



UNIVERSITÀ DI PISA

**DIPARTIMENTO DI
AGRONOMIA E GESTIONE
DELL'AGROECOSISTEMA**

**SEZIONE
SCIENZE ZOOTECNICHE**

Via Del Borghetto, 80
I - 56124 Pisa
Tel. +39 050 599111
Fax +39 050 540633
e-mail dipagro@agr.unipi.it

Pisa,

Convenzione per l'attuazione di un progetto di ricerca avente per oggetto:

**Studio relativo ai fattori naturali ed antropici che
influenzano i fenomeni erosivi e di dissesto idrogeologico
del versante Sangiulianese del Monte Pisano**

Relazione finale dopo ventiquattro mesi di attività

**Il responsabile del progetto:
Prof. Alessandro Pistoia**

COLLABORATORI ESTERNI:

Dott. Geol. Daniele Innamorati

Tel. 328.8651783

e-mail: danin@inwind.it

Dott. Geol. Luciano Sergiampietri

Tel. /Cell.: 050.525027 – 347.6697582

e-mail: studiols@gmail.com

INDICE

1. GESTIONE FAUNISTICO VENATORIA: VALUTAZIONE DEI DANNI DA CINGHIALI E LORO DISTRIBUZIONE NEL TERRITORIO SANGIULIANESE	4
1.1 INTRODUZIONE - IL PROBLEMA "CINGHIALE"	4
1.1.1. Sistematica e distribuzione storico-geografica	4
1.1.2. Declino e nuova espansione in Italia	5
1.1.3. Situazione generale europea e rapporti tra clima e densità di popolazioni di cinghiali ...	5
1.1.4 Il metodo contraccettivo	6
1.1.5 Problematiche connesse all'allevamento	6
1.1.6 Densità e dinamica di popolazione	7
1.1.7 Struttura di popolazione e incremento utile annuo	8
1.1.8 Riconoscimento delle classi sociali in natura	9
1.1.9 Impatto sulle biocenosi	9
1.1.10 Rapporto cinghiale ecosistema	11
1.1.11 Regime alimentare	11
1.1.12 Competitori e predatori del cinghiale	12
1.1.13 Riconoscimento e valutazione dei danni	12
1.1.14 Strumenti di gestione proposti	12
1.1.15 Monitoraggio	14
1.1.16 Controllo	14
1.1.17 Evoluzione della caccia al cinghiale nell'ultimo ventennio	14
1.1.18 Tecniche di caccia	14
1.1.19 Calamità o risorsa?	15
1.1.20 Situazione attuale e politiche faunistiche per il futuro	15
2. PARTE SPERIMENTALE – RISULTATI DELLE INDAGINI	17
2.1 PREMESSA	17
2.2 MATERIALI E METODI	18
2.3 RISULTATI E DISCUSSIONE	18
2.4 LA CARTA DEI DANNI DA CINGHIALI	20
2.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	20
2.6 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	23
3. SINTESI DEI DATI GEOMORFOLOGICI E MORFOMETRICI ILLUSTRATI A LIVELLO DI BACINO IDROGRAFICO	28
3.1 PREMESSA	28
3.2. IL BACINO IDROGRAFICO	28
3.2.1 Quota del bacino	29
3.2.2. Parametri morfometrici determinati	29
3.2.3. Pendenza del Bacino	30
3.3 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	31
3.3.1 Caratteri geologici	31
3.3.2 Caratteri idrogeologici	31
3.4 CENNI CLIMATICI	33
3.4.1 Generalità	33
3.4.2 Precipitazioni	33
3.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	35

ALLEGATI

Carta dei danni derivanti dai cinghiali	scala 1:20.000
Carta dei bacini idrografici e del reticolo di drenaggio	scala 1:20.000
Carta geologica dei bacini idrografici e del reticolo di drenaggio	scala 1:20.000
Schede di sintesi dei bacini idrografici	

1. GESTIONE FAUNISTICO VENATORIA: VALUTAZIONE DEI DANNI DA CINGHIALI E LORO DISTRIBUZIONE NEL TERRITORIO SANGIULIANESE

1.1 INTRODUZIONE - IL PROBLEMA "CINGHIALE"

1.1.1. Sistematica e distribuzione storico-geografica

Il genere *Sus* è composto da cinque specie, tra le quali *Sus Scrofa* rappresenta quella a più vasta distribuzione geografica. L'areale di questa specie copre infatti gran parte del continente eurasiatico ed include l'Africa settentrionale.

A partire dalla metà del secolo scorso la specie ha colonizzato vaste aree del nuovo Mondo, l'Australia e alcune isole del Pacifico in seguito al ritorno allo stato selvatico di suini domestici introdotti dagli europei e di piccoli contingenti di cinghiali importati dal nostro continente.

La distribuzione del cinghiale in Europa sembra limitata solo dalla presenza di inverni molto rigidi, caratterizzati da molti giorni nevosi che impedisce gli spostamenti agli animali e quindi di reperire cibo sufficiente.

L'esplosione demografica che ha coinvolto la popolazione europea di cinghiali nell'ultimo trentennio dipende da vari fattori:

- cambiamenti socio-economici quali l'abbandono delle campagne che ha migliorato le condizioni ambientali favorevoli alla specie;
- immissioni, anche clandestine;
- mancanza di predatori;
- foraggiamento artificiale;
- limitazione della pressione venatoria.

Tale esplosione si spiega anche nell'alto potenziale demografico tipico della specie assieme alla naturale tendenza al nomadismo, i cui effetti sono spesso amplificati dall'attività venatoria. Inoltre, gli inverni più miti degli ultimi decenni hanno comportato un aumento delle disponibilità alimentari necessarie agli ungulati e di conseguenza molti animali sono sopravvissuti alla cattiva stagione. Dunque sono molteplici le cause di questo aumento sproporzionato della popolazione di cinghiali sul suolo europeo.

In tempi lontani il cinghiale si trovava in gran parte sul territorio italiano, ma ad iniziare dal 1500 la persecuzione diretta ne determinò la progressiva rarefazione ed estinzione a livello locale. Esso scomparve dal Trentino nel XVII secolo, dal Friuli e dalla Romagna nel XIX secolo, dalla Liguria nel 1814, mentre in Sicilia si estinse intorno al 1870. Nel 1919 alcuni cinghiali provenienti dalla Francia raggiunsero il Piemonte e la Liguria, ma tra gli anni 1930 e 1950 scomparvero le popolazioni viventi sul versante adriatico della Penisola.

A questa fase negativa ne è subentrata una di crescita delle popolazioni ed ampliamento dell'areale che ha avuto inizio nel secondo dopoguerra ed alcuni dei fattori che hanno consentito il boom demografico hanno esplicitato la loro azione anche nella realtà italiana. Il recupero del bosco nelle aree agricole e pastorali abbandonate dopo la guerra, lo spopolamento generalizzato di vaste fasce dell'Italia appenninica e la conseguente diminuzione della persecuzione umana e soprattutto l'immissione di grossi contingenti di animali catturati all'estero (Ungheria, Cecoslovacchia e Polonia) che si incrociarono tra loro, con i cinghiali autoctoni e con le popolazioni locali di maiali bradi. Successivamente frequenti immissioni sono state effettuate con animali provenienti da allevamenti sviluppati in diverse regioni italiane.

1.1.2. Declino e nuova espansione in Italia

Il cinghiale era praticamente estinto in gran parte del Paese nell'immediato dopoguerra; la sua presenza si limitava a ristrette aree del centro-sud, alla Sardegna e al confine francese e jugoslavo.

A partire dagli anni '60 la specie ha iniziato una lenta ma progressiva diffusione sostenuta da reintroduzioni e ripopolamenti per scopi venatori. Per questi ripopolamenti sono stati utilizzati soprattutto individui di origine alloctona, precisamente dell'Europa centrale ed orientale, spesso ibridati con il suino domestico, che hanno dimostrato una spiccata capacità di adattamento alle diverse situazioni ambientali del paese e sono riusciti a ricolonizzare penisola ed isole.

Il cinghiale (*Sus scrofa*) per il nostro paese è suddiviso in due sottospecie: una (*Sus scrofa meridionalis*) localizzata in Sardegna geneticamente prossima al maiale domestico e l'altra (*Sus scrofa majori*) indicata come la forma "maremmana" che allo stato di relativa purezza è ormai localizzata in aree ristrette. Infatti, le popolazioni di cinghiale che vivono in Italia sono frutto di una complessa ibridazione tra cinghiali locali, cinghiali centro ed est europei e varie razze indigene ed alloctone di maiali. Tali ibridazioni hanno prodotto un cocktail non molto omogeneo ma talmente radicato ed importante che si può parlare di "cinghiale italiano".

Tra le ragioni della ricolonizzazione del territorio italiano da parte del cinghiale vi è senza dubbio la politica agricola "alternativa" degli anni '70 e '80 che trasformò i terreni incolti in allevamenti di selvaggina per incrementare i profitti dei privati. Si notò subito che una forma di allevamento remunerativa era quella degli ungulati (cervi, daini, cinghiali, mufloni), di cui il cinghiale si dimostrò la specie di maggior successo pratico, per la sua facilità ed economicità di allevamento. In poco tempo quindi, il suide ripristinò la sua presenza nel Paese andando anche oltre le aspettative, tanto da creare problemi che sono andati avanti nel tempo fino ai giorni nostri.

Dal punto di vista naturalistico-ambientale al cinghiale sono associati aspetti sia positivi che negativi: infatti all'arricchimento ed alla diversificazione faunistica nonché alla capacità di accelerare il rinnovo e la diversificazione della vegetazione, ne viene evidenziato anche il forte impatto sulla flora di limitata estensione, assieme a predazioni e disturbo di alcune classi di fauna. Viene soprattutto valutato lo scarso valore biologico dei nuovi ripopolamenti italiani, lontani dalla forma autoctona, che manifestano caratteristiche ibride con il cinghiale alloctono e/o con i maiali domestici.

1.1.3. Situazione generale europea e rapporti tra clima e densità di popolazioni di cinghiali

Negli ultimi venti anni (1986 - 2006), la popolazione di cinghiali presente nel territorio europeo è aumentata notevolmente per vari motivi che si possono riassumere brevemente:

- immissione clandestina da parte dei cacciatori;
- elevata adattabilità e prolificità della specie;
- condizioni climatiche favorevoli alla sopravvivenza della specie.
- enorme valenza ecologica della specie (0-2000 m slm);
- abbandono delle campagne;
- aumento delle superfici boschive;
- aumento delle coltivazioni di mais;
- politiche ambientali di tutela della fauna;
- immissioni di animali a scopi venatori.

Tutte queste cause hanno portato a un vero e proprio boom demografico verificatosi nel 2007; ciò comporta oggi non pochi problemi di equilibrio ambientale difficilmente risolvibili nell'immediato, se non con programmi di intervento dilazionati nel tempo.

Un altro fattore da non trascurare è il rapporto tra il clima e la densità di popolazione dei cinghiali, in quanto quest'ultima è molto legata alle condizioni ambientali.

Fattori climatici ed ambientali che influenzano la densità di popolazione sono:

- a) temperatura atmosferica (maggiori temperature comportano minori densità di popolazione);
- b) produttività della vegetazione (dipende dalla temperatura, es: quantità di ghiande);

1.1.4 Il metodo contraccettivo

In Gran Bretagna il cinghiale selvatico si estinse circa 3 secoli fa, gli unici animali presenti erano quelli allevati in cattività. Una ventina di anni fa poi, in seguito a fughe di animali dagli allevamenti, si è formata di nuovo la popolazione naturale che causa non pochi danni all'agricoltura inglese.

Fino ad oggi in Inghilterra la caccia al cinghiale non esisteva e quindi il Governo si è trovato di fronte ad un problema nuovo che ha tentato di risolvere con l'action plan, un regolamento che si basa su due punti fondamentali:

- caccia aperta per tutto l'anno;
- gestione dei piani di caccia ad opera della pubblica amministrazione e privati.

Metodo contraccettivo:

Il metodo contraccettivo si prefigge di risolvere il problema dell'elevata popolazione di cinghiali controllandone la fertilità mediante la somministrazione di sostanze che rendono sterili le femmine. Si tratta infatti di un vaccino monodose che agisce sull'ipotalamo e quindi sul sistema nervoso, che impedisce la formazione dell'ormone GNH (gonadotropina) e che rende sterile la femmina per un periodo di 4-5 anni circa.

I test sono prima effettuati su animali allevati in cattività, poi in campo, ma sempre su animali allevati in cattività, e infine sulla popolazione presente nel territorio. In questi test sono state osservate varie caratteristiche degli animali, quali:

- i comportamenti di maschi e femmine;
- il livello di natalità della popolazione;
- gli spostamenti degli animali.

I vaccini vengono somministrati mediante dei bos (campane di metallo) posti sul terreno con all'interno l'esca alimentare composta da mais contenete il contraccettivo. I bos sono composti da un bastone conficcato nel terreno lungo il quale scorre la campana di metallo, essi sono appositamente studiati affinché solo i cinghiali possano sollevarli e attingere il contraccettivo. Il motivo per cui si debba ricorrere ai bos è dovuto all'elevata presenza di tassi in queste zone, che si nutrono anch'essi di esche contenenti il vaccino destinate però ai cinghiali.

I bos hanno evidenziato vari vantaggi tra cui:

- elevata efficacia;
- alta resistenza del materiale di cui sono composti;
- è portatile, (pesa 17 kg);
- è un metodo pratico ed economico.

In seguito a questi studi gli studiosi inglesi sono giunti alle seguenti conclusioni:

- il metodo contraccettivo riduce notevolmente la popolazione;
- riduce pure gli spostamenti (a causa della limitatezza dell'ormone GNH);
- il costo del contraccettivo è basso (pochi dollari per ogni monodose);
- il vaccino non ha effetto sul consumatore.

1.1.5 Problematiche connesse all'allevamento

A partire dagli anni '70 si registrò in Italia un incremento sensibile del numero degli allevamenti di cinghiali per la produzione di animali da carne o ripopolamento. Passato l'entusiasmo iniziale, emersero ben presto dati preoccupanti circa il rapporto costi/benefici di tale attività: le spese di recinzione, manutenzione, foraggiamento e controllo veterinario degli animali in allevamento intensivo, unite ad una bassa produzione naturale (4-5 piccoli per 1-2 parti annui) rispetto agli utili ricavabili. Divenne così frequente il ricorso a incroci con razze domestiche che offrivano il doppio vantaggio

di una maggiore produzione di piccoli per femmina e ad un ritmo di crescita ponderale più veloce.

Un primo problema connesso con l'allevamento del cinghiale è quindi il possibile inquinamento genetico, tanto più grave quando gli ibridi sono rilasciati in aree dove già vivono soggetti selvatici. Oltre a ciò, gli allevatori acquistano, più o meno inconsciamente, animali derivati da tali incroci, contribuendo così a perpetuarne l'allevamento e la diffusione.

L'allevamento di cinghiali provenienti da altre aree geografiche può causare, una volta liberati gli animali, la trasmissione di malattie per le quali tali soggetti fungevano da serbatoio. Difatti, la diversa recettività delle popolazioni selvatiche agli agenti patogeni si basa spesso su equilibri locali stabilitisi in tempi molto lunghi tra ospite, agente patogeno e contesto ecologico in cui entrambi si sono evoluti. Tale equilibrio viene compromesso con l'immissione di capi allevati o catturati in altre località.

A tutto ciò si aggiunge che nel caso di allevamenti semi-intensivi, il degrado dei terreni recintati. L'alta densità di animali, infatti, comporta un forte depauperamento del cotico erboso, fenomeni di erosione dovuti al calpestio ed allo scavo che si verificano indipendentemente dal tipo di foraggiamento.

Infine, occorre aggiungere che le immissioni rappresentano un tentativo di soluzione immediata e quindi sono criticabili, oltre che per quanto detto, anche perché influiscono negativamente sulla programmazione delle presenze della specie sul territorio.

Anche per quanto concerne l'allevamento di cinghiali per produzioni di carne, la soluzione deve essere rappresentata da una razionalizzazione della gestione venatoria che potrebbe fornire attraverso la commercializzazione o il consumo dei capi abbattuti, buone rese in termini sia qualitativi che quantitativi.

In ogni caso gli animali dovrebbero essere allevati seguendo le stesse linee dell'allevamento dei suini domestici e non si deve consentire che tali animali, allevati per la produzione di carne, vengano utilizzati per immissioni sul territorio.

1.1.6 Densità e dinamica di popolazione

Studi condotti in passato hanno dimostrato che i cinghiali, opportunamente marcati con collari, possono allontanarsi molto dal luogo di cattura: tra 10 e 25 km. Spostamenti di tale entità si verificano in zone in cui il cinghiale è cacciato e sono effettuati comunque da una minoranza della popolazione.

La conoscenza della dinamica di una popolazione prevede la valutazione di parametri numerici (consistenza iniziale, natalità, mortalità, emigrazione ed immigrazione) e l'identificazione dei fattori di regolazione; nella maggior parte delle popolazioni diversi di questi fattori, risultano nettamente influenzati dalla pressione venatoria.

Nel cinghiale la produttività della popolazione, intesa come numero medio di piccoli nati per femmina (incluse le femmine che non si riproducono), varia in relazione della disponibilità di cibo nel periodo invernale, all'età della femmina e alle sue condizioni fisiologiche; fattori climatici e sociali pure entrano in gioco nel modulare la produttività del cinghiale. Come già detto in precedenza, l'abbondanza di ghiande può incidere in modo particolare sulla riproduzione del suide in quanto oltre a influenzare il tasso di ovulazione e ridurre la mortalità embrionale, sembra avere effetto anche sull'inizio del periodo riproduttivo.

In anni di normale disponibilità alimentare il cinghiale si riproduce una sola volta: ad una fase di riposo sessuale segue l'estro che in genere si verifica fra novembre e gennaio. Tuttavia, in annate caratterizzate da eccezionali produzioni fruttifere da parte di querce, faggi castagni, si possono avere anche due stagioni riproduttive, rispettivamente in settembre e in aprile-maggio.

Questa specie può incrementare i suoi popolamenti del 90-180% (ad esempio da una popolazione di 500 capi, in 12 mesi si può avere una popolazione di 1250 capi). Occorre quindi mantenere il numero di animali presenti sul territorio inferiore a 400-450 capi per evitare eccessive densità di popolazioni.

La maturità sessuale viene raggiunta dai maschi attorno ai 10 mesi di età e poco più tardi dalle femmine; la partecipazione di queste ultime alla riproduzione è influenzata soprattutto dallo sviluppo ponderale. La produzione di giovani è infatti direttamente proporzionale al peso e all'età delle femmine e varia da 2-3 a 5-6 per parto. L'accrescimento di una popolazione, dunque, dipende dalla porzione di femmine delle diverse classi d'età che prende parte alla riproduzione.

L'elevato potenziale produttivo, unito ad un'alta mortalità dei piccoli, colloca il cinghiale fra le specie che adottano una strategia di tipo "r" (produzione di molti figli e scarse cure parentali).

I piccoli rimangono con la madre fino alla successiva epoca riproduttiva e più madri possono riunirsi in gruppi che comprendono anche le figlie dell'anno precedente; associazioni temporanee sono formate da giovani di 8-12 mesi, mentre i maschi adulti conducono vita solitaria.

In condizioni di pressione venatoria si è visto come la specie presenti una elevata mortalità giovanile (48% dei neonati e 36% degli animali al secondo anno di vita); di questa mortalità sembrano responsabili gli ancora imperfetti meccanismi di termoregolazione dei piccoli fino ai 30 giorni di età. Inoltre, nelle prime 2-3 settimane di vita possono pagare un certo tributo alla predazione attuata dalla volpe e, dove sia presente, del lupo.

Nell'Europa continentale e nell'arco alpino italiano, le popolazioni di cinghiale mostrano il picco di mortalità fra la seconda metà dell'inverno e l'inizio della primavera. Le diverse caratteristiche tipiche delle aree mediterranee del nostro paese fanno sì che nelle regioni centrali e meridionali la massima mortalità si registri durante l'estate, quando la siccità determina una forte diminuzione dell'offerta trofica generale e l'impossibilità di reperire cibo sotto terra.

Emigrazione ed immigrazione sono fattori più difficilmente stimabili, in quanto possono essere confusi con spostamenti stagionali per la ricerca di cibo o con altri spostamenti che non comportano necessariamente il non ritorno nell'area. Se si considera il fenomeno a livello dell'area intera occupata da una popolazione, i due processi sembrano compensarsi a vicenda, ma solo studi a lungo termine, attraverso catture e marcagli di una frazione consistente della popolazione studiata, potrebbero fornire dati utili.

1.1.7 Struttura di popolazione e incremento utile annuo

La struttura di popolazione è rappresentata dalla distribuzione degli individui che compongono la popolazione stessa in classi di età e sesso. Il numero di individui che afferiscono a ciascuna classe d'età varia nel corso dell'anno ed è influenzata dai parametri che condizionano la dinamica di popolazione: in particolare la mortalità giovanile risulta assai più elevata rispetto a quella media della popolazione e per questa ragione su di essa si deve concentrare l'attività venatoria, che sostituisce così la mortalità naturale. La classe portante è invece rappresentata dagli adulti, meno soggetti a mortalità e in grado di assicurare le potenzialità riproduttive.

L'incremento utile annuo di popolazione rappresenta la differenza tra la sua consistenza pre-riproduttiva e quella post-riproduttiva; esso può esprimere il rapporto tra il numero dei giovani dell'anno e quello dell'intera popolazione o come il numero di piccoli per ogni femmina. In genere questo incremento è del 100%, fino a raggiungere il doppio di tale valore in periodi di elevata offerta alimentare.

Una popolazione gestita scorrettamente solitamente presenta una struttura anomala, con pochi animali anziani, i quali se maschi, hanno un tasso di sopravvivenza minore rispetto alle femmine.

In una popolazione soggetta a forte pressione venatoria le femmine si riproducono più precocemente, con conseguente ringiovanimento della frazione riproduttiva della popolazione.

1.1.8 Riconoscimento delle classi sociali in natura

Il riconoscimento del sesso e della classe d'età di cinghiali osservati in ambiente naturale riveste una notevole importanza ai fini di una corretta gestione della popolazione in esame. Negli individui adulti i maschi si distinguono dalle femmine per la presenza degli organi sessuali e alcuni caratteri sessuali secondari: il ciuffo di peli con cui termina la guaina del pene, i testicoli (visibili solo con il mantello estivo) ed i canini superiori (zanne) e inferiori (coti) ben sporgenti all'esterno della cavità orale. Nelle femmine i canini sono molto meno sviluppati e poco visibili; nel periodo primaverile-estivo quelle che hanno avuto piccoli presentano mammelle ingrossate e ben evidenti a causa dell'allattamento.

L'identificazione del sesso diventa più difficile in autunno-inverno, quando il mantello, folto e allungato, copre parzialmente i caratteri distintivi. Elementi secondari quali le maggiori dimensioni ed il muso più corto e tozzo dei maschi rispetto alle femmine, possono aiutare a distinguere il sesso dell'individuo in questione.

Il riconoscimento in natura dell'età degli animali si basa sulle dimensioni, le proporzioni (con l'invecchiamento si ha lo spostamento progressivo della massa corporea verso il treno anteriore) e soprattutto sul colore del mantello, che permette la distinzione in tre classi:

- *gli striati*, corrispondenti ai neonati, provvisti di una livrea a strisce longitudinali chiare e brune, che viene mantenuta fino a circa quattro mesi di vita;
- *i rossi*, caratterizzati dal pelame rossiccio in cui si trasforma il mantello striato e che permane fino alla primavera successiva a quella della nascita;
- *gli adulti*, con mantello bruno più o meno scuro la cui tonalità dipende dalla popolazione di provenienza ed è caratterizzata anche da un'ampia variabilità individuale.

I rossi sono detti anche sub-adulti, mentre il termine adulti indica tutti i soggetti di età superiore ai due anni.

1.1.9 Impatto sulle biocenosi

Specie ad ampia valenza ecologica, il cinghiale è in grado di vivere in qualsiasi ambiente gli consenta di soddisfare alcune esigenze fondamentali come disponibilità di cibo, copertura vegetale sufficiente a fornire rifugio e presenza di acqua necessaria per i bagni di fango. Onnivoro per eccellenza, è in grado di modificare la propria dieta in funzione delle disponibilità trofiche offerte dai diversi ambienti in base all'età e alle condizioni fisiologiche dei diversi individui, nonché dal periodo dell'anno.

Le interazioni che una popolazione di cinghiali instaura con le comunità vegetali e le zocosenosi naturali, così come con gli ecosistemi agrari, variano da area ad area ed anche all'interno di una stessa zona se considerate in anni diversi. L'impatto principale deriva dal comportamento alimentare di questo suide. Il regime alimentare è composto da frutti di essenze forestali, bulbi, rizomi, radici ed alimenti di origine animale, che però non superano il 10% del volume totale.

a) Impatto sulle fitocenosi forestali

L'impatto di una popolazione di cinghiali sul bosco è legato soprattutto alle abitudini del suide, a loro volta influenzate sia dalle caratteristiche intrinseche della popolazione stessa quali densità, composizione per classi d'età e composizione dei gruppi sociali, sia dalla composizione floristica, struttura e produttività della comunità vegetale.

Tra i fattori dell'ecosistema che influenzano le scelte alimentari del cinghiale si annoverano la fenologia e la produttività delle varie essenze vegetali, così come la disponibilità di specie coltivate. La risposta dell'ecosistema all'impatto di una popolazione animale dipende dalla complessità del sistema stesso: più l'insieme appare complesso ed evoluto, più le possibilità di far fronte a una perturbazione saranno elevate. Nel caso dell'impatto del cinghiale, spesso si assiste a una diminuzione della biomassa vegetale,

mentre il numero di specie presenti risulta scarsamente influenzato. Alcuni studi hanno evidenziato infatti che le essenze erbacee appetite dal cinghiale si stabilizzano, dopo 20 anni, su livelli di biomassa inferiori a quelli precedenti alla presenza del suide, senza comunque estinguersi; inoltre, laddove viene eliminato il cinghiale, il recupero della struttura vegetazionale si verifica entro 1-3 anni.

La fenologia e la produttività di specie quali il faggio e la quercia, i cui frutti rivestono un'importanza notevole nell'alimentazione autunnale della specie, assumono un ruolo determinante nel condizionare la dinamica di popolazione del cinghiale. Una diminuzione di ghiande comporta infatti un netto declino dell'attività ovarica delle femmine diminuendone così il successo riproduttivo.

L'abbondanza di ghiande può essere relazionata anche con l'inizio della stagione riproduttiva, più o meno ritardata a seconda della disponibilità dei frutti. Un esempio è il caso della foresta di Bialoweza (Polonia), dove il succedersi di cinque anni di forte innevamento e bassa produzione di ghiande abbiano decimato la popolazione locale di cinghiale, scesa da oltre un migliaio a circa 200 in 5 anni. La carenza di alimenti reperibili nel bosco, il consumo di piante coltivate come cereali, patate, girasole, aumenta in notevole misura.

Una parte considerevole del cibo utilizzato dal cinghiale è reperito sotto terra: questo animale effettua un'attività di scavo (*rooting*), per reperire radici, tuberi, invertebrati e piccoli vertebrati presenti nel suolo. Tale attività è condizionata dalla natura del terreno: risulta maggiore in suoli sciolti (sabbiosi) o dopo una pioggia ed è invece ostacolata dalla neve o dal terreno gelato. Il *rooting*, se intenso, provoca un forte degrado del cotico con conseguente pericolo di erosione.

In bosco, tuttavia, una leggera sommovimentazione della lettiera e degli strati superficiali del suolo dovuti al *rooting* causano un'accelerazione dei processi di decomposizione della materia organica, migliorando così la fertilità del suolo e lo sviluppo della fitocenosi forestale.

b) Impatto sulle zoocenosi

L'impatto del cinghiale sulle zoocenosi assume aspetti molto variabili in relazione alle diverse specie considerate, con le quali può instaurare rapporti di competizione o di predazione. Laddove le principali risorse alimentari (ghiande, castagne, ecc.) sono presenti in quantità limitate, il cinghiale si configura come un competitore rispetto ad altri animali. In Virginia, per esempio, i cinghiali competono per le ghiande con il cervo, con l'orso bruno e con lo scoiattolo per i frutti; anche in Italia si ha una competizione alimentare con altri ungulati (cervo, daino, muflone) e con l'orso, che condividono le scelte alimentari del suide,

Notevole può essere l'impatto del cinghiale sui micromammiferi non arboricoli, attivamente ricercati durante l'attività di scavo; alcuni studi hanno dimostrato che in aree frequentate dai cinghiali si riduce la presenza di invertebrati nel terreno e di roditori in quanto predati dal suide, soprattutto nel periodo invernale.

La predazione di rettili, anfibi e uccelli è considerata più casuale che sistematica, ma la presenza del suide in genere provoca una diminuzione delle popolazioni di gallo cedrone e fagiano per la distruzione dei loro nidi.

Una ultima considerazione riguarda il cinghiale in quanto preda dei grossi carnivori: in Paesi ancora popolati da linci, lupi e orsi i cinghiali (soprattutto i più giovani) possono costituire parte rilevante della dieta di questi carnivori.

c) Impatto sugli ecosistemi agrari

Il rapporto del cinghiale con gli ecosistemi agrari si concretizza spesso in un impatto diretto, dovuto al prelievo ai fini alimentari delle diverse specie coltivate ed all'attività di scavo che danneggia le piante mettendone a nudo le radici: i danni che ne derivano possono avere un notevole peso sull'economia agricola.

1.1.10 Rapporto cinghiale ecosistema

Le interazioni del cinghiale con le attività agricole, le fitocenosi e le zoocenosi naturali sono variabili soprattutto in relazione al grado di complessità dell'ecosistema: più complesso è un ecosistema, meglio esso reagisce alle perturbazioni.

Le colture di alimenti con alto valore energetico, concentrate in poco spazio, sono una forte attrazione, ma molti altri sono i fattori che concorrono a determinare l'utilizzo delle colture come fonte alimentare per il cinghiale e l'entità del danno. Innanzitutto esiste una correlazione inversa tra disponibilità alimentari del bosco e danni alle colture: in anni in cui il bosco produce forti quantità di alimento, sotto forma di ghiande, il cinghiale si rivolge in misura ridotta alle coltivazioni, al contrario la scarsità di frutti di bosco indurrà l'animale a rivolgere la sua ricerca al di fuori del bosco. Il danno dipende anche dalla disposizione territoriale dei campi e dei boschi, dallo sviluppo del perimetro forestale, dalla vicinanza delle aree di rifugio rispetto alle colture.

Alcuni ecosistemi, grazie alla loro peculiarità, sono estremamente sensibili all'impatto del cinghiale, le praterie montane, ad esempio, sono fortemente danneggiate dal grufolamento della specie che provoca la distruzione dell'esiguo cotico erboso.

Le aree protette svolgono durante i periodi di caccia un ruolo di rifugio per il cinghiale che vi si concentra, causando forti squilibri, per poi ridistribuirsi sul territorio nel rimanente periodo dell'anno: "effetto serbatoio". Tale effetto è anche definito "effetto spugna" e può verificarsi anche nell'arco di ventiquattro ore; infatti, i cinghiali passano le ore di luce al riposo e al sicuro nelle aree "spugna" e fuoriescono durante la notte recandosi alla ricerca di cibo nelle aree limitrofe.

Dal punto di vista agricolo le colture più interessate dai danni sono i cereali autunno-vernini, il mais ed i vigneti. Il danno spesso non è dovuto all'asportazione dei prodotti, che avviene soprattutto a carico delle patate e dei vigneti, ma all'attività di grufolamento che distrugge una superficie di gran lunga superiore a quella necessaria per l'alimentazione. I danni economici maggiori si registrano nelle aree dove l'agricoltura intensiva produce dei redditi molto elevati (monocolture di mais, vigneti, frutticoltura) ma paradossalmente è nei terreni marginali dove i danni sono marginali. Essi sono infatti quei terreni dove la produttività è ridotta a causa di fattori fisici (pendenza, altitudine, clima, ecc.) e/o socioeconomici (tradizione, assenza di viabilità, ecc.) ma che rivestono un ruolo strategico nella conservazione di un sistema agricolo ecocompatibile. Il ruolo di questo tipo di agricoltura è di tutela idrogeologica e paesaggistica.

Per limitare i danni nelle aree critiche vi sono tre strade possibili: difendere le colture con mezzi di prevenzione meccanica (recinzioni fisse o elettrificate), fornire alimentazione alternativa (coltivazioni a perdere, foraggiamento dissuasivo) e controllo della popolazione. La difesa con recinzioni è vantaggiosa solo per coltivazioni di pregio estese su superfici limitate; l'uso di coltivazioni a perdere è talvolta insufficiente nei nostri boschi, ma sta riscontrando risultati positivi in molti ambiti. Un contenimento dei danni si può avere anche elevando la pressione venatoria, anche se diminuendo la densità di popolazione diminuisce anche la competizione e quindi può aumentare la fertilità della specie.

1.1.11 Regime alimentare

Il regime alimentare del cinghiale è basato sul consumo dei vegetali e si nutre principalmente di frutti, semi, radici e tuberi; essi rappresentano infatti il 90% della dieta. Le abitudini alimentari dell'animale variano in relazione alle disponibilità di cibo nell'ambiente: in ambienti montani l'animale si nutre in prevalenza di castagne e ghiande, mentre in ambiente costiero mediterraneo, in assenza di altri alimenti di origine agricola, la dieta del cinghiale è rappresentata da cibi energeticamente ricchi come olive e ghiande. Quest'ultime, insieme alle colture agricole rappresentano, in ogni caso, l'alimentazione principale del suide.

Essendo una specie onnivora si nutre anche di alimenti di origine animale e quasi ogni specie di animale, dagli invertebrati ai mammiferi superiori può essere considerata una fonte proteica per il cinghiale: dagli uccelli ai micromammiferi, dalle uova di volatili che

nidificano a terra come il fagiano o la pernice rossa. Inoltre, in particolari condizioni, ad esempio inverni molto rigidi, il cinghiale può assumere il ruolo di predatore, soprattutto di piccoli roditori. In casi estremi, l'animale assume addirittura comportamenti saprofagi, nutrendosi cioè di carcasse di cervidi ed altri animali in strato di decomposizione.

1.1.12 Competitori e predatori del cinghiale

L'espansione demografica del cinghiale non viene contrastata dalla presenza di altri animali nel suo territorio poiché non esistono specie che competano per l'utilizzo delle risorse alimentari né predatori naturali. A tale riguardo, ultimamente si registra una ricomparsa dei lupi, che però sono in numero esiguo e predano i cinghiali feriti. Altri predatori come le aquile e le volpi sono predatrici solo di animali giovani.

Del cinghiale viceversa sono note le attitudini a predare piccoli animali terricoli o uova, si conoscono anche attacchi collettivi ad animali abbastanza grandi come l'istrice e sono stati osservati cinghiali nutrirsi di carcasse.

1.1.13 Riconoscimento e valutazione dei danni

Dal punto di vista economico il cinghiale è la specie che provoca i maggiori danni alle produzioni agricole in molti paesi. Anche in Italia i costi di esecuzione di risarcimenti e prevenzione dei danni arrecati, incidono notevolmente sulle risorse finanziarie delle Amministrazioni locali in materia di gestione faunistica.

Le aree dove il problema si presenta in forma più ricorrente ed economicamente rilevante sono quelle di transizione tra le compagini forestali e le zone aperte interessate da coltivazioni agricole. Tali situazioni risultano le più ricorrenti nella maggior parte dell'areale italiano occupato dalla specie, entro una fascia che inizia a ridosso del limite inferiore dei boschi fino al livello del mare.

Tra le coltivazioni più ricercate dal cinghiale al primo posto troviamo il mais, specie all'epoca della maturazione lattea e cerosa, e in misura minore durante la semina. Anche le colture sarchiate come la patata, il girasole, la barbabietola da zucchero e il pisello, i cereali autunno-vernini (frumento, orzo, avena, segale), i prati-pascoli ed i vigneti risultano oggetto di danneggiamenti. L'entità di prelievo sulle piante coltivate risulta sovente inversamente relazionata alla produzione di ghiande e castagne.

Di norma il prelievo riguarda l'asporto di parti vegetali (cariossidi, frutti, tuberi) prossime a maturazione; oltre a questa forma di danno diretto ve ne sono altre che, pur non implicando un'assunzione di cibo, provocano una mancata produzione. E' questo il caso dello scavo operato su prati (rooting) alla ricerca di radici, bulbi, tuberi, rizomi ed animali ipogei; in questo caso il danno è dovuto alla rottura del cotico erboso. Anche l'azione di calpestio esercitata dallo spostamento di più esemplari riuniti in gruppi all'interno di colture fitte può indurre perdite economiche a causa dell'allettamento delle piante.

Le procedure di stima cui si fa ricorso normalmente per determinare l'ammontare del danno sono ben definite; occorre innanzitutto determinare la quantità di prodotto perduto attraverso due parametri: la produzione per unità di superficie per una data zona sulla base di produzioni ottenute in anni passati e la superficie interessata alla perdita.

Nel caso di coltivazioni a ciclo pluriennale al mancato reddito della produzione annuale andrà aggiunto il costo degli interventi della ricostituzione delle condizioni di produttività della coltura precedenti al danneggiamento (erpicoltura, rullatura, risemina).

1.1.14 Strumenti di gestione proposti

Uno studio approfondito è stato svolto dalla Regione Emilia Romagna per conseguire diversi obiettivi, quali:

- riduzione dello squilibrio ecologico;

- riduzione delle colture agricole;
- riduzione dei danni alle attività zootecniche;
- identificazione delle sinergie.

Pertanto sono state proposte le seguenti strategie:

a) Colture a perdere

La predisposizione di colture a perdere rappresenta una valida soluzione dove la densità di animali è bassa. Si tratta di investimenti che mirano ad offrire un supporto alimentare agli animali, fornendo un alimento ricco e vario specialmente nelle fasi più critiche del ciclo annuale. L'utilizzo di tali colture ai margini delle aree boscate può, inoltre, risultare utile per diminuire le incursioni del cinghiale nelle colture da reddito presenti sul territorio (patate, uva, mais, ecc.).

b) Recinzioni

La predisposizione dei mezzi meccanici di prevenzione, reti o recinzioni elettriche è efficace nei modi e nei tempi corretti, tuttavia non conviene in sistemi colturali di ampie superfici e scarsa redditività. Solo nel caso di coltivazioni ad alto reddito, orticole o poliennali a medio-alto reddito, vigneti D.O.C., è conveniente tale tecnica di protezione. Le recinzioni elettriche rappresentano invece un valido sistema di prevenzione, anche se richiedono continui interventi di controllo e manutenzione. Nel caso di appezzamenti di forma compatta e regolare può convenire circondare completamente la coltivazione con la recinzione elettrica; al contrario, se il fronte da proteggere è molto esteso conviene recintare solo le zone al confine delle aree di maggior transito. L'uso di recinzioni meccaniche o elettriche nelle aree protette comporta diversi inconvenienti, quali la limitata circolazione di altre specie terricole ed il peggioramento dell'aspetto estetico-paesaggistico del territorio.

c) Foraggiamento dissuasivo

La distribuzione di alimento nelle aree boscate nei periodi critici dell'anno, tipicamente settembre-novembre, l'epoca delle semine degli erbai e dei cereali autunno-vernini e della raccolta del mais, è un sistema efficace per ridurre le abitudini nomadi della specie. Il sistema è ottimo quando la densità di popolazione è bassa; nel caso di densità medio-alte la quantità di alimento (mais) da somministrare sarebbe economicamente insostenibile. Le modalità di foraggiamento devono limitare al massimo i fenomeni di competizione tra individui residenti in una determinata area.

d) Programmazione delle coltivazioni nelle aree critiche

Una oculata programmazione delle coltivazioni nelle aree critiche risulta molto difficoltosa in quanto le scelte colturali sono fortemente condizionate da fattori esterni non controllabili (es: premi comunitari, ecc.) ed intrinseci al sistema (es: caratteristiche dell'area, coltivazioni tradizionali, ecc.). E' necessario però sottolineare che le colture particolarmente soggette a danneggiamento, come ad esempio il mais, potrebbero essere effettuate lontane da zone spugna e sostituite in tali aree da coltivazioni meno appetite.

e) Catture

Le catture possono essere effettuate attraverso strutture fisse di grandi dimensioni dette Corral e medie dette chiusini, oppure per mezzo di gabbie-trappola autoscattanti dotate di esca alimentare. E' questo un sistema incruento che permette di effettuare una selezione efficace dei soggetti catturati. Il sistema presenta però una serie di svantaggi, primo tra tutti l'elevato costo di impianto e gestione. Inoltre esiste il problema della destinazione dei capi: avendo il cinghiale ormai saturato il proprio areale nei territori italiani, è impensabile destinare tali animali al ripopolamento. Anche per gli animali la cui carne è destinata al consumo vi sono dei problemi perché questi non possono essere abbattuti sul luogo di cattura, ma è necessario il trasporto in luoghi idonei alla macellazione, con problemi logistici non indifferenti e costi spesso proibitivi.

1.1.15 Monitoraggio

Sulla base di quanto evidenziato si rende necessario perseguire una strategia di gestione a medio e lungo termine della popolazione di cinghiali. Tale strategia deve essere basata su interventi diretti alla conservazione della specie, laddove essa trova una sua collocazione nell'ecosistema, ed alla riduzione dell'impatto negativo sul sistema naturale e produttivo della stessa specie. E' quindi indispensabile una verifica periodica di detta strategia al fine di modificare i piani d'azione adattandoli alla situazione contingente.

1.1.16 Controllo

La braccata esegue un controllo numerico della popolazione di cinghiali, che però evidenzia limiti legati soprattutto all'impossibilità di scelta del capo da abbattere e all'impatto esercitato da uomini e cani sulle altre componenti faunistiche del territorio.

La caccia di selezione al contrario della braccata presenta peculiari caratteristiche che la rendono compatibile con le esigenze di salvaguardia delle altre specie. Le norme attualmente vigenti prevedono corsi di formazione per selecontrollori di cinghiale.

La girata utilizza normalmente uno o due cani ben addestrati condotti da un unico conduttore e basso numero di cacciatori, detti "poste", che presidiano passaggi obbligati e/o conosciuti. Il disturbo al territorio è limitato per la limitata mobilità del cane ed il limitato numero di cani consente ai cinghiali di arrivare alle poste a bassa velocità tale da facilitare il tiro e da consentire una valutazione del capo da abbattere.

1.1.17 Evoluzione della caccia al cinghiale nell'ultimo ventennio

Fino all'inizio degli anni '90 la caccia al cinghiale ha costituito la possibilità esclusiva di poche persone più o meno esperte che conoscevano il territorio, di organizzare e gestire la partecipazione di poche decine di persone raggruppandole in "squadre". A queste si aggiungevano i "capisquadra", che cercavano di inserirsi nei meccanismi locali per aggregare nuovi appassionati di questa selvaggina.

Dal 1995, con il Regolamento Regionale n°21/95, gli ATC hanno potuto beneficiare di esperti per le Commissioni Tecniche per la gestione di Ungulati nonché di cacciatori formati ed abilitati per forme di caccia specifiche (braccate, girate, battute, tiro selettivo).

Gli ATC (Ambito Territoriale di Caccia) hanno il compito di raggiungere gli obiettivi dei Piani faunistici provinciali attraverso la suddivisione del territorio in Distretti in cui si caccia per ottenere tali obiettivi. Gli ATC producono annualmente un documento programmatico di gestione e lo sottopone alla verifica della Provincia, integrandovi tutte quelle parti che caratterizzano i suoi interventi e programmano le attività assegnate dalla legge.

Ogni comitato direttivo degli ATC riceve annualmente una proposta formulata dalla propria Commissione tecnica, un organismo interno che coordina e raccoglie dati utili per la programmazione. Le proposte pervengono all'ATC complete di dati e modelli operativi per la futura regolamentazione delle attività venatorie e della prevenzione dei danni da selvaggina. A sua volta il comitato dell'ATC, sulla base della proposta pervenuta, discute ed approva una serie di documenti tecnici e regolamentari che poi trasmette alla Provincia per il controllo di competenza.

La Provincia, tramite il Servizio faunistico, controlla che i dati annuali approvati dagli ATC siano coerenti con le norme e con il Piano Faunistico Provinciale; inoltre promuove la corretta formazione dei cacciatori secondo le norme vigenti.

1.1.18 Tecniche di caccia

Le tecniche di caccia sono state descritte da uno studio di Nobile (1995) e si possono così riassumere:

a) *caccia in battuta*: è il metodo di caccia per il quale i cinghiali vengono forzati verso le poste da un fronte mobile costituito da soli battitori, disarmanti, senza l'utilizzo dei cani.

Al basso disturbo ambientale delle battute ambientali corrisponde una bassa perdita di cinghiali. Questa tecnica presuppone una buona conoscenza del territorio e degli animali che saranno il bersaglio della caccia;

b) *caccia in braccata*: prevede che i cinghiali siano forzati verso le poste attraverso l'utilizzo di cani e da un numero più o meno elevato di broccieri. A differenza del precedente metodo, questo tipo di caccia prevede una copertura maggiore del territorio ed una maggiore organizzazione, visto l'impiego di cani;

c) *caccia in girata*: questo metodo è basato sulla specializzazione di un conduttore e sul lavoro di un cane (limiere) messo in campo dopo che gli animali sono stati tracciati e identificati da una persona esperta (tracciatore). La fase di tracciatura non prevede l'uso di armi, infatti solo dopo una tracciatura positiva si procede alla caccia vera e propria, sistemando quattro o cinque postatoli sulle poste dove arrivano i cinghiali a bassa velocità.

d) *tiro selettivo*: nel tiro selettivo il cinghiale viene individuato e colpito da parte di un cacciatore che spara da una posta fissa (altana, mirador) utilizzando una carabina con ottica e munizioni appropriate. Per poter cacciare con questo metodo è necessario aver superato un corso di formazione. Questa tecnica è la più efficace, sicura, di minor impatto sulla fauna non bersaglio e soprattutto la più economica.

1.1.19 Calamità o risorsa?

Il fenomeno di espansione del cinghiale in bassa collina obbliga alla responsabilità e a considerare questa presenza come altamente conflittuale con l'agricoltura, potendo innescare processi involutivi tra agricoltori/cacciatori e tra cacciatori specializzati e tradizionalisti.

In montagna, invece, la risorsa cinghiale può essere gestita responsabilizzando i cacciatori specializzati.

E' vero che il cinghiale è una calamità per le colture agricole, ma è anche vero che per molti cacciatori si tratta di una risorsa di indiscussa potenzialità tecnica.

E' chiaro che i due argomenti si prestano a interpretazioni di tipo demagogico, soprattutto se non si stabiliscono le responsabilità.

Considerati i provvedimenti adottati ed i risultati ottenuti, è da confermare che al riguardo di questa specie tanto controversa e difficile, la Provincia deve mantenere la massima rigidità di intervento per migliorare ulteriormente la capacità di abbattimento, confermando anche il rapporto di collaborazione con Parchi e Riserve.

Gli ATC, per conto suo, dovranno continuare a pianificare tutto quanto può essere utile per raggiungere gli obiettivi stabiliti dal Piano Forestale per la salvaguardia degli interessi degli agricoltori, ottimizzando l'utilizzo delle risorse venatorie previste dalle norme vigenti.

1.1.20 Situazione attuale e politiche faunistiche per il futuro

Tra gli ungulati italiani il cinghiale riveste un ruolo del tutto peculiare, sia per alcune intrinseche caratteristiche biologiche, sia perché è la specie più "manipolata" e quella che desta maggiori preoccupazioni per l'impatto negativo esercitato nei confronti di attività economiche. Il conflitto d'interessi legato alla presenza del cinghiale sul territorio rende la gestione di questa specie particolarmente problematica.

L'evoluzione recente della distribuzione geografica del cinghiale nel nostro paese è caratterizzata da un andamento sorprendente per la rapidità con cui il fenomeno si è verificato: in una trentina d'anni l'areale si è più che quintuplicato.

Sulle cause che hanno determinato o favorito questa crescita, le opinioni non sono univoche. Sicuramente hanno svolto un ruolo determinante le immissioni a scopo venatorio, dapprima utilizzando animali provenienti dall'estero e poi soggetti provenienti da allevamenti nazionali, senza programmare e senza tener conto dei principi di gestione faunistica.

La maggior parte delle Amministrazioni Pubbliche, poi, concede l'autorizzazione all'impianto di nuovi allevamenti in misura assai superiore alla loro capacità di eseguire controlli efficaci sull'origine dei soggetti allevati, sul loro stato sanitario e sulla destinazione dei prodotti dell'allevamento. In questo modo l'attività è soggetta alle sole regole del mercato, perciò non si distinguono più gli allevamenti da carne e quelli da ripopolamento.

I risultati della **politica faunistica** sono evidenti e così elencabili:

- virtuale sparizione delle forme originarie di *Sus scrofa*, sostituite da popolazioni con pool genico eterogeneo (formatosi da incroci tra diverse sottospecie italiane e tra diverse razze del maiale domestico);
- presenza della specie anche in aree in cui l'uso agricolo del territorio è rilevante ed il danneggiamento delle colture assume dimensioni economicamente importanti;
- interferenze negative con altri elementi delle zoocenosi per competizione (orsi, cervi) o predazione (gallo forcello);
- introduzione di malattie, quali la peste suina, in grado di provocare episodi di mortalità nelle popolazioni di cinghiale, sia di determinare uno stato di grave rischio sanitario per suini domestici;
- rilevante ed indesiderabile disturbo arrecato alla fauna selvatica (in genere ai cervidi) dalle braccate;
- mantenimento delle popolazioni in uno stato di costante destrutturazione per l'assenza di un prelievo selettivo.

Anche in Italia il cinghiale ha dimostrato un'enorme adattabilità alle condizioni ecologiche più svariate e la capacità di esprimere popolazioni estremamente vitali, con incrementi naturali assai elevati. Per questa specie, dunque, non è giustificata una gestione artificiale basata su una richiesta consumistica e su un approccio unilaterale dei problemi faunistico-ambientali.

2. PARTE SPERIMENTALE – RISULTATI DELLE INDAGINI

2.1 PREMESSA

Il problema dei danni causati dalla fauna selvatica è molto attuale ed assume un'importanza economica ed ecologica sempre più rilevante negli ecosistemi agroforestali, soprattutto quando siamo in presenza di cinghiali. Questo grosso ungulato, infatti è l'animale selvatico responsabile di circa il 75% dei danni alle colture agrarie. Ciò comporta un esborso monetario notevole che cresce anno dopo anno, e uno stato di insoddisfazione unito talvolta a ingenti perdite economiche da parte degli agricoltori, che come nel caso delle colture di pregio (vino di qualità) debbono venire meno a contratti commerciali stipulati in precedenza. Inoltre, il cinghiale provoca danni non solo agli agricoltori ma anche ai comuni cittadini poiché rappresenta la prima causa di incidenti stradali da fauna selvatica.

Questi due aspetti che interessano soprattutto l'aspetto economico creano notevoli malcontenti tra l'opinione pubblica, mentre le problematiche che riguardano l'ambiente forestale sono meno sentite, sebbene abbiano una gravità notevolmente più alta. Infatti il danno a una coltura o su di un'automobile si può rimediare, mentre il danno al territorio boschivo e addirittura il crollo di un muro a secco è difficilmente ripristinabile.

Quest'ultimo aspetto rappresenta una delle maggiori problematiche del contesto agro-ambientale dei Monti Pisani. I muri a secco infatti si estendono per circa 10000 km lungo i versanti montuosi pisani e costituiscono un patrimonio inestimabile per quanto riguarda l'importanza storica e paesaggistica della zona, nonché svolgono una fondamentale funzione di terrazzamento, contenendo la declività del terreno e limitando i dissesti idrogeologici che ne potrebbero conseguire. Le problematiche di ripristino dei muri derivano dalla scarsa disponibilità di manodopera specializzata e dalle difficoltà di meccanizzazione di tale operazione.

Questo tipo di sistemazione idraulico-agraria è molto presente sul Monte Pisano, un territorio ovale di forma allungato di circa 29 km di lunghezza e 10 km di larghezza in cui sono compresi i comuni di Buti, Calci, San Giuliano Terme, Vecchiano e Vicopisano.

La maggior parte di questi terreni sistemati a ciglioni e terrazzamenti sono coltivati a oliveti, mentre a quote più elevate, dove sono presenti boschi mesofilli, castagneti e foreste mediterranee, i terrazzamenti sono completamente degradati per mancanza di manutenzione.

La superficie boscata dei monti pisani ha subito una notevole riduzione a causa degli incendi propagatisi negli ultimi anni; questo aspetto, insieme al progressivo abbandono di superfici olivate poste in zone difficilmente raggiungibili può provocare situazioni che possono nel tempo determinare l'instabilità dei suoli declivi (erosioni, frane). Inoltre, anche il degrado ambientale ed il rischio idrogeologico sono aumentati a causa di vari fattori, tra cui dell'aumento della densità di popolazione dei cinghiali.

I cinghiali presenti sui monti pisani non costituiscono un genotipo autoctono, ma derivano dal ceppo originario dei Carpazi introdotto negli anni '70 per scopi venatori e pertanto presentano caratteristiche morfo-funzionali e comportamentali non in sintonia con l'ambiente che li circonda.

Questi individui, rispetto alle razze locali (Maremmano), presentano una maggiore mole e determinano una forte pressione zoogena a causa dell'elevata voracità, all'azione di compattamento del suolo e ad alcune abitudini particolari, quali grufolare nel terreno e grattarsi sui tronchi degli alberi, arrecando non pochi danni alle fitocenosi presenti. Oltre a questo, presentando questa specie elevata rusticità e prolificità e non avendo dei veri e propri predatori naturali, si riesce a controllarne la numerosità con la sola attività venatoria.

Lo studio effettuato si pone l'obiettivo di:

- valutare l'impatto ambientale da cinghiale all'interno del territorio montano del Comune di San Giuliano Terme per la realizzazione di una cartografia tematica che evidenzi la distribuzione e l'entità del danno;
- evidenziare le zone dove sono stati osservati i maggiori danni ai muri a secco;
- valutare la pressione selettiva provocata dal cinghiale e le possibili conseguenze ambientale.

2.2 MATERIALI E METODI

Questo studio si è svolto in zone situate, sul territorio montano del comune di San Giuliano Terme mediante numerosi sopralluoghi durante i quali sono stati effettuati i seguenti controlli:

1. Localizzazione del sito mediante coordinate GPS mediante palmare e georeferenziazione su carta;
2. Documentazione fotografica relativa alla zona e alle aree danneggiate;
3. Descrizione del tipo di danno e valutazione della gravità:
 - danni ai cotici erbosi;
 - danni alla vegetazione arborea ed arbustiva;
 - danni al suolo;
 - danni ai muri a secco.
4. E' stata evidenziata l'incidenza dei danni ai muri a secco causata dalla presenza dei cinghiali rispetto al totale dei muri danneggiati;
5. Determinazione della gravità dei danni causati dai cinghiali sui muri a secco mediante la definizione di tre livelli:
 - gravità bassa (parziale rimozione di pietre);
 - gravità media (porzioni di muro parzialmente crollati);
 - gravità alta (porzioni di muro totalmente crollati).
6. Sulla base dei risultati dei sopralluoghi è stata realizzata una cartografia della distribuzione dei danni causati dai cinghiali nel territorio montano di San Giuliano Terme.

2.3 RISULTATI E DISCUSSIONE

Dalla nostra indagine è emerso che il tipo e l'entità dei danni causati dai cinghiali dipende da alcuni fattori:

- La densità degli animali (numero degli animali per unità di superficie) e la loro permanenza sullo stesso territorio;
- Il tipo di fitocenosi (arbustiva, arborea) e soprattutto i tipi di essenze presenti;
- Presenza di elementi di disturbo ed attrazione sul territorio (distanza dai centri abitati, zone umide, vegetazione fitta dove rifugiarsi, fonti alimentari);
- La morfologia del territorio (pianeggiante, declive, terrazzato).

La densità degli animali è un fattore fondamentale poiché ciascun ecosistema ha una propria "capacità portante" riguardo il numero di animali di ciascuna specie selvatica, che può vivere sull'unità di superficie senza causare danno. Il cinghiale, per la sua mole e le sue abitudini alimentari e comportamentali è un animale che causa notevoli danni all'ambiente agro-forestale, tanto che il numero dei capi ecosostenibile è di poche unità per kmq. Questa specie, molto vorace, oltre a nutrirsi di erba, bacche e frutti di bosco ama mangiare anche prodotti ipogei sia animali che vegetali e per questo tende a rimuovere continuamente gli strati superficiali del terreno grufolando (effetto rooting) e

provocando scavi. Tutto ciò provoca danni non solo ai cotici erbosi ed al suolo ma anche alle piante arbustive ed arboree.

Inoltre questa specie presenta abitudini particolari come quella di grattarsi ai tronchi degli alberi per liberarsi dagli ectoparassiti provocando lo scortecciamento dei tronchi e di camminare sempre lungo percorsi preferenziali provocando distruzione del cotico e compattazione del terreno (sentieramento).

Per quanto riguarda la fitocenosi sono stati osservati danni di diversa gravità in funzione del tipo di essenze presenti sul territorio.

I danni da brucatura riguardano soprattutto i cotici erbosi, le giovani piantine ed apici e foglie accessibili alla bocca dei cinghiali e dipendono dal loro grado di appetibilità o dal rifiuto. Questo aspetto è legato principalmente ad alcuni fattori come la presenza di sostanze appetibili (sostanze zuccherine, aromi gradevoli etc.) o repellenti (tannini, resine, lattici ed aromi sgradevoli).

I danni da scortecciamento dipendono oltre che dalla densità degli animali, dalla resistenza meccanica dei tronchi allo strofinamento. Le piante più giovani e con cortecce tenere risultano quelle più vulnerabile a tale tipo di danni che può causare anche la morte delle piante colpite.

Un altro aspetto legato all'impatto ambientale da cinghiali che influenza la loro presenza in un determinato territorio, è il tipo di habitat. Il cinghiale è un animale molto schivo che ama vivere nascosto in ambienti poco frequentati dall'uomo. Per questo durante il giorno predilige ambienti boschivi con fitta vegetazione di sottobosco ed avvicinarsi solo di notte alle abitazioni ed alle coltivazioni in cerca di cibo.

Altri elementi di attrazione per il cinghiale sono la presenza di zone umide in quanto ama fare bagni rinfrescanti, specie in estate, e di fonti alimentari (prodotti orticoli, mais, frutta, castagne e ghiande).

L'entità dei danni provocati da questa specie dipende anche dalle caratteristiche morfologiche del territorio.

In zone pianeggianti o leggermente declivi l'impatto ambientale risulta minore rispetto a quello con elevata acclività dove la distruzione dei cotici erbosi e la movimentazione degli strati superficiali del terreno rende la superficie vulnerabile ai fenomeni erosivi e di dissesto idrogeologico.

Ancora più gravi risultano i danni nelle zone terrazzate per le conseguenze dirette ed indirette sul paesaggio e sull'assetto idrogeologico del territorio.

I muri a secco vengono "attaccati" dai cinghiali poiché al loro interno si trovano bulbi, rizomi, larve di insetti e piccoli rettili che rappresentano alimenti molto graditi dai cinghiali.

La distruzione dei muri a secco può portare a problemi ambientali irreversibili causati dalla formazione di canali di scorrimento delle acque meteoriche che determinano fenomeni erosivi e dissesti (frane, smottamenti, cattiva regimazione delle acque) poiché si possono innescare pericolosi meccanismi distruttivi a catena "effetto domino" con gravi ripercussioni sull'assetto idrogeologico del territorio. Nell'ambito di questa indagine sono stati effettuati 115 sopralluoghi nel territorio terrazzato coltivato ad olivi del comune di S.Giuliano Terme, non è stato possibile effettuare lo stesso studio nel territorio boschivo per ragioni di accessibilità.

Da questa indagine è stato stimato che oltre il 75% dei muri a secco sono in cattivo stato di conservazione; le cause di danno sono dovute oltre che ad una irrazionale gestione idraulico-agraria, anche a fattori zoogeni come il pascolo equino e la presenza dei cinghiali.

Sempre dalla nostra indagine si stima che oltre il 20% dei danni ai muri a secco siano stati causati dai cinghiali e che l'86% di questi danni siano classificati "gravi" cioè con porzioni di muro totalmente crollati, mentre il 14% sono stati classificati di media gravità ossia con muri solo in parte crollati. In pratica non sono stati osservati danni di bassa gravità poiché questi animali non si soffermano alla rimozione di pietre superficiali, ma proseguono la loro azione fino all'abbattimento del muro.

2.4 LA CARTA DEI DANNI DA CINGHIALI

Sulla carta allegata alla presente relazione sono riportate le zone dove sono stati evidenziati i maggiori danni da cinghiali; per ragioni di accessibilità le osservazioni hanno riguardato soprattutto le zone olivate, meno quelle boschive dove la mancanza di viabilità e la fitta vegetazione impedisce l'accesso e l'identificazione dei danni. A tale proposito le zone boscate, in passato erano quasi completamente terrazzate, ma a seguito dell'abbandono del territorio si è verificato un degrado notevole dei muri a secco che è però difficile da imputare alla presenza di cinghiali. Tuttavia in alcune zone boschive a castagneto è stato possibile valutare alcuni aspetti relativi ai danni derivati dalla presenza dei cinghiali.

Analizzando la carta allegata osserviamo 24 siti dove sono evidenti danni derivanti dai cinghiali distribuiti in modo uniforme nel territorio montano sangiulianese, anche se la gravità risulta maggiore nei settori estremi. Questo è dovuto ad una maggiore presenza di cinghiali causata da una più bassa antropizzazione ed una prevalenza di territori boscati che rappresentano l'habitat ideale dove questi animali trovano rifugio e le condizioni idonee per la loro riproduzione. Per quanto riguarda le zone olivate i maggiori danni sono stati osservati nelle zone situate in prossimità dei boschi, dove i danni riguardano il suolo ed il cotico erboso e soprattutto i muri a secco. I danni a queste strutture vengono operati a partire dalle zone superiori dove gli animali utilizzano il grifo a mo' di leva per sollevare e rotolare a valle le pietre nella ricerca del cibo che si trova fra gli interstizi. Questa azione di sfaldamento di solito continua fino alla completa distruzione del muro a secco. I danni osservati alle piante di olivo sono stati invece sporadici ed hanno interessato esclusivamente le radici che sono state scalzate per effetto rooting e per gli scavi che questi animali provocano alla base degli alberi alla ricerca di cibo. Non sono stati osservati danni per brucatura ai polloni ed ai rami più bassi perché le foglie di olivo risultano poco appetibili per l'elevata presenza di tannini. Inoltre non sono stati osservati danni ai tronchi di olivo perché la densità animale non è così elevata da produrre questo tipo di danno e perché le piante di olivo presentano fusti resistenti allo scortecciamento.

I danni osservati nelle zone a castagneto sono stati più rilevanti per la maggiore presenza di cinghiali in queste zone. Dopo l'abbandono del territorio si è verificata la ricrescita del sottobosco creando un habitat ottimale per il cinghiale, che soprattutto durante la caduta delle castagne permane lungamente in queste zone ricche di frutti a loro molto graditi. I danni si sono verificati soprattutto sui fusti giovani, più sensibili allo strofinamento e sui polloni che vengono distrutti in modo accidentale poiché durante la ricerca del cibo gli animali risultano molto agitati anche per la competizione che viene a crearsi fra loro. Non sono stati registrati danni da brucatura nei castagneti anche perché questa pianta presenta un elevato contenuto in tannini.

Non è stato possibile mettere in relazione l'impatto ambientale dei cinghiali con l'altimetria del territorio poiché le quote più alte sono meno accessibili e più difficilmente controllabili, inoltre si ritiene che il fattore limitante sia l'habitat e la presenza di alimenti spontanei. Riguardo ai danni causati dai cinghiali alle coltivazioni, che rappresenta l'aspetto più sentito dalle popolazioni del territorio, questi sono limitati e riguardano soprattutto alcuni orti familiari in quanto il territorio dei monti pisani non presenta coltivazioni di pieno campo e sporadici impianti di vigneti/frutteti.

2.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai risultati di questo studio scaturisce che anche se attualmente l'emergenza cinghiale nei territori considerati non è ancora ad uno stadio di alto rischio, vi sono però alcuni segnali allarmanti che possono portare in futuro a vere e proprie emergenze ambientali. Il maggiore rischio è che si possa andare incontro nel tempo ad un aumento incontrollato

della consistenza numerica delle popolazioni di cinghiali che può portare a situazioni pericolose ambientale per l'equilibrio dell'ecosistema e per l'assetto idrogeologico del territorio.

Infatti, la distruzione del sottobosco e dei cotici erbosi, la sommovimentazione degli strati superficiali del terreno e soprattutto la distruzione dei muri a secco può portare, nei territori declivi, fenomeni di smottamento ed eventi franosi di natura idrogeologica. Riguardo in particolare alla distruzione dei muri a secco vi è il grosso problema del ripristino ambientale per gli elevati costi di ricostruzione, dovuti alle difficoltà di reperire manodopera specializzata e l'impossibilità di accedere alle zone danneggiate con mezzi meccanici.

L'aumento della consistenza numerica del cinghiale rappresenta una problematica molto concreta che può presentarsi in tempi molto brevi poiché vi sono alcuni elementi che possono portare ad una popolazione eccessivamente numerosa di questa specie e non più in equilibrio con l'ambiente. Tali fattori possono essere di due tipi:

1. Caratteristiche fisiologiche della specie: quali alto tasso di sopravvivenza, bassa mortalità biologica e predatoria (mancanza del lupo), alto tasso di prolificità, che in caso di mancato prelievo venatorio può determinare un aumento numerico di oltre 32 volte in 5 anni (fino ad 8 figli/parto con 1-2 parti/anno);
2. Diminuzione del prelievo o pressione venatoria: le cause sono riconducibili all'aumento dei movimenti animalisti (soprattutto tra le giovani generazioni), al progressivo invecchiamento della popolazione di cacciatori, all'aumento delle zone protette e infine ai rischi di possibili patologie suine che ridurrebbero il consumo di carne e quindi la caccia al cinghiale.

Possibili soluzioni al problema

E' possibile suggerire una strategia per il futuro, che tenda ad invertire questa tendenza e riparare, almeno in parte, gli errori fino ad oggi commessi, anche se le difficoltà principali nascono dalle condizioni normative, organizzative e culturali che caratterizzano la gestione faunistica-venatoria italiana, che andrebbero profondamente cambiate.

Parte sostanziale di questa strategia dovrebbe essere:

- un'intelligente zonizzazione del territorio a livello provinciale e comunale, distinguendo aree in cui la specie può essere tollerata e ambiti dai quali invece essere esclusa;
- evitare introduzioni clandestine soprattutto di cinghiali appartenenti a gruppi etnici non in sintonia con l'ambiente ospite;
- la razionalizzazione del prelievo venatorio basata sulla stima quantitativa e qualitativa delle popolazioni, su una migliore organizzazione delle cacce collettive e sull'introduzione di criteri selettivi di abbattimento e sistemi e periodi di caccia in grado di rendere applicabili tali criteri;
- controllo periodico dei danni mediante studi riguardanti l'impatto ambientale e i riflessi sui diversi ecosistemi;
- stima indiretta del numero di cinghiali presenti attraverso il controllo dei danni ambientali (equilibrio fauna-ambiente), dato che la stima diretta è molto difficile per il nomadismo tipico di questa specie animale.

In relazione all'importanza di conoscere la consistenza della popolazione dei cinghiali in un determinato territorio sono sorte ultimamente tecniche innovative per il censimento attraverso l'utilizzo di trappole fotografiche digitali a sensori passivi di movimento. Questi apparecchi vengono installati in prossimità dei punti di foraggiamento e sono regolati in modo da registrare la data e l'ora in cui avvengono gli scatti. Le foto sono poi analizzate determinando il numero delle varie categorie di animali suddivise in maschi adulti, femmine adulte, giovani rossi, piccoli striati. Occorre poi effettuare l'identificazione individuale dei cinghiali sulla base delle caratteristiche morfologiche degli animali (corporatura, colorazione del mantello, forma delle zanne, segni particolari, etc.) che

insieme alla sequenza temporale di frequentazione alla zona di foraggiamento ci permettono di effettuare la stima della consistenza di una popolazione di cinghiali. La difesa dai danni da cinghiali operata mediante vari sistemi come recinzioni, dissuasori acustici, repellenti olfattivi, oltre ad essere molto costosa può essere applicabile solo in aree limitate coltivate a seminativi, orti e frutteti. Su territori vasti, il controllo della popolazione dei cinghiali in relazione alle caratteristiche del territorio realizzato mediante catture o prelievo venatorio, rappresenta l'unico sistema efficace per evitare o limitare l'impatto ambientale di questi animali.

2.6 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Danni da cinghiali a muro a secco (Monte Castellare)



Crollo di muri a secco in oliveto causato da cinghiali



Danni da grufolamento da cinghiali (Monte Castellare)



Scortecciamento causato da cinghiali



Sentieramento causato dai cinghiali (Ragnaia)

3. SINTESI DEI DATI GEOMORFOLOGICI E MORFOMETRICI ILLUSTRATI A LIVELLO DI BACINO IDROGRAFICO

3.1 PREMESSA

Nel presente paragrafo sono descritti i principali bacini idrografici presenti sul Monte Pisano e ricadenti all'interno del territorio comunale di San Giuliano Terme.

Come visibile nella carta dei principali bacini idrografici e del reticolo di drenaggio, i bacini individuati sono (da nord a sud):

1. il bacino idrografico del Fosso Cimitagna;
2. Il bacino del Rio dei Mulini;
3. il bacino del Botro della Cava;
4. il bacino idrografico dello Scolo di Rigoli;
5. il bacino idrografico del Botro Bartole;
6. il bacino del fosso lungo "Strada le Capanne";
7. il bacino del fosso a nord della cava di San Giuliano, località Caldaccoli;
8. il bacino Botro del Falcione e Botro Sugherone;
9. il bacino idrografico Fosso Bellugello;
10. il bacino Botro dei Pancacci;
11. il bacino del Botro della Ragnaia;
12. il bacino del canale Zambra;
13. il bacino idrografico del Botro Sasso Grosso;
14. il bacino idrografico del Fosso Barsanti.

Per ognuno dei suddetti bacini sono stati effettuati, in corrispondenza del loro punto di chiusura, dei sopralluoghi durante il mese di Aprile e Maggio 2010. Le osservazioni ricavate sono state elaborate ed inserite in apposite schede contenenti :

- ubicazione del bacino e della sezione di chiusura;
- quota del bacino;
- principali parametri morfometrici del bacino;
- caratteri geologici;
- pendenza del bacino;
- osservazioni di campagna e relativa documentazione fotografica.

3.2. IL BACINO IDROGRAFICO

Il *bacino idrografico* è definito come quella porzione di territorio il cui deflusso idrico superficiale viene convogliato verso una fissata sezione di un corso d'acqua che è definita *sezione di chiusura* del bacino (figura 1).

Il bacino idrografico così inteso può essere definito anche *idro-erosivo* in quanto i processi di modellazione della superficie terrestre che lo vengono a formare sono dovuti principalmente proprio all'azione erosiva delle acque che scorrono in superficie. Riferendosi alla sola raccolta delle acque di precipitazione si parla di bacino *imbrifero*.

Il bacino idrografico rimane distinto dal bacino *idrogeologico* che raccoglie le acque nel sottosuolo e può essere anche molto diverso per forma e dimensioni.

Il bacino idrografico è delimitato dallo *spartiacque* che può essere definito come la linea più elevata separante il bacino imbrifero dai bacini contermini, unendo le massime quote relative secondo la minore pendenza.

Per tracciare lo spartiacque si considerano le curve di livello (o *isoipse*) di una carta topografica, se ne individuano i picchi e si uniscono con una linea, sempre perpendicolare alle curve di livello, secondo il versore di minima pendenza. Per chiudere lo spartiacque principale sulla sezione di chiusura prescelta, da tale sezione ci si muove seguendo la massima pendenza, sempre ortogonalmente alle curve di livello, finché non si raggiunge uno spartiacque secondario che infine riporta su quello principale.

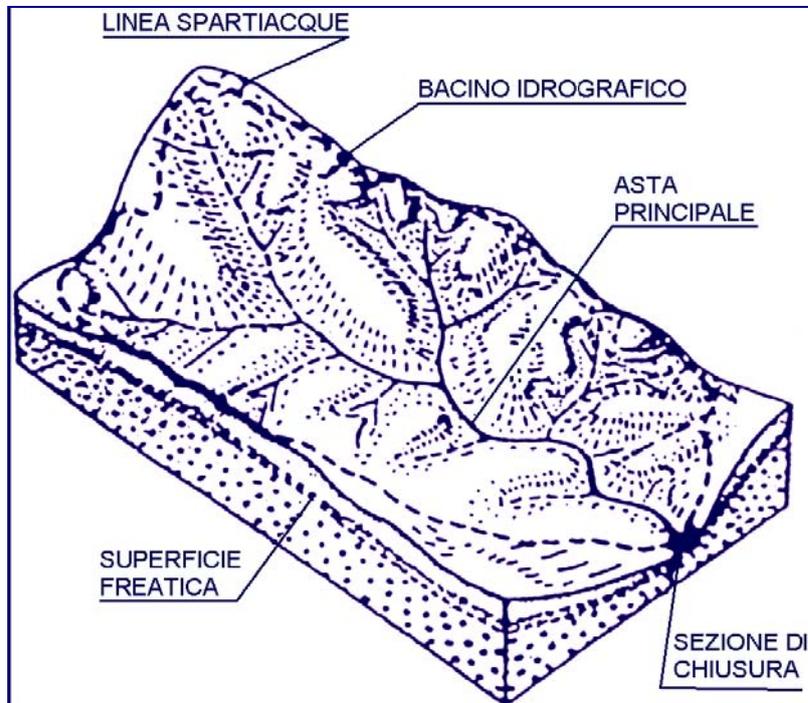


Figura 1 – Il bacino idrografico

3.2.1 Quota del bacino

Per ogni bacino è stata determinata la quota massima, minima (corrispondente al punto di chiusura) e media, stimata dal GIS, e il range di elevazione, detto anche rilievo, dato dalla differenza dell'elevazione massima e minima.

3.2.2. Parametri morfometrici determinati

I parametri morfometrici determinati per ogni bacino sono:

1. superficie di drenaggio;
2. perimetro;
3. lunghezza totale dei corsi d'acqua;
4. densità di drenaggio;
5. gradiente di pendio;
6. lunghezza linea d'impluvio principale;
7. fattore di forma.

La superficie di drenaggio è misurata tramite l'area A della proiezione orizzontale del bacino delimitato dallo spartiacque topografico.

Il perimetro è la lunghezza del contorno del bacino.

La lunghezza del bacino si assume in genere uguale alla lunghezza dell'asta fluviale principale, misurata lungo l'effettivo percorso dell'acqua, a partire dalla sezione di chiusura del bacino e fino allo spartiacque (non essendo sempre individuabile

oggettivamente tale lunghezza, è utile introdurre la cosiddetta *lunghezza media cumulata*, come somma delle lunghezze medie delle aste di ciascun ordine gerarchico).

La *densità di drenaggio* (in km^{-1}) è data dal rapporto tra la somma delle lunghezze delle linee di impluvio di un sistema di idrografico e la sua superficie di drenaggio; il rapporto inverso è detto *coefficiente di drenaggio*.

La densità di drenaggio, esprimendo sostanzialmente la lunghezza media delle linee di impluvio per unità di superficie, assume valori più elevati nei territori 'impermeabili', dove, come già detto, il reticolo idrografico si presenta più sviluppato. I fattori principali che controllano la densità di drenaggio sono il tipo litologico, la permeabilità locale, la presenza e il tipo di copertura vegetale.

Il *gradiente di pendio* è dato dal rapporto tra il dislivello dei nodi e la lunghezza di ciascuna asta fluviale; il suo valore medio calcolato su tutto il reticolo idrografico, può risultare di ausilio nell'analisi dell'acclività del bacino.

Uno degli scopi della morfometria fluviale è quello di ricavare delle informazioni quantitative relative alla geometria di un sistema fluviale che possano essere messe in correlazione con informazioni idrografiche, come ad esempio nel caso della relazione di tipo esponenziale tra la portata in una sezione di un corso d'acqua e l'area della porzione di bacino contribuente al deflusso nella sezione medesima.

Il *fattore di forma* è dato anche dal rapporto fra la lunghezza L della linea d'impluvio principale e il diametro della circonferenza che racchiude una superficie equivalente all'area del sistema idrografico considerato.

$$\text{Fattore di forma (Horton)} : F = \frac{L}{\sqrt{S}}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale

S = superficie del bacino

3.2.3. Pendenza del Bacino

La pendenza del bacino è stata determinata tramite il metodo del reticolato che consiste invece nel sovrapporre un reticolato a maglie quadrate alla rappresentazione topografica del bacino, misurare in corrispondenza di ogni nodo del reticolato la minima distanza intercorrente tra due curve di livello, calcolare il rapporto tra la differenza di quota tra le due isoipse e tale distanza minima, ottenendo così una pendenza locale.

La media aritmetica delle pendenze locali sarà la pendenza media del bacino.

Tramite l'approccio a parametri distribuiti è possibile analizzare l'acclività di un bacino elaborando il *raster* delle quote. È infatti possibile calcolare per ciascuna cella del raster una pendenza data dal seno dell'angolo che forma il vettore di massima pendenza di un piano interpolante le otto celle circostanti quella in esame con la sua proiezione sul piano orizzontale, ottenendo così un *raster* delle pendenze. Dal *raster* così ottenuto si può determinare la pendenza media del bacino.

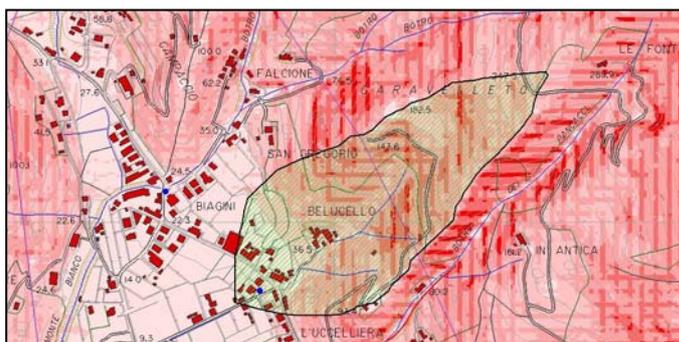


Figura 2 – Raster del bacino idrografico Fosso Bellucello;

3.3 CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

3.3.1 Caratteri geologici

Nella porzione sangiulianese del M. Pisano, come riportato nella Carta geologica dei bacini e del reticolo di drenaggio, è presente una rete idrografica costituita da una serie di torrenti dal corso breve e acclive che sottendono bacini di dimensioni molto ridotte, con portate esigue e fortemente stagionali.

Le aree intensamente boscate sono presenti soprattutto nella porzione settentrionale del territorio, a NordOvest della valle del Guappero e nelle porzioni di crinale dei restanti rilievi, mentre le aree pedemontane e le conoidi detritiche sono sovente occupate da ampie coltivazioni terzate ad oliveti.

La parte centrale della "fascia sangiulianese", corrispondente al Monte di San Giuliano – Monte Castellare è invece interessata da scarsità di copertura pedologica e con la presenza di associazioni vegetali mediterranee caratteristiche, come la "gariga".

Un fenomeno geomorfologico particolare è costituito dalle "sassaie", accumuli detritici a spigoli vivi, osservabili prevalentemente nella porzione Sud-Occidentale del Monte Pisano. Le "sassaie" risultano spesso invase da vegetazione e coperte, prevalentemente ai bordi, da suolo di neof ormazione; possono quindi essere considerate forme relitte in progressiva riduzione.

Nel settore del Monte Pisano, oggetto del presente studio, affiorano da NordOvest verso SudEst e dall'alto verso il basso le seguenti unità tettoniche (Carta geologica dei bacini e del reticolo di drenaggio):

- Falda Toscana;
- Unità Toscana Metamorfica;
- Formazione delle Quarziti del Monte Serra;
- Formazione della Verruca;
- Formazioni Paleozoiche.

3.3.2 Caratteri idrogeologici

L'idrogeologia è la disciplina che studia le modalità di occorrenza delle acque sotterranee, le modalità di infiltrazione, circolazione sotterranea ed emergenza; inoltre studia le caratteristiche chimico fisiche acquisite durante la permanenza ipogea e le possibilità di captazione e utilizzo, nonché la difesa della risorsa idrica dall'inquinamento e dal sovrasfruttamento.

Concetto basilare dell'idrogeologia è la permeabilità delle formazioni geologiche, intesa come la capacità di un corpo geologico di condurre acqua o gas; dipende dunque contemporaneamente dalle caratteristiche del terreno e da quelle del fluido.

In prima approssimazione si distinguono una permeabilità primaria, caratteristica intrinseca di un tipo litologico (ad esempio la porosità di una sabbia o di una arenaria) ed una permeabilità secondaria o acquisita (ad esempio la fratturazione di una roccia in seguito ad eventi tettonici).

Alle formazioni geologiche affioranti nell'area oggetto di studio è stato attribuito un grado di permeabilità; tale valutazione è ovviamente qualitativa, non essendo disponibile un vasto ed omogeneo campionario di dati quantitativi (prove di permeabilità in sito, prove di pompaggio) sulla permeabilità di tutte le formazioni presenti, e bisogna inoltre tener presente che la permeabilità può variare anche all'interno della medesima formazione geologica.

Di seguito si riportano i litotipi classificati per tipo (permeabilità primaria e permeabilità secondaria) e per grado (compreso da I a V).

Permeabilità primaria (per porosità)

- I** Detriti e terreni di copertura, terreni alluvionali, coni di deiezione e depositi alluvionali sabbiosi e limosi a permeabilità variabile, generalmente alta
- II** Depositi alluvionali prevalentemente argillosi a permeabilità bassa

Permeabilità secondaria (per fratturazione e fessurazione)

- III** Permeabilità alta: include le formazioni carbonatiche a permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo (Calcere Cavernoso, Calcari Massicci, Metacalcari picchiettati, Calcari tipo portoro) Rosso Ammonitico, Maiolica, Grezzoni e Calcari Selciferi)
- IV** Permeabilità medio/bassa: include formazioni a prevalente permeabilità per fratturazione (Marne a Posidonomya, Radiolariti e FLYSCH arenaceo)
- V** Permeabilità scarsa/nulla: include formazioni marnose e argillitiche del Dominio Toscano (Scaglia) e il complesso quarzítico filladico del Verrucano

Nome formazionale (Età) Grado Permeabilità

UNITA' NEOAUTOCTONE

15 Detrito e terreni di copertura	I
14 Depositi alluvionali prevalentemente argillosi	II
13 Coni di deiezione	I
12 Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi e limosi	I

FALDA TOSCANA

10 Macigno (Eocene)	IV
9 Scaglia Rossa (Cretaceo – Eocene)	V
4 Maiolica (Turoniano Sup. – Cretaceo Inf.)	III
8 Radiolariti (Dogger Sup. – Turoniano Inf.)	IV
11 Calcere Cavernoso (Trias)	III

UNITA' TOSCANA METAMORFICA (UNITA' DI S. MARIA DEL GIUDICE E UNITA' DEL MONTE SERRA)

10 Pseudomacigno (Eocene)	Metarenarie micacee	IV
9 Scaglia (Cretaceo – Eocene)	Scisti Sericitici e Calcescisti	V
8 Diaspri (Dogger Sup. – Malm)	Radiolariti varicolori	IV
7 Calcere Selcifero Superiore (Dogger)	Metacalcari picchiettati	III
6 Marne a Posidonomya (Dogger)	Metacalcari marnosi con Posidonya	IV
5 Calcere Selcifero inferiore (Lias medio – Dogger)	Metacalcari con selce nera	III
3 Calcere Ceroidi (Lias inf.)	Metacalcari Massicci bianchi, Ceroidi	III
2 Grezzoni (Norico)	Metadolomie e Metacalcari Dolomitici	III

Formazione delle Quarziti del Monte Serra

1 Quarziti viola zonate (Carnico Sup.)		V
1 Quarziti bianco-rosa (Carnico)	sequenza finale	V
1 Quarziti verdi (Carnico)		V
1 Scisti verdi (Carnico nf.)	seconda sequenza	V

Formazione della Verruca

1 Anageniti minute (Ladinico)		V
1 Scisti violetti (Ladinico)		V
1 Anageniti grossolane (Anisico – Ladinico)	sequenza basale	V

3.4 CENNI CLIMATICI

3.4.1 Generalità

Dal punto di vista climatico la Regione Toscana può essere suddivisa in due macro aree: l'alta Toscana che, con l'accentuata orografia, protegge i settori meridionali della regione dalle masse d'aria fredda proveniente dai Balcani e determina la concentrazione di precipitazioni nel periodo autunno-inverno e la Toscana centro-meridionale in cui, ad eccezione dell'Amiata, la vicinanza al mare mitiga soprattutto le temperature minime.

L'area del Monte Pisano si inserisce nella prima macro-area e per la sua particolare posizione rispetto alla pianura pisana provoca un effetto orografico, sia pure di modesta entità, sulle correnti provenienti da Sud-Ovest. Questa circolazione è messa in evidenza dall'aumento della precipitazioni dalle stazioni costiere Sud-Occidentali a quelle Nord-Orientali più prossime al rilievo.

Secondo la classificazione di Köppen, il Monte Pisano si inserisce nel clima Cs ovvero temperato umido con aridità estiva, e in particolare nel sottotipo Csa, Mediterraneo, in cui la temperatura media del mese più freddo è compresa tra -3.0°C e 18.0 °C, e quella del mese più caldo è maggiore di 22.0°C (Rapetti e Vittorini, 1994).

Dalla carta dei tipi climatici dedotti in funzione dell'Indice di Umidità Globale (Im) , il territorio del Monte Pisano risulta corrispondere a tre zone distinte:

- clima B1, interessa il settore a Nord-Ovest della Valle del Guappero, il versante ascianese e le pendici meridionali;
- clima B2, che caratterizza i versanti settentrionali, orientali e Sud-Orientali;
- clima B3, ristretto alle cime più alte.

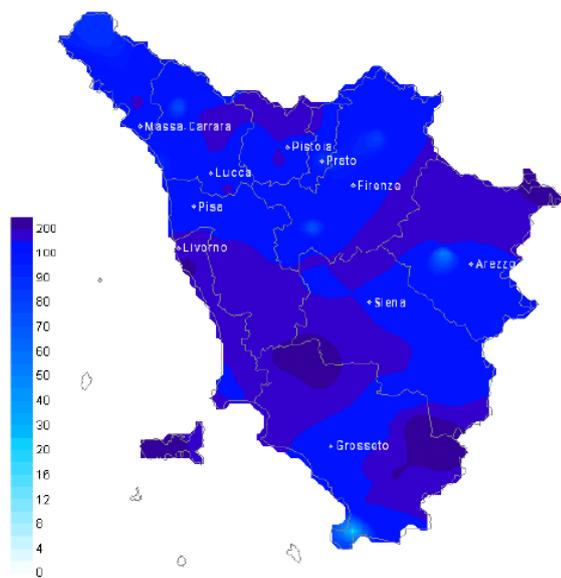
Il passaggio a questo tipo di clima è stato lento e graduale: tra 8000 e 7000 anni fa il clima era fresco e boreale, passando gradualmente a più temperato, piovoso e di tipo boreale, negli ultimi 5000 anni fino a circa 4000 anni fa quando ha assunto caratteristiche simili a quelle attuali.

3.4.2 Precipitazioni

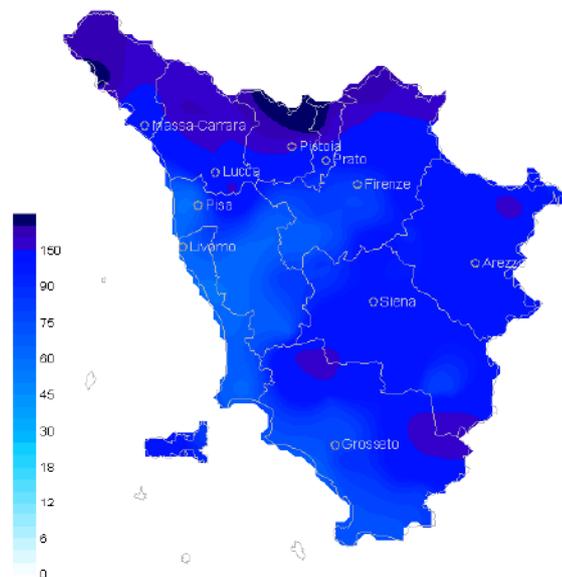
Nell'area del Monte Pisano, il regime pluviometrico è di tipo submediterraneo e i valori della precipitazione aumentano avvicinandosi al Monte Pisano passando dai 800 mm/annui della costa a oltre 1100 del Monte Pisano.

Di seguito si riportano i valori pluviometrici registrati da Gennaio - Aprile 2010 ovvero i nell'arco di tempo di quattro mesi precedenti i sopralluoghi 2010.

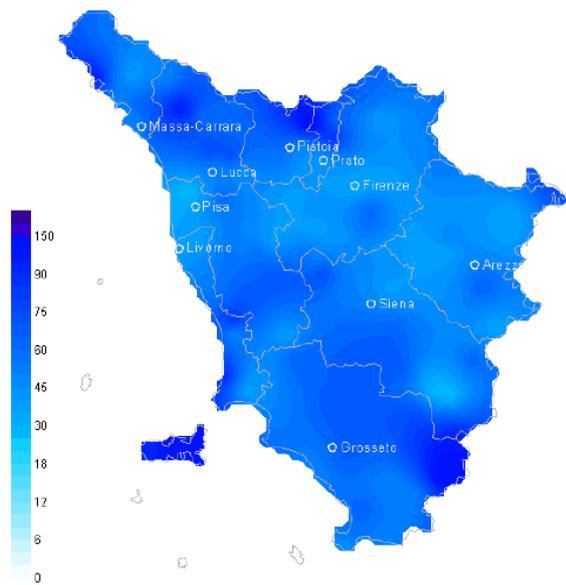
Provincia	Pioggia Gennaio 2010 (mm)	Pioggia Febbraio 2010 (mm)	Pioggia Marzo 2010 (mm)	Pioggia Aprile 2010 (mm)
AREZZO	152.9	120.8	47.2	97.2
FIRENZE	123.9	98.7	45.2	90.2
GROSSETO	159.5	104.4	64.4	102.0
LIVORNO	174.2	76.1	62.6	72.9
LUCCA	128.6	146.5	62.3	87.3
MASSA CARRARA	115.8	180.2	60.5	53.7
PISA	139.6	74.0	47.3	97.7
PISTOIA	143.9	200.4	67.5	103.3
PRATO	106.4	127.2	56.7	80.6
SIENA	148.3	107.5	55.5	94.2



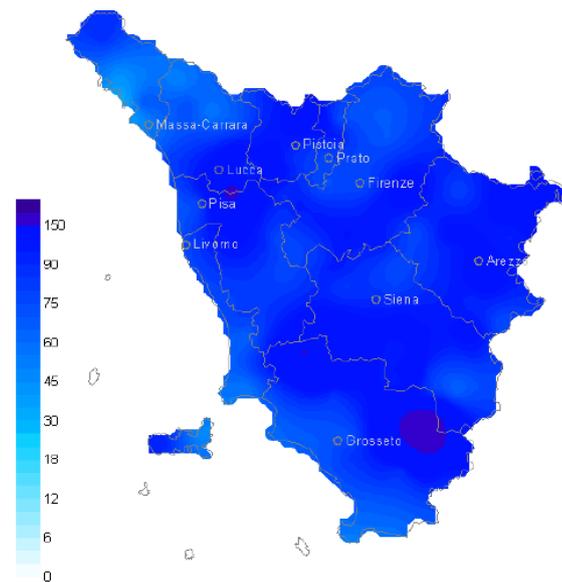
Distribuzione delle piogge cumulate sul territorio regionale in Gennaio 2010.



Distribuzione delle piogge cumulate sul territorio regionale in Febbraio 2010.



Distribuzione delle piogge cumulate sul territorio regionale in Marzo 2010.



Distribuzione delle piogge cumulate sul territorio regionale in Aprile 2010.

3.5 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dai rilievi effettuati si osserva che, nel periodo dei sopralluoghi, che si è protratto da aprile a maggio 2010, sei bacini su quattordici presentano uno scorrimento idrico superficiale significativo nel tratto di chiusura.

Bacini con presenza di scorrimento idrico superficiale nel tratto di chiusura:

N. bacino	Denominazione	Sup.bacino (Kmq)	% rocce permeabili	% rocce impermeabili
4	Scolo di Rigoli	0.59	7	93
5	Botro Bartole	0.50	8	92
8	Falcione - Sugherone	0.55	2	98
9	Fosso Bellugello	0.16	14	86
11	Botro della Ragnaia	0.48	11	89
12	Zambra di Asciano	1.67	1	99

Bacini privi di scorrimento idrico superficiale nel tratto di chiusura:

N. bacino	Denominazione	Sup.bacino (Kmq)	% rocce permeabili	% rocce impermeabili
1	Fosso Cimitagna	0.5	65	35
2	Rio dei Molini	2.22	65.2	34.8
3	Botro della cava	0.24	43	57
6	Fosso Le capanne	0.08	55	45
7	Fosso a Nord della cava (Caldaccoli)	0.04	80	20
10	Botro dei Pancacci	0.45	2	98
13	Botro Sasso Grosso	1.94	22	78
14	Fosso Barsanti	1.23	9	91

Come dai dati riportati in tabella nei bacini in cui si ha una percentuale predominante di rocce impermeabili affioranti o subaffioranti si è registrata la presenza di scorrimento idrico superficiale, mentre nei bacini con predominanza di rocce permeabili la circolazione, nel tratto di chiusura, risulta praticamente nulla.

Tale condizione non risulta verificata nei bacini 10, 13 e 14 dove nonostante un substrato di terreni impermeabili si ha assenza di scorrimento superficiale. In tali bacini però le rocce presenti risultano, nel tratto terminale del bacino, ricoperti da spesse coltri detritiche che permettono l'instaurarsi di una circolazione idrica di subalveo.

La presenza di scorrimento idrico sub-superficiale in terreni detritici di copertura è particolarmente evidente nel bacino 12 (Zambra di Asciano), dove la copertura detritica interessa più della metà della superficie totale del bacino; tale copertura è costituita da "sassaie" colonizzate dalla vegetazione che costituiscono il serbatoio alimentante le scaturigini presenti nella "Valle delle Fonti".

Infine, come illustrato nelle schede di campagna, si nota che in corrispondenza dei tratti terminali dei bacini la manutenzione dell'alveo è scarsa o nulla; la crescita di vegetazione arbustiva ed arbore in alcuni casi può rendere difficoltoso il deflusso e/o ostruire anche completamente la luce di ponticelli o tombamenti.