specifiche di coltivazione delle diverse varietà e conoscenza accurata dell'areale di produzione: si è concesso, quindi, agli interlocutori di poter optare per la risposta “non so”, tralasciando la compilazione della parte dello strumento di rilevazione dedicata a questa indagine (Figura 7.3).

| |
|--|
| <p><i>E' ipotizzabile che l'impatto dei cambiamenti climatici abbia effetti diversi sulle tre diverse varietà coltivate: Cecio, Marrone, Bastarda rossa?</i></p> |
| <p><input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NON SO</p> |

Fig. 7.3. Particolare dello strumento di rilevazione. Fonte: ns elaborazione

Nel caso in cui, al contrario, la risposta fosse stata affermativa, si è chiesto agli intervistati di compilare una batteria di domande analoga a quella di carattere generico somministrata nelle sottosezione precedente (Figura .7.2), per ognuna delle tre varietà di castagne IGP. La terza area del questionario, invece, é dedicata alla rilevazione dei fattori che concorrono a definire la capacità di adattamento e la resilienza dei sistemi indagati nei confronti degli impatti ipotizzati. Oggetto di indagine è stata, in questo caso, l'efficacia di alcune azioni che potranno essere intraprese a diversi livelli: a livello aziendale, da parte dei castanicoltori, attraverso organizzazioni di produttori e a livello del mondo politico, da parte degli Enti locali e della Regione Toscana.

Per quanto riguarda le azioni di adattamento che possono essere intraprese a livello aziendale si è tenuto conto, sulla base della letteratura scientifica esistente (Mandrik et al., 2014, Reidsma et al., 2009, EFI, 2008; Smit et Skinner, 2002, Olesen et Bindi, 2002) e dei principali documenti programmatici europei e nazionali in materia di adattamento ai cambiamenti climatici (Piano del settore castanicolo 2007-2013- Mipaaf 2007; Ue 2009; PSR 2007-2013 - Regione

Toscana), delle seguenti variabili: lotta biologica, introduzioni di tecniche colturali innovative sul castagneto da frutto, promozione dell'associazionismo tra produttori, nuova IGP, sviluppo di nuovi prodotti IGP, stipulazione di polizze assicurative contro danni provocati da fenomeni climatici.

Le variabili comprendo azioni che possono essere intraprese da parte del conduttore dell'azienda castanicola sia spontaneamente che attraverso pianificazione e concertazione con altri attori coinvolti nei processi di adattamento ai cambiamenti climatici (in particolare le modifiche al Disciplinare di Produzione IGP) ed implicano decisioni di breve e di lungo termine nel contesto della gestione dell'azienda in generale e dei castagneti in particolare. Infine, sono state considerate azioni che sottendono a strategie di risposta a stimoli climatici di tipo sia difensivo che preventivo.

Le azioni di adattamento che potranno essere implementate a livello del mondo politico, invece, comprendono (Piano del settore castanicolo 2007-2013- Mipaaf 2007; Ue, 2009; Efi, 2008; PSR 2007-2013 Regione Toscana): politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, formazione professionale, sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico, promozione dell'associazionismo tra produttori, sostegno ai produttori per l'accesso a strumenti assicurativi e mutualistici, sviluppo di servizi di consulenza agricola, piani d'azione, eradicazione e controllo fitosanitario.

Si è scelto di includere tutte le possibili risposte che il decisore pubblico può mettere in atto per contrastare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sulla realtà indagata. Tra di esse, sono state selezionate azioni in grado di influenzare le strategie di gestione del rischio legato ai cambiamenti climatici da parte delle aziende, in particolare il rischio di perdite economiche dovute ai danni subiti dai castagneti, quali programmi di supporto e sussidio al settore, supporto e sostegno per l'accesso a strumenti mutualistici e assicurativi e programmi di stabilizzazione del reddito.

| <i>Come valuta, in una scala da 1 a7, l'efficacia che la messa in atto delle seguenti azioni da parte dei produttori potrà avere nella riduzione dei danni provocati dai cambiamenti climatici sul settore castanicolo, in un intervallo temporale di 30 anni?</i> | |
|--|---------------|
| Azione di adattamento | Efficacia |
| Lotta biologica | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Introduzioni nuove tecniche colturali sul castagneto da frutto | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Promozione dell'Associazionismo tra produttori | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Nuova IGP | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Sviluppo di nuovi prodotti IGP | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Stipulazione di polizze assicurative contro danni provocati da fenomeni climatici | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| altro (specificare) _____ _____ | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |

Fig. 7.4 Particolare dello strumento di rilevazione. Fonte ns elaborazione

Inoltre sono incluse azioni di sostegno alla ricerca scientifica e alla formazione professionale, che permettano di diffondere *buone pratiche colturali* in risposta agli stimoli climatici. Infine, data la rilevanza rivestita allo stato attuale un'attenzione specifica è stata riservata alle emergenze rappresentate dagli agenti biotici: un item di questa sezione del questionario è stato dedicato, infatti, alla realizzazione e applicazione di piani di controllo fitosanitario.

Anche in questo caso si è fatto ricorso all'utilizzo di scale additive a sette posizioni (da 1-Efficacia molta bassa a 7-Efficacia molto alta). Le domande sono state organizzate in batterie di domande, come proposto in Figura 7.4 e in Figura 7.5.

| <i>Come valuta, in una scala da 1 a 7, l'efficacia delle seguenti azioni politiche per la riduzione degli impatti negativi dei cambiamenti climatici sul settore castanicolo, in un orizzonte temporale di 30 anni?</i> | |
|---|---------------|
| Azione di adattamento | Efficacia |
| Politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Formazione professionale | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Promozione dell'Associazionismo tra produttori | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Sostegno ai produttori per l'accesso a strumenti Assicurativi e mutualistici | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Sviluppo di servizi di consulenza agricola | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| Piani d'azione, eradicazione e controllo fitosanitario | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |
| altro (specificare) | ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ |

Fig.7.5 particolare dello strumento di rilevazione. Fonte ns. elaborazione

Il questionario è stato testato attraverso la realizzazione di uno studio-pilota: questa fase ha permesso di effettuare controlli sulla validità comunicativa dello strumento di rilevazione (Bruschi, 1999), e di sottoporre il questionario ad un processo di revisione che ha portato alla riformulazione di alcune domande, e alla eliminazione totale di due item. Nel corso delle rilevazioni sono stati effettuati controlli in itinere. Nelle fasi post-campo della rilevazione, infine, sono stati realizzati controlli sui questionari (fase di editing), al fine di rilevare eventuali carenze ed errori di compilazione ed eventuali lacune di contenuto (dati mancanti). Il controllo della qualità dei dati ha previsto anche l'individuazione dei questionari risultanti da interviste sospette, nel corso cioè delle quali sono stati individuati fattori quali atteggiamenti assunti dall'interlocutore oppure durata dell'intervista

che si discosta notevolmente dalla media, che hanno fatto presumere che i risultati dell'indagine fossero distorti. A questo controllo si è aggiunto quello di coerenza, che ha previsto appunto, la ricerca di risposte incoerenti date da uno stesso individuo nel corso della somministrazione del questionario. Attraverso la realizzazione di questi due controlli è stato possibile verificare se fossero presenti interviste "errate" (Bruschi, 1999) oppure soggetti a "rischio" (Bruschi, 1999). Gli errori rilevati sono stati opportunamente corretti, se possibile. Soltanto in due casi è stato necessario procedere alla eliminazione dell'intervista (data cleaning).

Le fasi successive hanno previsto la registrazione dei dati su supporto informatico. Alle informazioni è stato, infatti, associato un database, appositamente predisposto su foglio elettronico di calcolo e strutturato in modo tale da rispettare l'organizzazione degli strumenti di rilevazione ed essere funzionale alle successive elaborazioni statistiche, effettuate, nello specifico, tramite l'impiego del software statistico open source R (cfr. capitolo 8).

Dopo aver eseguito un ulteriore controllo sui valori inseriti nella matrice dati, volti ad individuare errori di immissione o di trascrizione, si è passati alla fase di elaborazione dei dati, esaminata in dettaglio nel capitolo seguente.

8.L'analisi statistica dei dati

Le analisi statistiche dei risultati hanno previsto due approcci. Il primo di tipo descrittivo, finalizzato a dare una rappresentazione di sintesi del fenomeno rappresentato dalle informazioni raccolte tramite intervista; il secondo di tipo esplorativo, finalizzato ad effettuare una analisi della struttura dei dati e fornire una rappresentazione sintetica, in termini fattoriali, delle relazioni esistenti tra le diverse matrici elementari e tra le variabili e le unità.

8.1. La tecnica Statistica Di Analisi Dei Dati applicata:

8.1.1 L'analisi in componenti principali (ACP)

Per la trattazione degli aspetti teorici relativi alle tecniche di analisi statistica impiegata per l'analisi dei dati, in questo paragrafo facciamo riferimento a Chiorri (2011), Di Franco e Marradi (2003) e Bolasco (1999).

La metodologia della ACP fa parte delle tecniche di analisi fattoriali esplorative definite "lineari" (Bolasco, 1999): scopo dell'analisi in componenti principali (ACP) è quello di sintetizzare le informazioni rilevate attraverso un elevato numero di variabili tra loro correlate, individuando un numero molto inferiori di variabili, che siano combinazioni lineari delle variabili originarie (Di Franco e Marradi, 2003).

Data la matrice A di dati originari, di dimensioni (n,p) , si ottiene una nuova matrice di dati B , di dimensioni (c,p) , con c uguale al numero delle unità e p al numero delle componenti principali individuate, che costituisce una rappresentazione sintetica dei dati di partenza (Di Franco e Marradi, 2003).

Primo step dell'ACP è quello di costruire la matrice quadrata delle correlazione⁷ tra coppie di variabili originarie $R(v,v)$, dalla quale estrarre le componenti principali.

Ogni componente principale è una radice latente di una matrice quadrata di correlazioni di variabili originarie, a cui è associato un autovettore, espressione delle correlazioni tra la componente principale stessa e le variabili originarie (Di Franco e Marradi, 2003).

⁷ L'ACP tratta matrici di correlazione, di varianze e covarianze. Si trattano matrici di varianza o covarianza se le variabili indagate sono espresse tutte nella stessa scala.

Richiamando brevemente alcuni concetti della matematica matriciale, si definiscono radici latenti o autovalori di una matrice A di dimensioni (n,m) , gli m valori attribuibili a λ_i tali che sia soddisfatta la seguente equazione (Di Franco e Marradi, 2003):

$$(A - \lambda_i) \underline{v}_i = 0 \quad (\text{per } i= 1,2,3,\dots,m) \quad (8.1)$$

Con:

A : matrice di dimensione (n,m)

i : $1,2,3,\dots,m$ scalari

\underline{v}_i : autovettore della i -esima radice latente (autovalore)

La (8.1) rappresenta un sistema di m equazioni lineari omogenee in m incognite, che ammette soluzione non banale (vettore \underline{v}_i i cui elementi non sono tutti uguali a zero) se (Di Franco e Marradi, 2003):

$$|A - \lambda_i I| = 0 \quad (7.2)$$

L'equazione (8.2) è l'equazione caratteristica della matrice A , mentre lo sviluppo del determinante $|A - \lambda_i I|$ prende il nome di polinomio caratteristico.

Data una matrice quadrata $A(n,n)$ con $|A| \neq 0$, la sua equazione caratteristica è data da (Di Franco e Marradi, 2003):

$$|A - \lambda_i I| = \begin{vmatrix} (a_{11}-\lambda_i) & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & (a_{22}-\lambda_i) & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & (a_{nn}-\lambda_i) \end{vmatrix} = 0 \quad (8.3)$$

Ed il polinomio caratteristico (Di Franco e Marradi, 2003):

1

$$\lambda_i^n + c_1 \lambda_i^{n-1} + \dots + c_j \lambda_i + \dots + c_{n-1} \lambda_i + c_n \quad (8.4)$$

Le radici caratteristiche della matrice A corrispondono agli n valori di λ_i che annullano il polinomio (8.4).

Per calcolare gli autovettori associati ad ogni autovalore λ_i occorre risolvere un sistema omogeneo di equazioni in m incognite (Di Franco e Marradi, 2003):

$$(A - \lambda_1) \underline{v}_1 = \begin{vmatrix} (a_{11}-\lambda_1) & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & (a_{22}-\lambda_1) & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & (a_{nn}-\lambda_1) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} v_{11} \\ v_{12} \\ \dots \\ v_{1n} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix} \quad (8.5)$$

Sostituendo progressivamente tutti i valori $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ si individuano m autovettori \underline{v}_i . (Di Franco e Marradi, 2003).

La prima componente principale può essere espressa, quindi, nel seguente modo (Di Franco e Marradi, 2003):

$$C1 = u_1^1 x_1 + u_2^1 x_2 + u_3^1 x_3 + \dots + u_v^1 x_v \quad (8.6)$$

Con:

C1: prima componente principale

u_v : pesi componenziali delle v variabili su C1 (component loadings)

Si ricorda che si definisce combinazione lineare di vettori, il vettore b di ordine n definito dall'equazione (Di Franco e Marradi, 2003):

$$\underline{b}' = x_1 \underline{a}_1' + x_2 \underline{a}_2' + x_3 \underline{a}_3' + \dots + x_k \underline{a}_j' \quad (8.7)$$

con

$\underline{a}_1', \underline{a}_2', \underline{a}_3', \dots, \underline{a}_j'$: vettori di ordine n .

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$: scalari non tutti uguali a zero.

Un insieme di variabili è linearmente indipendente se non può essere espressa come combinazione lineare di altre variabili.

I component loadings- in italiano saturazioni – corrispondono alla correlazione tra la variabile e componente principale ed hanno la proprietà di massimizzare la quota di varianza delle v variabili estratta dalla componente principale. Perché sia massimizzata la varianza totale estratta dalle componenti si deve procedere alla normalizzazione degli elementi dell'autovettore: ogni autovettore, attraverso la normalizzazione, assume lunghezza unitaria, cioè la sommatoria del quadrato dei pesi degli elementi che lo compongono è

uguale a 1. “Ciò si ottiene prendendo, in luogo del peso grezzo, il peso stesso diviso per la radice quadrata della sommatoria dei pesi grezzi” (Di Franco e Marradi, p.73). Il vettore dei pesi componenziali si calcola, invece, moltiplicando ogni elemento dell’autovettore per la radice quadrata del corrispondente auto valore (Di Franco e Marradi, 2003).

Data la funzione della generica componente principale CP

$$C_p = u_1^p x_1 + u_2^p x_2 + u_3^p x_3 + \dots + u_v^p x_v \quad (8.8)$$

Il rispetto delle due condizioni – massimizzare la varianza della componente e normalizzare l’autovettore dei pesi – viene garantito impostando un sistema di equazioni lineari omogenee, la cui soluzione si determina ponendo uguale a zero la derivata rispetto all’autovettore dei pesi e applicando il metodo dei moltiplicatori di Lagrange incognite (Di Franco e Marradi, 2003). Quindi il primo autovalore di λ_1 , si dovrà risolvere il sistema di equazioni omogenee:

$$(R - \lambda_1 I) \underline{u}_1 = 0 \quad (8.9)$$

Con:

R: matrice quadrata delle correlazioni

I: matrice identità

\underline{u}_1 : primo autovettore dei pesi delle v variabili della matrice R

Il sistema di equazioni omogenee ammette soluzioni se

$$|R - \lambda_1 I| = 0 \quad (8.10)$$

Inoltre, poiché ($\lambda_1 = \max$), si sceglierà la soluzione più grande tra quelle possibili. Sostituendo nella (7.9) si ottiene un sistema omogeneo di equazioni le cui soluzioni rappresentano i valori degli autovettori associati alla prima componente principale incognite (Di Franco e Marradi, 2003).

Per l'estrazione della seconda componente principale, e delle successive, si ripete il procedimento aggiungendo ulteriormente il vincolo dell'ortogonalità, cioè di assenza di correlazione lineare (Di Franco e Marradi, 2003).

Il numero di componenti estraibili è espresso dal rango⁸ della matrice. Se il rango è pieno, la somma di tutti gli autovalori sarà uguale alla traccia (somma degli elementi della diagonale principale) di R (Di Franco e Marradi, 2003):

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \dots + \lambda_j + \dots + \lambda_p = \text{tr}(R) \quad (8.11)$$

Mentre l'importanza della j-esima componente è data da (Di Franco e Marradi, 2003):

$$\lambda_j / \text{tr}(R) \quad (8.12)$$

Ogni autovettore u_j è formato da v elementi che rappresentano la correlazione tra la variabile originaria e la nuova componente principale estratta.

⁸ Il rango di una matrice è il massimo numero di righe o di colonne presenti nella matrice R

Esprimendo in termini matriciali, poiché la covarianza tra una variabile x_j e la componente C_j è data da (Di Franco e Marradi, 2003):

$$\text{cov}(X_i; C_j) = R_{ij} \quad (8.13)$$

e

$$R_{ij} = \lambda_j u_{ij} \quad (8.14)$$

Ed il coefficiente di correlazione tra X_i ed R_j sarà espresso dall'equazione:

$$r_{ij} = \frac{\lambda_j u_{ij}}{\sqrt{\lambda_j} \sigma_{x_i}} = \frac{u_{ij} \sqrt{\lambda_j}}{\sigma_{x_i}} \quad (8.15)$$

e per variabili standardizzate:

$$r_{ij} = u_{ij} \sqrt{\lambda_j} \quad (8.16)$$

La varianza riprodotta dalla componente j -esima è pari alla sommatoria dei quadrati delle saturazioni componenziali (Di Franco e Marradi, 2003). La sommatoria dei quadrati delle correlazioni tra la variabile X_i e le componenti estraibili prende, invece, il nome di comunaltà (h^2) e corrisponde alla quota di varianza riprodotta dalle componenti. Se si considerano tutte le componenti estraibili la comunaltà assume valore unitario (Di Franco e Marradi, 2003).

Infine, il calcolo del punteggio dell'iesimo caso sulla jesima componente può essere espresso in forma matriciale dalla seguente espressione (Di Franco e Marradi, 2003):

$$Y_{ij} = \underline{u}_j' \underline{x}_i \quad (8.17)$$

con

\underline{u}_j' : vettore caratteristico trasposto associato alla j-esima radice caratteristica

\underline{x}_i : i-esima colonna della matrice dei dati

Per il teorema della diagonalizzazione, l'Acp trasforma una matrice quadrata speculare tra le variabili nel prodotto di una matrice diagonale per due matrici ortogonali, l'una trasposta dell'altra (Di Franco e Marradi, 2003):

$$R = A \underline{\lambda}_p I A' \quad (8.18)$$

Con

A e A': matrici ortogonali trasposte

$\underline{\lambda}_p I$: matrice diagonale delle radici caratteristiche di R

Esprimendo la matrice diagonale secondo l'equazione:

$$\underline{\lambda}_p I = |(\sqrt{\lambda_p})| I |(\sqrt{\lambda_p})| I \quad (8.19)$$

$$R = A |(\sqrt{\lambda_p})| I |(\sqrt{\lambda_p})| I A' \quad (8.20)$$

$$\text{Se } A (\sqrt{\lambda_p}) I = P \quad (8.21)$$

La (7.20) diventa:

$$R = PP' \quad (8.22)$$

E', infine, possibile effettuare il procedimento inverso ricostruendo la matrice delle correlazioni R a partire dalle componenti principali. E' inoltre possibile riprodurre le correlazioni tra le variabili a partire dai pesi componenziali. La formula riferita alle prime due componenti principali è espressa nel modo seguente (Di Franco e Marradi, 2003):

$$r_{xy} = r_{x_1y_1} + r_{x_2y_2} \quad (8.23)$$

con

r_{xy} : correlazione riprodotta tra le variabili

$r_{x_1y_1}$: prodotto dei pesi componenziali delle variabili x e y sulla prima componente principale

$r_{x_2y_2}$: prodotto dei pesi componenziali delle variabili x e y sulla seconda componente principale

Se vengono estratte tutte le componenti principali sarà possibile riprodurre le relazioni empiriche tra le variabili in modo esatto. In questo caso, tuttavia, avremmo un numero di componenti principali uguale al numero di variabili utilizzate, non perseguendo il primo obiettivo dell'ACP (Di Franco e Marradi, 2003), che è quello di sintetizzare l'informazione fornita dalla rilevazione di un elevato numero di variabili in un numero minore di nuove variabili, costruite in modo tale che siano combinazioni lineari delle variabili di origine.

“E’ possibile (...) riprodurre le correlazione tra le variabili a partire dai pesi componenziali relativi alle prime componenti” (Di Franco e Marradi, 2003. p.789), sottraendo dai valori contenuti nella matrice di correlazione empirica i valori relativi alla correlazione riprodotta tra le variabili. Si costruisce, in questo modo, la matrice dei residui delle correlazioni tra variabili. Tanto più i valori contenuti snella matrice dei residui è prossima allo zero, maggiore sarà il potere di sintesi delle componenti principali estratte: questo controllo rappresenta un criterio per valutare l’efficienza di una ACP (Di Franco e Marradi, 2003).

8.1.2 L’interpretazione dei risultati della PCA

Per la trattazione degli aspetti teorici trattati nel paragrafo facciamo riferimento a Chiorri (2011), Abdi et Williams (2010) e Di Franco e Marradi (2003).

a) Matrice di saturazione e valori caratteristici

L’interpretazione dei risultati di una ACP avviene attraverso l’utilizzo di valori caratteristici (Di Franco e Marradi, 2003). I risultati ottenuti effettuando una analisi sono presentati in tabella 8.1.

La tabella 8.1 prende il nome di matrice delle saturazioni. Le matrici contengono le seguenti informazioni: le componenti principali estratte da un insieme di j variabili; gli autovalori di ogni componente, la comunalità, la percentuale di varianza riprodotta e la percentuale di varianza riprodotta cumulata.

L’autovalore esprime la rilevanza di una componente principale: un valore elevato dell’autovalore indica che la componente estratta riproduce una percentuale elevata della varianza della matrice di

origine (Di Franco e Marradi, 2003). La comunality identifica, invece, la percentuale della varianza riprodotta da una componente: assume valore 1 se si considerano tutte le variabili estraibili dalla matrice (Di Franco e Marradi, 2003).

| | Comp1 | Comp2 | Comp3 | Comp4 | ... | Compj | h^2 |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|-------|-------|-----|------------|-----------------|
| Var1 | r_{f1V1} | r_{f2V1} | | | | r_{fjV1} | $\sum r_{fi}^2$ |
| Var2 | | | | | | | 1 |
| Var3 | | | | | | | 1 |
| Var4 | | | | | | | 1 |
| Var5 | | | | | | | 1 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 1 |
| Varj | r_{f1Vj} | | | | | r_{fjVj} | 1 |
| Autovalore | $\sum r_{f,vi}^2$ | | | | | | |
| Proporzione di Varianza spiegata | $(\sum r_{f,vi}^2) / j$ | | | | | | |
| Prop divarianza spiegata cumulata | | | | | | | 100 |

Tab.8.1. Matrice di saturazione. Fonte:ns. elaborazione

E' possibile fornire una interpretazione delle componenti principali attraverso i pesi componenziali delle variabili e le componenti principali: tali pesi quantificano, infatti, la relazione lineare tra variabile e componente (Di Franco e Marradi, 2003). Il valore assoluto del peso componenziale è indice dell'importanza della variabile per la componente. Se una variabile presenta pesi irrilevanti su tutte le componenti si può decidere di eliminarla dallo studio e ripetere le analisi. Non esistono soglie di valori prestabiliti per stabilire se un peso componenziale è irrilevante, poiché il livello delle correlazioni è legato alla variabilità estratta dalla componente (Di Franco e Marradi, 2003). Alcuni autori (Di Franco e Marradi, 2003) fissano tale soglia in un range di valori compreso tra $\pm 35 - \pm 15$. Per quanto riguarda l'estrazione delle variabili, non esistono criteri per stabilire il numero di componenti da estrarre. Esistono, tuttavia,

alcuni criteri pratici, utilizzati in letteratura scientifica (Di franco e Marradi, 2003; Chiorri, 2011). Un criterio prevede di fissare una quota di varianza da riprodurre e si estraggono le componenti necessarie a raggiungere tale quota (in genere si considera molto apprezzabile una quota di varianza pari al 75% del totale, ma la quota deve essere scelta anche in funzione del numero di variabili considerate) (Di Franco e Marradi, 2003). Secondo un altro criterio, invece, occorre scegliere le componenti a cui è associato un auto valore maggiore di 1 (criterio Kaiser-Guttman) (Di franco e Marradi, 2003; Chiorri, 2011). Un ulteriore criterio si basa sull'interpretazione grafica degli autovalori delle componenti estratte, basato sulla realizzazione della spezzata della sequenze delle componenti e dei rispettivi auto valori (Di franco e Marradi, 2003; Chiorri, 2011). Tale linea spezzata ha una caratteristica forma ad "L" (Chiorri, 2011), con una forte inclinazione in corrispondenza delle prime componenti ed un progressivo appiattimento in corrispondenza delle successive, fino ad assumere un andamento parallelo all'asse delle ordinate (Di Franco e Marradi, 2003).

In questo ambito, si individuano due metodi (Di franco e Marradi, 2003; Chiorri, 2011):

- Scree test (Cattell, 1996). Devono essere considerate le componenti che sono disposte a sinistra del punto di flesso della spezzata, inclusa la componente a cui è associato il valore del punto di flesso.

- Elbow test (Harman, 1967). Devono essere considerate le componenti che sono disposte a sinistra (maggiori) del punto di flesso della spezzata, ad esclusione della componente a cui corrisponde il valore del punto di flesso.

Altri metodi riguardano la parallel analysis (Horn, 1965) e la Minimum average partial correlation statistic – MAP- (Velicer, 1976).

La parallel analysis prevede la realizzazione di un test di significatività sugli autovalori: si calcolano gli autovalori ottenibili da set di dati generati casualmente, aventi lo stesso numero di unità e variabili della base di dati di origine (Chiorri, 2011). Si calcolano in genere 1000 matrici di correlazione casuali di set di dati di dimensioni uguali alla matrice di dati grezzi e se ne calcolano gli autovalori. Si realizza, quindi, per ogni autovalore una distribuzione ordinata di tutti i valori nei campioni simulati: si estraggono le componenti che hanno un autovalore osservato maggiore dell'autovalore simulato medio (Chiorri, 2011). In genere, in realtà si sceglie il valore associato al 95° percentile (Chiorri, 2011).

La MAP, invece, si basa sull'analisi della matrice dei residui. La soluzione migliore è considerata, infatti, quella che rende minima la media dei quadrati delle correlazioni residue dopo l'estrazione delle componenti (Chiorri, 2011).

b) Interpretazione grafica

L'interpretazione dei risultati di una analisi in componenti principali può avvenire anche in forma grafica: le variabili possono essere rappresentate in piani cartesiani i cui assi rappresentano una coppia di componenti e i pesi componenziali costituiscono le coordinate delle variabili (Di franco e Marradi, 2003). Gli assi hanno estensione pari al campo di variazione dei pesi componenziali: ± 1 . L'origine degli assi (coordinate 0,0) divide l'asse in un semiasse positivo e in un semiasse negativo: il diagramma è, quindi, scomponibile in quattro quadranti, ai quali viene associato un numero, a partire dal quadrante con entrambi i semiasse positivi (figura 8.1). Poiché i pesi componenziali

rappresentano le coordinate delle variabili, tanto più una variabile saturerà una componente, tanto più la variabile si allontanerà dal baricentro. Due variabili correlate positivamente tra di loro e che saturano una componente si troveranno collocate presso l'estremità di un semiasse (positivo o negativo) (Di franco e Marradi, 2003). Se invece, le due variabili si trovano collocate all'estremità del baricentro ma su semiassi di segno opposto di una componente, significa che le due variabili hanno un'alta correlazione negativa. Al contrario, due variabili, o gruppi di variabili, che si trovano all'estremità di due assi diversi hanno una correlazione bassa (Di franco e Marradi, 2003).

| | |
|-----|-----------|
| II | I |
| -1 | +1 |
| III | IV |
| | 0,0 -1 |

Fig. 8.1. Spazio delle componenti. Fonte: Di Franco e Marradi (2003). Modificato

8.1.3 La rotazione delle componenti

La rotazione delle componenti selezionate tramite ACP è una tecnica che permette una migliore interpretazione dei risultati (Abdì et

Williams, 2010): si tratta di effettuare una rotazione delle componenti estratte, mantenendo fissa l'origine, in modo tale che ciascuna delle variabili si disponga in prossimità di uno solo dei due assi. Ciò comporta che subiscano modificazioni i pesi componenziali, ma restino immutate le distanza delle variabili dall'origine degli assi stessi

Le rotazioni si distinguono in (Abdì et Williams, 2010) :

- Rotazioni ortogonali (i nuovi assi sono tra loro ortogonali)

Il metodo di rotazione ortogonale più utilizzato è quello denominato Varimax (Kaiser, 1958). Scopo del metodo è quello di individuare una combinazione lineare dei fattori originali per cui valga la relazione:

$$V_f = \frac{[v \sum_v (p_{vf}^2)^2 - (\sum_v p_{vf}^2)^2]}{v^2} \quad (8.24)$$

Con:

Vf: varianza dei coefficienti fattoriali al quadrato

Pf: coefficienti fattoriali

V: numero di variabili

La rotazione Varimax individua cioè la posizione degli assi che massimizza la varianza tra le componenti. I fattori ruotati con rotazione Varimax sono caratterizzati da un piccolo numero di pesi componenziali elevati e un un nemero elevato di pesi componenziali

prossimi allo zero: in questo modo è più facile associare ad una unica componente le diverse variabili considerate.

- Rotazioni oblique (i nuovi assi non sono ortogonali tra loro)

Si ricorre alla rotazione obliqua generalmente quando per mezzo di rotazioni ortogonali non si ottengono strutture semplici. Attraverso la rotazione obliqua gli assi possono occupare tutte le posizioni nello spazio. Inoltre i fattori sono correlati tra di loro. Il metodo di rotazione obliqua più utilizzata è la rotazione Promax, metodo che prevede la realizzazione di una serie di rotazioni delle quali la prima è di tipo ortogonale (in genere Varimax) mentre, successivamente, si elimina il requisito di ortogonalità. I coefficienti fattoriali ottenuti sono quindi elevati ad una potenza K al fine di renderne la struttura bipolare. Infine, si individua il miglior adattamento della matrice ruotata rispetto alla matrice originaria in base al criterio dei minimi quadrati (Chiorri, 2011).

8.2 L'analisi fattoriale multipla (MFA)

Per la trattazione degli aspetti teorici relativi alla tecnica dell'analisi fattoriale multipla - *multiple factorial analysis* (MFA) -, in questo paragrafo, facciamo riferimento a Bolasco (1999) e Abdì et al. (2013). L'analisi fattoriale multipla rientra tra le metodologie di analisi di matrici multiway (Bolasco, 1999). L'analisi di matrici $I \times J \times K$ secondo la logica multiway persegue sostanzialmente tre obiettivi (Bolasco, 1999):

- 1) Effettuare il confronto globale tra le occasioni, individuando dimensioni fattoriali che rappresentino le relazioni tra le matrici elementari (Bolasco, 1999). Il confronto avviene attraverso la riduzione delle occasioni in punti proiettati nello spazio fattoriale: la vicinanza tra due punti è indice di prossimità interna delle occasioni corrispondenti (Bolasco, 1999).

- 2) Effettuare l'analisi strutturale media, individuando le relazioni esistenti tra unità e variabili, indipendentemente dalle occasioni, tramite la determinazione di uno spazio fattoriale -"intermedio"- (Bolasco,1999): *"tali configurazioni di punti individuano la forma assunta dal fenomeno in media nel volume dei dati "*(Bolasco, 1999 p. 255).

- 3) Effettuare l'analisi strutturale fine (Bolasco, 1999), che permette di esaminare i cambiamenti subiti dagli elementi delle matrici K, al variare delle occasioni (Bolasco, 1999). Metodologicamente, si individuano due approcci che consentono di eseguire le suddette analisi: rappresentare configurazioni di punti omologhi dei dei vettori riga e dei vettori colonna nelle diverse occasioni, attraverso delle traiettorie, nello spazio fattoriale comune (Bolasco, 1999); oppure rappresentare nello spazio fattoriale ogni pattern parziale assunto dalla nuvola di punti, individui o variabili, in ogni singola occasione (Bolasco,1999).

L'analisi fattoriale multipla MFA (Escofier and Pagès, 1990, 1994) è una tecnica di analisi multiway che permette di effettuare indagini su volumi di dati organizzati in matrici del tipo $I \times J_k \times K$ oppure $I \times J \times K$ (Abdì et al.,2013).

L'idea generale alla base della metodologia è quella di normalizzare ognuno dei dataset individuali in modo che la prima componente principale abbia la stessa lunghezza – misurata in funzione del primo valore singolare di ogni dataset -(Abdì et al., 2013); successivamente i dataset normalizzati sono concatenati in un'unica matrice, chiamata compromesso o consenso, che viene analizzata con la tecnica della

ACP (Abdì et al., 2013); l'ACP scompone la varianza del compromesso in nuove variabili ortogonali tra di loro, ordinate in funzione dell'inerzia che ciascuna di essa spiega, e fornisce i factor score e i factor loading, che permettono di proiettare le unità e le variabili nello spazio definito dalle dimensioni.

Più in dettaglio, l'analisi fattoriale multipla individua una soluzione fattoriale comune per i tre obiettivi tipici dell'analisi multiway (analisi globale delle occasioni K, analisi media ed analisi fine), che viene collocata in tre spazi euclidei differenti, in funzione degli elementi rappresentati (Bolasco, 1999): R^I (variabili), R^J (individui), R^{kI} (occasioni). Data la disposizione 2-dim del volume di dati, si definiscono "parziali" le unità i_K del gruppo k-esimo, si definiscono invece "medi" gli individui definiti nello spazio R_j , generato dall'insieme di variabili di tutti i gruppi (Bolasco, 1999). "Lo spazio R^J è la somma diretta degli spazi generati dai vari gruppi di variabili: $R^J = \oplus R^k$ " (Bolasco, 1999; p.262).

Data una matrice multiway X, costituita da X_k sub-matrici la tecnica MFA consente di definire una soluzione fattoriale R^J effettuando una analisi in componenti principali ponderata su X. Ogni variabile del gruppo k-esimo viene ponderato secondo la formula (Bolasco, 1999):

$$1/\sqrt{\lambda_{1K}} \tag{8.25}$$

Con

λ_{1K} : primo autovalore dell'ACP effettuata sul gruppo k-esimo:

"in tal modo la struttura delle variabili all'interno del gruppo non viene perturbata, ma nel contempo l'inerzia rispetto agli assi di ciascuna delle k sub-nuvole N_{jk} risulta di norma 1" (Bolasco, 1999; p. 263).

Una volta avvenuta la normalizzazione, le k matrici sono concatenate in un'unica matrice che è a sua volta analizzata con la tecnica della PCA (compromesso): questo passaggio consente di ottenere i fattori comuni o variabili generali z dell'MFA: questa fase coincide con l'analisi generale dell'MFA.

L'analisi interstrutturale avviene proiettando la nuvola N(K) sui vettori dello spazio $R^{I \times J}$ indotti dai fattori dell'analisi generale, ossia le variabili generali z (Bolasco, 1999).

L'analisi fine prevede che le nuvole parziali siano proiettate sugli assi principali della nuvola globale. La proprietà che permette l'interpretazione dei risultati è la seguente (Bolasco, 1999):

$$c\alpha = \frac{1}{k} \sum_k c_{\alpha} (i_k) \quad (8.26)$$

9. Risultati

9.1. Vulnerabilità della realtà indagata nei confronti futuri impatti dei cambiamenti climatici

Il trattamento statistico dei dati contenuti nella prima area del questionario, dedicato alla vulnerabilità nei confronti dei potenziali effetti di cambiamenti climatici del settore castanicolo nell'area oggetto di studio, ha previsto l'impiego di tecniche esplorative di analisi multiway.

Tra le varie metodologie proposte in letteratura per l'analisi delle matrici multiway, la più idonea è stata individuata nell'approccio MFA – Analisi fattoriale multipla - (Escofier e Pagès, 1984), un'estensione dell'analisi PCA, appositamente ideata per analisi di volumi di dati 3way/3mode/2dim (Bolasco,1999).

L'utilizzo di questo approccio metodologico consente, in linea con gli obiettivi generali perseguiti dal lavoro, di ottenere informazioni riguardanti il confronto delle strutture delle matrici delle singole

occasioni (in questo caso rappresentate dai driver di cambiamento climatico), e di individuare, quindi, le diversità esistenti tra i diversi fattori di impatto indagati (fase interstrutturale); di indagare le relazioni che legano le unità e le variabili (nello studio rappresentati dalle diverse tipologie di impatto potenzialmente provocate dagli impact factor considerati) –fase media-, e di esaminare (fase fine) le differenze di valutazione tra le diverse unità statistiche. A questa indagine inoltre, è stata affiancata una analisi HCPC, al fine di individuare gruppi omogenei di individui, sulla base della propria similarità in relazione alla variabili analizzate.

9.1.1 La costruzione della matrice three-way

| Tipologia intervistato | | aumento della temperatura | | | | diminuzione della precipitazione | | | | eventi meteorologici estremi | | | | agenti biotici (insetti e funghi) | | | |
|------------------------|------------|---------------------------|-----------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------|-----------------------|---|--|-----------------------------------|-----------------------|---|--|
| Codice tipo | id. numero | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 7 | 5 | 4 | 6 | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 3 | 3 | 7 | 3 | 4 | 4 | 7 | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| 1 | 4 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7 | 5 |
| 1 | 20 | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 | 4 | 4 | 3 | 6 | 4 | 4 |
| 1 | 21 | 7 | 4 | 7 | 7 | 6 | 7 | 3 | 5 | 6 | 4 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 1 | 24 | 3 | 3 | 2 | 4 | 6 | 3 | 6 | 7 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| 2 | 5 | 6 | 3 | 6 | 1 | 4 | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 6 | 6 | 2 | 7 | 6 | 6 |
| 2 | 6 | 5 | 3 | 6 | 3 | 5 | 3 | 6 | 3 | 5 | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| 2 | 7 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 2 | 8 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 6 | 6 | 6 |
| 2 | 9 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| 2 | 22 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 6 | 6 |
| 2 | 34 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 36 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 5 | 2 | 6 | 3 | 5 | 4 |
| 2 | 37 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 6 | 3 | 6 | 1 | 4 | 5 |
| 2 | 38 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 3 | 6 | 6 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| 2 | 39 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 40 | 2 | 6 | 5 | 7 | 6 | 2 | 7 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 7 | 1 |
| 2 | 41 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 7 | 2 | 1 | 5 | 3 | 7 |
| 3 | 10 | 4 | 3 | 5 | 6 | 6 | 1 | 7 | 7 | 5 | 3 | 4 | 6 | 6 | 3 | 6 | 6 |
| 3 | 11 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 6 | 2 | 6 | 6 |
| 3 | 12 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 3 | 13 | 4 | 3 | 5 | 6 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 | 6 |
| 3 | 14 | 5 | 3 | 3 | 3 | 6 | 2 | 6 | 4 | 5 | 6 | 4 | 4 | 3 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | 27 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 6 | 6 | 6 | 2 | 6 | 6 |

Fig. 9.1. Matrice di dati grezzi. Fonte ns elaborazione

I dati raccolti tramite questionario sono stati trasferiti in un database appositamente predisposto su foglio di calcolo elettronico. Trattandosi di una matrice di dati 3-way (del tipo individui – I - x variabili – J - x occasioni – K -), step indispensabile ai fini delle elaborazioni statistiche è stato quello di strutturare adeguatamente la matrice, disponendola in 2-dimensioni, mediante giustapposizione di matrici

elementari X_k del diverso gruppo di variabili, secondo il punto di confronto comune delle unità, così come presentato in figura 9.1. La matrice di dati (tabella 9.1) può essere descritta attraverso i seguenti parametri:

- $I = 39$ soggetti interessati
- $J = 4$ variabili relative a diverse tipologie di danno
- $K = 4$ impact factor

secondo la formula (Bolasco, 1999):

$$X_{i,j,k} = \{i = 1, \dots, 39; j = 1, \dots, 4; k = 1, \dots, 4\}. \quad (9.1)$$

| Tipologia intervistato | | aumento della temperatura | | | | diminuzione della precipitazione | | | | eventi meteorologici estremi | | | | agenti biotici (insetti e funghi) | | | |
|------------------------|------------|---------------------------|-----------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------|---|--|------------------------------|-----------------------|---|--|-----------------------------------|-----------------------|---|--|
| Codice tipo | id. numero | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 6 | 7 | 5 | 4 | 6 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1 | 3 | 5 | 7 | 7 | 3 | 4 | 4 | 7 | 7 | 4 | 7 | 7 | 4 | 4 | 7 | 7 | 7 |
| 1 | 4 | 6 | 5 | 5 | 6 | 6 | 4 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 7 | 5 |
| 1 | 20 | 2 | 5 | 5 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 6 | 4 | 4 | 3 | 6 | 4 | 4 |
| 1 | 21 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 1 | 24 | 3 | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 6 | 7 | 6 | 4 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 7 |
| 2 | 5 | 6 | 2 | 6 | 1 | 4 | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 6 | 2 | 7 | 6 | 6 | 6 |
| 2 | 6 | 5 | 3 | 6 | 3 | 5 | 3 | 6 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| 2 | 7 | 5 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 2 | 8 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 2 | 6 | 6 | 6 |
| 2 | 9 | 5 | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 6 | 5 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| 2 | 22 | 5 | 3 | 4 | 3 | 3 | 1 | 5 | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 6 | 6 |
| 2 | 34 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 |
| 2 | 36 | 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 5 | 2 | 6 | 3 | 5 | 4 |
| 2 | 37 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 | 6 | 3 | 6 | 1 | 4 | 5 |
| 2 | 38 | 6 | 2 | 4 | 5 | 2 | 2 | 6 | 6 | 2 | 1 | 6 | 6 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| 2 | 39 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 40 | 2 | 6 | 5 | 7 | 6 | 2 | 7 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 7 | 1 |
| 2 | 41 | 3 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 1 | 7 | 2 | 1 | 5 | 3 | 7 | 1 |
| 3 | 10 | 6 | 1 | 5 | 6 | 6 | 1 | 7 | 7 | 5 | 3 | 6 | 6 | 3 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | 11 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 6 | 2 | 6 | 6 |
| 3 | 12 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| 3 | 13 | 4 | 1 | 5 | 6 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 3 | 6 | 6 |
| 3 | 14 | 5 | 1 | 3 | 3 | 6 | 2 | 6 | 4 | 5 | 6 | 4 | 4 | 3 | 7 | 7 | 7 |
| 3 | 27 | 5 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 5 | 5 | 7 | 1 | 6 | 6 | 6 | 2 | 6 | 6 |
| 3 | 32 | 3 | 5 | 5 | 6 | 3 | 5 | 4 | 5 | 2 | 6 | 7 | 6 | 1 | 6 | 6 | 6 |
| 3 | 33 | 3 | 6 | 4 | 4 | 2 | 5 | 6 | 6 | 6 | 2 | 7 | 7 | 6 | 3 | 5 | 5 |
| 3 | 35 | 3 | 5 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 3 | 6 | 6 | 6 | 3 | 6 | 6 |
| 4 | 15 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 6 | 5 | 6 | 6 |
| 4 | 16 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| 4 | 17 | 6 | 2 | 5 | 4 | 6 | 3 | 6 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 6 | 4 | 5 | 5 |
| 4 | 18 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 6 | 5 | 6 | 5 |
| 4 | 19 | 3 | 6 | 5 | 6 | 5 | 4 | 7 | 6 | 6 | 5 | 4 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 4 | 23 | 2 | 4 | 5 | 3 | 5 | 1 | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | 5 | 6 | 3 | 5 | 5 |
| 4 | 25 | 5 | 3 | 3 | 2 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 |
| 4 | 26 | 5 | 2 | 5 | 3 | 5 | 3 | 6 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 6 | 5 |
| 4 | 29 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 6 | 6 | 7 | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 7 | 6 |
| 4 | 30 | 6 | 1 | 3 | 3 | 5 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 5 | 1 | 5 | 2 | 7 | 2 |

Tab. 9.1. Vulnerabilità.: matrice di dati grezzi. Fonte: ns elaborazione.

9.2 Analisi descrittiva dei dati

La tabella 9.2 e la tabella 9.3 riportano, rispettivamente, le frequenze, espresse in termini assoluti e percentuali, relative al punteggio attribuito dai diversi interlocutori alle tipologie di danno potenzialmente causati dagli impact factors considerati: aumento della temperatura, diminuzione della precipitazione, eventi meteorologici estremi, agenti biotici.

| | | SCALA RISCHIO | | | | | | |
|-----------|----------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>5</u> | <u>6</u> | <u>7</u> |
| Variabili | Fequenze | | | | | | | |
| Rdnrev_T | | 0 | 3 | 10 | 4 | 14 | 6 | 2 |
| Rdnirr_T | | 8 | 4 | 10 | 6 | 6 | 4 | 1 |
| Rdimqn_T | | 2 | 2 | 5 | 9 | 16 | 3 | 2 |
| Rpegql_T | | 2 | 3 | 9 | 11 | 6 | 5 | 3 |
| Rdnrev_P | | 1 | 3 | 8 | 7 | 12 | 8 | 0 |
| Rdnirr_P | | 8 | 7 | 8 | 9 | 5 | 1 | 1 |
| Rdimqn_P | | 1 | 1 | 4 | 6 | 10 | 10 | 7 |
| Rpegql_P | | 2 | 3 | 2 | 13 | 10 | 6 | 3 |
| Rdnrev_M | | 5 | 3 | 9 | 6 | 6 | 7 | 3 |
| Rdnirr_M | | 12 | 4 | 5 | 6 | 3 | 7 | 2 |
| Rdimqn_M | | 3 | 3 | 5 | 6 | 8 | 10 | 4 |
| Rpegql_M | | 6 | 5 | 3 | 7 | 7 | 9 | 2 |
| Rdnrev_B | | 1 | 2 | 6 | 3 | 9 | 16 | 2 |
| Rdnirr_B | | 3 | 5 | 10 | 2 | 6 | 11 | 2 |
| Rdimqn_B | | 0 | 1 | 1 | 3 | 7 | 18 | 9 |
| Rpegql_B | | 3 | 1 | 1 | 3 | 10 | 16 | 5 |

Tab. 9.2. Vulnerabilità. Distribuzione di frequenza delle valutazione fornite su scala di tipo Likert: valori assoluti. Fonte: ns. elaborazione.

SCALA RISCHIO

| | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>5</u> | <u>6</u> | <u>7</u> |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Variabili | Fequenze | | | | | | |
| Rdnrev_T | 0% | 6% | 10% | 4% | 10% | 4% | 4% |
| Rdnirr_T | 14% | 8% | 10% | 6% | 4% | 3% | 2% |
| Rdimqn_T | 4% | 4% | 5% | 9% | 12% | 2% | 4% |
| Rpegql_T | 4% | 6% | 9% | 11% | 4% | 4% | 6% |
| Rdnrev_P | 2% | 6% | 8% | 7% | 9% | 6% | 0% |
| Rdnirr_P | 14% | 14% | 8% | 9% | 4% | 1% | 2% |
| Rdimqn_P | 2% | 2% | 4% | 6% | 7% | 7% | 15% |
| Rpegql_P | 4% | 6% | 2% | 13% | 7% | 4% | 6% |
| Rdnrev_M | 9% | 6% | 9% | 6% | 4% | 5% | 6% |
| Rdnirr_M | 21% | 8% | 5% | 6% | 2% | 5% | 4% |
| Rdimqn_M | 5% | 6% | 5% | 6% | 6% | 7% | 8% |
| Rpegql_M | 11% | 10% | 3% | 7% | 5% | 7% | 4% |
| Rdnrev_B | 2% | 4% | 6% | 3% | 7% | 12% | 4% |
| Rdnirr_B | 5% | 10% | 10% | 2% | 4% | 8% | 4% |
| Rdimqn_B | 0% | 2% | 1% | 3% | 5% | 13% | 19% |
| Rpegql_B | 5% | 2% | 1% | 3% | 7% | 12% | 10% |

Tab.9.3. Vulnerabilità. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite in scala di tipo Likert. Valori percentuali. Fonte: ns.elaborazione

Legenda

| | |
|----------|--|
| Rdnrev_T | Rischio impatto reversibile causato da aumento di Temperatura |
| Rdnirr_T | Rischio impatto irreversibile causato da aumento di Temperatura |
| Rdimqn_T | Rischio diminuzione quantità produzione causato da aumento di Temperatura |
| Rpegql_T | Rischio peggioramento qualità produzione causato da aumento di Temperatura |
| Rdnrev_P | Rischio impatto reversibile causato da diminuzione della Precipitazione |
| Rdnirr_P | Rischio impatto irreversibile causato da diminuzione della Precipitazione |
| Rdimqn_P | Rischio diminuzione quantità produzione causato da diminuzione della precipitazione |
| Rpegql_P | Rischio peggioramento qualità produzione causato da diminuzione della Precipitazione |
| Rdnrev_M | Rischio impatto reversibile causato dal verificarsi di eventi meteorologici estremi |
| Rdnirr_M | Rischio impatto irreversibile causato dal verificarsi di eventi meteorologici estremi |
| Rdimqn_M | Rischio diminuzione quantità produzione causata dal verificarsi di eventi meteorologici estremi |
| Rpegql_M | Rischio peggioramento qualità produzione causato dal verificarsi di eventi meteorologici estremi |
| Rdnrev_B | Rischio danno reversibile causato da agenti patogeni biotici |
| Rdnirr_B | Rischio danno irreversibile causato da agenti patogeni biotici |
| Rdimqn_B | Rischio diminuzione quantità produzione causata dal verificarsi di agenti patogeni biotici |
| Rpegql_B | Rischio peggioramento qualità produzione causato dal verificarsi di agenti patogeni biotici |

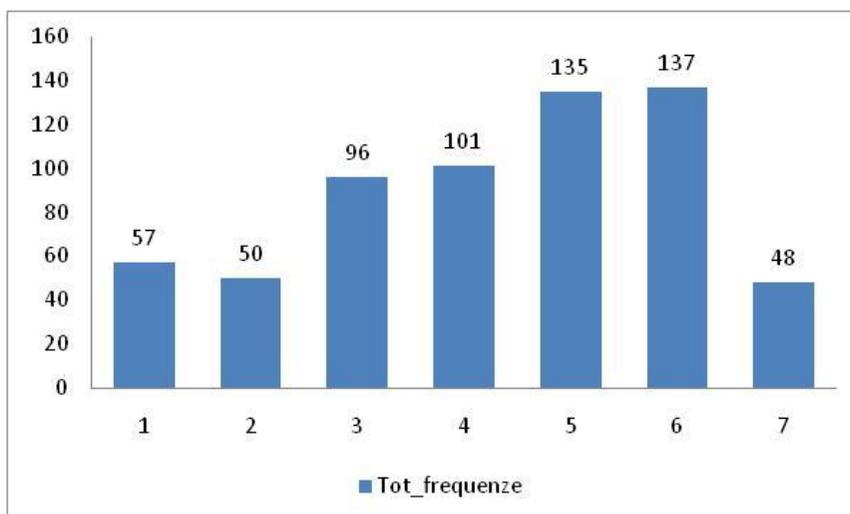


Fig.9.2. Vulnerabilità. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite in scala di tipo Likert. Fonte: ns.elaborazione

La tabella 9.4 riporta, invece, la valutazione mediamente attribuita alla scala di tipo Likert, utilizzata per le differenti tipologie di impact factor e di danno considerati nell'indagine, e i valori relativi a varianza e deviazione standard.

La figura 9.3 mostra la rappresentazione grafica dei valori contenuti in tabella 9.4. Dal grafico si evince come siano state attribuite le valutazioni in merito al rischio, in relazione alle variabili osservate ed in associazione ai potenziali impatti causati dai cambiamenti climatici sui castagneti e sulla produzione castanicola di qualità. Dai dati emerge come, mediamente, agli agenti biotici siano associati valori di rischio più elevati in assoluto, per tutte le tipologie di impatto considerate: le variabili alle quali è stata attribuita una più alta valutazione, inoltre, sono la diminuzione della quantità della produzione (5,72) ed il peggioramento della qualità della produzione (5,15).

Le variabili che hanno ottenuto una valutazione minore riguardano, invece, i danni associati agli impatti irreversibili sulle singole piante, legati a tutti gli impact factors considerati.

| Temperatura | Impatto Reversibile | Impatto Irreversibile | Dim. Quantità | Dim. Qualità |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------|
| Media_variabili_T | 4,41 | 3,36 | 4,33 | 4,10 |
| Varianza | 1,88 | 2,97 | 1,91 | 2,41 |
| Dev_st | 1,37 | 1,72 | 1,38 | 1,55 |
| Precipitazioni | Impatto reversibile | Impatto Irreversibile | Dim. Quantità | Dim. Qualità |
| Media_variabili_P | 4,28 | 3,08 | 5,08 | 4,44 |
| Varianza | 1,84 | 2,44 | 2,23 | 2,25 |
| Dev_st | 1,36 | 1,56 | 1,49 | 1,50 |
| Eventi estremi | Impatto reversibile | Impatto Irreversibile | Dim. Quantità | Dim. Qualità |
| Media_variabili_M | 3,97 | 3,33 | 4,51 | 4,00 |
| Varianza | 3,34 | 4,23 | 3,10 | 3,63 |
| Dev_st | 1,83 | 2,06 | 1,76 | 1,91 |
| Agenti biotici | Impatto Reversibile | Impatto irreversibile | Dim. Quantità | Dim. Qualità |
| Media_variabili_B | 4,87 | 4,13 | 5,72 | 5,15 |
| Varianza | 2,22 | 3,27 | 1,31 | 2,61 |
| Dev_st | 1,49 | 1,81 | 1,15 | 1,61 |

Tab.9.4. Medie e deviazioni standard dei punteggi attribuiti alle diverse occasioni. Fonte ns elaborazione

In assoluto, la variabile che ha ottenuto il minor punteggio, è individuabile, infatti, in danni irreversibili causati dalla diminuzione della precipitazione (3,08), seguita da danni irreversibili causati da eventi estremi (3,36) e danni irreversibili causati da aumento della temperatura (3,33).

La tabella 9.5 mostra le valutazioni mediamente attribuite dai diversi soggetti intervistati alle variabili considerate.

La figura 8.3, invece, fornisce la rappresentazione della distribuzione delle valutazioni mediamente attribuite dalle diverse tipologie di stakeholder alle variabili analizzate, in relazione ai quattro impact factor.

Il grafico mostra un'ampia variabilità nelle valutazioni fornite: si può osservare, tuttavia, che in media i funzionari della Regione Toscana, rispetto agli altri gruppi, hanno attribuito il punteggio minore alle variabili legate al rischio di impatto irreversibile, per tutti gli impact factor considerati, al contrario dei produttori, ai quali, invece, sono attribuiti i valori medi maggiori per le stesse variabili.

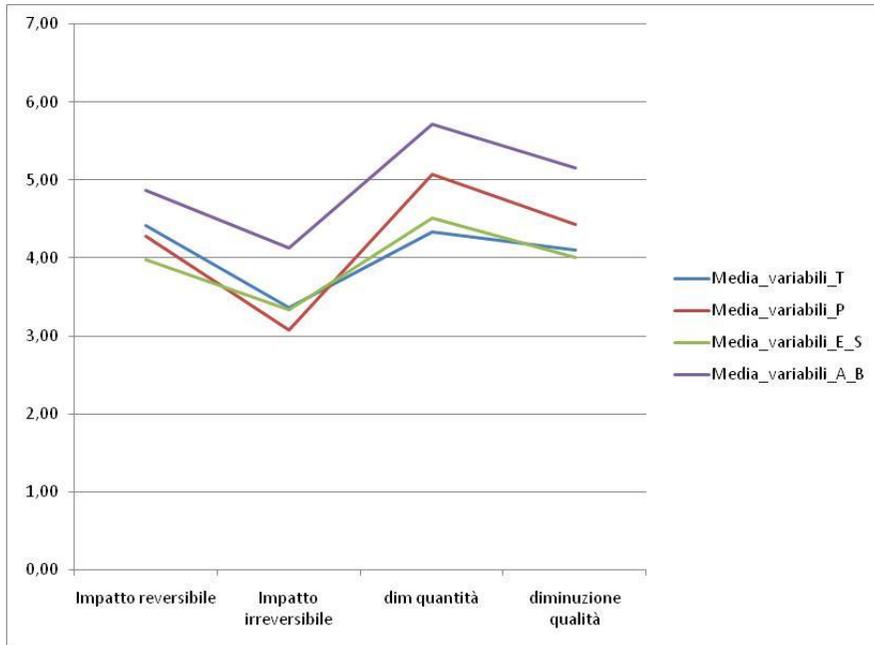


Fig. 9.3. Valori medi dei punteggi attribuiti alle diverse occasioni.
Fonte ns elaborazione

La posizione di ricercatori ed Enti locali è più difficilmente descrivibile: si può, tuttavia, osservare come ai ricercatori siano associabili valutazioni di rischio mediamente più elevate relativamente alle variabili “danno reversibile” e “diminuzione della quantità di produzione”, potenzialmente causata da agenti biotici.

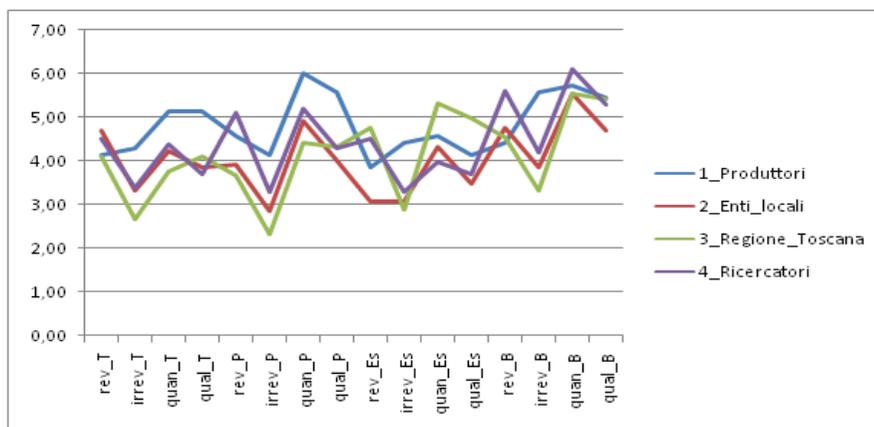


Fig. 9.4. Valutazioni mediamente attribuite alle diverse variabili , espresse su scala di tipo Likert, in funzione della tipologia di soggetto intervistato. Fonte ns. elaborazione.

| Categoria | Impatto reversibile | Impatto irreversibile | Diminuzione della quantità della produzione | Peggioramento della qualità della produzione | media_item |
|------------------|----------------------------|------------------------------|--|---|-------------------|
| 1 | 3 | 3,5 | 4,75 | 4,75 | 4,00 |
| 1 | 2,5 | 2,5 | 3,25 | 3 | 2,81 |
| 1 | 4,25 | 6,25 | 7 | 5,25 | 5,69 |
| 1 | 6 | 5 | 6,25 | 5,75 | 5,75 |
| 1 | 2,5 | 5,25 | 4,25 | 4,25 | 4,06 |
| 1 | 6 | 6,25 | 6,5 | 6,25 | 6,25 |
| 1 | 5,5 | 3,5 | 5,5 | 6,25 | 5,19 |
| 2 | 6 | 4 | 6,25 | 3,25 | 4,88 |
| 2 | 4,75 | 3,5 | 5,25 | 4 | 4,38 |
| 2 | 4,5 | 1 | 4 | 4 | 3,38 |
| 2 | 3,25 | 4,5 | 5,25 | 5 | 4,50 |
| 2 | 4,25 | 4 | 4,75 | 4,75 | 4,44 |
| 2 | 3,5 | 3,25 | 4,75 | 4,5 | 4,00 |
| 2 | 4,25 | 3,75 | 4,25 | 4,5 | 4,19 |
| 2 | 5,25 | 2,25 | 4,5 | 3 | 3,75 |
| 2 | 4,75 | 1,75 | 4,5 | 3,75 | 3,69 |
| 2 | 3 | 1,75 | 5,25 | 5,5 | 3,88 |
| 2 | 3,5 | 4,75 | 3,25 | 3,75 | 3,81 |
| 2 | 3,5 | 3 | 5 | 3,5 | 3,75 |
| 2 | 3 | 5 | 4,75 | 2,5 | 3,81 |
| 3 | 5,75 | 2 | 6 | 6,25 | 5,00 |
| 3 | 5,25 | 1,25 | 5,25 | 5,25 | 4,25 |
| 3 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1,75 |
| 3 | 4 | 2,5 | 5 | 5,25 | 4,19 |
| 3 | 4,75 | 4 | 5 | 4,5 | 4,56 |
| 3 | 5,25 | 2 | 5,25 | 5,25 | 4,44 |
| 3 | 2,25 | 5,5 | 5,5 | 5,75 | 4,75 |
| 3 | 4,25 | 4 | 5,5 | 5,5 | 4,81 |
| 3 | 4 | 3 | 3,5 | 3,75 | 3,56 |
| 4 | 5 | 4,75 | 4,5 | 4 | 4,56 |
| 4 | 5 | 5,25 | 5,5 | 5,25 | 5,25 |
| 4 | 5,5 | 3 | 5 | 4,5 | 4,50 |
| 4 | 4,75 | 3 | 4,5 | 3,5 | 3,94 |
| 4 | 5 | 5,25 | 5,5 | 6 | 5,44 |
| 4 | 4 | 3,25 | 4,5 | 4,25 | 4,00 |
| 4 | 5 | 4,5 | 4,75 | 4,25 | 4,63 |
| 4 | 4,5 | 2,25 | 5 | 4 | 3,94 |
| 4 | 5,5 | 2,5 | 5,5 | 4,75 | 4,56 |
| 4 | 5 | 1,75 | 4,5 | 2 | 3,31 |

Tab.9.5. Valutazioni espresse su scala di tipo Likery dalle unità statiche in relazione alle variabili considerate. Valori medi. Fonte ns elaborazione.

9.3 Multiple Factorial Analysis (MFA)

I risultati dell'MFA sono sintetizzati in tabella 9.6. Le prime due dimensioni riproducono il 44,91% dell'inerzia totale. E' opportuno confrontare questo risultato con il valore assunto dal 95° percentile delle distribuzioni delle percentuali ottenibili da un campione di 1000 matrici di correlazione estratte casualmente da un di set di dati di dimensioni uguali alla matrice di dati grezzi: tale valore risulta pari a 29,36%, quindi inferiore al valore ottenuto calcolando gli autovalori della matrice dei dati reali.

| | | %_inerzia | %_inerzia cumulata |
|------|----|------------------|-------------------------------|
| Comp | 1 | 28,00 | 28,00 |
| Comp | 2 | 16,91 | 44,91 |
| Comp | 3 | 12,92 | 57,82 |
| Comp | 4 | 8,68 | 66,51 |
| Comp | 5 | 6,72 | 73,22 |
| Comp | 6 | 5,79 | 79,02 |
| Comp | 7 | 4,01 | 83,03 |
| Comp | 8 | 3,85 | 86,87 |
| Comp | 9 | 3,54 | 90,41 |
| Comp | 10 | 2,71 | 93,13 |
| Comp | 11 | 2,29 | 95,41 |
| Comp | 12 | 1,68 | 97,10 |
| Comp | 13 | 1,01 | 98,11 |
| Comp | 14 | 0,86 | 98,96 |
| Comp | 15 | 0,70 | 99,66 |
| Comp | 16 | 0,34 | 100,00 |

Tab. 9.6. Matrice delle saturazioni. Fonte: ns. elaborazione

La nube delle occasioni (figura 9.5) mostra come temperatura ed eventi estremi siano correlati con la seconda dimensione, mentre agenti biotici e precipitazione risultino correlati alla prima dimensione. Analizzando il cerchio delle correlazioni (figura 9.6), si può rilevare, infatti, che le variabili che saturano maggiormente la prima dimensione risultano essere quelle relative agli effetti sulle caratteristiche della produzione (diminuzione della qualità della produzione e della quantità della produzione), associate agli impact factor “diminuzione della precipitazione”.

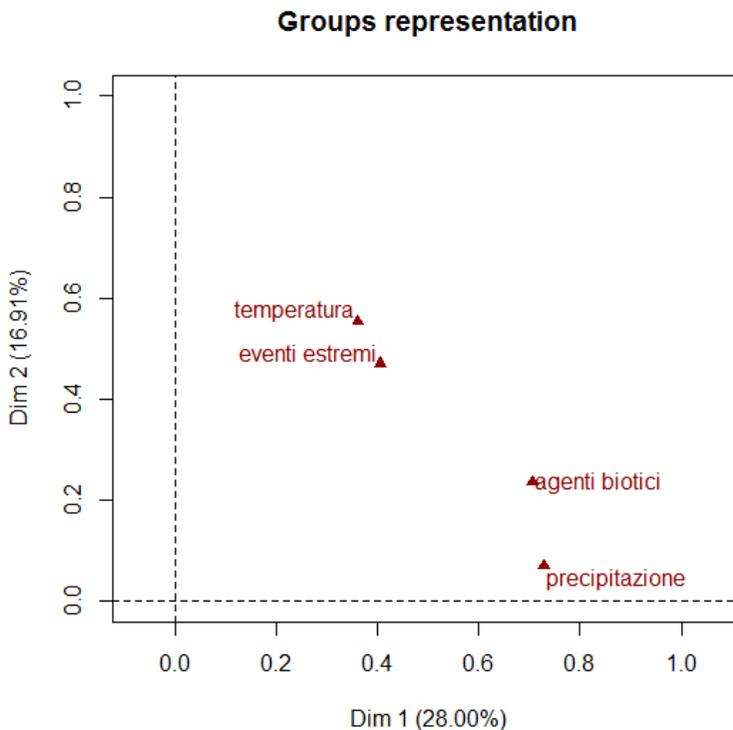


Fig.9.5. Nube delle occasioni. Fonte: ns. elaborazione

Alla prima componente sono, inoltre, fortemente correlate le variabili “impatto irreversibile”, “diminuzione della quantità della produzione” e “peggiore della qualità della produzione”, legate all’impact factor “agenti biotici”. Si può inoltre notare che la prima dimensione presenta saturazioni piuttosto elevate con tutte le variabili, ad eccezione di quelle associate al danno reversibile causato da agenti biotici, temperatura e precipitazione. Le variabili che saturano maggiormente la seconda dimensione sono individuabili, invece, in quelle relative ad “impatto reversibile” e “diminuzione della quantità della produzione”, associate all’impact factor “eventi meteorologici estremi”. Valori di saturazione piuttosto elevati si registrano, inoltre, in funzione delle variabili “impatto reversibile” e “impatto irreversibile” legato all’impact factor temperatura. Si può notare, inoltre, che una correlazione negativa con la seconda componente si registra rispetto alle variabili “impatto irreversibile”, “diminuzione della quantità” e “diminuzione della qualità”, in relazione agli impact factor temperatura, precipitazione, e “impatto irreversibile”, legato a eventi estremi e agenti biotici. Da rilevare, infine, come tutte le variabili associate all’impact factor eventi estremi abbiano correlazione positiva con la seconda componente, ad eccezione della variabile “danno irreversibile”, mentre tutte le variabili relative all’impact factor temperatura abbiano correlazione negativa con la seconda componente, ad eccezione di “impatto reversibile”.

Una migliore interpretazione dei risultati può essere ottenuta analizzando la tabella 9.7, che contiene le prime due componenti estratte, ordinate, rispettivamente, secondo il contributo fornito dai valori della prima colonna e della seconda colonna.

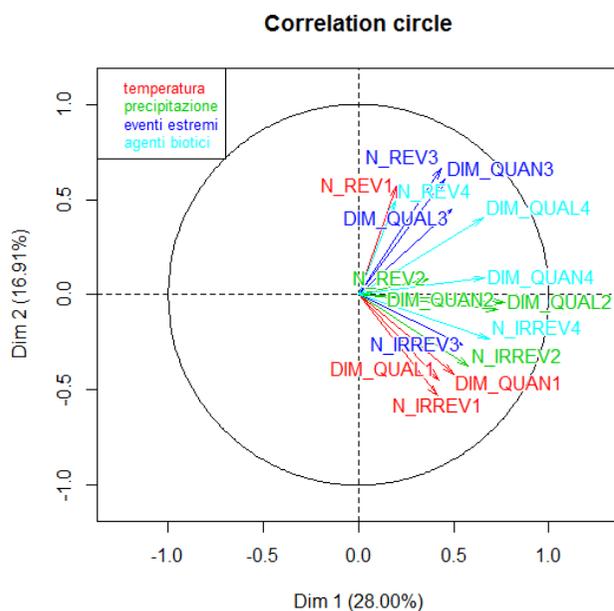


Fig.9.6. Cerchio delle correlazioni. Fonte:ns. elaborazione.

| | Dim1 | Dim2 | | Dim1 | Dim2 |
|-----------|------|-------|-----------|------|-------|
| DIM_QUAL2 | 0,77 | -0,04 | N_REV3 | 0,43 | 0,66 |
| DIM_QUAN2 | 0,73 | -0,08 | DIM_QUAN3 | 0,45 | 0,61 |
| N_IRREV4 | 0,69 | -0,23 | N_REV1 | 0,20 | 0,57 |
| DIM_QUAN4 | 0,66 | 0,09 | N_REV4 | 0,19 | 0,49 |
| DIM_QUAL4 | 0,66 | 0,40 | DIM_QUAL3 | 0,49 | 0,45 |
| N_IRREV2 | 0,58 | -0,37 | DIM_QUAL4 | 0,66 | 0,40 |
| N_IRREV3 | 0,55 | -0,26 | DIM_QUAN4 | 0,66 | 0,09 |
| DIM_QUAN1 | 0,50 | -0,42 | N_REV2 | 0,37 | 0,08 |
| DIM_QUAL3 | 0,49 | 0,45 | DIM_QUAL2 | 0,77 | -0,04 |
| DIM_QUAN3 | 0,45 | 0,61 | DIM_QUAN2 | 0,73 | -0,08 |
| N_REV3 | 0,43 | 0,66 | N_IRREV4 | 0,69 | -0,23 |
| DIM_QUAL1 | 0,42 | -0,45 | N_IRREV3 | 0,55 | -0,26 |
| N_IRREV1 | 0,41 | -0,53 | N_IRREV2 | 0,58 | -0,37 |
| N_REV2 | 0,37 | 0,08 | DIM_QUAN1 | 0,50 | -0,42 |
| N_REV1 | 0,20 | 0,57 | DIM_QUAL1 | 0,42 | -0,45 |
| N_REV4 | 0,19 | 0,49 | N_IRREV1 | 0,41 | -0,53 |

Tab.9.7. Pesi componenti delle variabili sulla prima e seconda componente principale. Fonte: ns.elaborazione.

I risultati ottenuti attraverso la HCPC sono riportati in figura 9.7 ed in figura 9.8.

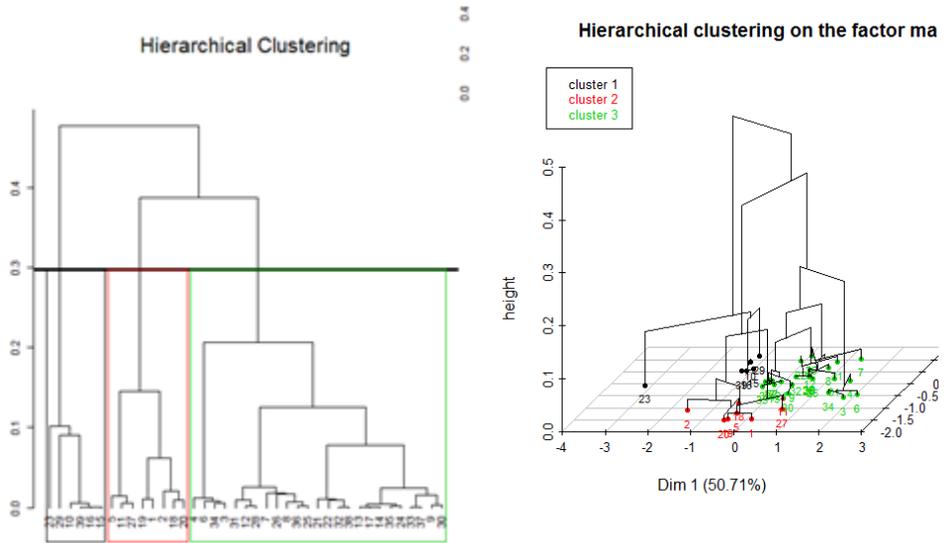


Fig.9.7. Risultati dell'analisi HCPC. Fonte: ns. elaborazione.

Attraverso la HCPC è stato possibile individuare 3 cluster omogenei di individui. Il cluster 1 è negativamente correlato con la prima componente e principalmente positivamente con la seconda. Il cluster 2 risulta, invece, correlato negativamente con la seconda componente e principalmente con la prima. Il cluster 3, infine, è principalmente correlato positivamente sia con la prima che con la seconda componente.

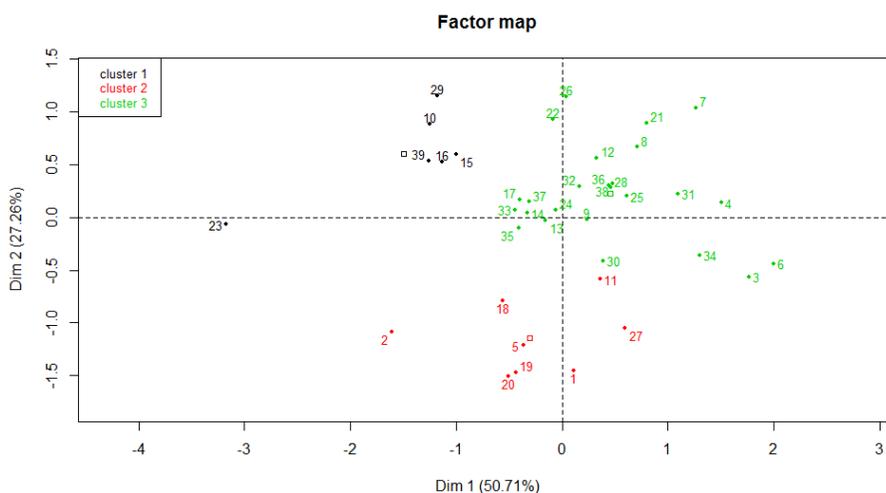


Fig.9.8. Cluster di individui sullo spazio delle componenti. Fonte: ns elaborazione.

| Tipologia Stakeholder | clus1 | %_clus1 | clus2 | %_clus2 | clus3 | %_clus3 | Totale tipologia |
|-----------------------|----------|------------|----------|------------|-----------|------------|------------------|
| 1_Produttore | | 0% | 3 | 43% | 4 | 57% | 7 |
| 2_Ente_Locale | 3 | 23% | 4 | 31% | 6 | 46% | 13 |
| 3_Regione_Toscana | 2 | 22% | 1 | 11% | 6 | 67% | 9 |
| 4_Ricercatore | 1 | 10% | | 0% | 9 | 90% | 10 |
| Totale cluster | 6 | 15% | 8 | 21% | 25 | 64% | 39 |

Tab.9.8. Distribuzione delle unità statistiche nei cluster individuati. Fonte:ns elaborazione

La tabella 9.8 fornisce informazioni relative alla distribuzione dei soggetti intervistati nei tre cluster, in funzione della tipologia degli stakeholder: nel primo cluster, costituito dal 15% del campione, ricade il 22% dei funzionari della Regione Toscana, il 23% dei funzionari degli Enti Locali ed il 10% (un solo interlocutore intervistato) dei ricercatori. E' interessante rilevare che al cluster non appartengono i produttori, che si distribuiscono in modo pressoché uniforme tra il secondo ed il terzo cluster . Il secondo cluster, che comprende il 21% del campione, è formato, infatti, dal 43% dei

produttori, dal 31% del totale dei funzionari della Regione Toscana e dall'11% dei funzionari degli Enti locali. A questo cluster non appartengono i ricercatori, che si concentrano quasi esclusivamente nel terzo cluster (90% del totale della tipologia). Il terzo cluster è il più numeroso ed include il 57% dei produttori, il 46% degli Enti locali ed il 67% dei funzionari della Regione Toscana. Le figure a pagina successiva riportano le valutazioni medie attribuite dai soggetti appartenenti ai diversi cluster alle variabili rilevate.

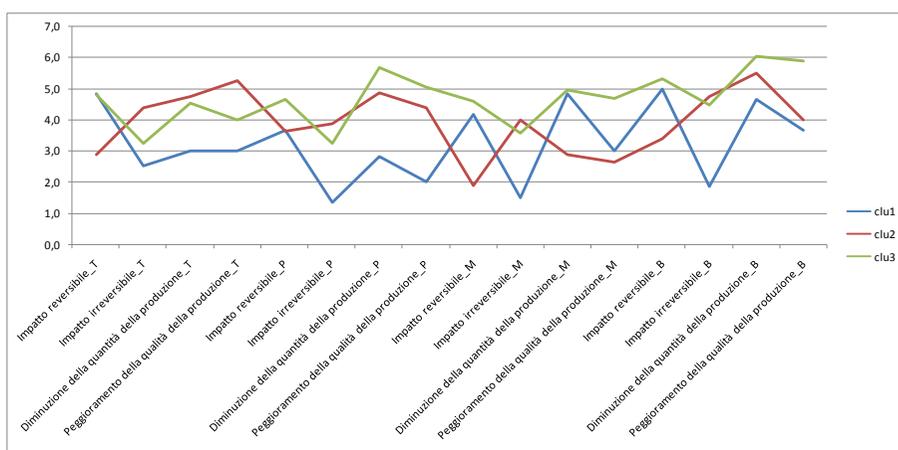


Fig.9.9. Medie delle valutazioni tramite scala tipo Likert per i tre cluster di individui. Fonte:ns. elaborazione.

Si può notare, come, nel primo cluster le valutazioni espresse tramite scala di tipo Likert riguardanti la temperatura risultino in media sempre superiori alle valutazioni relative alla precipitazione. Inoltre alla variabile impatto irreversibile legato alla temperatura sono associate valutazioni di rischio più elevate rispetto alla stessa variabile valutata in relazione all'impact factor agenti biotici. La valutazione inerente la diminuzione della quantità della produzione in relazione agli estremi assumono in media valori superiori agli agenti biotici.

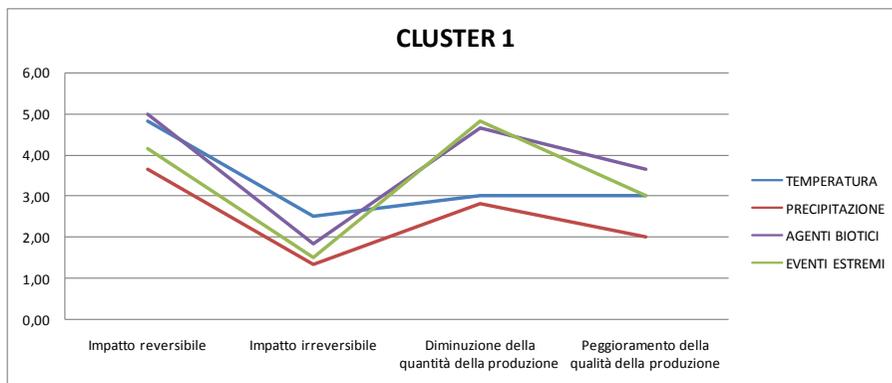


Fig.9.10. Medie delle valutazioni tramite scala tipo Likert per il primo cluster individui

Nel secondo cluster le valutazioni mediamente attribuite alle variabili in relazione ad eventi meteorologici estremi risultano sempre inferiori a quelle collegate agli altri impact factor considerati, ad eccezione della variabile “impatto irreversibile”, alla quale sono associati valori medi più alti rispetto alla stessa variabile valutata in relazione all’impact factor precipitazione. Le valutazioni delle variabili in relazione alla temperatura, inoltre, assumono in tutti i casi valori superiori a quelli ottenuti in relazione agli eventi meteorologici estremi.

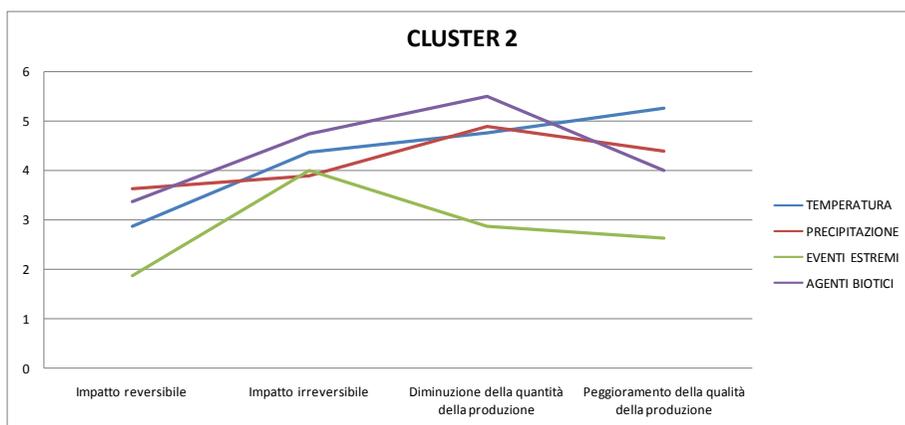


Fig.9.11. Medie delle valutazioni tramite scala tipo Likert per il secondo cluster di individui. Fonte: ns. elaborazione.

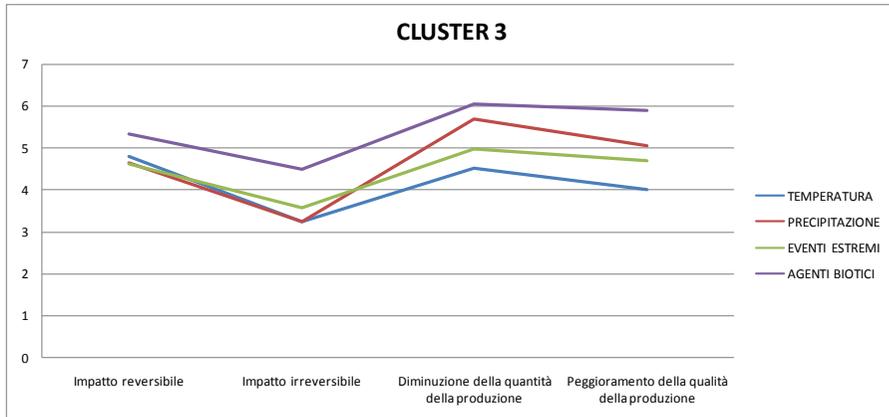


Fig.9.12. Medie delle valutazioni tramite scala tipo Likert per il terzo cluster di individui. Fonte: ns. elaborazione.

Nel terzo cluster le valutazioni attribuite alle diverse variabili su scala di tipo Likert in relazione all'impact factor agenti biotici assumono valori superiori rispetto a tutti gli altri impac factor considerati. Inoltre le valutazioni attribuite alle variabili “diminuzione della quantità della produzione” e “peggioremento della qualità della produzione” assumono valori più elevati rispetto alle valutazioni attribuite alle stesse variabili in funzione degli impact factor eventi meteorologici estremi e temperatura.

9.4 Fattori che concorrono a definire la resilienza dei sistemi indagati

L'analisi dei dati raccolti attraverso la compilazione dell'area del questionario dedicata alla "resilienza" dei sistemi indagati ha previsto il ricorso alla metodologia dell'analisi in componenti principali (ACP). Nei paragrafi successivi sono descritti i risultati ottenuti attraverso l'elaborazione statistica delle informazioni raccolte nel corso delle interviste.

9.4.1 Analisi descrittiva dei risultati

RESILIENZA

Produttori

| | <i>SCALA efficacia</i> | | | | | | |
|----------|-------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| | <i>Frequenze</i> | | | | | | |
| ef_ltbio | 2 | 2 | 0 | 2 | 8 | 15 | 10 |
| ef_icol | 0 | 1 | 7 | 5 | 14 | 9 | 3 |
| ef_pass | 1 | 3 | 3 | 9 | 6 | 10 | 7 |
| ef_nigp | 11 | 6 | 7 | 12 | 2 | 0 | 1 |
| ef_nvpr | 2 | 5 | 6 | 13 | 13 | 0 | 0 |
| ef_poas | 3 | 4 | 5 | 5 | 10 | 4 | 8 |
| | 19 | 21 | 28 | 46 | 53 | 38 | 29 |

| | |
|----------|---|
| ef_ltbio | Lotta biologica |
| ef_icol | Introduzioni nuove tecniche colturali sul castagneto da frutto (potature) |
| ef_pass | Promozione dell'Associazionismo tra produttori |
| ef_nigp | Nuova IGP |
| ef_nvpr | Sviluppo di nuovi prodotti IGP |
| ef_poas | Stipulazione di polizze assicurative contro danni provocati da fenomeni climatici |

Tab.9.9. Azioni di adattamento implementabili a livello aziendale. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite in scala di tipo Likert. Valori assoluti. Fonte: ns.elaborazione

RESILIENZA politiche

| Variabili | <u>SCALA efficacia</u> | | | | | | |
|-----------|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | <u>1</u> | <u>2</u> | <u>3</u> | <u>4</u> | <u>5</u> | <u>6</u> | <u>7</u> |
| | Fequenze | | | | | | |
| ef_polm | 1 | 7 | 6 | 4 | 8 | 10 | 3 |
| ef_fopr | 1 | 1 | 4 | 5 | 13 | 11 | 4 |
| ef_sric | 1 | 1 | 3 | 2 | 9 | 9 | 14 |
| ef_pras | 0 | 7 | 5 | 6 | 9 | 4 | 8 |
| ef_asmt | 1 | 3 | 7 | 5 | 8 | 6 | 9 |
| ef_cons | 1 | 1 | 3 | 9 | 10 | 9 | 6 |
| ef_pfit | 0 | 1 | 0 | 1 | 20 | 8 | 9 |

| | |
|---------|--|
| ef_polm | Politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici |
| ef_fopr | Formazione professionale |
| ef_sric | Sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico |
| ef_pras | Promozione dell'Associazionismo tra produttori |
| ef_asmt | Sostegno ai produttori per l'accesso a strumenti assicurativi e mutualistici |
| ef_cons | Sviluppo di servizi di consulenza agricola |
| ef_pfit | Piani di azione e controllo fitosanitario |

Tab.9.10. Azioni di adattamento implementabili da parte del mondo politico. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite in scala di tipo Likert. Valori assoluti. Fonte: ns.elaborazione

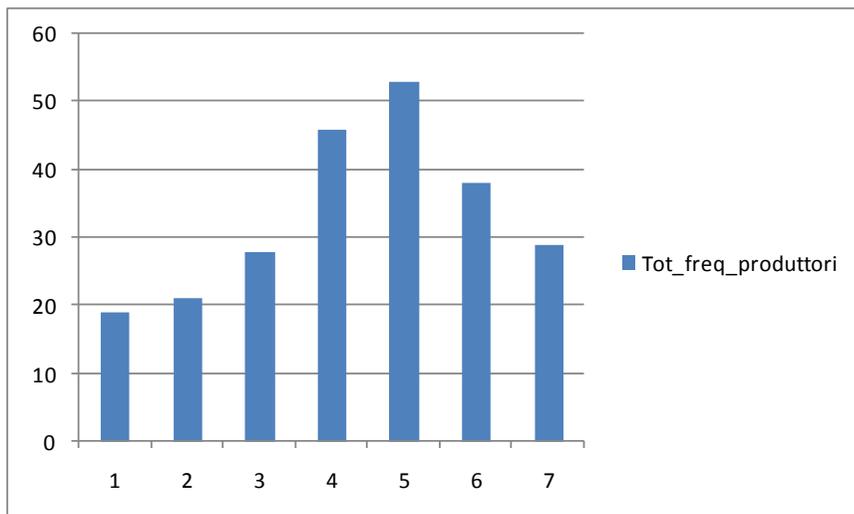


Fig.9.13. Resilienza. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite tramite scala di tipo Likert. Fonte: ns.elaborazione

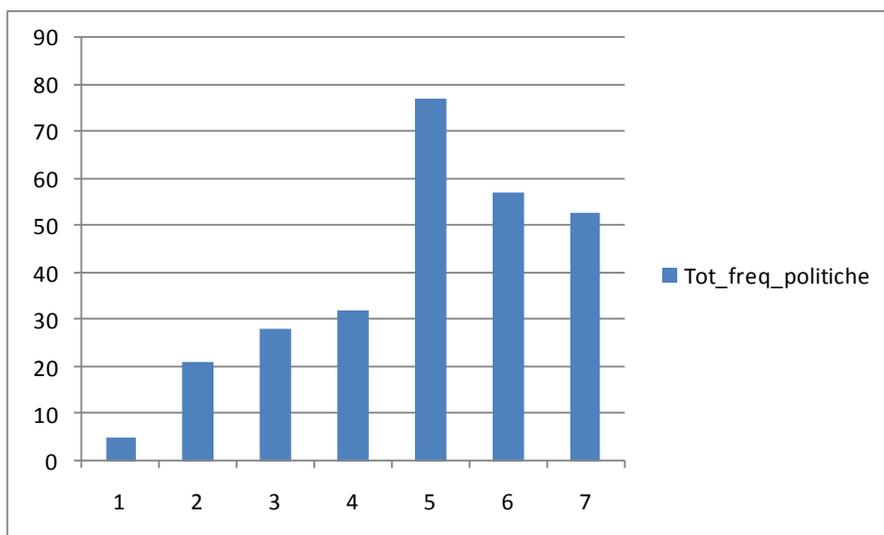


Fig.9.14. Resilienza. Distribuzione di frequenza delle valutazioni fornite tramite scala di tipo Likert. Fonte: ns.elaborazione

Le tabelle a pagina 116 e a pagina 117 riportano, rispettivamente, le frequenze, espresse in termini assoluti e percentuali, relative al punteggio attribuito dai diversi interlocutori alla scala di tipo Likert in relazione alle azioni di adattamento potenzialmente implementabile, in un orizzonte temporale di 30 anni, a livello locale dai produttori e dalle organizzazioni di produttori (tabella 9.9, figura 9.13) e dal mondo politico (tabella 9.10, figura 9.14) per contrastare gli effetti negativi dei cambiamenti climatici sulla realtà indagata.

Le tabelle 9.11 e 9.12, invece, contengono i dati riguardanti la valutazione mediamente attribuita alla scala di tipo Likert utilizzata, in relazione alle differenti tipologie di azioni di adattamento (implementabili a scala locale e regionale) e i valori relativi a varianza e deviazione standard.

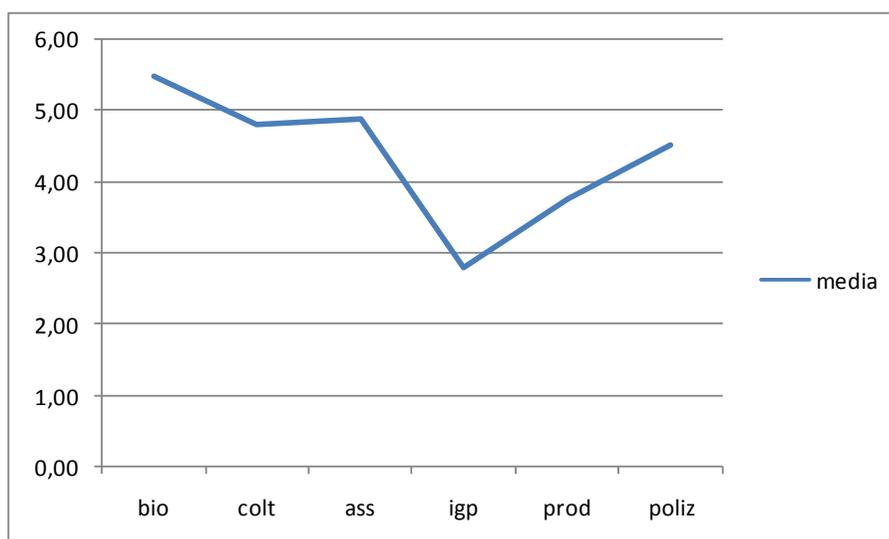


Fig. 9.15. Resilienza. Valutazioni espresse su scala di tipo Likert in relazione alle diverse azioni di adattamento implementabili a livello aziendale. Fonte ns elaborazione.

| | | |
|---------------------------------------|-----------|------|
| <i>Lotta Biologica</i> | Media | 5,49 |
| | Varianza | 2,57 |
| | dev_stand | 1,60 |
| <i>Nuove tecniche Colturali</i> | Media | 4,82 |
| | Varianza | 1,62 |
| | dev_stand | 1,27 |
| <i>Associazionismo</i> | Media | 4,90 |
| | Varianza | 2,67 |
| | dev_stand | 1,64 |
| <i>Modifiche Disciplinare IGP</i> | Media | 2,79 |
| | Varianza | 2,22 |
| | dev_stand | 1,49 |
| <i>Nuovi prodotti IGP</i> | Media | 3,77 |
| | Varianza | 1,45 |
| | dev_stand | 1,20 |
| <i>Polizze Assicurative</i> | Media | 4,51 |
| | Varianza | 3,57 |
| | dev_stand | 1,89 |

9.11. Mondo produttivo –Azioni di adattamento. Stimatori puntuali delle valutazioni espresse su scala tipo Likert Fonte ns elaborazione

| | | |
|----------------------------------|-----------|------|
| <i>Mitigazione</i> | Media | 4,36 |
| | Varianza | 2,97 |
| | Dev_stand | 1,72 |
| <i>Formazione</i> | Media | 4,97 |
| | Varianza | 1,92 |
| | Dev_stand | 1,39 |
| <i>Ricerca</i> | Media | 5,56 |
| | Varianza | 2,41 |
| | Dev_stand | 1,55 |
| <i>Prom. Associazionismo</i> | Media | 4,56 |
| | Varianza | 3,09 |
| | Dev_stand | 1,76 |
| <i>Assistenza mut.</i> | Media | 4,79 |
| | Varianza | 3,06 |
| | Dev_stand | 1,75 |
| <i>Consulenza</i> | Media | 4,97 |
| | Varianza | 2,08 |
| | Dev_stand | 1,44 |
| <i>Piani Fit</i> | Media | 5,56 |
| | Varianza | 1,09 |
| | Dev_stand | 1,05 |

9.12. Mondo politico - Azioni di adattamento. Stimatori puntuali delle valutazioni espresse su scala tipo Likert. Fonte ns elaborazione

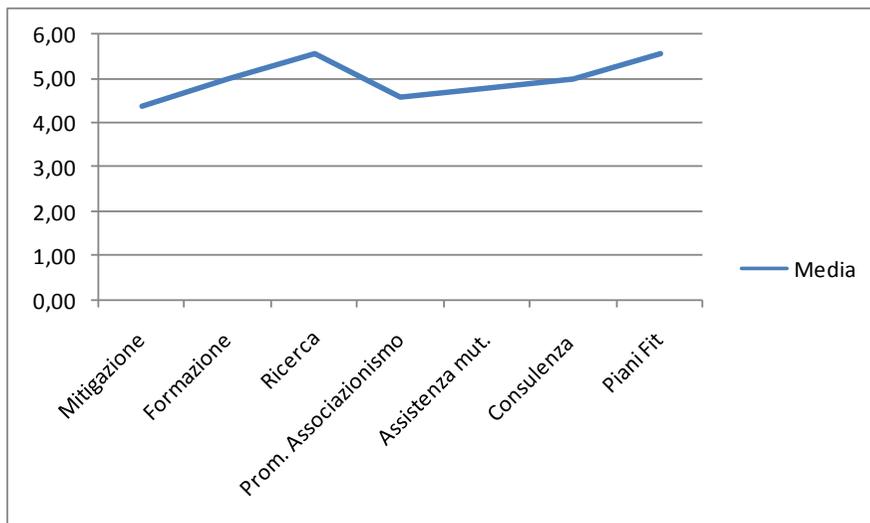


Fig. 9.16. Resilienza. Valutazioni espresse su scala di tipo Likert in relazione alle diverse azioni di adattamento implementabile a livello del mondo politico. Fonte ns elaborazione

9.5 Risultati dell'analisi in componenti principali

9.5.1 Efficacia delle azioni di adattamento implementabili a livello aziendale

I risultati dell'analisi in componenti principali sui dati relativi alle azioni di adattamento potenzialmente implementabili a livello aziendale e da parte delle organizzazioni di produttori per contrastare i potenziali impatti negati causati dai cambiamenti climatici sono mostrati in tabella 9.13 ed in figura 9.17.

| | Autovalori | inerzia(%) | inerzia cumulata(%) |
|--------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| comp 1 | 2,41 | 40,21 | 40,21 |
| comp 2 | 1,27 | 21,21 | 61,43 |
| comp 3 | 0,79 | 13,23 | 74,66 |
| comp 4 | 0,65 | 10,86 | 85,52 |
| comp 5 | 0,60 | 10,06 | 95,59 |
| comp 6 | 0,26 | 4,41 | 100,00 |

Tab 9.13. Matrice delle saturazioni. Fonte:ns. elaborazione

Le prime due componenti riproducono il 61,42% della varianza. Il valore assunto dal 95° percentile delle distribuzioni delle percentuali ottenibili da un campione di 1000 matrici di correlazione estratte casualmente da un di set di dati di dimensioni uguali alla matrice di dati grezzi risulta pari a 52,18%.

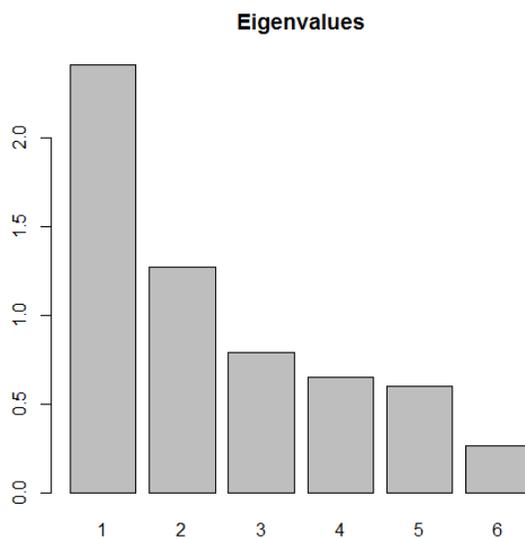


Fig.9.17. Autovalori: bar chart. Fonte:ns. elaborazione

Le variabili che saturano maggiormente la prima componente estratta (tabella 9.14, figura 9.18) risultano essere lotta biologica e stipulazione di polizze assicurative per la copertura dei danni alla coltura, causati da eventi meteorici. Valori alti di saturazione sono associati anche alle variabili introduzione di nuovi prodotti IGP e promozione dell'associazionismo tra castanicoltori. Analizzando la seconda componente estratta, la variabile alle quale è attribuito il valore di saturazione più elevato risulta essere , invece,introduzione di nuove tecniche colturali sul castagneto da frutto.

| Variabile | dim1 | dim2 | Variabile | dim1 | dim2 |
|-----------|-------|--------|-----------|-------|--------|
| BIO | 0,732 | 0,390 | COLT | 0,449 | 0,727 |
| POLIZ | 0,699 | 0,093 | BIO | 0,732 | 0,390 |
| PROD | 0,698 | -0,521 | POLIZ | 0,699 | 0,093 |
| ASS | 0,671 | -0,053 | ASS | 0,671 | -0,053 |
| IGP | 0,499 | -0,556 | PROD | 0,698 | -0,521 |
| COLT | 0,449 | 0,727 | IGP | 0,499 | -0,556 |

Tab.9.14. Pesì componenziali delle variabili sulla prima e seconda componente principale. Fonte: ns.elaborazione.

Valori di saturazione piuttosto elevati sono associati anche alle variabili introduzione di nuovi prodotti IGP e modifiche del disciplinare IGP, tuttavia queste variabili presentano con la seconda componente una correlazione negativa.

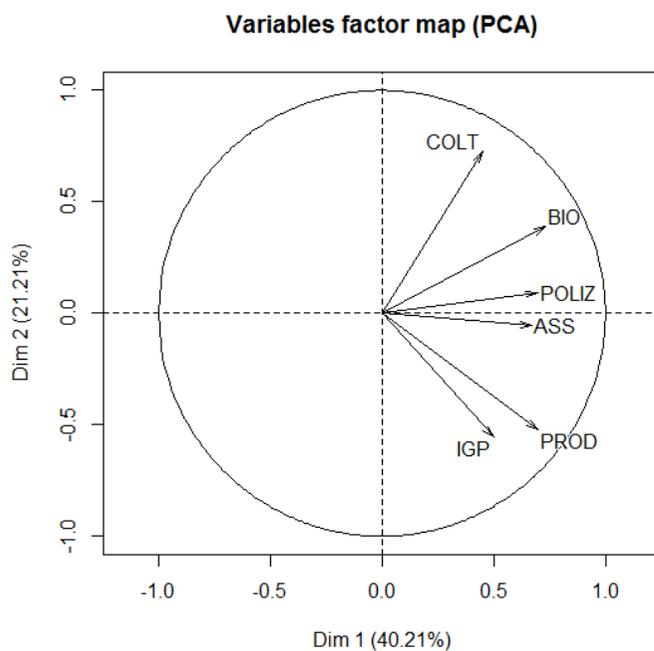


Fig.9.18. Cerchio delle correlazioni. Fonte: ns. elaborazione

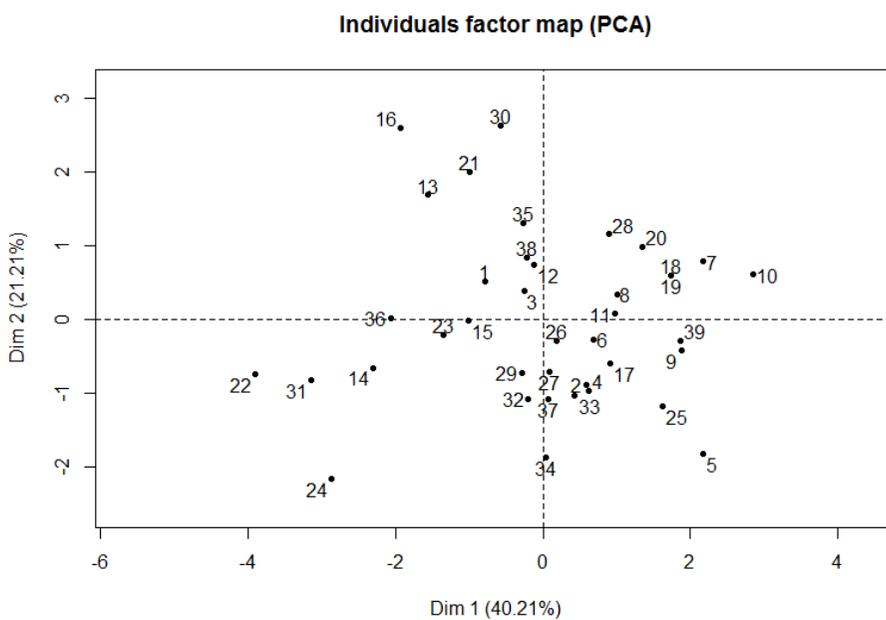


Fig.9.19. Grafico delle unità. Fonte: ns. elaborazione

La figura 9.20e la figura 9.21 riportano i risultati dalla HCPC.

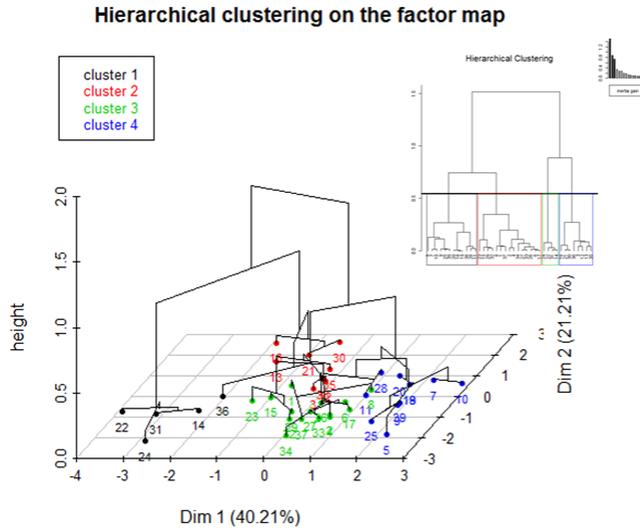


Fig.9.20. HCPC: risultati. Fonte: ns elaborazione

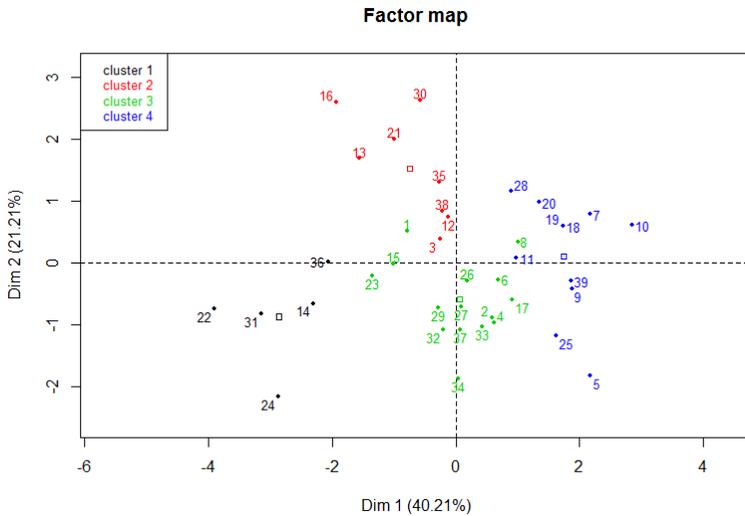


Fig.9.21. Cluster di unità statistiche sullo spazio delle componenti. Fonte: ns elaborazione

Il cluster 1 è negativamente correlato sia con la prima componente che con la seconda. Il cluster 2 risulta, invece, correlato negativamente con la prima componente e positivamente con la seconda. Il cluster3, è principalmente correlato positivamente con la prima e negativamente con la seconda componente. Il cluster 4, infine, è correlato positivamente con la prima componente e principalmente con la seconda.

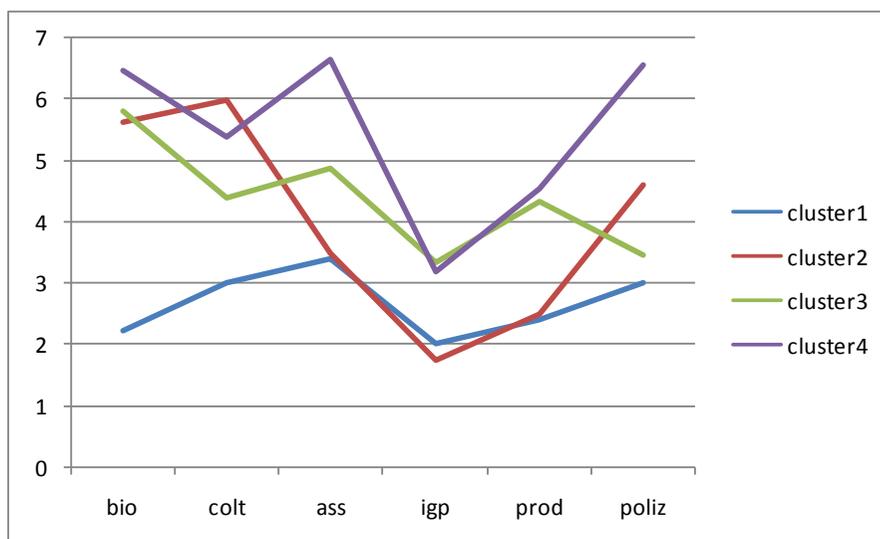


Fig.9.22. Medie delle valutazioni espresse tramite scala di Likert per i cluster individuati. Fonte: ns. elaborazione.

Nel primo cluster (Figura 9.22) le valutazioni attribuite alle diverse variabili su scala di tipo Likert registrano valori medio-bassi, e comunque inferiori rispetto agli altri cluster, in relazione a tutte le variabili, ad eccezione della variabile modifiche al disciplinare IGP. Il secondo cluster si caratterizza, invece, per valutazioni elevate, associate alla variabile introduzione di nuove tecniche colturali sui castagneti da frutto, e valori bassi in relazione alle variabili modifiche al disciplinare IGP e introduzione di nuovi prodotti IGP. Nel terzo cluster si registrano valori medio-bassi relativamente alla variabile introduzione di nuove tecniche colturali sui castagneti da frutto. Il

quarto cluster, infine, presenta valori medi più elevati rispetto agli altri cluster, ad eccezione della variabile introduzione di nuove tecniche colturali sui castagneti da frutto e modifiche al disciplinare IGP.

Per concludere, si può osservare (tabella 9.15) che il primo cluster è rappresentato per il 40% da funzionari della Regione Toscana, per il 40% da ricercatori e per il 20% da funzionari degli Enti Locali. Non appartengono al primo cluster, invece, i produttori. Il secondo cluster è composto per il 38% da funzionari degli Enti locali, per il 38% da ricercatori, per il 13% da funzionari della Regione Toscana e per il 13% da produttori. Il terzo cluster, il più numeroso, include produttori, funzionari della Regione Toscana e ricercatori in uguale proporzione (27%), mentre i funzionari degli Enti locali costituiscono il 20% del totale. Il quarto gruppo, infine, è costituito per il 55% dai funzionari degli Enti locali, per il 18% da produttori e funzionari della Regione Toscana e dei funzionari della Regione Toscana; i ricercatori costituiscono soltanto il 9% del totale.

| Tipologia | clus1 | %_clus1 | clus2 | %_clus2 | clus3 | %_clus3 | clus4 | %_clus4 |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| Produttori | 0 | 0% | 1 | 12,5% | 4 | 26,67% | 2 | 18% |
| Enti Locali Regione Toscana | 1 | 20% | 3 | 37,5% | 3 | 20% | 6 | 55% |
| Ricercatori | 2 | 40% | 3 | 37,5% | 4 | 26,67% | 1 | 9% |
| totale_clu | 5 | 100% | 8 | 100% | 15 | 100% | 11 | 100% |

Tab.9.15. Distribuzione delle unità statistiche nei cluster individuati. Fonte:ns elaborazione

9.5.2 Efficacia delle azioni di adattamento implementabili a livello del mondo politico

I risultati dell'analisi in componenti principali dei dati raccolti attraverso la compilazione della quarta area del questionario, dedicata alla valutazione dell'efficacia delle azioni di adattamento ai potenziali effetti dei cambiamenti climatici sul settore produttivo, in relazione alla realtà indagata, che potranno essere intraprese a livello del mondo politico, sono mostrati in tabella 9.16 ed in figura 9.23.

| Dim | Autovalori | %_inerzia | %_inerzia cumulata |
|------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| comp 1 | 3,53 | 50,44 | 50,44 |
| comp 2 | 1,48 | 21,14 | 71,58 |
| comp 3 | 0,68 | 9,70 | 81,28 |
| comp 4 | 0,45 | 6,38 | 87,66 |
| comp 5 | 0,40 | 5,76 | 93,42 |
| comp 6 | 0,30 | 4,27 | 97,69 |
| comp 7 | 0,16 | 2,31 | 100,00 |

Tab.9.16. Matrice delle saturazioni. Fonte:ns elaborazione

Le prime due componenti riproducono il 71,58% della varianza. Il valore assunto dal 95° percentile delle distribuzioni delle percentuali ottenibili da un campione di 1000 matrici di correlazione estratte casualmente da un di set di dati di dimensioni uguali alla matrice di dati grezzi risulta pari al 47,40 %, quindi inferiore a quello ottenuto attraverso l'estrazione delle componenti dalla matrice dei dati reali.

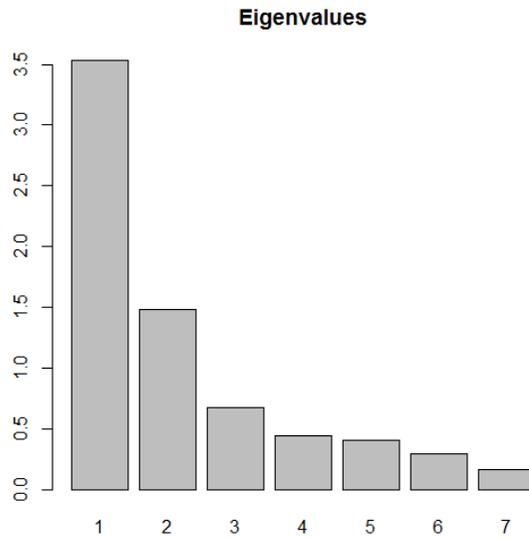


Fig.9.23. Autovalori: bar chart. Fonte:ns. elaborazione

Una migliore interpretazione dei risultati può essere ottenuta analizzando la tabella 9.17, che contiene i valori dei pesi componenziali delle variabili sulla prima e seconda componente principale estratte.

| | comp1 | comp2 | | comp1 | comp2 |
|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| FORM | 0,85 | 0,30 | MITIG | 0,08 | 0,86 |
| RICERCA | 0,84 | 0,37 | RICERCA | 0,84 | 0,37 |
| CONS | 0,83 | 0,12 | FORM | 0,85 | 0,30 |
| PROM_ASS | 0,82 | -0,19 | CONS | 0,83 | 0,12 |
| FIT | 0,67 | -0,43 | PROM_ASS | 0,82 | -0,19 |
| ASS_MUT | 0,53 | -0,53 | FIT | 0,67 | -0,43 |
| MITIG | 0,08 | 0,86 | ASS_MUT | 0,53 | -0,53 |

Tab.9.17. Pesi componenziali delle variabili sulla prima e seconda componente principale. Fonte:ns elaborazione.

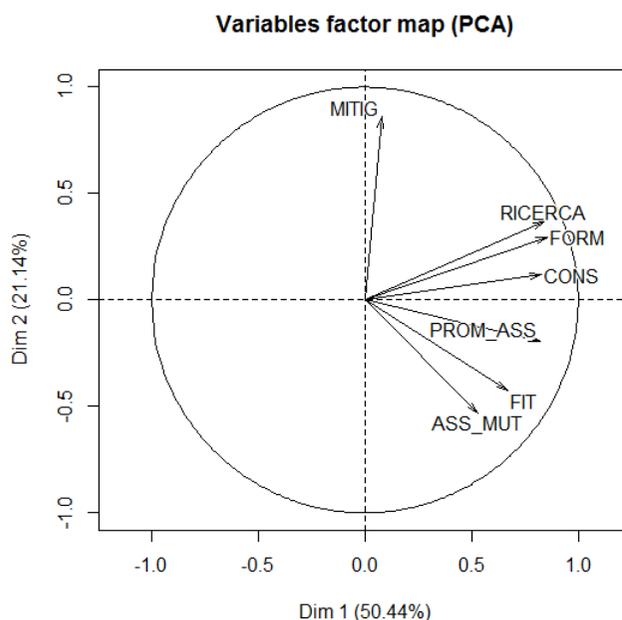


Fig.9.24. Cerchio delle correlazioni. Fonte: ns. elaborazione

Le variabili che saturano maggiormente la prima componente risultano essere “formazione professionale”; “sostegno alla ricerca e allo sviluppo tecnologico”, “sviluppo di servizi di consulenza agricola” e “promozione dell’associazionismo tra produttori”. Assumono valori piuttosto elevati anche i pesi componenziali relativi a ‘piani di azione e controllo fitosanitario’ e ‘sostegno ai produttori per l’accesso a strumenti assicurativi e mutualistici’. Il peso componenziale della variabile ‘politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici’ assume, al contrario, un valore molto basso. E’, inoltre, da rilevare che tutte le variabili presentano correlazione positiva con la prima componente. La seconda componente è saturata dalla variabile ‘politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici’. Presentano dei valori piuttosto elevati anche i pesi componenziali delle variabili ‘piani di azione e controllo fitosanitario’ e sostegno ai produttori per l’accesso a strumenti assicurativi e mutualistici’, tuttavia le variabili hanno correlazione negativa con la componente. I

pesi componenziali delle altre variabili hanno un valore piuttosto basso (inferiore o uguale a 30).

Attraverso la HCPC è stato possibile individuare 3 cluster omogenei di individui. Il cluster 1 è negativamente correlato sia con la prima che con la seconda componente. Il cluster 2 risulta, invece, correlato negativamente principalmente con la prima componente e positivamente con la seconda. Il cluster 3, infine, è principalmente correlato positivamente sia con la prima e negativamente con la seconda componente.

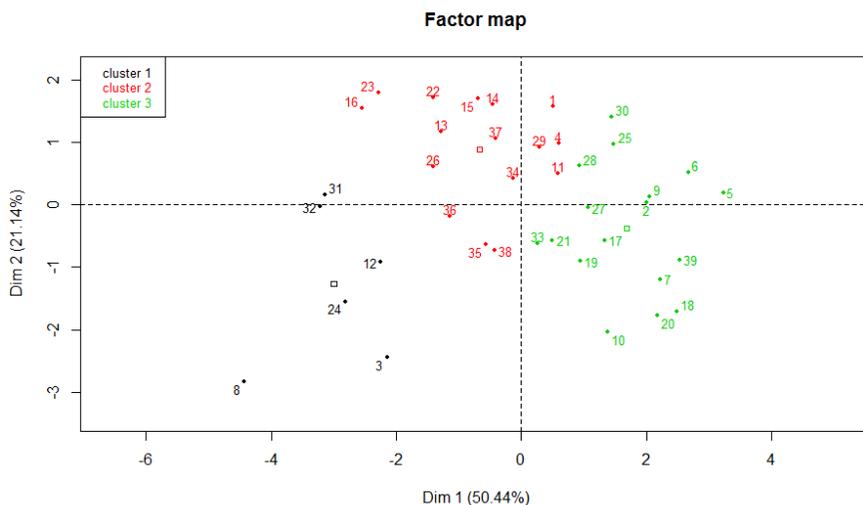


Fig.9.25. Cluster di individui sullo spazio delle componenti. Fonte: ns elaborazione.

La tabella 9.18 fornisce informazioni relative alla distribuzione dei soggetti intervistati nei tre cluster individuati, in funzione della tipologia di stakeholder intervistato: alla formazione del primo cluster, che rappresenta il 15% del campione, partecipano produttori e funzionari della Regione Toscana e funzionari degli Enti locali e ricercatori in uguale proporzione (rispettivamente 17% e 33%). Il secondo cluster, che comprende il 41% del campione, è formato, per il 31% da ricercatori e Enti locali, per il 25% da funzionari della Regione Toscana e per il 13% dei produttori. Il terzo cluster, infine, è

composto per 24% da produttori, per il 35% da Enti locali per il 24% da funzionari della Regione Toscana e per il 18% da ricercatori. Le figure a pagina successiva riportano le valutazioni medie attribuite dai soggetti appartenenti ai diversi cluster alle variabili rilevate: Il cluster 1 presenta valori mediamente inferiori rispetto agli altri due cluster, in particolare in relazione alle variabili politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici, formazione professionale, sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico, sviluppo di servizi di consulenza e promozione dell'associazionismo tra produttori.

| Tipologia Stakeholder | clus1 | %_clus1 | clus2 | %_clus2 | clus3 | %_clus3 | Totale tipologia |
|-----------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|------------------|
| 1_Produttore | 1 | 17% | 2 | 13% | 4 | 24% | 7 |
| 2_Ente Locale | 2 | 33% | 5 | 31% | 6 | 35% | 13 |
| 3_Regione Toscana | 1 | 17% | 4 | 25% | 4 | 24% | 9 |
| 4_Ricercatore | 2 | 33% | 5 | 31% | 3 | 18% | 10 |
| Totale cluster | 6 | 15% | 16 | 41% | 17 | 44% | 39 |

Tab.9.18. Distribuzione delle unità statistiche nei cluster individuati. Fonte:ns elaborazione

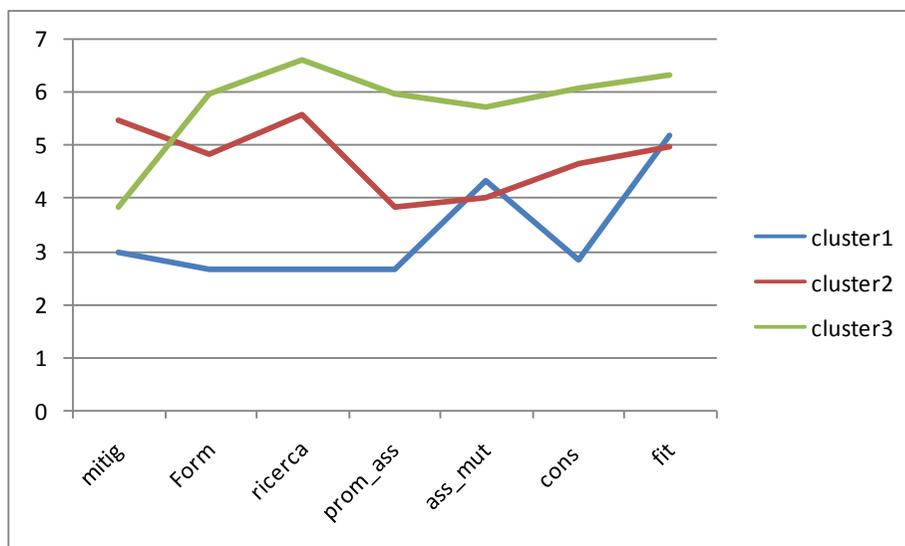


Fig.9.26. . Medie delle valutazioni attribuite alle variabili tramite scala tipo Likert per i tre cluster di individui. Fonte:ns. elaborazione

Il secondo cluster assume, in media, valori più elevati rispetto al cluster 1 e al cluster 3 in relazione alla variabile politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici; assume inoltre valori medio-alti in relazione alla variabili sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico. Valori medio-bassi sono associati alle variabili promozione dell'associazionismo tra produttori e sostegno ai produttori per l'accesso a strumenti assicurativi e mutualistici assistenza. Il terzo cluster, infine, è caratterizzato da valori medio-alti in relazione a tutte le variabili, ad eccezione di politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici.

10. Conclusioni e discussione

Il lavoro affronta il tema degli effetti negativi che i cambiamenti climatici in atto potranno provocare sulle produzioni agroforestali di qualità in regione toscana, in un orizzonte temporale di breve-medio periodo, con particolare riferimento ad una specifica realtà - la Castagna del Monte Amiata IGP - , allo scopo di fornire un quadro di riferimento, che possa servire come spunto per lo sviluppo di ulteriori studi, ma risultare utile anche all'operatore pubblico, nell'ambito dello svolgimento delle attività relative sia alla pianificazione e programmazione di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici, che alla definizione di corrette strategie di comunicazione del rischio in materia di Global warming.

Lo studio ha perseguito gli obiettivi principali di indagare come diversi stakeholder percepiscano il rischio che i cambiamenti climatici possano provocare effetti negativi di diversa entità sulla realtà produttiva indagata, in funzione di diversi impact factor, e di valutare come sia giudicata, dagli stessi individui, l'efficacia di diverse strategie di adattamento, implementabili a scala regionale e locale, nel contrastare tali effetti.

A tal fine è stata realizzata una indagine diretta, nel corso della quale sono stati coinvolti soggetti interessati, opportunamente selezionati tra le seguenti categorie: castanicoltori e membri/esponenti di organizzazioni di produttori, associazioni di categoria ed Enti locali, dirigenti/funzionari di alcune specifiche strutture della Regione Toscana e della Provincia di Grosseto, ricercatori universitari e afferenti ad altri Enti di ricerca.

Agli esperti, attraverso somministrazione di un questionario strutturato, è stato chiesto di fornire una valutazione, espressa in una scala di giudizio a sette posizioni, in merito al rischio che, nel prossimo trentennio, i principali impact factor dei cambiamenti climatici per i sistemi agro-forestali possano provocare impatti negativi di diversa entità sui castagneti da frutto presenti nell'areale di

produzione della castagna del Monte Amiata IGP, con ripercussioni, in termini qualitativi e quantitativi, anche sulla produzione castanicola. L'utilizzo dello stesso questionario, inoltre, ha permesso di rilevare come sia valutata, in scale di giudizio a sette posizioni, l'efficacia di alcune strategie di adattamento, implementabili a livello aziendale e politico, al fine di contrastare tali impatti.

I risultati dell'indagine mostrano che gli stakeholder percepiscono in modo differenziato il rischio associato al verificarsi degli impatti analizzati, sia generalmente intesi, sia in relazione ai quattro impact factor considerati. Più precisamente, valutazioni medio-alte sono attribuite al rischio che i cambiamenti climatici provochino impatti a danno della produzione castanicola, ed in particolare al rischio di perdite di raccolto, piuttosto che al peggioramento delle caratteristiche qualitative del frutto. Per quanto riguarda gli effetti sulle singole piante, gli intervistati percepiscono come medio-basso il rischio che nell'orizzonte temporale considerato si verifichino impatti irreversibili, con conseguente morte dell'individuo e, nei casi più gravi, di disseccamento di vaste superfici coltivate a castagneto da frutto. In realtà, differenze si possono riscontrare se si analizzano i risultati ottenuti in funzione dei quattro impact factor. Valutazioni più elevate sono state attribuite agli agenti biotici (rischio medio) rispetto agli altri tre impact factor considerati (rischio medio-basso), in particolare in relazione al rischio che si verifichino impatti di tipo irreversibile sulle singole piante. A conferma di questo risultato la multiple factor analysis ha mostrato che esiste una forte correlazione tra gli impac factor agenti biotici e diminuzione della precipitazione e gli impact factor eventi meteorologici estremi e aumento della temperatura. In effetti, si può notare che ai primi due impact factor sono associate valutazioni di rischio medio-alte/ alte in relazione agli impatti riguardanti la diminuzione e il peggioramento della qualità della produzione, mentre a eventi estremi e temperatura sono associate, per gli stessi impatti, valutazioni di rischio medio. Valutazioni medie di rischio, sono associate, per la seconda coppia di impact factor, anche agli impatti di tipo reversibile, mentre ad agenti biotici e precipitazione viene associato un rischio medio - alto/alto.

I risultati della HCPC mettono in evidenza, inoltre, che esiste variabilità nella percezione del rischio a livello delle unità statistiche

che compongono i gruppi afferenti alle stesse categorie professionali considerate, ad esclusione dei ricercatori, che fanno parte, con poche eccezioni, di un unico cluster. Può essere interessante rilevare, inoltre, come il cluster che assorbe, in termini numerici, la maggioranza dei ricercatori e dei produttori – e quindi di coloro che possiedono conoscenze maturate in campo ed esperienza diretta di castanicoltura – registri valutazioni mediamente più elevate in relazione a tutte le tipologie di impatto e di impact factor considerati, ad esclusione del rischio associato al verificarsi potenziali impatti irreversibili. Un altro elemento di differenziazione rispetto agli altri cluster, inoltre, riguarda i rischi legati all'azione di agenti biotici: questi, infatti, sono considerati medio-alti/alti, con valutazioni superiori rispetto agli altri tre impact factor considerati, in relazione ai potenziali impatti sulla produzione.

In merito all'efficacia delle azioni di adattamento implementabili a livello aziendale e da parte delle associazioni di produttori, si rileva che la lotta biologica ha ottenuto una valutazione di efficacia alta; una valutazione di efficacia alta/medio.-alta è stata attribuita alle azioni che prevedono il ricorso a strumenti di tipo finanziario (stipulazione di polizze a copertura dei danni alle colture provocate da agenti meteorici), alla promozione dell'associazionismo tra produttori e all'introduzione di nuove tecniche colturali sui castagneti da frutto. Alle azioni che riguardano la certificazione IGP, al contrario, sono attribuite valutazioni medio-basse/basse.

Coerentemente a questi risultati, le azioni politiche alle quali è associata una valutazione di efficacia alta nel contrastare i potenziali effetti negativi legati ai cambiamenti climatici sono risultate la realizzazione di piani di azione, eradicazione e controllo fitosanitario, il sostegno alla ricerca agronomica e allo sviluppo tecnologico e la formazione professionale.

Da rilevare come, anche per quanto riguarda la valutazione dell'efficacia delle diverse azioni di adattamento, non esista omogeneità all'interno delle quattro categorie di stakeholder: i cluster derivanti dall'analisi HCPC presentano una composizione piuttosto eterogenea, comprendendo unità appartenenti a diverse categorie, in proporzioni mai superiori al 40%.

Estendere ulteriormente l'indagine, coinvolgendo un maggior numero di unità statistiche ed includendo nel campione soggetti che svolgono la propria attività lavorativa in settori diversi da quelli considerati, potrebbe permettere di interpretare in modo migliore il fenomeno indagato e di comprendere le motivazioni che inducono i soggetti che afferiscono alla stessa categoria professionale a fornire valutazioni diverse in merito ai rischi legati ai quattro driver di cambiamento climatico considerati.

Infine, si ricorda che l'indagine si proponeva di verificare se i soggetti interessati percepissero in modo differenziato il rischio legato ai futuri cambiamenti climatici sulle tre varietà tutelate dal disciplinare IGP. Nel corso dell'indagine, tuttavia, la categoria dei produttori è risultata l'unica in possesso di queste conoscenze e non è stato possibile approfondire la ricerca: effettuare ulteriori indagini in tal senso presso un campione rappresentativo di castanicoltori è molto rilevante ai fini dello studio e costituisce, indubbiamente, un potenziale sviluppo per la ricerca.

Bibliografia

Abdi, H., & Williams, L.J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2, 433-459. [Online] Reperibile al sito: <http://www.utdallas.edu/~herve/abdi-awPCA2010.pdf> [04/12/2014]

Abdi, H., Williams, L.J., Valentin, D., & Bennani-Dosse, M. (2012). STATIS and DISTATIS: Optimum multi-table principal component analysis and three way metric multidimensional scaling. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 4, 124-167. doi: 10.1002/wics.198. [Online] Reperibile al sito: http://www.utdallas.edu/~herve/abdi_Wires_AWVB2012_Final.pdf [04/12/2014]

Abdi, H., Williams, L.J., & Valentin, D. (2013). Multiple factor analysis: Principal component analysis for multi-table and multi-block data sets. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 5, 149-179. Doi: 10.1002/wics.1246 [Online] Reperibile al sito: <http://www.utdallas.edu/~herve/abdi-WiresCS-mfa-2013.pdf> [04/12/2014]

Adger W.N, Dessai, S., Goulden, M, Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D.R., Naess, LO, Wolf, J, Wreford, A.(2009) Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change*. V 93 N 3-4 P 335-354. 2009-04-01. Springer Netherlands. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-008-9520-z> [04/12/2014]

Arfini F., Belletti G., Marescotti A. (2010). *Prodotti Tipici E Denominazioni Geografiche. Strumenti di tutela e valorizzazione.* Tellus edizioni. Roma. [Online] Reperibile al sito: <http://www.gruppo2013.it/working-paper/Documents/Prodotti%20tipici%20e%20denominazioni%20geografiche.pdf> [04/12/2014]

Arnell N.W., Tompkins E. L., Adger W. N. (2005). “Eliciting Information from Experts on the Likelihood of Rapid Climate Change”. *Risk Analysis*, v.25, n. 6 p. 1539-6924. Blackwell Publishing, Inc. [Online]. Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00689.x> [04/12/2014]

Barham E (2003), *Translating terroir: the global challenge of French AOC labelling.* *Journal of Rural Studies*, Volume 19, Issue 1, January 2003, Pages 127-138, ISSN 0743-0167. [Online] Reperibile al sito: [http://dx.doi.org/10.1016/S0743-0167\(02\)00052-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0743-0167(02)00052-9). [04/12/2014]

Bernetti I., Menghini S., Marinelli N., Sacchelli S., Alampi Sottini V. (2012). *Assessment of climate change impact on viticulture: Economic evaluations and adaptation strategies analysis for the Tuscan wine sector,* *Wine Economics and Policy*, Volume 1, Issue 1, December 2012, Pages 73-86, ISSN 2212-9774. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wep.2012.11.002>. [04/12/2014]

Bruschi A. (1999). *Metodologia delle scienze sociali.* Edizioni Bruno Mondadori, Milano. 1999

Bolasco S. (1999). *Analisi multidimensionale dei dati.* Carocci editore. Roma. 1999

Caselli M. “Indagare con il questionario”. Vita e pensiero. Milano. 2007

Cerroni S., Douglass Shaw W, “Does climate change information affect stated risks of pine beetle impacts on forests? An application of the exchangeability method”, *Forest Policy and Economics*, Volume 22, September 2012, Pages 72-84, ISSN 1389-9341, Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2012.04.001>. [Online] Reperibile al sito:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934112000925>
[04/12/2014]

Chiorri (2011). Teoria e tecnica psicometrica. Costruire un test psicologico. McGraw-Hill Companies srl. (Milano).

Ciordia M., Feito I., Pereira-Lorenzo S., Fernández A., Majada J., Adaptive diversity in *Castanea sativa* Mill. half-sib progenies in response to drought stress, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 78, May 2012, Pages 56-63, ISSN 0098-8472. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.12.018>. [04/12/2014]

COMMISSIONE UE(2009) LIBRO BIANCO “L'adattamento ai cambiamenti climatici: verso un quadro d'azione europeo. Bruxelles, 1.4.2009. COM(2009) 147 definitivo. [Online] Reperibile al sito: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2009:0147:FIN:it:PDF> [04/12/2014]

Conedera M., Stanga P., Oester B., Bachmann P. (2001). Different post-culture dynamics in abandoned chestnut orchards and coppices. *For. Snow Landsc. Res.* 76, 3: 487–492 (2001).[Online] Reperibile al sito: <http://www.issw.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/4890.pdf> [04/12/2014]

Di Franco, Marradi (2003). *Analisi fattoriale e analisi in componenti principali*. Bonanno Editore. Roma-Catania.

Dolan, A.H., B. Smit, M.W. Skinner, B. Bradshaw, and C.R. Bryant. (2001). *Adaptation to Climate Change in Agriculture: Evaluation of Options*; University of Guelph, Department of Geogrpahy Occasional Paper No. 26. [Online] Reperibile al sito:

EEA (2007). *EEA environmental statement 2007*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg. [Online] Reperibile al sito:http://www.eea.europa.eu/publications/corporate_document_2007_2 [04/12/2014]

EFI (2008). "Impacts of climate change on European forests and options for adaptation."Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development” (2008). [Online] Reperibile al sito: http://ec.europa.eu/agriculture/analysis/external/euro_forests/index_en.htm. [04/12/2014]

EFSA(2010) Panel on Plant Health (PLH). Risk assessment of the oriental chestnut gall wasp, *Dryocosmus kuriphilus* for the EU territory and identification and evaluation of risk management

options. EFSA Journal 2010; 8(6):1619 [114 pp.].
10.2903/j.efsa.2010.1619. [Online] Reperibile al sito:
<http://www.efsa.europa.eu/it/efsajournal/pub/1619.htm> [04/12/2014]

Field, C.B., V.R. Barros, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, M. van Aalst, W.N. Adger, D.J. Arent, J. Barnett, R. Betts, T.E. Bilir, J. Birkmann, J. Carmin, D.D. Chadee, A.J. Challinor, M. Chatterjee, W. Cramer, D.J. Davidson, Y.O. Estrada, J.-P. Gattuso, Y. Hijikata, O. Hoegh-Guldberg, H.Q. Huang, G.E. Insarov, R.N. Jones, R.S. Kovats, P. Romero-Lankao, J.N. Larsen, I.J. Losada, J.A. Marengo, R.F. McLean, L.O. Mearns, R. Mechler, J.F. Morton, I. Niang, T. Oki, J.M. Olwoch, M. Opondo, E.S. Poloczanska, H.-O. Pörtner, M.H. Redster, A. Reisinger, A. Revi, D.N. Schmidt, M.R. Shaw, W. Solecki, D.A. Stone, J.M.R. Stone, K.M. Strzepek, A.G. Suarez, P. Tschakert, R. Valentini, S. Vicuña, A. Villamizar, K.E. Vincent, R. Warren, L.L. White, T.J. Wilbanks, P.P. Wong, and G.W. Yohe, 2014: Technical summary. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 35-94. [Online] Reperibile al sito: https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-TS_FINAL.pdf [04/12/2014]

França Doria M., Boyd E., Tompkins E. L., Adger W.N. (2009). "Using expert elicitation to define successful adaptation to climate change". Environmental Science & Policy, v.12, n.7, pp810 - 819, doi : <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2009.04.001>. [Online] Reperibile al sito: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901109000616> [04/12/2014].

Gallopín G. C. (2006). "Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity ". *Global Environmental Change* v.16, n.3, pg293 – 303.

Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>. [Online].

reperibile al sito:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378006000409>
[04/12/2014]

Giannakopoulos C., Le Sager P, Bindi M., Moriondo M., Kostopoulou E., Goodess C.M. (2009) "Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 C global warming". *Global and Planetary Change*, Volume 68, Issue 3, August 2009, Pages 209-224. [Online] Reperibile al sito:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.06.001> [04/12/2014]

Gomes-Laranjo J., Peixoto F., Wong Fong Sang H. W., Torres-Pereira J. (2006). Study of the temperature effect in three chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars' behaviour, *Journal of Plant Physiology*,

Volume 163, Issue 9, 25 September 2006, Pages 945-955. [Online].

Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2005.06.020>.

[04/12/2014]

INFC 2005 – Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, Ispettorato Generale - Corpo Forestale dello Stato. Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura Unità di ricerca per il Monitoraggio e la Pianificazione Forestale (CRA-MPF).

[Online] Reperibile al sito:

http://www.sian.it/inventarioforestale/jsp/dati_introa.jsp?menu=3

[04/12/2014]

IPCC, 2007a: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the

Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[Online] Reperibile al sito:

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm

[04/12/2014]

IPCC, 2007b: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC, 2007c: Climate Change 2007: Synthesis report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core writing team: Pachauri, R.K. and Reisinger, A., (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp. [Online] Reperibile al sito: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm [04/12/2014]

IPCC (2013): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [Online]

Reperibile al sito: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf [04/12/2014]

IPCC (2014): Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.
[Online] Reperibile al sito: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_en.pdf [04/12/2014]

Labourdette D.R., Schmitz M F., Pineda F. D (2013) Changes in tree species composition in Mediterranean mountains under climate change: Indicators for conservation planning, *Ecological Indicators*, Volume 24, January 2013, Pages 310-323. [Online] <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.021>. [04/12/2014]

Lempert R., Nakicenovic N., Sarewitz D., Schlesinger M. (2004), "Characterizing Climate-Change Uncertainties for Decision-Makers. An Editorial Essay". *Climatic Change*, v.65, n1-2, pp 1-9. Kluwer Academic Publishers. [Online]. Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1023/B%3ACLIM.0000037561.75281.b3> [04/12/2014]

Maggino F.(2005), "L'analisi dei dati nell'indagine statistica". Vol.1 Firenze University Press (Firenze).

Marradi A. Gasperoni G. (a cura di) "Costruire di dato 3: le scale di Likert". Franco Angeli Editore. Collana di sociologia. Milano. 2004.

Mastrandrea M.D.; Heller N.E.; Root T.L.; Schneider S.H (2010), Bridging the gap: linking climate-impacts research with adaptation planning and management, Journal Article, Climatic Change, V 100 N 1, 2010-05-01, P 87-101, Springer. Netherlands ISSN 0165-0009, [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-010-9827-4>. [04/04/2014]

Mandryk M., Reidsma P., Kanellopoulos A., Groot J.C.J., van Ittersum M.K. (2014). “ role of farmers’ objectives in current farm practices and adaptation preferences: a case study in Flevoland, the Netherlands”. Regional Environmental Change, v.14, n.4, pp.1463-1478. Springer Berlin Heidelberg. Doi:10.1007/s10113-014-0589-9. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-014-0589-9> [04/12/2014]

McDaniels T., Lawrence J, Axelrod J., Slovic P (1995) Characterizing Perception of Ecological Risk. Risk Analysis, Vol. 15. No. 5, 1995. [Online] Reperibile al sito: <http://www.geo.mtu.edu/volcanoes/06upgrade/Social-KateG/Attachments%20Used/EcologicalRisk.pdf> [04/12/2014]

McDaniels T.L., Axelrod L.J., Cavanagh N.S, Slovic P.(1998), Perception of ecological risk to water environments, Insurance: Mathematics and Economics, Volume 22, Issue 2, 1 June 1998, Pages 190-191, ISSN 0167-6687, [http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6687\(98\)80048-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0167-6687(98)80048-6). [Online] Reperibile al sito: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167668798800486> [04/12/2014]

McFarlane B. L.(2005). Public Perceptions of Risk to Forest Biodiversity. Risk Analysis, v.25, n.3, pp 543—553. Blackwell Publishing, Inc. doi:10.1111/j.1539-6924.2005.00623.x. [Online].

Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00623.x>. [04/12/2014]

Memoli R. (2005). *Strategie e strumenti della ricerca sociale*. Franco Angeli. (Milano).

Mipaaf, (2013). *Piano del settore castanicolo 2010-2013*. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2005.06.020>. [04/12/2014]

Morgan GM, Keith (1995). “Subjective judgments by climate experts”. *Environmental science and technology*. V.29, n.10, pp. 468-476. [Online] Reperibile al sito: http://stephenschneider.stanford.edu/Publications/PDF_Papers/Morgan_KeithSM.pdf [04/12/2014]

Morgan GM., Pitelka L.F., Shevliakova E. (2001). “Elicitation of Expert Judgments of Climate Change Impacts on Forest Ecosystems”. *Climatic Change*, v.49, n.3, pp 279-307, Kluwer Academic Publishers, doi. 10.1023/A:1010651300697. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1010651300697> [04/12/2014]

Ohlemüller r., Gritti, S., Sykes, M. T. Thomas, c. D (2006).. *Quantifying components of risk for European woody species under climate change*, *Global Change Biology*, Volume.12 n.9 pp .1788--1799, , Blackwell Publishing Ltd. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01231.x> [04/12/2014]

Olesen J. E., Bindi M. (2002), *Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy*, European

Journal of Agronomy, Volume 16, Issue 4, June 2002, Pages 239-262.
[Online] Reperibile al sito: [http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00004-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00004-7) [04/12/2014]

Olesen J.E., Trnka M., Kersebaum K.C, Skjelvåg A.O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra J., Micale F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. European Journal of Agronomy, Volume 34, Issue 2, February 2011, Pages 96-112. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2010.11.003>. [04/12/2014]

Palumbo M, Gambarino E. (2004). Strumenti e strategie della ricerca sociale. Franco Angeli. Milano 2004

Pereira, M. G., Caramelo, L., Gouveia, C., Gomes-Laranjo, J., Magalhães, M. (2011). Assessment of weather-related risk on chestnut productivity. Natural Hazards and Earth System Science, volume 11 n.10 2011, pp. 2729—2739. [Online] Reperibile al sito: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/11/2729/2011/> [04/12/2014]

Pettenella D. (2001). Marketing perspectives and instruments for chestnut products and services. For. Snow Landsc. Res. 76, 3: 511–517. [Online] Reperibile al sito: <http://www.issw.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/4887.pdf> [04/12/2014]

Petr M, Boerboom L, Ray D, van der Veen A (2014), An uncertainty assessment framework for forest planning adaptation to climate change, Forest Policy and Economics, Volume 41, April 2014, Pages 1-1. , <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2013.12.002>. [Online] Reperibile al sito: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934113002475>

[04/12/2014]

Pignatti, G. "Forest vegetation in view of some scenarios of climate change in Italy." *Forest@-Journal of Silviculture and ForestEcology*8.1 (2011): 1. [Online] Reperibile al sito:
<http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=efor0650-008#tab-download>
[04/12/2014]

Raaijmakers R., JKrywkow J., van der Veen A (2008), "Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: an exploratory research for hazard mitigation", *Natural hazards*, v. 46, n.3, September 2008, p.307-322, Springer. [Online] Reperibile al sito:
<http://doc.utwente.nl/59993/> [04/12/2014]

Reidsma P, Ewert F., Lansink A. O., Leemans R. (2010). "Adaptation to climate change and climate variability in European agriculture: The importance of farm level responses ". *European Journal of Agronomy* ", v.32, n.1, pp.91 – 102. Doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.eja.2009.06.003>. [Online] Reperibile al sito:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030109000586> [04/04/2012]

Rocchi B., Stefani G. (2009). *Stima del valore di produzioni agroalimentari di qualità in Toscana*. Firenze.[Online] Reperibile al sito:
http://analisieconomiche.arsia.toscana.it/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=14&path=report/progetti%20di%20ricerca/tematiche%20varie [04/12/2014]

Ruiz-Labourdette D, Fe Schmitz M., Pineda F.D (2013) "Changes in tree species composition in Mediterranean mountains under climate change: Indicators for conservation planning ". *Ecological Indicators*,

v.24, n.0, 2013, pag310 – 323. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.06.021>. [04/12/2014]

Slimak M. W, Dietz T. (2006). Personal Values, Beliefs, and Ecological Risk Perception. *Risk Analysis*, v.26, n.6, pp. 1689—1705 Blackwell Publishing Inc. Doi:10.1111/j.1539-6924.2006.00832.x. [Online]. Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2006.00832.x>. [04/12/2014]

Slovic P.(1987) Perception of risk *Science* Vol. 236 no. 4799 pp. 280-285 17 April 1987: DOI: 10.1126/science.3563507. [Online] Reperibile al sito: <http://www.sciencemag.org/content/236/4799/280.abstract> [04/12/2014]

Slovic P, Weber E.U. (2002). Perception of Risk Posed by Extreme Events Center for Decision Sciences (CDS) Working Paper. Columbia University 2002. [Online] Reperibile al sito: <http://www.rff.org/Documents/Events/Workshops%20and%20Conferences/Climate%20Change%20and%20Extreme%20Events/slovic%20extreme%20events%20final%20geneva.pdf> [04/12/2014]

Smit B., Skinner, M.W. (2002). “Adaptation options in agriculture to climate change: a typology”. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v.7, n.1, pp 85-114. Kluwer Academic Publishers. Doi: 10.1023/A:1015862228270. [Online] Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1015862228270> [04/12/2014]

Stedman, R. C. (2004). Risk and Climate Change: Perceptions of Key Policy Actors in Canada. *Risk Analysis*. V – 24 n - 5 2004. Blackwell Publishing, Inc. DOI - 10.1111/j.0272-4332.2004.00534.x. [Online]. Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00534.x>. [04/12/2014]

Turchetti T., Addario E., Maresi G. (2010). Interactions between chestnut gall wasp and blight: a new criticality for chestnut. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology* vol. 7, pp. 252-258 (Dec 2010). [Online] Reperibile al sito:
<http://www.sisef.it/forest@/contents/?id=642#tab-article> [04/12/2014]

Vannini A. e Vettraino A.M. (2001) Ink disease in chestnuts: impact on the European chestnut. *For. Snow Landsc. Res.* 76, 3: 345–350 (2001). [Online] Reperibile al sito:
<http://www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/4859.pdf>
[04/12/2014]

Vettraino A. M., Morel O., Perlerou C. (2005). Occurrence and distribution of *Phytophthora* species in European chestnut stands, and their association with Ink Disease and crown decline. *European Journal of Plant Pathology*, 2005, Volume 111, Number 2, Pp. 169 [Online] Reperibile al sito:
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10658-004-1882-0>
[04/12/2014]

Waldboth, M. and Oberhuber, W. (2009), Synergistic effect of drought and chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) on growth decline of European chestnut (*Castanea sativa*). *Forest Pathology*, volume 39 n.1 2009. Blackwell Publishing Ltd. Pp. 43-55. [Online] Reperibile al sito: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0329.2008.00562.x/pdf> [04/04/2014]

Webb N.P., Stokes C.J., Marshall N.A. (2013). "Integrating biophysical and socio-economic evaluations to improve the efficacy of adaptation assessments for agriculture". *Global Environmental Change*, v.23, n.5, pp.1164 – 1177. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.04.007>. [Online]. Reperibile al sito:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378013000733>
[04/12/2014]

Willis H.H., DeKay M.L., Fischhoff B., Morgan M. G. “Aggregate, Disaggregate, and Hybrid Analyses of Ecological Risk Perceptions”. *Risk Analysis*, v.25, n.2, Blackwell Publishing. [Online]. Reperibile al sito: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1539-6924.2005.00599.x> [04/12/2014]