Politecnico di Torino

Corso di Laurea in Pianificazione Territoriale
Urbanistica e Paesaggistico Ambientale
A.A. 2020/2021

Tesi di Laurea Magistrale

Patrimonio Culturale e Rischio Idraulico

Analisi e proposte progettuali per un paesaggio storico: Borgo Cornalese

Relatore:
Prof.ssa Claudia Cassatella
Correlatori:
Prof. Stefano Ferrari
Dott.ssa Federica Bonavero

Candidato:
Emanuele Porcu

Indice

0.Introduzione 6

1.Inquadramento tematico 8
1.1 Il rischio idraulico 10
1.2 Patrimonio culturale e dissesto idrogeologico 12
1.3 Il Patrimonio culturale nell'era dei cambiamenti climatici 16

2.Politiche, dispositivi normativi e strumenti 18
2.1 Politiche internazionali per la riduzione del rischio 20
2.2 Strumenti per la tutela del paesaggio in Europa 22
2.3.1 La gestione del rischio idraulico in Italia 26
2.3.2 La tutela e la pianificazione del paesaggio in Italia 27
2.3 La Direttiva Europea: 2007/60/CE 23
2.3 La normativa italiana tra paesaggio e acqua 25

3.NBS: definizioni, tipologie d'intervento e casi studio 30
3.1 Le Nature Based Solution 32
3.2 NBS per la gestione delle alluvioni 35
3.3 Due casi studi in Italia 36
3.3.1 Il Parco dell'Acqua a Gorla 39
3.3.2 Bacini di Ritenzione per il fiume Lura 41

4.Borgo Cornalese 42
4.1 Inquadramento territoriale 46
4.2 Nascita e sviluppo del Borgo 49
4.3 Morfologia fluviale 56
4.4 Processi di frammentazione e omogeneizzazione 61
4.4.1 Alterazioni e elementi di disturbo rilevati 62
4.5 Eventi climatici estremi 65
4.6 Rischio idraulico, patrimonio culturale e previsioni di piano 72
4.7 Elementi di riflessione e attenzione 81

5.Scenari e soluzioni progettuali 82
5.1 Un approccio metodologico 90
5.2 Ragionamento per scenari 88
5.3 NBS per la gestione del rischio 96

6.Conclusioni 102

7.Fonti 104

0.Introduzione

Patrimonio culturale e rischio idraulico, sono i due temi fondamentali all'interno della quale la presente tesi di ricerca si muove. Da queste due componenti, la tesi propone altrettanti quesiti per aprire ad una discussione che coinvolge differenti campi e settori della pianificazione territoriale.
Partendo da alcune definizioni che stanno alla base del tema, la tesi, in primo luogo, si interroga su quali siano le situazioni in atto e le dinamiche antropiche, morfologiche, climatiche ed ambientali che oggi coinvolgono il patrimonio culturale di Borgo Cornalese. Un'analisi mirata ad evidenziare quel patrimonio rurale e paesaggistico capace di mostrarsi resiliente o meno rispetto alle dinamiche che si trova ad affrontare. La seconda domanda è quali siano i metodi più coerenti per la gestione del rischio idrauilico che consentano la conservazione e la valorizzazione del patrimonio. Tali metodi saranno fondamentali nella scelta delle soluzioni progettuali più adeguate per preservare il patrimonio culturale dal rischio idrauilico.
Queste due questioni, si intersecano, a mio modo di vedere, in maniera molto forte. La risposta alla prima domanda, infatti, garantisce una lettura del territorio in termini dinamici facendo leva sugli aspetti che contraddistinguono l'area studio, mettendo in luce quali sono i principali aspetti critici legati ad esempio all'antropizzazione e al clima in costante cambiamento nell'ultimo cinquantennio. Mentre la seconda parte mette in luce metodi e idee progettuali mirate alla risoluzione e alla gestione di una specifica criticità, quella del rischio idraulico all'interno dell'ambito analizzato.
La tesi si pone così l'obiettivo di evidenziare come le strutture e le dinamiche della porzione di paesaggio piemontese situata a Borgo Cornalese (Villastellone) determinino o meno la resilienza di un bene culturale rispetto al rischio di alluvione e di come sia possibile attraverso metodologie e strumenti prevedere, limitare e rendere resilienti i beni culturali dai danni provocati dalle alluvioni.
Il documento articolato in cinque capitoli muove le sue battute iniziali attraverso una descrizione dei principali temi trattati. Nello specifico il primo capitolo fornisce le principali definizioni tecniche e istituzionali rispetto al concetto di rischio e di dissesto idrogeologico e correla questi temi al patrimonio culturale e ai cambiamenti climatici in atto. Il capitolo seguente mette in risalto quelle che sono le principali norme e politiche alle quali far riferimento riguardo il patrimonio culturale e il rischio idraulico. Successivamente, il terzo capitolo presenta due casi italiani che sono utilizzati come punto di partenza per la definizione di alcuni interventi progettuali (sviluppati nell'ultimo capitolo) basati sull'utilizzo delle Nature Based Solutions per la gestione del rischio idraulico. Gli ultimi due capitoli, che invece hanno uno stampo più operativo, sono dedicati all'analisi paesaggistica dell'area studio di Borgo Cornalese e a partire da determinati scenari di criticità idraulica verranno proposte differenti opere di gestione del rischio basate sull'utilizzo di soluzioni progettuali basate sulla natura. Questo permetterà in primo luogo di valutare gli effetti possibili e riscontrabili nell'ambito analizzato di futuri eventi alluvionali di portata superiore a quelli precedenti, ed in secondo luogo di constatare come le Nature Based Solutions possano risultare del tutto efficaci nella gestione del rischio idrauilico se utilizzate e progettate in funzione del rischio che si crea rispetto alle dinamiche antropiche e climatiche attuali.
Questa tesi di ricerca prende le mosse da un lavoro iniziato durante l'autunno del 2019, quando il gruppo di studenti composto da Andrea Agnello, Dèsirèe Bucchieri, Yi-Hsuan Pan, Emanuele Porcu, Elif Sezer, Mashid Tahmasbi e coordinato dai professori Claudia Cassatella, Emma Salizzoni e Mauro Volpiano con l'assistenza di Federica Bonavero, ha svolto in Olanda presso l'università TU Delft (con la classe coordinata dal professor Steffen Nijhuis) un workshop che, trattando di resilienza dei paesaggi culturali, mirava a scambiare conoscenze e esperienze rispetto a due approcci di pianificazione e progettazione del paesaggio diversi, da una parte quello italiano e dall'altro quello olandese.

1 Inquadramento tematico

Il capitolo presenta le principali definizioni tecniche ed istituzionali che riguardano il tema del rischio idrauilico ed idrogeologico. Da questi concetti si definisce il campo d'azione e le entità coinvolte: il paesaggio e i beni culturali.
Facendo riferimento a diverse banche dati, il capitolo mette in luce come il rischio idrauilico e i dissesti da esso provocati siano presenti, seppur con differente frequenza ed intensità, in tutta Europa e coinvolgano anche il patrimonio culturale. Il capitolo presenta infine come i cambiamenti climatici fungano da volano per i dissesti naturali e come, di conseguenza, le principali autorità internazionali si siano mosse nell'ultimo cinquantennio per contrastare le conseguenze derivanti dal l'innalzamento delle temperature medie globali e dall'intensificarsi della frequenza degli eventi alluvionali.

1.1 Il rischio idraulico

Definire il concetto di rischio idraulico, porta ad un più ampio discorso riguardo quelle che sono le famiglie di rischio esistenti. Potremmo infatti considerare il rischio idraulico come un sotto-insieme di più vaste categorie di rischio. Nelle righe che seguono, verranno descritte e definite secondo diverse tipologie di linguaggio le principali categorie di rischio per arrivare poi alla definizione del concetto di rischio idraulico. Il paragrafo cercherà di mettere in luce le relazioni esistenti tra rischio e fenomeni scatenanti, partendo dai concetti più generali legati alle situazioni climatiche avverse considerate come la causa principale dei dissesti naturali.
All'interno del linguaggio tecnico-scientifico, *"il rischio meteo-idrogeologico rappresenta particolari condizioni atmosferiche che determinano la diffusione di fenomeni avversi che provocano danni a cose o persone"* (www.protezionecivile.gov.it/attività-rischi). Nello specifico i fenomeni da cui dipende il rischio meteo-idrogeologico sono differenti ma tutti legati al rischio meteorologico, ossia la diffusione di condizioni climatiche avverse. È opportuno, descrivere nello specifico tali fenomeni atmosferici, per mettere in luce gli aspetti principali sui quali la tesi si soffermerà. Anzitutto il rischio meteorologico lo si può considerare come un grande insieme all'interno del quale si costituiscono diversi rischi, ad esempio si parla di rischio di incendio per condizioni atmosferiche particolari che in relazione al tipo di vegetazione e suolo determinano il propagarsi di incendi boschivi. Così come alte temperature in estate o basse temperature in inverno, costituiscono un rischio per la salute delle fasce più deboli della popolazione. Il rischio meteo-idrogeologico è anch'esso un sottoinsieme del rischio meteorologico, ma si suddivide in due tipologie principali di rischio, il rischio idrogeologico e il rischio idraulico. Quando si parla di rischio idrogeologico, ci si riferisce agli effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli pluviometrici critici lungo i versanti, dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua della rete idrografica minore e di smaltimento delle acque piovane. Mentre per rischio idraulico, si intendono gli effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli idrometrici critici lungo i corsi d'acqua principali. Generalmente nel linguaggio tecnico-scientifico si utilizza il termine dissesto idrogeologico per descrivere tutti i fenomeni e i danni reali o potenziali causati dalle acque in generale (www.protezionecivile.gov.it/attività-rischi), si tende dunque a sintetizzare le conseguenze date dai due concetti pocanzi citati all'interno di un'unica definizione.
Il dissesto idrogeologico è causato da differenti tipologie di agenti atmosferici che agiscono su una porzione di territorio caratterizzata da particolari condizioni morfologiche ed antropiche. Si possono così associare al dissesto idrogeologico due differenti fenomeni, le alluvioni e le frane. Le alluvioni sono tra le manifestazioni più tipiche del dissesto idrogeologico, definiti dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) come la fuoriuscita di un torrente o di altri corpi idrici dai loro alvei oppure l'accumulo di acqua in zone che non sono abitualmente sommerse (IPCC,2015), queste rappresentano una situazione potenzialmente dannosa per beni e persone di una piena fluviale con conseguente inondazione delle aree adiacenti. Sono fenomeni naturali legati principalmente alla impermeabilizzazione del terreno, alla mancanza di vegetazione e alla pulizia del fiume. Le alluvioni si verificano generalmente in condizioni meteorologiche di piogge estreme per rapporto di intensità e durata e risultano essere imprevedibili se associate ai cambiamenti climatici in atto. Le frane, per definizione sono il movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante (www.protezionecivile.gov.it/attività-rischi), dipendono principalmente da processi di de-stabilizzazione del territorio che sono avvenute nel corso degli anni, la stessa azione dell'uomo è responsabile della diffusione di tale evento. Oltre alla quantità d'acqua caduta in una porzione di territorio che favorisce lo smottamento del terreno, sono causa di frane la neve caduta, il disboscamento e gli incendi.
Per quanto riguarda una definizione del concetto di rischio idraulico in ambito normativo ed istituzionale, è necessario far riferimento alla Direttiva Europea 60/2007/CE. Tramite questa direttiva, cosidetta direttiva *"Floods"*, la Commissione Europea chiarisce il concetto di rischio, legato alle alluvioni. Il rischio è legato alla combinazione che un evento possibile sia capace di generare una perdita (in termini di vite umane, economici, ambientali e di patrimonio culturale). Ed è sintetizzato all'interno di una formula matematica:

$$R = E \times H \times V$$

La probabilità che un evento, naturale o antropico, si ripeta nel tempo, è legato ad una serie di variabili:

H, *"Hazard"* ossia la pericolosità, la probabilità che un evento si possa ripetere in una determinata area;
I "*Intensità*" dell'evento che può causare differenti tipi di danno;
E ossia le *"Entità"* che possono essere coinvolte da un determinato evento alluvionale;
V che indica la "*Vulnerabilità*" dell'area in termini di quanto beni e persone verranno danneggiate.

Ad oggi il patrimonio, inteso come la somma del patrimonio ambientale e culturale, è sottoposto a tutti i rischi precedentemente elencati ed i cambiamenti climatici in atto non hanno che accentuato la diffusione e l'intensità di tali dissesti. L'obiettivo della tesi sarà quello di analizzare e introdurre tecniche e strumenti utili alla gestione dei rischi provenienti dal dissesto idrogeologico, ed in particolare i rischi idraulici legati alle alluvioni, all'interno di un paesaggio ricco di presenze storiche.

1.2 Patrimonio culturale e dissesto idrogeologico

Nel corso dell'ultimo secolo la diffusione di eventi climatici estremi ha fatto sì che anche il patrimonio culturale risulti sempre più vulnerabile ai rischi citati nel paragrafo precedente. L'abbandono del patrimonio, l'antropizzazione crescente e l'utilizzo di pratiche agricole intensive a discapito di pratiche tradizionali, ha favorito fortemente la diffusione in tutto il mondo di differenti tipi di dissesto, inoltre il riscaldamento globale ha contribuito, in modo determinante, ad amplificare la loro forza e imprevedibilità, come si può facilmente intuire dalla fig.1.0 dove viene riportato l'incremento dei disastri naturali dell'ultimo secolo nel mondo.
I fenomeni alluvionali, che nello specifico sarà l'argomento su cui la tesi si focalizzerà, sono oggetto di studi e ricerca ormai da quasi un secolo, però la loro imprevedibilità rimane ancora costante fino ad oggi. Nel corso del tempo questi fenomeni hanno sollevato e

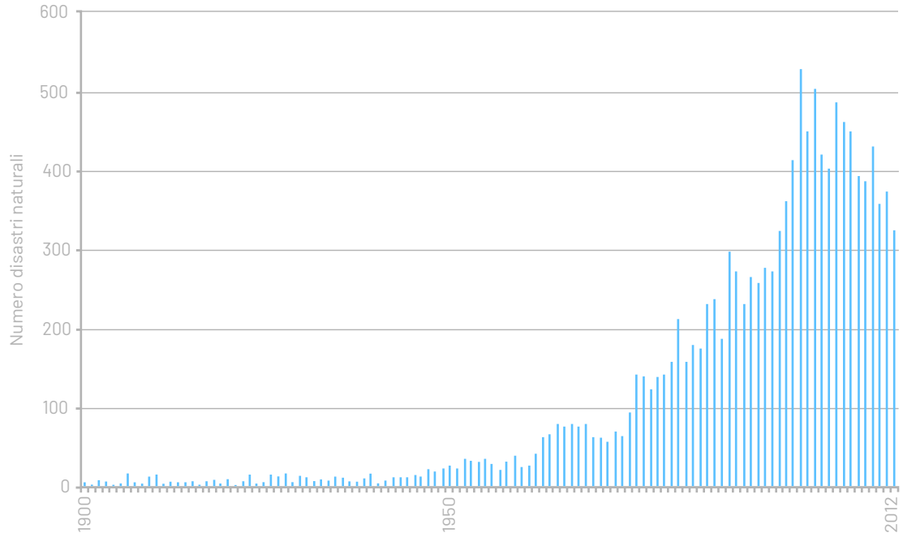


fig.1.0 Disastri naturali nel mondo 1900-2013 (Fonti: OFDA/CRED International Disaster Database, Université Université catholique de Louvain. Elaborazione personale).

stimolato la sensibilità di molti ricercatori e studiosi, portando avanti metodi e tecnologie sempre più avanzate per essere in grado di poter prevenire tali eventi ed evitare così delle catastrofi. Le principali azioni mosse dalle autorità nazionali e dai governi centrali hanno giocato e giocano un ruolo fondamentale nella riduzione di tale rischio affinché i danni materiali ed immateriali, provocati da un evento alluvionale, risultino sempre meno e più controllati attraverso azioni di monitoraggio continuo delle acque e delle piogge e opere di gestione del rischio.
Al fine di comprendere meglio quanto siano stati nel corso della storia devastanti le alluvioni è utile riportare una serie di dati che fa luce sull'entità di tali fenomeni. I dati riguardanti i disastri naturali e tecnologici avvenuti in tutto il mondo, sono facilmente acquisibili all'interno di un database (EM-DAT) creato da un ufficio delle Nazioni Unite, nato nel 1999, l'UNDRR (si tratta di un ufficio delle Nazioni Unite per la Riduzione dei Rischi di Catastrofi), in collaborazione con un centro di ricerca CRED (Centro di Ricerca

sull'Epidemiologia dei Disastri). Questi due enti si occupano di studiare e successivamente divulgare dati che trattano le catastrofi di tutti i generi. Recentemente, in occasione della Giornata Internazionale per la Riduzione dei Disastri, tenutasi a Ginevra il 12 ottobre 2020, si è fatto luce su come negli ultimi cinquant'anni nel mondo circa il 79% dei disastri globali, ha riguardato pericoli legati alle condizioni metereologiche, idriche o climatiche e si sono stimate perdite di circa 153 bilioni di dollari dal 1970 ad oggi (UNDRR,2020).
I dati più preoccupanti riguardano però l'ultimo ventennio, dal 2000 al 2020 infatti le alluvioni, sono aumentate esponenzialmente, 1.865 eventi in più rispetto al ventennio 1980-1999. Ad oggi le alluvioni rappresentano il disastro naturale più frequente e rilevante nel mondo, infatti circa il 44% dei disastri naturali è dovuto alle alluvioni (CRED,2019). Seppur per numero di morti le alluvioni risultino essere la causa del solo il 9% (circa 104.614 di morti in tutto il mondo) di tutti i morti per disastri naturali, si stima che siano circa 1,65 bilioni le persone colpite da inondazioni fluviali tra il 2000 e il 2019, circa il 41% totale delle persone

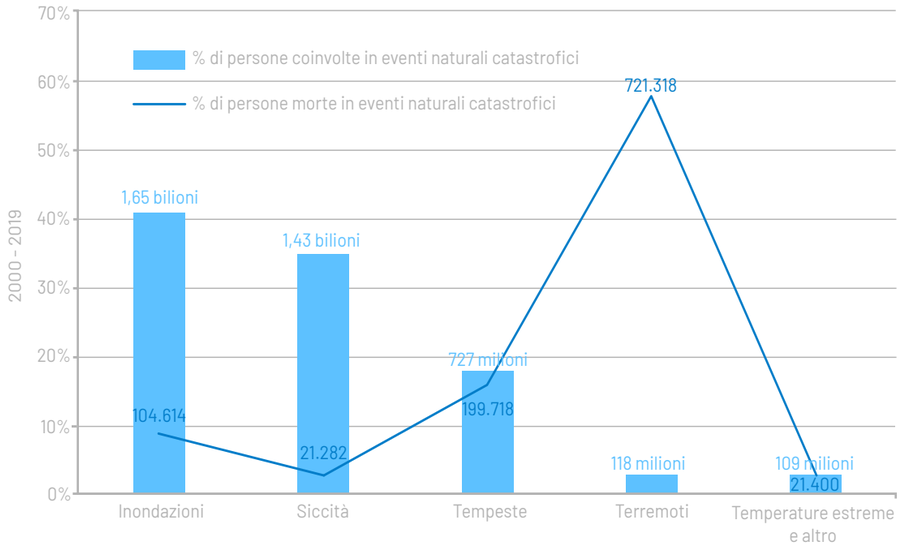


fig.1.1 Persone coinvolte e morti a causa di eventi naturali catastrofici nel mondo durante il ventennio 2000 - 2019 (Fonti: CRED, Human Cost of Disaster. Elaborazione personale).

colpite da disastri naturali (fig. 1.1). Prendendo in considerazione il 2019 e comparandolo con il decennio precedente, si conta un aumento di 50 inondazioni fluviali a livello mondiale, questo è dovuto soprattutto al rapido riscaldamento globale che ha portato ad un ulteriore diffusione di tali eventi (CRED, 2019).
Nell'ultimo secolo, secondo i dati riportati da EM-DAT, in Europa, si sono verificati 620 eventi alluvionali. La fig.1.2., ci aiuta a cogliere la localizzazione e la geografia di tali eventi, la Francia risulta essere il paese europeo più colpito in assoluto da tali fenomeni, si contano infatti cinquantadue inondazioni dal 1900 ad oggi, la Francia è seguita dalla Romania e successivamente dall'Italia con 49 inondazioni fluviali, sempre nel periodo dal 1900 ad oggi.
Le alluvioni però nel corso della loro storia però, non hanno solo provocato morti e distruzioni materiali, spesso sono state la causa di perdita di patrimonio culturale. Secondo quanto riportato dal report sul dissesto idrogeologico in Italia, pubblicato da ISPRA nel 2018, gli indicatori utilizzati per descrivere la situazione della penisola italiana,

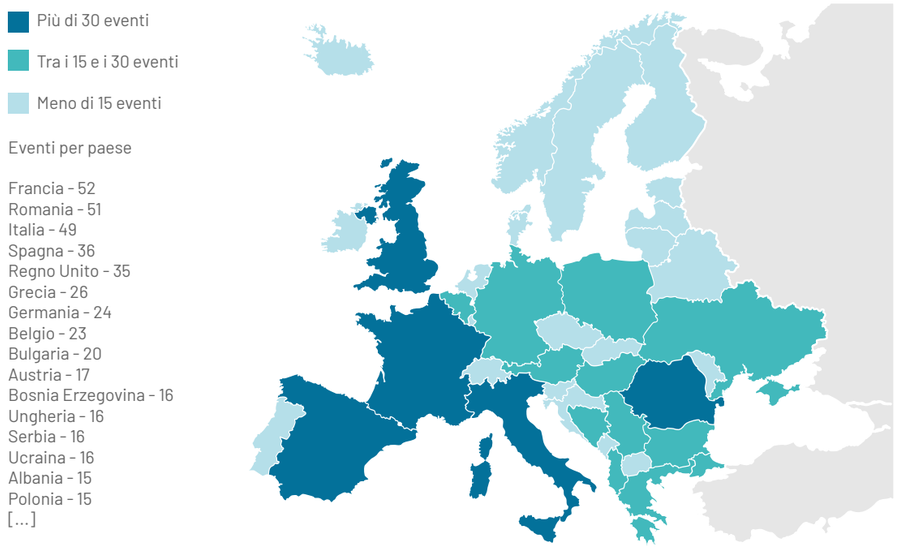


fig.1.2 Eventi alluvionali in Europa nel periodo compreso tra il 1900 e il 2020, secondo il database internazionale EM - DAT (Fonti: CRED, EM-DAT. Elaborazione personale).

rispetto al livello di rischio complessivo di alluvione mostrano come siano a rischio dissesto idrogeologico 84.428 beni culturali (ISPRA, 2018), di cui il 6,8% ricadono all'interno dello scenario di pericolosità uno, che descrive fenomeni alluvionali con dissesto a tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni, il 15,3% all'interno del poligono che rappresenta lo scenario di pericolosità due, dissesto con tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni e il 19,4% all'interno della zona indicata con pericolosità 3, con tempo di ritorno compreso tra 300 e 500 anni (ISPRA, 2018), la fig.1.3 mostra come la maggior parte dei beni siano concentrati nella parte settentrionale della penisola con significativi addensamenti nelle regioni dell'Emilia Romagna, Lombardia e Piemonte.
La stima, effettuata da ISPRA in ambiente GIS, intersecando i layer dei beni culturali e le aree a pericolosità di dissesto idrogeologico è il risultato di un lavoro portato avanti da diversi enti: l'ISPRA che si occupa di diffondere dati riguardanti la pericolosità da frana e alluvioni, l'ISCR (Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro) il quale cataloga all'interno di un database VIR (Vincoli in Rete) tutte le categorie di bene culturale, presenti sul territorio italiano e il SITAP (Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico), un sistema informativo nazionale creato con il progetto ATLAS durante gli ottanta, che divulga dati riguardanti le perimetrazioni georeferite e le informazioni descrittive dei vincoli paesaggistici. La collaborazione fra questi enti ha dato origine ad un importante piattaforma sul dissesto idrogeologico in Italia chiamata IdroGEO che fornisce una geografia complessiva degli abitanti e del patrimonio italiano a rischio idrogeologico ed idraulico.

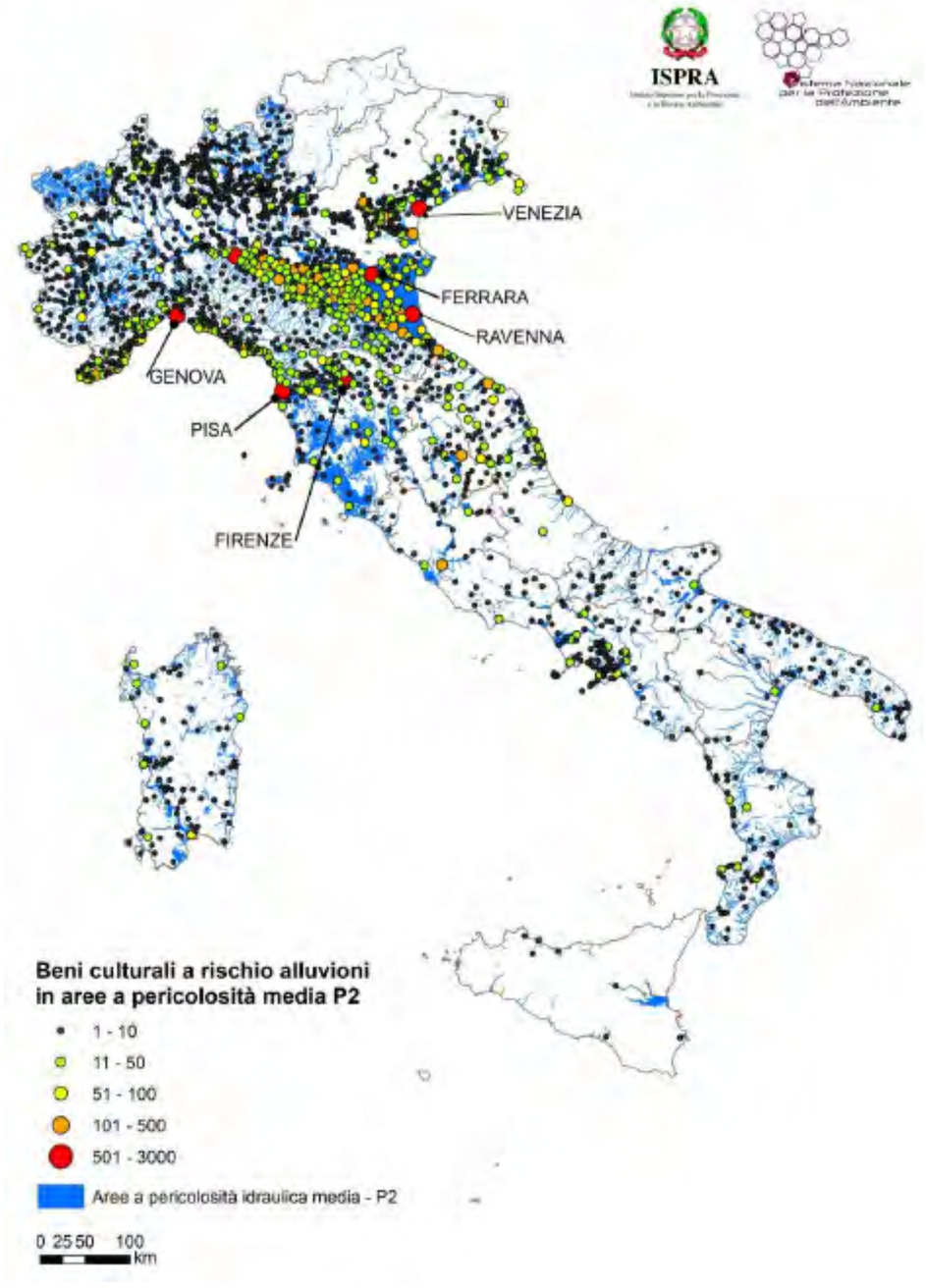


fig.1.3 Beni culturali esposti al rischio idraulico ed idrogeologico nella penisola italiana (Fonti: ISPRA, idroGEO).

1.3 Il Patrimonio culturale nell'era dei cambiamenti climatici

Il dibattito che si è creato a livello globale riguardo le minacce provenienti dai cambiamenti climatici e dai conseguenti dissesti naturali, verso il patrimonio culturale, si è evoluto nel corso della storia in modo notevole, se in un primo momento tecnici, politici e studiosi guardavano ai cambiamenti climatici solo in relazione alla sicurezza delle persone e degli ambiti urbani, a partire dai primi anni del XXI secolo, si è sviluppata una concezione condivisa a livello globale, di come i cambiamenti climatici rappresentino un forte rischio anche per il patrimonio.
Era il 16 novembre del 1972, quando a Parigi è firmata dall' ONU la Convenzione Mondiale riguardante la Protezione del Patrimonio Culturale e Naturale. Gli anni Settanta sono un periodo in cui in gran parte dei paesi del mondo fermenta l'idea di un patrimonio culturale e ambientale sempre più minacciato dall'evoluzione della vita sociale ed economica da fenomeni di alterazione o distruzione, per questo motivo la forte relazione tra paesaggi, beni culturali e dissesti naturali entra all'interno di un dibattito globale. I paesi firmatari di questa Convenzione, infatti, dal 1972 cooperano attivamente, al fine di, come riportato all'interno dell'articolo 4 della parte prima di questa Convenzione:

"[...] garantire l'identificazione, protezione, conservazione, valorizzazione e trasmissione alle generazioni future del patrimonio culturale e naturale, situato sul suo territorio [...] Esso (il paese firmatario) si sforza di agire a tal fine sia direttamente con il massimo delle sue risorse disponibili, sia, all'occorrenza, per mezzo dell'assistenza e della cooperazione internazionale di cui potrà beneficiare, segnatamente a livello finanziario, artistico, scientifico e tecnico." (Art.4, Convenzione del Patrimonio Mondiale, 1972).

L'articolo mette in luce quali siano le azioni che uno stato deve svolgere nei confronti del proprio patrimonio culturale e naturale, ossia trasmettere alle generazioni future il patrimonio situato sul territorio e questo, grazie a tale Convenzione è reso possibile con la cooperazione in termini economici e finanziari di tutti gli stati membri dell'ONU.
L'Organizzazione delle Nazioni Unite rappresenta l'organo politico che stabilisce a livello internazionale obiettivi e norme da perseguire affinché il patrimonio esistente all'interno dei territori dei paesi membri, rimanga illeso e permanga alle generazioni future. I temi che intersecano la tutela del patrimonio culturale e naturale, all'interno delle conferenze ONU, a partire dalla fine degli anni '60, riguardano soprattutto il cambiamento climatico. Le Nazioni Unite infatti si incontrano attraverso diverse conferenze (le cosiddette COP) con al centro il tema del cambiamento climatico che affligge il pianeta. Nel 1992 con la Conferenza di Rio, chiamata anche Summit della Terra, 154 nazioni firmano la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), un trattato per la riduzione delle emissioni di gas serra, considerati come l'amplificatore principale del riscaldamento globale. Con la prima conferenza delle parti (COP-1), gli stati firmatari del documento vengono suddivisi in tre gruppi, a cui spetteranno diversi compiti. Si riconoscono per tutti i paesi firmatari responsabilità differenti ma comuni al fine di raggiungere l'obiettivo, che comunque non era vincolante, di diminuire le interferenze antropiche sul sistema climatico terrestre.
Successivamente alla conferenza delle parti di Rio, le Nazioni Unite hanno continuato a incontrarsi al fine di monitorare costantemente gli sforzi e gli obiettivi raggiunti dai diversi paesi, fino a quando nel 1997 con la COP-3, a Kyoto, viene firmato un protocollo attuativo dei principi stabiliti precedentemente con il Summit della Terra del '92. I paesi aderenti a tale trattato, nello specifico, si impegnano a ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 5% rispetto ai livelli del 1990, nel periodo che va dal 2008 al 2012. La differenza fondamentale, con la prima COP tenutasi a Rio, consiste nel fatto che il protocollo di Kyoto, una volta che sarebbe stato firmato e successivamente ratificato, obbligava operativamente i paesi firmati a rispettare il protocollo, sanzionandoli qualora non fosse rispettato. La ratifica di tale documento è avvenuta però solo nel febbraio 2005, quando il 55% dei paesi firmatari finalmente ratificò tale documento.
Con la fine degli anni Novanta, l'ONU, organizza nel 2000 a New York il vertice del millennio, una conferenza di tre giorni all'interno della quale vengono dichiarati otto obiettivi strategici (Millenium Developments Goals - MDG's) da raggiungere entro il 2015 dai paesi firmatari. Di questi otto obiettivi, nessun obiettivo risulta correlato direttamente alla cultura e alla protezione della stessa, se non in termini di istruzione all'interno dell'obiettivo due dei MDG's: *"Rendere universale l'istruzione primaria"*. Seppur il documento sviluppato dalle Nazioni Unite, all'inizio di quest'ultimo millennio, appaia del tutto innovativo, sia per la forma che per la retorica utilizzata, tra gli stati membri dell'ONU, la salvaguardia e la tutela del paesaggio e dei beni culturali rispetto ai cambiamenti climatici non risulta un aspetto ancora così importante e decisivo da doverlo riportare all'interno di questi otto obiettivi strategici. Un mutato contesto socioeconomico, solo qualche anno più tardi, permetterà di sviluppare una più significativa sensibilità verso il tema della cultura.
Un ulteriore passo in avanti in materia cambiamenti climatici e beni culturali, a livello globale è stato messo in pratica attraverso l'attuazione dell'Accordo di Parigi nel 2015. A seguito della COP-21 si sono poste le basi giuridiche per un'azione contro l'aumento della temperatura globale. L'ONU fissa un quadro d'azione per limitare entro la fine del secolo l'innalzamento della temperatura globale di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, al fine di limitare tutti i rischi correlati ai cambiamenti climatici (Accordo di Parigi,2015). I ruoli di tutti i paesi firmatari sono quelli di ridurre le emissioni al fine di garantire una minore vulnerabilità e maggiore resilienza agli effetti climatici. L'accordo sancisce senza precedenti l'inizio di una nuova era, in cui tutte le società del mondo sono chiamate a rispondere per evitare che i danni già avvenuti in passato diventino incontrollabili. Tale concetto viene espresso all'interno dell'articolo relativo alle *"Perdite e Danni"*:

"L'Accordo di Parigi riconosce l'importanza di scongiurare, ridurre al minimo e affrontare le perdite e i danni associati agli effetti negativi del cambiamento climatico, inclusi eventi meteorologici estremi ed eventi a insorgenza lenta, e il ruolo dello sviluppo sostenibile nel ridurre il rischio di perdita e danneggiamento [...]." (Art.8, Accordo di Parigi).

Lo stesso anno viene adottata l'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile che definisce diciassette nuovi obiettivi strategici da raggiungere entro la fine del 2030. Gli obiettivi spaziano tra diverse tematiche e settori ma hanno come caratteristica comune quella di delineare un futuro migliore e più sostenibile per tutti (New Urban Agenda,2015) . Il tema del patrimonio culturale e del paesaggio all'interno di questi obiettivi viene richiamato più volte. Di fatto, i Suinstainble Development Goals perseguendo i principi della riduzione dell'innalzamento della temperatura globale dell'Accordo di Parigi, permeano anche all'interno della cultura. L'obiettivo numero undici *"Rendere gli insediamenti umani inclusivi, sicuri duraturi e sostenibili"* all'interno del target 11.4 *"Rafforzare gli sforzi per proteggere e salvaguardare il patrimonio culturale e naturale del mondo"* sottolinea quanto il patrimonio del mondo sia a rischio e quanto sia necessaria un'azione nel breve termine, per riuscire a proteggerlo dai possibili disastri naturali.

2 Politiche, dispositivi normativi e strumenti

Obiettivo del capitolo è quello di porre l'accento su come siano cambiate le tecniche per la riduzione del rischio: dalla gestione dei disastri alla gestione del rischio. Il capitolo mira così a descrivere la base normativa sulla quale poggiano i temi principali della tesi, il rischio idraulico e il patrimonio culturale.
Partendo dalle politiche e dai trattati internazionali per la riduzione del rischio emanati dagli uffici dell'ONU, vengono descritte le norme e i principali strumenti definiti dall'Unione Europea per poi passare alla presentazione dei dispositivi di legge italiani nati dal recepimento delle direttive europee. Successivamente sono illustrati i principali strumenti europei e italiani volti alla salvaguardia, alla tutela e alla valorizzazione del paesaggio.

2.1 Politiche internazionali per la riduzione del rischio

A livello mondiale è la World Conference on Disaster Risk Reduction (WCDRR) ad occuparsi della diffusione di politiche per la riduzione dei rischi inerenti alle catastrofi. Dagli anni settanta ad oggi, l'appena citata conferenza, ha avuto luogo nel corso dell'ultimo cinquantennio sempre in Giappone. Nel 1994 a Yokohama, nel 2005 a Hyogo e nel 2015 a Sendai. Le WCDRR sono conferenze promosse da un ufficio delle Nazioni Unite, l'UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) che si occupa di diffondere politiche e strategie per la riduzione dei rischi. L'obiettivo del paragrafo che segue sarà quello di evidenziare come si è evoluto il discorso della riduzione del rischio all'interno di queste conferenze, sottolineando in particolare, come la gestione del rischio sia cambiata basandosi su approcci sempre più innovativi. L'esito principale delle tre WCDRR sono stati tre documenti, tre diversi framework, piani strategici che richiamano tutti i paesi delle Nazioni Unite a perseguire determinati principi e strategie per la gestione e la riduzione delle catastrofi.

La questione relativa alla riduzione delle catastrofi si apre con la prima WCDRR tenutasi a Yokohama nel 1994, si delinea per la prima volta nella storia, un piano d'azione comune per la sicurezza dell'intero globo, vengono riconosciuti e documentati all'interno del Yokohama Framework i rischi verso cui le società moderne vanno incontro e vengono definiti dieci principi generali per la riduzione dei disastri. Meccanismi di gestione del rischio come la prevenzione e la preparazione alle catastrofi sono considerati i principali strumenti per diminuire il numero di casi e il numero di morti. La Yokohama Strategy ha influenzato gli approcci tecnici e scientifici in tema di rischio, attribuendo importanza al ruolo cruciale del fattore umano nella riduzione o meno della vulnerabilità delle società umane rispetto ai pericoli naturali e ai disastri (Global Assessment Report, 2019).

Dieci più anni tardi la seconda WCDRR a Kobe dà origine ad un secondo quadro d'azione per la riduzione dalle catastrofi, viene pubblicato nel 2005 il Hyogo Framework for Actions, che a seguito di alcune lacune riscontrate all'interno del framework precedente propone di aggiornare il quadro sulla riduzione dei disastri, basandosi su quattro obiettivi fondamentali:

1. Comprensione del rischio di catastrofi;
2. Rafforzare la gestione del rischio di catastrofi;
3. Investire nella riduzione del rischio di catastrofi per la resilienza;
4. Migliorare la preparazione alle catastrofi per una risposta efficace e ricostruire meglio nella fase di recovery, nella riabilitazione e nella ricostruzione. (UNDRR, 2015)

Il Hyogo Framework dà origine a due importanti piattaforme di condivisione del rischio a livello nazionale e globale con compiti legati a vari settori, da quello politico a quello tecnico ed economico ma con l'obiettivo di attuare azioni per la riduzione del rischio proveniente dai disastri naturali.

Il Sendai Framework rappresenta l'ultimo prodotto politico esito della terza WCDRR, che fondandosi sui due precedenti accordi fornisce delle linee guida per la riduzione del rischio da catastrofi natural. L'obiettivo del Sendai Framework che si basa sul principio di universalità, riconoscendo che ogni società del mondo è potenzialmente vulnerabile ai disastri naturali a prescindere dalle condizioni economiche (GAR,2019), è quello di gestire nel modo migliore possibile il rischio di catastrofi. Questo segna una svolta epocale con i precedenti framework, se fino alla pubblicazione del Hyogo Framework si parlava di gestione delle catastrofi ora si pone l'accento sulla gestione del rischio e su tutte le possibili azioni e strumenti in grado di prevenirlo. Il forum di Sendai segna una svolta a livello globale sulla diminuzione delle catastrofi, i paesi firmatari dell'accordo entrano in una nuova ottica di prevenzione del rischio mirata al rafforzamento della resilienza e delle comunità, con la creazione di progetti e reti direttamente dedicati al sostegno delle popolazioni e delle società di tutto il mondo (http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione).

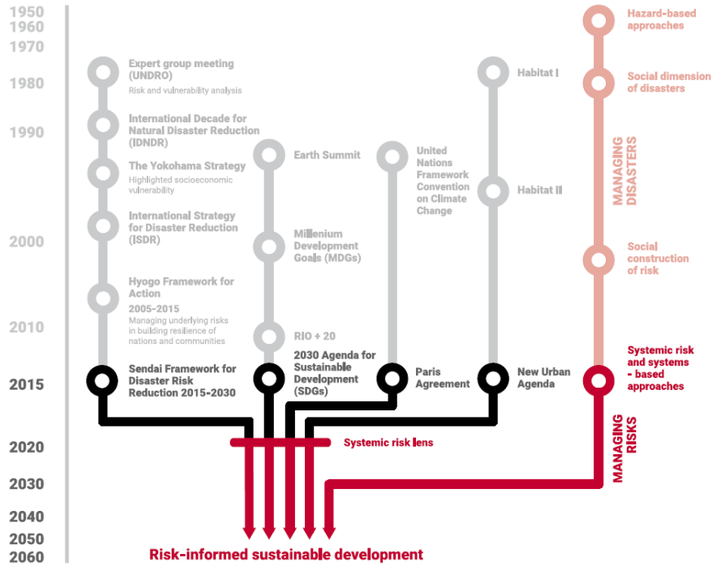


fig.2.0 La riduzione del rischio nel corso del tempo (Fonti: UNDRR, GAR, 2019).

2.2 Strumenti per la tutela del paesaggio in Europa

I rischi e le dinamiche citate all'interno del paragrafo 1.1 e 1.3 rendono al giorno d'oggi il patrimonio culturale di tutto il mondo vulnerabile, di seguito verranno descritti i principali strumenti utilizzati da organi politici intergovernativi per la tutela e la salvaguardia del paesaggio e dei beni culturali.
Il dibattito a livello europeo riguardante la tutela del paesaggio coinvolge diversi stakeholders e nasce all'inizio dello scorso ventennio, quando nel 1983, viene istituito un centro specializzato il CUEBC (Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali, dal 2005 ad oggi non sono più documentate attività di ricerca), con sede in Italia a Ravello, con l'intenzione di realizzare una politica europea volta alla formazione di esperti e di tecnici che si occupino di formazione scientifica e di tutela in materia di beni culturali. Il CUEBC nasce principalmente per l'esigenza da parte dell'Unione Europea, di dotarsi di uno strumento capace di creare metodologie condivise a livello internazionale sulla conservazione dei beni culturali, coinvolgendo al suo interno ricercatori a stampo scientifico e umanistico. È riconosciuta a livello giuridico dalla Repubblica Italiana (e dagli stati dei paesi membri), e opera in stretto rapporto con il Consiglio d'Europa, l'UNESCO e altre importanti organizzazioni internazionali.
Il CUEBC, si muove attraverso la ricerca continua da parte dei suoi membri che attraverso atti seminariali, attraverso pubblicazioni ma anche attraverso azioni dirette sul campo si confrontano continuamente tra di essi, promuovendo buone pratiche di salvaguardia del patrimonio culturale. L'attività di ricerca del CUEBC inizia da subito a divulgare documenti riguardanti il rischio e il patrimonio culturale, in relazione a diversi aspetti che spaziano dal rischio sismico a quello delle pressioni turistiche sui paesaggi culturali. Parallelamente al CUEBC, nasce nel 1987, un importante accordo europeo, l'EUR-OPA Major Hazard Agreement, che istituisce la nascita di una piattaforma europea basata sulla cooperazione per la riduzione del rischio da disastri naturali o tecnologici. L'EUR-OPA, svolge una duplice azione, da un lato azione politica con riunioni ministeriali ogni quattro anni dei paesi membri (ad oggi 25), al fine di raccogliere materiali necessari per la pubblicazione di nuovi documenti e per scambiare e condividere azioni su eventi rilevanti avvenuti nei paesi partecipanti. Dall'altro lato svolge un'azione tecnica e scientifica con lo scopo di sviluppare progetti a livello nazionale e regionale. I progetti di ricerca, le azioni dirette sul territorio e la cooperazione tra gli stati membri che le attività del CUEBC ed EUR-OPA, promuovono, sono sotto la diretta visione di un importante organo dell'Unione Europea, il CDCPP (Comitato Direttivo per la Cultura, il Patrimonio e il Paesaggio), organo responsabile delle attività europee legate al paesaggio, alla cultura e al patrimonio. Il CDCPP, si incontra ogni anno stabilendo quali siano gli obiettivi, di anno in anno differenti, che i paesi membri dell'Unione Europea dovranno perseguire in materia di tutela del paesaggio e di beni culturali di fronte ai disastri naturali. L'Italia risulta essere membro attivo sia dell'accordo EUR-OPA che del CDCPP.
Tra i più innovativi ed importanti strumenti utilizzati da questi enti, non si può non citare il continuo ricorso alla Convenzione Europea del Paesaggio, firmata nel 2000 a Firenze, alla Convenzione di Faro firmata in Portogallo 5 anni più tardi e alla Strategia 21, strumento di più recente attuazione, adottato a Cipro nel 2017. Proprio recentemente, in occasione del meeting di EUR-OPA con il Consiglio Europeo e il CUEBC, intitolato *"Proteggere i Paesaggi Culturali come Prevenzione di Disastri Naturali",* a Ravello, il 28 e il 29 Settembre del 2018, si è sottolineato ancora una volta quanto siano indispensabili per i paesi membri dell'Unione Europea e firmatari dei tre documenti prima citati, la Convenzione Europea del Paesaggio e la Convenzione di Faro (per questi due strumenti il CDCPP si occupa di monitorarne l'applicazione nei paesi firmatari). Il primo strumento, la Convenzione Europea del Paesaggio, dà origine ad un legame più stretto e forte tra i paesi firmatari in materia di paesaggio, riconoscendolo come patrimonio comune, importante per le sue funzioni sul piano culturale, ecologico ed economico. Come riportato all'articolo 5 della Convenzione, l'obiettivo comune ai paesi firmatari è quello di:

"[...] Promuovere la salvaguardia, la gestione e la pianificazione dei paesaggi e di organizzare la cooperazione europea in questo campo." (Art. 5, Convenzione Europea del Paesaggio, 2000).

In materia di tutela, la Convezione Europea del Paesaggio, appare agli arbori del nuovo secolo uno strumento del tutto innovativo, proprio perché considera il paesaggio come un elemento del territorio che necessita di salvaguardia e di gestione attraverso la pianificazione, che viene stimolata dalla continua cooperazione tra i paesi firmatari della Convezione.
Per quanto riguarda la Convenzione di Faro, anch'esso strumento volto ad aumentare la cooperazione e le responsabilità tra i paesi firmatari, fra gli obiettivi del primo articolo spicca come sia necessario riconoscere una responsabilità individuale e collettiva nei confronti dell'eredità culturale. Eredità culturale intesa come:

"Un insieme di risorse ereditate dal passato che le popolazioni identificano come riflesso ed espressione dei loro valori, credenze, conoscenze e tradizioni" (Art.2, Convenzione di Faro, 2005).

Il concetto di eredità culturale appare un concetto più innovativo rispetto a quello di patrimonio culturale, poichè risulta inerente al diritto di partecipare alla vita culturale. Proprio per questo la Convenzione di Faro presuppone un maggiore protagonismo dei cittadini, innescando un processo di governance con le istituzioni.
Altri importanti provvedimenti sono stati presi in relazione al cambiamento climatico-e ai beni culturali, con il 57° meeting di EUR-OPA, all'interno del quale si è ribadito come i cambiamenti climatici influiscano fortemente sulla struttura del patrimonio culturale, concetto esplicitato anche all'interno del documento divulgato dell'IPCC sull'incremento della temperatura globale di 1,5°C e 2°C. Per questo motivo l'Unione Europea si è mossa nell'ultimo decennio, favorendo ed incentivando politiche e progetti che spingano i paesi membri ad adottare strategie e piani diretti all'aumento della resilienza del patrimonio culturale rispetto ai processi in atto. Per questa ragione nel 2017 a Cipro, viene firmata la Strategia 21, un insieme di raccomandazioni per il XXI° secolo a cui i paesi firmatari, dovranno far riferimento per una migliore gestione del patrimonio culturale e naturale. Le raccomandazioni di Strategia 21, si suddividono in tre principali componenti: componente sociale, sviluppo economico e territoriale ed infine conoscenza e educazione, per ognuno di questi tre pilastri vengono identificate diverse sfide. Per la prima componente, che riguarda gli aspetti sociali della cultura, si fa riferimento specialmente all'utilizzo della conoscenza locale come strumento per riabilitare le usanze e le strutture tradizionali dei territori. La seconda componente riguarda invece lo sviluppo territoriale ed economico, dove il patrimonio culturale viene considerato come un mezzo che possa facilitare investimenti sul territorio promuovendolo. La terza componente invece chiamata conoscenza ed istruzione, mira ad incorporare la conoscenza e l'educazione al patrimonio all'interno degli ambiti scolastici.

2.3 La Direttiva Europea: 2007/60/CE

La Direttiva 2007/60/CE, emanata dalla Consiglio Europeo, rappresenta ad oggi il testo

normativo di riferimento per gli stati membri per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della comunità (dir. 2007/60/CE). La direttiva in questione richiede, in particolare, agli stati membri di redigere tre documenti:

1. Valutazioni preliminari del rischio di alluvioni, che descrivono le alluvioni significative verificatesi in passato e gli eventi simili che potrebbero avvenire in futuro.
2. Mappe della pericolosità e mappe del rischio di alluvioni, che indicano le zone in cui una determinata alluvione potrebbe avere conseguenze negative.
3. Piani di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), nei quali si definiscono le misure di prevenzione, protezione e preparazione relativamente al rischio di alluvioni
(Corte dei Conti Europea, 2018).

Gli enti predisposti alla realizzazione di tali documenti sono le Autorità di Bacino Distrettuali (già istituzionalizzate con dir, 60/2000/CE *"Water"*) che si occupano della redazione delle mappe relative alla pericolosità e al rischio e del piano di gestione del rischio di alluvioni. Al fine di descrivere i tre documenti pocanzi citati, è utile riportare anzitutto la definizione di rischio assunta dalla Direttiva Alluvioni, che si costituisce della seguente formula:

$$R = E \times H \times V$$

La probabilità che un evento, naturale o antropico, si ripeta nel tempo, dunque, è legato ad una serie di variabili: H, *Hazard* ossia la pericolosità, la probabilità che un evento si possa ripetere in una determinata area, I *Intensità* dell'evento che può causare differenti tipi di danno, E ossia le *entità* che possono essere coinvolte da un determinato evento alluvionale, V che indica la *vulnerabilità* dell'area in termini di quanti beni e persone potranno essere danneggiate.
La direttiva 60/2007/CE, come anticipato precedentemente, richiede agli stati membri la redazione di tre documenti, che corrispondono a tre differenti fasi. Il primo documento da elaborare per norma è la valutazione preliminare del rischio di alluvioni. Si tratta di una valutazione volta a fornire una valutazione dei rischi potenziali da alluvione è si compone di quattro elementi, anzitutto mappe in scala del distretto idrografico comprendenti anche i confini dei sottobacini, una descrizione delle alluvioni avvenute in passato che si possono riverificare con elevata probabilità ed una descrizione delle alluvioni significative, qualora si ipotizzi che si possano ripetere eventi simili con notevoli conseguenze negative ed infine una valutazione delle potenziali conseguenze negative di future alluvioni per la saluta umana, l'ambiente e il patrimonio culturale (Art. 4, Capo II, dir. 2007/60/CE).
Una volta predisposta la valutazione preliminare, gli stati membri dovranno dotarsi di mappe della pericolosità da alluvione, che fanno riferimento alla formula precedentemente descritta, queste contengono le perimetrazioni delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni e vengono classificate secondo tre diversi scenari:

a) Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
b) Media probabilità di alluvioni (tempo medio di ritorno probabile > cento anni);
c) Elevata probabilità di alluvioni.

Per ciascuno degli scenari individuati, è necessario indicare:

a) Portata della piena;
b) Profondità delle acque;

c) Velocità del flusso o flusso d'acqua considerato.

Al fine di comprendere al meglio il concetto che sta alla base delle mappe della pericolosità da alluvione è utile definire il tempo di ritorno, ossia la probabilità che un evento si ripeti all'interno di un periodo temporale stabilito. Per quanto concerne, invece, le mappe del rischio di alluvioni che indicano le potenziali conseguenze negative derivanti dalle alluvioni, vengono espresse in termini di:

a) Numero degli abitanti potenzialmente interessati;
b) Tipo di attività economiche sull'area potenzialmente interessata;
c) Impianti che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione;
d) Altre informazioni, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato volume di sedimenti trasportati.

L'ultimo documento, consequenziale ai primi due, è il piano di gestione del rischio di alluvioni. Gli stati membri grazie a questo strumento possono mettere in moto opere strutturali per la riduzione della probabilità di inondazione. I piani di gestione al loro interno, infatti, presentano misure per la gestione del rischio da alluvionali, in particolare tengono conto della prevenzione, della protezione e della preparazione a tali eventi tenendo conto delle peculiarità morfologiche del bacino o del sottobacino idrografico interessato (Capo IV dir. 2007/60/CE).

2.3 La normativa italiana tra paesaggio e acqua

I temi della tutela paesaggistica e della gestione del rischio da alluvione sono i temi principali in ambito normativo sui quali focalizzarsi al fine di rappresentare lo stato d'arte dei dispositivi di legge vigenti all'interno della penisola italiana. Un'adeguata progettazione di opere di gestione del rischio idraulico all'interno di un ambito paesaggistico non può non tener conto dei vincoli paesaggistici vigenti così come delle prescrizioni dei piani di gestione di rischio alluvione. I dispositivi normativi che regolano la pianificazione paesaggistica e la gestione del rischio da alluvione, in Italia, sono rispettivamente campo d'azione delle regioni e delle autorità di bacino.
La pianificazione paesaggistica è in mano alle regioni successivamente all'adozione, nel 2004 del Codice in materia di Beni Culturali e Paesaggio. Le Regioni hanno il potere di redigere il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), che riporta al suo interno le principali azioni politiche di sviluppo e tutela del paesaggio. Per quanto riguarda invece la gestione del rischio, dal 2007, come descritto nel paragrafo precedente (par. 2.2), è l'Autorità di Bacino Distrettuale che si occupa della realizzazione dei piani di gestione di rischio alluvioni, mentre le Regioni, in coordinamento con il dipartimento della Protezione Civile, si occupano di quella parte di piano relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico.
Le Autorità di Bacino Distrettuale sono un ente con confini amministrativi differenti da quelli delle regioni, delle provincie e dei comuni. In quanto seguono i confini dei bacini fluviali. Ad esempio esiste l'autorità di bacino padano che attraversa 8 regioni, seguendo l'andamento del fiume Po, così come esiste il distretto idrografico delle alpi orientali che invece comprende 3 regioni (fig.2.1).Nei paragrafi che seguono verranno descritti nello specifico i dispositivi normativi per la gestione del rischio idrogeologico e la pianificazione paesaggistica in Italia. L'obiettivo sarà quello di individuare le finalità comuni tra i due enti in materia di protezione e resilienza del patrimonio culturale, seguendo l'accezione secondo cui anche il paesaggio è considerato come forma del nostro patrimonio culturale nonché sedimento di storia, esperienze e tradizioni localmente condivise.

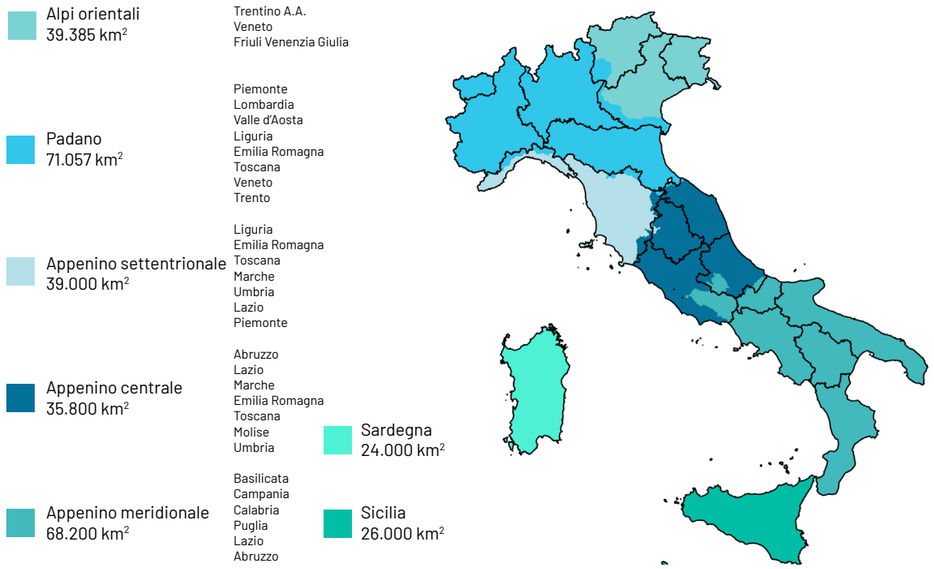


fig.2.1 Distretti idrografici italiani (Fonti: ISPRA ambiente, elaborazione personale).

2.3.1 La gestione del rischio idraulico in Italia

L'esperienza normativa italiana in ambito di rischio idraulico si muove in anticipo rispetto alla direttiva europea *"floods"*. Quasi dieci anni prima dall'entrata in vigore della direttiva 2007/60/CE, per motivi legati alla forte presenza di alluvioni all'interno della penisola italiana, il corpus normativo dello stato italiano è già preparato ad assorbire la nuova direttiva alluvioni sancita dall'Unione Europea, grazie ai dispositivi di legge precedentemente sanciti che già predisponevano l'utilizzo di Piani di Bacino, il ricorso ad un'Autorità specifica e la formulazione matematica del rischio da alluvione.
Nel 2010, l'Italia assorbe con il decreto legislativo 23 febbraio 2010 n° 49, la direttiva 2007/60 CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni. Tale direttiva prevede la competenza di adozione dei Piani Stralcio di distretto per l'assetto idrogeologico, alle Autorità di Bacino distrettuali. Tali piani dovranno prevedere misure per gestione del rischio di alluvioni nelle zone ove possa sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, evidenziando le potenziali conseguenze negative per la saluta umana, il territorio, i beni, l'ambiente e il patrimonio culturale (ISPRA,2018).
Si delineano in Italia così strumenti ed enti predisposti alla salvaguardia del territorio in materia di dissesto idrogeologico, ma insieme ad essi lavorano attivamente nella gestione del rischio il governo, l'ISPRA, la Protezione Civile e l'ARPA, organi tecnici indirizzati al monitoraggio ambientale. Il governo, attraverso i suoi apparati amministrativi, i ministeri, si occupa dalla nascita della Repubblica Italiana per lo più di sancire leggi e farle rispettare ai cittadini. In materia di gestione del rischio, la sensibilità verso questo tema, da parte del governo ha fatto sì, che nel maggio 2014, venga istituita una struttura politica di partecipazione e cooperazione chiamata Italia Sicura, uno strumento che avrebbe dovuto aiutare il territorio italiano a sbloccare i circa 1.781 cantieri, sparsi per tutta la penisola, dediti alla salvaguardia del dissesto idrogeologico ed idrauilico. Un documento del tutto

innovativo che accende un processo di coordinamento tra oltre 3600 enti, mettendo in luce lo stato d'arte, regione per regione, della penisola italiana dal punto di vista del dissesto idrogeologico e divulgando dati a livello nazionale sulla situazione dei cantieri, della pericolosità, del rischio e delle entità soggette a possibili dissesti. Tali dati, in un'ottica di partecipazione dei cittadini, risultano facilmente accessibili e visualizzabili all'interno del sito web Italia Sicura che permette la sovrapposizione di differenti layer. Italia sicura rappresenta ad oggi più che uno strumento, una sorta di piano nazionale, in materia di rischio, uno strumento a quale le regioni e le autorità di bacino devono far riferimento per poter ricevere finanziamenti utili alla gestione e alla realizzazione di cantieri per la messa in sicurezza del territorio. Italia Sicura, è un progetto che ha posto le basi per la creazione di un database frutto dell'interazione tra ministeri del governo e organi tecnico scientifici (MiBact, Mattm, ISPRA e ISCR), il database in questione è il già citato idroGEO, un portale online, finanziato dall'Unione Europea, interamente dedicato alla pericolosità e al rischio idraulico ed idrogeologico. Al suo interno è possibile prendere visione, comune per comune, delle entità esposte a rischio. Popolazione, edifici e beni culturali che ricadono all'interno delle tre diverse aree di pericolosità, corrispondenti a tre diversi tempi di ritorno dell'evento alluvionale o franoso.

2.3.2 La tutela e la pianificazione del paesaggio in Italia

"La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione." (Art. 9, Costituzione Italiana)

La tutela del paesaggio in Italia è competenza esclusiva dello Stato, l'Articolo 117, Titolo V della Costituzione Italiana in materia di competenze tra Stato, Regioni, Provincie e Comuni, afferma infatti che:

"La potestà legislativa è esercitata dallo Stato e dalle Regioni nel rispetto della Costituzione [...] Lo Stato ha legislazione esclusiva nelle seguenti materie: [...] s) tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e dei beni culturali. [...]" (Art. 117, Costituzione Italiana)

Ma al tempo stesso le Regioni si occupano della valorizzazione del paesaggio (materia concorrente tra stato e regioni) come espresso sempre dall'Articolo 117:

"Sono materie di legislazione concorrente quelle relative a [...] valorizzazione dei beni culturali e ambientali e promozione e organizzazione di attività culturali;[...]" (Art. 117, Costituzione Italiana)

Le Regioni, nello specifico, valorizzano il paesaggio attraverso la pianificazione dello stesso, inoltre integrano all'interno dei Piani Paesaggistici (PPR) da loro redatti i vincoli di tutela che sono sanciti dallo Stato. La dotazione di politiche di valorizzazione e pianificazione del paesaggio da parte delle Regioni è l'esito dell'assorbimento dei principi emanati dalla Convenzione Europea del Paesaggio.
Dal 2004 l'entrata in vigore del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.lgs. 42/2004) è introdotto lo strumento operativo che ogni Regione è obbligata redigere, il Piano Paesaggistico (già previsto dal Testo Unico d.lgs. 490/1999). Questo strumento di pianificazione, secondo i principi della Convenzione Europea del Paesaggio, non si limita più a riconoscere e proteggere ambiti paesaggistici di eccezionale bellezza ma piuttosto l'intero territorio, si rivolge infatti ai paesaggi della quotidianità (Fascicolo illustrativo PPR Piemonte, 2017). La nascita del Piano Paesaggistico ma anche della *"Pianificazione*

Paesaggistica" in senso lato, pone una divisione, un forte distacco con quelle che erano le leggi precedenti in materia di Paesaggio. Il tema della tutela del Paesaggio in Italia, infatti, affonda le sue radici all'interno delle concezioni filosofiche di bellezza di Benedetto Croce, che nel 1922 predispone il primo testo di legge per la tutela del paesaggio (L. 778/1922). Riconoscendo l'importanza di tutte le tipologie di paesaggio presenti sui territori della penisola italiana, i Piani Paesaggistici incorporano al loro interno tutti i dispositivi normativi sanciti prima della loro nascita e quelli successivi identificati dal Codice. Vengono così delineati i beni paesaggistici come elementi puntuali, lineari o poligonali (i cosiddetti *"beni individui"*) che rispondono alla legge 1497/1939 *"Protezione delle Bellezze Naturali"*, un'altra tipologia di bene paesaggistico risponde invece al Decreto della Legge Galasso L.431/1985, *"disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale"* che individuando differenti beni di particolare interesse ambientale, non più di bellezza unica, ne delinea una perimetrazione poligonale (le cosiddette *"aree tutelate per legge"*) in modo da tutelarlo dall'aggressività edilizia che durante gli anni ottanta avanzava senza limiti e freni. Ulteriore categoria di bene paesaggistico viene individuato ai sensi del D.M. 01/08/1985, i cosiddetti *"Galassini"*, il principale esito del Decreto Galasso è stata infatti l'emanazione da parte delle Regioni di Decreti Ministeriali di *"dichiarazione di notevole interesse pubblico "* (Art. 140, Codice dei Beni Culturali e Paesaggistici) di vaste aree paesaggistiche ai fini della tutela, si ha così la nascita dei *"Galassini"*, anch'essi assorbiti dal Codice del Paesaggio e dei Beni Culturali e riportati geometricamente all'interno dei Piani Paesaggistici. Altra importante caratterizzazione dei piani paesaggistici è l'inserimento al loro interno dei siti inseriti all'interno della lista del Patrimonio UNESCO e della Rete Natura 2000 che risponde alla Direttiva Europea 92/43/CE *"Habitat"*.
I piani delle diverse regioni italiane pur perseguendo metodologie differenti, sono obbligate a redigere il proprio Piano Paesaggistico al fine di:

"Assicurare che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato. A tal fine sottopongono a specifica normativa d'uso il territorio, approvando piani paesaggistici ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, concernenti l'intero territorio regionale, entrambi di seguito denominati "piani paesaggistici"." (Art.135 – Pianificazione Paesaggistica, Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio).

Il piano paesaggistico rappresenta il punto di partenza per ogni tipologia di progetto o modifica al territorio, non si può prescindere da uno strumento legislativo del genere.

3 NBS: definizioni, tipologie d'intervento e casi studio

Nel capitolo che segue sono presentate le soluzioni progettuali più all'avanguardia per la gestione del rischio idraulico in ambito rurale e paesaggistico. Le Nature Based Solution rappresentano l'approccio più adeguato per la risoluzione di un problema specifico all'interno di un'ambito di paesaggio fortemente limitato da prescrizioni e vincoli paesaggistici.
A partire dalle definizioni di Nature Based Solutions verranno analizzati e descritti due progetti italiani che facendo uso di tali soluzioni progettuali rispondono al problema del rischio idraulico. Tali casi risultano affini e ricchi di similitudini con l'area di Borgo Cornalese che verrà descritta nel capitolo successivo.

3.1 Le Nature Based Solutions

La Commissione Europe definisce le Nature Based Solutions (NBS) come:

"Soluzioni che sono ispirate e supportate dalla natura, che sono economicamente vantaggiose, forniscono contemporaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza" (https://cordis.europa.eu/article/id/421771-nbs-benefits-and-opportunities-wild-et-al-2020/it)

Sono tecniche e metodi progettuali che contrastano problemi correlati a fattori socio-ambientali come il cambiamento climatico, il rischio idrico e l'inquinamento delle acque. Secondo la IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) il concetto nasce nel 2000 e viene introdotto per la prima volta nei dibattiti politici globali dalla Banca Mondiale. La stessa IUCN nel 2014 in occasione dell'Accordo di Parigi rinnova la definizione di NBS descrivendole come:

"Modi per mitigare e adattarsi al cambiamento climatico, acqua sicura, approvvigionamento alimentare ed energetico, ridurre la povertà e guidare la crescita economica." (IUCN 2014).

Le NBS sono tecniche basate sull'impiego di infrastrutture soft di tipo verde o blu che tendono a risolvere uno specifico problema legato fondamentalmente ai cambiamenti climatici in atto. Le NBS sfruttando direttamente i materiali presenti in natura risultano allo stesso tempo economiche e sostenibili, garantendo in molti casi una maggiore efficienza ed efficacia rispetto all'utilizzo di infrastrutture grigie legate al mondo dell'ingegneria strutturale costituita da materiali artificiali. Nel caso specifico del rischio idrogeologico ed

idraulico le NBS mirano alla riduzione del rischio e sono associati al concetto di resilienza ossia alla capacità di un sistema di riprendersi dopo un evento estremo.
Le NBS secondo una categorizzazione proposta da BiodivERsA ERA-NET (progetto europeo che rientra nel programma Horizon 2020), rete di enti ed organizzazioni nazionali e regionali che promuovono la ricerca sulla biodiversità e sui servizi ecosistemici, si possono suddividere in tre famiglie in base a due variabili, il livello ingegneristico utilizzato e il livello di miglioramento raggiungibile dei servizi ecosistemici (Cohen Shacham et al., 2016):

1. Intervento minimo negli ecosistemi, soluzioni che migliorano l'uso degli ecosistemi naturali esistenti con un alto livello di massimizzazione dei servizi ecosistemici attraverso un ricorso minimo ai metodi ingegneristici;

2. Interventi in ecosistemi e paesaggi, sviluppo di protocolli e procedure per la gestione sostenibile di ecosistemi gestiti o ripristinati, che prevedono un miglioramento moderato dei servizi ecosistemici e un moderato intervento ingegneristico;

3. Gestione degli ecosistemi in modi estesi attraverso soluzioni che prevedono la creazione di nuovi ecosistemi ed implicano un miglioramento stesso dei servizi ecosistemici ricorrendo al massimo grado di ricorso all'ingegneria per realizzarle.
(Banca dati della convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici UNFCCC e Cohen Shacham, 2016, p.9 Adaptation from Eggermont, 2015)

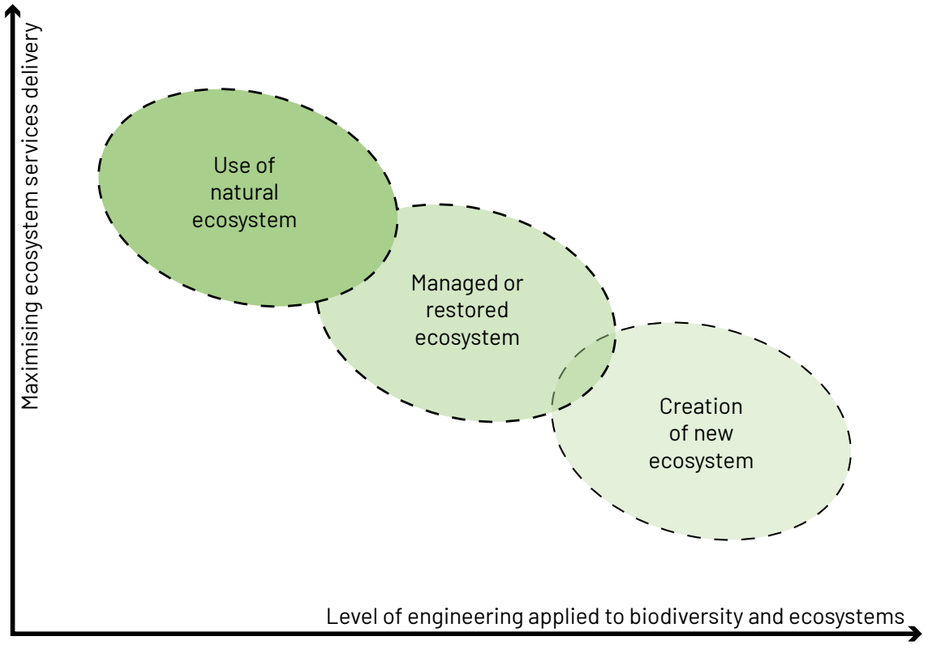


fig.3.0 Categorizzazione delle Nature Based Solutions rispetto al livello di ingegneria utilizzato e alla fornitura di servizi ecosistemici (Fonti: Cohen Shacham et al., 2016).

L'Unione Europea favorisce attraverso programmi, politiche e finanziamenti la diffusione e lo sviluppo di una rete capillare di tali soluzioni progettuali. Per questo per il periodo 2014 – 2020 attraverso il grande incubatore di progetti per la ricerca e l'innovazione Horizon 2020

sono stati stanziati circa 80 miliardi di euro di cui 1,7 miliardi di euro sono destinati alla realizzazione di società più sicure contro i disastri naturali (Commissione Europea, 2014). All'interno di tale programma vengono delineati obiettivi specifici a cui le NBS possono e devono tendere, in particolare, per il tema del rischio idrogeologico ed idraulico:

"Il miglioramento della gestione dei rischi e della resilienza", per trarre maggiori vantaggi rispetto ai metodi convenzionali e ridurre con un approccio sinergico i molteplici rischi." (Regulation EU-2015/478 of the European Parliament and Of The Council / 11 March)

Horizon 2020 unifica in un unico strumento finanziario i tre programmi precedenti (2007-2013) finalizzati a supportare la ricerca, l'innovazione e lo sviluppo tecnologico: il Settimo Programma Quadro (7PQ), il Programma Quadro per la Competitività e l'Innovazione (CIP) e l'Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia (EIT) e al contempo genera nuovi progetti distribuendo risorse di tipo economico. Tra i tanti progetti che hanno ricevuto finanziamenti europei e che trattano nello specifico le Nature Based Solutions per la gestione del rischio idrologico vale la pena menzionare:

- **proGIreg** - Productive Green Infrastructure for Post-Industrial Urban Regeneration (2018-2023, H2020) - progetto avviato nel 2018 con all'attivo otto siti di progetto di cui uno in Italia a Torino, con l'obiettivo specifico di creare *"un'infrastruttura verde produttiva per la rigenerazione urbana postindustriale"* (https://progireg.eu con la natura come elemento di rinnovamento);

- **OpenNESS** - Operationalisation of Natural Capital and Ecosystem Services (2012-2017, 7PQ) - appartenente al Settimo Programma Quadro mira a tradurre i concetti di Capitale Naturale e Servizi Ecosistemici in quadri operativi e pratiche all'interno dei processi decisionali (http://www.openness-project.eu/) e raccoglie all'interno di un database gli effetti positivi provocati da progetti operativi che trattano servizi ecosistemici e NBS come per il caso del Parco dell'Acqua di Gorla in Lombardia;

- **Naturvation** - Citites, Nature, Innovation (2017-2021, H2020) - avviato nel 2016 cui scopo principale è diffondere la conoscenza in materia di NBS divulgando il potenziale e i benefici che tali metodi e tecniche possono apportare alle società contemporanee (http://www.naturvation.eu/). Sono sei i progetti italiani legati alla gestione delle risorse idriche e al rischio idrologico all'interno di questo progetto.

I benefici indotti dalle NBS sono stati indagati attraverso differenti studi e approcci tecnici, da analisi costi benefici a più complesse e strutturate multi-criteria analysis. In generale si osservano tre famiglie di benefici:

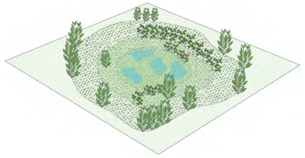
1. Sociali: interazione e integrazione sociale, coinvolgimento degli stakeholders con conseguente comprensione dell'impatto delle NBS;

2. Economici: riduzione degli eventi estremi grazie alle NBS porta a minori conseguenze sul territorio e sulle economie insite;

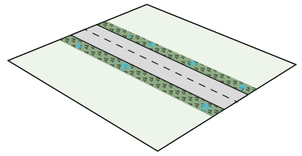
3. Ambientali: le NBS pur applicate ad uno specifico campo come ad esempio quello del rischio idraulico hanno comunque effetti indiretti sulla biodiversità e sull'ambiente.
(Commissione Europea, 2020)

3.2 NBS per la gestione delle alluvioni

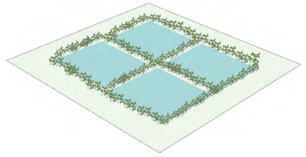
All'interno di questo paragrafo vengono illustrate e descritte le principali linee di intervento perseguite in ambito progettuale quando si parla di Nature Based Solutions rispetto alla gestione e alla messa in sicurezza di un territorio dalle alluvioni.



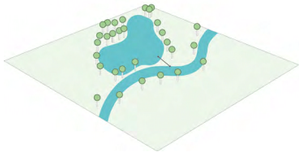
Rain Gardens - trattengono l'acqua piovana e aumentano il tempo di ritardo dell'infiltrazione, utili a prevenire infiltrazioni all'interno degli edifici.



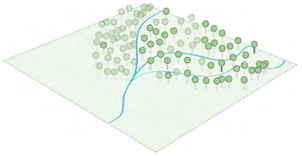
Trincee di infiltrazione- aumentano la capacità di drenaggio del suolo, sono utilizzate solitamente al lato di una strada o parcheggi.



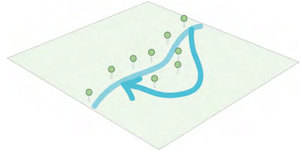
Stagni di detenzione acque - intercettano il deflusso creato dalle acque piovane, sono utilizzate solitamente in ambiti non densamente edificati come aree agricole o peri-urbane.



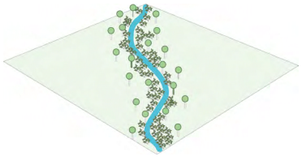
Vasche di laminazione - si attivano quando le altezze idrometriche del fiume superano la golena e tramite una luce a battente o a stramazzo convogliano l'acqua al loro interno.



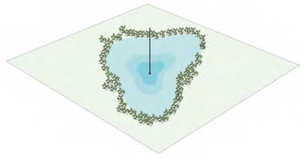
Riforestazione - permette di ridurre la scabrezza dei suoli facendo in modo che la velocità del deflusso diminuisca ed inoltre le chiome sono in grado di intercettare parte della pioggia che cade.



Miglioramento del profilo dei corsi d'acqua - consiste nel miglioramento delle condizioni idromorfologiche dei corpi idrici, come la creazione di nuovi meandri o la riattivazione dei vecchi.



Foresta ripariale - oltre a facilitare diversi servizi ecosistemici filtrano e attenuano il deflusso delle acque piovane prima di raggiungere i corpi idrici.



Bacino di infiltrazione - I bacini di infiltrazione, o prati umidi, sono aree di raccolta poco profonde con suoli altamente permeabili per trattenere il deflusso e infiltrarsi nel sottosuolo.

fig. 3.1 Nature Base Solution per la gestione delle alluvioni (LID - Low Impact Development, UACDC, Arkansas, 2010. Elaborazione personale).

In primo luogo, è necessario far chiarezza su come le nuove tecnologie e i nuovi processi organizzativi per la riduzione del rischio si siano fortemente innovati nell'ultimo ventennio. La direttiva 60/2007 CE non parla esplicitamente di NBS per la riduzione del rischio ma al capo IV *"Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni"* art.7:

"[...]Sulla riduzione delle potenziali conseguenze negative che un simile evento potrebbe avere per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e l'attività economica e, se ritenuto opportuno, su iniziative non strutturali e/o sulla riduzione della probabilità di inondazione." (Art.7, dir. 60/2007 CE)

Questo articolo apre così ad un nuovo approccio che si è diffuso in Europa già nel secondo decennio del 2000 che appunto prevede l'utilizzo di soluzioni progettuali verdi per la gestione del rischio idraulico soprattutto in ambito urbano.
Un'altra importante innovazione nella gestione delle alluvioni proviene dalla definizione a priori di scenari a cui ambiti urbani, peri-urbani e agricoli possono essere sollecitati e a partire da questi ricreare già un set di soluzioni progettuali che vada a ridurre le vulnerabilità dell'area (S. Salata et al., 2021). Questo approccio tende a criticare il classico metodo che invece mira alla riduzione del rischio, ma piuttosto riconosce le vulnerabilità insite sul territorio e prova a renderle resilienti e non più vulnerabili tramite l'utilizzo di soluzioni basate sull'ecologia e l'ingegneria naturalistica e che a partire dai diversi scenari saranno più o meno capillari sul territorio.
La rappresentazione in fig.3.1 è stata creata individuando le principali NBS che vengono utilizzate in ambiti peri-urbani ed agricoli. Le stesse, come si vedrà nel capitolo successivo, sono state utilizzate per i due casi studio. Tali soluzioni progettuali sono state estrapolate dal manuale *"LID Low Impact Development"* e dalla recente pubblicazione *"Performance-Based Planning to Reduce Flooding Vulnerability Insights from the Case of Turin (North-West Italy)"* (S. Salata et al.,2021). Il primo, trattandosi di un manuale tecnico, individua un'ampia serie di infrastrutture verdi per la risoluzione dei rischi derivanti dalle alluvioni e rappresenta un'importante fondamento bibliografico dal quale non si può prescindere quando si progettano soluzioni di questo genere, mentre il secondo è un articolo di natura accademica, che valutando i possibili scenari di eventi climatici estremi in cui la città di Torino sarà coinvolta individua soluzioni progettuali verdi per la riduzione delle vulnerabilità presenti sul territorio torinese.

3.3 Due casi studio in Italia

Le NBS sono soluzioni progettuali utilizzate per lo più in ambito urbano, nascono infatti per mitigare e risolvere problemi che solitamente si riscontrano all'interno delle città e nei luoghi antropizzati. Questo è dovuto al fatto che sono le città a mostrare le maggiori criticità ambientali che si ripercuotono sulla salute degli abitanti. È però sbagliato considerare le NBS come soluzioni esclusive dell'ambito urbano. I due progetti che verranno presentati di seguito danno infatti prova di come le NBS siano del tutto efficaci anche in contesti peri-urbani ed extra-urbani, là dove le condizioni e gli utilizzi dei suoli sono del tutto differenti rispetto a quelli urbani per capacità di assorbimento dell'acqua e per riflettanza del calore proveniente dal sole. In sostanza anche nel paesaggio le NBS hanno un impatto considerevole, soprattutto quando si parla di rischio idraulico o idrogeologico queste risultano delle tecniche progettuali affidabili sia da un punto di vista funzionale che da un punto di vista di inserimento paesaggistico dell'opera. Quale migliore soluzione progettuale di una basata sulla natura all'interno di un contesto agricolo-rurale?
Come già evidenziato nel paragrafo 3.1 il programma Horizon ha favorito in modo determinante la diffusione di progetti che parlano e trattano di NBS, ad oggi sul web è possibile trovare diversi database finanziati da tale programma che raccolgono le esperienze europee in ambito di progettazione verde, come nel caso del già citato Naturvation. Per il reperimento dei due casi studio, però, ci si è affidati ad un'altra banca dati, che è risultata più fornita e completa. Si tratta della banca dati di Oppla, *"il deposito dell'Unione Europea di soluzioni basate sulla natura"* (https://oppla.eu/about), il cui obiettivo è proprio quello di condividere pratiche e conoscenze in merito al capitale naturale, ai servizi ecosistemici e alle NBS. L'interfaccia del sito appare intuitiva e nella sezione casi studi è possibile prendere visione della geografia di tali progetti che si distribuiscono quasi ovunque nel mondo, ma la maggior parte sono collocati in Europa, vedi fig.3.2. Oltre alla ricerca geografica è possibile

compiere una ricerca tematica e così sono stati filtrati due casi esempio localizzati in Italia che trattassero nello specifico il rischio idraulico e che per dimensioni, collocazione e tipologia di criticità rilevate si assomigliassero il più possibile al progetto che la tesi presenterà nei capitoli 4 e 5. I due casi sono stati rilevati entrambi in Lombardia, il primo situato nel comune di Gorla in provincia di Varese, ma che, come si vedrà, comprende anche altri ambiti ammnistrativi ed il secondo invece è situato in provincia di Como lungo il torrente Lura. Entrambi i casi rispondendo allo stesso problema ossia il rischio di alluvione, come si vedrà più avanti, attuano soluzioni e meccanismi differenti nella realizzazione di soluzioni progettuali verdi e blu.

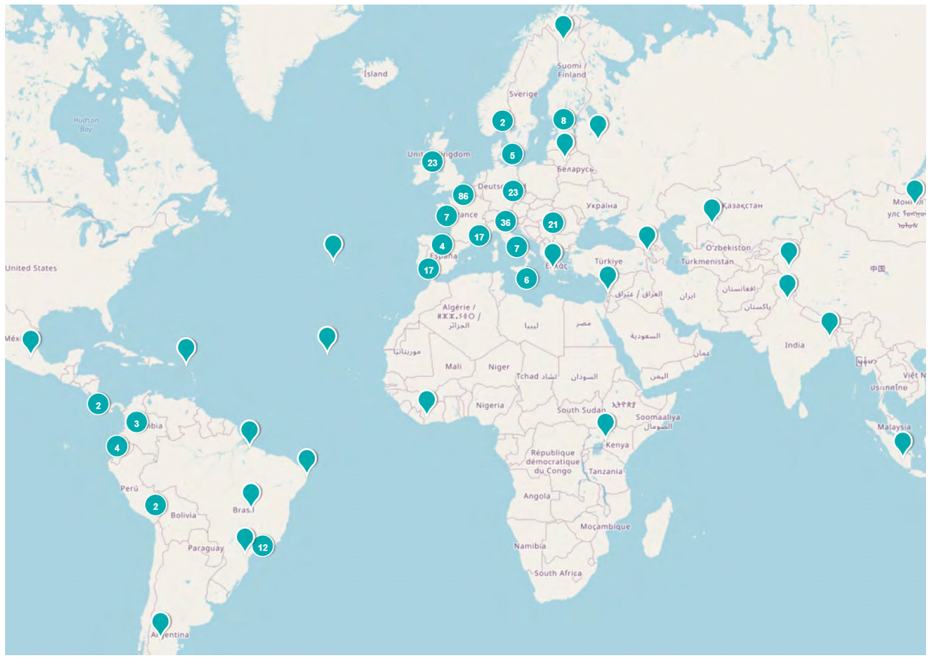


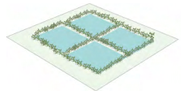
fig. 3.2 Geografia delle NBS raccolte all'interno del database oppla.eu (Fonti: https://oppla.eu/).

3.3.1 Il Parco dell'Acqua a Gorla

Lombardia, Provincia di Varese, Comuni di Gorla Maggiore e Gorla Minore Fagnano Olona, Solbiate Olona e Marnate.

Stakeholders: Regione Lombardia, Autorità di bacino del Po e fondazione Cariplo.

NBS utilizzate: Stagni di detenzione acque e foresta ripariale



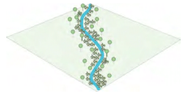


fig.01

Il progetto ricade lungo le rive del fiume Olona e attraversa cinque diversi comuni lombardi, Gorla Maggiore, Gorla Minore, Fagnano Olona, Solbiate Olona e Marnate. Situati a circa trenta chilometri a nord-ovest del capoluogo lombardo Milano. Il progetto realizzato tra il 2008 e il 2013, si è posto la duplice sfida di proteggere l'intera area dalle inondazioni fluviali e tenere sotto controllo l'inquinamento con l'utilizzo di infrastrutture verdi. Il progetto oltre a mettere in sicurezza l'intera area, mira a riqualificare l' ambito peri-urbano in cui si colloca. Specchi d'acqua artificiali, alberature e percorsi ciclo-pedonali fanno sì che l'area di progetto risulti sia sicura che fruibile alla popolazione. Il progetto nasce a seguito dell'adozione del contratto di fiume ricadente nel piano di gestione del bacino lombardo e coinvolge diversi stakeholders istituzionali.
Il progetto risponde a quattro obiettivi strategici del contratto di fiume:

1. Riduzione dell'inquinamento idrico;
2. Riduzione di rischio di alluvione;
3. Ripristino dei sistemi paesaggistici, ambientali e urbani relativo ai corridoi fluviali;
4. Condivisione di informazioni e conoscenza sull'acqua (www.naturvation.eu/nbs/milano/gorla-maggiore-water-park).

Tre elementi progettuali appaiono estremamente interessanti e saranno presi in considerazione all'interno della fase progettuale nel capitolo 5. Anzitutto il progetto pone l'ambizioso obiettivo di sviluppare una rete infrastrutturale verde costituita da fasce di vegetazione riparia lungo le rive del fiume Olona che permettono al fiume stesso di esprimere la propria dinamicità. Vegetazione riparia che non solo garantisce il restauro morfologico delle sponde fluviali ma permette la creazione di una rete di connessione ecologica mettendo in relazione tra loro gli elementi di maggior pregio naturalistico. In secondo luogo, il progetto individua dei bacini di ritenzione dell'acqua piovana in grado di raccogliere all'interno di vasche volumi d'acqua che costituirebbero potenziale pericolo di inondazione delle aree adiacenti. Terzo aspetto importante riguarda l'intera riqualificazione dell'area che partendo da due problemi specifici legati all'inquinamento e al pericolo di alluvione il progetto sviluppa in maniera innovativa. L'intero progetto, infatti, sviluppa una rete

fig.02

fig.03

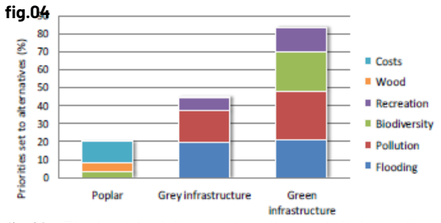


fig.04

fig.01 - Planimetria del progetto: gli stagni di detenzione delle acque piovane e le zone umide ricostruite (quadrati verdi a sx).
fig.02 - Particolare fotografico dello stagno.
fig.03 - Particolare delle zone umide.
fig.04 - Estratto tabellare dei risultati dello studio degli interventi per scenari.
(Fonte:www.oppla.eu/casestudy/17252)

di percorsi fruibili da ciclisti e pedoni ed inoltre riqualifica gli elementi architettonici di pregio presenti.
I risultati del progetto sono stati valutati attraverso la valutazione OpenNESS, che basandosi su indicatori per i servizi ecosistemici per valutare gli impatti ambientali da opere progettuali, stima una riduzione dell'86% del picco di flusso, 8.900 m^3 di riduzione delle inondazioni a valle del fiume Olona (www.OpenNESS.eu).
Il progetto per il parco dell'acqua di Gorla mette in luce come le soluzioni basate sulla natura, partendo da analisi paesaggistiche e scenari legati al rischio di alluvione, risultino tanto efficaci quanto quelle grigie. È proprio questo un altro aspetto che sarà preso in considerazione per la parte progettuale di tale tesi, infatti il processo progettuale di tale infrastruttura verde si sviluppa attraverso la definizione di due differenti scenari che contrappongono soluzioni legati all'ingegneria grigia a quelle invece appartenenti all'ingegneria naturalistica. Tali scenari sono stati confrontati attraverso la Multi-Criteria Analysis, che ha comparato a livello tabellare i due scenari (fig.04).

3.3.2 Bacini di ritenzione per il fiume Lura

Lombardia, Provincia di Como, Comuni di Bregnano, Cermenate, Lomazzo e Rovellasca

Stakeholders: Regione Lombardia e Autorità di Bacino del Po

NBS utilizzate: Vasche di laminazione e foresta ripariale

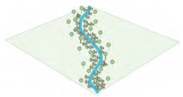


fig.01

Il progetto per il torrente Lura nasce con l'accordo di programma del 1999 *"per la salvaguardia idraulica della città di Milano per il fiume Po"* (https://www.laminazionelura.it/Storia.htm), a questo se ne succederanno altri due prima che l'intervento paesaggistico si realizzi definitivamente, l'accordo di programma del 2009 e quello del 2010 che stipulato tra il Ministero della Tutela del Territorio e del Mare e Regione Lombardia ha programmato

"finanziamenti urgenti per la mitigazione del rischio idrogeologico del torrente Lura comprendendo la realizzazione di vasche di laminazione oggi presenti e realizzate nei comuni di Bregnano e Lomazzo" (https://www.laminazionelura.it/Storia.htm).

Tale accordo di programma, però, non sancisce solo la nascita e la realizzazione di tre aree di laminazione, ma ponendosi all'interno di un più ambizioso progetto di riqualificazione e ripristino fruitivo dell'interno ambito attraversato dal torrente Lura (che comprende i comuni di Bregnano, Cermenate, Lomazzo e Rovellasca), propone anche una serie di interventi che rientrano all'interno del Contratto di Fiume, stipulato anch'esso nel 2010 dalla Regione Lombardia e dall'Autorità di Bacino del fiume Po, tra questi, risultano interessanti:

- Identità paesaggistica e memoria storica;
- Funzioni ecosistemiche (rete ecologica)
- Funzioni fruitive;
- Mitigazione del rischio inquinologico;
- Funzioni agricole di pregio;
- Imboschimento ripariale;
- Rinaturalizzazione e stabilizzazione argini fluviali.

(www.parcolura.it/pagina.php?id=139 e www.oppla.eu/casestudy/19515)

Il progetto per il torrente Lura appare interessante prevalentemente per due aspetti. In primo luogo, da un punto di vista idraulico le tre vasche di laminazione in fig.01 permettono una riduzione delle portate di piena, riducendo al minimo il rischio di inondazione delle aree. In secondo luogo, l'inserimento di tali vasche ha permesso la ricreazione di habitat animali e naturali e cambiato la percezione e la fruizione del Parco Lura, in cui il torrente scorre, da parte dei suoi utenti.

Se per la fase progettuale, che tale tesi esplicherà nel capitolo 5 le vasche di laminazione non risultino una soluzione raccomandata, alla quale far riferimento per gestire il rischio di inondazione del paesaggio di Borgo Cornalese, risultano di maggiore interesse i rimboschimenti ripariali e la rinaturalizzazione e stabilizzazione degli argini fluviali. Il primo spunto progettuale aiuta a mantenere dinamica la forma dei corsi d'acqua mentre la stabilizzazione degli argini, che nel caso del Torrente Lura è avvenuta tramite tecniche provenienti dall'ingegneria naturalistica, consistenti nella costruzione di argini con materiali provenienti direttamente dalla natura come il legno e i materiali rocciosi presenti già nel parco, permettono di ricreare una sezione capace di convogliare la portata del torrente facendo in modo che questa non esondi facilmente.

fig.02

fig.03

fig.04

fig.01 - Pianta del progetto definitivo per la realizzazione delle tre vasche di laminazione.
fig.02 - Particolare degli scavi per la realizzazione delle vasche.
fig.03 - La vasca di laminazione situata a nord della planimetria.
fig.04 - Copertura diffusa con alberate di una roggia che scorre all'interno del parco.
(Fonte: www.oppla.eu/casestudy/19515)

4 Borgo Cornalese

Presentazione dell'area studio per la quale verrà elaborato un progetto paesaggistico per la gestione del rischio idrauilico. Le analisi riportate all'interno del seguente capitolo sono mirate a mettere in luce le ciriticità che ricadono all'interno di Borgo Cornalese, un insediamento millenario situato in una piana alluvionale pochi chilometri a sud di Torino, in sponda destra del fiume Po. Quest'ultimo insieme ai suoi confluenti e affluenti caratterizza fortemente il paesaggio rurale e agricolo dell'ambito. L'approccio così come alcuni esiti delle analisi che seguono sono l'esito di diversi studi portati avanti grazie alla partecipazione al workshop *"Designing Resilient Heritage Landscapes"* tenutosi a Delft (Settembre 2019) e a Torino (online, Maggio 2020), in collaborazione con TU Delft.

Specie arboree presenti

- Querco - Carpineti
- Robinieti
- Saliceti e Pioppetti ripari
- Pioppi Cipressini

Autostrada A6 Torino - Savona

Canale del Priore

Comune di Villastellone

Borgo Cornalese

Chiesa

Villa de Maistre

Mulino

Comune di Carignano

Area Naturale del Po Morto

Tetti Faule

Cascina Nuova

Bealera dei Molini

4.1 Inquadramento territoriale

Borgo Cornalese sorge nel cuore della Pianura Carmagnolese, tratto della Media Piana Piemontese racchiuso ad occidente dallo scorrimento meandri-forme del fiume Po e lungo il tratto orientale dall'altopiano Poirino. A soli 22 km di distanza dal capoluogo piemontese Torino.
Il Borgo si trova all'interno del comune di Villastellone, seppur ne rimanga agli estremi dei confini amministrativi meridionali, grazie alla sua posizione, adagiata su un rialto, gode di un largo tratto di pianura volgendo lo sguardo verso ovest. È proprio verso occidente che il panorama offerto da Borgo Cornalese si scontra con la cornice delle Alpi occidentali, offrendo un'immagine suggestiva al visitatore di questo luogo storico. Sebbene ad occidente lo sguardo si perda tra la pianura (incontaminata da grandi assi infrastrutturali ed edifici) e le Alpi, rivolgendo lo sguardo sul retro, ad oriente, il Borgo nel corso del tempo ha perso le sue stabili relazioni con il paesaggio circostante. Lo scorrimento dell'autostrada A6 e del tratto ferroviario che da Torino porta a Genova chiudono la visuale al fruitore di questo luogo. Ma non solo, questi importanti assi infrastrutturali interrompono anche le relazioni storiche che vi erano tra il centro di Villastellone ed il Borgo.
Un carattere importante di questo tratto di pianura è determinato dallo scorrimento del Po, che come si vedrà nei paragrafi successivi oltre a definire morfologicamente il territorio e quindi il paesaggio, fornisce all'intera area qualità ecologica ed estetica. A soli 3 km dal Borgo, passando per Tetti Faule in direzione delle Alpi un meandro in sponda destra del Po inattivo, *"morto"* crea un'area di eccezionale naturalità, l'Oasi del Po Morto. Altro rapporto con il Po e il Borgo è dato dallo scorrimento di diverse vie d'acque naturali e non che nel corso del tempo sono risultate la principale fonte di sostentamento per tutte le attività legate all'agricoltura del luogo. La Bealera dei Molini, canale storico del Borgo, che verrà descritta dettagliatamente all'interno del paragrafo 4.3 *"Morfologia Fluviale"*, agganciandosi al Rio Stellone (confluente del Torrente Banna, affluente in sponda destra del Po) mette in relazione diversi nuclei agricoli che si sviluppano tra le città di Villastellone a Nord rispetto al Borgo, Carmagnola a Sud e Carignano ad est.
Attraverso la lettura del Piano Paesaggistico Regionale per Borgo Cornalese si è in grado di cogliere ancora più efficacemente l'inquadramento del Borgo rispetto alle strutture territoriali presenti nell'immediate adiacenze del sito, rispetto ai punti di riferimento principali *"landmark"* di questo tratto di paesaggio e ai vincoli che ricadono sia sul Borgo che sull'ambito paesaggistico a cui appartiene Borgo Cornalese. A tal fine è stata elaborata così una cartografia che prova a sintetizzare gli aspetti salienti illustrati dal PPR Piemontese visibile all'interno della fig.4.0. Il Borgo nello specifico è geograficamente localizzato all'interno dell'ambito 45 del PPR cosiddetto Po e Carmagnolese, tale ambito segue i limiti fisici dettati dall'andamento morfologico del terreno già citati nelle righe precedenti di questo paragrafo. Ad ovest il Po segna una cerniera naturale con l'ambito adiacente, il numero 44 mentre ad est l'ambito 45 segue i limiti ben definiti dall'altopiano Poirino. Le situazioni di continuità con gli ambiti adiacenti sono costituiti dai confini meridionali e settentrionali che garantiscono *"una fitta rete di relazioni con gli ambiti circostanti"* (PPR, Schede degli ambiti di paesaggio, p.307, 2017). Il PPR descrive quest'ambito come fortemente caratterizzato da una valenza agricola che lo contraddistingue come uno dei più importanti distretti agricoli della provincia di Torino (PPR, Schede degli ambiti di paesaggio, 2017), sono proprio le caratteristiche fisiche dell'ambito a dettarne questa valenza, una pianura alluvionale solcata

da diversi corsi d'acqua che favoriscono le pratiche agricole. L'attitudine agricola di questo ambito ha avuto un ruolo decisivo anche nell'espansione di insediamenti tipici di tutta la Pianura Padana. E' facile riconoscere una forte presenza di cascine, fienili e depositi per attrezzi agricoli caratterizzati dalla loro struttura prevalentemente costituita dal mattone rosso (PPR, Schede ambiti di paesaggio,2017), presenti all'interno di tale ambito già dal medioevo. Tali insediamenti delineano il forte radicamento della struttura produttiva territoriale costituendo un *"pedant"*, una serie di borghi agricoli posti lungo lo scorrimento di una stessa direttrice, che sia naturale come i corsi d'acqua o artificiale nel caso della presenza di un'infrastruttura (PPR, Schede ambiti di paesaggio,2017). Lo stesso Borgo Cornalese è un elemento fisico-antropico connesso dallo scorrimento di un canale ad altri insediamenti di dimensioni e funzioni simili ad esso (almeno nel passato).
Da un punto di vista naturalistico è la presenza del fiume Po (e quindi del parco regionale) a dotare l'ambito di un corridoio ecologico di importanza sovra-regionale. Il Po con il suo scorrimento meandri-forme lungo l'ambito 45, disegna alcune aree di spiccata naturalità che sono protette da un importante strumento di conservazione europea della biodiversità: Natura 2000. La Lanca di S. Michele, in corrispondenza della confluenza del Banna al Po e il Po Morto di Carignano (anch'essi già citati in precedenza) sono rispettivamente ZPS (Zone a Protezione Speciale) e SIC (Siti di Interesse Comunitario). Sempre lungo il Po si può notare come nel corso del tempo si siano andati a formare un cospicuo numero di siti estrattivi, che hanno minacciato e minacciano la naturalità della linea di Parco che corre lungo questo tratto di Pianura. Sebbene oggi la maggior parte delle cave siano inutilizzate o riconvertite, hanno plasmato la forma di questo tratto di pianura. Altro elemento fortemente caratterizzante dell'ambito 45, è la presenza di alcuni assi storici come Via Astigliana *"che si staccava dal ramo principale della Francigena presso Villanova d'Asti e conduceva ai passi alpini passando per Carmagnola-Carignano, Candiolo e Rivalta Torinese"* (PPR, Schede degli ambiti di paesaggio, p.307, 2017).

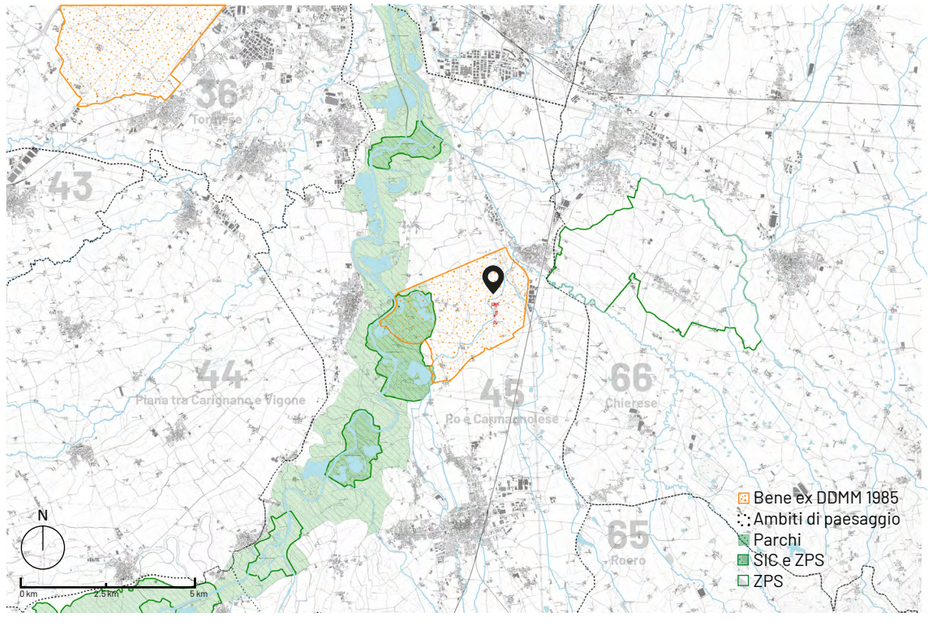


fig. 4.0 Inquadramento territoriale di Borgo Cornalese rispetto ai principali landmarks territoriali (Fonti: Geo portale Piemonte: BDTRE, PPR. Elaborazione personale).

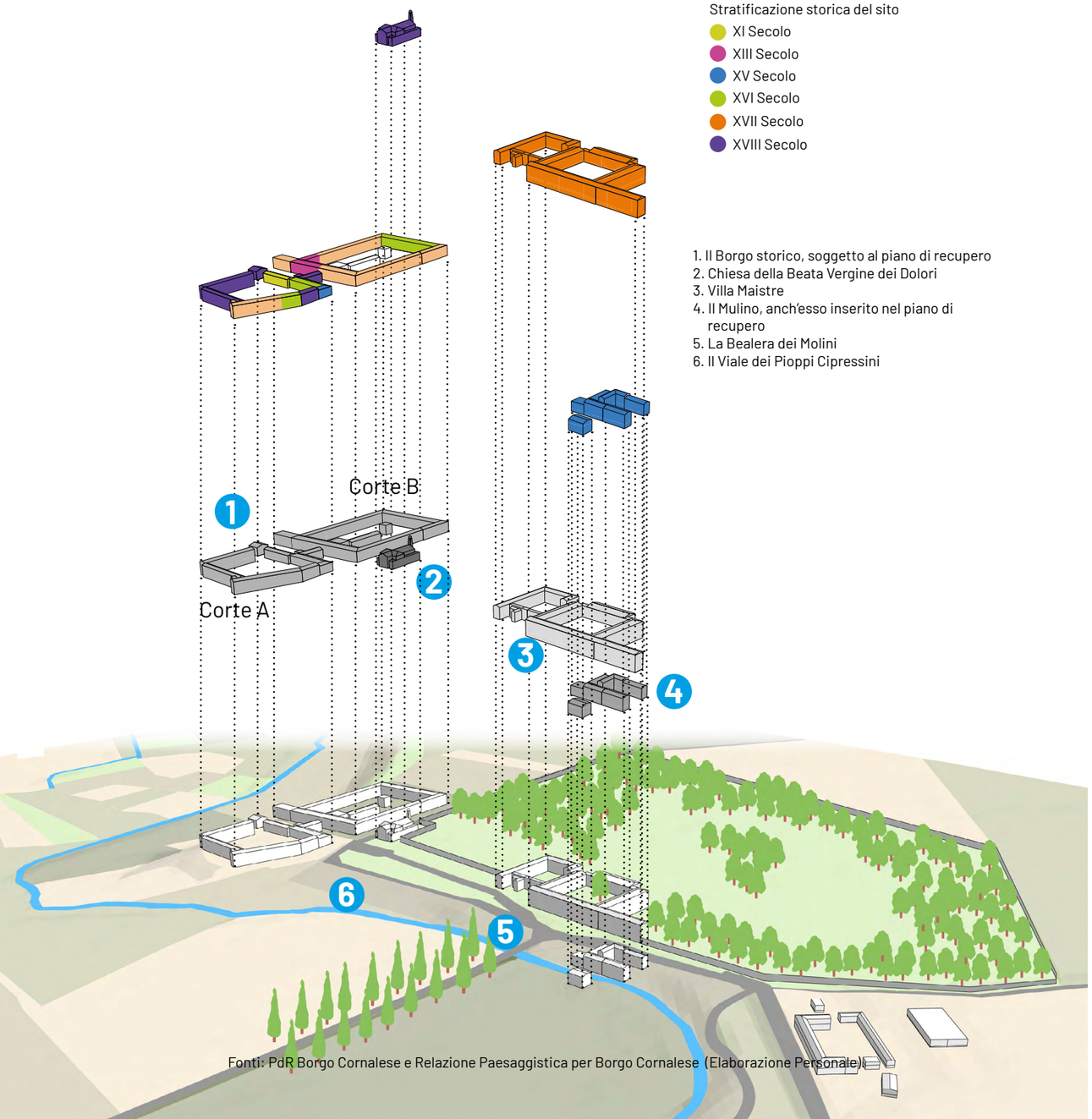
4.2 Nascita e sviluppo del Borgo

L'ampia disponibilità di fonti storiche cartografiche e documentarie reperite in occasione della stesura delle relazioni storiche e paesaggistiche per il piano di recupero di Borgo Cornalese, da parte del comune di Villastellone, mettono in evidenza la grande quantità semantica-terminologica con la quale nel corso del tempo è stato indicato e delineato a livello cartografico Borgo Cornalese. Questo viene individuato attraverso i nomi di: Bulgari Cornalexi, Borgo di Borgo, Feudo di Borgo e Borgaro (http://www.parcopopiemontese.it/pun-dettaglio.php?id=998). La grande varietà semantica con la quale è stato definito Borgo Cornalese nel corso sua della storia è un dato che fa percepire a storici e tecnici la ricchezza storico-culturale di questo luogo. Il termine ricorrente è "*Bòrgo*" che secondo le ricerche storiche è direttamente correlato all'insediamento degli Ungari e dei Bulgari attorno al X secolo (http://www.parcopopiemontese.it/pun-dettaglio.php?id=998). Da qui nasce il nome Borgo Cornalese. *"Bòrgo"* sta infatti ad indicare un castello fortificato che poi si è tramutato in centro abitato.
Il Borgo si compone principalmente di due complessi a corte, esito di una sovrapposizione di più edifici di diverse epoche storiche (i primi costruiti attorno al X secolo), un mulino del XVI secolo, la villa de Maistre del XVII secolo e la Chiesa della Beata Vergine dei Dolori costruita attorno al XVIII secolo. L'edificazione di tale complesso appartiene dunque a differenti epoche storiche. La motivazione principale per cui questo luogo, ad oggi, risulta essere un cluster, un agglomerato di edifici storici è dato fondamentalmente dalla sua posizione strategica rispetto al territorio in cui si colloca, questo concetto viene efficacemente descritto dal Casalis:

"A mezzogiorno, ed alla distanza di mezzo miglio da Villastellone, su di un piccolo rialto sta il concentrico dell'abitato del vasto tenimento di Borgo, riunito a Villastellone nel 1792, già spettante ai Costa d'Arignano, quindi per una parte ai Provana di Parella ed ai Pastoris, ed ora spettante al duca Eugenio Laval-Montmorency, che vi ha stabilito la sua dimora. Al piccolo rialto, ove sorge Borgo, sottostanno a tramontana ed a ponente opime praterie, ove non è gran tempo non eranvi che paludi; vi si veggono ontani e roveri che fanno buonissima prova. Nel centro dell'abitato di Borgo vedesi una chiesa d'ordine corinzio, che rappresenta una croce di lati eguali costrutta in quest'ultimo tempo a totali spese del predetto Duca [...]"
(Casalis op. cit. pg.479L. Roux e C. come citato in Relazione Paesaggistica - PdR Borgo Cornalese)

In origine il Borgo nasce come indipendente, al dì fuori della giurisdizione municipale del comune di Villastellone, entrando a far parte del comune solo nel 1792, prima di tale data il territorio di Borgo ricadeva probabilmente sotto il controllo dei Monaci Cistercensi e successivamente a Chieri nel XII secolo, per poi passare, dopo una lunga serie di battaglie tra il XIV e XVI, in epoca Napoleonica, ai Montmorency (che costruirono la villa De Maistre) ed annettersi a fine Settecento al comune di Villastellone (Bono P.G. et al., 2016). Seppur la sua forma architettonica si configuri come ospite di funzioni prettamente agricole in realtà, in origine, le sue funzioni erano fondamentalmente legate al controllo del territorio e da qui ancora una volta bisogna ricordare la sua posizione sul *"Piccolo Rialto"* menzionata dal Casalis. Inoltre, la sua vicinanza con il Po, ricco di porti fluviali, rendeva questo Borgo facilmente connesso ed accessibile al resto di tutta la Pianura Padana. Nello specifico le vie d'acqua presenti lungo questo tratto di pianura, oltre ad aver creato nel corso della storia connessioni con i maggiori centri urbani, creano rilevanti analogie tra tipi edilizi. Borgo Cornalese non è l'unico nucleo di interesse storico-culturale presente in quest'area, per citare altri esempi, tra Carmagnola e Villastellone, sono presenti: le cascine di Fortepasso,

del Malpertusio, oggi Cascina Nuova, e di Vai di Cosso, oggi Val Corso (Bono P.G. et al., 2016). Ad oggi complessi edilizi cascinali ad utilizzo agricolo ma che in passato hanno avuto funzioni differenti per lo più residenziali e di controllo del territorio.
Borgo, nonostante le somiglianze strutturali e costruttive con gli altri stabilmenti cascinali situati nelle vicinanze, ha dimensioni territoriali completamente differenti dagli altri edifici, inoltre il mix funzionale presente conferisce al luogo una straordinaria unicità, che necessita di essere anzitutto recuperata e migliorata e successivamente conservata e preservata nel tempo.



Fonti: PdR Borgo Cornalese e Relazione Paesaggistica per Borgo Cornalese (Elaborazione Personale)

1 Le corti del Borgo: il nucleo fondativo

Edificio del XV secolo (corte A), probabilmente ristrutturato agli inizi del XVIII secolo.

Edificio di costruzione appartenente al XVIII secolo presente nella corte A del vecchio Borgo.

2 La Chiesa della Beata Vergine dei Dolori

La chiesa di Borgo Cornalese, databile attorno alla prima metà del XVIII secolo, costruita per volere dei Montmorency.

3 La Villa de Maistre

La villa dei Montmorency (XVII secolo), utilizzata oggi per lo svolgimento di eventi privati.

4 Il Mulino

La Bealera dei Molini e il Mulino del XV secolo.

Particolari architettonici della ruota del mulino.

5 Il Viale cipressino

Il Viale di pioppi cipressini che collega Borgo Cornalese a Carignano.

Vista del Viale ai piedi della Villa de Maistre.

6 Bealera dei Molini

Vegetazione riparia lungo la Bealera dei Molini in corrispondenza di Borgo Cornalese.

Il Ponte ai piedi della Villa de Maistre e la Bealera.

4.3 Morfologia fluviale

Il contesto paesaggistico di Borgo Cornalese, come già descritto all'interno del capitolo precedente, è caratterizzato dal passaggio di diversi fiumi, torrenti, rii e canali dediti all'agricoltura oltreché dalla presenza di cave estrattive. Una descrizione dettagliata di tali corsi d'acqua appare necessaria al fine di elaborare successivamente al cap.5 *"Scenari e soluzioni progettuali"* degli scenari alluvionali che coinvolgeranno tali corsi d'acqua.
Il fiume più importante per vicinanza geografica a Borgo Cornalese è il fiume Po, nel corso della sua storia il suo andamento meandri-forme, lungo questo tratto della pianura padana, ha fatto che sì che l'intera morfologia della pianura su cui Borgo ricade venisse costantemente modificata. I terrazzi, in sponda destra del Po, su cui il Borgo si erge sono infatti l'esito di una serie di allagamenti alluvionali che sono avvenuti all'interno della lieve conca pianeggiante ai piedi di Borgo.
La rete di fiumi secondaria dell'ambito, si compone in sponda destra, principalmente da tre corsi d'acqua. Il Rio Tepice, affluente del Po che si sviluppa a partire dal meandro in corrispondenza dell'area umida di Santa Marta, forma un'area di notevole valore ambientale. Questo scorre verso nord risalendo la collina torinese e creando un reticolo d'acqua composto dall'intersezione con altri rii di dimensioni simili o minori di esso. Altro corso d'acqua, di maggiore rilevanza rispetto al precedente, è il Torrente Banna. Anch'esso nasce dalla confluenza con il Po, nel meandro in corrispondenza di Santa Marta, formando con il Rio Tepice due solchi blu che disegnano lungo la pianura Carmagnolese la forma di una forbice aperta. La sua morfologia, la sua lunghezza e le sue portate medie annue registrate lo descrivono fortemente esuberante portandolo a creare costantemente deflussi superficiali in occasione di eventi di pioggia intensi. Né un esempio l'alluvione del 1994, il Torrente Banna con la complicità del Rio Tepice inonda quasi completamente il comune di Cambiano.

	Lunghezza (m)	Porta media annua mc/sec	Codice Corpo Idrico PTA
Rio Stellone	32.44	2,13	06SS2T739PI
Torrente Banna	57.495	3,37	06SS2T034PI
Reticolo del Tepice	65.21	0,32	06SS2T813PI
Chisola	24.562	7,43	06SS3D117PI
Po	31.617	64,78	06SS4D382PI
Po	21.112	105,5	06SS4D383PI
Sangone	14.445	4,72	06SS3F705PI

tab 4.0 Dati relativi ai corsi d'acqua presenti all'interno dell'area studio. Per il Po sono stati reperiti due differenti dati, il primo relativo al corso del Po prima della confluenza con il Banna mentre il secondo oltre la confluenza con il Banna verso nord (Fonti: Piano Tutela delle Acque, Regione Piemonte).

Il terzo corpo idrico dell'area è il Rio Stellone, il fiume da cui la città di Villastellone prende origine forgiandone la sua forma urbana. Confluente del Torrente Banna molto simile per lunghezza e portata, nel corso del tempo è stato più volte soggetto a piene che hanno causato l'inondazione di tutte le aree a lui circostanti, compresa buona parte della città di Villastellone oltrechè il mulino storico di Borgo Cornalese.
La sponda sinistra del Po, di minore importanza per i fini progettuali, si compone invece di due corsi d'acqua, il Torrente Chisola e il fiume Sangone. Questi due corsi d'acqua per le differenti caratteristiche fisiche del terreno si differenziano con portate del tutto superiori rispetto a quelli in sponda destra del Po prima descritti.
Risulta di maggiore interesse, invece, spendere qualche riga in più riguardo il canale artificiale Bealera dei Molini o Gora di Borgo. Questa nasce dall'incanalamento del Rio Stellone

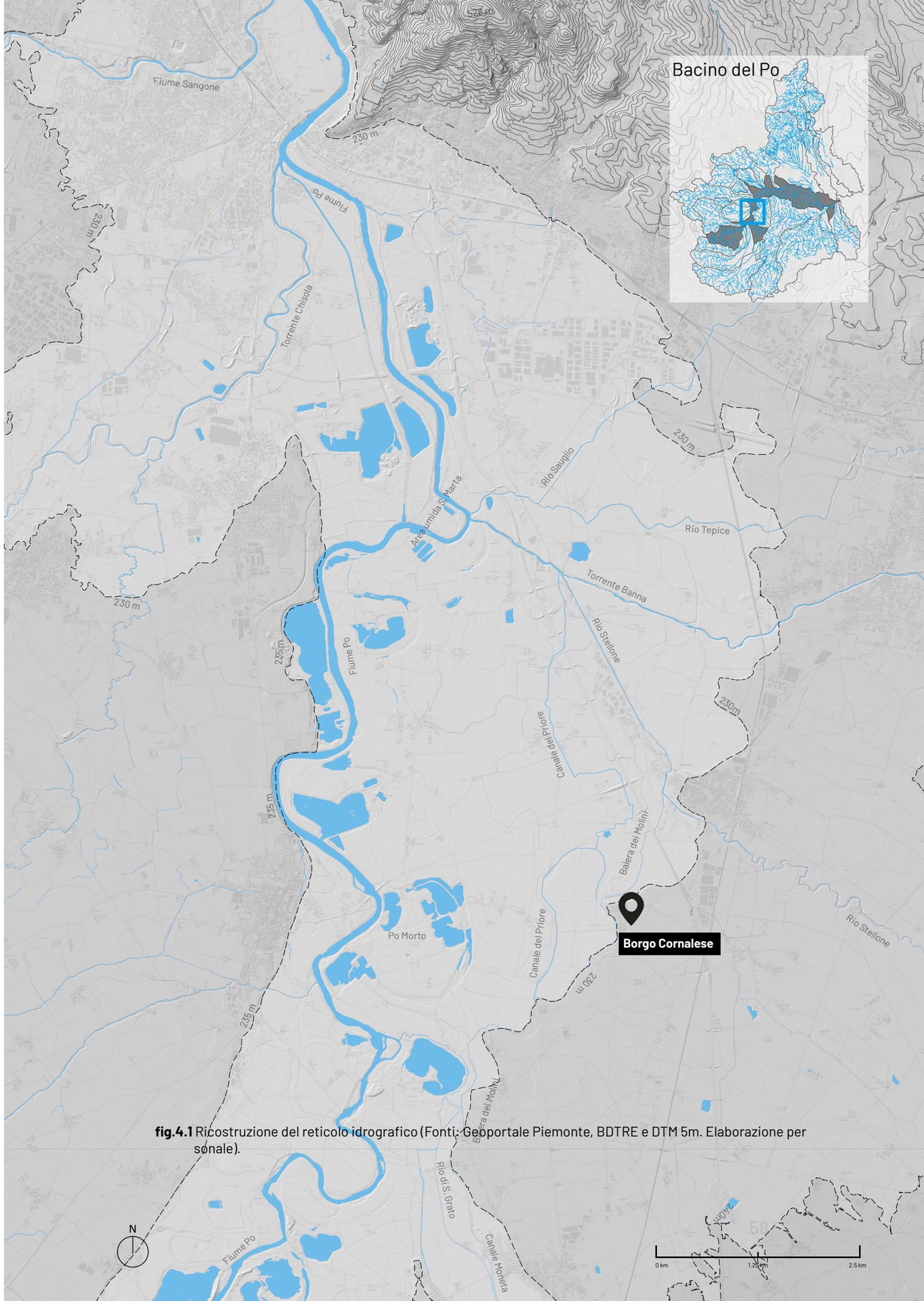


fig.4.1 Ricostruzione del reticolo idrografico (Fonti: Geoportale Piemonte, BDTRE e DTM 5m. Elaborazione personale).

per opera dei monaci cistercensi dell'Abazia di Casanova (www.borgocornalese.it/lastoriadiborgocornalese). Rio Stellone e la Gora di Borgo sono dunque storicamente legate con Borgo Cornalese, lungo questo canale artificiale, l'acqua scorre per alimentare un mulino presente già dal tardo XVI secolo (www.borgocornalese.it/lastoriadiborgocornalese) e che per il suo valore storico e culturale e oggi oggetto di un progetto di recupero da parte del comune di Villastellone. La Gora di Borgo forgia la storia ma anche la morfologia e la logica paesaggistica di questo luogo. La particolare conformazione creata da questo canale fa si che la parte costruita del Borgo rimanga rialzata, seduta su un terrazzo che esalta l'aspetto panoramico del luogo e lo protegge da possibili alluvioni come si vedrà all'interno del capitolo. 5 "Scenari e soluzioni progettuali".
I dati quantitavi, numerici cartografici ed istituzionali riguardo questi corsi d'acqua sono altresì un importante aspetto per la ricerca che la tesi porta avanti, per questo si è deciso di raccogliere i dati provenienti dal Piano di Tutela delle Acque (PTA):

"che persegue la protezione e la valorizzazione delle acque superficiali e sotterranee del nostro territorio nell'ottica dello sviluppo sostenibile della comunità e per il pieno raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dalla direttiva quadro acque 2000/60/CE"
(www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/acqua/piano-tutela-delle-acque-revisione-2018).

I fiumi in sponda destra del Po prima citati tra cui Rio Stellone ricadono tutti all'interno di uno stesso bacino idrografico. In particolare, tramite il PTA è stato possibile reperire pressioni e misure che il piano prevede per il fiume Po e per il Rio Stellone:

Fiume Po
- Pressioni diffuse da dilavamento dei terreni agricoli;
- Prelievi e diversioni di portata per tutti gli usi;
- Prelievi e diversioni di portate per alimentazione idroelettrica;
- Alterazioni morfologiche, nello specifico la modifica delle zone ripariali dell'alveo;
- Altre pressioni come l'introduzione di nuove specie e malattie.

Rio Stellone
- Pressioni diffuse da dilavamento dei terreni agricoli;
- Prelievi e diversioni di portata per alimentazione idroelettrica;
- Alterazioni morfologiche, nello specifico la modifica delle zone ripariali dell'alveo.

Per quanta riguarda invece le misure (le cosìdette Key Type of Measures) di salvaguardia e tutela che interessano questi due corpi idrici, si rilevano le seguenti

Fiume Po:
- KTM02/Ridurre l'inquinamento dei nutrienti di origine agricola;
- KTM03/Ridurre l'inquinamento da pesticidi in agricoltura;
- KTM06/Miglioramento delle condizioni idromorfologiche dei corpi idrici, soluzioni diverse dalla continuità longitudinale;
- KTM014/Ricerca e miglioramento dello stato delle conoscenze al fine di ridurre l'incertez za;
- KTM026/Governance.

Rio Stellone:
- KTM02/Ridurre l'inquinamento dei nutrienti di origine agricola;
- KTM03/Ridurre l'inquinamento da pesticidi in agricoltura;

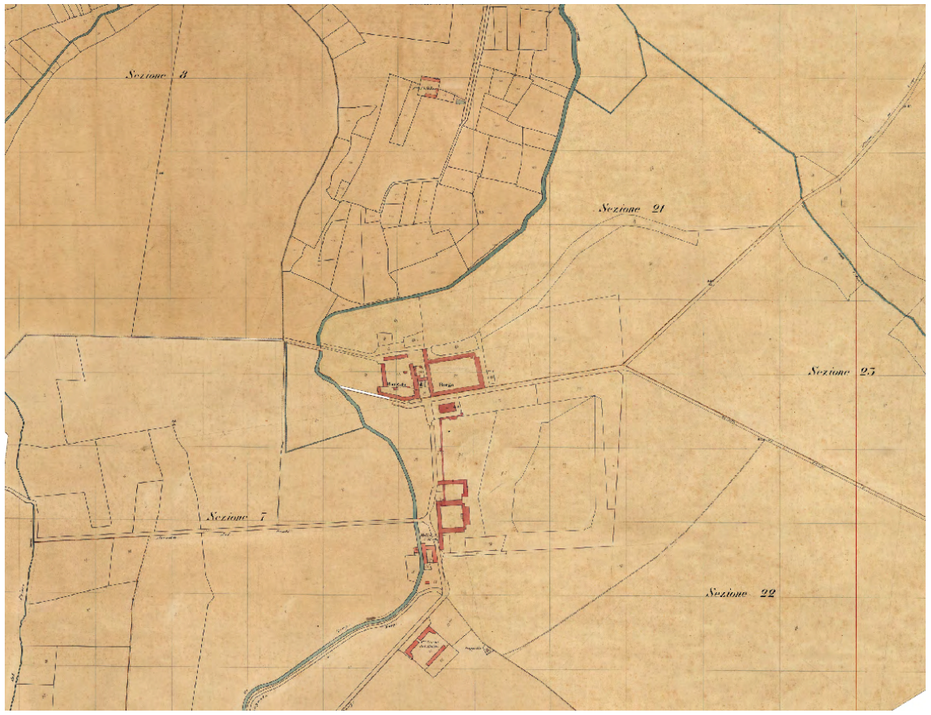


fig.4.2 Catasto Rabbini, 1858-1870 (Fogli catastali:01148,01149 e 01156. Archivio di Stato, Torino).

- KTM06/Miglioramento delle condizioni idromorfologiche dei corpi idrici, soluzioni diverse dalla continuità longitudinale;
- KTM026/Governance.

Il Piano Tutela delle Acque mette in luce come entrambe i corsi d'acqua, il Fiume Po e il Rio Stellone siano interessati da pressioni e misure su cui incentrare finanziamenti del tutto simili. Tali considerazioni avranno un risvolto progettuale all'interno del capitolo 5.
Ulteriori ricerche e analisi riguardanti i corsi d'acqua insiti all'interno dell'area studio, sono stati portati avanti attraverso il reperimento delle cartografie catastali del paesaggio di Borgo vedi fig.4.2. Il catasto è uno strumento che ci aiuta a capire come la morfologia del terreno si muova rispetto ai corsi d'acqua. I corsi d'acqua essendo in continuo movimento, danno origine alla formazione di nuove forme particellari. I tasselli dei campi agricoli prendono direttamente forma dalle incisioni degli alvei fluviali del territorio. Il canale prima citato Bealera dei Molini, creato artificialmente dai monaci cistercensi attorno al 1200, risulta essere un chiaro esempio di come la morfologia del terreno venga fortemente condizionata dai corsi d'acqua. Gli stessi terrazzi su cui giace il Borgo, sono l'esito di processi di costante allagamento e modifiche artificiali a livello morfologico della pianura che ha fatto si che si creassero nel tempo dei depositi fluviali tali da creare un terrazzo. Ragionare a livello progettuale sulle forme particellari del terreno è di fondamentale importanza per poter riconoscere i tratti di paesaggio più vulnerabili, ma non solo anche quelli più importanti a livello storico e cioè che hanno mantenuto inalterata la loro geometria nel corso del tempo, mostrandosi resilienti rispetto alle trasformazioni avvenute sul paesaggio.

N

fig.4.3 Sovrapposizione delle particelle catastali contemporanee con estratti catastali ottocentesci. Si evidenzia come l'andamento delle particelle catastali sia in forte relazione con l'andamento dei corsi d'acqua e di come la struttura rurale del sito si siano conservata nel tempo (Fonti: Catasto Italiano, Governo Italiano,link: WMS: https://wms.cartografia.agenziaentrate.gov.it/inspire/wms/ows01.php. Elaborazione personale).

4.4 Processi di frammentazione e omogeneizzazione

Al fine di rappresentare lo sfruttamento del suolo e le dinamiche di trasformazione avvenute all'interno dell'area studio sono state analizzate quattro differenti cartografie. La mappatura viene effettuata per identificare i principali usi del suolo, in un contesto di circa dieci chilometri che circonda Borgo Cornalese. All'interno di quest'area sono presenti sei comuni, quello di Villastellone il comune del Borgo storico, Carignano, il comune di La Loggia, Moncalieri, Cambiano e Carmagnola. L'obiettivo di questo paragrafo è quello di evidenziare come i processi antropici abbiano interessato l'area e come di conseguenza l'area abbia modificato la sua morfologia urbana e paesaggistica. Per la loro importanza in questo cambiamento sono stati selezionati quattro diversi periodi storici: 1880, 1968, 1991 e 2019. Per le prime due date sono state utilizzate le mappe realizzate dall'Istituto Geografico Militare (IGM), per la mappa del 1991 la Carta Tecnica Regionale (CTR) e per il 2019 si è fatto riferimento alla Banca Dati Territoriale di Riferimento delle Istituzioni (BDTRE). Ad eccezione di quest'ultimo, le mappe sono state trovate in formato cartaceo, non digitalizzate e quindi necessitavano di un'interpretazione personale più approfondita.

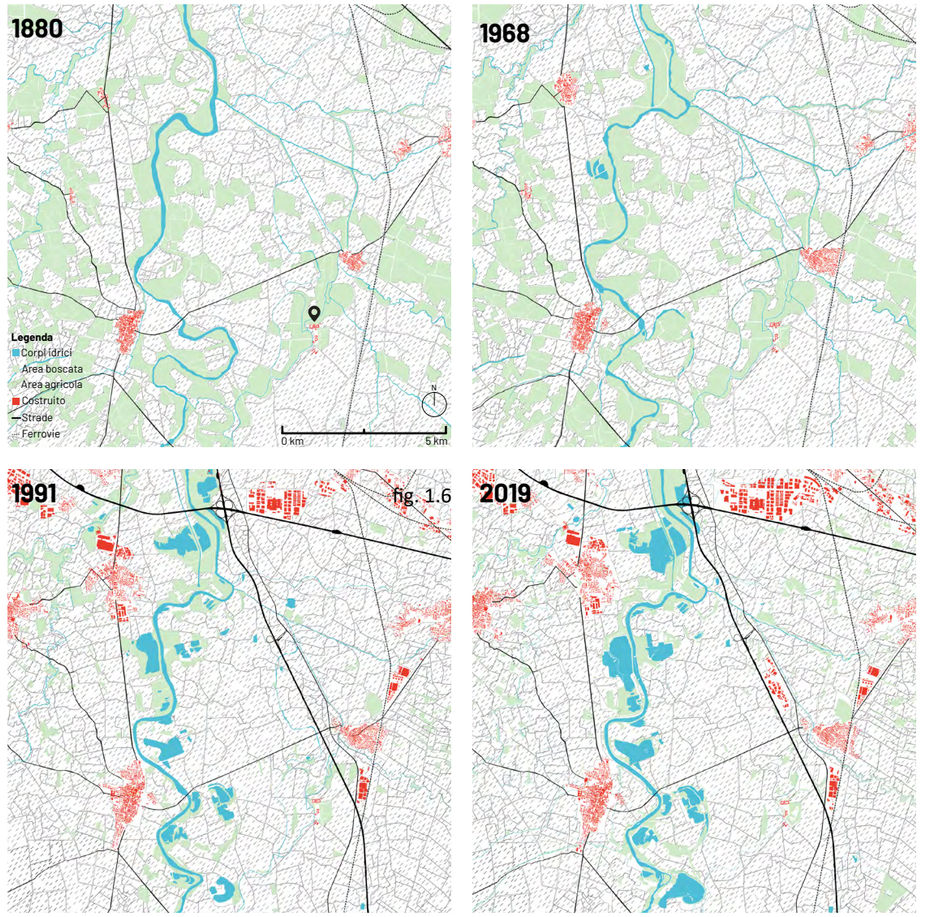


fig.4.4 Analisi degli usi dei suoli (Fonti: dalla prima a sinistra: IGM-1880, IGM-1968, CTR 1991 e BDTRE 2019. Elaborazione personale).

La selezione di quattro differenti periodi e quindi quattro differenti cartografie, ha evidenziato lungo le principali vie d'acqua, come quella del Po, un'elevata naturalità soprattutto in prossimità dei meandri del Po Morto del comune di Carignano. Borgo Cornalese, alla fine del secolo scorso, sorgeva su un importante corridoio ecologico che collegava l'abitato di Villastellone al fiume Po nel letto di due corsi d'acqua artificiali, il Canale del Priore e la Bealera dei Molini, quest'ultimo sfruttato per permettere il funzionamento del mulino appartenente al Borgo storico. L'interpretazione della mappa del 1880 mostra come l'intera area sia caratterizzata da una forte continuità ecologica e da una bassa frammentazione. Queste considerazioni sono ampiamente confermate dall'analisi della mappa storica del 1960 (fig. 4.4). La mappatura evidenzia che tra i campi coltivati si muovono diversi corridoi ecologici con forte continuità. Quello che sembra essere cambiato, è la fisionomia del fiume Po, che in seguito all'alluvione del 1949, ha cambiato il suo corso, in corrispondenza del comune di Carignano (Ostellino I., 2005). Il fiume, infatti, ha perso un meandro dando vita ad un'area di spiccata qualità naturalistica denominata zona del Po Morto. È negli anni '60 che possiamo assistere all'inizio di un rapido processo di omogeneizzazione del suolo, come si può vedere nella parte sud-ovest della mappa mostrata in figura 4.4, dove l'area boschiva ha iniziato a deformarsi per fare spazio ad un'agricoltura di tipo intensivo ed estensivo.
Nel 1991, nell'ambito in analisi si sono verificate le principali mutazioni antropiche. L'intera area è stata divisa da una barriera infrastrutturale, l'autostrada A6, che collega il capoluogo di regione Torino con Savona. L'ambito in analisi perde così tutte le sue caratteristiche naturali, ecologiche e panoramiche. La strada statale che costeggia i campi della pianura Carmagnolese, porta con sé un modesto aumento delle aree urbane e un rapido sviluppo industriale di tutti i comuni del territorio analizzato. Il paesaggio si fa sempre più frammentato e omogeneo: le strade principali abbattono la maggior parte dei corridoi ecologici sopra menzionati e fanno sì che il paesaggio diventi prevalentemente agricolo, considerato essenziale per l'approvvigionamento della popolazione. Altro importante mutamento rilevato all' interno dell'ambito si ha con la fine degli anni '80. Questo tratto di pianura, su cui scorre il Po, diviene il paesaggio delle cave (Ostellino I., 2005). L'attività mineraria in questa zona è infatti ampiamente rilevante. Lo si vede anche dalla mappa rappresentata in figura 4.4, gli argini del Po appaiono fortemente antropizzati da corpi idrici artificiali, dediti all'estrazione di materiale presente nel sottosuolo. La situazione sopra descritta rimane pressoché invariata negli anni successivi.
Considerando la mappa del 2019, situazione che descrive quello che è il paesaggio dell'attuale *"Pianura Carmagnolese"* , è visibile come la modesta espansione delle aree urbane si sia per lo più arrestata a parte alcuni casi di sviluppo industriale. Si nota come la Regione Piemonte, seguendo alcune precise politiche di riqualificazione paesaggistica, abbia cercato di ristabilire la perdita naturalistica lungo le sponde del fiume Po, favorendo progetti di rimboschimento e riqualificazione delle attività minerarie (Ostellino I., 2005).

4.4.1 Alterazioni e elementi di disturbo rilevati

A partire dall'analisi dell'uso dei suoli, è stato sviluppato uno schema cartografico visibile all'interno della figura 4.5 che sintetizza il processo di trasformazione avvenuto all'interno del contesto in cui Borgo Cornalese è situato. Per questa analisi è stata utilizzata un'ulteriore banca dati che ha semplificato la determinazione dell'espansione dell'edificato, la Corine Land Cover, la carta degli usi del suolo a scala europea. Da tale schema si può apprezzare come l'alveo del fiume Po sia in continuo movimento all'interno della pianura e di come l'urbanizzazione, nello specifico quella del comune di Carignano si sia espansa in relazione a questo fiume. Le aree urbanizzate nel contesto rimangono la minoranza rispetto agli usi totali del suolo che sono per lo più dediti all'agricoltura. Le infrastrutture, d'altro canto, sono

la causa principale della frammentazione paesaggistica che l'ambito ha assistito a partire dai primi anni '90. Rompono le relazioni panoramiche ed ecologiche che fino a poco meno di un secolo fa erano un punto saliente e caratterizzante dell'ambito. Borgo Cornalese rimane un'isola galleggiante all'interno di un suolo omogeneo con spazi alberati e boschivi ridotti a piccole macchie verdi e principalmente dedito all'attività agricola.
Emerge così un quadro territoriale dove la coltura agricola è la principale forma d'utilizzo del suolo, per questo all'interno della figura 4.5 appare anche il dato relativo al layer delle Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola. L'interpretazione cartografica ha infatti voluto mettere in risalto come l'aggressività delle pratiche agricole abbia portato i suoli della pianura Carmagnolese ad essere soggetti a pericoli derivanti dall'utilizzo di nitrati in ambito agricolo. Come già rilevato nella descrizione del PTA (cap.4.3), la mappatura effettuata dalla Regione Piemonte evidenzia uno stato di pericolo eminente per l'area dovuto all'utilizzo di nitrati. Tale considerazione avrà particolare risalto durante la fase progettuale, infatti queste zone, se sottoposte a deflusso superficiale, potrebbero espandere la loro dimensione coinvolgendo anche altre parti di suolo.
Questa analisi portata avanti nel workshop *"Designing Resilient Heritage Landscape"* è stata di fondamentale importanza per condurre un progetto paesaggistico mirato alla risoluzione di uno specifico problema, quello legato alla messa in sicurezza di un bene culturale-paesaggistico rispetto al rischio idraulico. Sono infatti gli usi del suolo a determinare la nascita di nuovi problemi o la risoluzione di altri. Per attuare un progetto che tratti il rischio idraulico è di fondamentale importanza conoscere le forme, gli usi e gli aspetti di un territorio per poter agire coscientemente nei confronti di quel luogo.

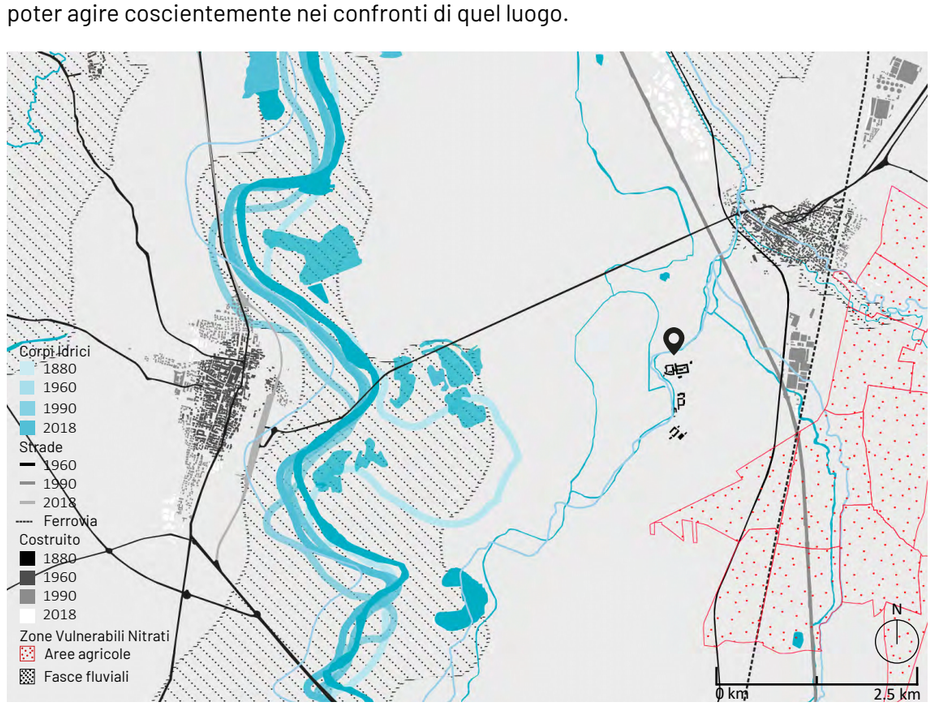
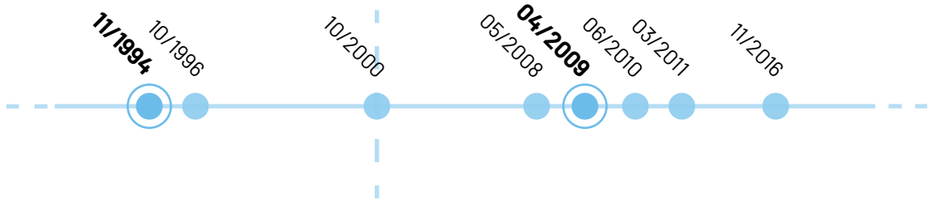


fig. 4.5 Carta di sintesi degli usi dei suoli (Fonti: IGM-1880, IGM-1968, CTR 1991 e BDTRE 2019. Per l'evoluzione del costruito invece si è utilizzata la Corine Land Cover. Elaborazione personale).

4.5 Eventi climatici estremi

Il paragrafo che segue è frutto di una ricerca all'interno dei principali siti istituzionali di ARPA e Ispra che raccolgono la documentazione dettagliata di ogni evento naturale estremo e disastroso avvenuto in Piemonte. Si sono studiati così 8 eventi climatici estremi dal 1994 al 2016. All'interno di questo capitolo, per semplificare la lettura verranno menzionati solo 2 degli 8 eventi analizzati, in quanto rappresentano le due forme di alluvione più ricorrenti ed intense che si sono registrate lungo il periodo pocanzi citato. Il paragrafo che segue racconterà in primo luogo l'andamento delle condizioni climatiche per l'area studio e successivamente metterà in luce i due eventi alluvionali di riferimento che saranno di estrema importanza per la parte finale della tesi.



L'analisi riguardante le condizioni climatiche effettuata all'interno dell'area studio ha permesso di delineare un quadro sinottico della situazione attuale rispetto al ventennio appena passato. L'analisi, componendosi di una ricostruzione dell'andamento delle temperature medie e dei principali eventi di pioggia intensa dal 1994 al 2019, mira a descrivere come le condizioni climatiche all'interno dell'area siano mutate rispetto alle principali modifiche del paesaggio in cui Borgo Cornalese ricade.
Al fine di semplificare la lettura di tali dinamiche, si procederà alla descrizione dei dati ottenuti attraverso due principali step:

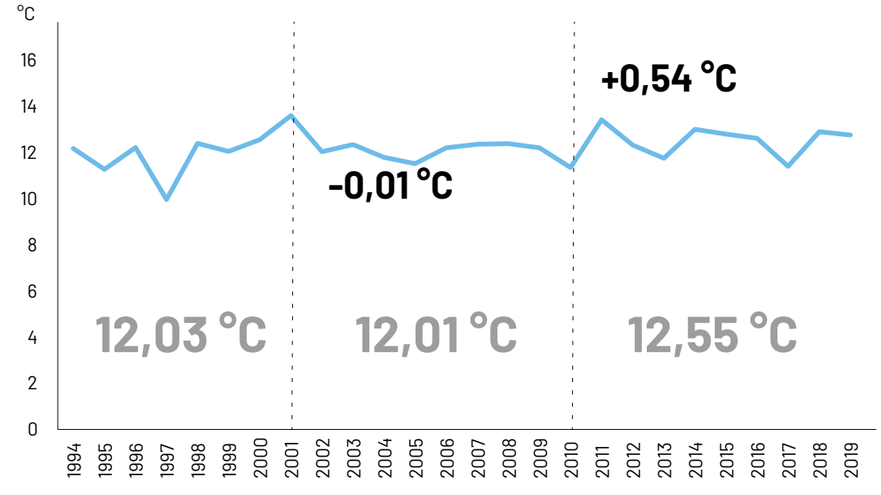
A. Andamento delle temperature medie;
B. Descrizione delle alluvioni

I dati utilizzati fanno riferimento ad un'unica banca dati, quella dell'Agenzia Regionale Piemontese dell'ARPA, che al suo interno archivia dati metereologici e idrologici di tutto il Piemonte avvenuti dal 1993 ad oggi. Nello specifico i dati metereologici relativi a Borgo Cornalese sono stati estratti per la maggior parte dalla stazione pluviobarometrica di Carmagnola e nel caso in cui i dati relativi alla stazione di Carmagnola non siano disponibili alle stazioni più vicine a Borgo Cornalese.

A. Andamento delle temperature medie

Per quanto riguarda i dati relativi alle temperature medie registrate è stato riprodotto a livello tabellare lo storico delle temperature medie annue e delle temperature medie annuali per i mesi estivi (tab.4.1).
Ciò che si evince rappresenta una situazione climatica per lo più stabile con una temperatura media di 12,2 °C lungo il venticinquennio che va dal 1994 al 2010.
Nonostante la temperatura rimanga per lo più costante, durante i primi sedici anni analizzati, si nota un aumento delle temperature medie a partire dall'anno 2011, come si può vedere dalla tabella 4.1 infatti i dati mostrano come sia stato registrato un incremento di circa 0,5 °C all'interno dell'area. Il picco massimo registrato, invece, è del 2001. Dato in linea

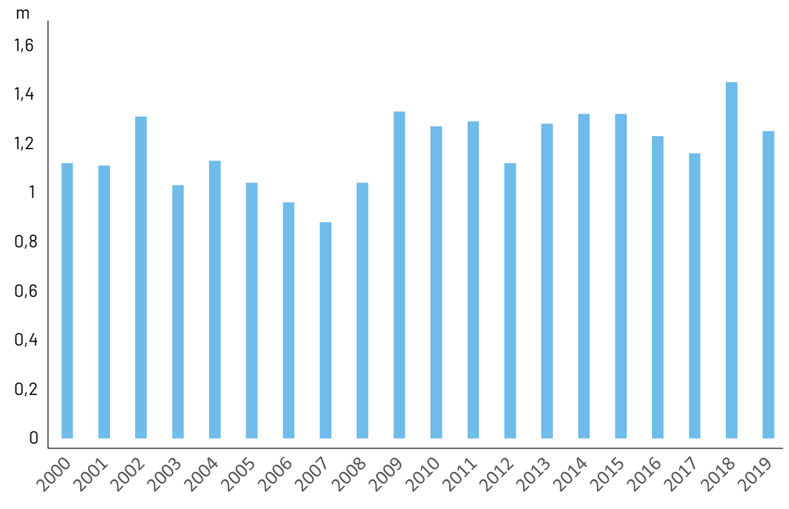
Temperatura media annuale (°C)			Temperatura media annuale mesi estivi		
Anno	**°C**	**Medie**	**Anno**	**°C**	**Medie**
1994	12,17	**12,03 °C**	1994	22,21	**21,42°C**
1995	11,27		1995	20,92	
1996	12,21		1996	20,63	
1997	9,97		1997	-	
1998	12,41		1998	22	
1999	12,05		1999	21,34	
2000	12,55		2000	21,25	
2001	13,62	-0,01 °C	2001	21,76	+ 0,71 °C
2002	12,04		2002	21,58	
2003	12,34	**12,01 °C**	2003	24,39	**22,13°C**
2004	11,79		2004	21,66	
2005	11,52		2005	21,66	
2006	12,24		2006	21,86	
2007	12,35		2007	21,36	
2008	12,39		2008	21,87	
2009	12,25		2009	22,89	
2010	11,35	+0,54 °C	2010	22,23	+ 0,18 °C
2011	13,41		2011	21,76	
2012	12,32		2012	23,16	
2013	11,75	**12,55 °C**	2013	22,46	**22,31°C**
2014	13		2014	21,35	
2015	12,83		2015	23,46	
2016	12,62		2016	22,53	
2017	11,41		2017	20,60	
2018	12,91		2018	22,75	
2019	12,76		2019	22,83	
Media	12,20		**Media**	22	
Massimo	13,62		**Massimo**	24,39	



tab 4.1 Analisi delle temperature medie rilevate dalla stazione pluviobarometrica di Carmagnola (Fonti: ARPA Piemonte, Banca Dati Metereologica. Elaborazione personale).

Anno	Portata media (mc/s)	Liv. idrometrico medio (m)	Portate e liv. idro. MAX	Alluvioni
1994	71	-	1200	4,61
1995	46,07*	0,93*		
1996	86	1,29*	709	4,39
1997	44,95*	0,85*		
1998	36,82*	0,73*		
1999	43,47	0,78		
2000	80,05	1,12	1588	5,84
2001	71,67*	1,11*		
2002	82,35	1,31*		
2003	39,86	1,03*		
2004	47,65	1,13		
2005	41,03	1,04		
2006	30,84	0,96		
2007	30,93	0,88		
2008	52,45	1,04	1034	4,82
2009	84,18	1,33	595	3,62
2010	75,7	1,27	111	3,94
2011	79,35	1,29	128	3,27
2012	50,5	1,12*		
2013	73,38	1,28*		
2014	82,31	1,32		
2015	75,66	1,32		
2016	62,47	1,23	1670	5,89
2017	45,33	1,16*		
2018	98,03	1,45		
2019	63,23	1,25		
Media	61,35	1,12		

Livelli idrometrici medi annuali 1994/2019 - fiume Po



tab.4.2 Analisi delle portate e altezze idrometriche medie rilevate dalla stazione idrologica di Carignano per il fiume Po (Fonti: ARPA Piemonte, Banca Dati Idrologica).

con il resto della penisola che nello stesso anno subì un'ondata di calore senza precedenti. A partire dalla stessa tipologia di dati è stato ricostruito lo storico delle temperature medie per i mesi estivi (giugno-luglio-agosto). Tale analisi è stata incorporata all'interno di tale documento poiché come già descritto all'interno del paragrafo 1,3 (cap. 1), il globo terrestre sta subendo un progressivo surriscaldamento, che porta notevoli conseguenze sia sulle temperature medie che sulle percentuali di umidità dell'aria creando situazioni di calore estremo. La stazione pluvio-barometrica di Carmagnola registra, come per le temperature medie annuali descritte precedentemente, un sostanziale aumento delle temperature medie dei mesi estivi. Si passa dalla media di 21.42 °C per il periodo compreso tra il '94 ed il 2001 ad una media di 22.3 °C per il periodo compreso tra il 2011 e il 2019 vedi tab.4.1.

B. Descrizione delle alluvioni

In quest'ultima parte del paragrafo, verranno illustrati i due alluvioni già citati del 1994 e del 2009 al fine di poter identificare le aree maggiormente a rischio del Borgo e capire come poter agire a livello progettuale per la salvaguardia del bene culturale e del suo paesaggio circostante. In primo luogo, per comprendere in che modo si comportano i corsi d'acqua nel contesto in cui Borgo Cornalese è insito, è stata effettuata l'analisi delle altezze idrometriche e delle portate medie del corso d'acqua principale ricadente all'interno dell'area studio, il fiume Po, durante l'arco temporale compreso tra il 1994 e il 2019. La scelta di dover analizzare il Po è dettata dal fatto che si fa riferimento alla stazione idrometrica di Carignano N 445432 E 074128 situata a pochi chilometri di distanza dal sito in analisi. Ed inoltre essendo il corso d'acqua principale che scorre all'interno dell'area studio è quello che al meglio sintetizza la condizione dei livelli idrometrici e delle portate degli altri corsi d'acqua minori. Tramite la consultazione dei dati reperiti, si è constatato che la portata media del Po è pari a 61,35 m^3/s e l'altezza idrometrica media di 1,12 m per il periodo analizzato. In secondo luogo, sono stati riportati i dati relativi alle situazioni in cui il fiume si muove durante condizioni normali rispetto agli eventi di piena. E' stato così possibile comparare su un'unica tabella i dati relativi alle portate medie annuali e alle altezze idrometriche annuali rispetto alle portate e alle altezze idrometriche degli 8 eventi di piena, come illustrato nella tabella 4.2. Una delle letture più significative che i dati raccolti mettono in evidenza è data dal fatto che in linea di massima con l'avanzare degli anni all'interno dell'arco temporale analizzato, si nota un incremento progressivo del numero e dell'intensità degli eventi.

L' alluvione del 1994

Si prosegue ora con la descrizione dei due eventi alluvionali del 1994 e del 2009 andando ad individuare per entrambe le caratteristiche principali, le differenze e gli elementi in comune.

L'evento alluvionale del 5 e 6 Novembre del 1994 si colloca all'interno di un autunno caratterizzato da una forte instabilità metereologica, negli ultimi dieci giorni di Ottobre infatti si rileva un forte afflusso di aria instabile in quota proveniente dalla parte meridionale della penisola italiana. Le aree maggiormente colpite sono state: la provincia di Cuneo, la Provincia di Torino, le provincie di Biella e Vercelli, la provincia di Alessandria e la provincia di Asti con precipitazioni che hanno superato i 100 mm (Arpa, 1994). Nello specifico la stazione pluvio-barometrica di Carmagnola, registra per questi due giorni un'altezza di piogga pari a 125,8 mm (Arpa, 1994). La portata media del Po registrata dalla stazione di Carignano registra 1200 m3/s contro i 71 m^3/s di media in situazioni normali (Arpa, 1994) nonostante sia il Tanaro il fiume a risultare più instabile durante questo evento. Non si è mai registrato un evento di portata simile dal 1951 in tutto il Piemonte, è un evento che secondo delle stime idrologiche dell'Arpa ha un tempo di ritorno superiore di quasi 200 anni. I deflussi superficiali nella parte a sud di Torino, in corrispondenza dei comuni di Moncalieri,

Cambiano, La Loggia, Carignano e Villastellone sono di entità eccezzionale tanto da venir paragonati anch'essi all'evento storico del 1951 (Arpa, 1994).
Nello specifico la cartografia illustrata in figura 4.7 mostra come il deflusso superficale si muova dall'asta fluviale del Po, in corrispondenza del Po Morto e vada successivamente ad intaccare tutti i corsi d'acqua minori nelle vicinanze che non riuscendo a contenere la grande quantità d'acqua proveniente dal Po inondano buona parte della pianura compresa tra il Poirino e Il fiume Po.

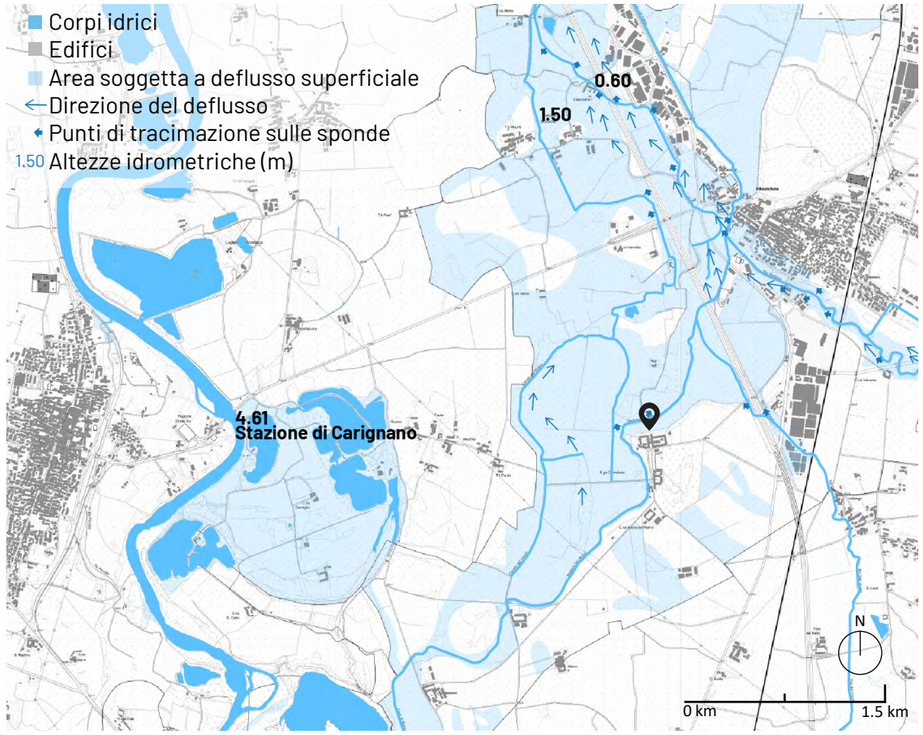


fig. 4.7 Cartografia dell'evento alluvionale del 1994 (Fonti: Geoportale Piemonte: BDTRE, relazione idraulica del PRG di Villastellone e al rapporto di ARPA Piemonte "*L'Evento alluvionale del 2-6 Novembre 1994*").

- L'alluvione del 2009

Di tutt'altra dimensione e rilevanza è invece l'evento del 2009. L'evento ha inizio durante la serata di sabato 25 aprile 2009 per via di una saccatura nordatlantica che convoglia correnti umide meridionali sull'italia nord-occidentale (Arpa, 2009). Si hanno precipitazioni seppur in gran parte moderate ben diffuse all'interno di tutto il territorio piemontese. La rete fluviale risente particolarmente di tale evento piovoso, i corsi d'acqua più colpiti nell'area studio sono il Banna, in corrispondenza di Santena e il Chisola a La Loggia. Il fiume Po ha fatto registrare nella stazione di Carignano valori di portata vicini ai 600 m^3/s.
Secondo i dati analizzati e riportati da Arpa tale evento è collocabile all'interno di un tempo di ritorno minore di 5 anni, delineando così un'evento che a differenza dell'alluvione del '94 può ripetersi con più alta probabilità.
La cartografia in figura 4.8 mostra anzitutto le evidenti differenze per dimensione del deflusso supericiale con l'evento del 1994, l'area colpita da deflusso supeficiale riguarda le

aree direttamente adiacenti ai corsi d'acqua minori del comune di Villastellone e le campagne di fronte Borgo. La formazione del deflusso nel caso dell'alluvione del 2009 si ha a seguito di una tracimazione lungo la Bealera dei Molini, a differenza dell'alluvione del '94 che invece aveva origine dal Po. Di fatto la sponda sinistra della Bealera cede dando origine ad un deflusso che si muove verso nord coinvolgendo i tratti di pianura che cingono l'autostrada A6.

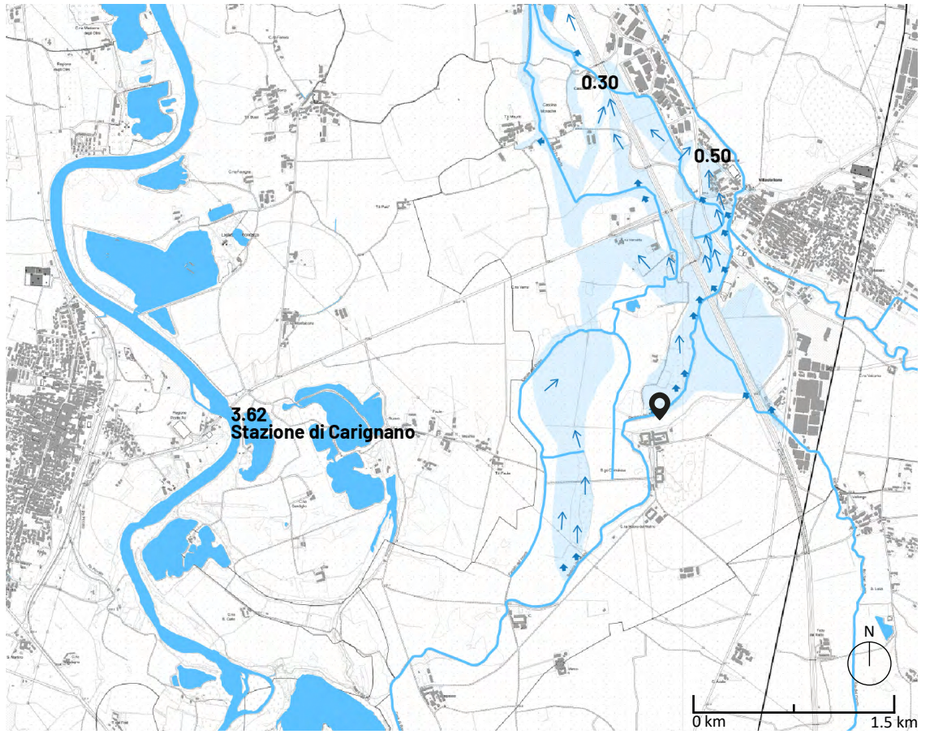


fig. 4.8 Cartografia dell'evento alluvionale del 2009 (Fonti: Geoportale Piemonte: BDTRE, alla relazione idraulica del PRG di Villastellone e al rapporto di ARPA Piemonte "*Evento meteopluviometrico del 26-28 Aprile 2009*").

4.6 Rischio idraulico, patrimonio culturale e previsioni di piano

Il seguente paragrafo offre una lettura dei principali strumenti redatti dall'autorità di bacino piemontese e dal comune di Villastellone. Il discorso verterà sulle condizioni di rischio e sulle previsioni che il Piano Regolatore Generale del comune di Villastellone prescrivono per l'area analizzata, in relazione ai beni culturali presenti, soffermandosi nello specifico sul Borgo. Su Borgo Cornalese, come già annunciato precedentemente, ricade infatti un piano di recupero che si pone l'obiettivo di rilanciare l'identità storica e paesaggistica del luogo.

- Il PAI e il PGRA

Al fine di fornire una visione del quadro normativo offerto dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) e della condizione in cui i beni culturali dell'area ricadono rispetto a questo piano, si è proceduto attraverso l'intersezione del layer dei beni culturali e paesaggistici principali presenti nell'ambito con le fasce di pericolosità (ossia la probabilità che l'area sia investita da un evento potenzialmente pericoloso) individuate dal PAI rappresentative di tre differenti zone di allagamento per deflusso in eccesso degli alvei. Nello specifico le 3 fasce individuano:

- ""Fascia P3", costituita principalmente dalle porzioni di territorio direttamente adiacenti all'alveo che in occasione dell'evento alluvionale di riferimento, riattivano vecchie forme fluviali dell'alveo. Fa riferimento ad aree soggette ad eventi alluvionali che si verificano con elevata probabilità, il cui tempo di ritorno probabile è compreso fra i 20 e i 50 anni.
- "Fascia P2", zona soggetta a deflusso superficiale, esterna alla zona precedente. Il limite di questa fascia si estende fino al punto in cui le altitudini naturali del suolo sono superiori ai livelli delle acque corrispondenti alla piena di riferimento, oppure alle opere idrauliche esistenti o previste per il controllo delle piene. Descrive eventi alluvionali che si verificano con media probabilità con un tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni.
- "Fascia P1" è la zona che rappresenta un'area alluvionale per la piena catastrofica, al di fuori delle altre due precedentemente menzionate si verifica a seguito di alluvioni molto gravi con tempo di ritorno superiore ai 200 anni."
(www.pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-del-rischio-2/)

La cartografia mostrata in figura 4.9, nello specifico, per l'individuazione delle preesistenze storiche dell'ambito, fa riferimento al PPR, al SITAP, al PRG di Villastellone e alla Carta Vigliano.
La sovrapposizione di tali dati con le fasce di pericolosità pocanzi menzionate, porta a una serie di riflessioni sull'ubicazione di tali beni storici sul territorio. Nello specifico facendo riferimento alla posizione di Borgo Cornalese, si può notare come la logica paesaggistica del bene sia strettamente correlata alla morfologia del terreno. Borgo viene infatti posizionato dalla cartografia del PAI all'interno della *"Fascia P1"* di pericolosità da alluvione. Delineando uno scenario di allagamento del Borgo possibile esclusivamente al verificarsi di situazioni meteo-idrologiche catastrofiche. Non è un caso che la ricostruzione documentaria e storica del Borgo da parte degli storici locali indichino *"una condizione privilegiata strategicamente su una specie di altopiano definito "Pianalto" che lo rende di fatto immune alle zone di esondazione dei corsi d'acqua limitrofi rendendolo "un territorio ottimale per gli insediamenti umani"* (Relazione Storica Borgo Cornalese, 2016 pp. 7). Se il Borgo risulta essere in una condizione di apparente sicurezza, da parte di possibili inondazioni dei corsi d'acqua circostanti, il Mulino e il paesaggio del Borgo anch'esso frutto delle continue stratificazioni storiche che hanno caratterizzato l'area, ricadono all'interno della *"Fascia P2"* con un tempo

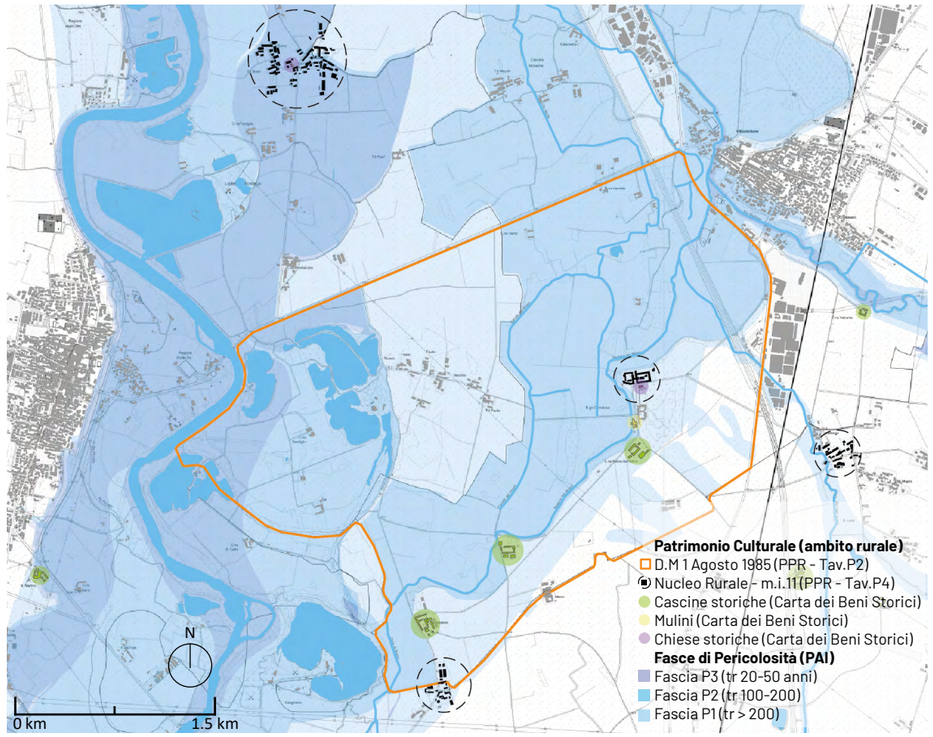


fig. 4.9 Sovrapposizione del Piano Assetto Idrogeologico (PAI) e del patrimonio culturale presente all'interno dell'area. (Fonti: Geoportale Piemonte, PAI Autorità di Bacino Piemonte, PPR e Carta dei Beni Storici: Architettonici-Urbanistici-Archeologici. Elaborazione personale).

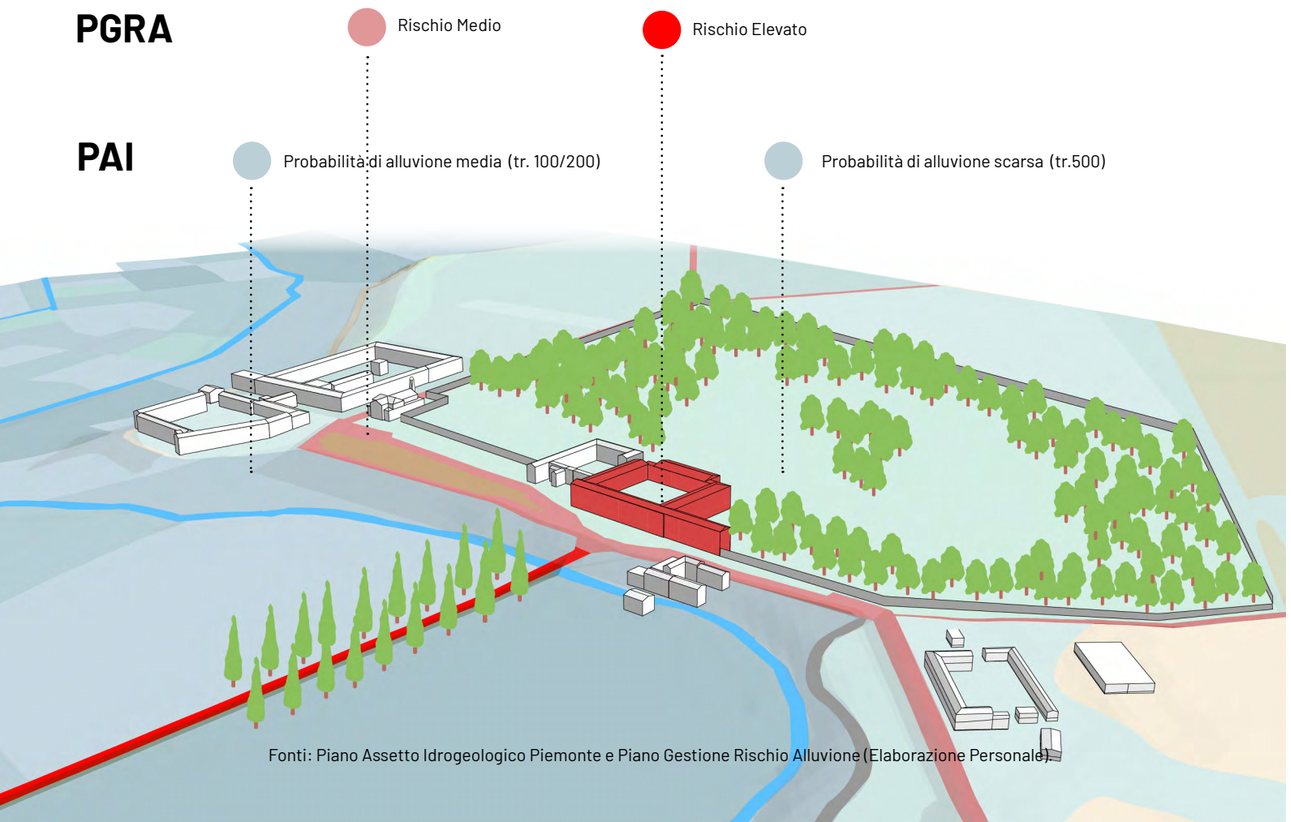
di ritorno dell'evento compreso tra 100 e 200 anni e di conseguenza all'interno di uno scenario di pericolosità media. Il Mulino così come le porzioni di paesaggio circostanti un tempo dedite all'agricoltura e all'allevamento dei residenti del Borgo, risultano infatti ad una quota inferiore, di circa 8 m sul livello del mare rispetto al Borgo.
Successivamente alla descrizione della situazione in cui Borgo Cornalese ricade rispetto agli scenari di pericolosità individuati dal PAI, si è proceduto al reperimento e all'analisi delle cartografie riportate all'interno del *"Piano del Rischio Gestione Alluvioni"* PGRA, anch'esso facente riferimento alla Dir.2007/60/CE. Il PGRA *"orienta, nel modo più efficace, l'azione sulle aree a rischio significativo organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio, definire gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale"* (www.pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-del-rischio-2/). Il PGRA riporta a scala comunale le aree a pericolosità di allagamento a seguito di un evento alluvionale, di fatto esplicando ad una scala più grande i contenuti riportati all'interno delle cartografie del PAI che invece illustrano gli scenari di pericolosità a scala di distretto idrogeologico. L'elaborato che però risulta di fondamentale importanza, da cui partire per costruire un'ipotesi progettuale, che vada a salvaguardare e rendere resiliente il Borgo rispetto al tema del rischio idraulico è la cartografia relativa al rischio da alluvione. Questa carta interseca al suo interno le aree inondabili ai tre diversi scenari di pericolosità con le entità presenti sul territorio, è qui che appaiono i beni culturali ed in generale gli insediamenti umani con differenti funzioni.
Borgo Cornalese è interessato da rischi di tipo puntuale e lineare. La corte settecentesca, che si affaccia sul mulino, viene identificata dalla sigla *"R2 – Rischio Medio"*, mentre tutti gli altri edifici delle due corti di cui Borgo si compone non vengono associate a tipologie parti-

colari di rischio. Sorprende come il mulino, di epoca di costruzione ben precedente rispetto alla corte prima citata ed in una posizione che sta al dì sotto dell'altopiano (e dunque più vulnerabile), non venga identificato come un'entità a rischio. Un'ulteriore considerazione rispetto ai rischi individuati dal PGRA è data dalla presenza di rischi lineari che si estendono lungo le principali strade d'ingresso al Borgo. In particolare il viale alberato indicato come strada *"Frazione di Tetti Faule"*, elemento caratterizzante da un punto di vista scenico e paesaggistico (PPR, Catalogo dei Paesaggistici, 2017) di tutto il Borgo viene indicato all'interno di uno scenario *"R3 – Rischio elevato"*. Dall'analisi del PGRA si traggono così spunti analitici che saranno poi ripresi in fase progettuale, al fine di adottare soluzioni che mirino a ridurre i rischi ricadenti a Borgo e nel paesaggio che lo circonda.

- Obiettivi e prescrizioni del PPR

Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR) è lo strumento che prescrive e delinea obiettivi specifici per l'area in questione. In particolare, Borgo Cornalese è tutelato dal D.M. 1° Agosto 1985 integrato dal Codice con il D.lgs. 42/2004 - art. 142 (Codice dei Beni Culturali), come si può apprezzare dalla cartografia (fig.5.0) l'area in questione copre una superficie poco più di grande 10 km^2, corrispondente al perimetro dell'ex Galassino che si estende da *"Via Tetti Pecchi"* ad ovest (Zona industriale di Villastellone) all'Oasi del Po morto in riva destra del Po ad est. La dichiarazione di notevole interesse pubblico che tutela l'area è dovuta principalmente al fatto che ad oggi:

"E' una landa abbandonata di grande interesse paesaggistico, caratterizzata dalla presenza di specie arboree e vegetazione tipica delle zone umide e semi-umide e popolata da fauna acquatica; la retrostante pianura è caratterizzata da insediamenti agricoli, colture, modi di irrigazione e trasformazione dei prodotti per gran parte ancora di tipo tradizionale e che determinano un insieme di grande valore ambientale che merita di essere conservato quale testimonianza dell'assetto originario della pianura intorno al Po[...]" (PPR, Catalogo dei Paesaggistici, pag. 651, 2017).



Fonti: Piano Assetto Idrogeologico Piemonte e Piano Gestione Rischio Alluvione (Elaborazione Personale).

Il PPR per l'area studio descrive una situazione di straordinaria complessità che si compone di valori di differenti famiglie, da valori legati agli aspetti ambientali dell'area, a valori storici, culturali e percettivi del paesaggio. All'interno di questa variegata lista di valori ricade anche Borgo Cornalese, un'emergenza storica che qualifica ulteriormente l'ambito decretandone di fatto la sua importanza storica e paesaggistica.
Nello specifico il PPR riporta all'interno della scheda di Borgo Cornalese un estratto cartografico della tavola P4 *"Componenti Paesaggistiche"* del piano paesaggisticoall'interno della quale sono riportate:

fig.5.0 Estratto cartografico del Catalogo dei Beni Culturale del PPR (Fonti: PPR, Catalogo dei Paesaggistici, Prima Parte, 2017. Elaborazione personale).

- Le aree rurali di pianura o collina (m.i.10), l'interno ambito 45 è caratterizzato da tale tipologia di insediamento rurale e ciò è dovuto principalmente alla morfologia pianeggiante del terreno che favorisce le pratiche agricole;
- I sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna (m.i.11) di cui lo stesso Borgo Cornalese fa parte e per il quale le Norme Tecniche d'Attuazione del PPR prevedono in sintesi lo sviluppo delle pratiche agro-pastorali già esistenti unendo a queste pratiche più innovative;
- I sistemi paesaggistici rurali di particolare omogeneità, che per la loro conformazione, esito di un lungo processo storico, mettono in evidenza le forti relazioni tra acqua e agricoltura;
- I fiumi e le fasce fluviali interne che descrivono l'andamento della Baleara dei Molini;
- Le aree a copertura boscata che come visto hanno perso nel tempo la loro continuità ri-

ducendosi a piccole ed isolate macchie verdi. (PPR, Catalogo dei Paesaggistici, pag. 643, 2017)

La stessa scheda individua all'interno della Norme Tecniche d'Attuazione del PPR cinque principali obiettivi di qualità paesaggistica da perseguire in ambito progettuale. Tali obiettivi verranno considerati all'interno del capitolo 5, sia per un confronto con il PdR esistente, sia per la realizzazione di una valida alternativa progettuale. Nello specifico si tratta dei seguenti obiettivi:

"- 1.3.3 Salvaguardia e valorizzazione del patrimonio storico, architettonico, urbanistico e museale e delle aree agricole di particolare pregio paesaggistico, anche attraverso la conservazione attiva e il recupero dagli impatti penalizzanti nei contesti paesaggistici di pertinenza;
- 1.5.2 Contenimento e razionalizzazione delle proliferazioni insediative e di attrezzature, arteriali o diffuse nelle aree urbane e suburbane;
- 1.7.5 Potenziamento del ruolo di connettività ambientale della rete fluviale;
- 2.3.3 Recupero naturalistico o fruitivo delle aree produttive isolate, estrattive o infrastrutturali dismesse;
- 4.3.1 Integrazione paesaggistico-ambientale e mitigazione degli impatti degli insediamenti produttivi, da considerare a partire dalle loro caratteristiche progettuali (localizzative, dimensionali, costruttive, di sistemazione dell'intorno)." (PPR, Catalogo dei Beni Paesaggistici, pag. 643, 2017).

Oltre agli obiettivi appaiono di estrema importanza le prescrizioni specifiche che il PPR individua per tale bene, in particolare *"deve essere mantenuta la riconoscibilità degli elementi identitari del paesaggio rurale costituiti dalla trama paesaggistica evitando interventi che comportino la modificazione dell'andamento naturale del terreno se non finalizzati al mantenimento dell'assetto geomorfologico e/o allo svolgimento delle pratiche agricole"* (PPR, Catalogo dei Beni Paesaggistici, pag. 642, 2017). Gli aspetti scenico percettivi che compongono questo paesaggio agrario, giocando un ruolo di estrema importanza per la caratterizzazione dell'identità che il Borgo ha assunto nel corso della sua storia vengono anch'essi protetti e salvaguardati dalle prescrizioni del PPR che pur ammettendo interventi edilizi sul patrimonio rurale esistente o di nuova edificazione vincola i comuni alla realizzazione di volumi che per forma, posizione e colore non alterino la percezione visiva del luogo (PPR - Catalogo dei Beni Paesaggistici, 2017). Il PPR và a salvaguardare anche il viale di Cipressi che connette Borgo Cornalese a Tetti Faule, il piano prescrive la conservazione per il *"Viale Cipressino"* al fine di *"mantenere la sua integrità rispetto ai rischi legati alla loro stabilità e ai problemi fitosanitari che potranno verificarsi"* (PPR, Catalogo dei Beni Paesaggistici, pag. 643, 2017). Altra prescrizione d'interesse riguarda il sistema della viabilità, anch'esso elemento di progetto all'interno del PdR per Borgo Cornalese. Il PPR prescrive che il *"sistema della viabilità sia mantenuto nella sua integrità con specifica attenzione alla conservazione delle strade bianche"* (PPR, Catalogo dei Beni Paesaggistici, pag. 643, 2017).

Fig.5.1 Foto reperita dalla pagina Instagram di Borgo Cornalese che illustra la perdita di due pioppi cipressini a seguito di una forte ondata di vento avvenuta in Settembre 2020.

- Le previsioni del PRG e il Piano di Recupero

Appare utile in conclusione di questo paragrafo, allegare e descrivere le cartografie elaborate dal comune di Villastellone riguardanti il Piano Regolatore Comunale di Villastellone (PRGC) e il Piano di Recupero (PdR) per Borgo Cornalese al fine di ragionare su come i rischi delineati dal PAI, dal PGRC e le prescrizioni del PPR vengano abbattuti e assorbiti da tali piani.

- Il PGRC di Villastellone

Il Piano Regolatore Generale Comunale PGRC di Villastellone sottolinea l'importanza di questo Borgo storico già all'interno della sua relazione illustrativa. Borgo Cornalese rientra infatti all'interno della componente ambientale di tale relazione. Quando i tecnici comunali si riferiscono a Borgo Cornalese non si limitano a parlarne sono in termini di valore storico e culturale ma piuttosto tendono a sottolineare anche la sua importanza da un punto di vista ambientale. Come già evidenziato nelle prescrizioni del PPR, le aree agricole che sorgono in corrispondenza del Borgo hanno infatti un importante ruolo nel garantire l'identità e la vocazione di quei suoli che per secoli hanno mantenuto intatte le loro funzioni e caratteristiche. Per questo il PGRC di Villastellone *"tutela e attiva miglioramenti agli ecosistemi naturali delle aree agricole e del parco di Borgo Cornalese"* (Relazione Illustrativa, PRGC Villastellone, pag. 18, 2014). Per quanto concerne le Norme Tecniche di Attuazione NTA di tale piano sono essenzialmente quattro le norme che disciplinano gli usi di Borgo Cornalese e del contesto in cui è insito. Di seguito verranno descritte tali norme. Ciò che la relazione illustrativa del PGRC ed il PPR enunciano rispetto alle aree agricole che si sviluppano lunga la Bealera dei Molini nelle immediate vicinanze del Borgo, viene disciplinato attraverso l'articolo *"3.7.7 Aree di prevalente interesse agricolo condizionato con parziali limitazioni (APC2)"*. Tale articolo riconosce anzitutto l'importanza di questi suoli in quanto facenti parte della fascia complementare del fiume Po (NTA, PGRC Villastellone, 2021). Per l'area APC2 il PRGC si pone anzitutto l'obiettivo di tutelarla e valorizzarla per questo sono sempre consentiti gli usi per *"attività naturalistiche e con modificazioni anche sensibili dello stato dei luoghi e rinaturalizzazione, anche di aree agricole la cui gestione rimanga affidata ai conduttori"* e le *"attività sociali, culturali, sportive e ricreative in aree attrezzate"* (NTA, PGRC Villastellone,pag. 84, 2021). Borgo Cornalese invece è ricoperto da un altro retino circoscritto alle pertinenze del Borgo, della Villa de Maistre con il suo parco e del Mulino cinquecentesco. La NTA che ricade all'interno di questo retino color viola scuro è espletata attraverso l'articolo *"3.7.8 Aree residenziali agricole di interesse architettonico, storico, culturale (RS)"* che identifica quest'area

come *"un'emergenza architettonica di rilevante interesse storico-culturale e relative pertinenze, che ne costituiscono parte integrante"* (NTA, PGRC Villastellone, pag. 87, 2021). Tale norma riconoscendo le funzioni storiche del Borgo, quali di dimora per il controllo dei campi agricoli delle immediate adiacenze consente il mantenimento di tale destinazione d'uso ed eventuali modifiche delle stesse se in coerenza con le prescrizioni di ogni singola classe del PAI. Sono ad esempio ammesse attività sociali, culturali e sportive che, come sarà descritto poche righe più avanti, saranno alcune delle funzioni principali previste dal PdR per Borgo Cornalese. Altra norma che sarà di notevole interesse ed importanza per la parte finale di questa tesi di ricerca è trattata dall'articolo *"3.7.10 Elementi di interesse naturalistico da salvaguardare e architettura minore"* in particolare la sezione *"Percorsi storici accertati"* riconosce e tutela il percorso stradale storico che da Borgo Cornalese attraverso Cascina Nuova collega Cascina Fortepasso e Borgata Pochettino. Per tale asse storico non sono ammessi *"interventi di ampliamento o di rettifica né di asfaltatura della sezione stradale"* ma piuttosto sono consentiti *"interventi di recupero e valorizzazione dei tracciati tramite sistemazioni modeste volte all'eliminazione degli impatti visivi o alla ricostruzione dei riferimenti ai beni culturali ed alle emergenze naturalistiche o paesaggistiche e all'integrazione con i percorsi di fruizione"* (NTA, PGRC Villastellone, pag. 89, 2021).

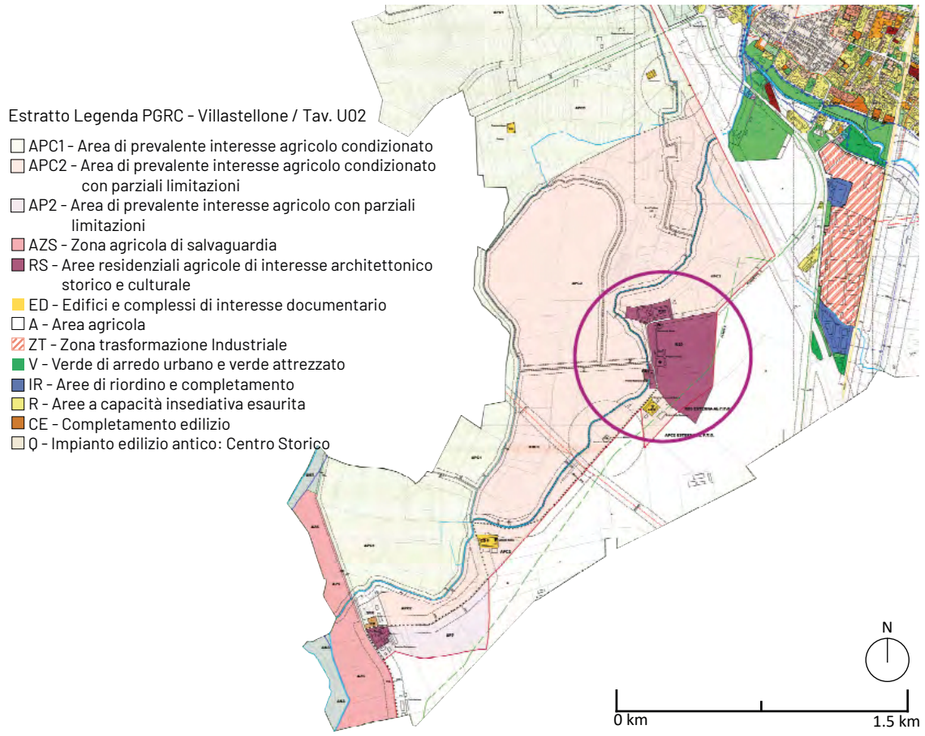


fig.5.2 Estratto cartografico del PRGC per la parte meridionale di Villastellone. (Fonti: PRGC Villastellone, TAVU02 -Usi Suolo, Borgo Cornalese 2017).

Se le aree agricole nelle immediate adiacenze della Bealera dei Molini risultano essere pressochè vincolate a funzioni sportive e culturali, le aree agricole nella parte orientale del Borgo che sorgono in coincidenza della recinzione del parco di Borgo Cornalese, seppur riconosciute anch'esse meritevoli di salvaguardia dal PPR, vengono disciplinate dalle NTA del

PGRC dall'articolo *"3.5.1/3.5.2 Aree per uso agricolo – sottoclassi di destinazione e di intervento"* che mira alla tutela e alla valorizzazione di tale aree consentendo però al loro interno differenti destinazioni d'uso che ammettono l'edificazione di abitazioni rurali, fabbricati funzionali alle esigenze delle aziende agricole e fabbricati per l'allevamento zootecnico di tipo industriale intensivo (NTA, PGRC Villastellone, 2021).

fig.5.3 Principali conseguenze delle previsioni del PRGC di Villastellone che negli anni ha consentito la realizzazione di fabbricati agricoli come questo in foto (Foto personale).

- Il Piano di Recupero per Borgo Cornalese

Nel 2007 il comune di Villastellone approva il piano di recupero per Borgo Cornalese, si tratta di un importante progetto paesaggistico e come si può notare dalla planimetria in fig.5.4, l'intervento di recupero comprende l'insieme delle due corti poste nella parte settentrionale ed il mulino cinquecentesco (che risultano essere gli edifici più degradati) oltreché ad un progetto paesaggistico racchiuso all'interno delle particelle catastali su cui gli immobili di Borgo risultano compresi.
In primo luogo, le finalità progettuali del PdR rispondono a quattro punti principali:

- "Riqualificare il patrimonio edilizio esistente attraverso l'applicazione della L.R. 9/2003, quindi privilegiando il recupero di antiche preesistenze rispetto al consumo di suolo;
- Valorizzare il territorio con interventi non invasivi e rispettosi dell'habitat naturalistico; realizzare un intervento rispettoso della sostenibilità ambientale e dell'efficienza energetica;
- Realizzare un progetto innovativo che – attraverso la valorizzazione delle tracce storiche e delle tipologie architettoniche presenti negli edifici esistenti – proponga una lottizzazione moderna ma non ripetitiva, che sappia coniugare le peculiarità di ciascun edificio componente le Corti con adeguamenti normativi ed ambientali di qualità;
- Individuare materiali, finiture, e dettagli tipologici di qualità che saranno componente determinante per rendere l'intervento armonico con l'esistente e con l'ambiente esterno."

(Relazione Illustrativa, PdR Borgo Cornalese, pag. 21, 2016).

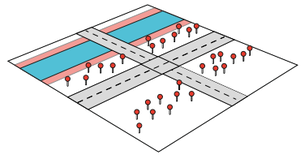
Tali finalità progettuali rispecchiano gli obiettivi dei principali piani regionali, il PPR e il PTR. Il primo che individua il Borgo all'interno di un perimetro individuato ai sensi del D.M. 1° agosto 1985, ed il secondo che invece prevede l'integrazione di attività turistiche a quelle esistenti sul territorio ed il recupero e la valorizzazione dei tessuti storici minori.
L'intervento prevede il recupero delle due corti e del mulino. Per le prime due è prevista una nuova destinazione d'uso, da rustici a residenze seguendo i principi della Legge Regionale 09/2003 *" Norme per il recupero funzionale dei rustici"*. Per il mulino invece si prevede un recupero funzionale che permetterà con la sua funzione originaria di macinare grano e diventare un elemento di ricezione turistica. Il PdR prevede che questo diventi un ecomuseo annettendo ad esso anche funzioni ricettive e di ristorazione.
Di maggior interesse progettuale per le considerazioni che tale tesi di ricerca porta avanti sono sicuramente le previsioni del PdR in materia di rischio idraulico. Gli allegati che delineano gli interventi che il piano in questione mette in luce sono contenuti all'interno della tavola *"Carta del reticolo idrografico e delle opere di difesa idraulica"* (http://relazione.ambiente.piemonte.it/2017/it/territorio/risposte/rischi-naturali). Infatti all'interno del PdR non è presente una relazione mirata alla definizione degli interventi di carattere idrologico. L'intero progetto non fa riferimento al rischio idraulico che invece è emerso dalla lettura del PAI e del PGRC. Il rischio idraulico evidenziato da tali piani, seppur sia rappresentato da eventi di eccezionale rarità ed intensità per gli edifici storici presenti, potrebbe risultare un pericolo imminente per l'intera area rurale se non viene gestito coscientemente. Le alluvioni non sono solo un rischio per gli edifici. I deflussi superficiali, infatti, sono spesso contraddistinti dal continuo movimento di materiali solidi, rifiuti agricoli e sostanze chimiche presenti nel sottosuolo (come già evidenziato nel par.4.4.1 per le ZVN) che minaccerebbero l'intero contesto paesaggistico che caratterizza Borgo Cornalese. Andando ad intaccare profondamente le economie insite e le strutture paesaggistiche. La *"Carta del reticolo idrografico e delle opere di difesa idraulica"*, rappresenta al suo interno il reticolo idrografico per l'intero comune di Villastellone ed inoltre geolocalizza gli interventi mirati all'installazione di opere idrauliche delineate attraverso i codici alfanumerici *"SICOD"*, nello specifico vengono previsti un'attraversamento pedonale per la Bealera dei Molini e un ponte ai piedi della Villa de Maistre.
A livello progettuale il PdR nel disegno dei parcheggi pur prestando attenzione all'utilizzo di materiali verdi e quindi permeabili non tiene conto probabilmente delle prescrizioni presenti nel catalogo del PPR. Quest'ultimo infatti sottolinea come sia vietate le modifiche al terreno se non per interventi finalizzati al mantenimento dell'assetto geomorfologico e/o allo svolgimento delle pratiche agricole, non solo nelle immediate adiacenze di Borgo ma all'interno di tutto il retino vincolato dal D.M 1 Agosto 1985, D.Lgs. 42/2004. Si presuppone ovviamente che l'innestamento di queste nuove superfici a parcheggio comportino senza dubbio una modifica del terreno, non per finalità agricole ma piuttosto per attività ricettivo turistiche. Osservando la planimetria del PdR, riportata nella figura affianco è facile comprendere la motivazione logistica dell'inserimento di una piastra di parcheggi di fronte al vecchio mulino: garantire una forte accessibilità alle auto e quindi alle persone a quella che in futuro diventerà una struttura di ricezione turistica. Se l'accessibilità sarebbe senza ombra di dubbio garantita da questi parcheggi, la leggibilità storica del luogo ne pagherebbe le conseguenze. La percezione del luogo non sarebbe più la stessa, lo stesso rischio idraulico come si vedrà nei paragrafi che seguono porterebbe all'interno di questo piccolo tratto di pianura nuove forme di deflusso che potrebbero intaccare lo stesso viale cipressino di cui si è ampliamente parlato precedentemente.

fig.5.4 Planimetria del Progetto di Recupero per Borgo Cornalese con annessi gli interventi SICOD individuati dalla Carta del Reticolo Idrografico. (Fonti: Piano di Recupero Borgo Cornalese - Tavola P01)

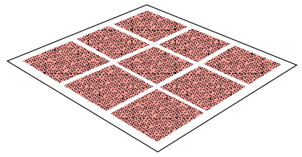
4.7 Elementi di riflessione e attenzione

Questo paragrafo fornisce una sintesi delle analisi fino a qui presentate cercando di riassumere quelli che sono gli elementi e le caratteristiche salienti dell'area studio sulle quali soffermarsi per una possibile proposta progettuale, che da una parte gestisca il rischio idraulico e dall' altra sia volta a valorizzare e rispristinare i caratteri paesaggistici e morfologici dell'ambito:

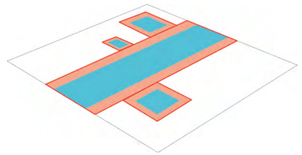
- Alterazioni morfologiche degli alvei e della pianura



Frammentazione



Omogeneizzazione

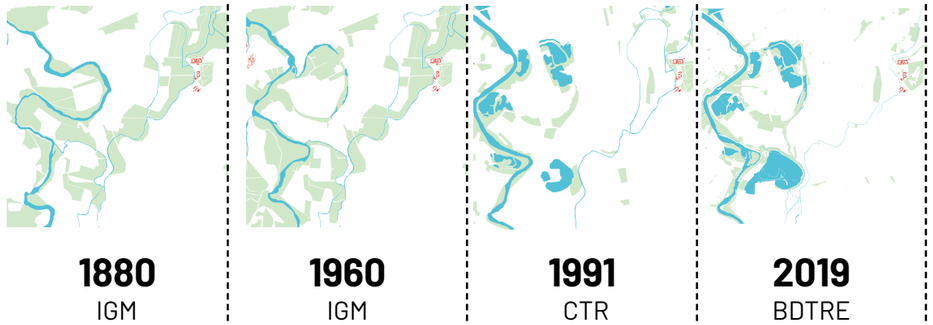


Attività estrattive

Le analisi del paragrafo 4.3, hanno messo in evidenza come il Piano di Tutela delle Acque, strumento nato con la direttiva alluvioni (che permette alle amministrazioni locali di attrarre finanziamenti europei per la gestione del rischio idraulico), sottolinei la presenza di alterazioni morfologiche che gravano su questa porzione di paesaggio. Ad est, le attività estrattive hanno radicalmente cambiato le forme e gli assetti morfologici della pianura e del corso del fiume Po (andando a modificare pesantemente la zona ripariale dell'alveo) e allo stesso tempo, ad ovest, il grande asse infrastrutturale dell'autostrada A6 ha delimitato come una barriera questo tratto di pianura alluvionale facendo sì che il deflusso superficiale delle acque possa attraversare l'autostrada A6 solo in alcuni tratti e rimanga stagna in altri. Lo stesso PTA descrive come tale pressione interessi circa il 66% dei corpi idrici presenti in tutta la regione (http://relazione.ambiente.piemonte.it/2020/it/acqua/fattori/alterazioni-morfologiche).
Per l'ambito in analisi tali alterazioni morfologiche sono causate principalmente da quelle che lo stesso PTA descrive come *"modifiche della zona riparia o della piana alluvionale"*, come si è visto nel *"Frammentazione e Omogeneizzazione"*, gli usi del suolo dall'Ottocento ad oggi sono radicalmente cambiati. La piana alluvionale di Borgo Cornalese un tempo era solcata da corridoi verdi che creavano un'area di buffer attorno ai principali canali irrigui, inoltre il fiume Po scorreva su un tratto di pianura quasi del tutto naturale, privo di pressioni antropiche legate per lo più ad attività estrattive.
Si considera tale pressione individuata dal PTA come un importante spunto per il progetto che verrà presentato più avanti. Infatti, il ripristino delle forme e degli usi del suolo che nel passato vi erano all'interno di quest'ambito potrebbe rappresentare una soluzione adeguata alla gestione delle alluvioni e del conseguente movimento del deflusso superficiale.

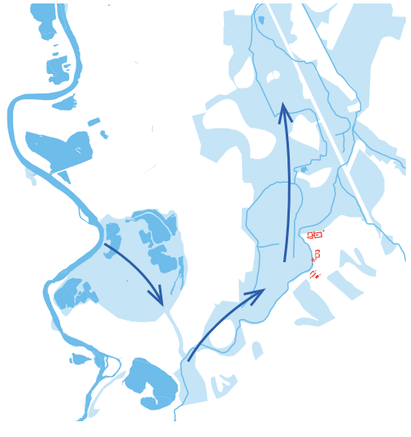
- Riduzione di Habitat: Riduzione del Bosco

Il paragrafo 4.4, ha mostrato come questo tratto di pianura nel giro di un secolo si sia completamente svuotato di vegetazione boschiva capace di garantire differenti benefici sotto diversi punti di vista. Quello che per la tesi è il più importante è sicuramente descritto dal fatto che fino al 1880, la presenza di grandi aree e fasce boscate permetteva una diversa dispersione delle piogge e del deflusso superficiale.

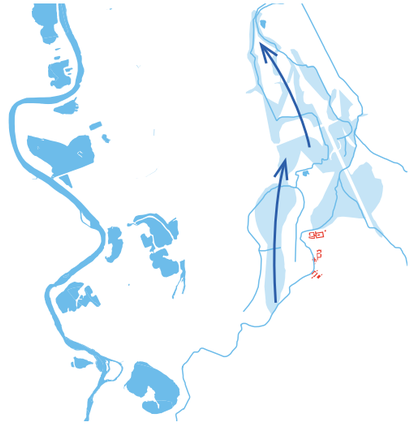


Le prime in parte venivano trattenute dalle chiome degli alberi mentre quelle che arrivavano a terra, la cosiddetta pioggia efficace, che crea il deflusso superficiale, si muoveva con caratteristiche del tutto differenti a quelle odierne dove l'acqua non incontra ostacoli. La presenza di alberi infatti fa sì che la scabrezza del terreno cambi facendo diminuire i m^3/s di acqua che scorre superficialmente. Una diminuzione della velocità del deflusso superficiale genera benefici nella gestione del rischio idrologico, facendo sì che la pianura si allaghi senza la presenza di un'onda particolarmente veloce da essere pericolosa per gli edifici e le altre vulnerabilità presenti sul territorio.
Altri benefici che la presenza di queste fasce boschive prestavano al paesaggio di Borgo Cornalese, alla fine del 1800, sono già stati illustrati nel paragrafo 4.4, dove si è constatato come la quasi inesistente presenza di polmoni verdi, ad oggi, crei forti criticità nell'aumento delle temperature medie sopratutto nei mesi estivi come visto nei dati diffusi dal database di Arpa Piemonte. Ulteriore fattore problematico dato dall'assenza di vegetazione arbustiva, consequenziale alle prime due è data dalla perdita di biodiversità, nonostante la presenza della Riserva Naturale Oasi del Po Morto, lungo il terrazzo alluvionale dove sorge Borgo Cornalese, le aree boscate sono ridotte al solo parco della Villa de Maistre e ad alcuni tratti dei corsi d'acqua presenti protetti da vegetazione arbustiva.

- Dinamica degli eventi alluvionali ricorrenti



Evento alluvionale del 1994
Il deflusso superficiale si sviluppa in corrispondenza dell'area del Po Morto.



Evento alluvionale del 2009
Il deflusso superficiale ha origine da una tracimazione sulla Beleara dei Molini.

Come già osservato nel paragrafo 4.5, i due eventi alluvionali principali rispondono a due dinamiche di allagamento differenti. Per l'alluvione del 1994 si osserva un movimento del deflusso superficiale da sud-est verso nord-ovest, deflusso superficiale che nasce in corrispondenza della Riserva Naturale Oasi del Po Morto e propagandosi attraverso alcuni solchi della pianura, che si sono formati con il prosciugamento dei vecchi alvei fluviali, (come visibile nello schema di sopra) raggiunge il canale delle Bealera dei Molini e il Canale del Priore. La causa principale di tale evento è dettata dunque da un superamento del livello idrometrico del Po rispetto alla sua sezione golenale, per il quale si è visto hanno dovuto essere necessari 3,61 m di altezza d'acqua in corrispondenza della stazione idrometrica di Carignano (Arpa Piemonte, 1994). Tutt'altra dinamica si ha invece per l'evento del 2009, questo si differenzia per livello delle portate e del movimento stesso del deflusso in maniera drastica dall'evento del '94. Il deflusso durante quest'evento si genera a seguito di una tracimazione lungo il canale Bealera dei Molini. L'acqua che fuoriesce si muove in direzione sud – nord convogliando un deflusso superficiale di bassa entità per velocità e profondità. Visti i documenti di Arpa, tale evento tende ad avere una probabilità più alta di ripetersi nel tempo rispetto a quello del '94.
Le dinamiche differenti di questi due alluvioni fanno sì che dovranno essere studiati ed applicati due differenti soluzioni progettuali per la gestione di tali allagamenti. Per l'evento del '94, gli interventi avranno una scala molto grande, che si applica a livello quasi territoriale e coinvolge tutto il tratto della piana alluvionale racchiuso tra il Po e il Terrazzo Alluvionale in sponda destra del Po ("il rialto di Borgo"), mentre nel caso di un alluvione simile a quello del 2009 sarà necessario far sì che il punto di tracimazione dell'alveo della Beleara dei Molini rimanga sgombro, libero per permettere all'acqua di uscire qualora venga superato il livello idrometrico dell'alveo.

- I Paleoalvei

Il Modello Digitale del Terreno offre una visione completa e qualitativa di quelli che sono gli andamenti altimetrici del terreno. Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, lungo questo tratto di pianura, cui ricade il vincolo D.M 1 Agosto 1985 Art. 136, c. 1, lett. c) e d) del D.Lgs. 42/2004 cosidetto *"Galassino"*, che vieta ogni tipologia di intervento mirato alle modifiche morfologiche del terreno. Come si può apprezzare dalla figura 6.0 sono presenti diversi dislivelli che testimoniano la presenza di alcuni importanti paleoalvei. Oltre al paleoalveo del fiume Po, che dà la conformazione fisica alla Riserva Naturale Oasi del Po Morto, sono presenti diversi tracciati concavi, con un dislivello compreso tra 1 e 2 metri rispetto alla pianura circostante. Tali dislivelli assumono un importante ruolo nella propagazione del deflusso superficiale, in quanto rappresentano dei solchi nei quali l'acqua (viste è considerate le caratteristiche morfologiche che delineano delle pendenze nel terreno) scorre con un moto differente rispetto al resto della pianura e tende ad incanalarsi proprio lungo questi alvei asciutti. Questa dinamica di incanalamento del deflusso all'interno degli antichi alvei fluviali si ripete sia nel caso dell'alluvione avvenuto nel 1994, sia nel caso dell'alluvione del 2009. Nel primo evento la saturazione dei paleoalvei è completa, mentre nel secondo caso, si assiste ad una saturazione parziale, questo dipende fondamentalmente dalla differente dinamica dei due eventi che hanno due diversi punti di tracimazione spondale.

- Agricoltura: Alterazione dei suoli

Come si è visto nel paragrafo 4.4.1 una delle principali cause dell'antropizzazione dei suoli è stata la diffusione nel suolo di nitrati di origine agricola.

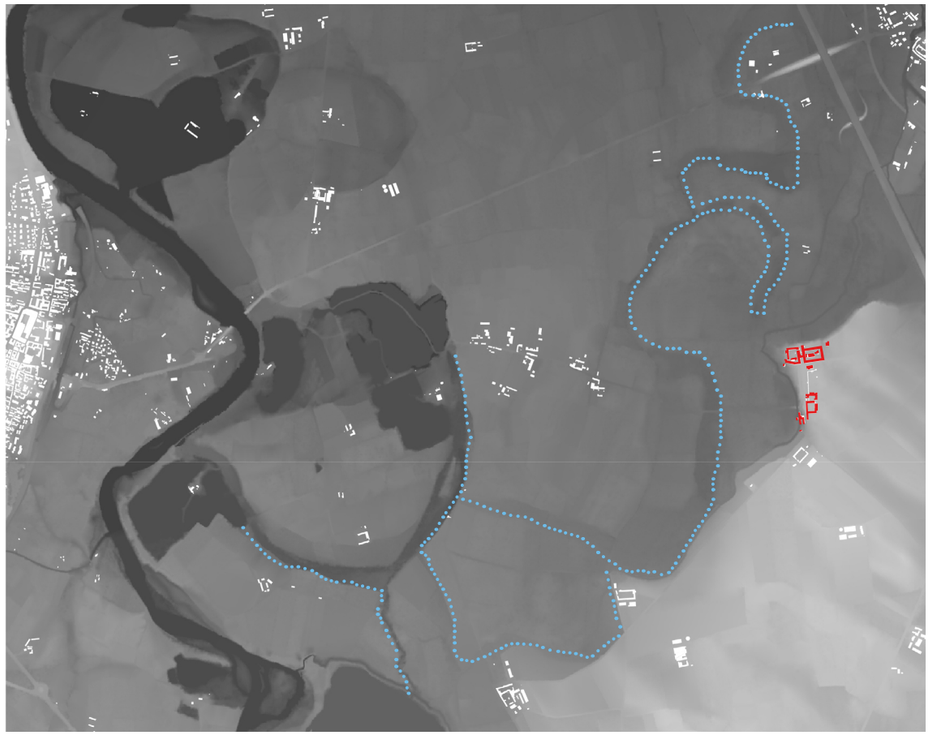


fig. 6.0 L'andamento dei vecchi alvei fluviali asciutti nella pianura di fronte a Borgo Cornalese. (Fonti: Geoportale Piemonte: DTM ICE 5m e BDTRE. Elaborazione personale).

Nel corso del tempo il paesaggio di Borgo Cornalese si è infatti spogliato del suo carattere naturale. Gli habitat presenti fino alla prima metà degli anni novanta hanno lasciato spazio all'agricoltura. Pratiche agricole che sono diventate sempre più intensive e agressive col passare del tempo anche per l'impiego massiccio di fertilizzanti. Per questo motivo i suoli e le falde dei fiumi in corrispondenza di Borgo risultano essere vulnerabili da nitrati di origine agricola. Questa vulnerabilità se assocciata al rischio di alluvione produce effetti devastanti sul paesaggio andando a diffondere tali sostanze su tutto il suolo che potrebbe essere colpito da alluvione. Una gestione adeguata delle alluvioni porterebbe benefici anche rispetto a questa criticità rilevata.

5 Scenari e soluzioni progettuali

Il capitolo ilustra un'approccio progettuale basato sulla simulazione di tre diversi scenari di alluvione. A partire da questi sono elaborate diverse soluzioni progettuali che rispondono ad altrettante problematiche rilevate. Tali scenari sono stati realizzati attraverso l'utilizzo del software HEC-RAS. Questo software ha permesso non solo di valutare gli effetti delle alluvioni studiate ma anche gli effetti prodotti dall'implementazione di un progetto basato su infrastrutture verdi.
Verrà così descritto il procedimento logico e tecnico effettuato all'interno del software per poi presentare i tre diversi scenari ricostruiti all'interno di quest'ultimo. Successivamente verrà presentata la soluzione progettuale basata sulle Nature Based Solutions che mira a gestire il rischio idraulico per l'area. L'idea progettuale verrà poi confrontata con i principali strumenti di pianificazione che vincolano l'ambito al fine di ragionare sull'effettiva fattibilità del progetto.

5.1 Un approccio metodologico

La finalità dei paragrafi che seguono sono quelle di mettere in luce come al giorno d'oggi esistano tecniche e tecnologie in grado di effettuare studi idraulici in relazione alle quantità di acqua che si propagano all'interno di un'area studio, partendo principalmente dai fattori morfologici (e quindi dalle forme del terreno). Sono stati delineati così tre diversi scenari, tre modelli di alluvione per tutto il paesaggio che si sviluppa attorno a Borgo Cornalese.

- *Scenario 1 (SC.1): Scenario di non intervento*
- *Scenario 2 (SC.2): Salvaguardia del punto di tracimazione*
- *Scenario 3 (SC.3): Situazione di criticità estrema*

I primi due, seppur modelli approssimativi della realtà, rispecchiano le forme del deflusso e le direzioni di questo a partire dagli eventi climatici estremi descritti nel paragrafo 4.5. Il terzo scenario, invece, prendendo in considerazione le caratteristiche dei primi due eventi ma rispondendo alle dinamiche climatiche contemporanee e future che vedono un aumento sostanziale delle temperature medie e l'aumento di eventi climatici sempre più estremi, descrive una situazione fuori regola, probabilmente utopica ma al contempo possibile, dove forma e velocità del deflusso ipotizzato saranno tali da richiedere soluzioni progettuali drastiche per la gestione di un evento di simili portate.
Tramite il software di progettazione e modellazione idraulica HEC-RAS sono stati ricostruiti questi tre eventi e a partire da tali modelli sono nate diverse riflessioni che hanno incentrato i ragionamenti sulla gestione del rischio tramite l'utilizzo di soluzioni verdi.
I paragrafi che seguono delineano per i 3 eventi, i possibili impatti che possono avvenire all'interno dell'ambito analizzato. Se per la ricostruzione degli eventi del 1994 (SC.1) e del 2009 (SC.2), come si vedrà, gli effetti delle alluvioni non saranno significativi, per il terzo scenario (SC.3) si assisterà ad uno scenario catastrofico.

- *Dati di input del Modello*

Gli scenari di alluvione, come già detto, sono stati ricostruiti all'interno del software HEC-RAS, un software open-source sviluppato dal Centro di Ingegneria Idrologica Americana. Tale software permette di svolgere *"Calcoli di flusso stazionario unidimensionale, bidimensionale, flusso instabile, calcoli di trasporto di sedimenti/letto mobile e modelli di temperatura/qualità dell'acqua"*(https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/).
È uno strumento tutt'oggi utilizzato anche dalle istituzioni italiane sia in ambito idrologico che di pianificazione territoriale. A partire da tale software è stata ricreata un'analisi del flusso instabile, di seguito sono riportati tutti i dati di input necessari per la realizzazione di tale modello:

1. Digital Terrain Model
E' la base cartografica sui cui l'analisi del software compirà i suoi calcoli, permette al software di individuare le pendenze del terreno e distribuire di conseguenza le quantità d'acqua che si muove sul DTM;

2. 2D Flow Area
E' l'area del deflusso, rappresenta l'area di studio in cui saranno effettuati i calcoli, fondamentalmente ritaglia il DTM ed indica al software dove effettuare i calcoli. Nello specifico è stata identificata un'area che tagliando fuori le cave in sponda destra del Po comprenda al suo interno gran parte della pianura carmagnolese anche oltre i limiti dettati dall'autostrada A6 e dal dislivello della pianura alluvionale;

DTM e 2D Flow Area + Condizioni al Contorno + Corine Land Cover

3. Boundary Condition Lines
Sono le condizioni al contorno della 2D Flow Area, attraverso queste linee è stato possibile inserire i dati relativi al flusso idrico in ingresso e in uscita dall'area studio. Per i flussi in ingresso è stato inserito un idrogramma di flusso continuo che a seconda dei 3 scenari varia per quantità (oraria) e durata dell'acqua in ingresso;

4. La Corine Land Cover
Tramite la copertura del terreno è stato possibile determinare per ogni classe di utilizzo del suolo un parametro n, di Manning, che delinea la scabrezza del terreno. Terreni più o meno scabrosi, come si vedrà nei paragrafi che seguono consentiranno al deflusso superficiale di propagarsi nell'area studio con velocità e forme differenti;

5. Unsteady Flow Analysis
Ossia l'analisi del flusso instabile è il calcolo effettuato dal software che a partire dai dati precedentemente descritti ricrea geometricamente la forma del deflusso superficiale indicando cella per cella diversi valori tra cui livelli idrometrici e velocità del deflusso.

COD.	Utilizzo del suolo - CLC 2018	(n)
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	1.25
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	1.25
131	Aree estrattive	1.25
141	Aree verdi urbane	0.25
211	Seminativi in aree non irrigue	0.02
231	Prati stabili	0.35
242	Sistemi colturali e particellari complessi	0.35
243	Colture agrarie con spazi naturali rilevanti	0.2
311	Boschi di latifoglie	0.15
324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in e	0.15
511	Corsi d'acqua	0.3
512	Bacini d'acqua	0.3

tab 6.0 Definizione della scabrezza del terreno, ossia il parametro (n) di Manning. Per ottenere tale risultato si è fatto riferimento alla tabella del parametro (n) di Chow del 1959. (Fonti: Corine Land Cover 2018 e www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm).

5.2 Ragionamento per scenari

I tre scenari ideati a partire dalle alluvioni del 1994, del 2009 ed il terzo a carattere più critico, rispondono alle seguenti caratteristiche:

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Durata evento (h)	27	25	27
Velocità media deflusso (m/s)	0.28	0.07	0.57
Altezze idrometriche medie (m)	0.42	0.3	0.87
Deflusso orario (m^3/s)	15	5	75

tab.6.1 Definizione dei parametri per ogni scenario individuato (Elaborazione personale).

- SC.1: Scenario di non intervento

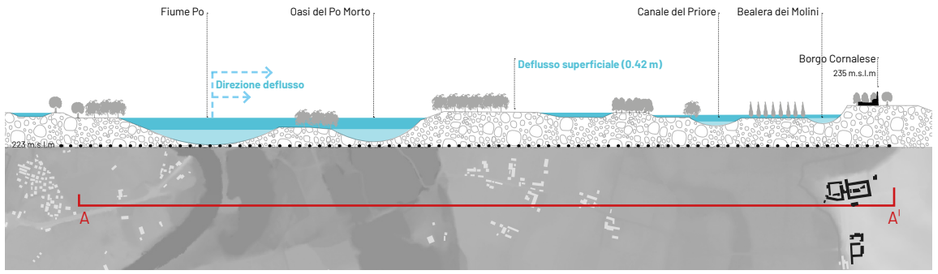


fig.6.1 Schema di sezione territoriale per la ricostruzione dell'alluvione del 1994 (Elaborazione personale).

Questo scenario rappresenta una simulazione dell'alluvione del 5-6 Novembre del 1994 che come si è visto che per intensità, altezze idrometriche e forma del deflusso può essere considerato un fenomeno ad alta intensità e pericolosità. L'area studio è stata percorsa da un deflusso superficiale che ha coinvolto i comuni di Villastellone, Carignano, Moncalieri e Cambiano quest'ultimo è stato il comune maggiormente colpito. Nelle figure riportate nella figura 6.2 si può intuire come il deflusso superficiale si sviluppi a partire dall'area naturale del Po Morto e coinvolga successivamente diversi corsi d'acqua che si innestano lungo il canale della Bealera dei Molini. La causa principale di questo deflusso superficiale è data dunque da un generale innalzamento del livello idrico del fiume Po. In sostanza l'acqua in fuoriuscita dal Po non riesce ad essere convogliata all'interno delle golene dei corsi d'acqua presenti in sponda destra del Po che inondano di conseguenza le aree circostanti. Questo primo scenario, di durata pari a 27 ore, si sviluppa con un flusso costante di 15 m^3/s di acqua per ora con velocità medie e altezze medie rispettivamente intorno a 0.28 m^3/s 0.42 m.
La figura 6.1 mostra anzitutto come il tratto di pianura di fronte a Borgo Cornalese sia facilmente allagabile per via del suo andamento concavo racchiuso ad ovest dal pianalto di Borgo e ad est dal fiume Po, gli eventi di allagamento di quest'area non sono infatti eventi di straordinaria unicità ma piuttosto sono ricorrenti nel corso del tempo e per questo motivo necessitano di essere gestiti.

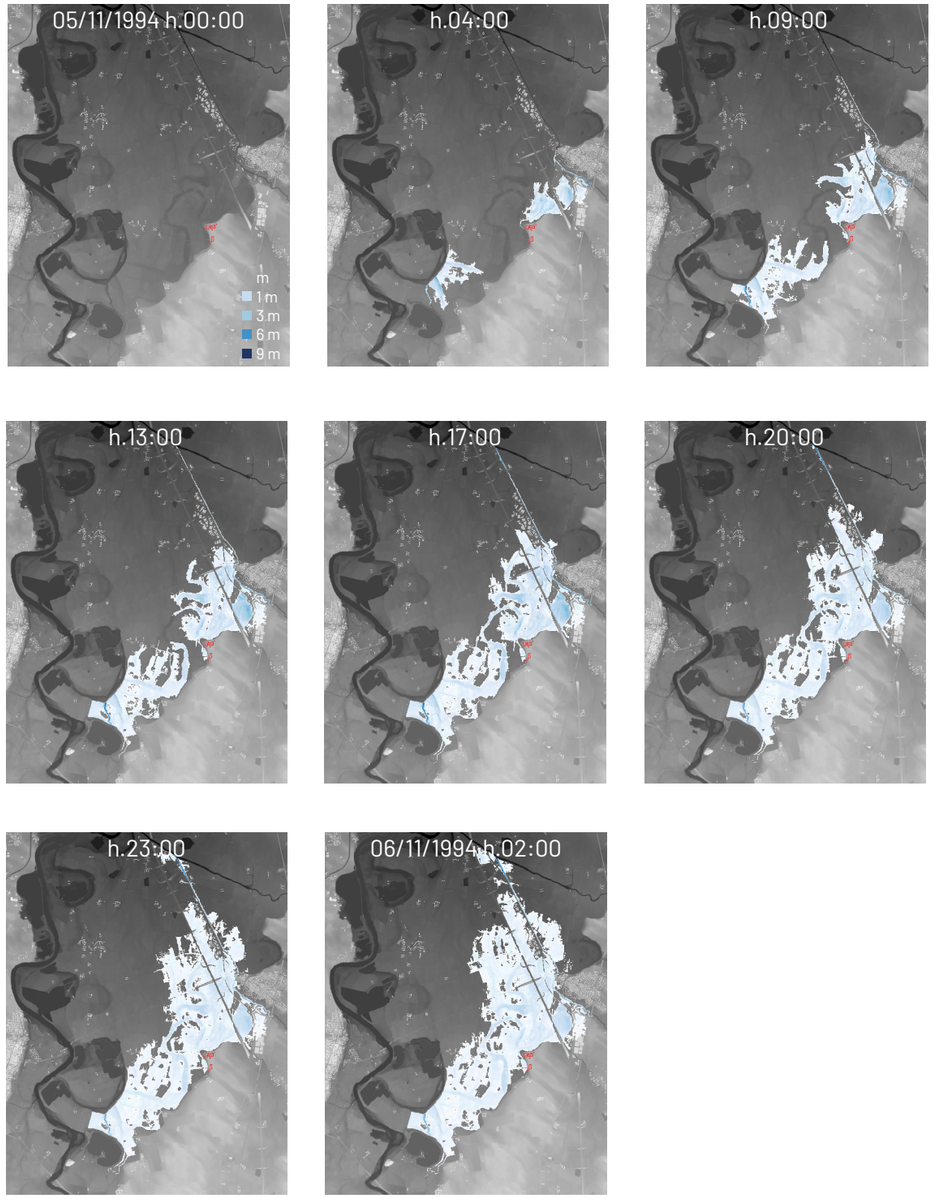


fig.6.2 Rappresentazione dell'evento alluvione del '94 su software HEC-RAS (Fonti: Geoportale Piemonte: DTM ICE 5m e BDTRE. Elaborazione personale).

Uno zoom su Borgo Cornalese con la sovrapposizione di tale deflusso, come mostrato in figura 6.2, sottolinea ciò che il PGRA aveva evidenziato, il viale cipressino che collega Borgo Cornalese a Tetti Faule, viene quasi completamente ricoperto d'acqua così come il mulino, quest'ultimo però, non è stato considerato un elemento a rischio dal PGRA. Il resto dell'area in cui giace il Borgo rimane all'asciutto, non viene toccata dal deflusso. Da una parte perché il vecchio Borgo e la villa Maistre sono in una posizione innalzata rispetto alla pianura

e dall'altra perché i m^3/s orari in ingresso nel modello non sono sufficientemente alti da riuscire a superare il terrazzo alluvionale di Borgo Cornalese.
Tale scenario costituito da una modellazione idraulica dell'alluvione del '94, ricostruisce quello che potrebbe essere il ripetersi di un evento simile con tempo di ritorno stimato attorno ai 100 anni.

- Come gestire questa dinamica alluvionale?
Da un punto di visto idraulico il software ha sottolineano come la pendenza media del terreno e la scabrezza dello stesso impostata a 0.2 per le aree agricole e a 0.02 per le aree boscate (dati reperiti dalla tabella di Chow, 1959: http://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htmpresenti nell'area) fa sì che si crei un forte attrito con il deflusso dell'acqua facendo sì che questa risulti molto lenta con 0.028 m/s di velocità media. Inoltre, l'altezza del deflusso stesso non ha valori particolarmente rilevanti per poter considerare l'area ad alto rischio.
La gestione di tale rischio avviene semplicemente lasciando intatte le condizioni dei suoli allo stato attuale. Considerando lo stesso rischio da un punto di vista della pianificazione territoriale questo viene annullato dal momento in cui le osservanze dei piani locali tengono conto dei vincoli del PPR, nello specifico quelli legati all'impossibilità delle modifiche morfologiche del terreno. In sostanza i dislivelli generati dai paleoalvei fluviali presenti in quest'area devono nel tempo mantenere la loro forma e la loro funzione.

- SC.2: Salvaguardia del punto di tracimazione

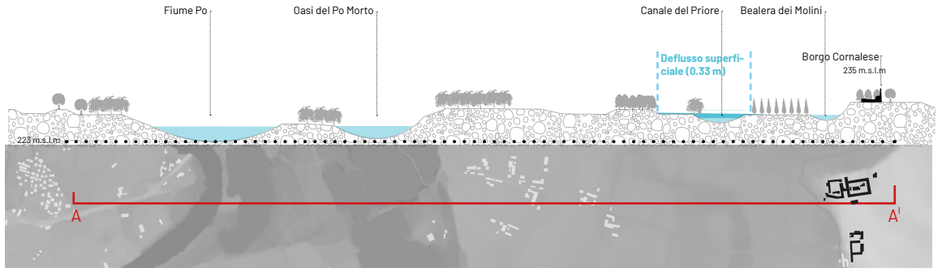


fig.6.3 Schema di sezione territoriale per la ricostruzione dell'alluvione del 2009 (Elaborazione personale).

Questa dinamica alluvionale risponde all'evento avvenuto tra il 27 e il 28 Aprile dove in tutto il Piemonte si registrano precipitazioni comprese tra i 50 e i 100 mm con i picchi maggiori nella zona settentrionale del Piemonte dove si sono registrati anche 350 mm di pioggia caduta. L'instabilità metereologica ha portato alla creazione di eventi alluvionali sparsi per tutta la regione. Anche lo stesso Borgo Cornalese è colpito da tali dinamiche e l'importanza di questo evento è riportata all'interno degli allegati tecnici (sezione idraulica) del PRGC di Villastellone. La principale differenza con il fenomeno descritto pocanzi è che la creazione del deflusso in questa occasione si ha con la fuoriuscita di acqua da un punto di tracimazione individuato in corrispondenza di Cascina Nuova. A differenza dell'alluvione del 1994, questa volta è la Bealera dei Molini a non riuscire più a convogliare acqua al suo interno e la rigetta al di fuori della propria golena andando ad inondare tutta la parte settentrionale della pianura come illustrato nelle immagini in figura 6.3.
L'evento del 27 e 28 Aprile del 2009 ha avuto una durata di circa 24 ore, all'interno del modello si è stabilito di suppore un deflusso che si muovesse con 25 m^3/s per ogni ora. Anche in questo caso la definizione dei m^3/s orari è avvenuta tenendo conto delle cartografie di Arpa e attraverso le sovrapposizioni del deflusso superficiale di tali cartografie con il modello si è arrivati a definire lo stesso scenario del 2009.

A differenza dello scenario del 1994 in questo caso si sottolinea come il viale cipressino e il mulino non verrebbero colpiti. Le velocità e le altezze medie del deflusso superficiale non sono tali da poter arrecare rilevanti danni al paesaggio, ma comunque bisogna prestare attenzione a tale dinamica alluvione per gestire al meglio il rischio idraulico per l'area.

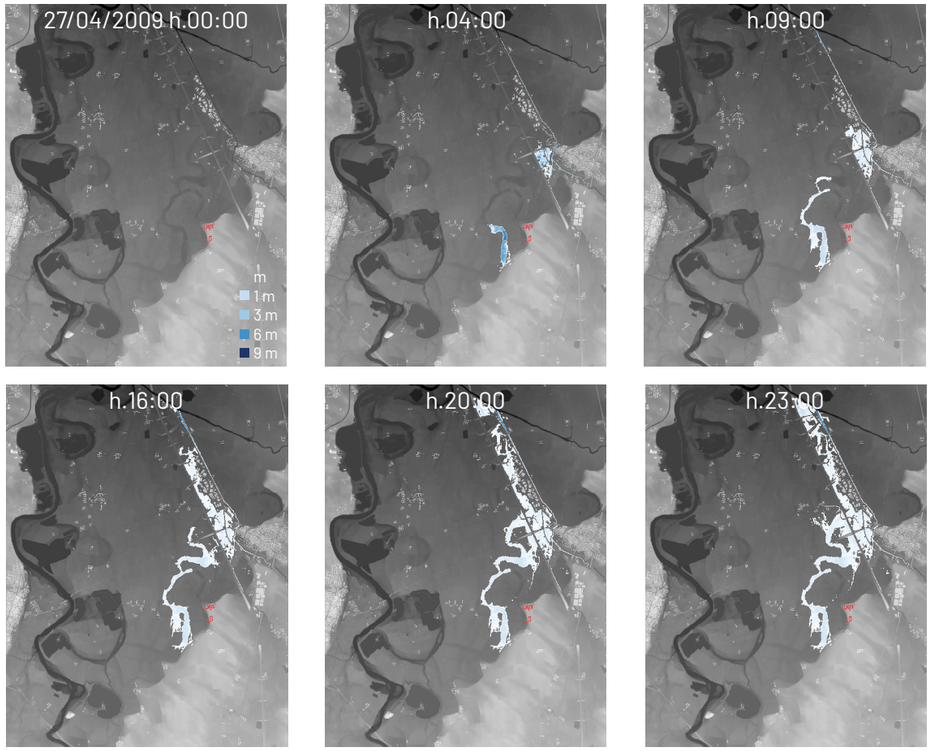


fig.6.4 Svilluppo dell'evento del 2009, ricostruzione avvenuta su HEC-RAS. Si può notare come il deflusso superficiale creatosi in corrispondenza della Bealera dei Molini si muova con una velocità modesta seguendo le forme del terreno scavate dall'alveo inattivo dei vecchi corsi d'acqua e canali (Fonti: Geoportale Piemonte: BDTRE e DTM ICE 5m. Elaborazione personale).

- Come gestire questa dinamica alluvionale?
Lo scenario alluvionale del 2009 ha messo in luce, da un punto di vista idraulico, come questa tipologia di deflusso superficiale nasca da un preciso punto di fuoriuscita dell'acqua dal canale Bealera de Molini. I manuali e le guide a supporto della pubblica amministrazione suggeriscono diverse metodologie per la risoluzione di tale situazione. Anzitutto il punto di tracimazione deve essere lasciato sgombro, l'acqua da quel punto esonderà altre volte e per questo che l'area dove è situato il punto di tracimazione và mantenuta stabile nel tempo. Il manuale APAT suggerisce diverse opere a basso impatto ambientale per il mantenimento delle tracimazioni, tra le varie si potrebbe menzionare la creazione di una rampa in pietrame. Al contempo da un punto di vista paesaggistico, bisognerebbe disporre interventi verso questo punto di tracimazione destinando risorse e progetti funzionali sia da un punto di vista idrauilico che da un punto di vista di inserimento paesaggistico.

- SC.3: Criticità estrema

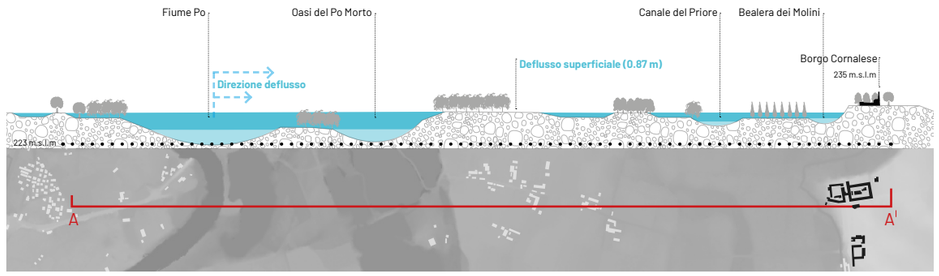


fig.6.5 Schema di sezione territoriale per l'evento alluvionale di criticità estrema (Elaborazione personale).

Questo terzo scenario è il risultato di un'esagerazione dei dati di input già utilizzati per l'alluvione del '94. Come in quel caso, il deflusso superficiale si forma a partire dalla Riserva Naturale Oasi del Po Morto per poi distribuirsi sulla piana alluvionale con un ritmo di 75 m^3/s orari, esattamente 50 m^3/s in più rispetto all'evento del '94. Tale scenario è stato ideato proprio per descrivere gli effetti che avrebbe un'onda di piena all'interno di questo tratto di pianura in caso di forti precipitazioni ed inondazioni da parte di tutti i corsi d'acqua presenti. Nonostante i valori di velocità e profondità delle acque risultino quasi il doppio rispetto agli eventi effettivamente ricreatisi, neppure in questo caso, il deflusso superficiale non è in grado di salire al di sopra del terrazzo alluvionale, in sponda destra del fiume Po. Come si riscontra dalla figura 6.5 gli effetti che si avrebbero da un evento di simile portata sono quelli di un totale allagamento della zona depressa della pianura, ma non solo anche lo stesso tratto autostradale della A6, costruito su un rilevato di circa 2 m rispetto al resto della pianura, verrebbe completamente inondato. Borgo Cornalese, la Villa de Maistre e il suo parco invece mostrano la loro resilienza rispetto a questa dinamica, ma in questo caso la piana di fronte Borgo viene completamente allagata, viale cipressino, mulino e frontestante area destinata a parcheggi.
Si tratta di un evento estremo, difficile da verificarsi ma utile per comprendere quali soluzioni adottare in anticipo a livello paesaggistico lungo un tratto di pianura inondabile. Non è da dimenticare, infatti, che tale pianura ricade all'interno della fascia 2 e 3 del PAI. Anche se probabilmente una saturazione così aggressiva dell'acqua lungo tutto questo tratto di pianura non avverrà mai, è utile ipotizzare una situazione del genere per essere in grado di gestire con largo anticipo tali scenari. Nel paragrafo successivo verrà descritto un progetto, che apllicando i principi delle NBS, darà prova di come quest'ultime siano in grado di rispondere a tale problematica e generare inoltre benefici a livello ecosistemico.

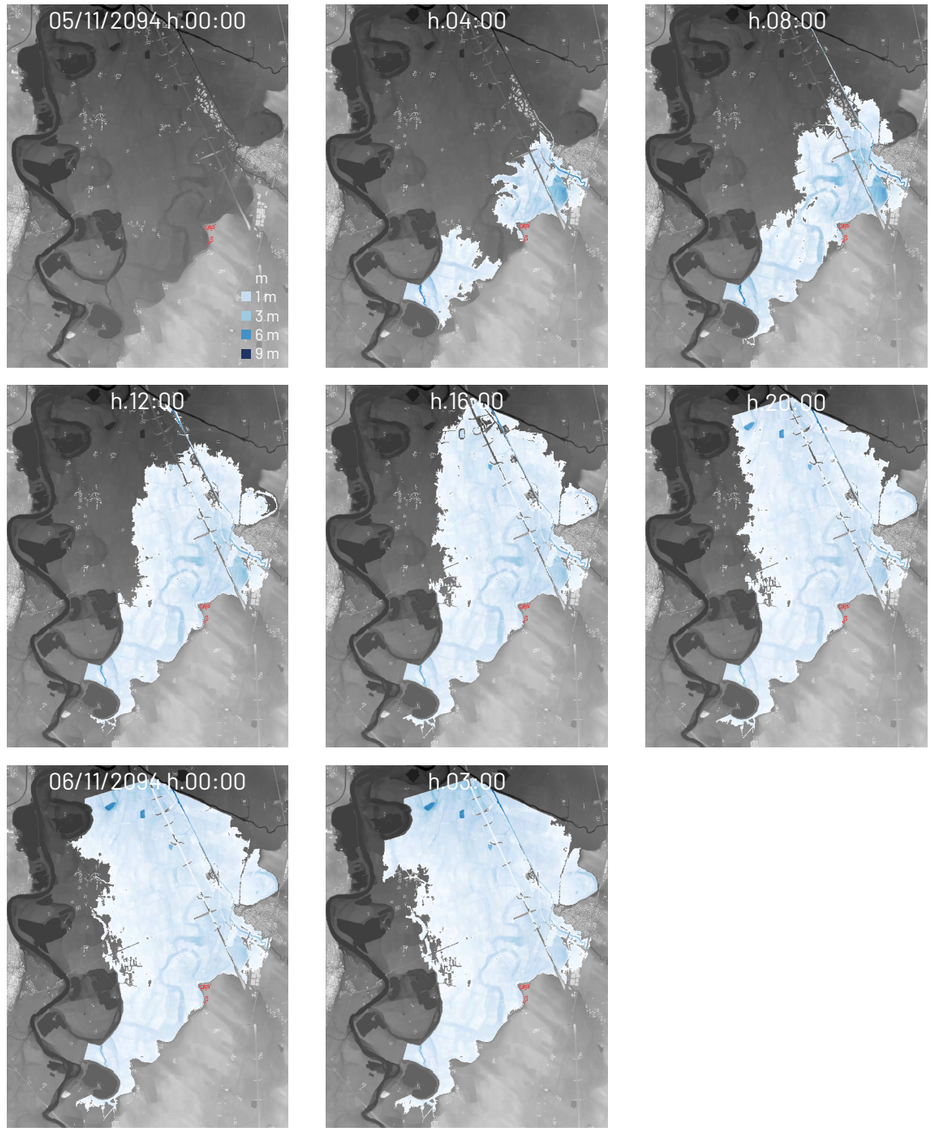
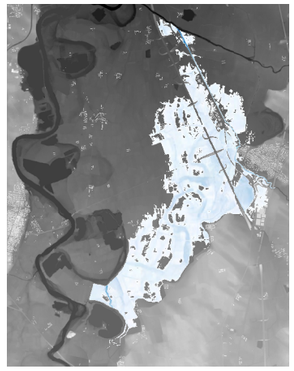
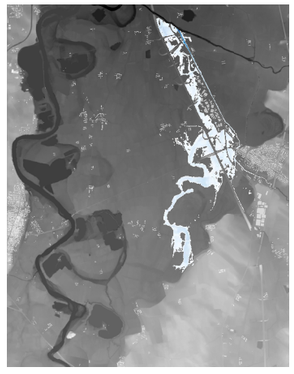
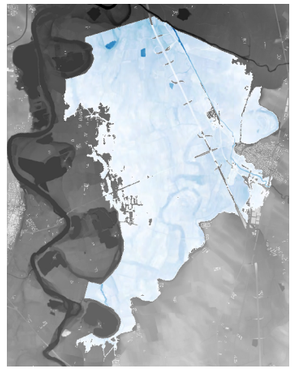


fig.6.6 Scenario di allagamento critico della pianura carmagnolese. La velocità dell'acqua impostata su 0.57 m/s fà si che l'intera area venga inondata in poche ore con altezze idrometriche doppie rispetto all'evento di riferimento del Novembre 1994 (Fonti: Geoportale Piemonte DTM ICE 5m e BDTRE. Elaborazione personale).

Scenari	Caratteristiche	Descrizione dinamica	Gestione del rischio
SC.1 - L'alluvione del 1994 	**Durata evento (h)**: 27 **Velocità media deflusso (m/s):** 0.28 **Altezze idrometriche (m):** 0.42 **Deflusso orario (m^3/s):** 15	L'evento di sviluppa a seguito di un'**inondazione che partendo dal Po Morto coinvolge tutti gli affluenti e confluenti in sponda destra del fiume Po**. Il carattere dell'evento è di **portata eccezzionale** con un tempo di ritorno stimato tra i 100 e i 200 anni.	**La gestione del rischio per tale dinamica alluvionale è ridotta e preservata seguendo le prescrizioni del PPR** che vietano le modifiche morfologiche del suolo. L'andamento delle **altimetrie del suolo consente al deflusso superficiale di propagarsi senza recare danni alle entità** presenti nel territorio.
SC.2 - L'alluvione del 2009 	**Durata evento (h)**: 25 **Velocità media deflusso (m/s):** 0.07 **Altezze idrometriche (m):** 0.3 **Deflusso orario (m^3/s):** 5	**Tracimazione con conseguente formazione del deflusso superficiale in corrispondenza della Bealera dei Molini**. L'evento presenta **modeste altezze idrometriche e velocità del deflusso**, per questo il tempo di ritorno stimato dell'evento si aggira tra i 25 e i 50 anni.	**Il punto di tracimazione delle Bealera và mantenuto libero da eventuali ostacoli naturali o antropici.** In sostanza bisognerà sempre garantire una fuoriscita di acqua da tale punto qualora le altezze idrometriche non riescano ad essere convogliate all'interno della Bealera.
SC.3 - Criticità estrema 	**Durata evento (h)**: 27 **Velocità media deflusso (m/s):** 0.57 **Altezze idrometriche (m):** 0.87 **Deflusso orario (m^3/s):** 75	**Esasperazione degli effetti prodotti dall'evento del 1994 tenendo conto della ricorrenza e degli effetti degli eventi alluvionali degli ultimi anni.** Il deflusso superficiale ricopre l'intera pianura con altezze e velocità idrometriche del tutto superiori ai due eventi precedenti.	**Ripristino degli antichi usi e forme del suolo**, come verrà spiegato nel paragrafo successivo. Si ipotizza un'**importante piantumazione di specie alberate che consentono un rallentamento delle velocità idrometriche e delle altezze idrometriche.**

Tab.6.2 Descrizione dei tre scenari ricostruiti su HEC - RAS, per ognuno sono indicati i dati numerici, le principali caratteristiche del deflusso e come gestire ogni evento (Fonti: Arpa Piemonte. Elaborazione Personale).

5.2 NBS per la gestione del rischio

A questo punto appare utile mettere in luce alcune considerazioni finali per ipotizzare degli interventi progettuali in corrispondenza di Borgo Cornalese. Questi interventi contemplano l'utilizzo di soluzioni progettuali soft, basate sul verde e l'ingegneria naturalistica.
In primo luogo, i tre scenari descritti tengono conto delle forme del terreno e degli altri ostacoli come ad esempio alberi o manufatti edilizi, ciò grazie al fatto che nel software HEC-RAS è stato possibile inserire la Corine Land Cover, alla quale è stata assegnata per ogni classe d'uso del suolo un valore n o parametro di Manning, che come già detto descrive la scabrosità del terreno (vedi tab.6.0).
Un primo interessante spunto può proprio essere dato da questa domanda: *"è possibile cambiare la forma e la velocità del deflusso tramite la piantumazione di specie arboree?"* Riprendendo in mano la cartografia del 1880 elaborata all'interno del paragrafo 4.4 *"Processi di frammentazione e omogenizzazione"*, si può ben notare come la Bealera dei Molini e i canali circostanti fossero completamente immersi all'interno di una vegetazione di tipo arbustiva che probabilmente avrebbe propagato con forme e velocità differenti da quelle attuali il deflusso superficiale. Il deflusso superficiale che si creerebbe in tempi contemporanei o futuri (scenario 3) a seguito di un'alluvione si potrebbe muovere con più velocità e libertà poiché non incontrerebbe ostacoli, andando così probabilmente a mettere in pericolo il contesto paesaggistico di Borgo Cornalese.
A partire dall'ultimo scenario di alluvione di criticità estrema, è stato elaborato un progetto paesaggistico che mette in atto strategie di diminuzione della velocità e della dimensione del deflusso superficiale, a partire da un cambio degli utilizzi dei suoli tramite la piantumazione di specie arboree e arbustive. Gli effetti di tale azione sono stati verificati sempre all'interno del software HEC-RAS che ha permesso di confrontare lo scenario 3 con le scelte progettuali selezionate. A livello pratico all'interno del software HEC-RAS è stata inserita, tra i dati di input una nuova Corine Land Cover che rispetto a quella precedente aveva classi di suolo differenti, queste classi di suolo, rappresentano quelle che sono le nuove specie arboree da inserire all'interno del progetto e come si vedrà contribuiranno a cambiare forma e velocità del deflusso.

- Ripristino delle antiche forme del paesaggio

Come si è visto lo scenario 3 si sviluppa in corrispondenza dell'area naturalistica del Po Morto. Il deflusso si muove da sud-ovest verso nord-est creando deflussi superficiali lungo tutti i canali presenti, nello specifico la Bealera dei Molini e il Canale del Priore. Come per l'alluvione del 1994 e del 2009 anche tale fenomeno non è in grado di superare il terrazzo alluvionale su cui Borgo e altri insediamenti rurali sono situati. Ma si muove con velocità più alte generando anche altezze idrometriche maggiori rispetto agli altri due eventi ricostruiti.
Vista e considerata la grande quantità d'acqua che tale alluvione è in grado di muovere e sprigionare lungo questo tratto di pianura, la soluzione progettuale mira anch'essa alla realizzazione di uno scenario di intervento drastico basato sul riempimento delle conche e aree depresse del terreno con alberi, favorendo così lo sviluppo di nuove superfici boschive che un tempo, fino ai primi del '900, erano presenti. Tale scenario mira, dunque, al ripristino delle vecchie forme e usi del paesaggio.
Come sottolineato nel testo *"Buone pratiche per gestire il territorio e ridurre il rischio idrogeologico"* pubblicato dalla Protezione Civile, le alberature giocano un ruolo molto importante per la gestione del rischio idraulico essenzialmente sotto due punti di vista. Nello specifico gli alberi oltre a consolidare il suolo grazie alle loro radici sono in grado di trattenere, grazie alle loro chiome, parte della pioggia che cadrebbe direttamente al suolo, ritardando così

il tempo che l'acqua piovana impiega per raggiungere il corso d'acqua (Protezione Civile, 2007). A tal proposito è utile far riferimento al concetto delle perdite attraverso tale espressione:

Perdite= Intercettazione + Piccoli Invasi + Infiltrazione

che riassume ciò che in ambito idrogeologico ed idraulico si intende con il significato di perdite. Un secondo aspetto, forse il più importante, è dato dal fatto che la presenza di una fitta rete boscata fa in modo che la scabrezza del terreno diminuisca, rendendo così la velocità del deflusso inferiore e meno pericolosa per le entità esposte al rischio idraulico dell'area.
Le alberature che si presuppongono all'interno di tale scenario progettuale costituiscono la voce *"intercettazione"* dell'espressione delle perdite e porterebbero sicuramente benefici da un punto di vista della gestione del rischio idraulico, riducendo la pioggia al suolo e aumentando la scabrezza dello stesso.
Per la realizzazione di tale soluzione progettuale si è proceduto anzitutto all'identificazione delle aree su cui agire. La risoluzione di tale questione è stata affrontata con una lettura del Modello Digitale del Terreno dell'area studio. Una visione accurata di tale carta in figura 6.6 mostra come le forme del terreno rappresentino una serie di circuiti sinuosi e curvilinei, concavi, situati a circa 1/1,5 m di dislivello rispetto agli altri tratti di pianura. Lungo questi tracciati un tempo si muovevano folte aree boscate di alcuni canali irrigui ad oggi inattivi.

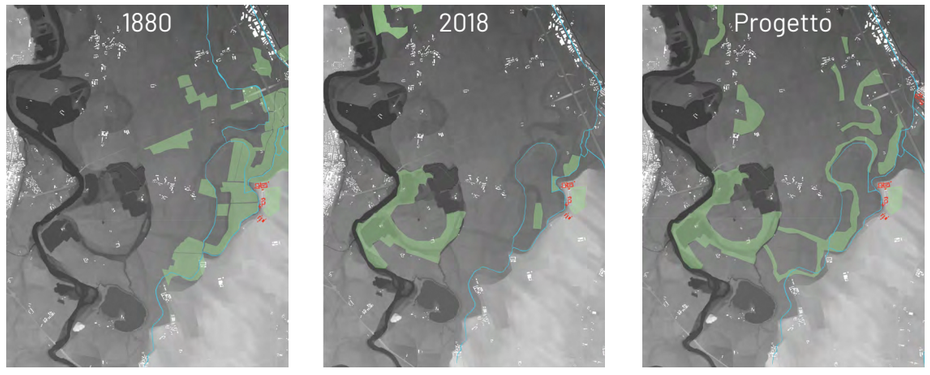


fig.6.6 La figura mostra il ragionamento che sta alla base del progetto per la gestione del rischio idrauilico all'interno dell'area: convertire l'uso del suolo lungo gli alvei asciutti presenti nel suolo (Fonti: Geoportale Piemonte DTM ICE 5 m e BDTRE, CLC 2018, IGM cartografia del 1880. Elaborazione Personale).

Al fine di evidenziare come la perdita di velocità e dimensione del deflusso sia garantita dalla presenza di aree boscate è stata realizzata così cartografia (fig.6.6) che associa alla geometria del deflusso superficiale dello scenario 3 le nuove piantumazioni che tale soluzione progettuale prevede. Si evidenzia come le perdite garantite dall'intercettazione delle chiome degli alberi facciano sì che la forma del deflusso cambi garantendo che così gran parte dei suoli prima investiti dal deflusso superficiale rimangano asciutti ed inoltre che la velocità con cui si muova il deflusso diminuisca.
I benefici che tale processo di progressiva riforestazione porterebbe con sé non riguardano ovviamente solo il rischio idraulico. Ricreare ampie fasce boscate come quelle ideate contribuirebbero alla formazione di nuovi habitat e a migliorare le condizioni microclimatiche, considerato che le temperatura, come sottolineato nel paragrafo 4.5 sono in costante innalzamento. Tale scenario progettuale seppur difficile da realizzarsi, visti e considerati i

problemi della legislazione italiana legati all'esproprio di terreni e alla partnership tra ente pubblico e privato, se mosso all'interno di governance partecipative con gli abitanti del luogo potrebbe risultare anche meno utopico del previsto. Inoltre, come visto nel paragrafo 4.3 *"Morfologia Fluviale"*, le misure previste dal Piano Tutela delle acque prevedono, in particolare con la KTM06 *"Miglioramento delle condizioni idromorfologiche dei corpi idrici, soluzioni diverse dalla continuità longitudinale"* lo stanziamento di finanziamenti da parte dell'Unione Europea (come previsto dalla dir. 2007/60/CE).

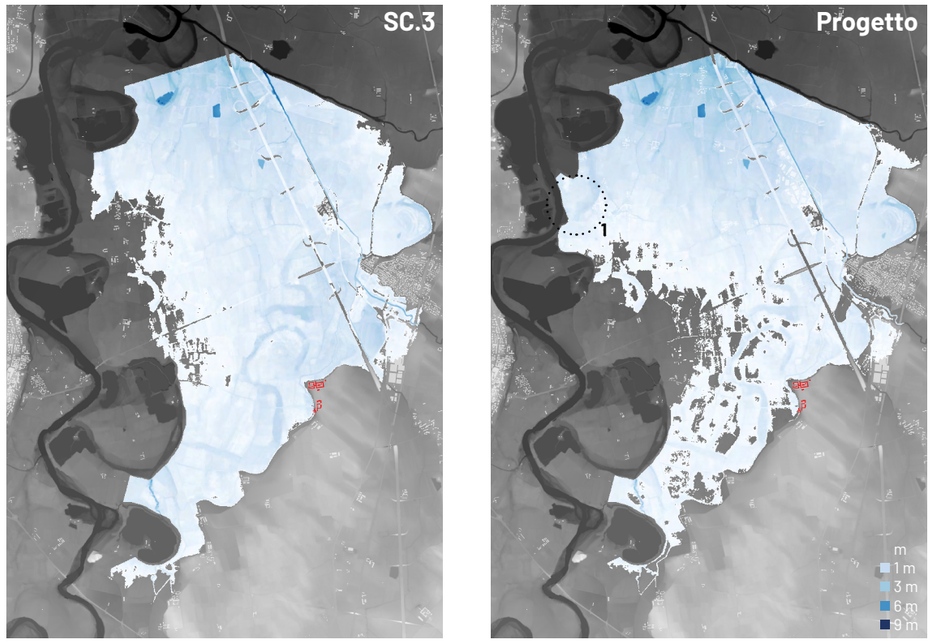
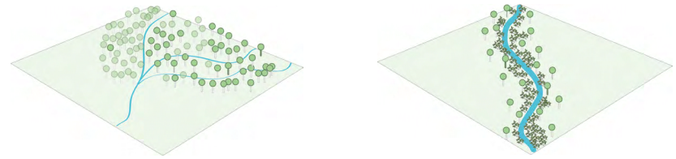


fig.6.7 Comparazione dei due scenari d'alluvione critici con e senza la riforestazione degli alvei asciutti (Fonti: Geoportale Piemonte, BDTRE e DTM ICE 5m. Elaborazione personale).

	SC.3: Criticità estrema		Progetto
Durata evento (h)	27		27
Velocità media deflusso (m/s)	0.57	- 0.42 m/s	0.15
Altezze idrometriche medie (m)	0.87	- 0.36 m/s	0.5
Deflusso orario (m3/s)	75		75

tab.6.3 Comparazione tabellare dei due scenari (Elaborazione personale).

- NBS utilizzate e risultati ottenuti



Riforestazione - permettono di ridurre la scabrezza dei suoli facendo in modo che la velocità del deflusso diminuisca ed inoltre le chiome sono in grado di intercettare parte della pioggia che cade.

Foresta ripariale - oltre a facilitare diversi servizi ecosistemici filtrano e attenuano il deflusso delle acque piovane prima di raggiungere i corpi idrici.

Le cartografie e la tabella nella pagina precedente aiutano a capire quali siano stati i benefici prodotti da un'eventuale piantumazione (riforestazione) per la riduzione, la dispersione e il rallentamento del deflusso superficiale. Si è osservata anzitutto un'importante riduzione delle velocità delle acque, che si attesta sui 0.15 m/s nel modello progettuale mentre oltre i 0.50 per lo scenario SC.3. La riduzione di velocità e l'aumento della scabrosità del terreno hanno fatto sì che la propagazione del deflusso cambi all'interno della pianura, sempre nella cartografia in figura 6.7 è infatti osservabile come il deflusso aumenti la sua dimensione, andando a lambire la sponda destra del Po a nord ovest (1) che invece nell'evento SC.3 non risultava essere coinvolta. Nonostante l'area del deflusso sia maggiore nel progetto, questo tende a subire un abbassamento delle altezze idrometriche come visibile nella tabella 6.2. È infatti presente una generale diminuzione dei livelli idrometrici all'interno di tutta l'area analizzata.
All'interno del capitolo 3 sono state illustrate le principali soluzioni offerte dalla natura per poter essere in grado di gestire tali rischi. Nel caso di Borgo Cornalese, viste ed analizzate le dinamiche alluvionali del passato che si potrebbero ripetere in maniera molto più consistente, sarebbe necessaria una riforestazione che implicherebbe a sua volta la creazione di una foresta ripariale lungo gli alvei ormai asciutti presenti lungo la pianura. L'effetto scenico e paesaggistico sarebbe di grande impatto, ma tenendo conto degli aspetti storici del luogo che un tempo era ampiamente fornito di vegetazione arbustiva e ripariale, non intaccherebbe il carattere identitario del borgo e del suo contesto.
Gli interventi progettuali proposti intaccano indirettamente anche gli altri ecosistemi garantendo ovviamente dei benefici non solo dal punto di vista del rischio idrauilico. Ritornando alla classificazione di Cohen Shacham, che categorizza le Nature Based Solution in base al livello di ingegneria utilizzato e alla fornitura di servizi ecosistemici ottenibili, potremo considerare tale progetto per Borgo Cornalese appartenente alla seconda classe di progetti NBS: ecosistema gestito o ripristinato.

- Fattibilità progettuale

Al fine di ragionare se l'intervento proposto sia in linea con ciò che i piani ai vari livelli istituzionali prescrivono, si è proceduto all'analisi delle norme contenute all'interno del Piano d'Area del Parco Fluviale del Po correlandole ai piani già analizzati all'interno del paragrafo 4.6 dove sono state messe in luce le norme contenute dal PPR e dal PGRC. Il Piano d'Area del Parco ha un carattere differente da questi due strumenti appena citati. Si tratta infatti di uno strumento che monitora le trasformazioni del paesaggio fluviale del Po e implica degli obblighi verso i comuni che vengono attraversati dal parco (http://www.parcopopiemontese.it). Il piano mette in relazione il sistema di aree naturali presenti lungo la fascia fluviale

del Po: confluenze fluviali e anse morte del Po che rappresentano habitat naturali di estrema importanza vengono salvaguardate e monitorate costantemente da tale strumento per essere sottratte dall'aggressività delle trasformazioni antropiche.
Borgo Cornalese e quindi il comune di Villastellone rientrano all'interno di questo piano. Nello specifico il Borgo storico viene rappresentato da tale piano come un'emergenza architettonica compresa all'interno di un territorio a prevalente interesse agricolo. A questo territorio oltre alla valenza agricola vengono riconosciuti dal piano anche elementi di forte interesse naturalistico come i meandri incisi nella pianura di Carmagnola (Norme di Attuazione, Piano d'Area Parco Fluviale del Po) e di cui si è già ampiamente discusso nei paragrafi precedenti. Gli usi consentiti all'interno di tale area, devono sempre essere concessi dall'Ente Parco al comune tramite permesso di costruire.
Il progetto che la tesi ha descritto prevede interventi naturalistici con l'inserimento nel contesto di specie vegetali arbustive simili a quelle già presenti. Tale intervento risulta essere contemplato all'interno degli articoli 2.5 e 3.4 delle NTA del Piano del Parco, dove gli usi agroforestali sono sempre consentiti al fine di:

- *Incrementare la qualità ambientale;*
- *Valorizzare il paesaggio agrario;*
- *Incrementare la naturalità delle aree.*

(NTA Piano d'Area Parco Fluviale del Po, 2019)

In sintesi, il piano per il parco promuove e considera di estrema importanza tutti gli interventi correlati alla gestione naturalistica e agli interventi conservativi di ripristino e rinaturalizzazione delle aree, che sono proprio gli obiettivi del progetto presentato nei paragrafi precedenti. Un ulteriore conferma della fattibilità del progetto è data dal Piano di Gestione Forestale della Regione Piemonte per il periodo 2017 – 2031, questo piano che rappresenta:

"Lo strumento fondamentale per orientare la politica forestale regionale, definendo obiettivi e azioni prioritari nel quadro dell'attuazione delle norme e orientamenti emanati a livello nazionale, dell'Unione europea e degli accordi internazionali a scala globale"
(Piano Forestale Regionale, p.9, 2017)

Promuove e spinge enti pubblici e privati alla realizzazione di aree e fasce boscate per ottenere una vasta gamma di benefici che spaziano dal sostenimento ed aumento della biodiversità al controllo delle piene e alla riduzione del deflusso superficiale.
Il Piano Forestale, inoltre, è risultato di fondamentale importanza per delineare quali specie arboree e arbustive insediare all'interno dell'ambito. Nella tabella 6.4 vengono esplicitati i motivi che stanno alla base di tali scelte. Per ogni specie già presente nell'ambito sono state individuate le azioni previste dal Piano Forestale, al fine di comprendere quali specie meritano di essere implementate, come nel caso dei Saliceti e dei Pioppeti che giocano un ruolo fondamentale da un punto di vista idraulico e al tempo stesso di individuare le specie da contrastare nel loro sviluppo e crescita, come per la Robinia. I Querco Carpineti sono risultati essere la specie da conservare, valorizzare e ricostruire all'interno di tutte le aree protette dal Parco Fluviale del Po.
Il progetto persegue anche le prescrizioni del PPR in quanto non presuppone un'alterazione morfologica del suolo e non va a modificare gli usi del paesaggio di Borgo. Persegue gli obiettivi del PRGC di Villastellone che per le aree ad uso agricolo prevede anche *"la tutela e valorizzazione degli elementi morfologici ed ambientali" (PRGC Villastellone, NTA, p.58, 2021)* ed inoltre per i corsi d'acqua minori come le bealere prevede zone di protezione che *"rendano possibile lo sviluppo di boschi e macchie tipiche delle sorgenti e degli acquitrini" (PRGC Villastellone, NTA, p.72, 2021).*

Analisi delle specie arboree presenti e previsioni dei piani

Querco Carpineti

E' la specie arborea più presente nell'intorno di Borgo Cornalese. Il parco della Villa De Maistre così come alcuni boschi coltivati nelle vicinanze sono costituiti essenzialmente da tale tipologia arborea. Il Piemonte in generale non presenta una grande percentuale di questi alberi che rappresentano rispetto al totale di tutte le specie solo il 2% (SIFOR).

Gestione dei Querco Carpineti
Piano Forestale
"La conservazione, valorizzazione e ricostituzione degli ambienti naturali sono le finalità operative primarie delle Aree Protette del Po [...] le Aree Protette del Po presentano una bassissima superficie a querco-carpineti che necessita di essere implementata" [...]
(Piano Forestale 2017-2031, Regione Piemonte, 2010, p. 251)

Vegetazione riparia - Saliceti e Pioppeti

Situati nelle adiacenze dei paleoalvei della zona naturale del Po Morto ma anche in corrispondenza degli alvei asciutti del Canale del Priore di fronte Borgo Cornalese.
La vegetazione riparia gioca un ruolo fondamentale contro il rischio idraulico ed idrogeologico. La sua importanza viene citata all'interno di tutti i testi tecnici diffusi da tutti gli enti e le autorità che si occupano di ambiente.

Interventi previsti
Piano Forestale
[...] "1. *Mantenimento della sicurezza idraulica e miglioramento di effetto di laminazione delle piene;*
2. *Ringiovanimento periodico prevalentemente agamico per fasce discontinue* " [...]

(Piano Forestale 2017-2031, Regione Piemonte, 2010, p. 241)

Robinia

Principalmente sono collocati lungo il dislivello morfologico ai piedi di Borgo Cornalese ma si propagano anche all'interno del Bosco della Villa creando una variante boschiva con il Querco Carpineto.
La Robinia è una specie invasiva insediata in tutto il Piemonte.

Gestione della Robinia
Piano Forestale
"L'obiettivo principale di ogni intervento, è quello di raggiungere un miglioramento compositivo strutturale dei popolamenti tendenzialmente in fase evolutiva molto eterogenea."
(Piano Forestale 2017-2031, Regione Piemonte, 2010, p. 247)

I Pioppi Cipressini di Borgo Cornalese

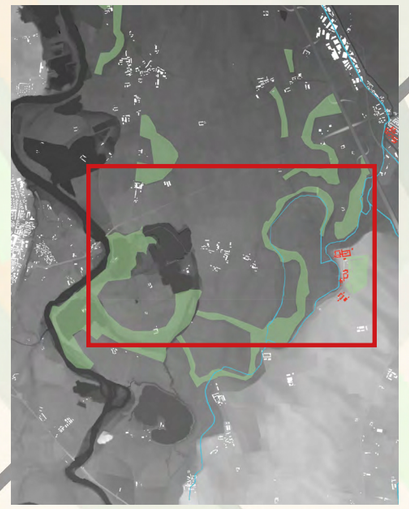
I Pioppi Cipressini situtati lungo il viale della Villa de Maistre di Borgo Cornalese rappresentano un forte elemento identitario del luogo da conservare e valorizzare rendendolo unico all'interno di tale paesaggio (PPR - Catalogo dei Beni).

PdR -Borgo Cornalese

[...] *"A causa della loro longevità dovranno essere abbattuti il 60% degli esemplari a cui verranno sostituiti degli alberi identici giovani."*

(PdR -Borgo Cornalese, Relazione Illustrativa, Comune di Villastellone, 2016, p.59)

Tab.6.4 Specie arboree esitenti e previsioni dei piani. (Fonti: SIFOR Piemonte e Geoportale Piemonte: BDTRE, Piano Forestale Regionale e PdR Borgo Cornalese. Elaborazione Personale).



Progetto Paesaggistico per la Gestione del Rischio Idrauilico

Piantumazione di specie arboree ed arbustive
Nuova piantumazione di specie arboree ed arbustive

Specie arboree ed arbustive già presenti

Specie arboree ed arbustive di nuovo impianto
Querco - Carpineti

Saliceti e Pioppetti ripari

Localizzazione delle NBS adottate

Riforestazione
Ampliamento delle aree boscate già presenti creando talvolta dei nuovi boschi coltivati. Perseguendo gli obiettivi del Piano Forestale la riforestazione sarà costituita principalmente da Querco Carpineti.

Foresta ripariale
Potenziamento della rete arbustiva e arborea ripariale già esistente. Connessione dei filari alberati già esistenti che corrono lunghi i corsi d'acqua. La specie più idonea secondo il Piano Forestale risultano essere i Saliceti e i Pioppeti.

Fonti: SIFOR Piemonte e Geoportale Piemonte: BDTRE e Piano Forestale Regionale (Elaborazione Personale).

Canale del Priore

Robinia Invasiva

Come prescritto dal Piano Forestale Regionale tale specie invasiva và gestita limitandone secondo determinati criteri lo sviluppo e l'invasione di altre specie.

Direzione del deflusso - Alluvione 1994

Questo percorso segnato da un area longilinea concava è stato il principale corridoio di affioro del deflusso del 1994. Una maggiore scabrezza del suolo attraverso la piantumazione di specie arboree ed arbustive favorisce il rallentamento delle velocità del deflusso.

Punto di tracimazione - Alluvione 2009

Il tratto in questione deve rimanere sgombro da ostacoli naturali o antropici affinchè in caso di alluvione l'acqua sia libera di fuoriuscire.

Bealera dei Molini

6 Conclusioni

La presente tesi di ricerca rappresenta un percorso che ha avuto come obiettivo quello di dimostrare come strumenti tecnici e tecnologie siano in grado di supportare in modo efficacie le attività di pianificazione. Di fianco a questo obiettivo la tesi ha mostrato di essere un documento che include al suo interno differenti campi disciplinari che spaziano fondamentalmente in due settori, quello della pianificazione paesaggistica e territoriale e quello invece legato all'idrologia territoriale e quindi al rischio idraulico ed idrogeologico. Conciliare questi due settori composti di leggi e strumenti differenti, è stato altresì un obiettivo strutturale di tale documento. In questo capitolo verrà ricostruito il percorso logico ed intellettuale che la tesi ha descritto nei capitoli e nei paragrafi precedenti.

Capitolo 1: Concetti fondamentali
Il discorso della tesi si è aperto con la volontà di identificare ed illustrare al lettore le principali definizioni tecniche, scientifiche ed istituzionali che circolano al giorno d'oggi all'interno degli ambienti istituzionali ed accademici riguardo il tema del rischio. È stato così definito il concetto di Rischio Idraulico seguendo le definizioni introdotte dalla Commisione Europea con la dir. 60/2007 CE. Al concetto di rischio è stato accostato da subito il Patrimonio Culturale, altro tema principale della tesi, e si è dimostrato come questo risulti fortemente minacciato dalla diffusione di eventi alluvionali. Successivamente si è voluto far chiarezza su come il concetto di rischio sia sempre più correlato alle condizioni climatiche attuali. L'instabilità climatica, come si è visto, ha portato ad un inesorabile aumento di disastri naturali soprattutto negli ultimi cinquant'anni. Queste riflessioni offrono degli spunti immediati che aiutano a far capire al lettore la forte vulnerabilità dei territori di tutto il mondo di fronte al rischio idraulico.

Capitolo 2: Politiche e leggi settoriali
Al fine di mettere in luce quelli che sono i meccanismi legislativi e politici per contrastare la diffusione di tale rischio, il secondo capitolo ha voluto mettere in risalto quelle che sono le politiche adottate a livello internazionale per la riduzione e la gestione del rischio da una parte e dall'altra gli strumenti legislativi ai vari livelli amministrativi (Europeo – Nazionale – Regionale) per la tutela del paesaggio e la gestione del rischio idraulico, che recependo le politiche mondiali, gestiscono il rischio e tutelano e valorizzano il paesaggio. La parola *"gestione"* è la parola chiave del secondo capitolo, si è visto infatti come le politiche mondiali abbiano posto l'accento sul concetto di *"gestione del rischio"*, allontanando così il concetto di *"gestione dei disastri"* che aveva influenzato la predisposizione di strumenti basati essenzialmente con un *"approccio sul pericolo"*, senza occuparsi direttamente delle entità coinvolte territorialmente (UNDRR,2019). Altro punto saliente di questo capitolo è stato quello di mostrare come sono stati assorbiti i principali strumenti Europei per la tutela e valorizzazione del paesaggio da parte dello Stato italiano e dalle Regioni. A tal fine si è puntualizzato su come la Convenzione di Faro e la Convenzione Europea del Paesaggio abbiano in buona parte determinato il carattere odierno della pianificazione paesaggistica regionale, che si basa sui concetti di *"eredità culturale"* e *"paesaggi della quotidianità"* (Convenzione di Faro e Convenzione Europea Paesaggio). Il dualismo tra pianificazione e gestione del rischio idraulico entra nel vivo proprio negli ultimi paragrafi di questo secondo capitolo, sono state così citate e descritte le varie leggi italiane e regionali in materia di paesaggio e rischio idraulico cercando di coglierne similitudini e punti di divergenza.

Capitolo 3: Strategie progettuali
Il terzo capitolo mette in luce a livello pratico degli spunti progettuali, delle linee guida, per la gestione del rischio idraulico in ambito paesaggistico. Sono state così definite le Nature Based Solution come le soluzioni più adeguate per il progetto che è stato poi presentato nel capitolo cinque. Oltre a delineare le principali soluzioni progettuali utilizzate per la gestione

delle alluvioni sono stati anche individuati due casi studio italiani: il Parco dell'Acqua a Gorla e i Bacini di Ritenzione per il fiume Lura. Questi due progetti facendo uso delle Nature Based Solutions hanno dimostrato come gli effetti derivanti l'utilizzo di infrastrutture verdi siano molteplici e generino benefici sotto diversi punti di vista.

Capitolo 4: Analisi e identificazione criticità
Il capitolo 4 apre alla parte più operativa e analitica di quella che è l'area studio di progetto: Borgo Cornalese. Le analisi effettuate si costituiscono fondamentalmente di sei parti. La prima parte individua quella che è la posizione di Borgo Cornalese rispetto alla Pianura Padana e il Po, la seconda parte rappresenta un breve discorso storico sul Borgo andando a descrivere il suo sviluppo. La parte successiva, di maggiore interesse per i fini progettuali, ha descritto quelli che sono i principali corsi d'acqua che solcano la pianura carmagnolese ed ha individuato per i principali le misure e le pressioni prescritte dal Piano Tutela delle Acque. La quarta parte ha invece illustrato i principali processi di trasformazione antropica dei suoli. Si è voluto mettere in evidenza come le infrastrutture, le cave e la forte valenza agricola dei suoli di Borgo abbia notevolmente ridotto nel corso dell'ultimo secolo gli habitat naturali del luogo. Successivamente, si sono analizzate le condizioni climatiche e gli eventi climatici estremi avvenuti all'interno dell'area nell"ultimo trentennio andando a reperire i dati da Arpa Piemonte e Ispra. I dati hanno sottolineato come a partire dai primi anni del 2000 siano aumentate le temperature medie annue e al contempo anche gli eventi alluvionali. Nello specifico il paragrafo si è soffermato nella descrizione degli eventi alluvionali del 1994 e del 2009, rappresentativi di fenomeni simili agli altri otto eventi analizzati. La quinta sezione ha analizzato gli strumenti di tutela che ricadono all'interno dell'ambito e dunque ha cercato di far emergere quali scelte progettuali saranno le più idonee per il progetto. Sono stati così citati nel testo gli strumenti in mano all'Autorità di Bacino Piemontese (il PAI e il PGRA) e gli strumenti che invece sono della Regione (il PPR) e delle amministrazioni comunali (nello specifico il PRGC di Villastellone). La sesta ed ultima parte delle analisi ha sottolineato invece le principali criticità che le analisi hanno indirettamente mostrato. *"Frammentazione e Omogeneizzazione dei suoli"*, *"Riduzione degli Habitat"* e *"Alterazione dei suoli"* sono i principali concetti con i quali si sono volute mettere in luce le criticità che ricadono su Borgo Cornalese e il suo paesaggio. Questo step è risultato di fondamentale importanza per delineare con puntualità e chiarezza le Nature Based Solution da inserire nell'ambito.

Capitolo 5: Definizione degli scenari e del progetto
Il capitolo 5 è il fulcro dell'intera tesi, la creazione degli scenari per avanzare proposte progettuali in un ambito fortemente vincolato come quello di Borgo, è sembrato da subito l'approccio più idoneo per definire un progetto paesaggistico che non intaccasse i caratteri fondanti di quel territorio e che si muovesse in linea con le prescrizioni e i vincoli ai vari livelli e settori istituzionali.
Gli scenari realizzati all'interno del software HEC-RAS, hanno permesso di descrivere, come diverse quantità di acqua provenienti da differenti posizioni del sito analizzato, si muovano a contatto con il suolo e con gli elementi che sono presenti su di esso. La ricostruzione grafica, di tre scenari di alluvione, ha evidenziato così le aree più colpite da tali deflussi per quantità di acqua e velocità e quindi a partire da queste sono state delineate le aree dove si sarebbe dovuto procedere con il cambio di destinazione d'uso, favorendo l'innestamento di aree boscate e vegetazione riparia che fino a prima degli anni '90 caratterizzavano questa pianura. La piantumazione di aree boscate come già detto nel capitolo 5 ha favorito un rallentamento del deflusso superficiale e un generale abbassamento dei livelli idrometrici per lo scenario critico (Scenario 3), proprio per questo scenario, all'interno del software, sono stati rivalutati gli effetti della piantumazione di nuove aree boscate e vegetazione

sull'alluvione di estrema criticità.
I risultati prodotti hanno mostrato come le Nature Based Solutions basate sulla riforestazione e ricreazione di vegetazione riparia, aumentando la scabrosità e la stabilità del terreno, da una parte riducano le quantità di acqua che arriva al suolo e ne riducono le velocità di quella che scorre a terra e dall'altra, aumentano la stabilità dei suoli in corrispondenza dei corpi idrici presenti sul terreno. Ovviamente la riforestazione porta con sé anche altri vantaggi, che vanno oltre il tema del rischio idraulico. Da un punto di vista paesaggistico aumentano la qualità ambientale del luogo ed inoltre favoriscono la ricreazione di habitat.

In conclusione, tale tesi di ricerca è voluto essere un documento con finalità progettuali per mettere in luce due importanti aspetti. Il primo aspetto riguarda l'integrazione settoriale tra diversi enti territoriali, nello specifico l'Autorità di Bacino (per la gestione delle alluvioni) e la Regione con le amministrazioni locali (per la salvaguardia del patrimonio culturale), per questo l'intero documento presenta per molti capitoli e paragrafi confronti tra materiali e fonti bibliografiche che appartengono a differenti settori e cogliendone gli aspetti più importanti costruisce un progetto paesaggistico che gestisce il rischio idraulico. Il secondo aspetto riguarda l'utilizzo di tecniche e tecnologie contemporanee per la prevenzione (e quindi la gestione) dei futuri rischi derivabili da un costante aumento degli eventi climatici estremi. L'approccio degli scenari è stato infatti di fondamentale importanza per individuare le aree in cui collocare gli elementi progettuali costituiti dalle NBS.
Ritornando alle due domande di ricerca che sono state esplicitate nell'introduzione di questo documento, per la prima, riguardante la resilienza del paesaggio di Borgo Cornalese, rispetto diversi aspetti che spaziano dalle caratteristiche fisiche del luogo alle leggi di tutela che ricadono per questo Borgo storico, si è osservato come la posizione strategica di Borgo abbia permesso nel corso del tempo di rimanere al di fuori di eventi alluvionali di forte entità, ma al tempo stesso il paesaggio che lo circonda ha subito forti modifiche: da una parte, le infrastrutture hanno chiuso a cerniera il Parco fluviale del Po, riducendo la qualità di questo habitat naturale e dall'altra le prescrizioni dei piani locali hanno favorito l'innestamento di aziende agricole a carattere intensivo che hanno degradato la qualità dei suoli e favorito la dislocazione sul territorio di corpi volumetrici che contrastano con le preesistenze storiche. Per la seconda domanda, come già sottolineato nelle righe precedenti, la presente tesi di ricerca ha dimostrato come esistano dei metodi efficaci per la gestione delle alluvioni. Nello specifico si è ragionato prima sui possibili effetti indotti da alluvioni a carattere critico e a partire da questi si è poi stati in grado di effettuare le migliori scelte progettuali oltreché essere in grado di localizzarle.

7 Fonti

Bibliografia generale sul tema

Bonazza A., 2018, *Cultural heritage in the italian strategy for adaptation to climate change in Cultural heritage facing climate change: experiences and ideas for resilience and adaptation*, Edipuglia, Bari.

Bolognesi M., Donati L., 2007, Granatiero G., *Acque e territorio. Progetti e regole per la qualità dell'abitare*, Firenze University Press, Firenze.

Cannata P.G., 1994,*Governo dei bacini idrografici. Strumenti tecnici e pianificatori*, Etaslibri, Milano.

Cassatella C., 2015, *Il Piemonte: dalla tradizione dei "beni culturali e ambientali" al paesaggio*, in Ri-Vista Ricerche per la progettazione del paesaggio, Firenze University Press, Firenze.

Casalis G., 1972, *"Storie del Piemonte, Biblioteca istorica della antica e nuova Italia"*, Editore Forni,
Bologna.

CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), 2020,*Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia*, CMCC Foundation, Lecce.

Cohen-Shacham E., Walters G., Janzen C., Maginnis S., 2016, *Nature-based Solutions to address global societal challenges,* IUCN, Ginevra.

CRED, EM-DAT, UNDRR, 2019, *Human cost of disaster - an overview of the last twenty years 2000-2019,* United Nations, Ginevra.

Di Silvio G., 2007, *Considerazioni idrauliche, ma non solo, sulla rinaturalizzazione dei corsi d'acqua*, in Ri-Vista Ricerche per la progettazione del paesaggio, Firenze University Press, Firenze.

EM-DAT, 2019, *Natural Disaster 2019,* CRED, Bruxelles.

Ferrari S., *Appunti di idrologia Territoriale* per il corso di Laurea Magistrale in Pianificazione Territoriale A.A. 2019/2020, non pubblicato.

Gisotti G. Ercolini M., 2016, *Acque, fiumi e paesaggi fluviali: una lettura in chiave idro-geo-morfologica*, in: Gisotti G. (a cura di), Fiume, paesaggio, difesa del suolo. Superare le emergenze cogliere le opportunità, Atti del Convegno Internazionale - maggio 2006, Firenze University Press, Firenze.

IPPC (Intergovernal Panel on Climate Change), 2018, *Riscaldamento globale di 1,5°C sommario per i decisori politici*, United Nations, Ginevra.

Museo Civico "Giacomo Rodolfo" Carignano e Museo Civico di storia naturale di Carmagnola, 198.?,*Il Po a Carignano*, Regione Piemonte - Assesorato alla pianificazione del territorio e parchi naturali, Torino.

Ostellino I., 2005, *Immagina il Po, Atlante del Parco Fluviale del Po Torinese,* Alinea Editrice, Firenze.

Ostellino I., 2011, *Il ruolo della biodiversità nel paesaggio dei fiumi e della collina torinese*, in: Ostellino I. (a cura di) Rarità Naturali - Atti del seminario del 18 marzo 2010, Moncalieri (Torino) e delle attività nell'ambito di Rarità Naturali - Paesaggio zero, Politecnico di Torino, Torino.

Stefano Salata, Silvia Ronchi, Carolina Giaimo, Andrea Arcidiacono e Giulio Gabriele Pantaloni, 2021, *Performance-Based Planning to Reduce Flooding Vulnerability Insights from the Case of Turin (North-West Italy),* in MPDI - Sustainability.

Somarakis G., Stagakis S., Chrysoulakis N., 2020, *Think-Nature: Nature Based Solution Handbook*, European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.

Tosco C., 2017, *Il paesaggio come storia*, il Mulino, Bologna.

UNDRR, 2019, *Global Assessment Report on disaster risk reduction,* United Nations, Ginevra.

University of Arkansas Community Design Center, 2010, *LID - Low Impact Development*, UACDC, Arkansas.

Riferimenti nomativi, amministrativi e tecnici

APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici), 2003, *Atlante delle*

opere di sistemazione fluviale, I.G.E.R srl, Roma.

ARPA Piemonte, 2016, *Analisi preliminare evento 21-26 Novembre 2016*, Torino.

ARPA Piemonte, 2009, *Evento meteopluviometrico del 26-28 Aprile 2009*, Torino.

ARPA Piemonte, 2010, *Evento meteopluviometrico del 14-17 Giugno 2010*, Torino.

ARPA Piemonte, 1994, *L'evento alluvionale del 2-6 Novembre 1994*, Torino.

ARPA Piemonte, 1996, *L'evento alluvionale del 7-10 Ottobre 1996*, Torino.

Autorità di Bacino del fiume Po, 2001, *Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)*, Parma.

Comune di Villastellone, 2016, *Borgo Cornalese Piano di Recupero Restauro e Valorizzazione - Norme Tecniche di Attuazione*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2016, *Borgo Cornalese Piano di Recupero Restauro e Valorizzazione - Relazione Illustrativa*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2016, *Borgo Cornalese Piano di Recupero Restauro e Valorizzazione - Relazione Paesaggistica*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2016, *Borgo Cornalese Piano di Recupero Restauro e Valorizzazione - Relazione Storica*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2015, *Borgo Cornalese Piano di Recupero Restauro e Valorizzazione - Studi Idrauilici, Tavola U.05*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2015, *Piano Regolatore Generale Comunale - Norme Tecniche di Attuazione*, Villastellone.

Comune di Villastellone, 2015, *Piano Regolatore Generale Comunale - Relazione Illustrativa*, Villastellone.

IPLA - Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, 2010, *Piano di Gestione Forestale 2017 - 2031*, Torino.

ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), 2016, *IDRAIM Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua*, ISPRA – Settore Editoria, Roma.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2014, *Analisi della normativa comunitaria e nazionale rilevante per gli impatti, la vulnerabilità e l'adattamento ai cambiamenti climatici*, MATTM, Roma.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2014, *Elementi per una strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici*, MATTM, Roma.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2002, *Le Foreste*

della Pianura Padana. Un Labirinto Dissolto in *Quaderni Habitat n°3* (a cura di Ruffo S.), Museo Friuliano di Storia Naturale, Udine.

MATTM (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare), 2014, *Rapporto sullo stato delle conoscenze scientifiche su impatti, vulnerabilità e adattamento ai cambiamenti climatici in Italia*, MATTM, Roma.

MiBACT, Regione Piemonte, DIST e Università di Torino, 2015, *Linee guida per l'analisi, la tutela e la valorizzazione degli aspetti scenico-percettivi del paesaggio*, Torino.

Regione Piemonte, 2011, *Evento alluvionale del 15-16 Marzo 2011*, Torino.

Regione Piemonte, 2019, P*iano d'Area del Parco Fluviale del Po, Norme Tecniche d'Attuazione*, Torino.

Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale - Catalogo dei Beni Paesaggistici del Piemonte*, Torino.

Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale - Norme di Attuazione*, Torino.

Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale - Relazione Illustrativa*, Torino.

Regione Piemonte, 2017, *Piano Paesaggistico Regionale - Schede degli ambiti di paesaggio*, Torino.

Regione Piemonte, 2018, *Piano Tutela delle acque - Programma delle misure di piano*, Torino.

Regione Piemonte, 2018, *Piano Tutela delle acque - Relazione Generale*, Torino.

Regione Piemonte, 2000, *Rapporto sull'evento alluvionale del 13-16 Ottobre 2000*, Torino.

Regione Piemonte, 2008, *Rapporto preliminare sull'evento alluvionale del 28-30 Maggio 2008*, Torino.

Banche dati

Agenzia delle Entrate - Governo Italiano (consultato il 07/03/2021)
https://geoportale.cartografia.agenziaentrate.gov.it/age-inspire/srv/ita/catalog.search#/home

Arpa Piemonte (consultato il 17/09/2020)
http://www.arpa.piemonte.it/
https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-idrologica.html

Carta del rischio (consultato il 15/09/2020)
www.cartadelrischio.it/index.asp

CMCC Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (consultato il 18/10/2020)
https://www.cmcc.it/it

CNR Centro nazionale delle ricerche (consultato il 14/09/2020)
https://www.cnr.it/

EM-DAT The international disaster database (consultato il 10/11/2020)
https://www.emdat.be/

GAR Global assessment report on disaster risk reduction 2015 (consultato il 19/02/2020)
https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/data.php

Geoportale Regione Piemonte (consultato il 06/06/2021)
https://www.geoportale.piemonte.it/cms/

ISPRA Ambiente (consultato il 08/06/2021)
http://www.isprambiente.gov.it/it/sistema-nazionale-protezione-ambiente
https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati
https://annuario.isprambiente.it/sys_ind/77 (Beni culturali esposti a frane ed alluvioni)

Italia Sicura (consultato il 06/10/2020)
http://mappa.italiasicura.gov.it/#/home

IdroGEO ISPRA Ambiente (consultato il 09/04/2021)
https://idrogeo.isprambiente.it/app/

SIFOR - Sistema Informativo Forestale Regionale (consultato il 09/04/2021)
http://www.sistemapiemonte.it/popalfa/

SITAP Beni Paesaggistici e Culturali - (consultato il 06/10/2020)
http://sitap.beniculturali.it/index.php

Vincoli in Rete (consultato il 15/09/2020)
http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login

Sitografia

Aree Protette Po Piemontese (consultato il 31/05/2021)
http://www.parcopopiemontese.it/

Borgo Cornalese (consultato il 24/09/2020)
www.borgocornalese.it

CDCPP Commitee for culture heritage and landscape (consultato il 13/04/2021)
https://www.coe.int/en/web/cdcpp-committee

Climate Heritage Network (consultato il 12/12/2020)
http://climateheritage.org/launch-2019/

HEIREN Network (consultato il 12/12/2020)
https://www.coe.int/en/web/herein-system/report-per-topic

ICOMOS Italia (consultato il 12/12/2020)

https://www.icomositalia.com/

ICCROM (consultato il 23/02/2021)
www.iccrom.com

IPCC Intergovernal panel on climate change - focal point for Italy (10/09/2020)
https://ipccitalia.cmcc.it/

INTERREG PROJECT (consultato il 12/09/2020)
https://www.interreg-central.eu/Content.Node/ProteCHt2save.html

Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare (consultato il 17/09/2020)
https://www.minambiente.it/

MiBact (consultato il 24/10/2020)
https://www.beniculturali.it/evento/operare-nell-emergenza-tutela-del-patrimonio-culturale-e-calamita-naturali

NATURVATION (consultato il (10/05/2021)
https://naturvation.eu/

OpenNESS (consultato il 20/05/2021)
http://www.openness-project.eu/

Oppla (consultato il 02/02/2021)
https://oppla.eu/

PAI - Piano Assetto Idrogeologico (consultato il 15/02/2021)
https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/

proGIreg (consultato (20/05/2021)
https://progireg.eu/

Protezione Civile (consultato il 24/10/2020)
www.protezionecivile.gov.it/attività-rischi

UNDRR United Nations office for disaster risk reduction (consultato il 10/11/2020)
https://www.undrr.org/

UNI.VO.CA Volontariato dei Beni Culturali (consultato il 13/12/2020)
xhttps://www.univoca.org/pronto-soccorso

A mio Padre e mia Madre.