

Territorio Pixel

**La trasformazione del Golfo di Venezia alla luce
delle sfide poste dalla neutralità climatica**

Indice

Prefazione	6
E i papaveri dove sono?	8
Introduzione	10
Fragilità mediterranee e geografie interdipendenti	12
Domanda di ricerca, struttura e dispositivi della tesi	14
Racconto per immagini	18
Capitolo 1	
Anatomia del Nord Adriatico	22
Dissezione di un paesaggio	24
L'ossatura Geologica e la Rete Idraulica	24
Il Sistema Nervoso: il Pesaggio energetico	26
Il metabolismo produttivo: il Sistema Agro-alimentare	28
Patologie di un organismo territoriale	32
Sintomatologia di un territorio esposto	32
Reazione Autoimmune: Dipendenza energetica e Territori incagliati	35
Racconto per immagini	40
Capitolo 2	
Razionalità. Pixel retroattivi	64
Razionalità idraulica e governo delle acque	67
Dalla convivenza al controllo: la regia idraulica della Serenissima	68
Il cuore meccanico: razionalità tecnocratica	71
Razionalità energetiche e trasformazione dei paesaggi	77
Fiumi di legno	78
L'ascesa delle energie motrici	80
Fossili liquidi e centralità costiera	82
Razionalità agricole e trame territoriali	85
Campi in formazione. Razionalità premoderne	85
Fabbrica agricola. Razionalità industriali	86
Laboratorio agro-tecnologico. Razionalità contemporanee	87
Racconto per immagini	90
Capitolo 3	
Mesocosmi per lo studio degli ecosistemi	132
Il ruolo dell'innovazione nella gestione territoriale	134
Sperimentazione e ricerca situata per l'adattamento territoriale:	136
il progetto SAIA	
Diario del paesaggio che cambia	140
Diario di bordo fotografico	148
Erbario alofito	178
Trapianto sperimentale	194
Fonte orale	206

Capitolo 4

Scenari e Microstorie. Verso il Territorio Pixel	210
Scenari, politiche climatiche e incertezza	212
Visione preveggenente e campo del progetto	213
Scenario 1 - Resistenza. Il paesaggio del controllo	216
Scenario 2 - Abbandono. Paesaggio oltre l'umano	217
Scenario 3 - Adattamento. Paesaggio simbiotico	218
Rifunionalizzare il patrimonio depositato e l'agire operativo	219
Microstoria 1.	222
Porto Tolle. Dal petroleumscape al tourismscape.	
Microstoria 2.	236
Cà di Mezzo. Da area agricola a area umida.	
Microstoria 3.	258
Vallevecchia. Da agricoltura tradizionale a agricoltura alofita.	
Territorio Pixel. La transizione di un territorio	264
Racconto per immagini	270

Conclusioni

Abitare la transizione.	298
Ricettario alofita	304

Bibliografia

312

Prefazione

E i papaveri dove sono?

"I did not say what I should have.
I submitted fog and chaos to a distillation."

Czesław Miłosz

Questa ricerca nasce da un'esperienza personale e ripetuta di attraversamento: una pratica lenta, affettiva e consapevole che ha preso forma nel tempo, sedimentandosi come uno sguardo critico sul paesaggio. Per quasi trent'anni ho trascorso le estati nella casa di mia madre a Bibione, lungo la costa del Nord Adriatico, osservando cambiamenti sottili ma profondi. Il pontile che ci portava alla spiaggia è oggi sommerso, e di spiaggia è rimasto solo un piccolo lembo. La stessa spiaggia, un tempo affollata fin dal mattino, è oggi deserta fino al tardo pomeriggio: l'aria è diventata insopportabile, e nessuno vi si avventura prima delle cinque del pomeriggio. Anche i campi rossi di papaveri che mi facevano capire che stavamo arrivando al mare e che l'estate stava quindi iniziando, sembrano scomparsi, sostituiti da piante rosate ma diverse, più dure, più basse, quasi minerali. Ricordo che, da bambina, durante uno di quei viaggi, mia madre indicò il finestrino dicendo: *"Guarda i Papa-veri!"*. Io, senza capire, risposi: *"E le Mamme-vere dove sono?"*. Oggi, invece, la domanda che mi pongo è: *e i papaveri, dove sono?*

Una trasformazione che suggerisce un cambiamento più profondo nella composizione del suolo e nell'alterazione delle ecologie vegetali. Eppure, anche in queste piccole cose – un pontile scomparso, un papavero assente, un orario cambiato – si leggono segnali.

Riordinando il mio archivio fotografico, ho riconosciuto in ogni scatto l'emergere di una fascinazione ricorrente. Non fotografavo i panorami o i monumenti, ma dettagli che mi attraevano con un'urgenza che non riuscivo a decifrare: un argine che tagliava l'orizzonte, una chiusa che interrompeva lo scorrere dell'acqua, i tralicci accanto alle ciminiere, le taniche d'acqua accanto alle balle di fieno, il disegno dei canali nelle campagne arate, le trame verdi che spuntavano dal marrone del suolo. C'era qualcosa in questi oggetti che mi chiamava, un senso di riconoscimento che precedeva la comprensione. Solo con il tempo ho capito che stavo fotografando i segni di una presenza invisibile: l'acqua che scorre sottoterra, i dispositivi che la controllano, le tracce di una razionalità idraulica ed energetica che governa silenziosamente il paesaggio. Ogni immagine conteneva un'intuizione: che sotto la superficie ordinata dei campi pulsasse una vita sotterranea, fatta di canali, di flussi, di equilibri precari. Questi scatti sono diventati, senza che ne fossi consapevole, i frammenti di una memoria materiale: tracce di saperi, di gesti, di relazioni che si inscrivono nello spazio e che Alberto Magnaghi chiama *patrimonio territoriale*, un deposito vivo da cui partire per immaginare altre traiettorie, altri modi di abitare la soglia tra terra e acqua.

Questa tesi prende le mosse da un lungo percorso di ricerca sulla Laguna di Venezia e sui suoi scenari futuri. L'attenzione si è concentrata prevalentemente sul cuore liquido della laguna – intesa come corpo idraulico e paesaggio ecologico da comprendere nella sua dinamica evolutiva, per individuare posizionamenti e scenari possibili di coabitazione tra acqua, infrastrutture e pratiche umane. La pubblicazione del volume *The Lake of Venice*¹, esito di quel

¹ Il progetto di ricerca da cui ha avuto origine il volume *"The Lake of Venice"* è stato coordinato da Lorenzo Fabian presso l'Università Iuav di Venezia e ha visto la partecipazione di Ludovico Centis, Luca Iuorio, Giacomo Magnabosco, Giacomo Mantelli e Ilaria Visentin.

percorso di indagine, ha segnato un punto di svolta: se da un lato ha consolidato la lettura della laguna come organismo complesso, dall'altro ha evidenziato la necessità di spostare lo sguardo verso le sue frange. Questo lavoro ha decostruito l'idea della laguna come spazio naturale, restituendola come ambiente governato, infrastrutturato, definito storicamente da scelte politiche e dispositivi tecnici. È stato proprio in questo contesto che è maturato un cambio di sguardo: se la laguna era al centro delle attenzioni, le sue frange – quelle zone liminali di contatto tra terra e acqua – sembravano rimanere sullo sfondo, pur essendo il fondamento silenzioso dell'intero equilibrio lagunare.

Durante la ricerca ho passato molte ore a esplorare la laguna con Google Maps, alternando *zoom out* e *zoom in* in cerca di dettagli nascosti. È stato in quei gesti ripetuti che ho riconosciuto una logica familiare, quella dei videogiochi in 8 bit: immagini sgranate, dove ogni unità – ogni *pixel* – portava in sé un significato. Anche il paesaggio, come quelle immagini, cambia a seconda della scala: da lontano appare continuo, ma avvicinandosi si rivela come un mosaico di frammenti. In uno di questi momenti, la barena di Cà Manzo – un piccolo lembo geometrico nella laguna sud – ha catturato il mio sguardo. La regolarità della forma, i ghebi artificiali, le tracce di un passato agricolo sepolto dall'acqua: tutto lasciava intuire che quel frammento non fosse un'anomalia naturale, ma un pezzo di territorio progettato, trasformato e poi sommerso. Il pixel di Cà Manzo ha incrinato la mappa: ha fatto crollare la narrazione lineare e continua del paesaggio costiero, rivelando un sottosuolo fatto di strati, discontinuità e memorie latenti. Ha suggerito l'esistenza di un paesaggio dove il confine tra acqua e terra non è mai netto, ma poroso, mobile, instabile.

Come un'immagine digitale si compone pixel per pixel, così anche questo territorio si è costruito per frammenti: interventi, infrastrutture, modificazioni che si sono stratificate nel tempo. Ogni elemento è frutto di una sedimentazione di scelte tecniche e politiche, trasformazioni materiali e conflitti ecologici. Guardare il territorio come una mappa di pixel significa riconoscere in ogni dettaglio un nodo attivo, una soglia, una tensione. Questo sguardo si avvicina alla nozione di traccia proposta da Tim Ingold (1993), dove il paesaggio è letto come una maglia di cammini e lavorazioni; e si ritrova nella visione di Emilio Sereni (1982), per cui il paesaggio agrario italiano è un *agromosaico*, composto da stratificazioni e residui che si sedimentano nel tempo; dialoga con la concezione di Richard T. T. Forman (1995) del *land mosaic*, che interpreta il territorio come una trama di elementi ecologici interconnessi – campi, boschi, acque, insediamenti – la cui configurazione definisce processi e funzioni del paesaggio.

Restituire attenzione ai pixel di cui è composto il territorio significa, in ultima analisi, riconoscere l'eterogeneità delle sue ecologie, la molteplicità degli attori che lo abitano e la necessità di costruire forme di progetto e governance più situate, più sensibili, più porose.

Introduzione

In che modo le sfide poste dalla crisi ambientale e dall'obiettivo della neutralità energetica mettono in discussione i modelli di gestione e la stabilità dei territori di bonifica meccanica del Nord Adriatico, e quali nuove strategie e approcci progettuali possono prefigurare un futuro adattivo per questi paesaggi artificiali?

Fragilità mediterranee e geografie interdipendenti

Nel bacino del Mediterraneo², inteso come spazio geografico e culturale di intersezione tra civiltà e ambienti, l'acqua ha avuto un ruolo fondativo, strutturando territori e definendo insediamenti e paesaggi antropizzati. In quanto regione di margine e di passaggio – secondo la definizione di *espace-mouvement* proposta da Fernand Braudel (1985) – il Mediterraneo si configura come una soglia mobile tra continenti, un sistema fluido attraversato da scambi, sedimentazioni e trasformazioni. Qui, i modelli insediativi e produttivi si sono storicamente costruiti in profondo rapporto con le risorse idriche, la morfologia costiera, fluviale e lagunare, nonché con i regimi di piena e di siccità.

In questo contesto, l'acqua non è soltanto una risorsa passiva da gestire, ma un soggetto attivo, dotato di *agency*: essa interagisce con le strutture sociali e ambientali, partecipa alla produzione di forme di vita, influenza pratiche agricole, insediamenti e strategie di adattamento. Tale prospettiva si intreccia con la visione del territorio come costruzione storica e collettiva, fondata sulla coevoluzione tra sistemi insediativi e ambientali (Magnaghi, 2010), in cui il rapporto tra natura e cultura si è giocato storicamente su equilibri fragili, spesso precari. Bacini irrigui, reti di bonifica, piane deltizie, acquedotti, cisterne, sistemi di raccolta e distribuzione diffusa delle acque piovane sono espressione di un patrimonio tecnico e simbolico in cui la gestione dell'acqua ha modellato gli assetti territoriali e dato forma a civiltà complesse.

Il rapporto articolato tra le acque e la linea di costa ha avuto un'evoluzione millenaria, in cui l'azione antropica e le dinamiche di flussi marini e idrografici hanno cercato e rinegoziato equilibri a volte duraturi e altre volte più effimeri. In questa cornice, l'acqua assume un ruolo di co-autrice: non solo oggetto di regolazione, ma agente in grado di generare spazi, ridefinire margini, produrre conflitti e coabitazioni. La costruzione del territorio passa per l'acqua, nel tempo lungo delle ere geologiche con le trasformazioni legate ai sedimenti e all'erosione, con i livelli dei mari, con la generazione di aree umide, l'alterazione della salinità, e con gli accumuli di neve e le coperture glaciali. Desertificazione, salinizzazione, erosione costiera e stress idrico colpiscono duramente territori che per secoli hanno basato la propria vitalità su una sapiente integrazione tra forme di produzione e dispositivi ambientali ora in pericolo a causa delle dinamiche antropiche che generano scarsità idrica, esacerbate dal riscaldamento globale³. Nel contesto storico del Mediterraneo, la separazione tra acque navigabili e terre coltivabili ha guidato forme specifiche di organizzazione territoriale, pur lasciando spazio a "zone grigie" – in particolare negli ambienti lagunari – dove si manifesta con forza la crisi delle dicotomie terra/acqua: questi luoghi sono da considerare come spazi ibridi in cui si dissolvono i confini stabili, e si afferma l'idea dell'acqua come soglia relazionale e produttiva.

Oggi tale equilibrio è messo in crisi da una convergenza di fattori sistemici. Il bacino del Mediterraneo è riconosciuto come uno dei

2 Le riflessioni qui raccolte nascono dal progetto di ricerca Erasmus+ Melimed, che esplora la costruzione di un approccio specifico al litorale mediterraneo. L'obiettivo è sviluppare una prospettiva di resilienza dei territori attraverso una visione pluridisciplinare, ponendo le basi per futuri percorsi di ricerca legati alle sfide del cambiamento climatico.

3 La scarsità idrica, situazione in cui lo sfruttamento antropico della risorsa è superiore alla disponibilità, si affaccia come una delle questioni più urgenti da affrontare nel Mediterraneo. Questa dinamica, di natura strutturale e spesso latente, viene esacerbata dal riscaldamento globale che genera eventi siccitosi sempre più frequenti, e tuttavia è legata fondamentalmente ai processi antropici dei territori.

⁴ Vedi, ad esempio, l'articolo di E. Novello apparso su Il Gazzettino, 16 ottobre 2022, "Veneto: le bonifiche e il rischio allagamento. Serve una nuova gestione delle acque" (Novello 2022).

⁵ Il termine *energy blindness* è usato da Amitav Ghosh per descrivere la rimozione culturale e cognitiva del ruolo che l'energia – in particolare quella di origine fossile – ha avuto nella formazione del mondo moderno. Secondo Ghosh (2016), questa cecità energetica ha reso invisibile il legame strutturale tra le trasformazioni sociali, economiche e territoriali e la disponibilità di energia abbondante e a basso costo. Ne risulta una narrazione del progresso tecnico e dello sviluppo urbano che tende a ignorare il ruolo cruciale giocato dalle fonti fossili nella costruzione della modernità.

⁶ Il Protocollo di Kyoto firmato nel 1997 da 160 paesi è entrato in vigore nel 2005 che mirava a ridurre le emissioni di gas serra nell'atmosfera entro il 2010, fissata per l'Europa all'8%. La riduzione è calcolata rispetto alle emissioni registrate nel 1990. Per l'intervallo 2013-2020, EU 20-20-20 (Commissione Europea, 2006) Entrato in vigore nel 2009. Il pacchetto clima dell'UE, denominato "20-20-20", prevede una riduzione del 20% delle emissioni

principali *hotspot* del cambiamento climatico a scala globale: un'area di eccezionale vulnerabilità, dove gli impatti risultano amplificati rispetto ad altre regioni temperate. All'interno di questo sistema, numerosi *sub-hotspot* – dalle coste deltizie ai sistemi insulari e lagunari – mostrano segnali ancora più marcati di stress climatico e ambientale. I dati dell'ultimo report IPCC (AR6) dipingono un quadro di urgenza inequivocabile: la regione si sta scaldando il 20% più velocemente della media globale, e si prevede che con un riscaldamento di 2°C i danni economici dovuti alle inondazioni costiere aumenteranno di almeno dieci volte entro la fine del secolo. L'innalzamento del livello del mare, aggravato dalla subsidenza, minaccia direttamente le pianure costiere, mentre ondate di calore sempre più intense e prolungate, unite a una riduzione prevista delle precipitazioni estive che in alcune aree potrebbe raggiungere il 30%, mettono a rischio la sicurezza idrica e la produttività agricola di intere regioni. A queste trasformazioni si aggiungono mutamenti significativi nei regimi idrologici e una crescente scarsità di risorse idriche, che pongono sfide complesse alla pianificazione urbana, agricola e ambientale. Se le emergenze attirano risorse e attenzione, le dinamiche strutturali – il cambiamento dei regimi idrologici, l'appiattimento ecologico, la perdita di biodiversità – restano più opache e necessitano di nuove chiavi di lettura intersistemiche.

Una riflessione emersa nel dibattito pubblico – che invitava a distinguere tra scarsità fisica e cattiva gestione del patrimonio idrico – ha contribuito a riaprire il tema in chiave territoriale: il problema non è se l'acqua c'è, ma come viene governata, da quali infrastrutture, secondo quale visione. Non mancano le risorse, ma una prospettiva capace di accompagnare la transizione ecologica e ridiscutere il modello su cui si sono fondate le politiche di bonifica e sicurezza idraulica⁴. All'interno di questa geografia di crisi, il Golfo di Venezia emerge come un caso emblematico. Questo vasto territorio non è un dato naturale, ma il risultato di una millenaria opera di ingegneria geologica e, più recentemente, di estese manipolazioni antropiche. La trasformazione delle superfici costiere – un tempo paesaggi fluidi di transizione – ha prodotto un'infrastruttura complessa, che questa tesi definisce *territorio-macchina*: un sistema mantenuto attraverso un continuo dispendio di energia, la cui vulnerabilità attuale è l'eredità di una profonda *cecità energetica*⁵ (Ghosh, 2009).

Con l'avanzare della transizione ecologica, molte di queste infrastrutture – idrovore, canali artificiali, stazioni di pompaggio – rischiano di diventare *stranded assets*, ovvero beni tecnici incagliati che perdono la loro funzione economica, ecologica o politica in un contesto radicalmente mutato (Caldecott et al., 2021). Questo fenomeno chiama in causa il concetto di *patrimonio deposito*, ovvero l'insieme di infrastrutture, impianti e dispositivi che, pur avendo esaurito la loro funzione originaria, continuano a occupare spazio, risorse e immaginario. La sfida è non solo quella di gestirne l'inertezza, ma di attivarne il potenziale trasformativo attraverso processi progettuali capaci di risignificarli (Montedoro e Russo, 2022). In

questo scenario, le strategie e le politiche ambientali europee⁶, e in particolare il *Green Deal* (European Commission, 2023), pongono un obiettivo ambizioso: il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050. Per realizzarlo, è necessaria una trasformazione strutturale dei sistemi agricoli, energetici e infrastrutturali, con particolare attenzione ai territori vulnerabili come le aree costiere e lagunari (IPCC, 2021). Nel contesto del Nord Adriatico, ciò implica una revisione profonda dei modelli di gestione ereditati, che consideri la fragilità delle bonifiche meccaniche, la dipendenza energetica delle infrastrutture e la resilienza ecologica del paesaggio.

Per affrontare questa complessità, la tesi adotta il quadro teorico del *Water-Energy-Food Nexus* (Hoff, 2011; Rasul, 2016), che consente di interpretare il territorio come un sistema interdipendente. La gestione idrica, la produzione agricola e il bilancio energetico non possono più essere considerati separatamente, ma devono essere affrontati come dimensioni interconnesse di una stessa questione territoriale. L'approccio *nexus* permette così di leggere le contraddizioni ma anche le potenzialità di trasformazione dei territori di bonifica, restituendo una visione sistemica utile alla definizione di scenari progettuali e di politiche integrate.

Le metafore che strutturano questa tesi – *territorio-macchina* e *pixel* – non sono semplici figure retoriche, ma dispositivi cognitivi: modi per orientare lo sguardo e definire priorità. La prima è la metafora dominante della modernità idraulica e tecnocratica, fondata sulla separazione, la compartimentazione e il controllo. La seconda è una contro-metafora, più granulare, porosa, adatta a cogliere la complessità ecologica e la molteplicità degli attori e delle forze in gioco. In questo senso, il passaggio da *territorio-macchina* a *territorio-pixel* non è solo un mutamento di paradigma progettuale, ma anche una trasformazione epistemologica: un diverso modo di pensare il paesaggio.

Domanda di ricerca, struttura e dispositivi della tesi

La crisi ecologica in corso non riguarda solo i processi naturali, ma interroga le forme territoriali, le logiche gestionali e i paradigmi progettuali che hanno storicamente organizzato lo spazio. Nei territori di bonifica del Nord Adriatico – paesaggi profondamente artificiali, sostenuti da una razionalità tecnico-infrastrutturale energivora – l'urgenza della transizione ecologica e dell'adattamento climatico impone di rinegoziare il rapporto tra forma, governo e abitabilità. Questa ricerca prende avvio da una domanda centrale:

In che modo le sfide poste dalla crisi ambientale e dall'obiettivo della neutralità energetica mettono in discussione i modelli di gestione e la stabilità dei territori di bonifica meccanica del Nord Adriatico, e quali nuove strategie e approcci progettuali possono prefigurare un futuro adattivo per questi paesaggi artificiali?

Per rispondere a questa domanda, la tesi si articola in quattro capi-

di Co2 nell'atmosfera entro il 2020, un aumento del 20% dell'efficienza energetica e una produzione di energia rinnovabile pari ad almeno il 20% dell'intero fabbisogno comunitario. L'anno di riferimento resta il 1990. Nell'ambito del Green Deal europeo, il 4 marzo 2020 la Commissione ha proposto la prima legge europea sul clima per sancire l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050. Si tratta dell'ultima e più strutturale iniziativa che delinea una scadenza intermedia al 2030 che impone la riduzione delle emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55%, rispetto ai livelli del 1990 [art 4, comma 1].

7 L'idea di leggere città e territori come corpi ha una lunga tradizione. Già nell'Ottocento Ildefonso Cerdà parlava della circolazione urbana come di un sistema vascolare, mentre Patrick Geddes impostava la pianificazione secondo il percorso survey-diagnosis-surgery, mutuando direttamente il linguaggio medico. In Italia, a partire da Saverio Muratori e poi con Gianfranco Caniggia e Gian Luigi Maffei, si è consolidata una visione organismica e morfologica: la città come organismo in evoluzione, dotato di cicli di crescita e trasformazione. Questa metafora è stata oggetto di critiche, soprattutto per il rischio di considerare il territorio come un organismo finito, incapace di restituire la dimensione aperta dei flussi energetici e materiali. Negli anni Sessanta Abel Wolman propose il paradigma del metabolismo urbano. In questa ricerca il termine anatomia non viene quindi assunto in senso ontologico, ma come scelta euristica: un lessico utile a sottolineare il carattere analitico e diagnostico dell'indagine sul Nord Adriatico, valorizzando al contempo la continuità con quella tradizione di studi che, pur criticata, ha lasciato un'eredità importante nella storia del pensiero urbanistico.

toli autonomi ma strettamente interrelati, che delineano un percorso di ricerca non lineare ma ciclico. Ogni capitolo può essere letto singolarmente, ma nel loro insieme essi costruiscono una progressione critica e progettuale, che si muove tra genealogia, decostruzione, lettura fenomenologica e sperimentazione. La struttura della ricerca non è propedeutica: procede secondo un disegno iterativo, in cui ogni sezione ritorna – con strumenti, scale e approcci differenti – su alcuni temi costanti, che costituiscono l'ossatura materiale e concettuale del paesaggio indagato.

A fornire continuità all'intero impianto sono tre oggetti tematici ricorrenti: l'opera idraulica, il suolo agricolo e l'infrastruttura energetica. Questi dispositivi non rappresentano semplici elementi tecnici, ma condensano al loro interno razionalità storiche, conflitti ecologici e visioni politiche, e sono letti come componenti fondamentali del *territorio-pixel*.

Attraverso l'interrogazione di questi dispositivi, la tesi è attraversata da tre lenti interpretative trasversali, che non agiscono come categorie astratte ma si concretizzano nella scrittura e nel progetto. La stratificazione orienta lo sguardo verso le sedimentazioni storiche, geologiche, infrastrutturali e normative che compongono il paesaggio costiero del Nord Adriatico. La razionalità permette di leggere il territorio come costruzione ideologica e tecnica: non solo materia fisica, ma esito di paradigmi funzionalisti, pratiche di separazione e modelli estrattivi. Infine, la trasformabilità costituisce la chiave progettuale con cui la tesi affronta l'instabilità del presente: non come minaccia da contenere, ma come campo da rinegoziare, in cui sperimentare scenari alternativi, dispositivi adattivi e nuove forme di abitabilità ecologica.

In questa prospettiva, ogni capitolo non corrisponde a una sezione tematica chiusa, ma rappresenta un campo di indagine specifico che si confronta ciclicamente con le tre dimensioni – acqua, suolo, energia – e con le loro possibili riconfigurazioni progettuali. È l'intreccio di questi elementi – dispositivi materiali e categorie interpretative – a delineare il disegno complessivo della ricerca e a orientare, di volta in volta, l'analisi e l'azione.

Il primo capitolo, "*Anatomia del Nord Adriatico*", ha un impianto analitico e diagnostico. Il capitolo si interroga su come si sia costituito storicamente questo territorio come dispositivo tecnico e spaziale al tempo stesso⁷. La domanda a cui cerca di rispondere è: *quali condizioni fisiche, dispositivi infrastrutturali e logiche funzionali hanno dato forma all'attuale configurazione del territorio, e in che modo esse ne determinano oggi la vulnerabilità sistemica?*

L'obiettivo è dissezionare la conformazione fisica e funzionale del territorio, ricostruendo le condizioni che ne definiscono la vulnerabilità attuale. Il Golfo di Venezia è osservato nei suoi equilibri precari e nella sua dipendenza continua di dispendio energetico e gestione idraulica altamente artificiale. L'analisi si sviluppa attraverso una lettura combinata dei tre oggetti del Nexus – acqua, energia, cibo

– mettendo in luce le interazioni tra il sistema di bonifica, le dinamiche agricole e le infrastrutture tecniche. L'indagine restituisce un quadro in cui la stratificazione geologica e antropica si intreccia con la crisi sistemica in atto: subsidenza, salinizzazione, fragilità delle arginature, dipendenza da fonti fossili. Il capitolo si chiude con la definizione di questo paesaggio come territorio-macchina: una costruzione storica il cui mantenimento risulta sempre più oneroso, inefficace e vulnerabile.

Il secondo capitolo, *"Razionalità: retrospettive e prospettive"*, si muove su un piano genealogico e interpretativo. Il focus si sposta dalle forme visibili ai dispositivi cognitivi e normativi che le hanno generate. La domanda che guida questo passaggio è: *quali razionalità hanno guidato la trasformazione del territorio e in che modo queste hanno determinato la sua attuale vulnerabilità sistemica?*. L'intento è ricostruire l'emergere e il consolidarsi di tre razionalità dominanti: quella idraulica, basata sulla separazione tra acqua e terra; quella agricola, fondata sulla produttività intensiva e la semplificazione ecologica; quella energetica, imperniata sull'automazione e sull'accesso illimitato a risorse fossili. Il capitolo si conclude con la microstoria dell'ex Lago della Piave, caso emblematico per la sua rilevanza nella sperimentazione della bonifica. Attraverso diagrammi sono stati ricostruiti i processi che hanno dato forma a questa porzione territoriale, mettendo in luce le differenti razionalità e i regimi di governance che si sono succeduti tra Cinquecento e Novecento. Attraverso l'analisi di documenti tecnici, archivi istituzionali, mappe storiche, il capitolo mostra come queste razionalità abbiano prodotto un modello di gestione profondamente efficiente nel breve periodo, ma oggi incapace di affrontare l'instabilità ecologica e sociale. La razionalità, qui, non è letta come un errore, ma come un regime di verità che ha plasmato lo spazio e che oggi va criticamente decostruito per lasciare spazio a nuove possibilità.

Il terzo capitolo, *"Mesocosmi per lo studio degli ecosistemi"*, rappresenta il momento in cui la ricerca si fa azione concreta. L'esperienza del dottorato PON in collaborazione con Thetis S.p.A. e il progetto SAIA (iNEST/PNRR) offrono un campo di sperimentazione reale, in cui sono stati sviluppati dispositivi progettuali a scala situata: mesocosmi per monitorare la salinità, sistemi off-grid, coltivazioni alofite, modelli di gestione integrata. La domanda che qui orienta il lavoro è: *in che modo sperimentazioni puntuali possono generare pratiche trasferibili e processi di trasformazione territoriale in condizioni di incertezza climatica ed ecologica? Quali segnali e pratiche emergenti si manifestano già oggi come indizi di una trasformazione in corso?*

Questi prototipi non sono pensati come soluzioni conclusive, ma come strumenti intermedi: attivatori di processi, test per nuovi equilibri, ipotesi operative capaci di navigare l'incertezza. Il progetto diventa così un dispositivo cognitivo e trasformativo, capace di agire

sulla realtà senza pretendere il controllo totale. In questo capitolo, la trasformabilità non è più solo uno sguardo critico, ma un atto costruttivo. Il lavoro assume la forma di un laboratorio territoriale, che combina indagine, interpretazione e azione. Attraverso la mobilitazione di conoscenze tecniche, strumenti visivi, pratiche progettuali e dispositivi sperimentali, la tesi costruisce un contributo situato alla ricerca di nuove forme di abitabilità per i territori anfibi del Nord Adriatico.

Il quarto e ultimo capitolo, “**Scenari e microstorie**”, segna il passaggio dalla lettura critica alla formulazione esplorativa. Alla luce della crisi del modello vigente, ci si chiede: *quali possibilità si aprono per il futuro di questi territori, e quali scenari possono prefigurare forme alternative di coabitazione tra ecologie e infrastrutture?*

Il capitolo mette in campo tre scenari progettuali alternativi: Resistenza, che potenzia la macchina esistente; Abbandono, che contempla la ritirata controllata e la restituzione all'acqua; e Adattamento, che sperimenta configurazioni ibride di coabitazione. Pur guardando al futuro, ogni scenario è radicato in casi studio concreti – Porto Tolle, Ca' di Mezzo, Vallevecchia – che fungono da dispositivi di osservazione e di attivazione di dinamiche già in corso.

A partire da queste microstorie, il capitolo elabora un quarto scenario emergente, frutto della contaminazione tra traiettorie diverse. Il suolo agricolo diventa, qui, la soglia attraverso cui leggere la crisi: luogo in cui si manifesta la tensione tra produzione, ecologia e abitabilità. La trasformabilità, in questo passaggio, si configura come capacità di lettura fenomenologica e di immaginazione progettuale, che trova nello strumento narrativo dell'ucronia il suo metodo più efficace. Attraverso di essa, lo scenario emergente non viene semplicemente descritto, ma esplorato come una realtà alternativa e coerente, un futuro possibile che interroga criticamente il nostro presente.



Lio Piccolo. Micropompa sull'argine.
Camilla Cangiotti, 2022.



Fiume Piave. Argine attrezzato.
Camilla Cangiotti, 2021.



Lio Piccolo. Agricoltura anfibia. Questo scatto rappresenta uno dei primi momenti in cui l'idea di *territorio pixel* ha iniziato a prendere forma nel mio pensiero progettuale.
Camilla Cangiotti, 2022.

Questa selezione fa parte del mio archivio fotografico, costituito nel tempo attraverso immagini scattate in luoghi e in anni diversi, che pone l'attenzione su ciò che per me rappresenta un elemento di interesse nel territorio, il palinsesto, i dispositivi e i paesaggi che si generano.



Etang de Berre. Una pompa idraulica per il controllo delle acque del Canale Caronte.
Camilla Cangiotti, 2024.



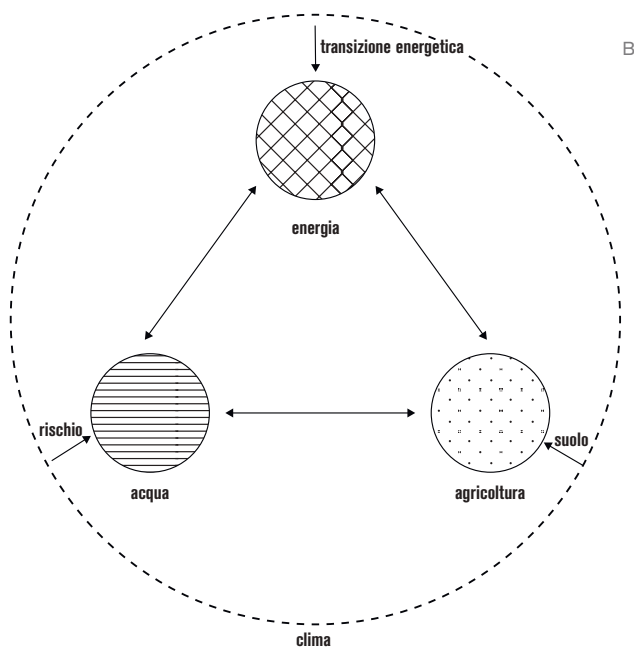
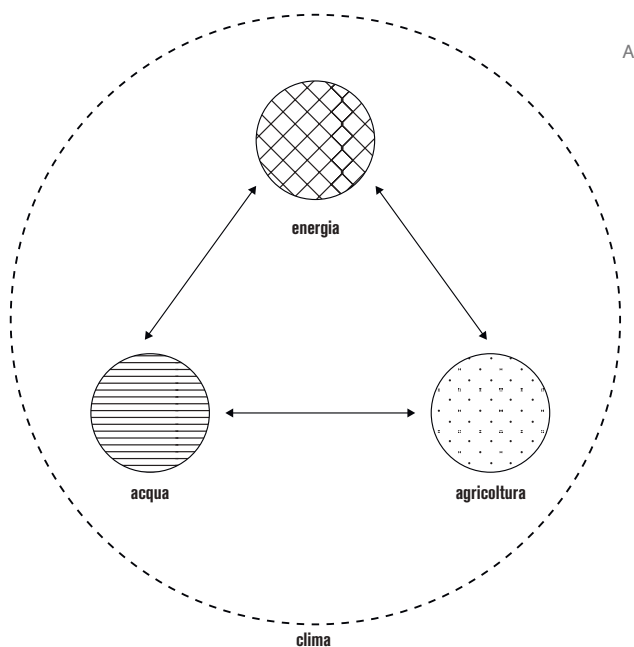
San'Erasmus. Agricoltura in serra.
Camilla Cangiotti, 2023.



Veneto. Sisema di canalizzazioni agricole in cemento.
Camilla Cangiotti, 2020.

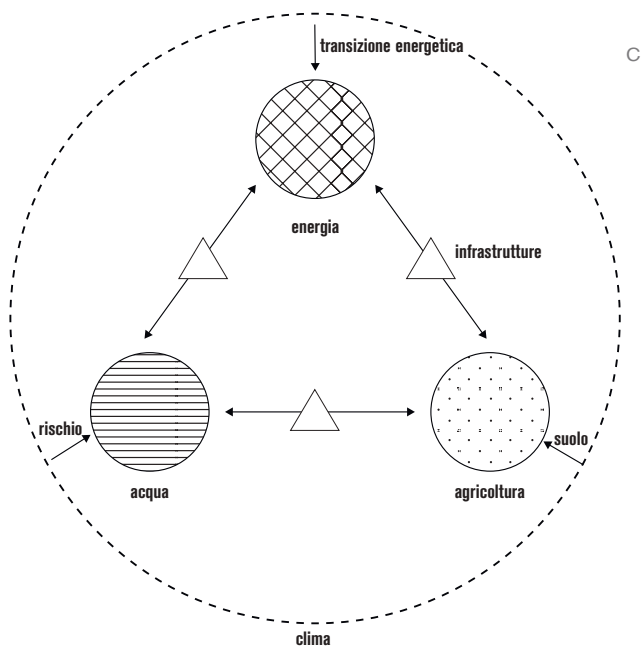


Lio Piccolo. Paratoia in un canale agricolo.
Camilla Cangiotti, 2021.

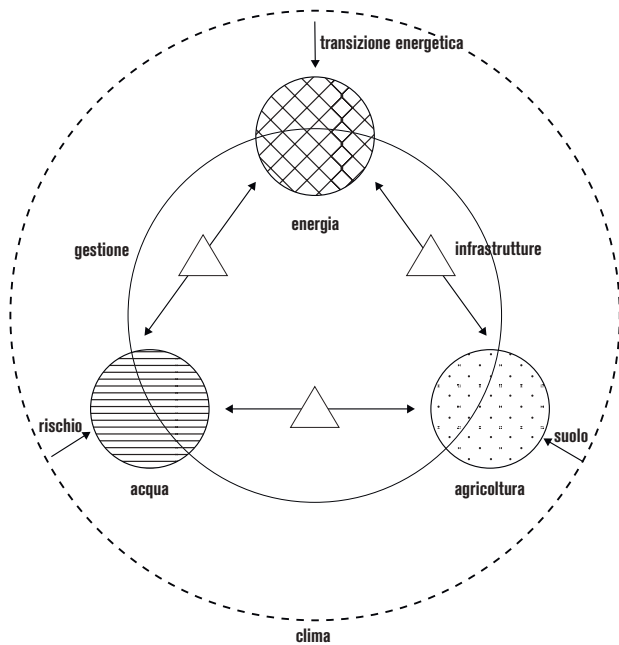


Clima, risorse e gestione integrata: una visione sistemica

I quattro grafici descrivono l'evoluzione delle relazioni tra clima, acqua, energia e agricoltura secondo l'approccio Water-Energy-Food Nexus (WEF). Nel diagramma A, il clima influenza direttamente i tre settori, strettamente interconnessi, generando una forte interdipendenza nell'uso delle risorse. Nel diagramma B si evidenziano gli impatti climatici: aumento del rischio idraulico per l'acqua, degrado del suolo e calo di produttività in agricoltura, difficoltà nella produzione e



C



D

gestione dell'energia. Nel diagramma C viene mostrato il ruolo cruciale delle infrastrutture che collegano e sostengono questi sistemi, ma che risultano anch'esse vulnerabili agli effetti del clima. Infine, Nel diagramma D, emerge come solo una gestione integrata e coordinata possa garantire sicurezza idrica, energetica e alimentare, superando approcci frammentati e rafforzando la resilienza complessiva.

Capitolo 1

Anatomia del Nord Adriatico

Il primo capitolo ha una funzione analitico-diagnostica del paesaggio di bonifica del Nord Adriatico. La domanda a cui cerca di rispondere è: *quali condizioni fisiche, dispositivi infrastrutturali e logiche funzionali hanno dato forma all'attuale configurazione del territorio, e in che modo esse ne determinano oggi la vulnerabilità sistemica?* Il Golfo di Venezia viene esplorato come territorio-macchina: un sistema profondamente artificiale, generato e sostenuto da dispositivi idraulici, energetici e agricoli interdipendenti. La sua abitabilità non è un dato naturale, ma il prodotto di una costruzione tecnico-politica di lunga durata, continuamente mantenuta. Il capitolo si articola in due sezioni. La prima, descrittiva 1.1 Dissezione di un paesaggio, si compone di tre momenti: L'ossatura geologica e la rete idraulica, che ricostruisce piattaforma sedimentaria, dinamiche lagunari e macchina di bonifica; Il sistema nervoso: il paesaggio energetico, che legge il territorio come infrastruttura energeticamente assistita entro la petroleumscape; Il metabolismo produttivo: il sistema agro-alimentare, che mostra il nexus acqua-energia-cibo alla base della specializzazione agraria di pianura. La seconda sezione, problematicizzante 1.2 Patologie di un organismo territoriale, indaga la sintomatologia di un territorio esposto-subsidenza, salinizzazione, arretramento costiero, innalzamento del mare-e la reazione autoimmune legata a dipendenze energetiche, lock-in infrastrutturali e circoli viziosi acqua-energia. In chiusura, una serie di schede e mappe di delayering visualizza i dispositivi e le loro relazioni. La metodologia è multi-scalare e inter-disciplinare (cartografie storiche e tecniche, dati ambientali e climatici, osservazioni di campo, fonti d'archivio e materiali iconografici). Obiettivo non è solo descrivere lo stato di fatto, ma far emergere le fragilità sistemiche e le interdipendenze che rendono oggi questo paesaggio vulnerabile agli shock ambientali, energetici e climatici.

1.1 DISSEZIONE DI UN PAESAGGIO

L'Ossatura Geologica e la Rete Idraulica

Il Nord Adriatico rappresenta uno degli ambienti più dinamici e complessi del Mediterraneo, caratterizzato da una transizione perpetua tra terra e mare. Questa vasta piattaforma continentale, con una profondità che raramente supera i 35 metri (Trincardi et al., 2014), ha subito nel corso dei millenni trasformazioni significative, modellata sia da processi naturali sia dall'intervento umano. I territori ai margini delle lagune, delle coste e dei delta dei fiumi, sono per loro natura territori in continua modificazione e transizione. Questa regione non è soltanto uno spazio geografico, ma un vero e proprio palinsesto storico e culturale, dove le interazioni tra uomo e natura hanno plasmato il paesaggio e le sue funzioni territoriali (Pievani & Varotto, 2021). Il Nord Adriatico è definito dalla sua piattaforma sedimentaria di bassi fondali, articolata in una varietà di ambienti costieri e lagunari. Le coste occidentali sono dominate da spiagge sabbiose e lagune che coprono complessivamente circa 1.000 km². Tra queste, la Laguna di Venezia è la più estesa, con circa 550 km², seguita dalla Laguna di Grado-Marano, che si estende per circa 160 km², e dalle Valli di Comacchio, che occupano circa 110 km² (ISPRA, 2011). La costa orientale, in contrasto, è caratterizzata da scogliere e falesie rocciose che si sviluppano lungo l'Istria e la Dalmazia. I sedimenti fluviali, trasportati dai grandi corsi d'acqua dell'Italia settentrionale, contribuiscono a modellare il paesaggio costiero e lagunare. Il fiume Po, il principale contributore, apporta ogni anno circa 13 milioni di tonnellate di sedimenti (Kettner & Syvitski, 2008) e ha una portata media annua di circa 1.470 m³/s, rappresentando il 50% del deflusso fluviale complessivo della regione¹. Altri fiumi significativi includono l'Adige, con una portata di 200 m³/s, il Brenta (170 m³/s), il Piave (140 m³/s) e il Tagliamento (90 m³/s). Questi corsi d'acqua trasportano non solo acqua e sedimenti, ma anche nutrienti che alimentano gli ecosistemi costieri e lagunari. Le dinamiche sedimentarie sono ulteriormente influenzate dai venti dominanti, come la Bora con raffiche che superano i 100 km/h e lo Scirocco, che regolano la distribuzione dei depositi lungo la costa e la morfologia delle spiagge (Poulain, 2001). La storia geologica di questa regione è strettamente legata ai processi climatici globali che hanno caratterizzato il Quaternario. Durante il massimo glaciale, circa 20.000 anni fa, il livello del mare era circa 120 metri più basso rispetto a oggi, e una vasta pianura alluvionale, nota come "grande pianura adriatica", si estendeva nell'attuale bacino sommerso (Lambeck et al., 2014). Questa pianura, alimentata dai grandi fiumi dell'area, era caratterizzata dalla formazione di delta interni e da un paesaggio fluviale estremamente complesso. Con la fine della glaciazione e il conseguente scioglimento delle calotte polari, il livello del mare cominciò a salire rapidamente, sommergendo progressivamente la pianura trasformandola in una piattaforma continentale (Fontana & Ronchi, 2021). Tra circa 7.500 e 5.500 anni fa, il livello marino si stabilizzò, consentendo la formazione di eco-

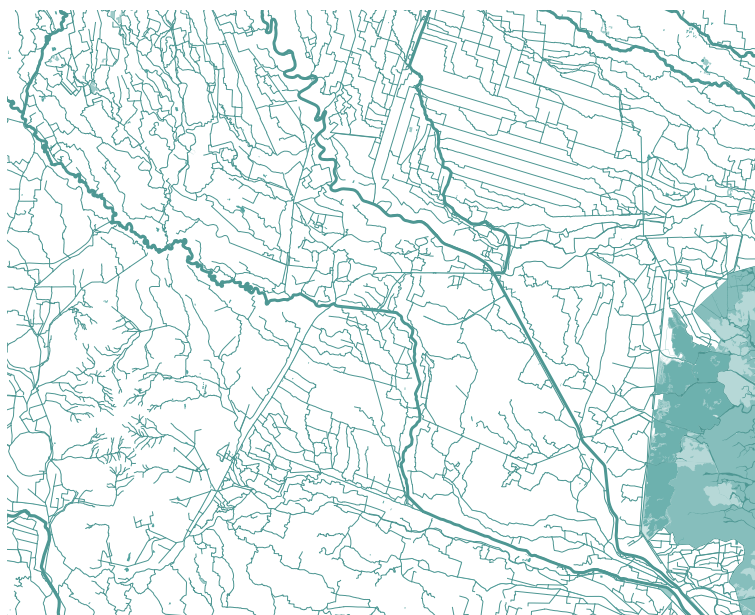
¹ Questa sedimentazione è cruciale per mantenere la stabilità morfologica delle lagune e contrastare l'erosione costiera. Tuttavia, la regolazione dei corsi d'acqua e le dighe ne hanno ridotto l'apporto, esacerbando fenomeni di subsidenza e aumentando i costi per interventi di ripristino delle aree costiere.

sistemi lagunari e delta fluviali. Questo processo fu accompagnato da una complessa interazione tra gli apporti fluviali dei grandi corsi d'acqua, la subsidenza naturale e le variazioni del livello marino, che portarono alla configurazione paesaggistica attuale. La Laguna di Venezia e altre lagune del Nord Adriatico sono il risultato di questi processi, che hanno modellato un mosaico di ambienti transizionali tra terra e mare, inclusi canali, barene e zone tidali (Fontana & Ronchi, 2021). Prima dell'industrializzazione, il paesaggio del Nord Adriatico era dominato da estesi sistemi di zone umide e foreste ripariali, che fungevano da ammortizzatori naturali contro inondazioni e intrusioni saline. Tuttavia, già in epoca romana, iniziò un processo di trasformazione territoriale con opere di regolazione fluviale e bonifica delle aree paludose, finalizzate a sostenere l'agricoltura e l'urbanizzazione (Corrò & Vinci, 2021). A partire dal Medioevo, l'uomo iniziò a trasformare il paesaggio del Nord Adriatico attraverso opere di bonifica. I monaci benedettini introdussero le prime tecniche di drenaggio per rendere coltivabili le aree paludose (Carbognin et al., 2004). Durante il Rinascimento, le bonifiche assunsero un carattere più sistematico, grazie alla costruzione di canali e argini e al perfezionamento della dottrina idraulica. Nei secoli XVIII e XIX, l'avvento delle idrovore permise di prosciugare vaste aree, portando alla bonifica di circa 3.500 km² di zone costiere (Magnabosco, 2021). Oggi l'intero sistema idraulico del Veneto si estende su una superficie di circa 1.182.000 ettari, articolato in una rete di oltre 25.000 chilometri di canali. Le aree a scolo meccanico – pari al 38% della superficie complessiva dei comprensori consortili – coprono circa 455.000 ettari, a conferma del ruolo centrale del drenaggio artificiale per la salvaguardia di vaste zone bonificate. All'interno di queste, circa 70.000 ettari, equivalenti al 32% delle aree urbane dei comprensori, sono gestiti da sistemi di scolo meccanico o alternato. Il funzionamento di questa infrastruttura capillare è garantito da circa 400 impianti idrovori, che operano in sinergia con argini, chiuse e canali di collegamento.

Questa rete idraulica risulta particolarmente determinante nelle province di Venezia e Rovigo, dove oltre il 60% delle superfici ricade in zone di bonifica a scolo meccanico. Qui la vulnerabilità idraulica è elevata e la dipendenza da sistemi di drenaggio e controllo è strutturale: idrovore, argini e canali operano in modo pressoché continuo per mantenere asciutte le aree agricole e urbane, con un fabbisogno energetico costante. Al contrario, province come Belluno e Verona, prive di aree a scolo, presentano consumi idraulici ridotti e una maggiore incidenza di produzione energetica da fonti rinnovabili, in particolare l'idroelettrico.

Questa articolata geografia infrastrutturale e funzionale non si limita a mostrare differenze nella gestione dell'acqua, ma rivela il legame strutturale – spesso invisibile – tra la macchina idraulica e il sistema energetico che ne garantisce il funzionamento. Un rapporto di dipendenza che, come si vedrà nel paragrafo successivo, costituisce una chiave di lettura essenziale per interpretare la complessità del

sistema territoriale. Questa stessa complessità, frutto della stratificazione di processi naturali e interventi antropici, cela al suo interno fragilità profonde, che saranno affrontate nella parte conclusiva del capitolo.



Delaying della mappa del Golfo di Venezia: la rete idraulica

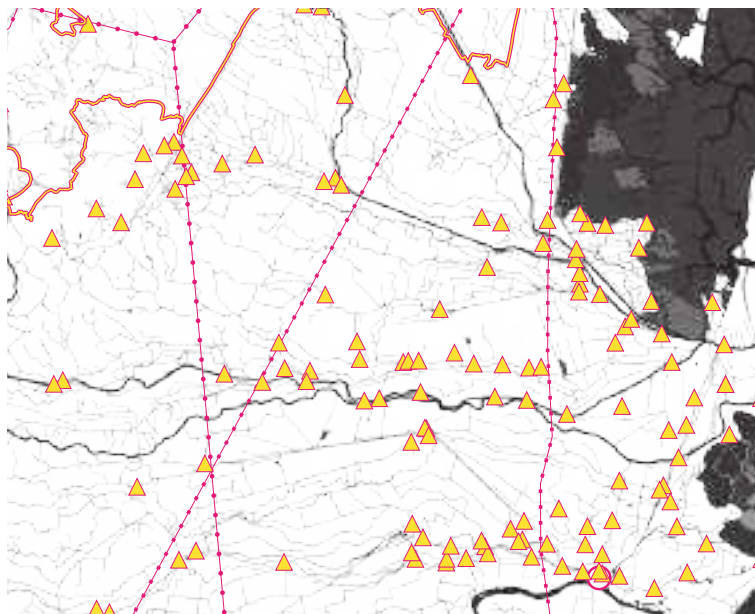
Il Sistema Nervoso: il Paesaggio Energetico

La relazione tra energia e territorio rappresenta un nodo cruciale per comprendere le trasformazioni economiche, sociali e ambientali che hanno plasmato il Nord Adriatico. I sistemi energetici, insieme a quelli della mobilità e della comunicazione, costituiscono i pilastri fondamentali di ogni sistema socioeconomico; la loro trasformazione non solo modella i modelli produttivi e i tessuti urbani, ma determina la configurazione stessa del paesaggio (Rifkin, 2019). La storia di questo territorio è la storia di una transizione energetica: il passaggio, avvenuto tra il XVIII e l'inizio del XX secolo, dalla biomassa legnosa all'uso su larga scala dei combustibili fossili quali carbone, petrolio e gas naturale, ha concorso alla costruzione alle forme e all'organizzazione del paesaggio attuale. Questa evoluzione, che riflette un percorso di sfruttamento delle risorse naturali reso possibile dalla capacità tecnica di imprimere trasformazioni attraverso energie diverse da quella manuale o animale (Polanyi, 1983), ha trasformato da un lato il significato del nostro contatto con la natura; dall'altro ha reso l'ambiente un prodotto storico stratificato (Bevilacqua, 1996), un palinsesto in cui le tracce del passato influenzano il presente. Il ruolo dei sistemi energetici nella configurazione territoriale diventa particolarmente evidente nei territori

marginali e di transizione, come quelli del Golfo di Venezia. In questi contesti, le bonifiche meccaniche lungo la costa del Nord Adriatico offrono un esempio significativo di come la disponibilità di nuove fonti energetiche abbia permesso di plasmare il paesaggio su una scala senza precedenti. Quello che si potrebbe definire il successo evolutivo del Nord Adriatico è in realtà la diretta conseguenza di questa escalation energetica e tecnologica, che ha permesso di rendere abitabili aree altrimenti soggette a inondazioni e subsidenza. Le fonti fossili hanno prodotto un palinsesto paesaggistico che viene definito da Carola Hein *petroleumscape*. Questo concetto evidenzia come le infrastrutture legate ai combustibili fossili uniscano dimensioni fisiche, professionali e sociali, modellando l'organizzazione del territorio e contribuendo a creare interdipendenze che definiscono le relazioni tra energia e paesaggi. Rania Ghosn sottolinea come il sistema energetico abbia un impatto cruciale sullo spazio, intervenendo a livello di risorse, produzione, trasporto e consumo.

Il Veneto presenta una notevole diversità territoriale, con una gestione energetica che riflette la conformazione fisica della regione e la presenza di infrastrutture idrauliche complesse. Su una superficie complessiva di 1.834.500 ettari, circa il 40% è occupato da aree di scolo. Tra le province, Padova si estende su 214.290 ettari, di cui il 61,42% (131.620 ettari) è destinato a scolo; i consumi energetici totali della provincia ammontano a 5.200 GWh, mentre la produzione si attesta a 4.300 GWh, con un contributo del 25% da fonti rinnovabili. Venezia, con una superficie di 246.880 ettari, dedica 160.080 ettari (64,84%) alle aree di scolo; in questa provincia, i consumi energetici raggiungono 9.254 GWh, mentre la produzione è di 8.100 GWh, con una quota del 30% da fonti rinnovabili. Vicenza, con una superficie totale di 272.270 ettari, presenta solo 8.310 ettari (3,05%) destinati a scolo; i consumi energetici ammontano a 7.500 GWh, mentre la produzione raggiunge 6.200 GWh, di cui il 20% da rinnovabili. Verona, con i suoi 309.800 ettari, non possiede aree di scolo ma registra consumi di 8.900 GWh e una produzione di 8.400 GWh, di cui il 35% da fonti rinnovabili. Rovigo, al contrario, si distingue per la più alta percentuale di superficie a scolo: 159.300 ettari su 182.310 totali (87,38%); in questa provincia, i consumi energetici ammontano a 4.500 GWh, mentre la produzione è di 3.000 GWh, con un modesto contributo del 15% da rinnovabili. Treviso, con una superficie di 247.810 ettari, ha 31.830 ettari (12,85%) dedicati a scolo; qui, i consumi energetici sono pari a 6.800 GWh, mentre la produzione ammonta a 5.100 GWh, con una quota del 25% da fonti rinnovabili. Infine, Belluno, con i suoi 361.140 ettari, è priva di aree a scolo ma registra consumi di 3.200 GWh e una produzione di 4.500 GWh, con un contributo del 40% da energia rinnovabile principalmente grazie alla sua conformazione montuosa e alla presenza di impianti idroelettrici. Il settore agricolo veneto rappresenta circa il 2,8% del consumo energetico totale regionale, con un utilizzo complessivo di 810,5 GWh nel 2020.

I consumi agricoli risultano particolarmente elevati nelle province con una vasta superficie irrigua o bonificata, come Verona (258 GWh) e Treviso (190,7 GWh), seguite da Venezia (73,2 GWh) e Rovigo (63,2 GWh). Parallelamente, il settore legato alla raccolta, trattamento e fornitura di acqua richiede una quota significativa di energia: nel 2020, il consumo complessivo regionale in questo ambito ha raggiunto 345,9 GWh, con Padova (69,2 GWh), Treviso (64,3 GWh) e Vicenza (52,1 GWh) tra le province più energivore, mentre Venezia ha registrato un consumo di 12,9 GWh.



Delaying della mappa del Golfo di Venezia: il paesaggio energetico

Il Metabolismo Produttivo: il Sistema Agro-alimentare

Nel Veneto la lunga costruzione del suolo agricolo si riconosce nella trama delle bonifiche, nelle deviazioni dei corsi d'acqua e nella capillarità delle reti irrigue che hanno reso coltivabili terre basse e ambienti perilagunari. L'assetto odierno – campi regolari, capez-zagne, fossi e strade poderali – è l'esito di una modernizzazione che ha intrecciato governo delle acque e pratiche agrarie, fino a far coincidere paesaggio produttivo e paesaggio insediativo nella città diffusa (Bevilacqua, 1996; Zucconi, 2002). In questo senso l'agricoltura veneta non è soltanto un comparto economico, ma una vera infrastruttura di paesaggio che ordina lo spazio e ne scandisce i cicli. Tuttavia, questo impianto entra in frizione con una lettura più ecologica del territorio: se "coltivare" (*growing*) rinvia a un'assistenza alla crescita dentro relazioni di interdipendenza con i cicli ambientali, la realtà di pianura veneta mostra, soprattutto nelle aree di bonifica, un "fare" (*making*) di matrice industriale, in cui la logica monocolturale estensiva impone grammatiche operative e tempo-

2 Caranto: livello pedostratigrafico pleistocenico, a tessitura fine e consistenza elevata, che separa i sedimenti sabbiosi antichi dai limi e argille oloceniche; influenza fondazioni e drenaggi nell'area perilagunare (Mozzi, 2004).

rali al paesaggio, rendendo l'ossatura tecnica, dallo scolo all'irrigazione, condizione quotidiana della produttività (Bevilacqua, 2000; Ingold, 2000).

L'area perilagunare si legge come una soglia mobile fra terre coltivate e superfici d'acqua: canalizzazioni, valli da pesca, risaie di bassura e campi irrigui disegnano un gradiente continuo fra dolce, salmastro e marino. Questa configurazione è il prodotto di una razionalità idraulica – un paradigma fondato sulla separazione funzionale tra terra e acqua di cui si tratterà in modo più approfondito nel Capitolo 2 Razionalità: retrospettive e prospettive – che ha guidato a lungo la trasformazione di questi margini (De Marchi, 2021). Qui le caratteristiche pedologiche dettano vocazioni distinte: i suoli limoso-argillosi con falda superficiale sostengono i grandi seminativi irrigui; i dossi sabbiosi e i cordoni litoranei, più franchi al drenaggio, accolgono con maggiore frequenza vigneti e colture specialistiche; nel sottosuolo, il caranto² pleistocenico marca la discontinuità rispetto ai depositi olocenici e ricorda come l'attuale fertilità sia l'esito di una storia geologica recente amplificata dall'ingegneria idraulica (Mozzi, 2004; Regione del Veneto, 2015). A questa scala, la distribuzione effettiva delle colture segue tre gradienti operativi–soggiacenza idrica, tessitura dei suoli e posizione rispetto al reticolo delle acque: nelle bassure prossime a aste e collettori di bonifica si concentrano i comparti risicoli e, in continuità idraulica con la laguna, le valli da pesca; dove la granulometria si fa più franca (dossi di paleo-alveo, rialzi litostratigrafici, margini litoranei e insulari) si addensano orticole di pianura e di litorale, spesso in rotazione con cereali e leguminose o, localmente, in coltura protetta (INEA, 2011; Regione del Veneto, 2015).

Su questa cintura di contatto perilagunare, i suoli limoso-argillosi con falda superficiale sostengono soprattutto grandi seminativi irrigui–mais, frumenti autunno-vernini e soia–organizzati in ampie tessere regolari; nelle fasce litoranee e sulle isole si addensano orticole di pianura e di litorale, spesso in rotazione con gli stessi cereali e leguminose e, localmente, in coltura protetta. La soglia acqua-terra è leggibile anche come calendario cromatico: in primavera il luore metallico delle risaie allagate cede, in estate, al verde basso e uniforme del riso; tra giugno e luglio il mais stende il verde saturo delle grandi tessere; a inizio estate i frumenti virano al dorato paglierino; le orticole punteggiano, con macchie vivide e geometriche, i margini più asciutti.

A scala regionale, l'organizzazione idraulico-agraria ha una diffusione capillare: la superficie agricola interessata da bonifica è dell'ordine di 946.000 ha (≈80% della SAU), di cui circa 185.000 ha al di sotto del livello medio marino; la rete scolante pubblica supera i 13.000 km (Regione del Veneto, 2015). Su questa base fisica e idraulica si innesta un metabolismo agricolo fortemente specializzato. Nella pianura irrigua dominano le monoculture cerealicole e foraggere a servizio di uno zootecnico intensivo: il mais–destinato a granella e soprattutto a trinciato–raggiunge in alcune bonifiche

quote prossime alla metà della SAU; a esso si affiancano frumento tenero e duro e una soia in espansione quale alternativa tecnico-economica nelle rotazioni (Regione del Veneto, 2015). Le incidenze provinciali delle superfici a scolo meccanico confermano la concentrazione delle condizioni più gravose nella pianura orientale: Padova oltre il 61%, Venezia attorno al 65%, Rovigo oltre l'87%, a fronte di incidenze più contenute in Vicenza e Treviso e dell'assenza di aree a scolo in Verona e Belluno; su scala regionale, l'agricoltura assorbe una quota ridotta ma non trascurabile dei consumi elettrici (pompaggio e distribuzione), mentre in montagna pesano quote di produzione da fonti rinnovabili di matrice idroelettrica, a rimarcare l'interdipendenza operativa del nexus acqua-energia-cibo (Regione del Veneto, 2015; Terna, 2023). Una lettura di dettaglio dei soli suoli argillosi di pianura—dove la dipendenza dall'irrigazione è più marcata—restituisce circa 168.000 ha coltivati, di cui $\approx 95\%$ in classi irrigue: entro questo perimetro il mais occupa ≈ 69.800 ha ($\sim 41,6\%$), i cereali irrigui ≈ 29.600 ha ($\sim 17,6\%$), la soia ≈ 28.400 ha ($\sim 16,9\%$), mentre le orticole si dispongono sui margini meglio drenati. La scala produttiva recente conferma la specializzazione dei grandi seminativi: nel biennio 2022–2023 la produzione cerealicola regionale passa da circa 27,8 a oltre 33,3 milioni di quintali; la barbabietola cresce da $\sim 3,4$ a ~ 5 milioni di quintali; la soia mantiene volumi elevati (ISTAT, 2024). In controluce, il quadro descrittivo restituisce l'interdipendenza materiale tra soglia idrica, tessiture fini dei suoli di bonifica, infrastrutture collettive e ordinamenti irrigui che compongono la figura produttiva della pianura veneta (Regione del Veneto, 2015).

Sul piano operativo, l'irrigazione di piano e di soccorso costituisce il supporto principale dei seminativi di bassa pianura: il ristoro irriguo interessa complessivamente ~ 547.000 ha, mentre restano ampie superfici prive di servizio, più esposte all'aleatorietà produttiva; nelle aree soggiacenti al livello marino la combinazione scolo-irrigazione può assorbire fino a $\sim 10\%$ della PLV aziendale, a conferma del carattere infrastrutturale del metabolismo agro-idraulico (Regione del Veneto, 2015). È una continuità storica: già nelle bonifiche del Basso Piave, nel secondo dopoguerra, l'introduzione dei mais ibridi e la crescita delle reti irrigue consolidarono il granturco come coltura cardine, affiancata—con quote minori—da frumento, barbabietola e, sui lembi idonei, da vigneti in espansione (Zucconi, 2002). In sintesi, la combinazione tra soglia idrica, tessiture fini dei suoli di bonifica, infrastrutture collettive e ordinamenti irrigui produce il paesaggio agricolo della pianura veneta: un palinsesto produttivo in cui l'“ordine dei flussi”—acqua, nutrienti, biomasse—si rende visibile nella tavolozza stagionale delle colture e nella loro geometria. La razionalità idraulica e quella agricola, storicamente sovrapposte, spiegano insieme perché qui la produttività sia inseparabile dalla macchina di scolo e di adacquamento, e perché la monocoltura estensiva, pur efficiente, continui a dettare il ritmo visivo e operativo del paesaggio (Bevilacqua, 2000; Regione del Veneto, 2015).

Su scala regionale, l'agricoltura assorbe una quota ridotta ma non trascurabile dei consumi elettrici, in particolare nelle fasi di pompaggio e distribuzione idrica: un segnale misurabile dell'intreccio operativo tra apparato di bonifica, reti irrigue e ordinamenti colturali (Regione del Veneto, 2015; Terna, 2023). Più che “problematicizzare”, questi dati consentono di leggere con chiarezza il nexus acqua–energia–cibo che sostiene l'agro-paesaggio veneto contemporaneo: una macchina territoriale che trasforma l'energia in controllo dei livelli idrici, e il controllo idrico in regolarità produttiva e cromatica dei campi.

A margine di tale quadro, esperienze dimostrative–dalla conservation agriculture all'agricoltura di precisione–offrono indizi di evoluzione tecnica (mappe di prescrizione, riduzione delle lavorazioni, coperture permanenti, piccoli bacini di raccolta della pioggia) senza alterare, allo stato, l'impianto dominante del paesaggio colturale; casi come Vallevecchia e i progetti HelpSoil di Veneto Agricoltura saranno discussi più avanti in sede specifica³. Il profilo che emerge è quello di un paesaggio agricolo specializzato, retto da un'infrastruttura idraulica estesa e da pratiche irrigue differenziate per tessitura e quota, che rende visibile nello spazio–e leggibile nel colore–il metabolismo di una pianura costruita: un continuum nel quale genetica dei suoli, storia delle bonifiche e calendari colturali concorrono a una medesima figura territoriale, organizzata e riconoscibile nel tempo.



Delaying della mappa del Golfo di Venezia: il sistema agro-alimentare

1.2 PATOLOGIE DI UN ORGANISMO TERRITORIALE

Sintomatologia di un Territorio Esposto

L'epoca dell'Antropocene, definita da Crutzen (2011) come una fase in cui l'attività umana è diventata una forza geologica, ha profondamente alterato le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del pianeta. Questo concetto, nato nelle scienze naturali, si è esteso ad altre discipline, come la filosofia, la storia, l'economia e l'urbanistica, mettendo in luce come le interazioni tra uomo e ambiente siano ormai inseparabili (Chakrabarty, 2011). Queste trasformazioni locali si inseriscono in un contesto globale di cambiamenti climatici ed ecologici che stanno ridisegnando i territori. Lo studio del clima, sebbene complesso, offre un dato chiave che evidenzia l'urgenza della situazione: ogni 1000 miliardi di tonnellate di CO₂ accumulate in atmosfera portano a un incremento di circa 0,45°C nella temperatura globale, un fenomeno che rende le azioni di mitigazione sempre più difficili. Con le sue profonde implicazioni, l'Antropocene invita a riflettere sulle conseguenze delle nostre azioni e a intraprendere interventi che bilancino innovazione tecnologica ed equilibri naturali (Crutzen, 2011; Chakrabarty, 2021).

Come evidenzia Chakrabarty, il cambiamento climatico "rompe le cornici tradizionali degli storici" e rivela l'intreccio inscindibile tra storia umana e naturale. Non si tratta solo di affrontare problemi tecnici, ma di riconoscere che il cambiamento climatico è un wicked problem: un problema complesso e multidimensionale, privo di soluzioni semplici o definitive. Nel caso del Nord Adriatico, questa complessità si manifesta nella sovrapposizione delle fragilità naturali e di quelle indotte dall'uomo. Analizzare le trasformazioni di quest'area significa riconoscere come i processi naturali e antropici si intreccino in un equilibrio fragile, simbolo della costante tensione tra attività umane ed ecosistemi naturali, e come tali interazioni definiscano le sfide specifiche che questa nuova era comporta.

Il Nord Adriatico è caratterizzato da una morfologia di bassopiani costieri, ampie aree lagunari e territori deltizi che dipendono da sistemi idraulici complessi per mantenere un equilibrio funzionale. La combinazione di sedimentazione fluviale, subsidenza naturale, innalzamento del livello marino, ha creato un mosaico di ambienti che riflette un equilibrio delicato tra processi naturali e pressioni ambientali e sviluppo economico (Carbognin et al., 2004; ISPRA, 2011). Gli ecosistemi lagunari – come la Laguna di Venezia, le Valli di Comacchio e la Laguna di Grado-Marano – costituiscono un patrimonio di biodiversità e svolgono funzioni idrauliche cruciali, ma sono minacciati dall'innalzamento del livello marino e dalla subsidenza.

Le proiezioni dell'IPCC (2021) indicano che entro il 2100 il livello medio globale potrebbe aumentare di 0,5–1,1 metri. Secondo il rapporto più recente dell'IPCC (2021), la temperatura media del pianeta ha già superato di 1,09°C i livelli dell'era preindustriale, con un riscaldamento più marcato sulla terraferma (1,59°C) rispetto agli oceani (0,88°C). Inoltre, il documento evidenzia come, dal 1970 a

oggi, il riscaldamento sia stato più rapido di qualsiasi altro intervallo di 50 anni negli ultimi due millenni. Gli oceani, in particolare, hanno accumulato calore a una velocità mai vista negli ultimi 11.000 anni, ossia dalla fine dell'ultima glaciazione. Alcuni effetti di questi cambiamenti sono ormai irreversibili, mentre molti altri lo diventeranno se non si adottano misure immediate ed efficaci (Chakrabarty, 2011).

In alcune aree del Nord Adriatico, la subsidenza raggiunge i 3 mm/anno (Carminati et al., 2003), mentre nel Delta del Po può arrivare fino a 10 mm/anno (Cavallo, 2022), rendendo queste zone particolarmente vulnerabili alla sommersione. La perdita di sedimenti naturali, aggravata dalla costruzione di argini e dighe, riduce la capacità di rigenerazione costiera e intertidale e favorisce l'erosione (Bevilacqua, 2002; Kettner & Syvitski, 2008). In alcune località come Jesolo, Bibione e Caorle, i tassi di arretramento della linea di costa raggiungono i 2 metri all'anno.

A queste vulnerabilità intrinseche si sommano quelle create dall'azione umana. Secoli di bonifiche e trasformazioni idrauliche hanno ridotto drasticamente le aree umide, compromettendo la biodiversità e la resilienza idroecologica. Le zone umide, che fungevano da ammortizzatori naturali contro inondazioni e intrusione salina, sono state convertite in terreni agricoli o urbanizzati, diminuendo la capacità di adattamento del sistema. Un esempio emblematico è la Laguna di Venezia, dove le bonifiche e le deviazioni fluviali hanno ridotto la superficie lagunare e aumentato l'esposizione agli eventi estremi (Trincardi et al., 2014).

La subsidenza antropica, legata in particolare all'estrazione di acqua e gas dal sottosuolo (Bevilacqua, 1995), amplifica il rischio di sommersione. Le infrastrutture idrauliche – argini, idrovore e barriere mobili – sono indispensabili per mantenere asciutte le aree bonificate, ma comportano un elevato fabbisogno energetico e una dipendenza strutturale da sistemi di drenaggio meccanico. La gestione delle acque è quindi al centro di un circolo vizioso: richiede energia, la cui produzione da fonti fossili contribuisce al cambiamento climatico che a sua volta aumenta il fabbisogno di gestione idraulica.

Gli effetti combinati dell'innalzamento del mare e della subsidenza si manifestano con una crescente frequenza di inondazioni, che colpiscono sia le infrastrutture urbane che le aree agricole. Nelle aree di bonifica, dove i terreni si trovano spesso al di sotto del livello medio del mare, il rischio di sommersione permanente è concreto. Questi territori, frutto di secoli di interventi idraulici, dipendono da reti di canali e impianti idrovori che devono far fronte a carichi d'acqua sempre più elevati. Durante eventi estremi, come le alluvioni del 2010, il sistema idraulico ha mostrato segni di crisi, evidenziando la necessità di adeguamenti strutturali.

Dal punto di vista ecologico, il cambiamento climatico sta alterando profondamente gli equilibri degli ecosistemi costieri. Habitat cruciali come le barene lagunari, che offrono rifugio a numerose specie

animali e vegetali e svolgono una funzione di carbon sink, sono in rapido declino. Dal 1912 al 1996, la superficie complessiva delle barene nella Laguna di Venezia si è ridotta da 149 km² a soli 40 km² (Bevilacqua, 2002), a causa dell'erosione, della subsidenza e della riduzione dell'apporto di sedimenti. La loro perdita compromette la resilienza ecologica del sistema lagunare e aumenta la vulnerabilità delle comunità umane.

La riduzione delle precipitazioni estive, combinata con l'aumento delle temperature, sta diminuendo la disponibilità di acqua dolce, aggravando i conflitti tra i diversi settori economici, dall'agricoltura al turismo, fino agli usi industriali. La competizione per le risorse idriche è particolarmente acuta nelle aree di bonifica, dove le riserve sotterranee sono spesso contaminate dall'intrusione salina, limitando ulteriormente le opzioni per garantire un approvvigionamento idrico sostenibile (Magnabosco, 2022). Questi fenomeni, che si intrecciano con dinamiche economiche, sociali e politiche, evidenziano come il cambiamento climatico non sia solo una questione ambientale, ma anche una sfida di governance territoriale. La loro azione congiunta contribuisce a infragilire progressivamente i territori costieri, mettendo sempre più a rischio intere superfici urbanizzate, agricole e naturali.

Attraverso un'elaborazione GIS condotta a partire dalla sovrapposizione tra il Digital Terrain Model (DTM) del Triveneto e le banche dati relative all'uso del suolo, è stato possibile identificare con precisione le superfici potenzialmente esposte alla sommersione causata dall'innalzamento del livello marino. L'analisi restituisce un quadro di estrema vulnerabilità: oltre 2.700 km² di aree agricole risultano minacciate, corrispondenti alle aree più fertili e produttive della pianura veneta. Queste non rappresentano solo un comparto economico strategico, ma anche un patrimonio culturale e paesaggistico di rilievo, la cui perdita avrebbe ricadute significative sulla sicurezza alimentare e sulla filiera agroalimentare nazionale.

Accanto a queste, circa 850 km² di zone umide e lagunari – tra cui la Laguna di Venezia, Marano e Grado – sono interessate dal rischio sommersione. Si tratta di ecosistemi ad altissimo valore ecologico e funzionale, fondamentali per l'assorbimento delle mareggiate e la regolazione idraulica, già oggi sottoposti a pressioni antropiche e climatiche crescenti.

Infine, oltre 220 km² di aree urbane e industriali ricadono in aree vulnerabili. Tra queste si annoverano insediamenti produttivi ad alta densità, infrastrutture logistiche e portuali strategiche – come Porto Marghera – e un'estesa rete viaria e ferroviaria, la cui compromissione genererebbe effetti sistemici sull'economia e sulla mobilità dell'intera macroregione.

Questa lettura geospaziale conferma la molteplicità degli impatti derivanti dall'innalzamento del mare e ne evidenzia la natura multi-settoriale. Difendere, adattare o trasformare tali territori comporta un crescente dispendio di risorse materiali ed energetiche, aprendo la strada a una riflessione sul nodo energetico come elemento

4 Gli approcci dell'*urban political ecology* si sono sviluppati a partire dagli anni Settanta, in dialogo con la geografia radicale e la sociologia urbana neo-marxista, e hanno ripreso in modo esplicito l'intuizione lefebvriana della "produzione dello spazio" come esito delle contraddizioni del capitalismo (Lefebvre, 1970; Harvey, 1973). Su questa base si sono consolidate letture che interpretano l'urbanizzazione come processo socio-ecologico planetario, nel quale anche spazi apparentemente "esterni" alla città – foreste, deserti, oceani, atmosfere – vengono integrati nelle reti urbane globali (Brenner e Schmid, 2011). In tale prospettiva, il territorio non è un contenitore neutrale, ma il risultato di rapporti di potere e di processi di accumulazione, che plasmano risorse e ambienti secondo logiche di valorizzazione capitalistica.

strutturale della vulnerabilità territoriale e come snodo strategico per qualsiasi progetto di transizione.

Reazione Autoimmune: Dipendenza Energetica e Territori Incagliati

La questione energetica, già centrale nella gestione dei sistemi idraulici, assume in questo scenario una rilevanza strategica, poiché ogni ulteriore risposta tecnica, dalle idrovore ai sistemi di contenimento, comporta un aumento del fabbisogno energetico strutturale. Guardare all'energia non significa ridurre la complessità del *nexus* acqua–energia–cibo, ma riconoscere nell'energia il filo invisibile che connette le forme del vivente e dell'infrastruttura. In una prospettiva di ecologia politica e simpoietica (Haraway, 2016), l'energia diventa il medium attraverso cui leggere le relazioni di dipendenza e co-produzione tra umani e non umani, tra tecniche, risorse e ambienti. È il dispositivo che rende visibile l'intreccio materiale e politico su cui si fonda la vita dei paesaggi di bonifica.

È da questa condizione che si sviluppa la riflessione sul paesaggio energetico del Nord Adriatico e sul ruolo svolto dall'energia – in passato come oggi – nella configurazione, nella funzionalità e nella vulnerabilità di questo territorio. Come sottolinea McNeill (2000), il XX secolo ha vissuto una "Grande Accelerazione" tecnologica e infrastrutturale che ha trasformato radicalmente il rapporto tra società e natura.

Scondo le posizioni riprese dagli *urban political ecologists*⁴, che traggono ispirazione dalle teorie marxiste applicate alla natura e alla sua produzione sociale (Schmidt, 1971; Smith, 1984), i processi sociali e politici hanno modellato i paesaggi odierni, trasmettendo idee e significati culturali attraverso la forma che essi assumono (Daston, 2007). Nel Nord Adriatico, questo processo ha prodotto un paesaggio ibrido in cui infrastrutture idrauliche ed energetiche costituiscono un'unica macchina territoriale, vulnerabile agli shock climatici e alle crisi energetiche. Ripensare questo modello significa considerare il paesaggio come un palinsesto (Bevilacqua, 1996), risultato di stratificazioni storiche e tecnologiche, ma anche come un sistema aperto, capace di accogliere pratiche di adattamento, transizione energetica e rigenerazione ecologica. L'importanza di considerare il territorio come prodotto storico si riflette nella capacità di leggere il paesaggio come un palinsesto, un insieme di tracce del passato che continuano a influenzare il presente. Il capitale, come sostiene lo storico Chakrabarty, ha portato la società moderna alla dipendenza dai combustibili fossili, estraendo le fonti dalla natura e impattando profondamente sul cambiamento climatico. Questo fenomeno ha segnato un passaggio cruciale nella storia dell'umanità, intrecciando lo sviluppo economico con una crescente pressione ecologica sul pianeta. L'attenzione al tempo pone il presente in primo piano, un presente "spesso" nel quale si fa esperienza del divenire storico e si intravede l'avvenire. Se oggi è il rischio ecologico globale ad aver riportato il futuro al centro delle

nostre preoccupazioni, a Berger sembra invece sia l'accelerazione della storia a condurre l'interesse della società sul tema dell'avvenire e della sua costruzione. L'attuale transizione energetica è segnata da numerosi conflitti legati alla produzione, distribuzione e consumo delle risorse, nonché dall'interazione che le infrastrutture energetiche creano con il territorio circostante, generando una dimensione spaziale dell'energia invisibile nei discorsi del quotidiano (Ferrario e Castiglioni, 2017).

Negli ultimi anni, l'Italia ha vissuto un'accelerazione nel processo di transizione energetica, spinta da crisi geopolitiche e dall'urgenza climatica. L'invasione russa dell'Ucraina nel 2022 ha rappresentato un momento di svolta, esponendo la vulnerabilità del sistema energetico nazionale, storicamente dipendente dal gas naturale e, in particolare, dalle importazioni dalla Russia (40% nel 2021). Questo evento ha obbligato il Paese a ridefinire rapidamente le proprie strategie, adottando misure come il Decreto Energia (DL 17/2022) e il Decreto Ucraina (DL 14/2022), che hanno puntato sulla diversificazione delle forniture e sul potenziamento delle infrastrutture per il gas naturale liquefatto (GNL). Parallelamente, sono stati rafforzati gli accordi con Algeria, Azerbaijan e altri paesi, segnando un dimezzamento delle importazioni di gas russo già nel 2022. Questa transizione, tuttavia, non è priva di contraddizioni. Mentre cresce l'attenzione verso le fonti rinnovabili e l'efficienza energetica – con iniziative come il progetto Tyrrhenian Link e il Piano Nazionale di Contenimento dei Consumi di Gas – l'Italia continua a investire su infrastrutture legate ai combustibili fossili e come vedremo a breve a nuove concessioni per l'estrazione di idrocarburi, mettendo a rischio la coerenza con gli obiettivi climatici europei. La dipendenza strutturale dai combustibili fossili, nonostante gli sforzi per incrementare la produzione interna di energia rinnovabile, evidenzia un modello energetico che fatica a evolversi verso la sostenibilità, rimanendo ancorato a logiche di emergenza e breve termine.

In questo contesto nazionale complesso, il Nord Adriatico – che comprende regioni strategiche come Veneto e Friuli Venezia Giulia – riveste un ruolo cruciale ma ambivalente. Questa area non solo ospita infrastrutture energetiche di rilevanza nazionale, ma rappresenta anche uno snodo fondamentale per la transizione energetica italiana. Da un lato, il rigassificatore di Porto Levante e il gasdotto TAG (Trans Austria Gas Pipeline) sono stati vitali per garantire la sicurezza degli approvvigionamenti durante la crisi del gas, accogliendo flussi alternativi di GNL da Stati Uniti, Qatar e Algeria. Dall'altro, però, queste infrastrutture perpetuano la dipendenza dai combustibili fossili, rallentando il necessario passaggio a fonti più sostenibili. In termini economici, rappresentano un potenziale e colossale stranded asset: un bene destinato a una svalutazione prematura e imprevista nel momento in cui la transizione ecologica diventerà economicamente e politicamente inevitabile, trasformando un capitale fisico in una passività.

Nel 2022, il Veneto ha consumato circa 20.000 GWh di energia,

con una produzione locale che copriva solo il 30% del fabbisogno, rendendo necessarie importazioni significative da altre regioni e dall'estero (ISTAT, 2022; Rapporto Congiuntura, 2022). La distribuzione del consumo energetico evidenzia uno squilibrio significativo tra i settori, con l'industria che rappresenta oltre il 50% del consumo totale, seguita dal residenziale e dai servizi. Nonostante gli investimenti nelle rinnovabili, il mix energetico regionale è ancora dominato dal gas naturale, che costituisce circa il 45% del consumo totale. La necessità di accelerare la transizione verso fonti energetiche sostenibili è ulteriormente amplificata dagli obiettivi climatici del Green Deal europeo, che prevede una riduzione delle emissioni nette di CO₂ del 55% entro il 2030 (WWF, 2019). In un contesto caratterizzato da una crescente complessità ambientale e sociale, il paesaggio diventa un mediatore tra le esigenze economiche e le necessità ambientali, offrendo una prospettiva che supera le tradizionali dicotomie tra natura e cultura. Un approccio ecologico-politico può riconnettere i processi ecologici con le dinamiche politiche ed economiche, affrontando le disuguaglianze socio-ecologiche che caratterizzano l'attuale sistema energetico (Bandiera e Bini, 2020). In questo scenario, la transizione energetica rappresenta un'opportunità unica per ripensare le relazioni tra energia, spazio e società. Il caso del Veneto, con le sue vulnerabilità e potenzialità, si configura come un laboratorio ideale per sperimentare nuovi modelli di governance che integrino pianificazione territoriale, innovazione tecnologica e giustizia ambientale (McNeill, 2000; Rifkin, 2019). La gestione delle risorse naturali e delle infrastrutture energetiche non può essere separata dalla costruzione di una visione condivisa del futuro territoriale. La riflessione sul paesaggio energetico dei territori di bonifica si fonda su esperienze che hanno attivato processi di transizione ecologica, ambientale ed energetica attraverso scelte di governance che oscillano tra strategie di resistenza, adattamento o abbandono. L'attuale panorama delle politiche energetiche e ambientali pone in evidenza una serie di contraddizioni che meritano una riflessione critica. Un esempio emblematico è rappresentato dalla decisione di aprire nuove concessioni di ricerca di idrocarburi nel Nord Adriatico, facilitata dall'articolo 2 del Decreto Energia che modifica significativamente le normative vigenti, arretrando al 45° parallelo il divieto di coltivazione di idrocarburi nelle acque del golfo di Venezia e riducendo la distanza minima tra le trivelle e i confini della costa e delle aree protette da 12 a 9 miglia nautiche. Queste misure indicano un netto allentamento delle restrizioni, nonostante gli sforzi continui per controllare le emissioni di CO₂ attraverso diverse strategie e normative. La convinzione comune che l'Adriatico settentrionale sia esente da trivellazioni di idrocarburi è, in realtà, parzialmente inaccurata. Il divieto assoluto si applica solo al golfo di Venezia, che rappresenta circa un quinto dell'intera area settentrionale del mare. Di conseguenza, l'apertura a nuove trivellazioni in questa regione solleva serie preoccupazioni ambientali e sociali. È qui che la contraddizione diventa palese e si manifesta attraverso il fenomeno della subsidenza. Questa minaccia, già naturale per il Gol-

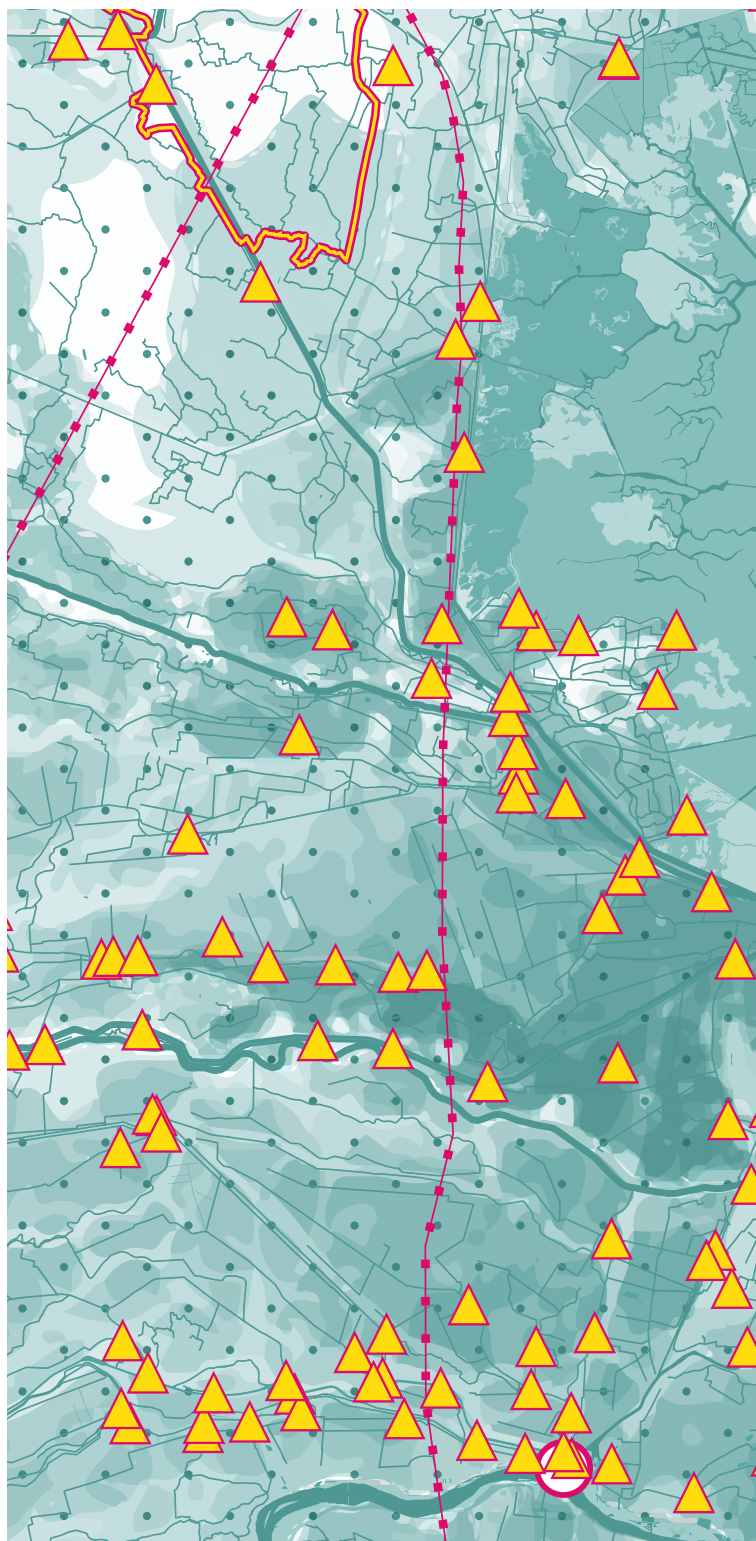
fo di Venezia, è stata storicamente aggravata proprio dall'estrazione di gas a partire dagli anni Venti. La decisione di continuare a investire su questo modello energetico innesca quindi un circolo vizioso insostenibile: si insiste su un'attività (l'estrazione) che ha contribuito a rendere il territorio più vulnerabile, aumentando il bisogno di infrastrutture di difesa (come le idrovore) che a loro volta richiedono sempre più energia per funzionare.

Le bonifiche dipendono strettamente dall'energia e creano un circolo vizioso in cui la gestione delle risorse idriche richiede risorse energetiche che, a loro volta, aggravano il cambiamento climatico (Novello e McCann, 2017). Le idrovore, strumenti indispensabili per il controllo delle acque nelle aree di bonifica, rappresentano un esempio emblematico della sfida energetica. Questi macchinari, estremamente energivori⁵, consumano enormi quantità di elettricità, incrementando la dipendenza da fonti non rinnovabili e contribuendo alle emissioni di gas serra (Consorzio di Bonifica Veneto Orientale, 2019). La sfida è duplice: garantire la sostenibilità operativa di queste infrastrutture e ridurre le emissioni associate al loro funzionamento. La dimensione spaziale dell'energia diventa cruciale per comprendere l'impatto delle idrovore, situate in aree strategiche e strettamente collegate alla gestione delle acque nei territori di bonifica. Il settore agricolo, in particolare, dipende fortemente da questi sistemi: l'energia necessaria per la gestione delle infrastrutture idrauliche rappresenta un elemento fondamentale per l'efficienza delle attività produttive, soprattutto nelle aree di pianura.

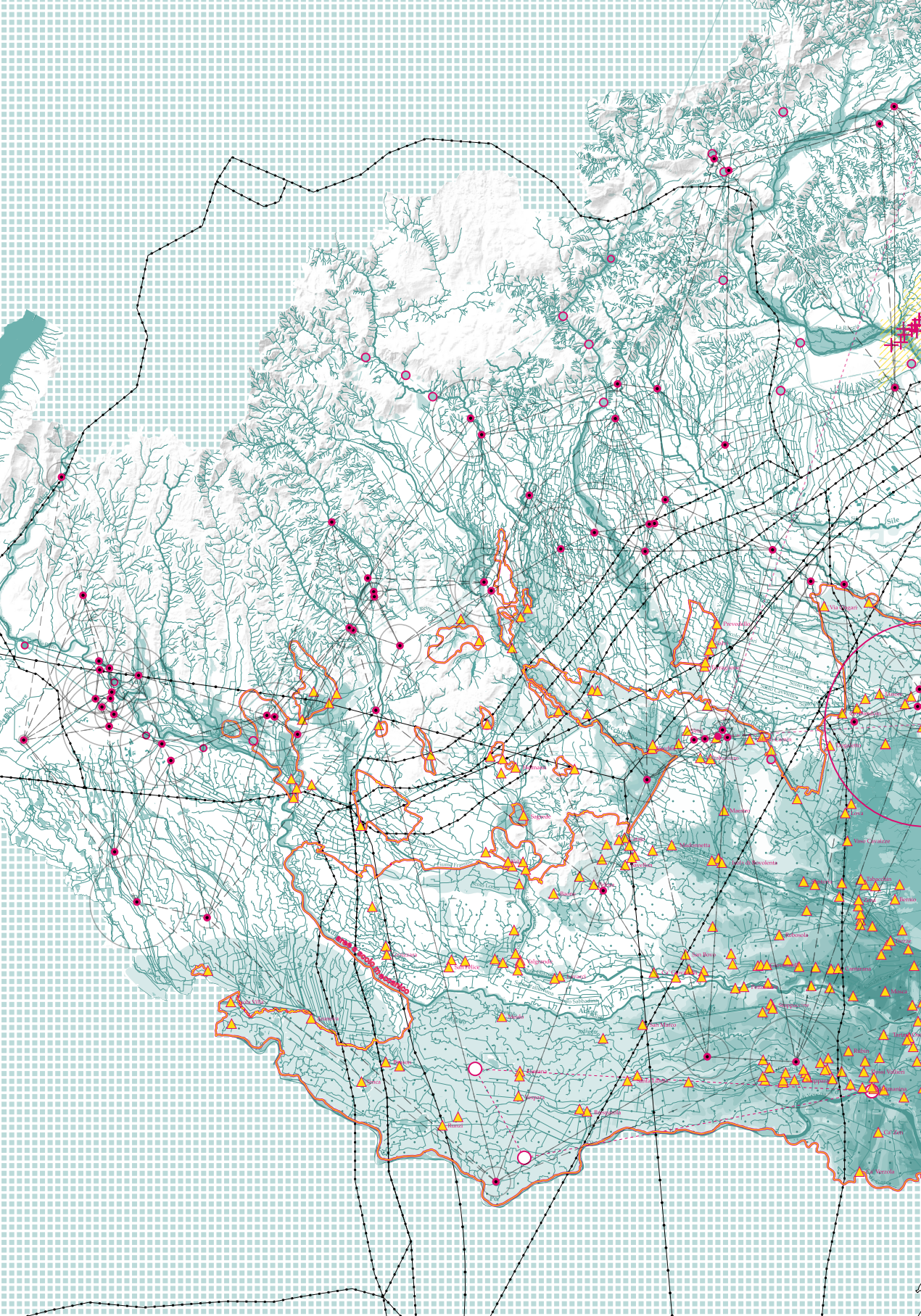
In questo contesto, appare evidente la necessità di ripensare i modelli di gestione territoriale, adottando un'ottica di transizione ambientale ed energetica. Integrare la dimensione paesaggistica nelle politiche energetiche significa riconoscere il valore dei paesaggi locali e delle comunità che li abitano.

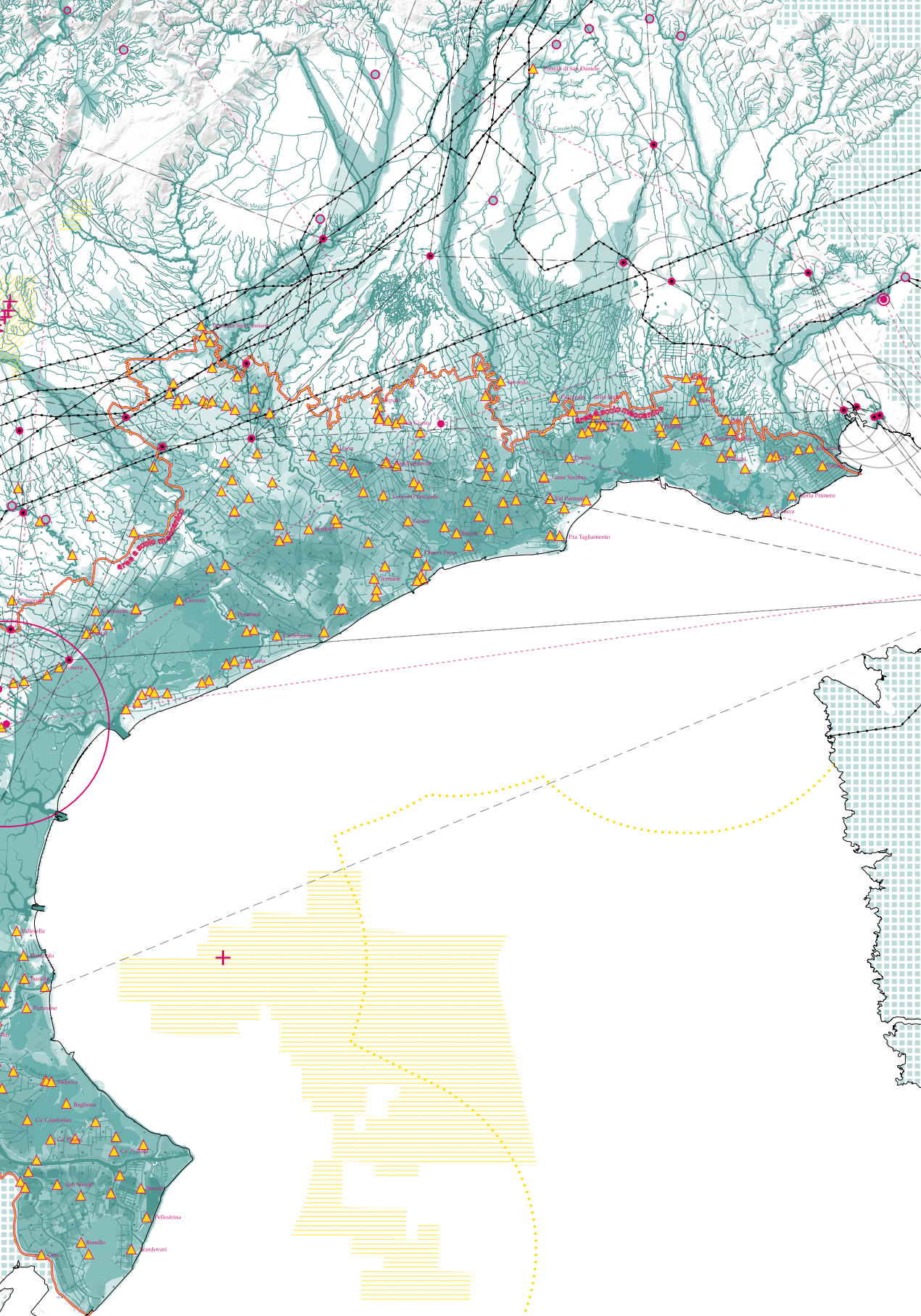
La rifunzionalizzazione del patrimonio deposito e la progettazione della transizione verso nuovi e differenti equilibri rappresenta una questione di crescente rilevanza nel campo della gestione territoriale e della pianificazione urbanistica che assumono un ruolo centrale sia come interpreti che come attori in questo processo (Montedoro and Russo, 2022). La transizione energetica del Nord Adriatico si configura come un laboratorio per lo studio dell'interazione tra infrastrutture energetiche, territorio e governance. Mentre le infrastrutture fossili, come rigassificatori e gasdotti, continuano a garantire la sicurezza energetica, perpetuano una dipendenza poco sostenibile. Parallelamente, la crescita delle energie rinnovabili e le politiche di diversificazione energetica sottolineano l'urgenza di un cambiamento strutturale. Tuttavia, il persistere di contraddizioni tra gli investimenti fossili e gli obiettivi climatici evidenzia la necessità di strategie integrate. Il Nord Adriatico, con le sue vulnerabilità, rappresenta un banco di prova per soluzioni innovative in materia di sostenibilità e resilienza, richiedendo un approccio multidisciplinare che combini pianificazione territoriale, giustizia sociale e innovazione tecnologica.

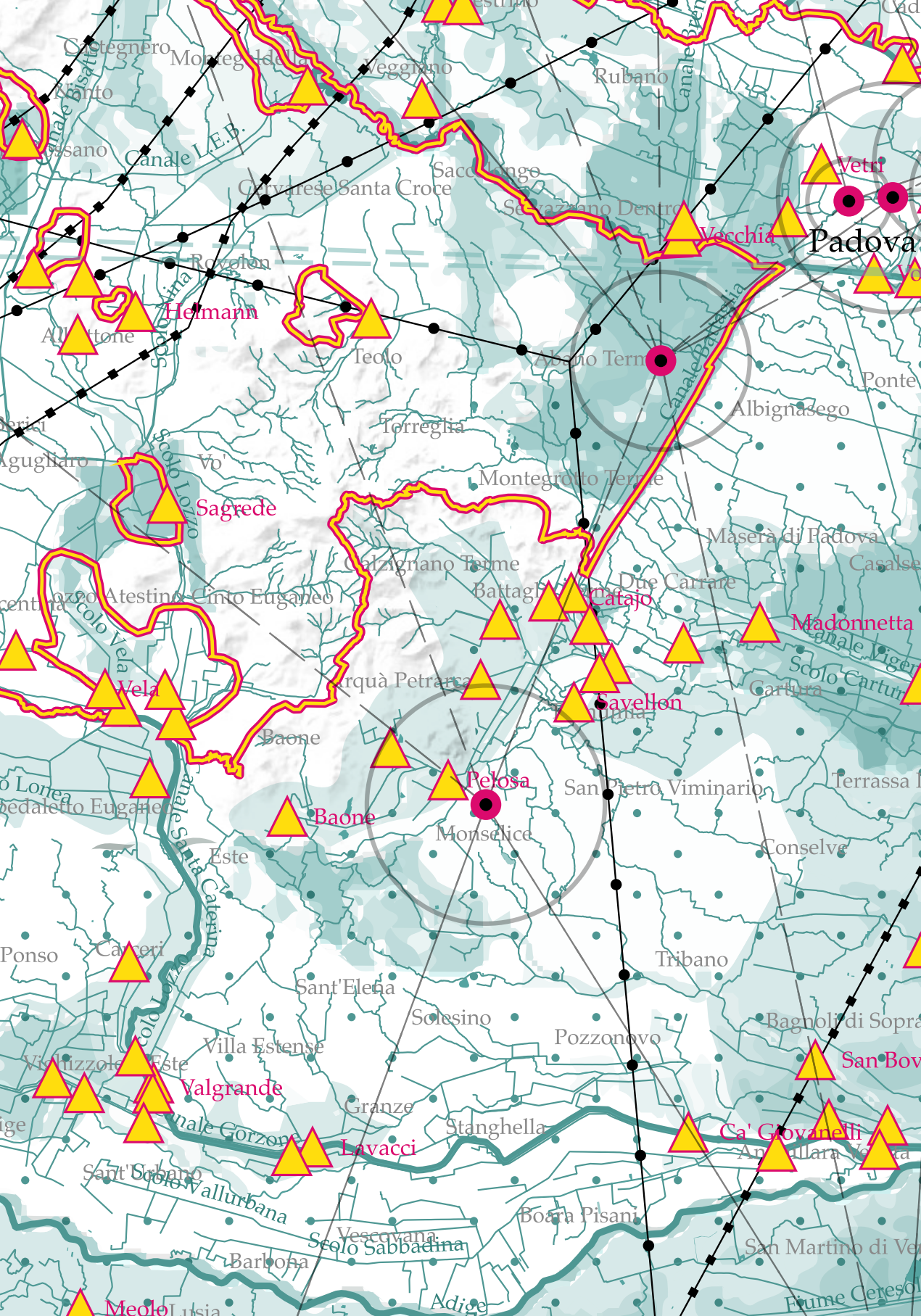
⁵ Il Consorzio di Bonifica Veneto Orientale è caratterizzato da 81 impianti di sollevamento che consumano mediamente 9.190.000 kWh/anno di energia elettrica. Il consumo di energia elettrica nel 2018 è stato di 10.917.561 kWh. Tutti gli impianti sono dotati di motori elettrici, tale scelta tecnologica ha consentito di realizzare una radicale trasformazione delle modalità di gestione dei sistemi di sollevamento attraverso l'automazione ed il telecontrollo. La potenza installata per tutti gli impianti è di circa 31.200 kW. Gli 81 impianti di sollevamento hanno una portata complessiva pari a circa 476 m³/sec. Il costo medio di energia all'anno per kWh è di 0,22 euro.



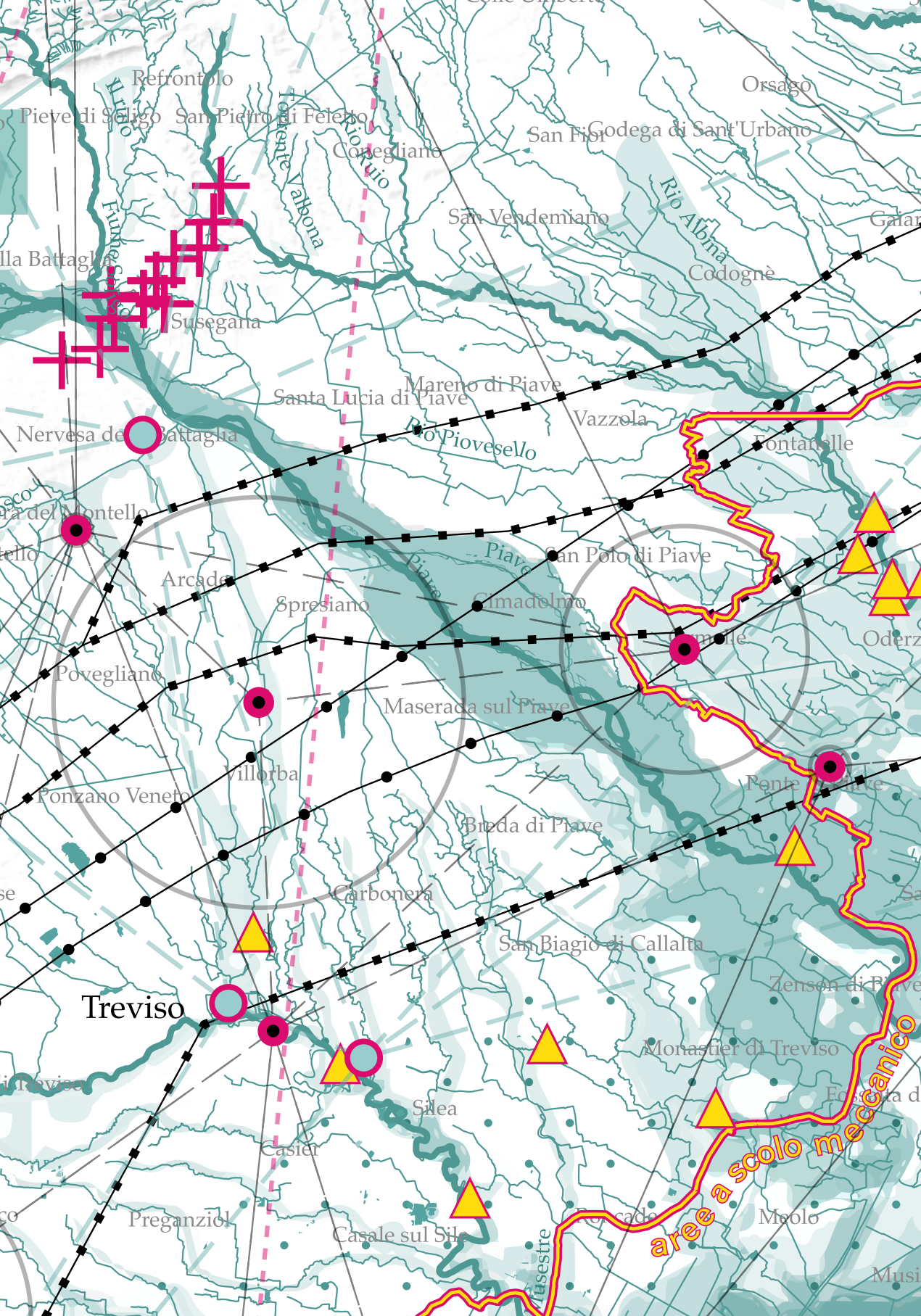
In questa pagina: Zoom della mappa del Golfo di Venezia.
Nelle pagine seguenti: mappa del Golfo di Venezia.

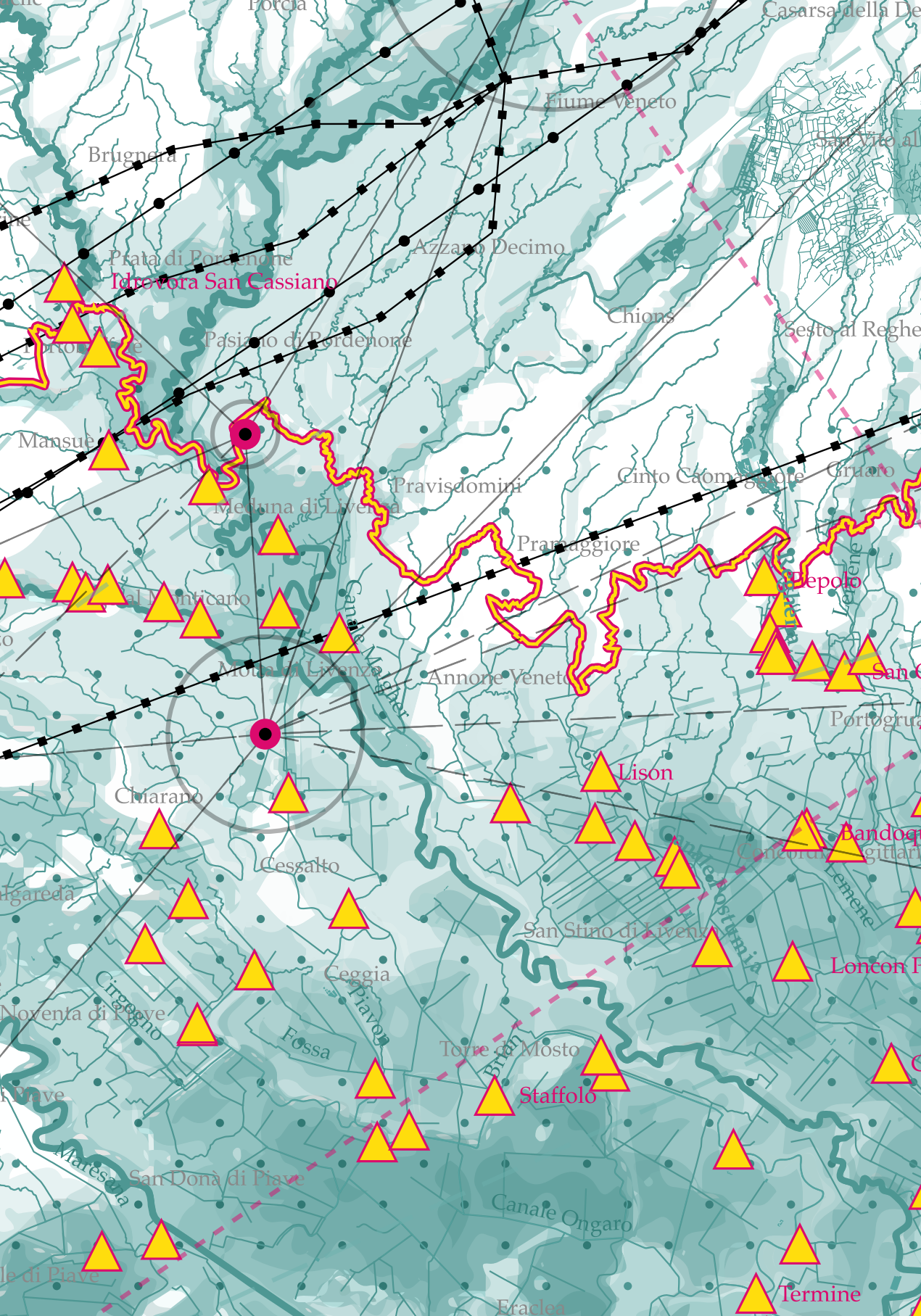


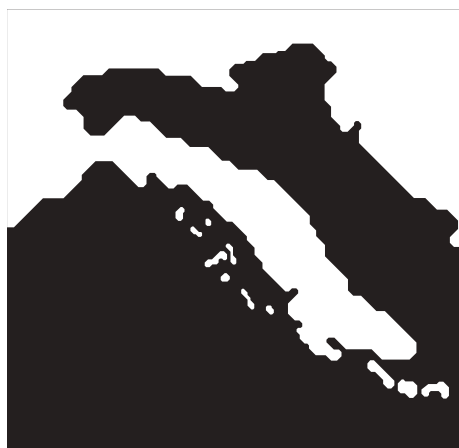




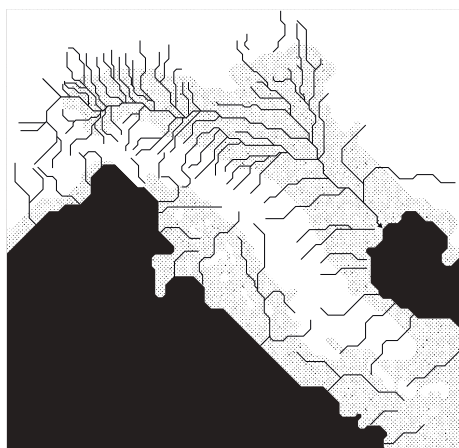






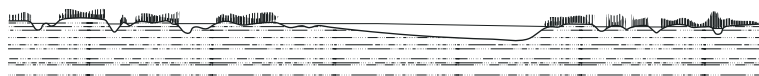


Oligocene, 30 milioni di anni fa. Durante questo periodo erano in corso processi geologici fondamentali che portarono alla formazione della catena appenninica e alla configurazione attuale del Mediterraneo.



Sei milioni di anni fa. Crisi di salinità del Messiniano dovuta ai movimenti tettonici associati alla collisione tra la placca africana e quella euroasiatica che ridussero progressivamente la connessione tra l'Oceano Atlantico e il Mediterraneo.

18 mila anni fa. Dominio fluvio palustre subsidente



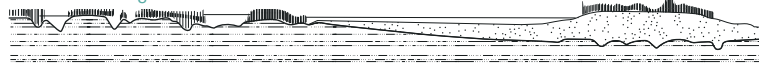
11 mila anni fa. Fase alluvionale postglaciale



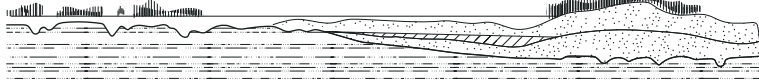
10 mila anni fa. Ritorno dell'ambiente fluvio palustre



6 mila anni fa. Ingressione marina oleocenica

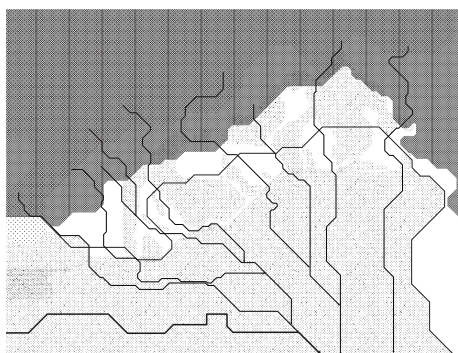


Oggi

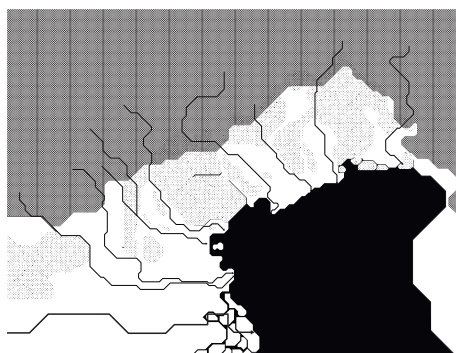


Origini geologiche della costa adriatica

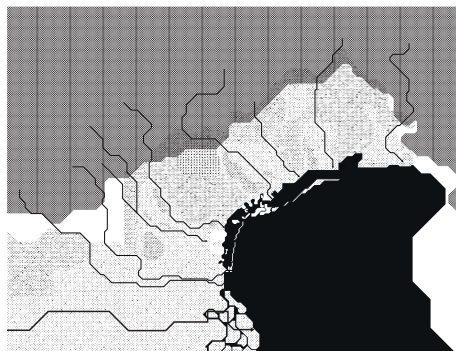
Circa 30 milioni di anni fa, la collisione tra la placca africana e quella euroasiatica diede inizio all'orogenesi appenninica, con il sollevamento di rilievi e l'accumulo di sedimenti nel bacino adriatico. Durante la Crisi di salinità del Messiniano, il Mediterraneo si isolò dall'Atlantico,



Sei milioni di anni fa. Crisi di salinità del Messiniano. Durante questo periodo il Nord Est italiano si presentava come una vasta pianura. A seguito dello scioglimento dei ghiacciai montani, ha avuto origine un sistema idrografico complesso che defluiva nel bacino del Mar Mediterraneo.

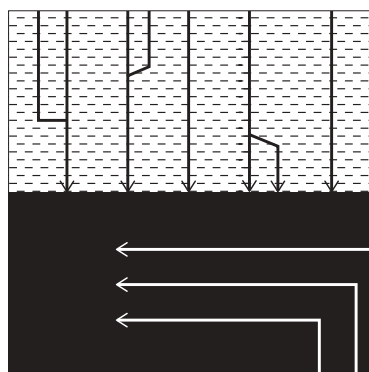


5,3 milioni di anni fa, evento Zancleano. l'isolamento del Mediterraneo si concluse con una inondazione catastrofica attraverso lo Stretto di Gibilterra: enormi volumi d'acqua atlantica si riversarono nel bacino a velocità stimata di decine di metri al secondo, riempiendo il Mediterraneo nel giro di poche settimane o mesi.

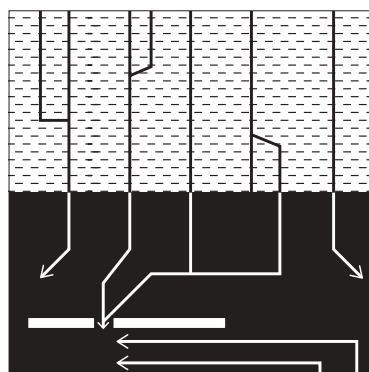


11 mila anni fa. La formazione della pianura avvenne gradualmente grazie al deposito dei detriti portati dai fiumi derivanti dallo scioglimento dei ghiacciai. Hanno avuto origine così zone con gradi differenti di permeabilità: a ridosso della zona montana l'alta pianura costituita da depositi di materiale grossolano e molto permeabile; verso il mare, la bassa pianura, caratterizzata da sedimenti più fini alternati a strati di materiale argilloso impermeabile.

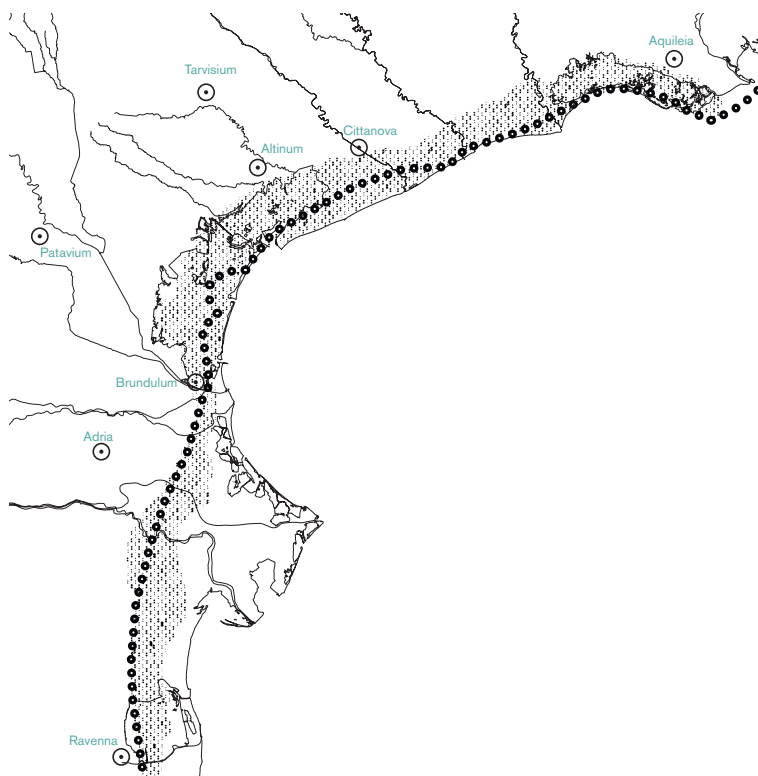
provocando un forte abbassamento del livello marino e la deposizione di spessi strati di gesso e salgemma. I fiumi incisero profondi canyon ora sepolti sotto l'Adriatico. Con l'evento Zancleano, una colossale inondazione atlantica riportò il mare nel Mediterraneo, avviando la formazione della Pianura Padana e della costa adriatica attuale.



Inizio dello scioglimento dei ghiacciai. Gli elementi continentali sono individuati dai fiumi, essenzialmente alpini



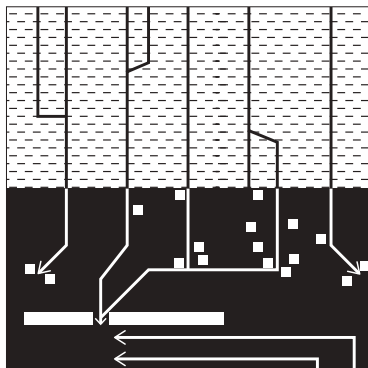
I fiumi con il loro fluire dai monti al mare, trasportano un gran quantità di sedimenti. Gli elementi marini, sono individuati dalle correnti del mare.



6000 anni fa. La linea di costa e i primi insediamenti

Genesi ed evoluzione delle lagune del Nord Adriatico

Dopo l'ultima glaciazione, la risalita del livello marino olocenico (7-6 mila anni fa) sommerse la vasta piana fluviale che occupava l'attuale Alto Adriatico. L'interazione tra i sedimenti portati dai grandi fiumi alpini e la dinamica costiera, fatta di onde, correnti e maree, portò alla formazione



Le correnti generate dai venti preponderanti che nell'alto Adriatico sono di due tipi, la bora da nord/est e lo scirocco da sud/ovest. Iniziano a formarsi le prime terre emerse.



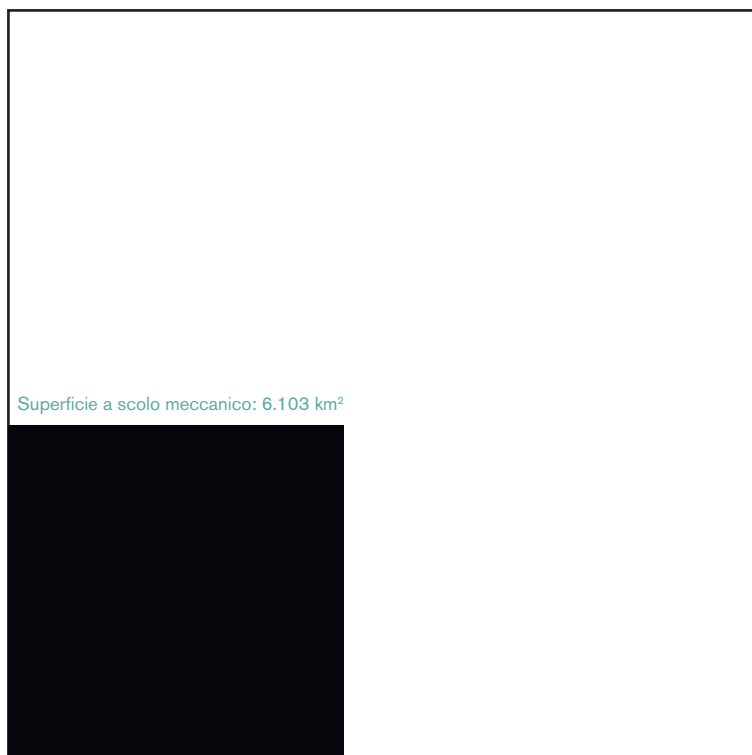
L'interazione di questi elementi predispone alla formazione di ambienti lagunari.



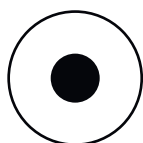
Attorno al 1300 d.C. a causa dei destituti portati dai fiumi, la laguna inizia ad interrarsi iniziando i primi interventi idraulici, al fine di conservare lo specchio lagunare.

di cordoni litoranei sabbiosi che isolarono bacini interni d'acqua salmastra. Questi ambienti, intrappolati dietro i lidi e collegati al mare da bocche di porto, diedero origine alle lagune costiere, come quelle di Venezia e Grado, poggianti sul livello di caranto, che segna il passaggio tra i depositi glaciali pleistocenici e quelli marini olocenici.

Superficie totale del Veneto: 18.399 km²



superfici artificiali
827,6 km²



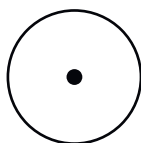
scolo meccanico
6.103,6 km²

superfici agricole
4.909,3 km²



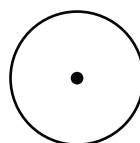
scolo meccanico
6.103,6 km²

territori boscati
86,2 km²



scolo meccanico
6.103,6 km²

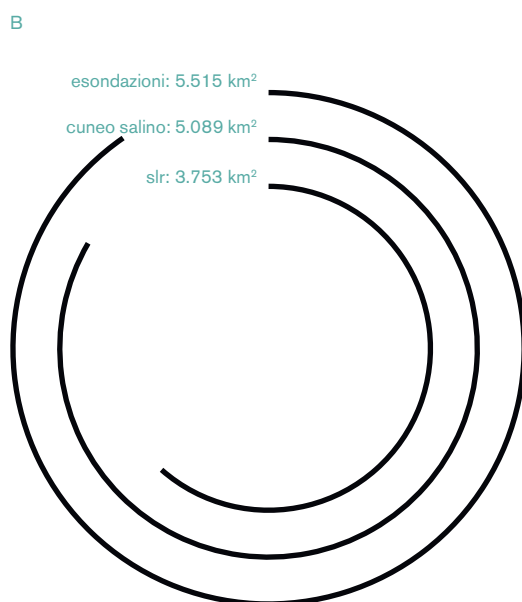
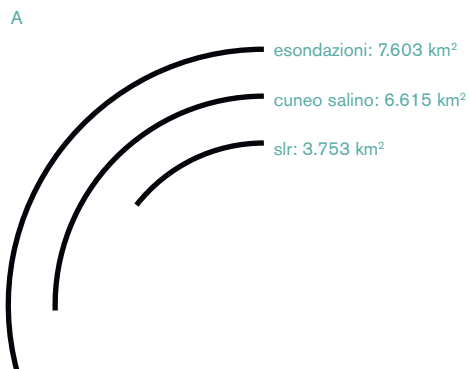
zone umide
55,3 km²



scolo meccanico
6.103,6 km²

Il territorio sotto gestione idraulica artificiale

L'immagine evidenzia la profonda trasformazione del paesaggio veneto: su un totale di 18.399 km², ben 6.103 km² – oltre un terzo della regione – sono mantenuti asciutti grazie a un sistema complesso di canali, argini e idrovore. Questo dato racconta la dipendenza del territorio da infrastrutture idrauliche, riflettendo sia l'ingegno umano nella conquista di nuove terre, sia la vulnerabilità di fronte a cambiamenti climatici e sfide energetiche poste dalle normative europee.



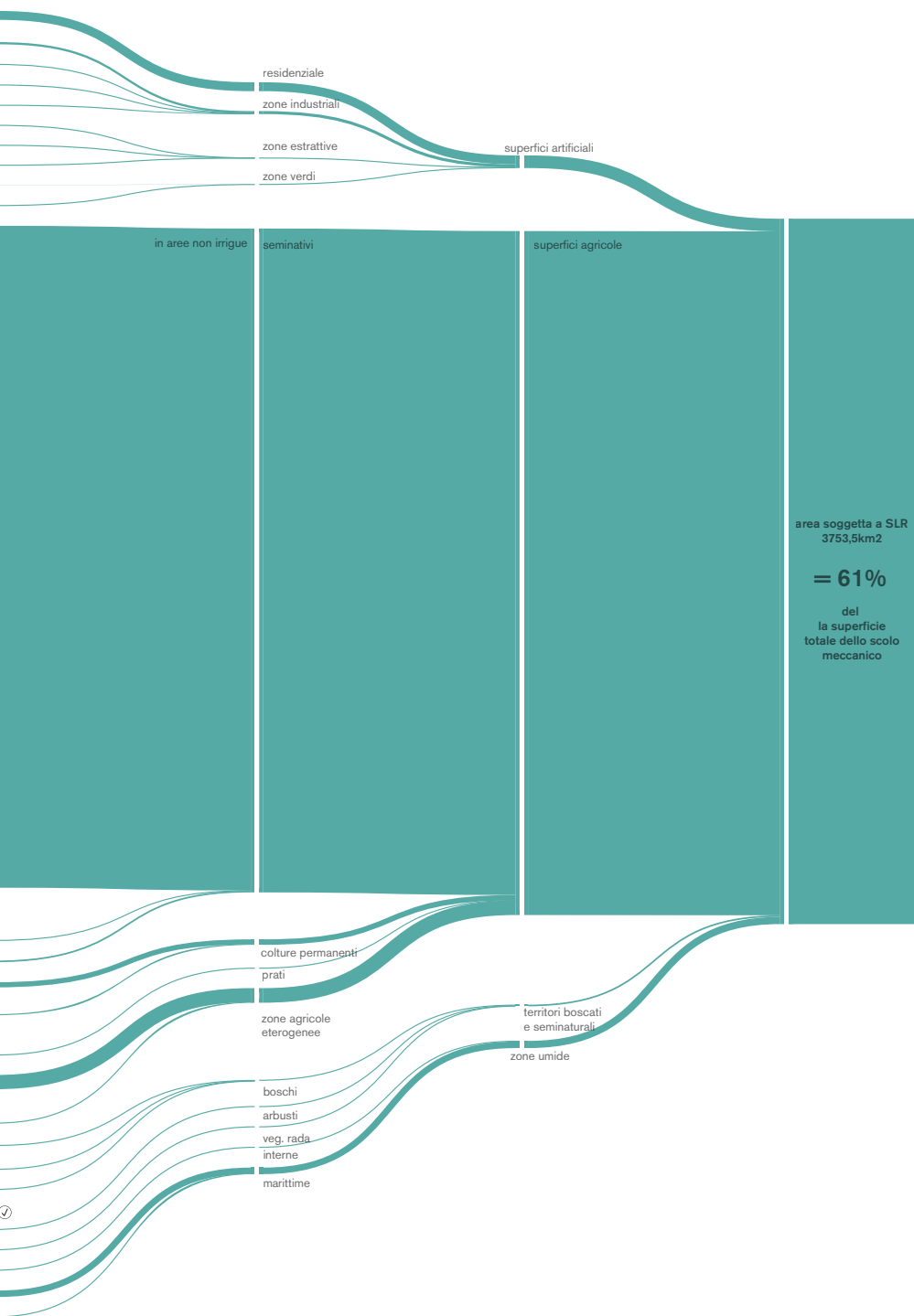
L'impatto del cambiamento climatico

Il grafico superiore (A) mostra la superficie totale del Golfo di Venezia soggetta a tre tipologie di rischio idraulico e ambientale: esondazioni fluviali, intrusione del cuneo salino e innalzamento del livello medio marino (slr). Il grafico inferiore (B) rappresenta la porzione di territorio che dipende da sistemi di bonifica meccanica per il mantenimento in asciutto, evidenziando l'elevata esposizione di queste aree a fenomeni idraulici e alla pressione del cambiamento climatico.

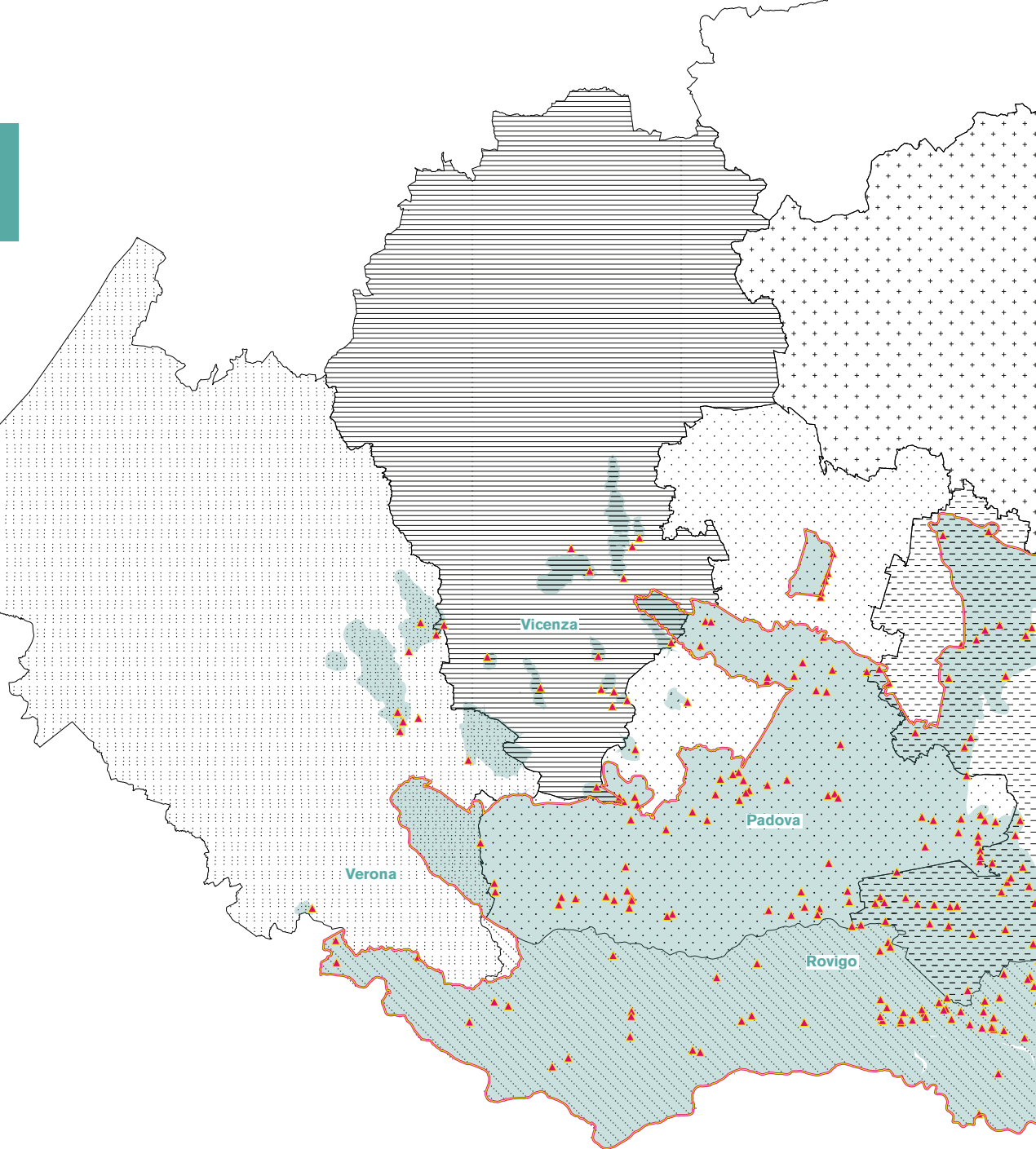


Trasformazioni del territorio a scolo meccanico

Il diagramma Sankey evidenzia come gran parte dei territori a scolo meccanico – 6.103,6 km², pari al 24% della superficie complessiva di Veneto e Friuli – sia a rischio sommersione marina.

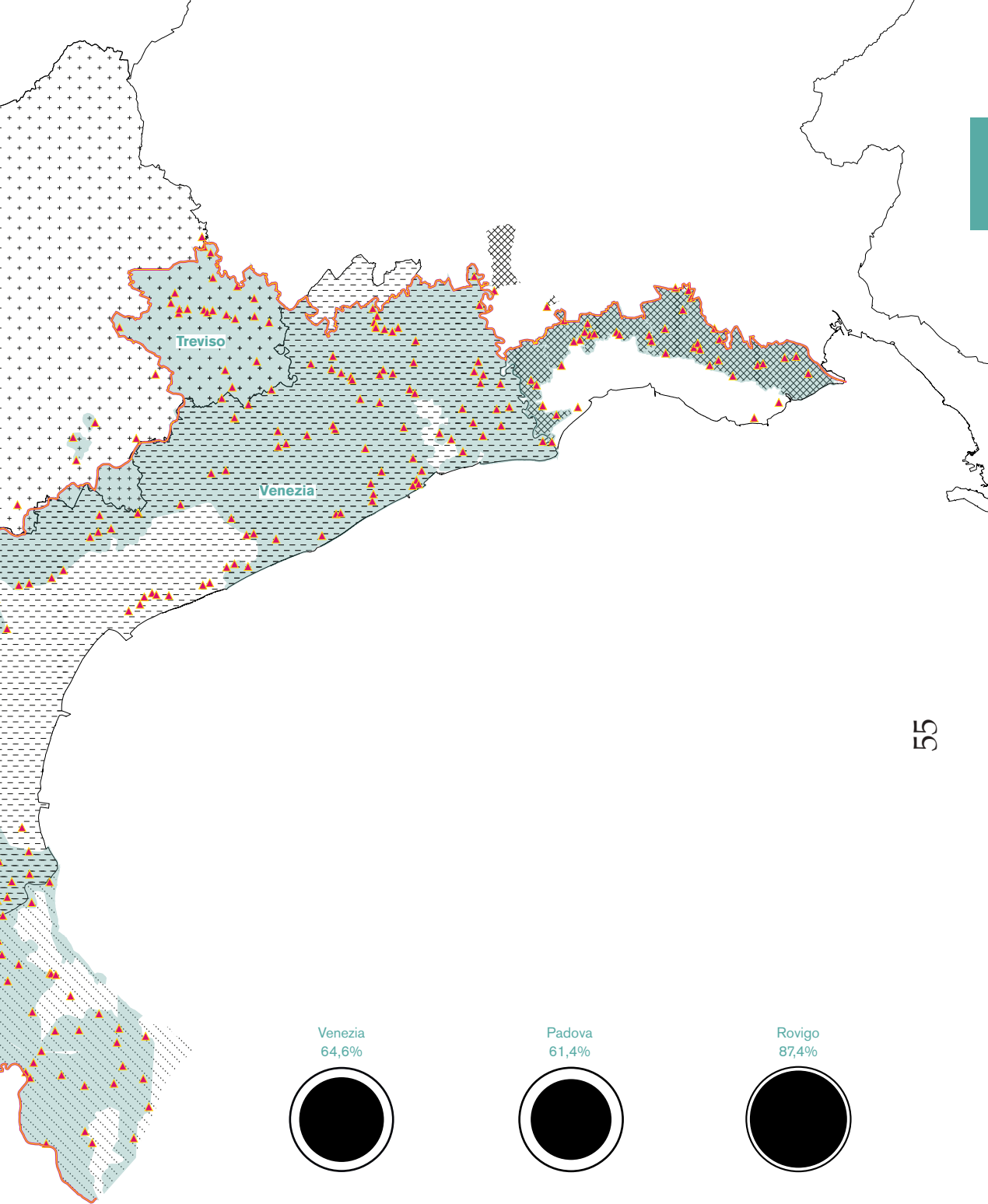


Di questa area, il 61% (3.753,5 km²) potrebbe essere allagato, con un impatto particolarmente grave sulle superfici agricole, risorsa centrale per l'economia e la gestione del paesaggio locale.

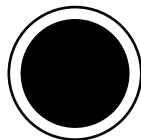


Superficie provinciale su scolo meccanico

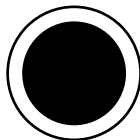
La mappa utilizza diversi retini per distinguere le province venete, mentre i diagrammi sottostanti confrontano i dati relativi allo scolo meccanico: i cerchi esterni rappresentano la superficie complessiva a scolo meccanico nella regione, mentre i cerchi interni indicano la quota di superficie a scolo meccanico di ciascuna provincia.



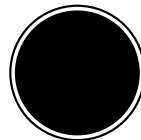
Venezia
64,6%



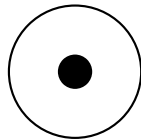
Padova
61,4%



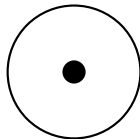
Rovigo
87,4%



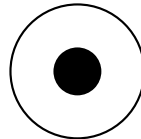
Verona
6,7%

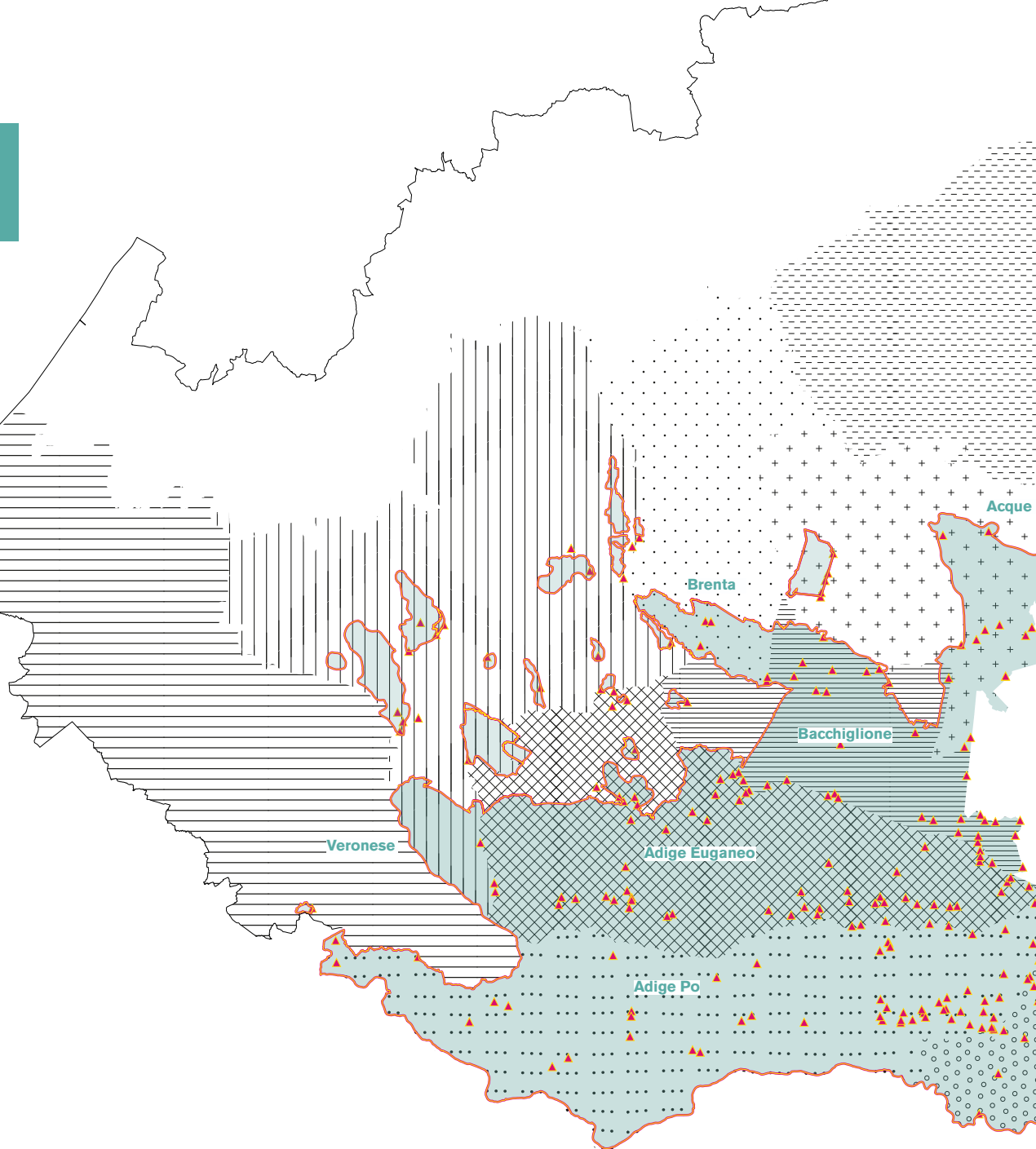


Vicenza
3,1%



Treviso
12,8%

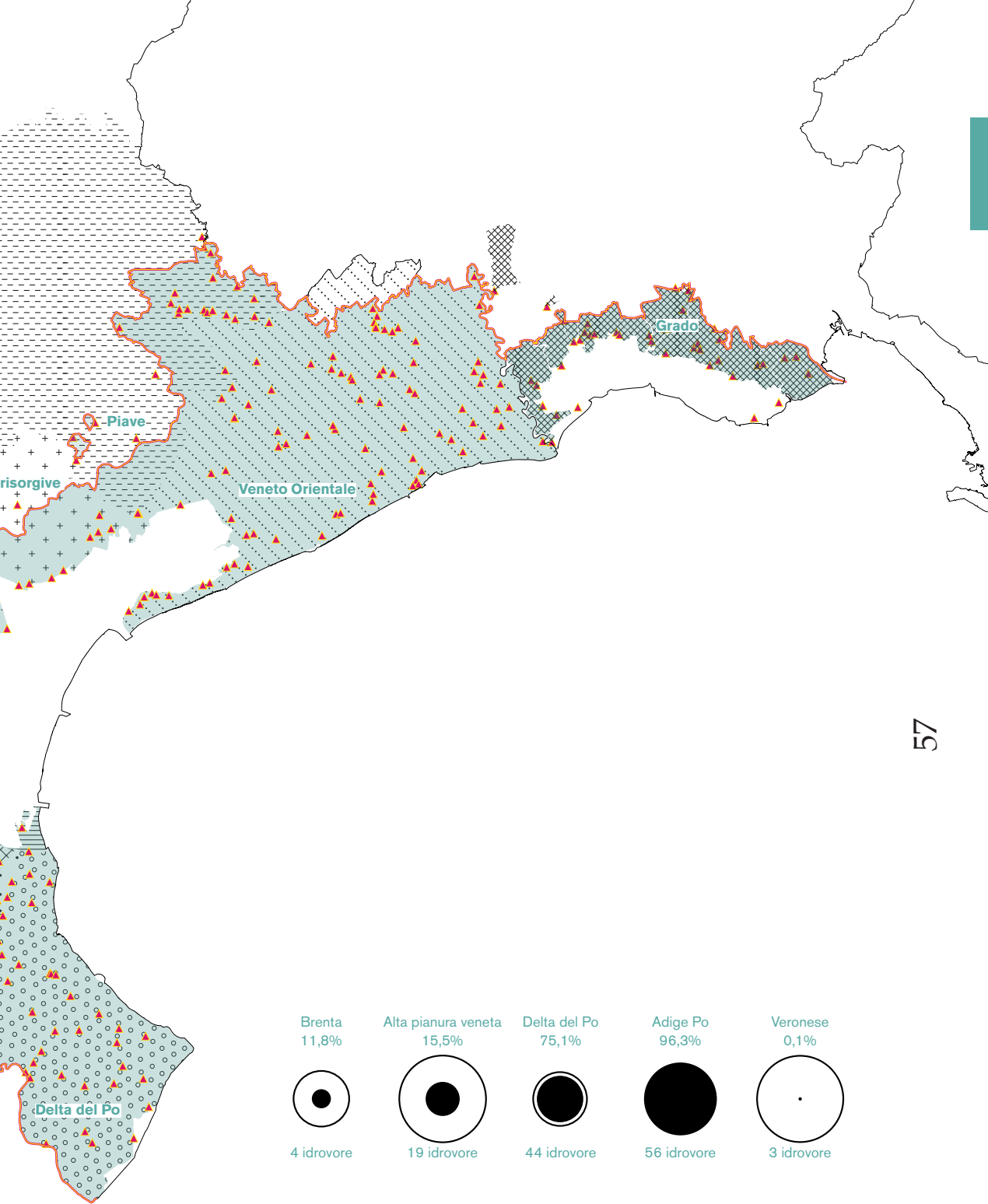




Superficie dei consorzi di bonifica

La mappa mostra, tramite diversi retini, la suddivisione territoriale dei consorzi di bonifica. Nei diagrammi, il cerchio esterno rappresenta la superficie complessiva di ciascun consorzio, mentre il cerchio interno indica la porzione di area soggetta a scolo meccanico.

Le dimensioni del cerchio esterno variano in funzione dell'estensione totale del territorio di ciascun consorzio di bonifica.

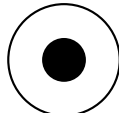


Brenta
11,8%



4 idrovore

Alta pianura veneta
15,5%



19 idrovore

Delta del Po
75,1%



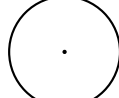
44 idrovore

Adige Po
96,3%



56 idrovore

Veronese
0,1%



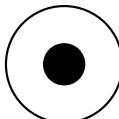
3 idrovore

Veneto Orientale
90,7%



88 idrovore

Piave
13%



25 idrovore

Acque risorgive
34,9%



28 idrovore

Bacchiglione
73,3%

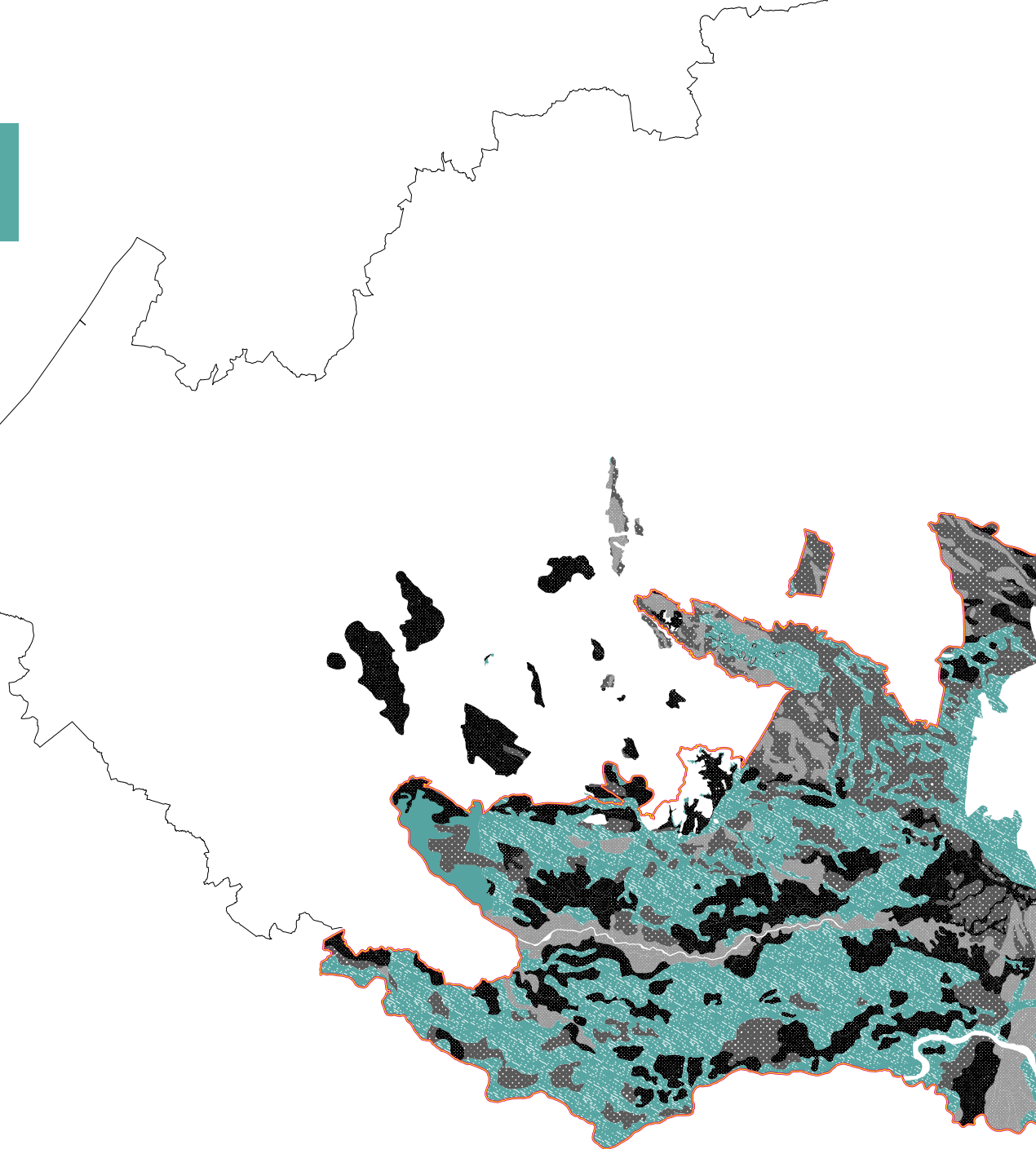


30 idrovore

Adige Euganeo
81,7%

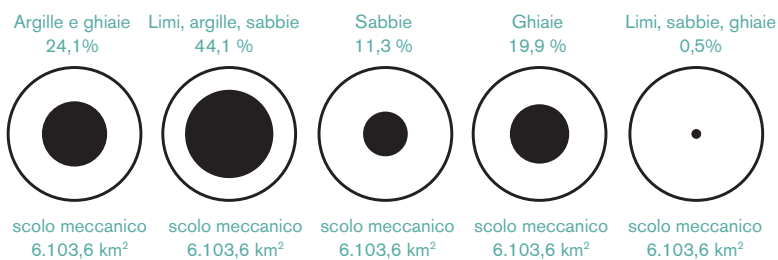
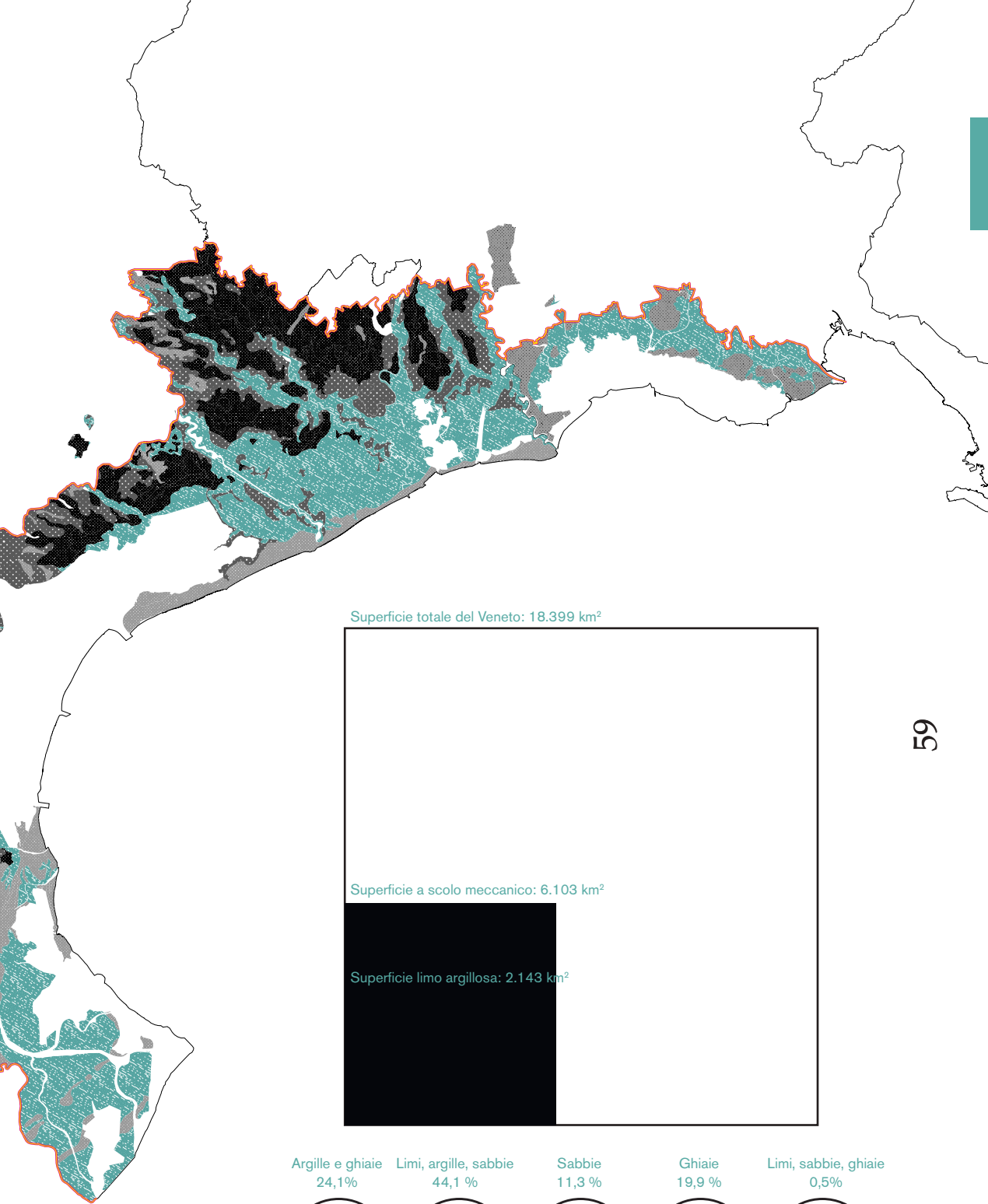


68 idrovore



Distribuzione delle tipologie di suolo nei territori a scolo meccanico

La mappa mostra, tramite diversi retini, le differenti tipologie di suolo. In azzurro vengono evidenziate le superfici limo-argillose, che presentano le stesse caratteristiche dei suoli utilizzati per i campioni destinati ai mesocosmi, i quali saranno approfonditi nel capitolo 4, Prototipi. I grafici a cerchio rappresentano la suddivisione del territorio a scolo meccanico secondo queste tipologie: i suoli fini occupano le aree più estese, mentre sabbie e ghiaie coprono porzioni progressivamente minori. Il grafico quadrato confronta la superficie totale del Veneto (18.399 km²) con l'area a scolo meccanico (6.103 km²) e, al suo interno, la porzione caratterizzata da suoli limo-argillosi (2.143 km²), evidenziando la progressiva specializzazione e vulnerabilità del territorio.



Superficie totale del Veneto: 18.399 km²

Superficie a scolo meccanico: 6.103 km²

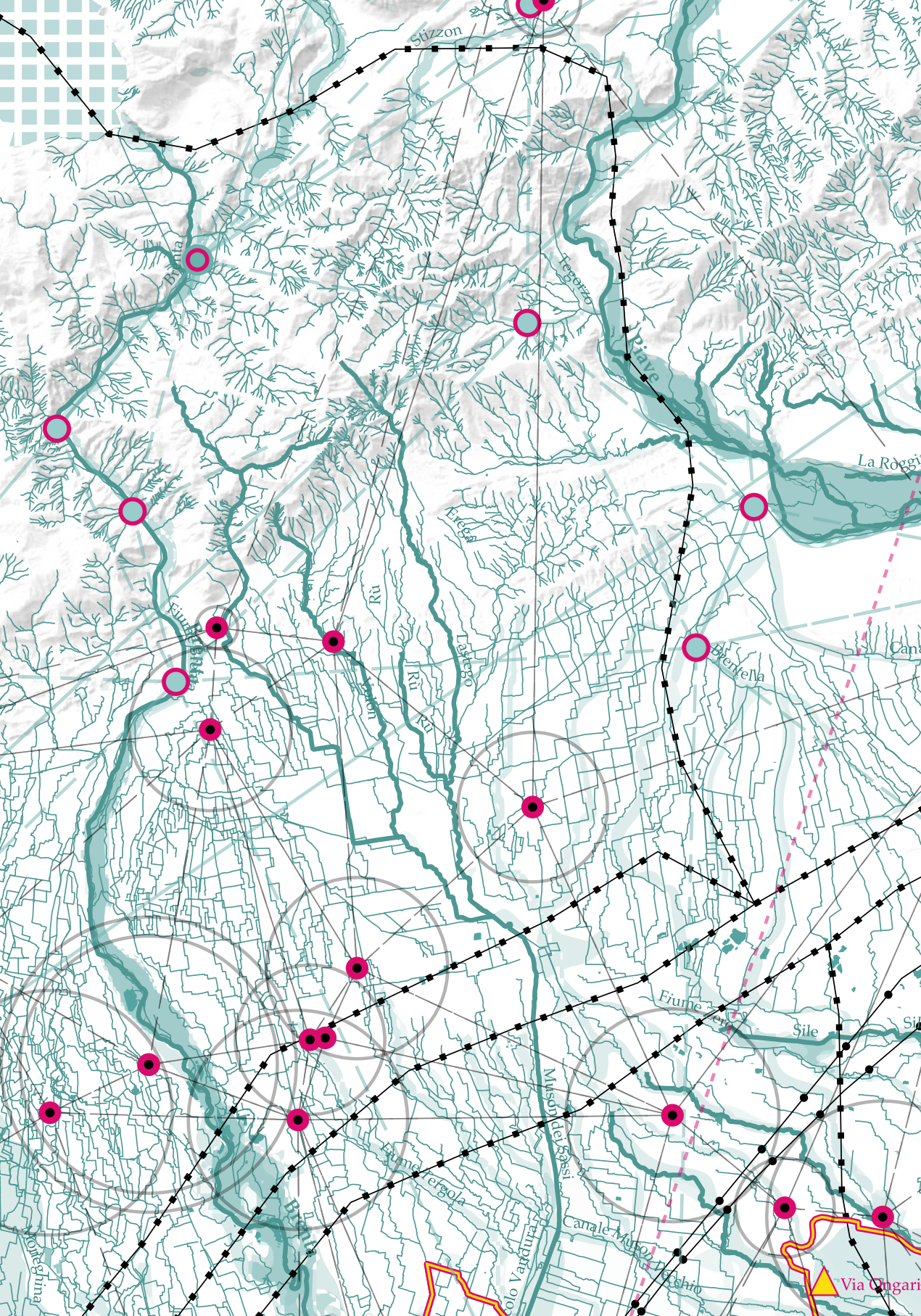
Superficie limo argillosa: 2.143 km²

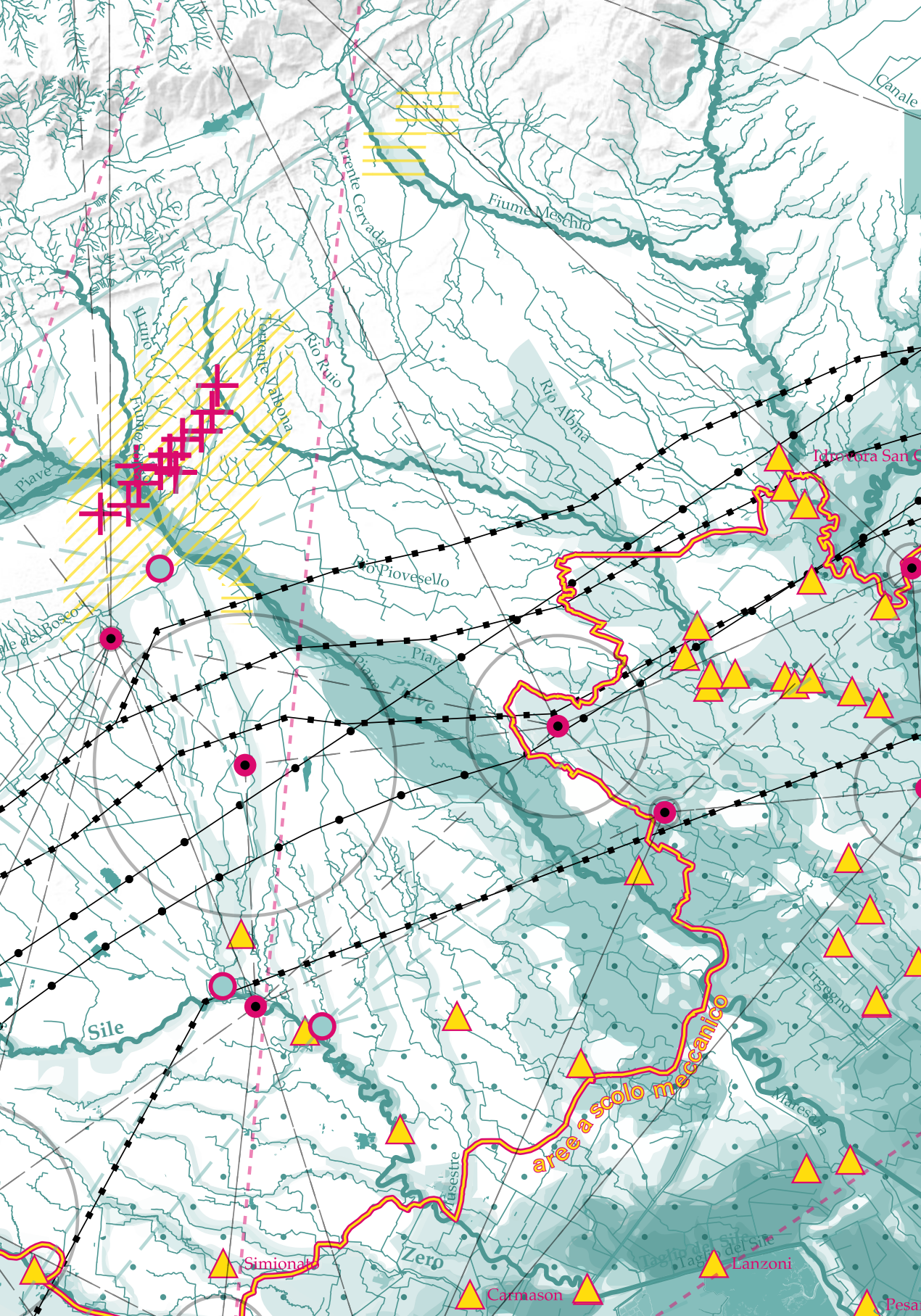
Superficie agricola coltivata: 1.678 km²

Natiust quaturiberor recatur? Est exceate erferro tem nem nus de et eat ommodic te offictin cu-
saper entiooss itatur, et ea coreicitam quo et offictempore lam harchic test alitis debit aliqui do-
luptat dolorep elignine officto omnit lam ipsa audae mo eaquatur? Quidebitia vent exerundam,
optatqui unt et occuptae moditio tes volupta temquam exceari busdae veria culpa dolecus, sit
est occusant ipsam sandipiciis in commodis quatem qui corrum unt omnihitia volorec uptata
voluptatur re paribuscia con core in peliquosam, tessitiaae prae nam nonserum erit aperf



Natiui quaturiberor recatur? Est exceate erferro tem nem nus de et eat ommodic te officin cu-
saper entioss itatur, et ea coreicitam quo et officempore lam harchic test alitis debit alitio do-
luptat dolorep elignime officio omnit lam ipsa audae mo eaqurur? Quidebitia vent exerundam,
optatqui unt et occupatae moditio tes volupta temquam exceari busdae veria culpa doleucus, sit
est occupant ipsam sandipiciis in commodis quatem qui corrum unt omnihitia volorec uptata
voluptatur re paribuscia con core in peliquosam, tessitiae prae nam nonserum erit aperf





Capitolo 2

Razionalità. Pixel retrospettivi

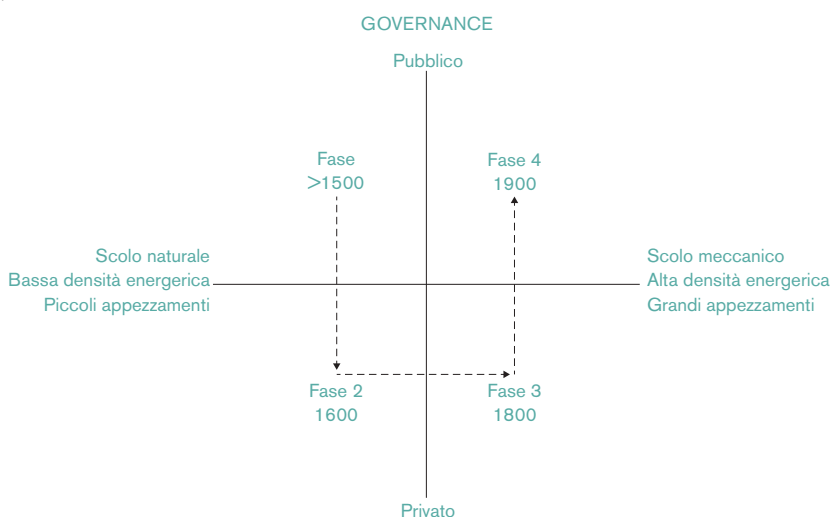
Il capitolo analizza come acqua, energia e cibo abbiano co-prodotto il paesaggio di bonifica dell'Alto Adriatico, oggi sotto pressione per crisi climatica, scarsità e conflitti d'uso. L'assunto è che l'equilibrio apparente delle aree a scolo meccanico sia l'esito di una lunga costruzione tecnico-politica – un palinsesto di opere idrauliche, dispositivi energetici e pratiche agricole – che ha reso abitabile e produttivo un territorio anfibio ma ne ha accresciuto manutenzione, costi e vulnerabilità. La domanda a cui cerca di rispondere è: *quali razionalità hanno guidato la trasformazione del territorio e in che modo queste hanno determinato la sua attuale vulnerabilità sistemica?* Il capitolo è articolato in tre blocchi. (1) Razionalità Idraulica. Dalla centuriatio alla governance veneziana, fino alle bonifiche meccaniche e alla “bonifica integrale”, si ricostruiscono razionalità, scale e infrastrutture che hanno organizzato lo spazio e istituito dipendenze energetiche e gestionali. (2) Razionalità energetiche. Dalla forza umana/animale alla rivoluzione industriale e poi ai combustibili fossili liquidi e gassosi, si mostra come i regimi energetici abbiano accelerato le trasformazioni territoriali, intrecciandosi con la petroleumscape, con l'elettrificazione degli impianti di bonifica e con effetti cumulativi su subsidenza e rischio idraulico; la transizione contemporanea verso rinnovabili e soluzioni nature-based riapre opzioni per sistemi più resilienti. (3) Razionalità agricole. Dalle forme medievali di sussistenza ai poderi, alla meccanizzazione novecentesca e alle configurazioni attuali, si evidenziano l'evoluzione delle colture, l'uso dell'acqua, l'accorpamento fondiario e le pratiche contemporanee.

In chiusura, l'analisi si concentra sul territorio dell'ex lago della Piave, tra Livenza e Piave, assumendolo come caso studio capace di rendere visibili le stratificazioni storiche e le tensioni attuali. Attraverso il layering cartografico e la lettura dei segni territoriali emergono le interdipendenze tra infrastrutture, energia e agricoltura, chiarendo come questo ambito esemplifichi la condizione dell'Alto Adriatico quale territorio-macchina ad alta intensità di gestione e manutenzione.

Nell'attuale realtà del riscaldamento globale e del cambiamento climatico, esemplificata dalla scarsità di risorse e da eventi estremi ambientali inaspettati, un numero crescente di conflitti territoriali si è sollevato intorno alla domanda di acqua, energia e cibo. Questo fenomeno trova una delle sue manifestazioni nelle aree di bonifica a scolo meccanico della costa dell'alto Adriatico, dove lo stato di apparente equilibrio è il risultato di secoli di modificazioni geografiche radicali, transcolari e costose, mirate a rendere il territorio abitabile e sicuro. Questi interventi rappresentano non solo un esempio di gestione del territorio, ma anche un palinsesto (Corboz 1983) che integra pratiche e razionalità idrauliche, energetiche e agricole stratificate nel tempo, che hanno modellato il paesaggio fisico, sociale ed economico della regione.

Nella storia della costruzione della biosfera in cui viviamo oggi, è possibile riconoscere numerosi modelli di razionalizzazione di un territorio in continua transizione¹, in base alle esigenze della società che lo ha reso tale. Il territorio, infatti, non può essere riconosciuto come un dato, ma come il risultato di diversi processi (Corboz, 1985), all'interno di un quadro empirico essenziale per considerare i flussi, i nodi e i processi decisionali che lo hanno caratterizzato e plasmato e in cui si sono depositate tracce del passato. Tali tracce fanno riemergere elementi nuovamente utili per rispondere alle esigenze contemporanee, in relazione all'emergenza climatica e alle politiche del Green Deal Europeo relative alla transizione energetica e al raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050.

¹ Il tema della transizione è stato approfondito dai colleghi del curriculum di Urbanistica – Fabrizio D'Angelo, Klarissa Pica, Elvira Pietrobon, Davide Simoni, Valeria Volpe e Valentina Rossella Zucca – attraverso un momento seminale finalizzato a ordinare e confrontare esperienze, riflessioni e ipotesi emerse nel corso della ricerca. L'iniziativa ha coinvolto esperti e studiosi di diverse discipline, con l'obiettivo di favorire il dialogo tra ambiti differenti attorno al concetto di transizione, alle sue tracce e ai suoi caratteri. L'esito di questo lavoro è confluito nel volume *Territorializzare la Transizione* (Bembo Edizioni, 2024), che raccoglie i principali contributi e risultati emersi dal percorso di ricerca.



2 Tracce di interventi idraulici sono attribuibili anche alla civiltà etrusca (Galvani), in particolare nella zona di Adria e Spina, dove le comunità svilupparono canali e infrastrutture idrauliche per migliorare il drenaggio dei terreni coltivabili.

1. RAZIONALITÀ IDRAULICA E GOVERNO DELLE ACQUE

La storia delle bonifiche meccaniche lungo la costa dell'Alto Adriatico costituisce un caso emblematico di governo delle risorse idriche, orientato a garantire sicurezza e produttività, che nel tempo ha dato origine a diverse *configurazioni idrauliche*. In esse fattori naturali come subsidenza, apporti sedimentari, moto ondoso e maree si sono intrecciati con esigenze economiche quali navigazione, agricoltura, urbanizzazione e industria, e con priorità politiche legate alla difesa e al controllo delle risorse. In ogni fase storica, strumenti e scale d'intervento sono stati selezionati in modo differente, trasformando il paesaggio e ridefinendo le dinamiche economiche regionali. Lo sguardo di lungo periodo su questi processi consente di cogliere la stratificazione di pratiche e razionalità che hanno modellato il territorio, offrendo chiavi interpretative utili per affrontare i conflitti contemporanei legati alla gestione dell'acqua e per orientare politiche (D'Alpaos, 2010) capaci di valorizzare capitale fisico depositato. A partire dall'antichità, l'intero territorio veneto ha subito trasformazioni di scala geografica, iniziate con il sistema centuriato romano², che strutturava il paesaggio agricolo secondo una griglia ordinata di lotti regolari. Questo sistema, frutto di una visione razionale e strategica del territorio, mirava a ottimizzare lo sfruttamento delle risorse e facilitare il controllo amministrativo. Tuttavia, questi interventi riflettevano più un approccio pratico e adattivo che una comprensione sistematica delle dinamiche idrologiche a lungo termine.

Nel corso del XIV secolo, la Repubblica di Venezia introdusse il complesso sistema delle "acque alte minori", un insieme di canali e bacini progettato per proteggere la laguna dall'interramento e valorizzare le pianure centrali per l'agricoltura. Questo rappresentò un affinamento delle tecniche idrauliche, incentrato sul consolidamento del potere economico e commerciale veneziano con l'obiettivo di proteggere la laguna dall'interramento e, allo stesso tempo, valorizzare le pianure per l'agricoltura. La costruzione di argini, paratie e deviazioni fluviali dimostrava una capacità straordinaria di pianificazione territoriale, seppur fortemente orientata al consolidamento del potere economico e commerciale veneziano (D'Alpaos, 2010). Successivamente, nel XIX e XX secolo, le bonifiche meccaniche hanno trasformato la bassa pianura in un'area intensamente coltivata e integrata nell'economia nazionale (Rusconi, 1991). Questo processo ha modellato una complessa rete idrica che può essere interpretata come una struttura stratificata, espressione di interventi, razionalità emergenti e trasformazioni di natura tecnica e culturale. Lungo i secoli, la gestione delle risorse idriche è stata influenzata da una crescente fiducia nelle potenzialità del progresso tecnologico, orientata al controllo delle dinamiche ambientali e sostenuta da un'idea di crescita economica senza limiti. Parallelamente, questi processi sociali e politici non sono neutri, ma veicolano idee e significati culturali, trasformando l'ambiente in un «prodotto storico» (Bevilacqua, 1996:10). Questo processo di razionalizzazione ter-

ritoriale non solo evidenzia la capacità di adattare e modificare il rapporto tra uomo e ambiente, ma rende il paesaggio un indicatore fondamentale per comprendere i conflitti e le transizioni sociali e ambientali.

Per delineare le politiche adottate nel corso dei secoli è necessario comprendere come sia diversificato nel tempo il concetto di bonifica e le relazioni tra i vari attori che hanno partecipato a questo lungo processo che ha reso questo territorio un immenso laboratorio di esplorazione in continuo rinnovamento per togliere l'acqua e guadagnare nuove terre. Oggi, la superficie agricola veneta è per l'80% - circa 950.000 ettari - esito delle numerose attività di bonifica realizzate nel corso del '900.

Parte di questo territorio, 185.000 ettari, si trova al di sotto del livello medio marino e sono tenuti asciutti grazie ai tredicimila chilometri di canali e alle numerose opere di la regolazione e controllo per mezzo di sollevamento meccanico attuato da circa trecento impianti idrovori. Se per secoli l'azione umana ha impiegato le proprie energie per garantire la sicurezza idraulica di questi territori, oggi – di fronte ai cambiamenti climatici e all'esaurimento dei combustibili fossili – è evidente che questo modello di gestione non è più sostenibile. Ma non si tratta di “trovare un'alternativa” o di “salvarsi” dal cambiamento, bensì di imparare a convivere con l'instabilità, accettando che il controllo totale del territorio e delle acque sia un'illusione moderna. Come ricordano Magnaghi (2010) e Haraway (2016), la sfida non è ripristinare un equilibrio perduto, ma abitare la complessità: costruire una cultura territoriale capace di ascoltare i mutamenti e di adattarsi a essi, riconoscendo la co-dipendenza tra vivente, infrastrutture e processi naturali.

Per leggere in modo non descrittivo questa lunga traiettoria, è utile assumere il paesaggio come indicatore operativo: un archivio materiale che consente di inferire scelte tecniche e istituzionali, assetti di potere e traiettorie di trasformazione (Grandi, 2021).

In una chiave *semiotica*, i segni territoriali, tracciati arginali, canali di scolo e di bonifica, impianti idrovori, toponimi, regimi d'uso, permettono di ricostruire la sequenza storica delle razionalità idrauliche: dalla convivenza e regolazione “di prossimità” delle società premoderne, alla “razionalità della resistenza” industriale (separazioni nette, grandi opere, controllo energetico delle acque), fino ai tentativi contemporanei di ricomporre un equilibrio dinamico tra processi ecologici e dispositivi infrastrutturali alle scale di bacino e di paesaggio (Robbins, 2004; Zimmerer e Bassett, 2003).

Questa successione non è lineare né pacifica: rende visibili conflitti e transizioni che informano le politiche correnti. In tal senso, leggere le opere idrauliche e le bonifiche come esito di razionalità storicamente situate consente di connettere assetti fisici, istituzioni e cicli economico-energetici, superando l'idea di un controllo unidirezionale dell'acqua a favore di pratiche di *co-adattamento* infrastrutturale ed ecologico.

3 Gli idraulici della Serenissima iniziano ad imporre sul territorio un modello di concettualizzazione dello spazio collettivamente sostenuto dalla proverbiale idea per cui "gran laguna fa gran porto", aforisma attribuito a Marco Cornaro [1285-1368] (Pavanello, 1919)

4 Secondo Bevilacqua (1995, 30-31), "[n]el passato erano state compiute scelte – la diversione di un fiume, l'apertura di un canale, la chiusura di una valle – di cui nel presente si potevano incominciare a valutare gli effetti. Nei decenni e nei secoli precedenti era perciò rintracciabile non soltanto la prova – un'isola sommersa, una palude interrata – di quello che Venezia poteva diventare in un futuro più o meno prossimo: in essa si trovava la certificazione dell'errore umano, o della scelta coronata da successo, che i contemporanei avevano sotto gli occhi come dispietata conseguenza di azioni intraprese dai predecessori."

5 Il consumo di suolo era un fenomeno implicito in queste trasformazioni. Anche se il termine non era ancora utilizzato, la costruzione di infrastrutture e la deviazione dei fiumi trasformarono vaste aree naturali in superfici coltivabili o insediamenti, contribuendo alla progressiva artificializzazione del territorio.

Dalla convivenza al controllo: la regia idraulica della Serenissima

A partire dal 1300 fino al 1797, anno della sua caduta, la Repubblica di Venezia si distinse per una gestione idraulica complessa ed articolata, finalizzata in un primo momento alla salvaguardia della laguna e, successivamente, all'espansione delle terre coltivabili nell'entroterra. Questo sistema, rappresentò una strategia centrale per coniugare sicurezza ecologica, sostenibilità economica e consolidamento del potere marittimo ed economico veneziano. La laguna, risorsa vitale per Venezia, era continuamente minacciata dall'interramento causato dai depositi fluviali, un processo che avrebbe potuto comprometterne la navigabilità e di conseguenza i commerci. Per contrastare questa minaccia, a partire dal XV secolo, la Repubblica intraprese interventi radicali e innovativi³, tra cui la deviazione dei grandi fiumi, come il Brenta, il Piave e il Livenza, i cui sedimenti alimentavano costantemente il rischio di interramento (D'Alpaos, 2010). Le comunità del Nord Adriatico, caratterizzate da un paesaggio anfibio in continua trasformazione, svilupparono un approccio basato sulla convivenza con le forze naturali. Il controllo delle acque avveniva tramite interventi limitati e adattivi, come l'uso di canali per il drenaggio e la navigazione. Questi interventi erano radicati in una visione sistemica e olistica del territorio, dove le acque venivano considerate parte integrante della vita quotidiana e dell'economia. La gestione collettiva era centrale in questo periodo: le comunità locali si organizzavano in consorzi e corporazioni per la manutenzione delle infrastrutture idrauliche, basandosi su conoscenze tramandate e adattate alle condizioni ambientali.

Tuttavia, la mancanza di una dottrina idraulica aveva portato a una serie di interventi frammentari e talvolta fallimentari⁴, che avrebbero richiesto una maggiore coordinazione. Pur rappresentando un primo passo verso una gestione pianificata del regime idraulico del territorio, questi interventi mancavano di una comprensione integrata delle dinamiche idrogeologiche e si basavano su una visione utilitaristica della natura, concepita come una forza da controllare attraverso imponenti infrastrutture. La costruzione di dighe, argini e canali non si limitò a risolvere i problemi specifici della laguna, ma ebbe profonde ricadute sul territorio circostante, trasformando l'organizzazione spaziale e le interazioni socio-economiche. Le aree interne, una volta caratterizzate da un equilibrio naturale dinamico, furono progressivamente artificializzate⁵.

L'avvento del XVI secolo segnò una fase di accelerazione di questi processi. Il crescente aumento della popolazione, il declino della produzione artigianale e le difficoltà nel commercio internazionale resero necessario un maggiore sfruttamento delle risorse agricole. Contemporaneamente, una fase climatica sfavorevole, caratterizzata da un incremento delle precipitazioni e inverni particolarmente rigidi, accentuò i problemi di inondazione e favorì la formazione di paludi, considerate non solo improduttive ma anche pericolose per la salute pubblica (Le Roy Ladurie, 1976). In risposta a queste sfi-

de, la Repubblica di Venezia avviò un ambizioso programma di bonifica, mirato a trasformare le terre marginali e paludose in terreni produttivi. Le opere di bonifica includevano la costruzione di canali di scolo, paratie e argini che modificavano radicalmente il paesaggio, rendendo possibile la coltivazione di vaste aree precedentemente incolte. Questo processo andava oltre il semplice miglioramento agricolo: la regolamentazione idraulica impose un nuovo modello di convivenza tra uomo e ambiente, sempre più dipendente da infrastrutture complesse. Le comunità locali, furono costrette a conformarsi a un sistema di controllo rigido e centralizzato, modificando profondamente il rapporto tradizionale con le acque.

Nel 1501, l'istituzione del Magistrato alle Acque rappresentò una svolta decisiva nella governance idraulica veneziana. Questo organo, uno dei primi esempi di amministrazione statale delle acque in Europa, era incaricato di coordinare la manutenzione della laguna, la gestione delle acque dolci e salmastre e la supervisione delle opere idrauliche (Ventura, 1968). Sebbene la centralizzazione migliorasse la capacità di proteggere la laguna e garantire la navigabilità, ebbe anche effetti collaterali significativi. La partecipazione delle comunità locali, tradizionalmente coinvolte nella gestione idrica, diminuì progressivamente e le priorità della Repubblica si concentrarono sempre più sulla salvaguardia della laguna a discapito delle aree interne. La deviazione dei fiumi e la costruzione di grandi argini alterarono l'equilibrio idrogeologico delle pianure e delle aree montane, causando alluvioni ricorrenti e il ritorno delle paludi in alcuni territori precedentemente bonificati.

Per far fronte alle crescenti esigenze agricole e territoriali, nel 1545 furono istituiti i Provveditori ai Beni Inculti, un organo incaricato di promuovere la bonifica delle terre marginali e di regolamentare la gestione delle risorse naturali. Questo organismo introdusse norme per la protezione delle foreste, lo scavo di nuovi canali e il coordinamento delle infrastrutture idrauliche. Si stima che circa 135.000 ettari della pianura veneta, pari al 13% della sua estensione, fossero destinati alla bonifica. Gran parte di queste aree fu trasformata in risaie stagionalmente allagate, rispondendo sia alla crescente domanda di cereali, soprattutto grano, sia alle necessità di regolare i flussi idrici (Bellicini, 1983).

I consorzi idraulici, nati in questo periodo, rappresentarono una forma innovativa di collaborazione tra Stato e privati. Questi consorzi consentivano di finanziare e realizzare opere idrauliche condividendo i costi tra i proprietari terrieri e il governo. Questo modello garantiva una gestione più efficiente delle risorse, ma dipendeva dalla capacità di bilanciare le priorità locali con quelle centrali. Da un lato, la bonifica proteggeva la laguna dall'insabbiamento e aumentava la produttività agricola; dall'altro, incrementava la vulnerabilità del territorio alle disfunzioni infrastrutturali, consolidando un sistema territoriale dipendente da interventi costanti di manutenzione.

Il XVII secolo rappresentò una fase di rallentamento significativo nelle opere di bonifica e nella trasformazione territoriale. La crisi

6 Numerosi studi e progetti hanno approfondito il tema della salvaguardia della laguna, delineando diverse idee di gestione e trasformazione. Tra queste emergono le posizioni di Cristoforo Sabbadino e Alvise Cornaro, i cui approcci rappresentano visioni opposte della gestione idraulica. Sabbadino, Savio alle Acque della Serenissima, si concentrò sulla conservazione dell'equilibrio idraulico della laguna, ritenendo fondamentale mantenere la dinamica tra acqua e terra per preservare la funzionalità economica e ambientale dello specchio lagunare. A lui si deve l'idea di deviare i fiumi principali verso il mare per ridurre i fenomeni di interrimento che minacciavano Venezia. Al contrario, Alvise Cornaro propose un approccio più utilitaristico, mirato alla trasformazione della laguna in terraferma attraverso l'interrimento, con l'obiettivo di ampliare le aree agricole e mitigare i rischi idraulici. Oltre a Sabbadino e Cornaro, altri attori hanno contribuito alla formazione di idee di laguna nel corso dei secoli. Luigi D'Alpaos, ingegnere e studioso contemporaneo, ha proposto la reintroduzione di sedimenti in laguna per contrastare l'erosione e la perdita di barene, mentre Georg Umgieser e Davide Tagliapietra del CNR-ISMAR hanno avanzato l'idea di una possibile chiusura totale della

laguna per proteggerla dall'innalzamento del livello del mare. Questi approcci si inseriscono in una tradizione progettuale e archivistica che, dalla nascita della Serenissima a oggi, ha prodotto un'immensa varietà di piani, mappe e visioni per il futuro della laguna. Per un'analisi più dettagliata delle idee e dei progetti che hanno contribuito alla gestione e trasformazione della laguna nel corso dei secoli, si veda Fabian, L., e Iurlo, L., (2021), *"Paleoalvei della Laguna: Quattro scenari per Venezia"*, Venezia, Università Iuav.

7 Già in epoca preunitaria, erano attivi numerosi consorzi idraulici dedicati allo scolo e alla difesa del suolo, i cui statuti furono aggiornati dopo l'annessione del Veneto per conformarsi alle disposizioni della legge sull'unificazione amministrativa del 20 marzo 1865, n. 2248. I consorzi di rilevanza provinciale erano sottoposti alla supervisione della pubblica amministrazione e operavano al fine di garantire la difesa idraulica del territorio attraverso la manutenzione delle opere esistenti e la realizzazione di nuovi canali di scolo. Salvo interventi straordinari previsti dalla legislazione, i costi di queste attività gravavano interamente sui consorziati. A queste iniziative si aggiungevano gli investimenti di singoli proprietari, consorziati e non, per il risanamento dei propri terreni.

economica e demografica, aggravata dalla devastante peste del 1629-1631, ridusse drasticamente gli investimenti nelle infrastrutture idrauliche. La scarsità di manodopera e il declino delle attività agricole limitarono la capacità di mantenere le opere esistenti. Questa crisi contribuì a causare quello che Fernand Braudel definì nel suo studio sul Mediterraneo come un "ribaltamento automatico delle bonifiche". Il ritorno di molte aree allo stato paludoso rifletteva la fragilità di un modello gestionale incapace di adattarsi alle crescenti difficoltà economiche e ambientali. Solo alcune iniziative locali riuscirono a mantenere in funzione i sistemi di drenaggio e controllo idrico, evitando l'abbandono completo delle terre bonificate. Solo nel XVIII secolo si assistette a una ripresa degli interventi, ma con un focus limitato ai tratti terminali dei fiumi e alle aree dei delta (Mozzi, 1908). Nonostante gli sforzi, l'assenza di una pianificazione integrata continuò a generare squilibri significativi. La deviazione dei corsi fluviali e la costruzione di infrastrutture su larga scala, spesso realizzate senza una comprensione approfondita delle dinamiche idrologiche, causarono frequenti inondazioni, dissesti idrogeologici e la riemersione di aree paludose. Questi fenomeni non solo compromettevano la stabilità degli insediamenti rurali, ma evidenziavano anche i limiti di una gestione frammentaria che privilegiava le esigenze immediate della laguna rispetto a una visione complessiva del territorio (Novello & McCann, 2017).

La gestione idraulica veneziana tra il XV e il XVIII secolo rappresentò un esempio pionieristico di trasformazione territoriale, guidata dalla necessità di bilanciare esigenze economiche, ecologiche e sociali⁶. Le ricadute territoriali di queste politiche, dai successi delle bonifiche alle criticità degli squilibri idrogeologici, sono un monito importante sulle complesse interazioni tra governance, ambiente e infrastrutture. Sebbene i risultati ottenuti fossero straordinari per l'epoca, i limiti di una pianificazione frammentata e di un eccessivo accentramento decisionale compromisero l'equilibrio a lungo termine del territorio.

Il cuore meccanico: razionalità tecnocratica

Con la rivoluzione industriale e l'avvento delle macchine a vapore, la razionalità idraulica subì una trasformazione radicale. Le idrovore alimentate inizialmente a vapore e successivamente a energia elettrica permisero di prosciugare vaste aree al di sotto del livello del mare, rendendo coltivabili terreni precedentemente improduttivi (Bellicini, 1983). Questi interventi avevano un duplice obiettivo: da un lato, valorizzare i terreni agricoli; dall'altro, affrontare gravi problemi sanitari, come la malaria, particolarmente diffusa nelle zone paludose del Veneto, che ostacolava lo sviluppo socioeconomico a causa dell'alta mortalità e delle precarie condizioni di salute (Novello, 2017).

Fino alla metà del XIX secolo, le bonifiche si concentravano principalmente sulla regolazione delle acque a carico dei consorzi idraulici⁷, ma con l'unificazione del Regno d'Italia nel 1861 divenne evi-

dente che era necessario affrontare anche le emergenze sanitarie e le condizioni abitative insalubri, soprattutto nelle aree marginali. Questo portò a un ampliamento del concetto di bonifica e con sé ad un nuovo modello di razionalizzazione territoriale, che iniziò a includere questioni legate alla salute pubblica e al miglioramento sociale. Si avviò così una nuova fase, definita bonifica agraria o sociale, che integrava la colonizzazione agricola con la tutela della salute.

Nel corso della seconda metà dell'Ottocento, il progresso tecnologico rivoluzionò ulteriormente le opere di bonifica. L'utilizzo delle pompe a vapore migliorò la rete di drenaggio e rese possibile l'espansione delle infrastrutture idrauliche. Nonostante i costi elevati e la complessità dei meccanismi, queste innovazioni permisero di recuperare ampie zone paludose, trasformandole in terreni adatti all'agricoltura e all'insediamento umano. Dopo il prosciugamento, le terre bonificate vennero destinate a nuove colonizzazioni agricole, favorendo la creazione di insediamenti stabili. Con l'unificazione nazionale, il governo si impegnò a mappare e razionalizzare il territorio sotto il profilo geomorfologico, economico e sociale, elaborando politiche comuni per la gestione delle risorse idriche e la riqualificazione ambientale. Un momento cruciale fu rappresentato dalla Legge Baccarini del 1882⁸, e la successiva legge del 22 marzo 1900, n. 195 che riunisce le disposizioni della precedente, i Consorzi e lo Stato⁹, visto il pubblico interesse della bonifica, iniziano ad avere la diretta responsabilità di partecipare alla realizzazione e alla manutenzione di opere di interesse economico e igienico-sanitario realizzabili grazie a contributi statali, istituendo una governance che non era più in mano al singolo proprietario terriero ma che veniva gestita dall'alto secondo un processo top-down.

Durante l'Esposizione Universale del 1878, l'ingegnere civile Michelangelo Cuniberti condusse un'indagine approfondita che rivelò come oltre 900.000 ettari di terreni in Italia fossero igienicamente compromessi dalla malaria. Di questi, circa 132.000 ettari, pari al 13% delle pianure venete, si trovavano in Veneto. Cuniberti stimò che le zone umide venete rappresentavano oltre 260.000 ettari, cioè il 26% delle pianure della regione, molte delle quali presentavano gravi difficoltà di drenaggio. La sua analisi mostrò che quasi due terzi delle opere di bonifica nel Veneto erano state realizzate grazie alla costruzione di stazioni di pompaggio, che si diffusero ampiamente nella seconda metà del XIX secolo. I consorzi locali contribuirono scavando nuovi canali per facilitare il drenaggio per gravità, completando così la bonifica del territorio rimanente. La crescente centralizzazione decisionale ebbe un impatto tangibile sul paesaggio: entro la fine del XIX secolo, vennero bonificate il 25% delle proprietà terriere inferiori a 130 ettari, il 50% di proprietà sotto i 260 ettari, il 75% di terreni inferiori a 550 ettari. Solo il 10% delle opere idrauliche coprì superfici maggiori di 1.000 ettari. Tra i progetti più significativi si distinsero due interventi principali: la bonifica delle paludi di Grado e Marano e quella delle aree pa-

⁸ 25-6-1882 n. 869 la Legge Baccarini, la prima legge a carattere nazionale e sistematico, denominata: "Norme per la bonificazione delle paludi e dei terreni paludosi". La legge attribuiva allo Stato un ruolo centrale nelle iniziative di bonifica, considerate di pubblica utilità per il beneficio igienico dei territori coinvolti (opere di prima categoria). Questi interventi dovevano essere realizzati dallo Stato, che si impegnava a coprire metà dei costi; un quarto era a carico delle province e dei comuni interessati, mentre il restante quarto veniva suddiviso tra i proprietari dei fondi. Tuttavia, la legge rimase quasi inapplicata a causa delle difficoltà finanziarie che affliggevano il Regno d'Italia in quel periodo. Nonostante ciò, essa introdusse principi fondamentali che furono successivamente ripresi e rafforzati dalla legislazione successiva: in particolare, la dichiarazione della pubblica utilità degli interventi di bonifica, l'avvio di un primo censimento delle opere considerate prioritarie dallo Stato e il riconoscimento dell'attività dei consorzi come controparte ideale per le iniziative statali, in linea con le esperienze di bonifica già consolidate in Veneto.

⁹ Questo approccio, accompagnato dalla creazione di consorzi di bonifica, consentì il prosciugamento di vaste aree paludose,

come nella Bassa Veronese e nel Basso Piave, dove furono realizzati canali artificiali e impianti idraulici per migliorare la stabilità idraulica e ridurre il rischio di allagamenti.

10 Queste e altre strutture legate ai grandi interventi di modernizzazione idraulica furono pensate e realizzate come simboli del fenomeno che David Blackbourn ha definito «la conquista della natura», cioè il processo di costruzione reciproca tra nazione e paesaggio nazionale. Centrali, canali, dighe e bonifiche furono celebrate come elementi fondanti del processo di nation-building, sia in termini materiali che metaforici, attraverso una liturgia che iniziava già dalla fase della loro progettazione, ancor prima che le opere fossero realizzate. L'approccio tecnocratico alla base di questi interventi fu pienamente condiviso da governi con orientamenti culturali, economici e sociali profondamente diversi.

ludose della Bassa Veronese, entrambi superando i 10.000 ettari di estensione. Questi interventi sottolineano l'importanza di un approccio su larga scala, nonostante il contesto prevalentemente frammentato. Durante lo stesso periodo, nelle aree del Basso Piave, la razionalità idraulica si manifestò attraverso progetti integrati che combinavano canali artificiali e arginature rinforzate per gestire le piene e le acque alte. Ad esempio, i lavori di manutenzione sui collettori principali permisero di migliorare la stabilità idraulica, riducendo il rischio di allagamenti e proteggendo le aree a valle. I canali di scolo furono dimensionati per rispondere a coefficienti idraulici più elevati, aumentando la capacità di drenaggio a 2 l/sec per ettaro. Questa evoluzione tecnica fu affiancata dalla costruzione di impianti di pompaggio più efficienti, che garantiscono un controllo più accurato delle acque alte, specialmente durante le stagioni di massima piovosità. Questi interventi contribuiscono non solo alla riduzione dell'incidenza della malaria, ma anche a una significativa trasformazione economica e sociale del territorio.

Nel XX secolo si affermò una vera e propria «ideologia della bonifica» (Novello), in cui il modello di gestione tecnocratica per il prosciugamento dei terreni divenne sinonimo di progresso e civilizzazione. Questo approccio si differenziava dalle pratiche precedenti per una centralizzazione sempre più marcata delle decisioni e l'affidamento a infrastrutture complesse alimentate da tecnologie avanzate¹⁰. Mentre i modelli premoderni si basavano sulla conoscenza empirica locale e sulla partecipazione comunitaria, questa nuova fase privilegiava un approccio top-down, guidato da esperti e istituzioni centrali, spesso a scapito del coinvolgimento diretto delle comunità locali. La concezione della bonifica integrale, così come elaborata da Arrigo Serpieri e formalizzata nel R.D. 215/1933, rappresenta il punto culminante di un processo di evoluzione legislativa e culturale che ha radicato il concetto di integralità nella gestione territoriale. Tale concezione univa aspetti idraulici, agronomici e socio-economici in una visione sistemica del territorio, inteso non solo come spazio produttivo ma anche come sede di una convivenza rurale più civile e stabile. La bonifica non si limitava più al prosciugamento o al controllo delle acque, ma si configurava come una trasformazione fondiaria complessiva, includendo il miglioramento del regime delle acque, la creazione di infrastrutture di supporto e la riqualificazione del territorio attraverso una pianificazione coordinata.

Per quanto riguarda le disposizioni legislative relative alla trasformazione delle zone palustri e incolte, è significativo notare che, salvo alcune agevolazioni tributarie, solo nel 1924, con la legge Serpieri, e poi nel 1928, con quella sulla Bonifica Integrale, iniziarono a concretizzarsi i sussidi statali per tali trasformazioni; sussidi che comportavano però l'introduzione dell'obbligatorietà della trasformazione stessa. In precedenza, lo Stato interveniva solo con provvedimenti speciali (come le leggi del 1903, 1906 e 1915 sull'Agro Romano) e unicamente per risolvere problemi di specifiche aree, come quelle vicine alla capitale. Le opere di bonifica, secondo la

definizione legislativa del tempo, dovevano essere attuate in conformità a piani generali che consideravano sia i benefici igienici che quelli economici e sociali. A ciò si accompagnava un'impostazione normativa che attribuiva compiti e obblighi tanto allo Stato quanto ai privati. Da un lato, le opere pubbliche, come le infrastrutture idrauliche e le strade di collegamento, rappresentavano il contributo statale per favorire la trasformazione dei territori. Dall'altro, ai proprietari fondiari veniva imposto l'onere di realizzare miglioramenti agrari nei propri terreni, pena l'esproprio.

Durante il secondo dopoguerra, il Piano Vanoni degli anni Cinquanta segnò il culmine di questa visione centralizzata, con la costruzione di grandi infrastrutture idrauliche che non solo proteggevano le aree agricole dalle inondazioni, ma supportavano anche lo sviluppo industriale (Fassetta, 1977). Un esempio emblematico fu la realizzazione dell'idrovia Padova-Venezia, un'opera progettata per garantire un efficace collegamento idrico tra le due città, favorendo il trasporto merci e il controllo delle piene nella zona circostante.

Tuttavia, la dipendenza da risorse energetiche fossili e la mancanza di un'effettiva partecipazione delle comunità locali evidenziarono i limiti strutturali di questo modello. La crescente dipendenza dalle infrastrutture tecniche e dalle risorse fossili caratterizzò infatti l'evoluzione della gestione territoriale nel XIX e XX secolo, con importanti conseguenze ambientali. L'intensivo sfruttamento delle risorse fossili per alimentare le idrovore e altre infrastrutture ha determinato un impatto significativo sull'ecosistema, causando l'abbassamento del livello delle falde acquifere e un aumento della salinizzazione dei terreni agricoli. Inoltre, la crescente artificializzazione del paesaggio ridusse drasticamente la biodiversità locale e rese il territorio più vulnerabile agli effetti di eventi climatici estremi, quali inondazioni e siccità prolungate.

Questa trasformazione, come osservato da Chakrabarty, rappresenta il punto di convergenza tra natura e società, dove i cambiamenti ambientali, pur influenti, non tengono il passo con la rapidità delle trasformazioni sociali e tecnologiche (Chakrabarty, 2012). Wittfogel ha ulteriormente approfondito questa relazione, distinguendo tra idro-agricoltura su piccola scala e agricoltura idraulica su larga scala, dove la centralizzazione delle risorse e delle decisioni diventa un elemento imprescindibile (Wittfogel, 1957). Questo paradigma si riflette nel modello italiano del periodo, in cui il controllo top-down e il ricorso massiccio al lavoro di massa rispecchiavano un sistema di "modo di produzione idraulico".

Le crisi energetiche degli anni Settanta e la crescente consapevolezza delle questioni ambientali misero in discussione la sostenibilità di un sistema basato su infrastrutture energivore e su una gestione centralizzata. Il modello tecnocratico iniziò a mostrare segni di cedimento, con sempre maggiori difficoltà nel mantenere il funzionamento delle idrovore e nel gestire i costi crescenti della manutenzione delle infrastrutture idrauliche (Cavalieri, 2012). A partire dagli anni Novanta, la legislazione italiana intraprese un percorso

11 La traduzione italiana è contenuta nella legge di ratifica ed esecuzione della Convenzione del 9 gennaio 2006 nr. 14.

12 Artt. 2 e 134 del d.lgs. 22 gennaio 2004 nr. 42, come modificato dal d.lgs. 24 marzo 2006 nr. 157 e dal d.lgs. 26 marzo 2008 nr. 63.

di riforma, introducendo principi di sostenibilità. La Legge Galli del 1994 rappresentò un passaggio cruciale, ridefinendo l'acqua come risorsa pubblica da salvaguardare e ponendo l'accento su concetti come il risparmio idrico, la tutela degli ecosistemi e lo sviluppo sostenibile.

Negli anni successivi, iniziative come il ripristino delle zone umide e la rinaturalizzazione di aree bonificate hanno rappresentato un cambio di paradigma significativo. Nel Delta del Po, ad esempio, progetti di rinaturalizzazione hanno portato alla riconversione di circa 50.000 ettari di terreni in habitat naturali, riflettendo un rinnovato equilibrio tra esigenze umane e dinamiche ambientali (Grandi, 2021). Questi interventi segnano un ritorno a forme di governance più partecipative, che recuperano elementi delle pratiche collettive premoderne e li adattano alle tecnologie contemporanee. La gestione del territorio sta progressivamente integrando soluzioni basate sulla natura, come l'adozione di tecnologie off-grid e l'uso di energie rinnovabili, per affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici e dalla scarsità di risorse.

La storia della bonifica e della razionalità idraulica nel contesto italiano e, in particolare, nel Nord Adriatico, è un laboratorio storico che evidenzia l'interazione tra governance, tecnologia e territorio. Questo percorso si intreccia con il concetto di Patrimonio Culturale del territorio, o meglio del paesaggio, così come inteso e descritto nella Convenzione Europea del Paesaggio del 20 ottobre del 2000: «una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni»¹¹. Da questa visione emerge che i Beni Paesaggistici, categoria riconosciuta dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio¹², costituiscono una componente irrinunciabile per la valorizzazione del Patrimonio Culturale. La transizione da una gestione basata su conoscenze locali e pratiche comunitarie a modelli centralizzati e tecnocratici ha rappresentato un cambiamento epocale, ma non senza contraddizioni. Da un lato, la centralizzazione e l'introduzione di tecnologie avanzate hanno consentito di affrontare sfide complesse, come il prosciugamento di vaste aree e la trasformazione di terreni improduttivi in risorse economiche. Dall'altro, questa evoluzione ha accentuato la dipendenza da infrastrutture energivore e ha ridotto la capacità di adattamento locale, sacrificando spesso la sostenibilità ambientale e sociale.

Le crisi ambientali ed energetiche che si sono succedute, soprattutto nel tardo Novecento, hanno messo in luce i limiti di un sistema di gestione delle acque basato su un controllo rigido e centralizzato. La sfida attuale non è semplicemente quella di mantenere in funzione infrastrutture complesse, ma di ripensare il rapporto tra uomo e territorio in modo olistico e resiliente. L'adozione di pratiche partecipative, il recupero di elementi della gestione collettiva premoderna e l'integrazione di soluzioni tecnologiche moderne rappresentano strade percorribili per costruire un nuovo equilibrio tra esigenze economiche, sociali e ambientali.

Piuttosto che considerare la bonifica come un processo concluso e irreversibile, è necessario vederla come una narrazione in divenire, aperta a nuove interpretazioni e trasformazioni. Il futuro della gestione idraulica dipenderà dalla capacità di bilanciare l'innovazione tecnologica con una governance inclusiva, che sappia valorizzare le conoscenze locali, rispettare i limiti ecologici e affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici. Solo un approccio critico e integrato potrà rispondere alle esigenze di un territorio che continua a essere plasmato dall'interazione dinamica tra natura, società e infrastrutture.



Badilanti durante l'escavo di un canale. Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

13 Per capitale energetico si intende non un deposito materiale di energia, bensì il patrimonio storico di infrastrutture, tecniche e saperi accumulati in un dato territorio per la gestione e trasformazione dell'energia. È un concetto vicino a quello di capitale fisso sociale, ma riferito specificamente ai sistemi energetici.

14 La periodizzazione delle transizioni energetiche proposta da Smil non è priva di dibattito: alcuni studiosi collocano l'inizio della "quarta" transizione già nel XVII secolo, con l'uso intensivo del carbone, mentre altri sottolineano la persistenza di fonti tradizionali (legna, biomasse) anche in epoca industriale.

15 Il termine razionalità energetiche rimanda non solo alle tecniche di produzione, ma anche agli apparati normativi, agli assetti di potere e alle visioni culturali che orientano le scelte in campo energetico.

16 La crisi del 1973 ebbe origine dall'embargo petrolifero deciso dai paesi OPEC in seguito alla guerra del Kippur; quella del 1979 fu innescata dalla rivoluzione iraniana. Entrambe ebbero effetti dirompenti sui prezzi e sulle politiche energetiche, inaugurando una stagione di dibattito sulla sicurezza degli approvvigionamenti e aprendo la strada a programmi di diversificazione delle fonti.

2. RAZIONALITÀ ENERGETICHE E TRASFORMAZIONI DEI PAESAGGI

L'energia rappresenta un elemento cardine nella storia dell'umanità, un fattore in grado di plasmare territori, società e economie attraverso le epoche. Non esiste una singola "questione energetica", ma un complesso intreccio di dinamiche sociali, ambientali, economiche e politiche, il cui sviluppo affonda le radici in processi storici profondi. Il territorio stesso deve essere inteso come il risultato di questi cicli energetici: ogni fase ha lasciato un capitale energetico¹³, frutto dell'accumulazione e della stratificazione del lavoro umano impiegato per trasformare suoli e materiali (Viganò et al. 2014). Dai primi insediamenti agricoli, che sfruttavano il lavoro umano e animale, alla rivoluzione industriale dominata dalle fonti fossili, fino all'attuale transizione verso le energie rinnovabili, ogni passaggio ha ridefinito non solo l'organizzazione sociale e la produttività, ma anche i paesaggi e le configurazioni ecologiche (Smil, 2021). Il modo in cui le società hanno catturato e trasformato l'energia per produrre lavoro utile ha innescato cambiamenti profondi, influenzando la crescita economica, le strutture territoriali e le relazioni internazionali (Bridge, Bouzarovski, e Eyre 2013).

Secondo lo storico della tecnica e del pensiero urbano Lewis Mumford (1934) e lo storico dell'energia Vaclav Smil (2017), si distinguono quattro grandi transizioni energetiche. Le prime due si basavano sull'energia somatica, inizialmente derivata dalla forza umana e, successivamente, potenziata dal lavoro animale nel Neolitico. La terza, sviluppata gradualmente e in tempi differenziati nel globo, introdusse l'energia meccanica generata da macchine azionate dall'acqua e dal vento. La quarta, iniziata nel XVIII secolo, segnò una svolta epocale con l'ascesa delle fonti fossili, l'efficientamento energetico e l'avvento dell'elettricità¹⁴.

Questo capitolo si propone di analizzare le principali fasi delle razionalità energetiche¹⁵ che si sono susseguite negli ultimi cinquecento anni. Attraverso uno studio storico-ambientale, vengono messi in luce i complessi legami tra energia, sviluppo economico e adattamento ecologico, con un'attenzione specifica ai cambiamenti fisici e simbolici nei paesaggi umani. Ogni transizione energetica, infatti, non si è limitata a rimodellare il modo in cui le società funzionano, ma ha lasciato segni indelebili sui territori, generando nuovi spazi e ridefinendo le relazioni tra uomo e natura.

Dopo quasi due secoli caratterizzati da una notevole disponibilità di energia grazie alle fonti fossili, la seconda metà del Novecento ha segnato l'inizio di una crisi energetica senza precedenti. Gli anni Settanta sono segnati da una combinazione di fattori geopolitici ed economici che, aggravati in seguito da problematiche ambientali, hanno destabilizzato il sistema energetico globale, fortemente dipendente dai combustibili fossili (Termini 2020; Ghiglione 2019). La prima crisi petrolifera del 1973, seguita da quella del 1979¹⁶, ha visto i paesi produttori di petrolio acquisire maggiore controllo su produzione e commercio, innescando instabilità nei prezzi e avvan-

do una transizione complessa, che continua ancora oggi.

L'età dell'energia somatica

Prima della rivoluzione industriale, l'energia disponibile per la modifica del territorio era limitata alla forza muscolare di uomini e animali, in particolare quella di buoi e cavalli, impiegati per arare i campi, trasportare materiali e alimentare i mulini, e a fonti naturali come l'acqua e il vento. Il basso input energetico per unità di lavoro costituiva un vincolo strutturale alla trasformazione territoriale. Il sistema energetico preindustriale influenzava anche la gestione idrica: le prime bonifiche furono realizzate con scavi manuali e trazione animale. Questi interventi erano spesso frammentari e limitati a piccoli appezzamenti, dato l'enorme dispendio di energia richiesto. Tuttavia, tali opere rappresentavano le prime forme di trasformazione del paesaggio, gettando le basi per le evoluzioni successive.

La dipendenza dalla forza muscolare non solo limitava le possibilità produttive, ma determinava anche una particolare organizzazione spaziale, con insediamenti sparsi e reti di collegamento rudimentali (Smil, 2021). La stabilità paesaggistica dipendeva da un equilibrio tecnico-ecologico vulnerabile a shock climatici o demografici.

Il sistema energetico preindustriale, pur nella sua semplicità, costituì una fase fondamentale nella storia dell'interazione tra energia e paesaggio. La lenta trasformazione del territorio, definì i limiti e le possibilità di sviluppo delle società agrarie. Questo modello, sebbene destinato a essere rivoluzionato dall'introduzione di nuove fonti energetiche, continuò a plasmare il paesaggio per secoli, lasciando un'impronta visibile ancora oggi in molte aree rurali. Le prime grandi opere di bonifica furono avviate in epoca romana e successivamente riprese nel Medioevo. I monaci benedettini introdussero sistemi di drenaggio più efficaci, ma il lavoro manuale restava la principale fonte di energia (Novello e McCann, 2017). Durante questa fase, sono stati bonificati oltre 600.000 ettari di terreno, con significative trasformazioni nei paesaggi agricoli e fluviali (Bevilacqua, 1996).

Fiumi di legno

In epoca preindustriale, il legno rappresentava una delle risorse energetiche e materiali più centrali per le società europee, inclusa quella veneta. La sua rilevanza era tale da essere sintetizzata in espressioni come «civiltà del legno» e «età del legno», coniate rispettivamente da Fernand Braudel e Werner Sombart¹⁷, per sottolineare come il legno fosse l'elemento strutturante di buona parte delle economie preindustriali (Braudel, 1982; Sombart, 1916). Il legno era infatti la materia prima più utilizzata nei settori manifatturieri, nell'edilizia e nell'artigianato, oltre che la principale fonte di energia. Prima dell'avvento delle tecnologie legate all'industrializzazione, il legname costituiva il fulcro delle economie locali e transregionali, con un ruolo fondamentale sia come combustibile diretto sia come base per la produzione di carbone vegetale. Questa centralità del legno si tradusse in un'intensa attività di gestione delle foreste, che divennero elementi chiave del paesaggio e dell'economia di molte

¹⁷ L'espressione "età del legno" rimanda alla periodizzazione storico-economica di Werner Sombart, che in *Der moderne Kapitalismus* (ed. rivedute tra anni '20 e '30) descrive la lunga fase preindustriale fondata su legna e carbone vegetale – con temi ricorrenti di approvvigionamento (*Holzversorgung*), scarsità (*Holzangel*) e sostituzione con il carbone fossile – e ne colloca il tramonto con l'industrializzazione ottocentesca basata su vapore e Steinkohle (Sombart, 1935). In parallelo, Fernand Braudel impiega la formula di "civiltà del legno" per l'Europa d'Antico Regime: in *Civilisation matérielle, économie et capitalisme. XVe–XVIIIe siècle*, vol. I (*Les structures du quotidien*), nei capitoli dedicati a combustibili e materiali (sezioni sul bois e sul passaggio al charbon), il legno è trattato come infrastruttura energetica e materiale della vita quotidiana (combustibile domestico, edilizia, cantieristica, metallurgia), fino alla transizione verso il carbone che altera scala e velocità dei processi economici e insediativi (Braudel, 1967/1982).

regioni. Le foreste erano spesso sfruttate seguendo un modello di razionalità ciclica: Si praticavano abbattimenti regolati e occasionali interventi di riforestazione, volti più a garantire la continuità dello sfruttamento che una reale rigenerazione del bosco, rivelando l'ambiguità tra tutela e utilità economica che ha caratterizzato a lungo la gestione delle risorse forestali. Questo approccio cercava di bilanciare la domanda crescente di biomassa con la necessità di preservare le risorse naturali (Williams, 2006). Tuttavia, la crescente pressione demografica e l'espansione delle attività economiche spesso portavano a una deforestazione significativa, soprattutto nelle aree montane e pedemontane (Ferrario, 2015).

Nel Veneto, i corsi d'acqua giocarono un ruolo fondamentale nel trasporto del legname dalle aree montane alle città di pianura, in particolare a Venezia. Fiumi come il Piave venivano utilizzati come vere e proprie "autostrade fluviali" per il legname (Bonan, 2020). Il sistema di fluitazione, che prevedeva il trasporto dei tronchi lungo i corsi d'acqua, consentiva di superare le difficoltà legate al trasporto via terra, reso proibitivo dal peso e dal volume del legno. Venezia, città affamata di legname, utilizzava questa risorsa per alimentare la cantieristica dell'Arsenale, le vetrerie di Murano e le strutture edilizie (Briffaud e Ferrario, 2015). Il commercio del legname non si limitava alla laguna: i tronchi venivano trasportati lungo i fiumi in tutta la pianura veneta, creando una rete di interscambi che collegava le aree di produzione con quelle di consumo (Longhin, 2021). Questo sistema, tuttavia, ebbe un costo ambientale significativo. Le foreste montane vennero progressivamente impoverite, portando a una trasformazione ecologica dei territori. Le aree deforestate furono spesso convertite in pascoli o terreni agricoli, o lasciate a una rigenerazione spontanea che modificava profondamente l'assetto originario del paesaggio (Ferrario e Castiglioni, 2015).

Oltre all'uso del legno come combustibile, la sua funzione come materiale da costruzione ebbe un impatto significativo sui paesaggi urbani e rurali. I centri abitati preindustriali, sia nelle aree montane che in pianura, si caratterizzavano per un ampio utilizzo del legno nelle strutture edilizie e nella costruzione di infrastrutture, come ponti e canali. In questo contesto, l'economia del legno modellò in modo significativo il territorio veneto. Le foreste alpine e prealpine si trasformarono in veri e propri "campi di lavoro" per boscaioli e carbonai, mentre i corsi d'acqua si adattarono alle esigenze del trasporto del legname, con la costruzione di dighe temporanee, chiamate stue, per aumentare la portata dei fiumi durante la fluitazione (Bonan, 2020). Anche il sistema insediativo subì trasformazioni: villaggi e borgate sorsero nei pressi delle foreste e lungo i fiumi, fungendo da punti di raccolta e smistamento del legname. Nonostante gli sforzi per gestire le foreste in modo sostenibile, l'intenso sfruttamento delle risorse boschive ebbe conseguenze di lungo periodo. La perdita di copertura forestale rese alcune aree più vulnerabili all'erosione del suolo e agli eventi estremi, come frane e alluvioni. Questi fenomeni, uniti alla pressione antropica, accelerarono la necessità

di nuove strategie di gestione territoriale, che avrebbero trovato una prima risposta con l'introduzione dell'energia idraulica e, successivamente, con la transizione al carbone fossile (Ferrario, 2015).

L'ascesa delle energie motrici

La rivoluzione industriale introdusse un cambiamento radicale delle razionalità energetiche, basato sull'estrazione e sull'uso del carbone. Questa nuova fonte di energia, con una densità energetica molto superiore rispetto al legno, permise lo sviluppo delle macchine a vapore inaugurando una nuova stagione di urbanizzazione e industrializzazione su larga scala (Crutzen, 2011), accelerando i processi di trasformazione del territorio e, al tempo stesso, ridefinendo in modo profondo il rapporto tra l'uomo, le risorse naturali e lo spazio in cui esse erano organizzate. Questo periodo segna l'ingresso del concetto di paesaggio "produttivo", in cui la natura viene subordinata alle esigenze economiche. I terreni agricoli divennero la nuova norma, sostituendo gli ambienti naturali e riducendo drasticamente la biodiversità locale. La costruzione di infrastrutture come canali di drenaggio, argini e bacini artificiali introdusse nuove geometrie nel territorio, delineando un paesaggio più regolare e antropizzato. A differenza del sistema energetico preindustriale, il carbone permise la creazione di un sistema ad alta intensità energetica, portando alla nascita di nuovi paesaggi minerari e urbani (McNeill, 2000) capaci di sostenere un aumento della produttività senza precedenti. Le miniere di carbone divennero il fulcro delle economie nazionali. Villaggi rurali si convertirono in centri minerari, con la costruzione di infrastrutture dedicate, come ferrovie per il trasporto del carbone e città operaie per ospitare i lavoratori. In Italia, benché le riserve di carbone fossile fossero limitate rispetto ad altri paesi europei, l'uso di carbone vegetale e lignite rappresentò una risorsa significativa (Bonan, 2020). In Veneto, le aree pedemontane, come Refrontolo e Cornuda, furono interessate da un'intensa attività estrattiva, con centri minerari che rifornivano le necessità energetiche locali, soprattutto durante i periodi bellici (Longhin, 2021). La produzione di carbone vegetale era diffusa anche nelle Prealpi, dove si sviluppò una fitta rete di carbonaie, le cosiddette poiàt. Questi forni rudimentali utilizzavano una lenta combustione anaerobica per produrre carbone leggero e ad alta densità energetica, ideale per alimentare forni e fucine (Bonan, 2020). Il carbone veniva trasportato spesso a dorso di mulo o tramite fluitazione, fino ai centri e utilizzato per alimentare fucine, forni e attività artigianali. Tuttavia, queste attività, sebbene meno invasive rispetto alle estrazioni di carbone fossile, contribuirono a una graduale riduzione delle risorse forestali locali influenzando i paesaggi montani, che divennero punteggiati da radure e sentieri utilizzati per l'attività carbonifera (Briffaud e Ferrario, 2015). In parallelo all'espansione del carbone, l'introduzione dell'energia idroelettrica trasformò ulteriormente i paesaggi del Veneto. Diversamente da molte regioni europee, dove la transizione alle fonti fossili interessò soprattutto le aree urbane compatte, in Veneto si

18 La Società Adriatica di Elettricità (SADE) fu fondata nel 1905 dal conte Giuseppe Volpi, a partire da un gruppo societario che includeva le Aziende SADE e la Cellina. Porto Marghera, dove venne insediata la centrale elettrica principale, divenne il fulcro del nuovo polo industriale del Veneto centrale. Il piano generale del complesso, redatto dall'ingegnere Enrico Coen Cagli nel 1917, fu in parte pubblicato sul *Giornale del Genio Civile*, n. LIX (1921). Le prime industrie vi si stabilirono nel 1922; nel 1928 se ne contavano già 45 attive e altre 35 in fase di costruzione.

mantenne un forte legame con le risorse diffuse di legno e acqua, favorendo l'emergere delle prime forme di insediamento disperso (Viganò, Fabian, e Secchi, 2016). La vera modernizzazione energetica prese piede con l'avvio dei primi sistemi idroelettrici, sviluppati tra il XIX e il XX secolo nella fascia prealpina e successivamente in quella alpina (D'Angelo, 2018). La capacità di generare energia ad alta tensione, l'uso di generatori innovativi e la costruzione di reti elettriche permisero di superare l'antico legame geografico tra i siti di produzione energetica e quelli di consumo. L'idroelettrico rappresentava una risorsa strategica per una regione che combinava un territorio ricco di corsi d'acqua e una crescente domanda di energia da parte dei centri urbani e industriali (Ferrario e Castiglioni, 2015). Il primo impianto idroelettrico in Veneto fu realizzato nel 1905 sul torrente Cellina, ma fu la costruzione del sistema Piave-Santa Croce, completato nel 1914, a segnare il vero passaggio alla modernizzazione energetica della regione. Questo sistema sfruttava le acque della val Lapisina per produrre energia elettrica su larga scala, destinata principalmente all'alimentazione del polo industriale di Porto Marghera, fondato nel 1919, che divenne un centro di sviluppo economico e produttivo di rilevanza nazionale (D'Angelo, 2018).

La gestione degli impianti idroelettrici fu dominata dalla SADE¹⁸ (Società Adriatica di Elettricità), fondata nel 1905, che acquisì un ruolo di monopolio nella gestione delle risorse idriche del Nord-Est. Tra gli anni Trenta e il secondo dopoguerra, la SADE realizzò una serie di progetti infrastrutturali che modificarono profondamente il territorio, costruendo dighe, centrali e sistemi di canalizzazione. Tra gli impianti più significativi si annoverano quelli del Cordevole e del Piave-Ansiei, realizzati durante il periodo autarchico, e il progetto "Grande Vajont", che mirava a unificare i principali impianti idroelettrici del bacino del Piave e del Livenza. Tuttavia, l'impatto ambientale e sociale di questi interventi si rivelò drammatico in alcuni casi, come dimostra il disastro del Vajont del 1963, causato dal crollo di una frana nel bacino idroelettrico. Questo evento, che provocò la distruzione di intere comunità e quasi duemila vittime, segnò un punto di svolta per lo sviluppo idroelettrico italiano, portando a una maggiore attenzione agli aspetti di sicurezza e sostenibilità ambientale (Paolini e Vacis, 1997). Parallelamente, la trasformazione del territorio e il controllo delle acque da parte della SADE si intrecciarono strettamente con le opere di bonifica, soprattutto nel Basso Piave. La bonifica di questa area, già avviata a fine Ottocento con il sostegno di consorzi locali e dello Stato, si intensificò nel corso del Novecento, raggiungendo una dimensione più sistematica grazie alle tecnologie moderne come le idrovore e i sistemi elettromeccanici. Questi interventi furono fondamentali per risanare le paludi e rendere produttive le terre agricole, ma richiesero un coordinamento capillare tra le esigenze agricole e quelle idroelettriche.

Ulteriori legami tra la SADE e le aree di bonifica emersero anche sul piano economico, in particolare attraverso la domanda di energia legata al processo di meccanizzazione agricola. I picchi di tale

domanda erano concentrati proprio nelle aree di bonifica, dove il funzionamento delle idrovore diventava cruciale, specialmente durante periodi di piogge intense e prolungate. La riconversione delle idrovore da motori a vapore a energia elettrica, avviata dopo il primo conflitto mondiale, rese queste attività strettamente dipendenti dagli accordi di fornitura con la SADE, l'unica società in grado di garantire un'adeguata capacità produttiva nella regione. Tuttavia, i consumi elettrici delle aree di bonifica rappresentavano una porzione minima della domanda totale di energia (negli anni Venti oscillavano tra il 3 e il 4 per cento), generando una sproporzione di interessi che spesso portò a contrasti nella definizione dei contratti di fornitura. Nonostante queste difficoltà, la SADE fornì energia gratuita o a tariffe agevolate ai consorzi di bonifica, favorendo il funzionamento degli impianti idraulici necessari per il drenaggio e l'irrigazione. Questa sinergia evidenziava i benefici di una gestione integrata delle risorse idriche: le infrastrutture idrauliche costruite per produrre energia contribuivano anche al controllo idrico necessario per le attività agricole. Tuttavia, il controllo della SADE sulle risorse idriche e sulle infrastrutture generò talvolta tensioni, soprattutto nei periodi di siccità o durante eventi estremi, quando le esigenze di accumulo idrico per la produzione energetica potevano contrastare con i bisogni agricoli.

L'intensificazione dello sfruttamento idroelettrico e la meccanizzazione della bonifica produssero progressivamente un sistema idraulico complesso, risultato di stratificazioni e adattamenti locali più che di una pianificazione unitaria; un assetto che, se da un lato sostenne lo sviluppo agricolo ed energetico, dall'altro amplificò la vulnerabilità idrogeologica del territorio. Le aree di bonifica, grazie alla loro pianificazione, divennero simbolo della modernizzazione del territorio, ma al prezzo di una crescente vulnerabilità agli eventi estremi, come l'alluvione del 1966 che devastò parte del Veneto.

Fossili liquidi e centralità costiera

L'introduzione del petrolio e del gas naturale ha rappresentato una svolta cruciale nella storia dell'energia. Questi combustibili, più versatili ed efficienti rispetto al carbone, hanno consentito di ridefinire il modello produttivo e infrastrutturale, favorendo la centralizzazione delle risorse energetiche e la creazione di poli industriali strategici. Nel Veneto, questa transizione si è manifestata con lo spostamento della produzione energetica dalle aree montane a quelle costiere, grazie alla disponibilità di porti e infrastrutture adatte all'importazione e alla raffinazione dei combustibili fossili.

Il petrolio, in quanto merce globale, ha trasformato i mercati energetici internazionali grazie alla crescente efficienza delle tecnologie di trasporto. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, il consumo energetico globale quintuplicò, segnando quella che è stata definita "la grande accelerazione" (McNeill, 2000). Le dimensioni delle petroliere aumentarono rapidamente per soddisfare la domanda di importazioni in Europa e Giappone, rendendo il trasporto marittimo di pe-

19 Tra le infrastrutture più imponenti figura il sistema siberiano Ust-Balik-Kurgan-Al-metyevsk, lungo 2120 chilometri e progettato per trasportare fino a 90 milioni di tonnellate di greggio ogni anno dai giacimenti della Siberia occidentale verso l'Europa (Smil, 2017)

trolio greggio una modalità economicamente vantaggiosa. Questo sviluppo è stato affiancato dall'introduzione di oleodotti in acciaio senza saldatura, una tecnologia che ha rivoluzionato il trasporto terrestre grazie alla compattezza, affidabilità e sicurezza delle condotte di grande diametro¹⁹ (Smil, 2017). L'ascesa del petrolio nel XX secolo rappresentò una nuova transizione energetica. Più versatile e facilmente trasportabile del carbone, il petrolio rivoluzionò i trasporti e l'industria chimica, inaugurando l'era dei combustibili fossili liquidi. Il gas naturale, meno inquinante, si affermò come complemento ideale, soprattutto per il riscaldamento e la generazione elettrica (Bridge et al., 2013). In Italia, paese importatore di petrolio, queste dinamiche hanno avuto un impatto significativo. Nel Veneto, in particolare, la transizione al fossile, favorita dalle condizioni economiche più favorevoli a partire dagli anni Settanta, ha portato a un modello energetico basato sull'importazione, la raffinazione e il consumo di grandi quantità di combustibili fossili (Geroldi e Pessina, 2021). La centralità della produzione energetica si è spostata dalle aree montane ai territori costieri, con poli come Fusina-Porto Marghera e Porto Tolle che sono diventati nodi cruciali per la lavorazione e la distribuzione del petrolio importato. Porto Tolle, realizzato tra il 1980 e il 1984 nel delta del Po, si affermò come la centrale termoelettrica più potente d'Italia, producendo circa l'8% del fabbisogno energetico nazionale e garantendo, tra gli anni Ottanta e i primi Duemila, la piena autosufficienza energetica della regione (PER Veneto, 2017). L'espansione delle infrastrutture energetiche non si è limitata ai poli costieri, ma ha avuto ripercussioni rilevanti anche sulle aree di bonifica. Questi territori, originariamente concepiti per garantire la sicurezza idraulica e la produttività agricola, sono stati progressivamente integrati nel sistema energetico regionale attraverso un processo di modernizzazione infrastrutturale. Durante la transizione all'energia diesel nel XX secolo, le idrovore alimentate da motori diesel permisero di migliorare l'efficienza delle operazioni di bonifica, riducendo la dipendenza dalle condizioni climatiche per il funzionamento dei sistemi di drenaggio. Successivamente, l'elettificazione delle pompe ha trasformato ulteriormente il paesaggio agricolo, rendendolo più regolare e favorendo una gestione idraulica più precisa e centralizzata (D'Angelo, 2023).

Questi sviluppi hanno comportato una maggiore efficienza nella gestione idraulica, ma hanno anche intensificato la pressione ambientale e territoriale. L'estrazione di gas naturale nel Nord Adriatico, iniziata negli anni Venti del Novecento, ha aggravato il fenomeno della subsidenza, provocando un abbassamento progressivo del suolo che ha aumentato la vulnerabilità delle aree lagunari e deltizie alle inondazioni. Questo fenomeno ha creato un circolo vizioso, rendendo necessari interventi idraulici più complessi e un maggiore consumo energetico per mantenere operativo il sistema di bonifica, accentuando così l'interdipendenza tra infrastrutture energetiche e idrauliche (Novello e McCann, 2017).

Nel corso del Novecento, il modello energetico si è progressivamente strutturato intorno a un paradigma centralizzato e gerarchico, in cui grandi poli industriali, reti infrastrutturali e logiche *top-down* hanno governato la produzione e la distribuzione dell'energia. Autori come Jeremy Rifkin (2002; 2011) hanno sottolineato come i combustibili fossili abbiano rafforzato questo assetto, concentrando potere decisionale ed economico in pochi nodi strategici.

Le fonti rinnovabili aprono la possibilità di una decentralizzazione produttiva e di un modello più diffuso, ma non ne garantiscono automaticamente l'attuazione. La loro adozione implica un cambiamento culturale e politico profondo, ancora tutto da costruire, che richiede di confrontarsi con i limiti biofisici dei sistemi e con le disuguaglianze territoriali che ne condizionano l'evoluzione.



Demolizione della ciminiera di Cittanova. Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

3. RAZIONALITÀ AGRICOLE E TRAME TERRITORIALI

Il Nord Adriatico rappresenta un caso emblematico dell'evoluzione delle razionalità agricole, sviluppatesi nel tempo in risposta a variabili climatiche, pressioni demografiche, innovazioni tecnologiche e politiche di gestione territoriale. In questa regione, segnata dalla presenza di vaste aree paludose e da una complessa rete idrografica, interventi successivi hanno progressivamente trasformato un ambiente vulnerabile in un sistema agricolo ad alta produttività.

Il capitolo analizza in dettaglio le principali fasi evolutive delle pratiche agricole, con particolare attenzione ai dati storici e ai processi legati alle bonifiche, alle coltivazioni arboree e cerealicole e alla gestione delle risorse idriche. L'agricoltura di sussistenza si basava su appezzamenti irregolari e su sistemi di canalizzazione per drenaggio a gravità, operando secondo cicli chiusi: i residui organici – letame e sottoprodotti colturali – venivano reintrodotti nei campi per mantenere la fertilità dei suoli (Smil, 2021).

In questo sistema, l'energia solare, trasformata in biomassa attraverso la fotosintesi, costituiva la fonte primaria, mentre il lavoro umano e animale ne rappresentava il principale mezzo di conversione in prodotti agricoli. Un agricoltore impegnato nelle attività quotidiane aveva un fabbisogno medio di circa 3.000 kcal al giorno (pari a 12,55 MJ), gran parte delle quali destinate al metabolismo basale e solo in parte al lavoro fisico (Smil, 2021). Ancora più rilevante era il consumo energetico degli animali da tiro: un cavallo impiegato in lavori pesanti come l'aratura necessitava di circa 30.000 kcal giornaliere (125,5 MJ), un ordine di grandezza che illustra bene i vincoli bioenergetici entro cui operava l'agricoltura preindustriale.

Questi vincoli bioenergetici non solo condizionarono la lentezza delle trasformazioni territoriali, ma plasmarono anche una specifica morfologia agraria, i cui tratti risultano leggibili ancora oggi nei paesaggi rurali dell'Adriatico settentrionale.

Campi in formazione. Razionalità premoderne

Nel periodo medievale, il Nord Adriatico era caratterizzato da una produttività agricola limitata, dovuta alla prevalenza di aree paludose e alla mancanza di tecnologie avanzate. I rendimenti dei cereali erano estremamente bassi, con stime di rese inferiori a 4 quintali per ettaro. Le coltivazioni principali includevano frumento e orzo, spesso soggetti a condizioni climatiche instabili che rendevano imprevedibile la produzione agricola (De Marchi, 2018; Bevilacqua, 1995).

Le prime bonifiche, avviate sotto l'influenza della Serenissima Repubblica di Venezia, segnarono una svolta. L'uso di canali e argini per il drenaggio delle acque permise di recuperare porzioni di terreno agricolo più ampie. Ad esempio, entro il XIII secolo, la zona della bassa pianura veneta aveva già visto la realizzazione di sistemi idraulici che coprivano oltre 20.000 ettari, promuovendo così la nascita di una cerealicoltura più stabile (Bixio, 2016; Davis, 1997).

A partire dal basso Medioevo, la cerealicoltura si consolidò come

pilastro dell'agricoltura regionale. L'introduzione di rotazioni agrarie più articolate e l'uso crescente della semina autunnale contribuirono a migliorare i rendimenti. Questi ultimi, seppur ancora bassi rispetto agli standard moderni, cominciarono a superare i 6-7 quintali per ettaro grazie a un'ottimizzazione dell'uso del suolo (De Marchi, 2018).

A partire dal XIII secolo, la mezzadria si impose come sistema dominante nella gestione agricola del Nord Adriatico. Questo sistema prevedeva la divisione dei frutti della terra tra il proprietario e il mezzadro, il quale riceveva anche il supporto per l'acquisto di attrezzi, sementi e animali da lavoro (Cazzola, 1995). La diffusione della mezzadria contribuì alla creazione dei poderi, unità agricole ben definite che riflettevano una razionalizzazione crescente del territorio agricolo.

I poderi, generalmente di 15-20 ettari, erano organizzati attorno a una casa colonica, stalle e altre infrastrutture agricole. Questa configurazione non solo garantiva una maggiore autosufficienza alimentare per le famiglie mezzadrili, ma permetteva anche un controllo più diretto sul territorio da parte dei proprietari terrieri urbani, che investivano nella costruzione e manutenzione delle strutture (Bevilacqua, 1989). Il paesaggio agrario ne risultò profondamente trasformato, con l'introduzione di siepi, filari alberati e sistemi di drenaggio complessi.

Nel XVII e XVIII secolo, l'agricoltura del Nord Adriatico affrontò sfide significative. Le gelate del XVIII secolo causarono un brusco declino dell'olivicoltura gadesana, mentre l'importazione di olio dalle Puglie rese la produzione locale meno competitiva. Le politiche agricole della Serenissima si concentrarono quindi sulla diversificazione delle colture e sull'espansione delle bonifiche, che interessarono oltre 50.000 ettari di nuove aree coltivabili (Bixio, 2016; Ciriaco, 1994). In questo periodo, l'organizzazione del territorio agricolo subì una profonda trasformazione: i piccoli appezzamenti lasciarono progressivamente il posto a grandi aziende agricole, che permettevano l'adozione di pratiche innovative, come la rotazione delle colture e l'introduzione di colture più redditizie, come il mais. Entro la fine del XVIII secolo, il mais occupava circa il 30% della superficie coltivabile nelle pianure venete, con rendimenti medi superiori ai 20 quintali per ettaro, segnando un netto miglioramento rispetto ai cereali tradizionali (Regione Veneto, 2007; Segenni, 2019).

Fabbrica agricola. Razionalità industriali

Il XIX secolo vide una ripresa dell'olivicoltura e un ulteriore sviluppo delle infrastrutture di bonifica. L'introduzione delle idrovore meccaniche consentì di mantenere asciutti vasti territori sotto il livello del mare, come i 185.000 ettari nella pianura veneta. Inoltre, l'espansione dei sistemi di irrigazione garantì una maggiore stabilità produttiva per colture come frumento, mais e riso (Regione Veneto, 2007; Ciriaco, 1994).

20 Con l'espressione campo chiuso si intende un appezzamento agricolo delimitato da confini stabili – siepi, filari, fossati, muretti – che lo separano dai campi contigui e ne sanciscono l'uso esclusivo. Questa configurazione contrasta con i sistemi a campi aperti e corrisponde a una fase di privatizzazione dello spazio agrario, diffusa in Europa dall'età moderna (Sereni, 1961). In Francia il termine bocage indica un paesaggio agrario caratterizzato da una trama fitta di campi chiusi separati da siepi e siepi alberate, che assolvono funzioni produttive, ecologiche e idrauliche. In letteratura si parla oggi di neo-bocage per designare assetti contemporanei che reintroducono o conservano tali elementi lineari come infrastrutture ecologiche e di paesaggio, spesso nell'ambito di politiche agro-ambientali e di adattamento climatico

21 La baulatura è una tecnica agronomica di sistemazione del terreno che prevede la formazione di rilievi longitudinali leggermente arcuati (i "bàuli"), separati da fossi o scoline. Questo assetto consente di favorire il deflusso delle acque in eccesso, migliorare l'aerazione del suolo e, al tempo stesso, trattenere l'umidità necessaria alle colture. In Veneto tale pratica si è diffusa dal XVI secolo, legandosi alla coltivazione della canapa

e, successivamente, del mais, e ha contribuito a trasformare la campagna in un vero e proprio dispositivo idraulico diffuso.

22 Con il termine colture halotolleranti si indicano specie vegetali in grado di sopravvivere e produrre in ambienti con elevata salinità del suolo o dell'acqua. La tolleranza al sale può derivare da meccanismi fisiologici e biochimici che consentono alla pianta di mantenere l'equilibrio idrico e ionico nonostante l'accumulo di cloruri e solfati.

Nel corso del XX secolo, si assistette a una significativa razionalizzazione del territorio agricolo. I campi chiusi²⁰ e i piccoli appezzamenti frammentati furono progressivamente accorpati in unità più grandi, spesso superiori ai 50 ettari, per rispondere alle esigenze di una produzione agricola sempre più meccanizzata. Questo processo favorì la creazione di aziende agricole strutturate e dotate di infrastrutture moderne, come reti di drenaggio, strade poderali e impianti di irrigazione a pioggia. Tale evoluzione non solo migliorò l'efficienza produttiva, ma ottimizzò anche la gestione delle risorse idriche e la logistica agricola.

Un punto di svolta nel territorio veneto è rappresentato dall'affermazione del sistema di baulatura²¹ dei terreni, emerso a partire dal XVI secolo con il diffondersi di colture come la canapa e il mais (Bevilacqua, 1989). Questa tecnica, basata su rilievi longitudinali del terreno separati da fossi e scoline, non solo garantiva lo smaltimento dell'acqua in eccesso, ma favoriva la percolazione e la ritenzione idrica, trasformando la campagna veneta in un grande dispositivo idraulico. I contadini, dapprima mezzadri e poi proprietari, hanno sempre considerato il campo agricolo non solo come un luogo di produzione, ma anche come un sistema da curare e mantenere con precisione.

Laboratorio agro-tecnologico. Razionalità contemporanee

Attualmente, l'agricoltura nel Nord Adriatico è caratterizzata da una diversificazione delle colture e da una razionalizzazione avanzata del territorio. La prevalenza di grandi aziende agricole consente una gestione più efficiente delle risorse, con particolare attenzione alla sostenibilità.

Secondo i dati ISTAT (2016), circa il 38% delle aziende agricole venete gestisce il 79% della Superficie Agricola Utilizzata (SAU), con una media di oltre 50 ettari per azienda. La concentrazione delle aziende ha favorito l'adozione di pratiche innovative come l'agricoltura di precisione, l'uso di droni per il monitoraggio delle coltivazioni e la gestione sostenibile delle risorse idriche (Regione Veneto, 2019).

Le colture principali includono cereali come frumento tenero e mais, mentre le colture industriali, come la soia, occupano una porzione significativa delle superfici agricole. Le coltivazioni ortive, come basilico e radicchio, continuano a essere importanti sia per il mercato interno sia per l'esportazione (ISTAT, 2022). Inoltre, si sta diffondendo l'uso di colture halotolleranti²² come Salicornia e Limonium nelle aree soggette a salinizzazione.

Nella filiera agricola, le trasformazioni sono state significative. Si è passati da una raccolta prevalentemente manuale, con l'uso di falci e trebbie, a una meccanizzazione diffusa che ha rivoluzionato le modalità produttive. Le moderne mietitrebbiatrici, i trattori multifunzione e i sistemi di irrigazione computerizzati hanno drasticamente ridotto i tempi e i costi di produzione, migliorando la qualità dei raccolti. La logistica è divenuta un elemento chiave della filiera, con

infrastrutture avanzate per la conservazione e il trasporto, garantendo che i prodotti raggiungano i mercati internazionali in tempi ridotti e con standard di freschezza elevati.

Un altro aspetto cruciale è l'emergere di pratiche di agricoltura rigenerativa. Molte aziende hanno adottato tecniche che riducono l'uso di fertilizzanti chimici e pesticidi, promuovendo invece l'uso di ammendanti organici e colture di copertura per migliorare la fertilità del suolo. Le sfide legate ai cambiamenti climatici stanno spingendo verso una maggiore innovazione nel settore agricolo del Nord Adriatico. I progetti di resilienza includono la creazione di reti idriche intelligenti per ottimizzare l'irrigazione e ridurre gli sprechi, l'introduzione di colture più resistenti alla siccità e l'implementazione di modelli di previsione climatica per pianificare meglio le attività agricole.

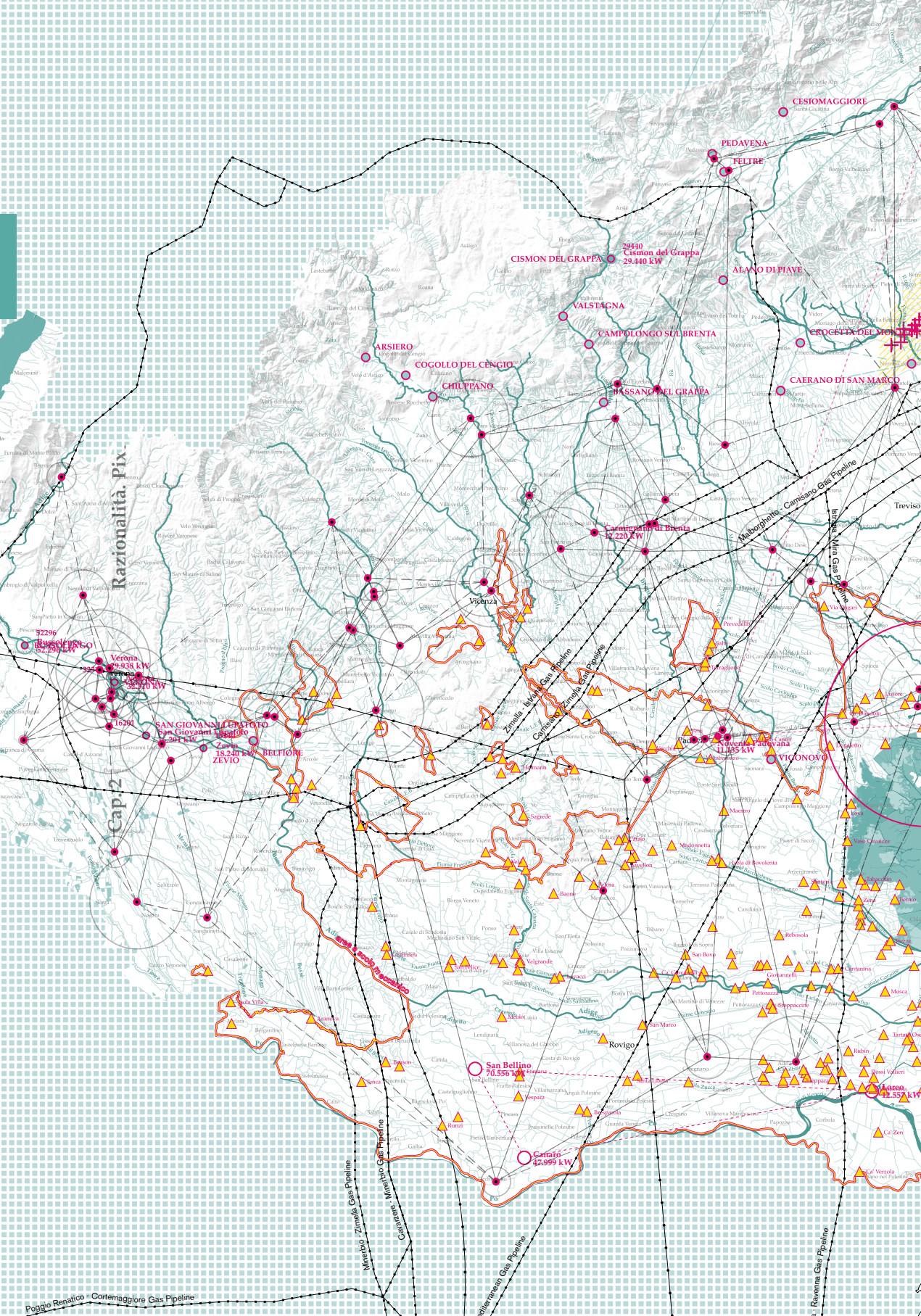
Uno degli approcci più promettenti è l'integrazione di tecnologie avanzate, come sensori IoT e sistemi di analisi dei dati, che consentono di monitorare in tempo reale le condizioni del suolo e delle coltivazioni, migliorando così la capacità decisionale degli agricoltori.

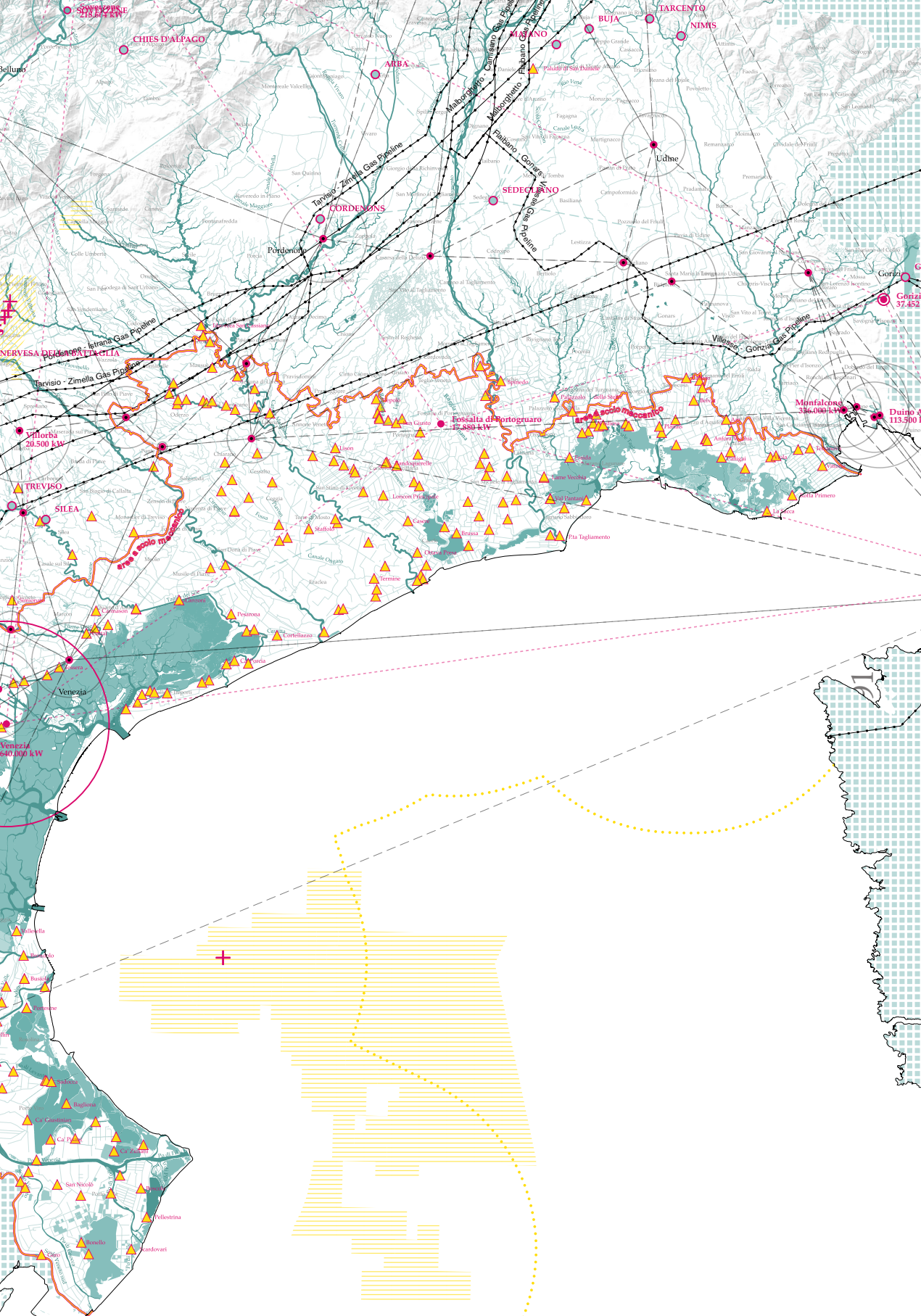
L'evoluzione delle razionalità agricole nel Nord Adriatico è un processo complesso, influenzato da una molteplicità di fattori, tra cui i cambiamenti climatici, le dinamiche di mercato e l'innovazione tecnologica.

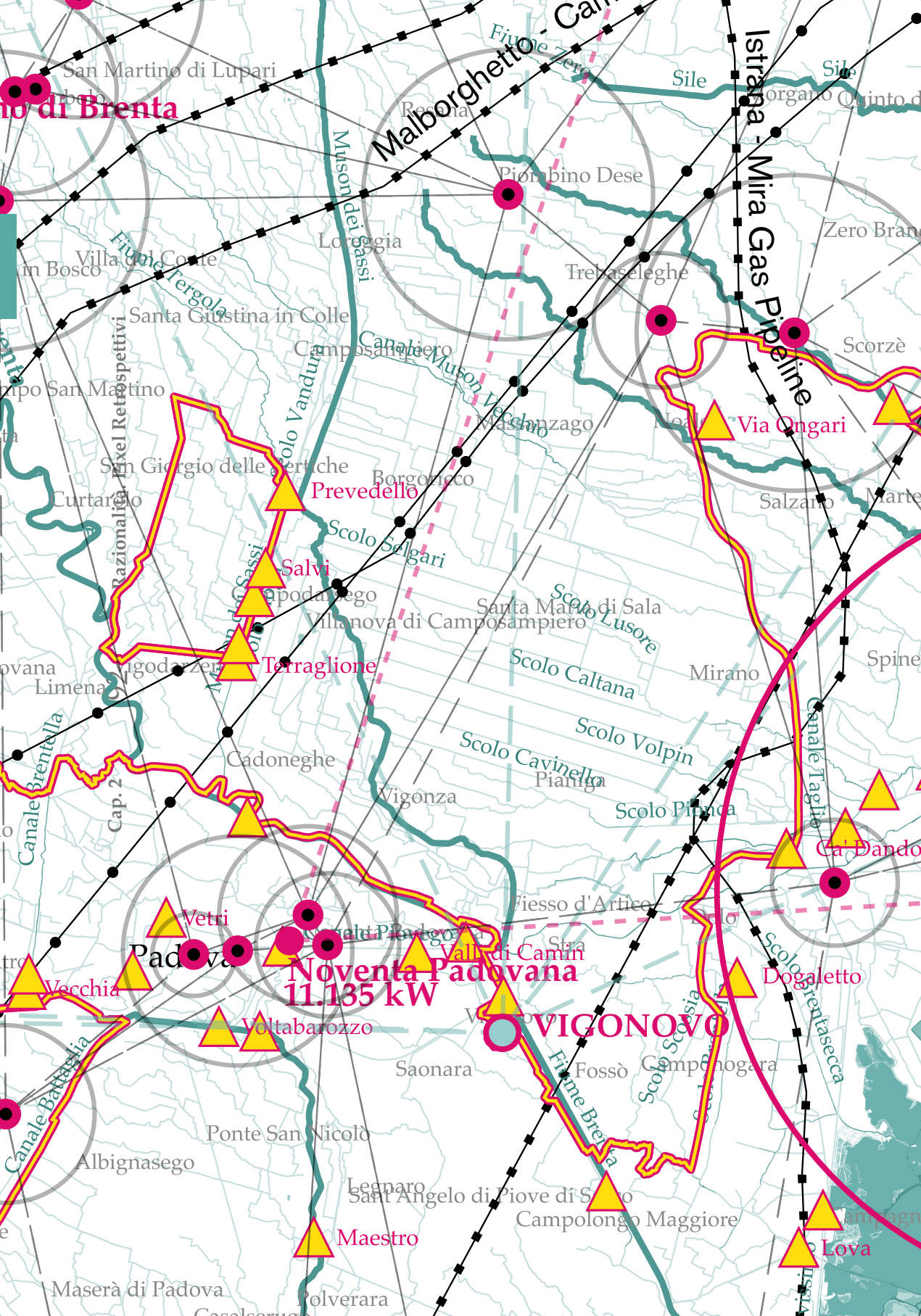


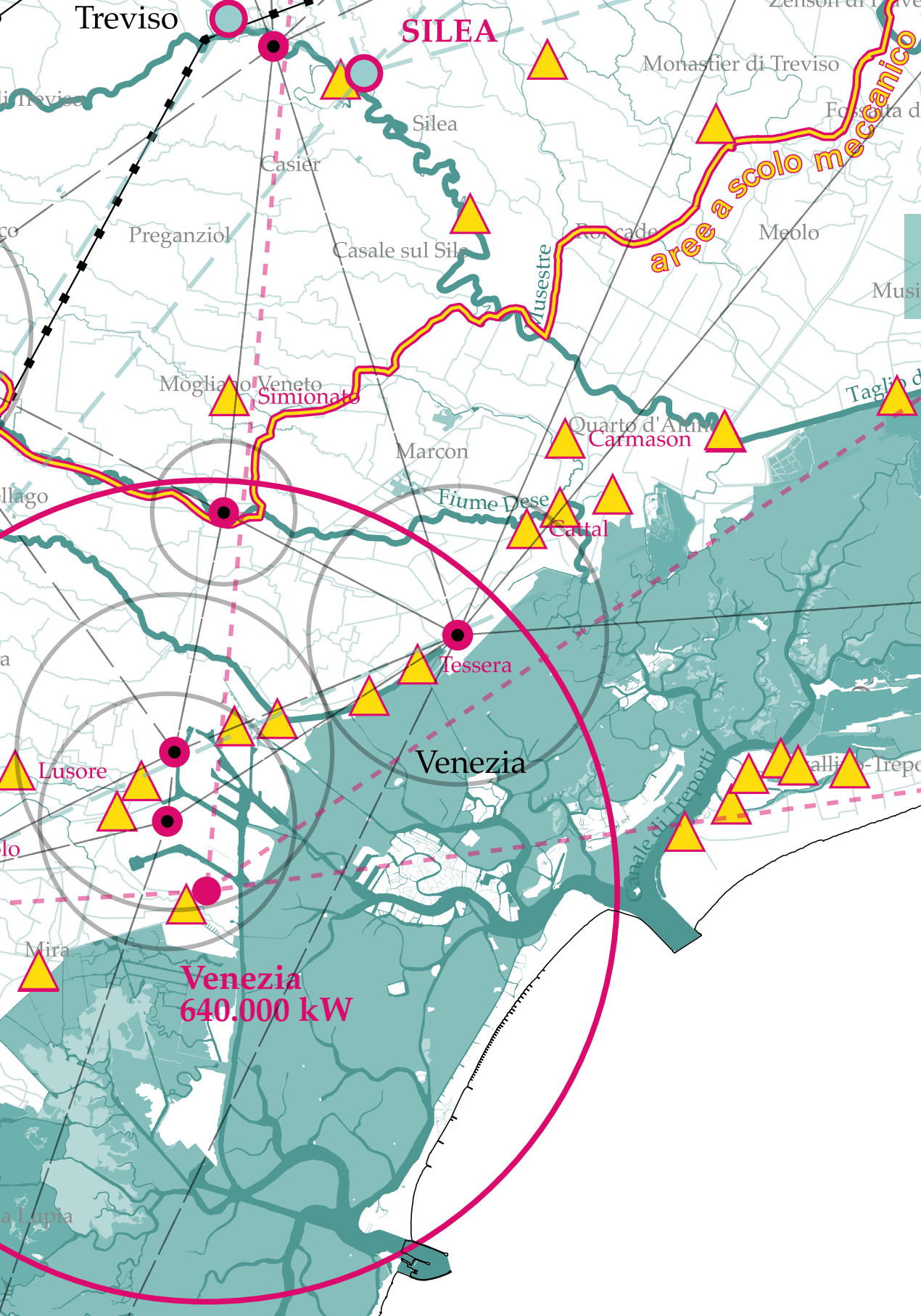


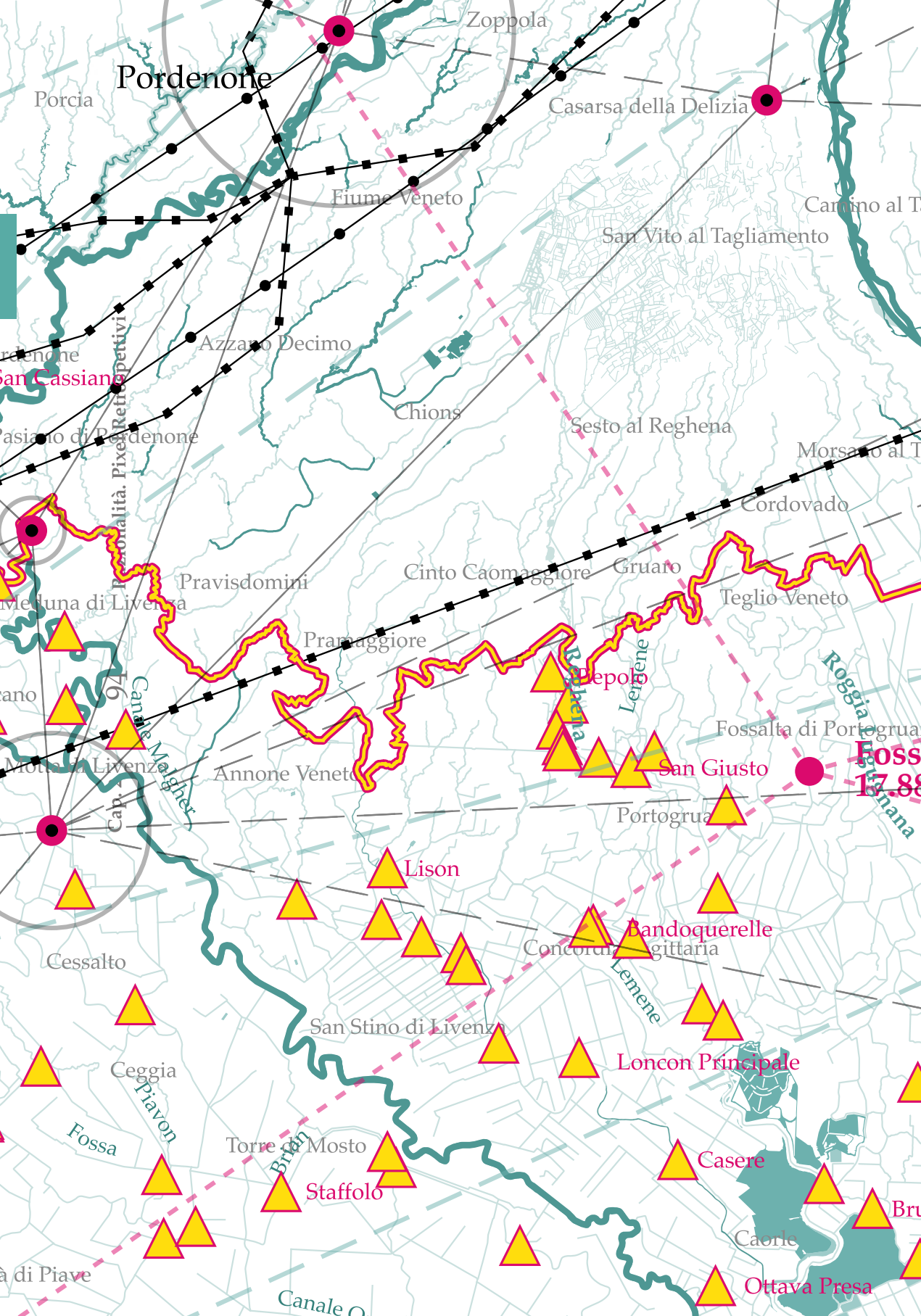
Il diadamento della palude con apparecchio funicolare. Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale

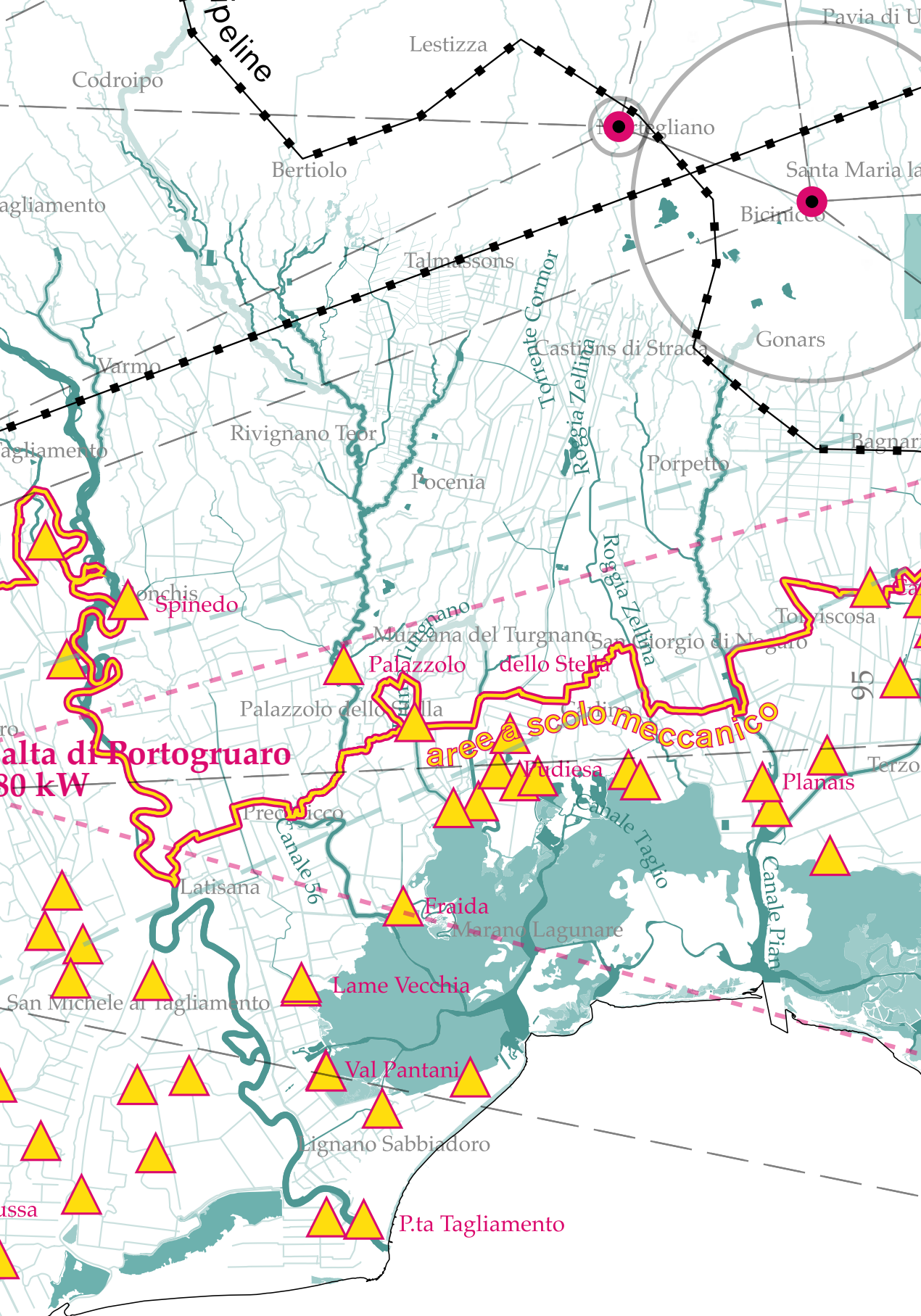


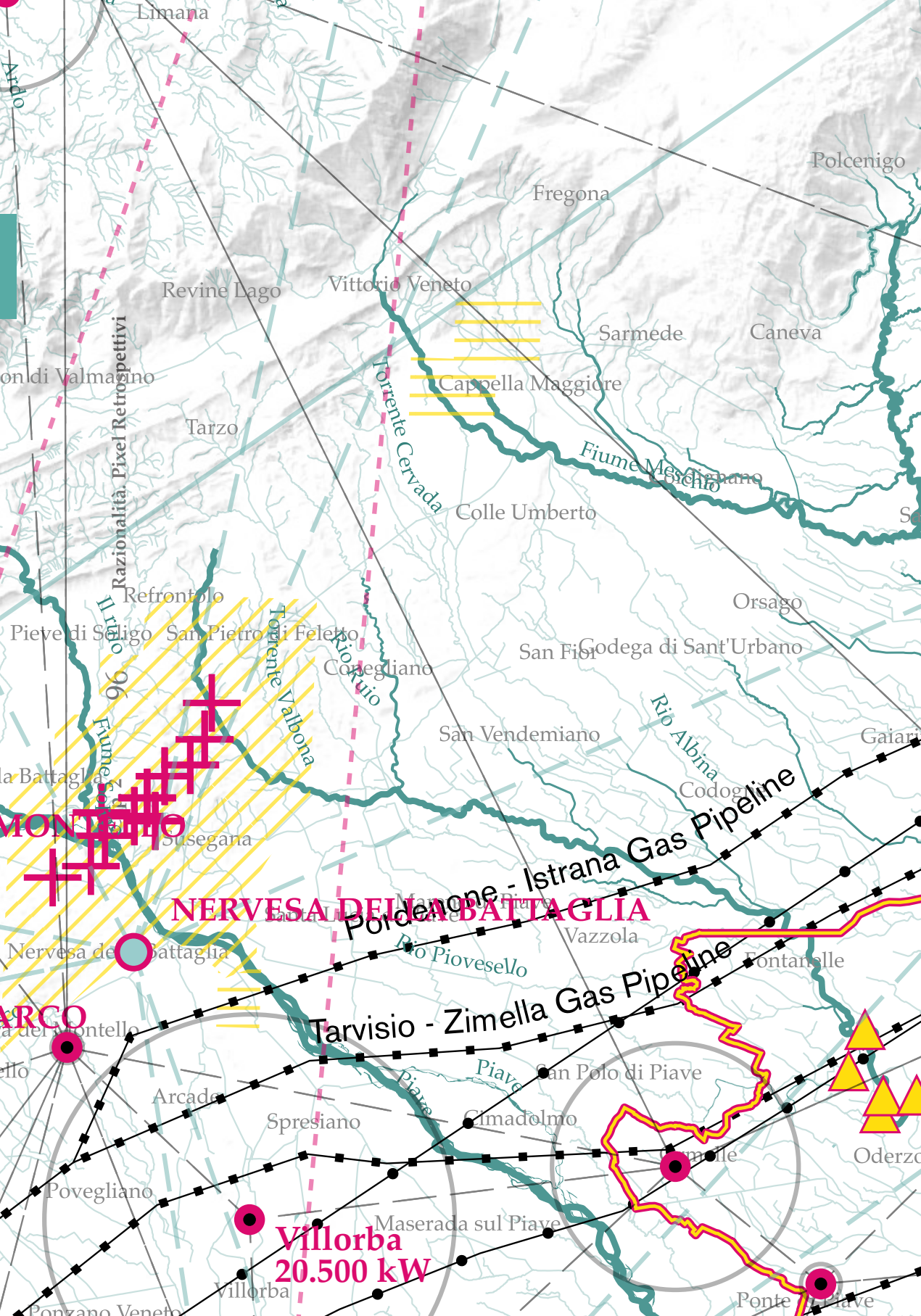


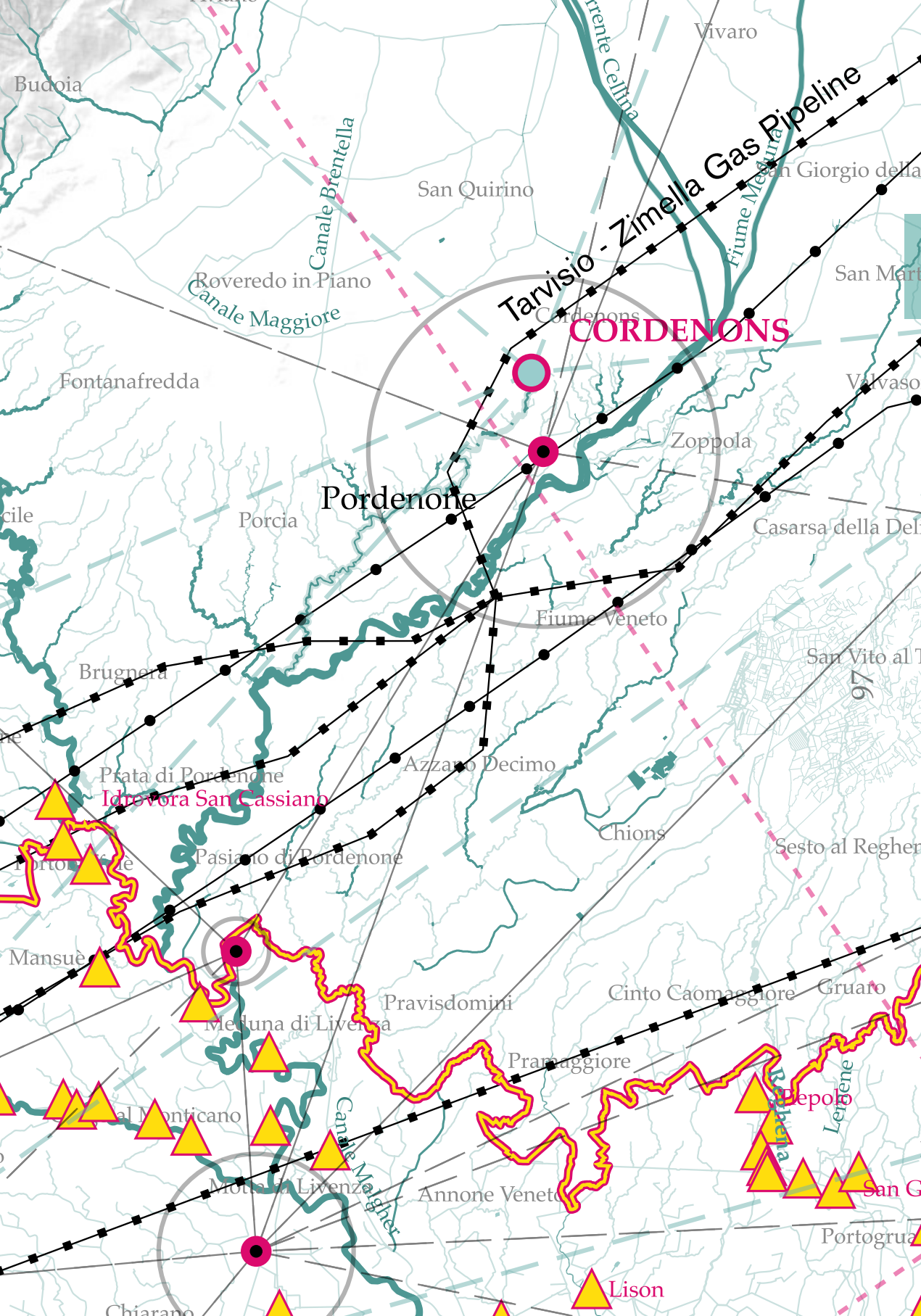


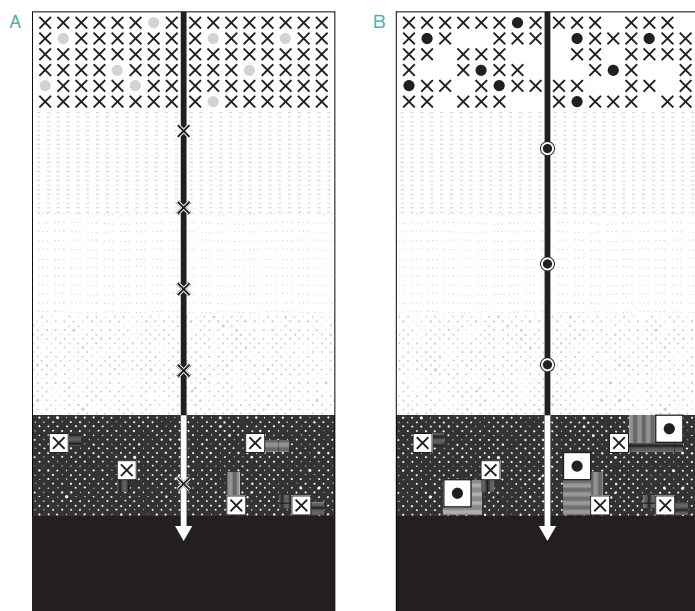






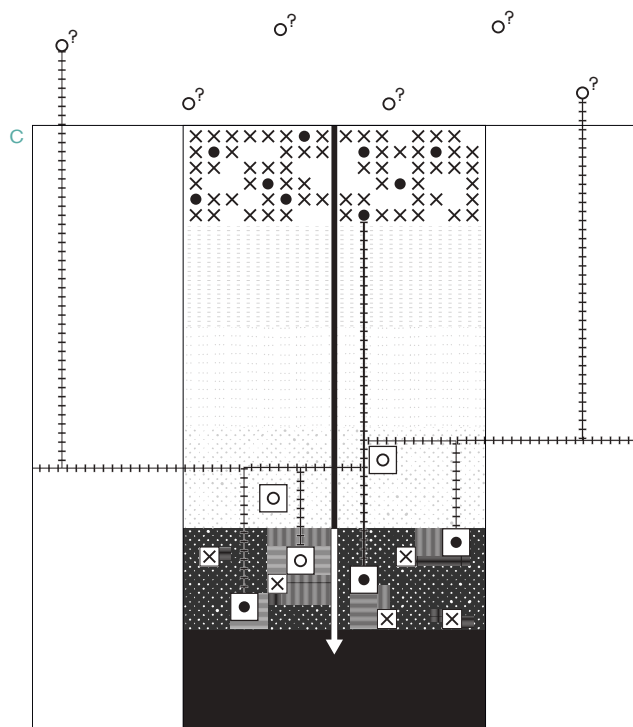






A.
XIII–XVIII secolo (apice XVI–XVII): sfruttamento delle foreste alpine/prealpine e trasporto del legname a valle tramite fluitazione e zattere verso laguna e costa.

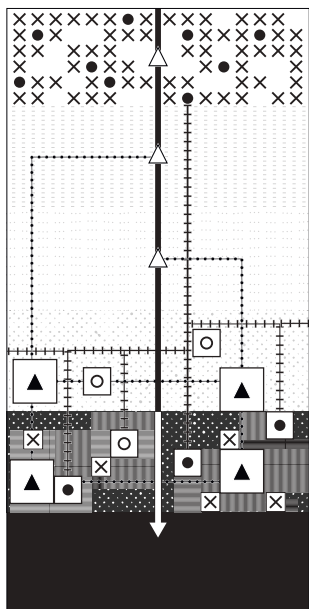
B.
XV–XIX secolo (con persistenze fino ai primi decenni del XX): produzione diffusa di carbone vegetale per metallurgia, vetrarie, forni e calcare, alimentata da tagli forestali; movimentazione prevalentemente fluviale/canalizia.



C.
Dal XVIII secolo (uso limitato), affermazione XIX secolo, apice tra 1880 e 1930: progressivo ricorso al carbone fossile importato, che alimenta industria, navigazione e ferrovie, segnando l'ingresso alla scala industriale moderna.

Razionalità energetiche e pixelizzazione del paesaggio

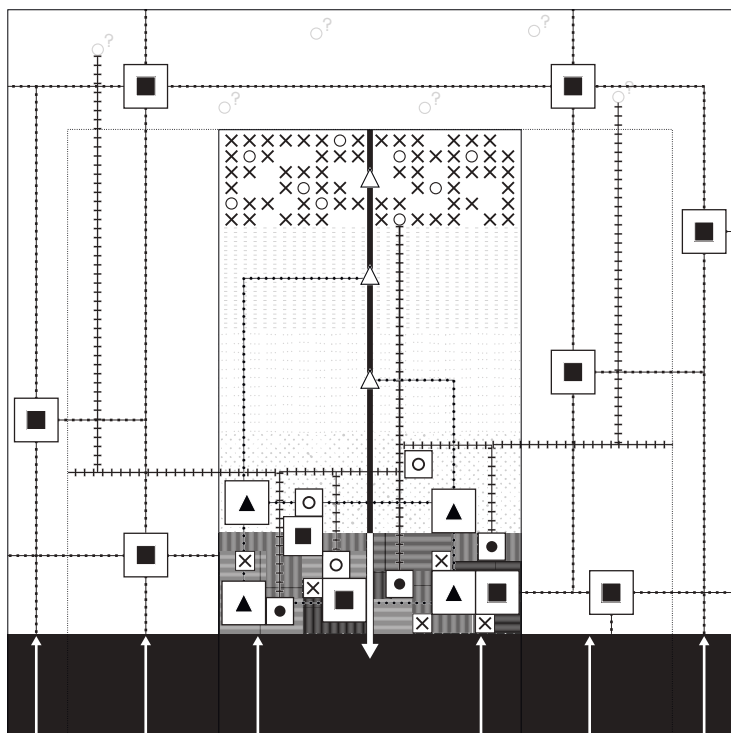
Gli schemi illustrano la successione delle razionalità energetiche che hanno guidato la trasformazione del territorio: dall'uso delle foreste e del trasporto fluviale del legno, al carbone vegetale e poi al carbone fossile, che amplia la scala degli interventi; dall'idroelettrico e dalle centrali



D

D.
Fine XIX secolo – prima metà XX (prime centrali 1890–1910, forte espansione 1920–1960): sviluppo delle centrali idroelettriche alpine e prealpine, costruzione di dighe e linee di trasmissione; generazione e diffusione della rete elettrica nazionale.

E.
Dal secondo dopoguerra (anni 1950 in poi): crescita della filiera petrolifera (raffinerie, oleodotti, Porto Marghera come hub); dagli anni 1960 si aggiungono i giacimenti di gas naturale padani e offshore nell'Alto Adriatico, con metanodotti e centrali termoelettriche.



E

sui fiumi al petrolio e alle reti energetiche del Novecento. Questa sequenza mostra come ogni passaggio abbia reso possibile una progressiva pixelizzazione del paesaggio e la costruzione del territorio-macchina



1927. Lavori di alzamento di livellata ed ampliamento di luce al ponte sul canale Malgher al chilometro 47.980 della linea Mestre-Portogruaro.



1915. Conca per l'ingresso delle barche nel Consorzio di scolo Ongaro Inferiore a Tre Cai (Grisolera)



1929. Da un documento del Consorzio di Bonifica di San Vito al Tagliamento (1.10.1929) sulle opere complementari di bonifica idraulica si testimonia che i carriolanti trasportavano tramite binario le ghiaie utili all'inghiaimento delle strade interne al bacino.

La forza delle braccia

Fino al 1910 i canali di bonifica venivano scavati interamente a mano, utilizzando semplici strumenti come la "palottina", la "sita" e la carriola. Le maestranze bracciantili del Basso Piave, note per la loro abilità, riuscivano a raggiungere una produttività sorprendente, fino a 1-1,5 metri cubi di materiale scavato e caricato all'ora, lavorando sempre a cottimo.



1927. Scavo per la fondazione della spalla destra del ponte sul canale Melgher.



Anni '20. L'escavo a mano da parte dei badilanti e dei cariolanti dei canali.

Era un lavoro estremamente duro, che richiedeva una rigorosa organizzazione e capisquadra esperti. Questa impegnativa attività era svolta dalla ormai scomparsa categoria dei "badilanti", protagonisti delle prime grandi opere di bonifica.
Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale



I lavoratori della bonifica nel loro duro lavoro manuale. Fonte "Terre Nuove" Cicero Ed., 2011



1920. Stato dei lavori di costruzione del sistema dei canali agricoli.



Chiavica di derivazione dal Canale Brian agli Stretti.



Dissodamento della palude mediante l'utilizzo di buoi. Le difficoltà maggiori erano rappresentate dalla poca consistenza del suolo e dalla necessità di ottenere un buon pareggiamento della superficie che consentisse di attendere la graduale formazione dello strato vegetale.

Opere e trasformazioni della bonifica

La tecnica costruttiva delle grandi opere di bonifica racconta le sfide affrontate e superate da tecnici, proprietari, imprenditori e lavoratori: dalle difficoltà iniziali e le delusioni, fino al successo nella trasformazione fondiaria e agricola.

Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale



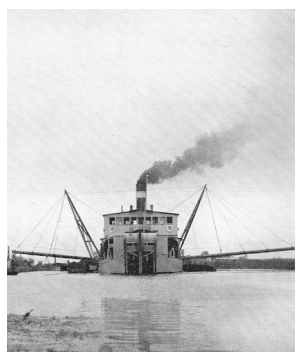
Trebbiatura con motore a scoppio. Trattrice Titan. La trattrice è un veicolo semovente a ruote o cingoli utilizzato in agricoltura per trainare o azionare attrezzature agricole come aratri, spandiconcime o rimorchi.



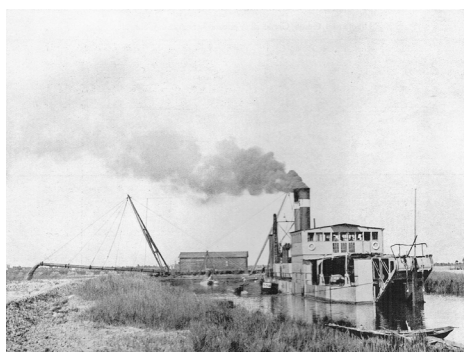
Dissodamento della palude con i trattori. Il tempo necessario per preparare dopo il prosciugamento un suolo agrario è stato più o meno, della durata di un quinquennio; periodo lungo perché con difficoltà dovute alla mancanza di attrezzature aziendali, pur esse in via di preparazione, e dalle avversità che l'ambiente presentava.



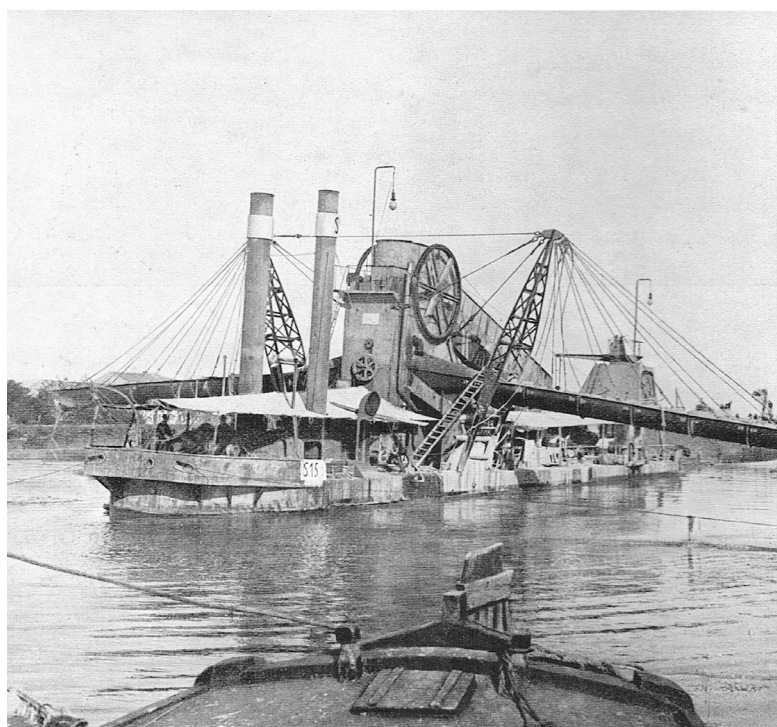
Anni '20. Inizio prosciugamento della palude e delle zone incolte vicino a Torre di Fine. Solo nel 1924, con la legge Serpieri, e poi nel 1928, con quella sulla Bonifica Integrale, hanno cominciato a prender consistenza i sussidi dello Stato per tali trasformazioni.



1920 - Una draga aspirante apre un canale in meno alla palude dell'Ongaro.



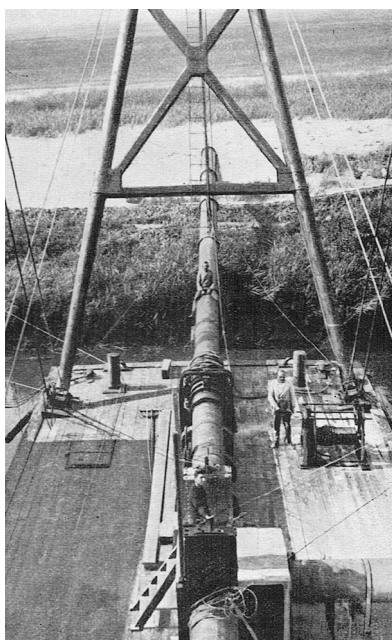
1919. Sistemazione del Canale Brian. Draga aspirante a coltelli.



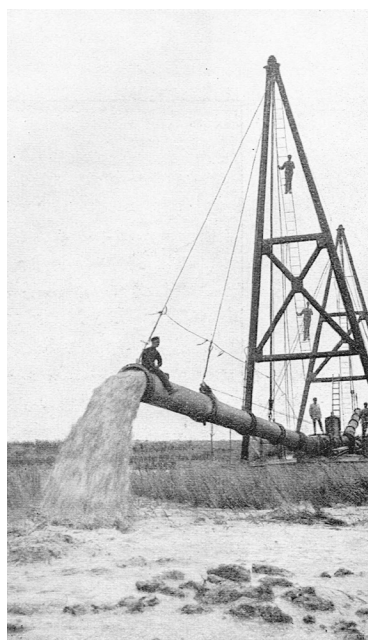
1919. Sistemazione del Canale Brian. Draga a Secchie.

Dragaggio dei canali per le opere di bonifica

Le draghe a secchie venivano utilizzate per scavare e rimuovere sedimenti dai canali attraverso una catena continua di secchie che sollevavano il materiale dal fondo, permettendo così di mantenere navigabili i corsi d'acqua e di favorire il deflusso delle acque nelle aree di bonifica. Le draghe a coltelli, invece, erano dotate di lame metalliche che tagliavano il terreno compatto



1919. Sistemazione del Canale Brian.



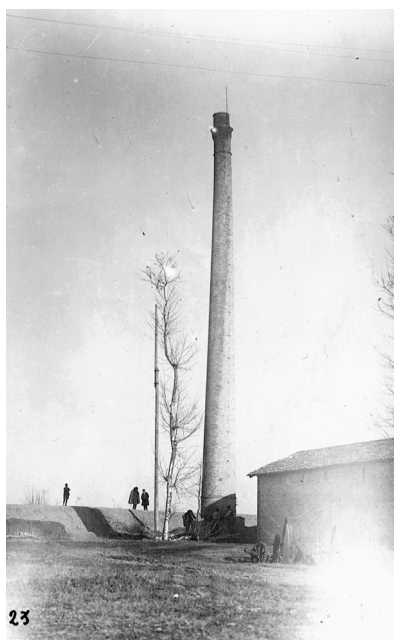
1919. Sistemazione del Canale Brian.



1919. Sistemazione del Canale Brian. Getto a distanza del materiale dragato.

e le radici della vegetazione, rendendo più agevole la successiva rimozione del materiale. Questi mezzi ebbero un ruolo fondamentale nelle prime opere di bonifica, prima dell'introduzione di macchine più moderne ed efficienti.

Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale



La ciminiera di Cittanova.



Fine della bonifica privata. Si abbatte la ciminiera di Cittanova.



1903-1907. Inaugurazione dell'impianto idrovoro di Cavazuccherina.
Cominciò a prosciugare il comprensorio nel 1907; nel Dicembre 1909 le opere (canali, strade, manufatti, idrovora) furono dichiarate ultimate.

Impianti idrovori

Le fotografie rappresentano i vari impianti idrovori costruiti tra il 1800 e il 1920. Quando furono realizzate le prime opere di bonifica, l'unica tecnologia disponibile per l'azionamento degli impianti era la macchina a vapore. I relativi edifici, sala macchine, locale caldaie e bollitori, deposito del carbone, ciminiera, risultavano strutture di grandi dimensioni, costose e impegnati-



L'impianto idrovoro di Torre di FINE e canale Revedoli.



L'impianto idrovoro di Cà Corniani.

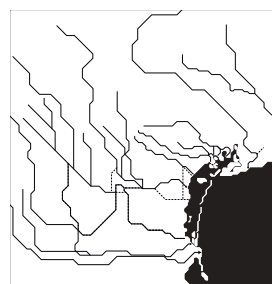


L'impianto idrovoro di Cà Corniani durante la Prima Guerra Mondiale



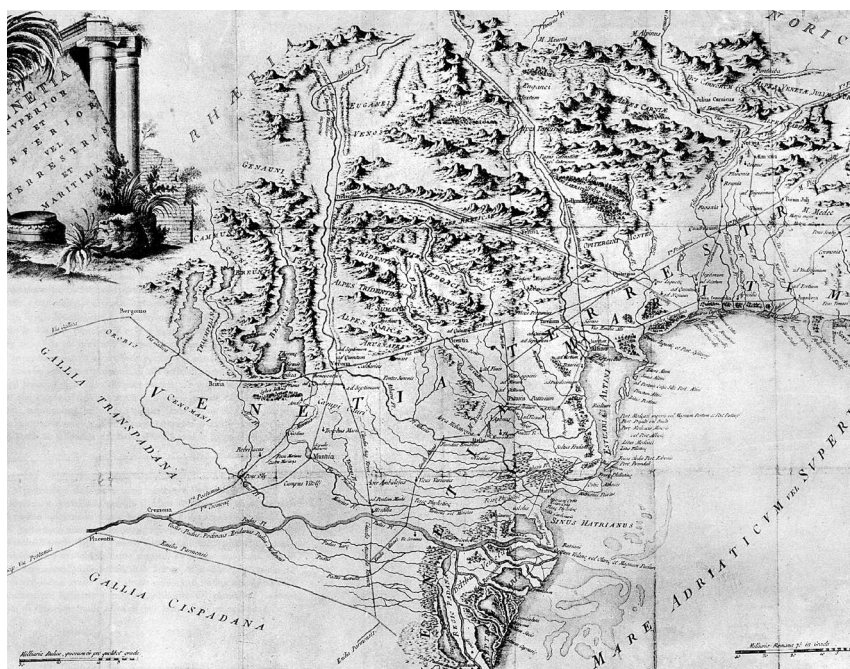
Agosto 1971. Costruzione dell'idrovora di Valle Tagli.

ve da gestire. Anche il funzionamento richiedeva personale qualificato, come un macchinista patentato e un fuochista. L'avviamento delle pompe era un processo lungo e complesso: occorreva accendere i forni e portare le caldaie alla giusta pressione diverse ore prima dell'effettivo utilizzo. Per semplificare queste operazioni e ridurre i costi, si introdussero i motori Diesel e successivamente quelli elettrici. Fonte: Archivio Consorzio di Bonifica Veneto Orientale



XV secolo.

XV secolo. La mappa rappresenta il continuo sistema di lagune tra Ravenna e Trieste. Fonte: Archivio di Stato di Venezia, Miscellanea Mappe, dis. 1434



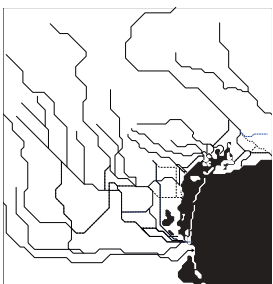
Primi secoli dell'era volgare. Il Veneto nei con i tracciati delle principali vie romane.

Modifiche territoriali e razionalità

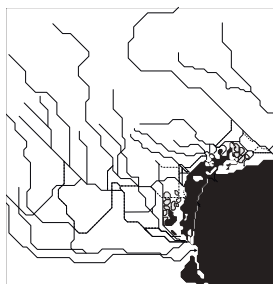
Le mappe storiche costituiscono uno strumento essenziale per ricostruire l'evoluzione del territorio e per comprenderne le trasformazioni nel tempo. Esse permettono di leggere in sequenza le diverse fasi in cui si sono articolate le pratiche di bonifica e di gestione idraulica, restituendo le logiche sottese alle scelte tecniche, economiche e politiche. Ogni carta documenta infatti non soltanto una condizione fisica dello spazio, ma anche il quadro di razionalità che l'ha prodotta e le forme di governance che hanno regolato la relazione tra acqua, energia e agricoltura.



XVI secolo. Prime diversioni
fluviali



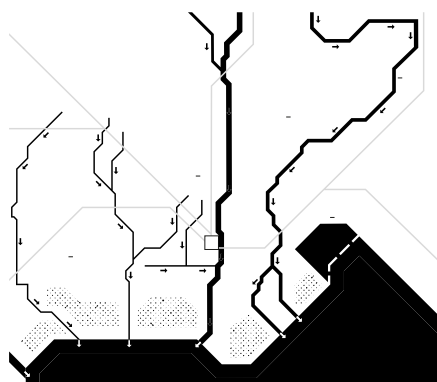
XVII secolo.



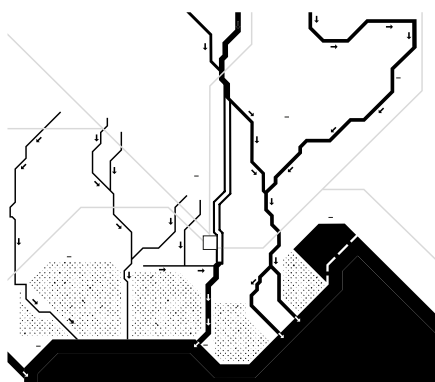
XVIII secolo.



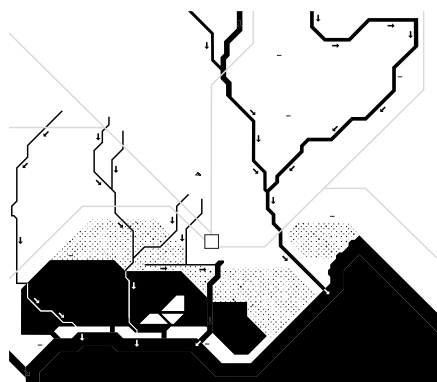
Fine 1700 inizi 1800. Carta militare topografico-geometrica del Ducato di Venezia (Kriegskarte) realizzata da Anton von Zach nel 1798-1805, da Massimo Rossi, Fondazione Benetton Studi Ricerche-Grafiche V. Bernardi (in collaborazione con Österreichisches Staatsarchiv Kriegsarchiv, Vienna) Treviso-Pieve di Soligo 2005. La carta è stata redatta dopo la firma del trattato di Campoformido (1797) quando i domini veneziani passarono all'Impero asburgico per la realizzazione di una carta topografica su vasta scala a scopi militari.



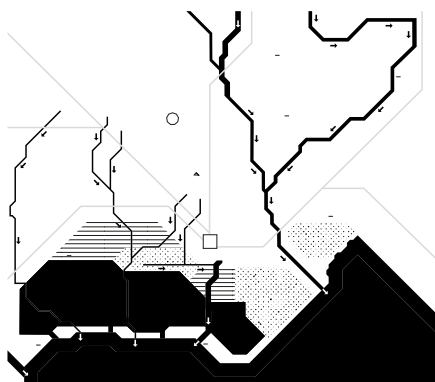
II secolo a. C.. Prime diversioni fluviali



IV secolo. La deviazione del Natisone, fiume che attraversava la città, durante l'assedio del 136 dC, è stato un evento significativo, poiché ha provocato direttamente la formazione della Laguna.



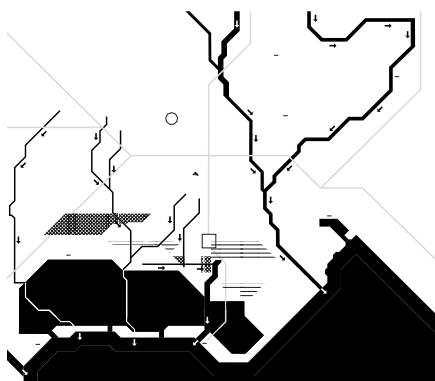
XI secolo.



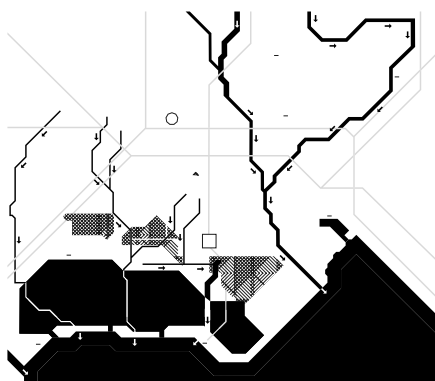
XVII secolo.

La Laguna di Marano

I diagrammi qui presentati, elaborati nell'ambito del laboratorio di Città e territorio a cura del prof. Lorenzo Fabian e di Nadia Carestitato, con la collaborazione di Camilla Cangiotti, Alice Gasparini, Giacomo Mantelli e Ilaria Visentin, nell'anno accademico 2024-25, ricostruiscono la formazione e le trasformazioni di questa porzione di paesaggio, compresa tra le foci dei fiumi Timavo e Tagliamento, a partire dal II secolo a. C. fino all'età contemporanea. Essi restituisco-

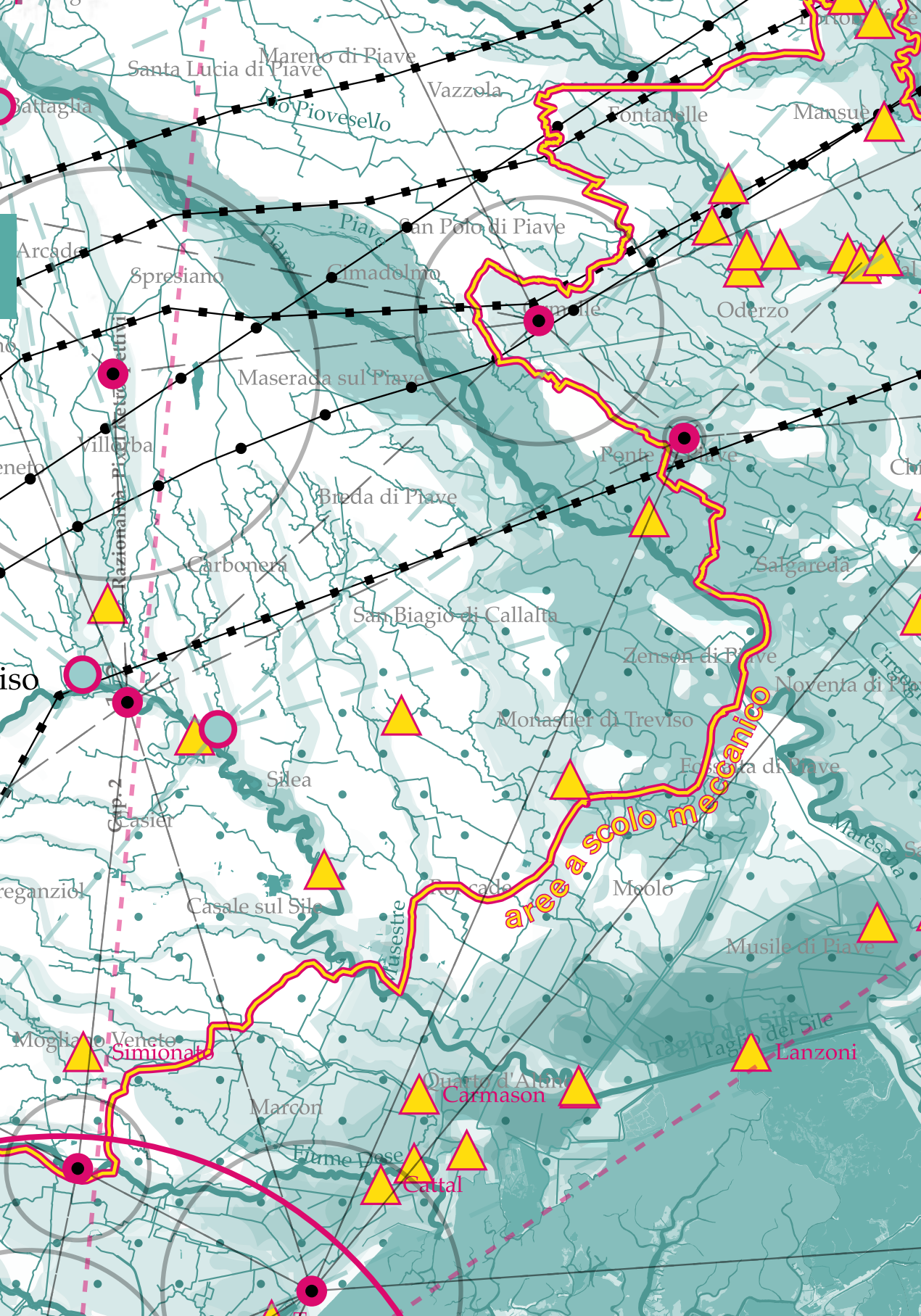


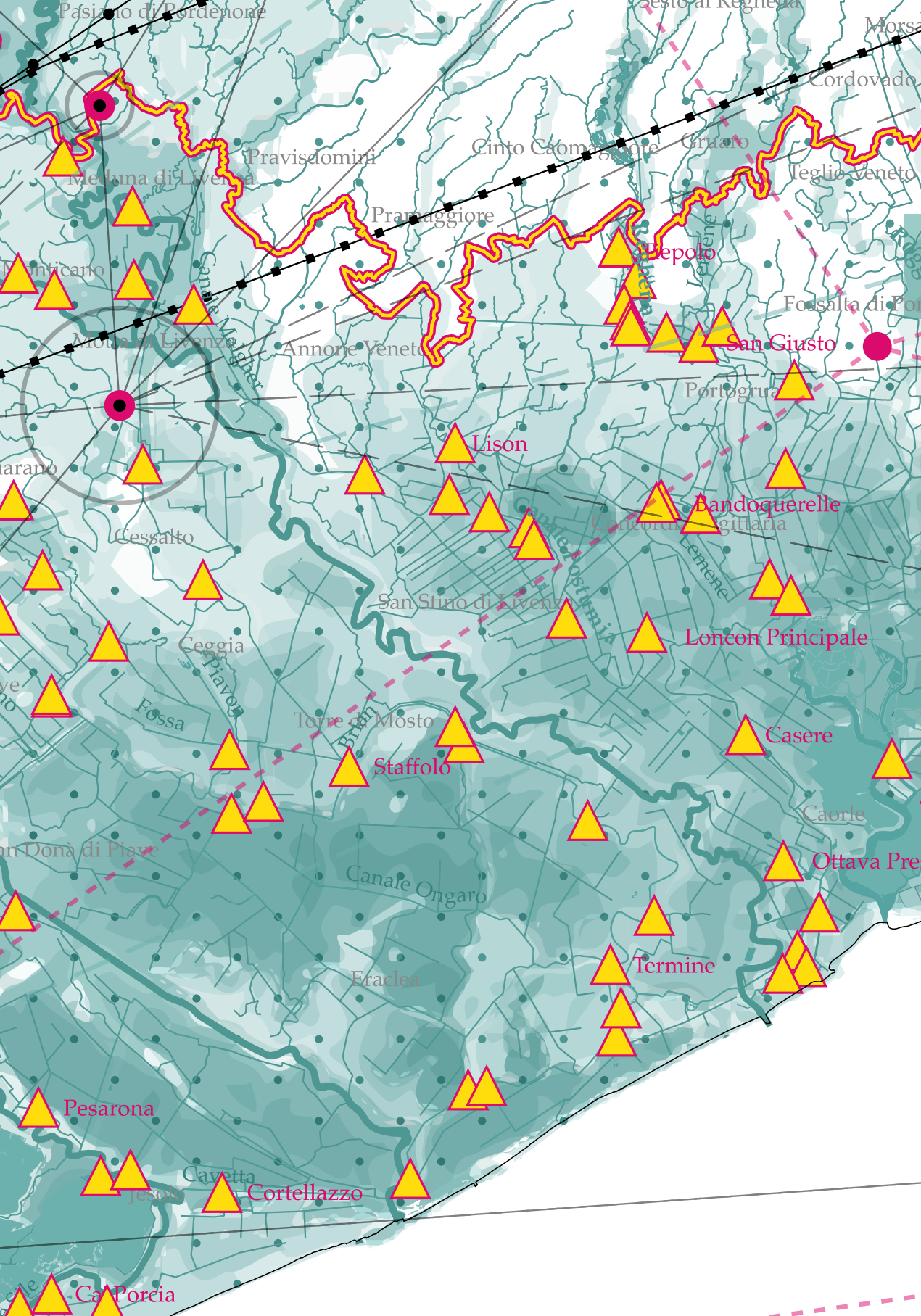
XX secolo.



XXI secolo.

no, in forma sintetica ma efficace, le fasi successive della costruzione territoriale, mettendo in luce come le diverse razionalità idrauliche e le forme di governance abbiano progressivamente modellato lo spazio, alternando periodi di sperimentazione, consolidamento e ridefinizione delle pratiche di bonifica.





Microstoria

Razionalità. Pixel Retrospettivi

114

Cap. 2

Il paesaggio pixel. Indizi e razionalità tra Piave e Livenza

1 Piccoli argini di terra, in media $h = 2$ m, senza strutture di sostegno; tecnologia "minima" ad altissima manutenzione. La rottura di Landrona-Revedoli (1683) innesca il deflusso verso i ghèbi e stabilizza l'attuale foce del Piave (Fassetta, 1977).

2 Insieme di criteri operativi che privilegiano la salvaguardia della laguna come bene strategico; separazione funzionale tra acque dolci e salate; valutazione dei tagli rispetto a interrimento e navigazione; centralità dei dispositivi "minori" (conche, paratoie, porte a vento) oltre i grandi argini (Cessi, 1941; Bevilacqua, 1995).

3 Le porte a vento erano manufatti idraulici elementari ma cruciali: consistenti in tavole lignee o valve metalliche incernierate, che si aprivano o chiudevano automaticamente secondo la pressione dell'acqua. Funzionavano come valvole di non ritorno, impedendo che le acque di piena o di marea rifluissero dai canali esterni verso la rete interna di scolo. La loro diffusione capillare nel Basso Piave mostra come la stabilità del sistema idraulico non dipendesse solo dai grandi argini, ma anche da questi dispositivi "minori", capaci di garantire nel quotidiano la separazione dei bacini e la protezione delle terre retratte

La configurazione idrografica del territorio in esame, dalla romanizzazione fino agli interventi strutturali promossi dalla Serenissima, si legge come un mosaico di tracce minute. Toponimi, segni cartografici, resti d'alvei, cabrei e perizie restituiscono una mobilità d'acqua fatta di scarti, riprese, salti di funzione. Nel basso corso di Livenza e Piave i tracciati mutano nel tempo per alluvioni e per "cavamenti" ingegneristici, con un doppio fine che ritorna di continuo: mitigare il rischio idrogeologico e ottimizzare scambi e navigazione tra terraferma e mare. Qui si intrecciano le razionalità agricole, idrauliche ed energetiche: ogni taglio, ogni conca, ogni paratoia è un modulo che aggiunge un tassello alla macchina territoriale, costruita letteralmente *pixel per pixel*.

Gli episodi di piena che segnano l'assetto lagunare non sono deviazioni marginali ma tracce da cui risalire alla serie lunga delle trasformazioni. Nel 569 il Piave devia a oriente e si ramifica. Le conseguenze si vedono nella lingua dei luoghi. Caligo conserva la memoria del ramo che dava continuità alla via d'acqua verso Venezia; Revedoli trattiene il ricordo delle rotture d'arzerini¹ e della fatica di tenerli in esercizio; Landrona nomina la violenza di una piena che ha inciso una nuova via al mare. La laguna cambia regime: interrimenti progressivi sostituiscono acque salmastre, gli abitati smettono di essere isole e si fanno penisole, lo spazio si sfilaccia in paludi e valli. Questi indizi linguistici orientano la lettura microstorica e tengono insieme morfologia, pratiche e

poteri (Bevilacqua, 1995).

La ricostruzione analitica resta complessa perché le trasformazioni avvengono per accumulo di micro-aggiustamenti. Il Piave è il grande attore: in età antica non ha un solo alveo ma un reticolo pluricursale; dal VII secolo, a monte di San Donà, si stabilizza lungo l'asta attuale, mentre a valle mantiene un assetto articolato che attraversa Villafranca e Torre di Caligo prima di confluire in laguna. Alla pluralità d'alvei corrisponde una pluralità d'usi e dispositivi. La Caligo non è solo un nome: è la traccia di un ramo che diventa canale di navigazione, cioè di un passaggio da natura fluviale a dispositivo tecnico entro la *ragion di laguna*² (Cessi, 1941; Bevilacqua, 1995).

Nel Medioevo il Piave tiene insieme due funzioni antagoniste. È corridoio commerciale tra entroterra e bacino veneziano e al tempo stesso veicolo di torbidità che minacciano l'interrimento. La ragion di laguna impone compromessi operativi. La rete idroviaria mostra la tessitura fine di queste scelte: il ramo Caligo per la via a Venezia; sulla sinistra, il Canale d'Arco scavato a monte di Jesolo, la Vecchia Cava Zuccarini, il Revedoli che raccordano al Livenza e alle rotte friulane. Dietro ogni incastro di nomi si riconoscono conche, *porte a vento*³, paratoie, e il lavoro ripetuto di barcaioi, badilanti, soprastanti e periti che tengono in equilibrio mobilità, drenaggio e difesa lagunare.

Dal Quattrocento in poi la protezione della laguna e dei porti si fa priorità. I cantieri sono sociali prima che solo tecnici: contabilità di giornate, riparti d'oneri,

perizie e attrezzi raccontano la sostanza materiale della politica delle acque. Tra il 1534 e il 1543 si costruisce l'Argine di San Marco da Ponte di Piave fino a Torre di Caligo, un lungo contenimento contro tracimazioni e disalveazioni, che integra controllo idraulico e navigazione di prossimità, con l'obiettivo esplicito di salvaguardare la laguna senza spezzare la rete interna (Bevilacqua, 1995).

Nel 1565 si avviano i lavori del Taglio del Re⁴ lungo circa quindici chilometri, chiusi nel 1579. Il tracciato attraversa Chiesa-nuova, Passarella, Ca' Pirami, Molinato, Gaiola e s'innesta a Cortellazzo. L'opera accorcia di circa dieci chilometri il percorso delle piene e sposta di circa tredici chilometri a est la zona di recapito dei sedimenti. Ma resta uno sfioratore: le acque ordinarie continuano a scorrere nel vecchio alveo, che rimane navigabile. La regola è l'adattamento: la grande infrastruttura non elimina i dispositivi minuti né i regimi d'esercizio che ne determinano l'efficacia quotidiana (Fassetta, 1977).

Le difficoltà crescenti sulla catena Caligo-Arco-Vecchia Cava Zuccarini-Revedoli richiedono altre incisioni. Nel 1563 si apre un collegamento Tre Porti-Cavallino; nel 1595 la Nuova Cava Zuccarini tra Jesolo e Cortellazzo. Ogni cavamento è un pixel aggiunto all'immagine: riallinea traffici, sgrondo, fiscalità. Anche la toponomastica parla di ambizioni e fragilità. Cavazuccherina rimanda al tentativo di stabilizzare un alveo come infrastruttura; Revedoli preserva la memoria dei costi manutentivi degli arze-

rini (Fassetta, 1977).

Poiché il Taglio non basta, tra 1641 e 1664 la Repubblica intraprende la diversione del Piave verso le paludi di Eraclea. Si scava il Canale Cin, rettilineo di circa sei chilometri realizzato a mano con sitte e carriole. La sezione è ampia nell'ordine del centinaio di metri; i materiali di scavo alimentano gli argini. Il fiume confluisce in un bacino artificiale che le carte chiamano Lago di Piave. In parallelo si rettifica il Livenza alla Salute forzando il corso nel ramo orientale, mentre l'occidentale diventa Livenza Morto e funge da collettore per le acque dei terreni più elevati. Lo Scoladori viene scavato per drenare le eccedenze. Anche qui i nomi guidano la lettura: Morto dichiara la perdita di funzione principale, Scoladori la nuova utilità scolante, cioè la riconfigurazione funzionale della rete (Fassetta, 1977).

La nuova asta è prolungata fino al Tortoletto e innestata con i *ghèb*⁵ delle paludi di Eraclea. I *ghèbi*, canali minori naturali o artificiali, fungevano da scolmatori diffusi e vie di micro-navigazione interna; toponimi come Largon o Velai documentano questa importanza. Il Largon si afferma come dorsale di drenaggio. Il perimetro del Lago è garantito da arzerini, piccoli argini di terra alti in media due metri. Gli arzerini rappresentavano una tecnologia minima, ma ad altissima manutenzione. La loro vulnerabilità si dimostra nel 1683, quando una piena rompe gli arzerini in località Landrona, oggi Revedoli. L'acqua imbocca i vecchi canali lagunari Largon, Velai e Revedoli e raggiunge il canale-porto di Cortellazzo. Il fiume si scava un

⁴ Taglio del Re – funzione e limiti: canale di sfioro del Piave (1565–1579), ~15 km; riduzione del percorso di piena (~10 km) e traslazione del recapito dei sedimenti (~13 km a E); non sostituisce l'alveo ordinario, che resta navigabile: grande opera che non elimina la rete minuta di esercizio (Fassetta, 1977)

⁵ canali minuti (naturali o artificiali) che attraversavano paludi e valli; funzionano da scolmatori diffusi e vie di micro-navigazione; Largon e Velai diventano dorsali di drenaggio dopo la diversione.

6 Valvole incernierate, lignee o metalliche, che si chiudevano per differenza di pressione e impedivano il riflusso dai canali esterni verso quelli interni; dispositivo chiave per tenere separati bacini a quota diversa e proteggere terre retratte da maree/piene (Bevilacqua, 1995; Fassetta, 1977).

7 Il Regio Decreto 18 settembre 1865, n. 2248 (Legge sui Lavori Pubblici), con l'Allegato F disciplinava la formazione dei consorzi di scolo e bonifica. La legge sanciva un modello di autonomia vigilata: i consorzi erano costituiti dai proprietari dei terreni interessati, con capacità di deliberare lavori e imporre contributi, ma restavano sotto la supervisione del Genio Civile e delle Prefetture. Questo assetto, pur favorendo la nascita di enti locali capaci di autogestione, generò a lungo sovrapposizioni tra "consorzi di scolo" e "consorzi di bonifica", rallentando l'efficacia degli interventi. Il dispositivo introdusse quindi un equilibrio ambiguo tra iniziativa privata obbligata e controllo statale, che sarebbe rimasto al centro del dibattito sulla bonifica fino al Novecento (Novello, 2004; Fassetta, 1977).

nuovo sbocco e fissa l'attuale foce. Nel toponimo Landrona-Revedoli resta impressa la cicatrice di un punto di non ritorno morfologico (Fassetta, 1977).

Mentre Sile, Piave e Livenza, entro alvei arginati, garantiscono il deflusso dei bacini superiori, una rete distinta prende in carico le acque meteoriche. Si passa da un sistema in comunicazione coi delta a un regime differenziato per le esigenze prelagunari. Ai corsi naturali si affiancano alvei artificiali per migliorare lo sgrondo, recuperare superfici in ristagno, sanificare territori insalubri e aprire nuove vie d'acqua interne. Alla fine del Seicento la "distinta base" della macchina è riconoscibile: Piave Nuovo, Scolador, arginature del Lago di Piave, tratto inferiore del Piavon da Donegal a Ceggia fino a Fiumicino, Commessera tra Brian e Santa Margherita per convogliare le acque del Lago, Livenza Vivo orientato alle foci di Santa Margherita e Falconera. Su queste basi si disegnano i bacini che sosterranno le bonifiche: Caposile, Cavazuccherina, Ca' Gamba, Ongaro Inferiore e Superiore, Magnadola, Caseratta, Bella Madonna, Cirkogno, Bidoggia Grassaga. La compartimentazione spiega perché la bonifica moderna procederà per comparti separati, con tempi, criteri e soggetti diversi, componendo nel lungo periodo un'avanzata frammentaria ma progressiva (Fassetta, 1977).

Accanto alle grandi sistemazioni, la Repubblica coltiva l'idraulica minore dell'estuario. Dalla metà del Cinquecento norme specifiche promuovono Consorzi locali, società di possidenti tenute

a "ritrarre" terre dalle paludi e a governare le reti scolanti entro perimetri definiti. Nel Basso Piave nascono consorzi di drenaggio, di difesa e a duplice funzione. La rete principale, con canali secondari e fossi, scarica nei canali esterni tramite *porte a vento*⁶. Le porte a vento erano valvole semplici, lignee o metalliche, incernierate: si chiudevano automaticamente con la pressione dell'acqua, evitando il riflusso dai canali esterni verso quelli interni. Erano dispositivi tanto modesti quanto decisivi, perché permettevano di tenere separati bacini con livelli diversi e proteggere le terre retratte da maree o piene. L'importanza dei nuovi scolmatori è tale da alimentare economie di palude come strame e cannuccia. La mobilità interna si adatta con piccole conche che assicurano la continuità dei percorsi, come sull'Ongaro. Qui drenaggio e navigazione funzionano insieme nella stessa macchina idraulica (Bevilacqua, 1995; Fassetta, 1977).

Con la legge sui Lavori Pubblici del 1865⁷ i consorzi si dotano di statuti e regolamenti, amministrati da rappresentanze elette e vigilati dallo Stato. La missione resta pragmatica: difesa idraulica, drenaggio, manutenzione degli alvei esistenti, scavo di nuovi fossi. I costi sono ripartiti tra i proprietari con imposte consortili; in casi selezionati interviene il contributo pubblico. Si fissano così i vincoli istituzionali e finanziari che nel Novecento reggeranno lo scolo meccanico, trasformando la bonifica in un'infrastruttura condivisa e fiscale (Fassetta, 1977).

La bonifica privata indica il ri-

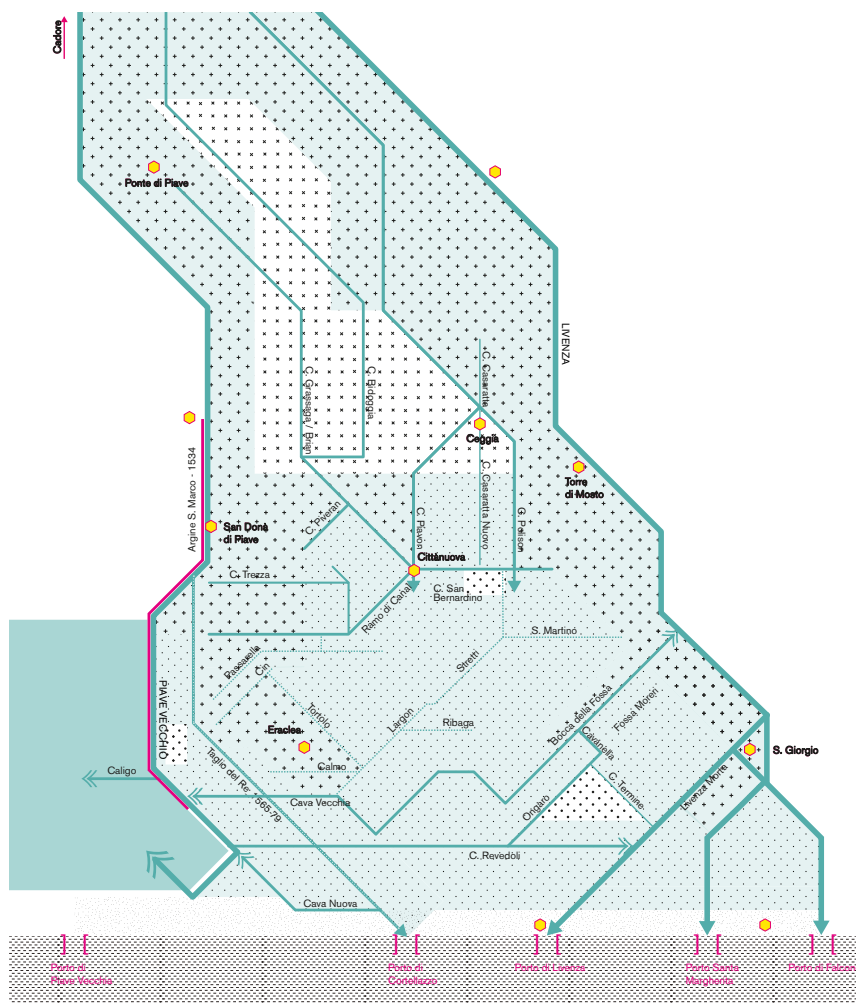
sanamento finanziato e rischiato dai proprietari prima della legge 22 marzo 1900 n. 195⁸. Lo Stato, fino ad allora, guarda soprattutto alla malaria e alla sanità pubblica. I proprietari, alla produttività dei terreni e alla stabilità dei recuperi. La legge del 1900 introduce il concorso statale, il contributo integratore e una scala d'impresa capace di sostenere costi fissi e manutenzioni di lungo periodo, aprendo la stagione delle concessioni 1901-1903 e delle grandi imprese consortili. Fassetta, 1977). Nel nodo san donatese maturano in quegli anni consolidamenti organizzativi e fiscali (Consorzi Idraulici/Bonifiche Riuniti) che sostengono i primi grandi prosciugamenti meccanici.

A metà Ottocento il motore a vapore cambia la tecnica e la scala del possibile. Dove il deflusso naturale non basta, si prova lo scolo artificiale con idrovore che prosciughano ristagni permanenti. Le prime stazioni sono fragili e costose, installate con mezzi limitati da proprietari e maestranze locali. Nel Basso Piave queste prove preparano la stagione consortile: a San Donà si riuniscono uffici e catasti, si consolidano ruoli d'imposta, si avviano fusioni e si impostano i grandi prosciugamenti meccanici. Dopo il 1900 e poi nelle ricostruzioni, la macchina idraulica si elettrifica e si adegua agli standard, con l'allineamento a 50 Hz delle centrali elettroidrovore e il rinnovamento dei macchinari, in una regia pubblica che intreccia acqua, energia e rete viaria di nuova generazione (Fassetta, 1977; Zucconi, 2002).

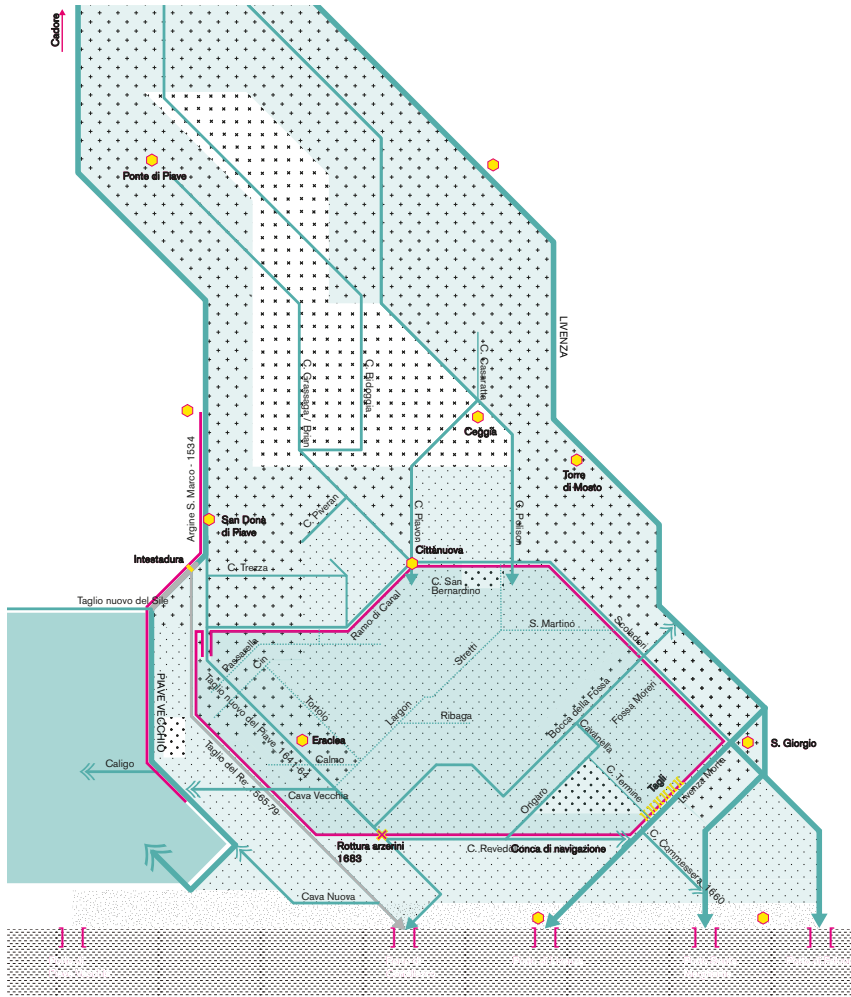
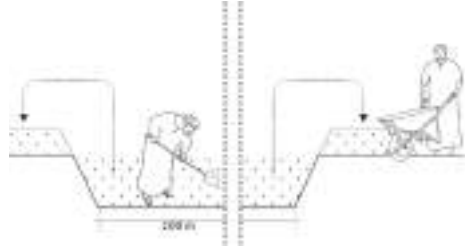
Guardata da vicino, questa microstoria mostra come si saldino acqua, agricoltura ed energia. Ogni arzerino rialzato, ogni porta a vento, ogni idrovora installata comporta costi energetici, turnazioni di esercizio, competenze operative e fiscalità dedicata. È così che prende forma la macchina territoriale: un assemblaggio di dispositivi idraulici, regimi istituzionali e saperi pratici. Prima del 1900 il territorio del Basso Piave si costruisce *pixel per pixel*. Cavamenti, canali, argini, conche, pompe montano un'immagine coerente che il Novecento ingrandisce con l'industrializzazione regionale e la riorganizzazione metropolitana delle connessioni tra laguna e terraferma.

⁸ La Legge 22 marzo 1900, n. 195 segna il passaggio dalla bonifica privata pionieristica alla scala consortile moderna. Introduce il concorso finanziario dello Stato e il contributo integratore alle spese, rendendo sostenibile la quota a carico dei proprietari e favorendo opere di area vasta; rafforza la potestà impositiva dei consorzi sul perimetro dei beneficiari e ne consolida la natura di autonomia vigilata. La legge tiene insieme finalità igienico-sanitarie, idrauliche e agrarie, aprendo la stagione delle prime grandi concessioni del 1901-1903.



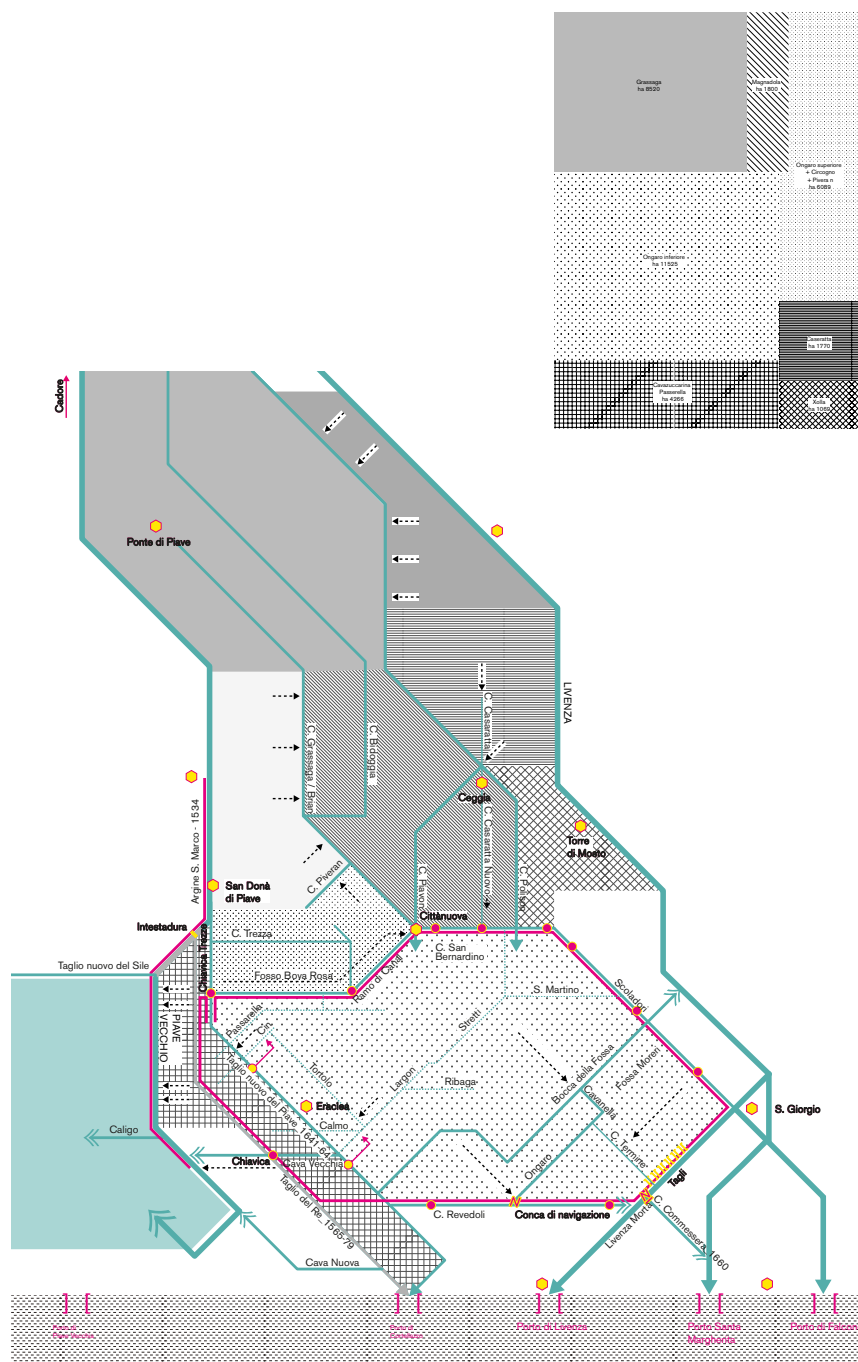


Dal 15° secolo i problemi della difesa della laguna di Venezia e dei suoi porti assunsero notevole importanza per cui la Serenissima dovette iniziare una serie di provvedimenti. Il primo realizzato tra il 1534 e il 1543, fu la costruzione di una robusta arginatura, l'Argine S. Marco, che da Ponte di Piave arrivava fin dentro la laguna, a Torre di Caligo; arginatura che doveva contenere ogni tracimazione ed evitare ogni possibile disalveazione.



Il Lago la rottura degli arzerini e la nuova foce del Piave. 1680 circa

Per facilitarne i deflussi, la nuova asta venne anche prolungata poi fino al Canale Tortoletto e raccordata con i ghebi che solcavano le paludi di Eraclea. La conterminazione del Lago era costituita da un perimetro di "arzerini". Le acque del Lago assunsero in breve livelli sempre più pericolosi per la mole modesta degli arzerini. Una piena del Piave, nel 1683, ruppe gli arzerini in località Landrona (oggi Revedoli) richiamando le acque del lago nei vecchi canali lagunari e portandole verso il canale-porto di Cortellazzo, creando la nuova foce, che è quella attuale.

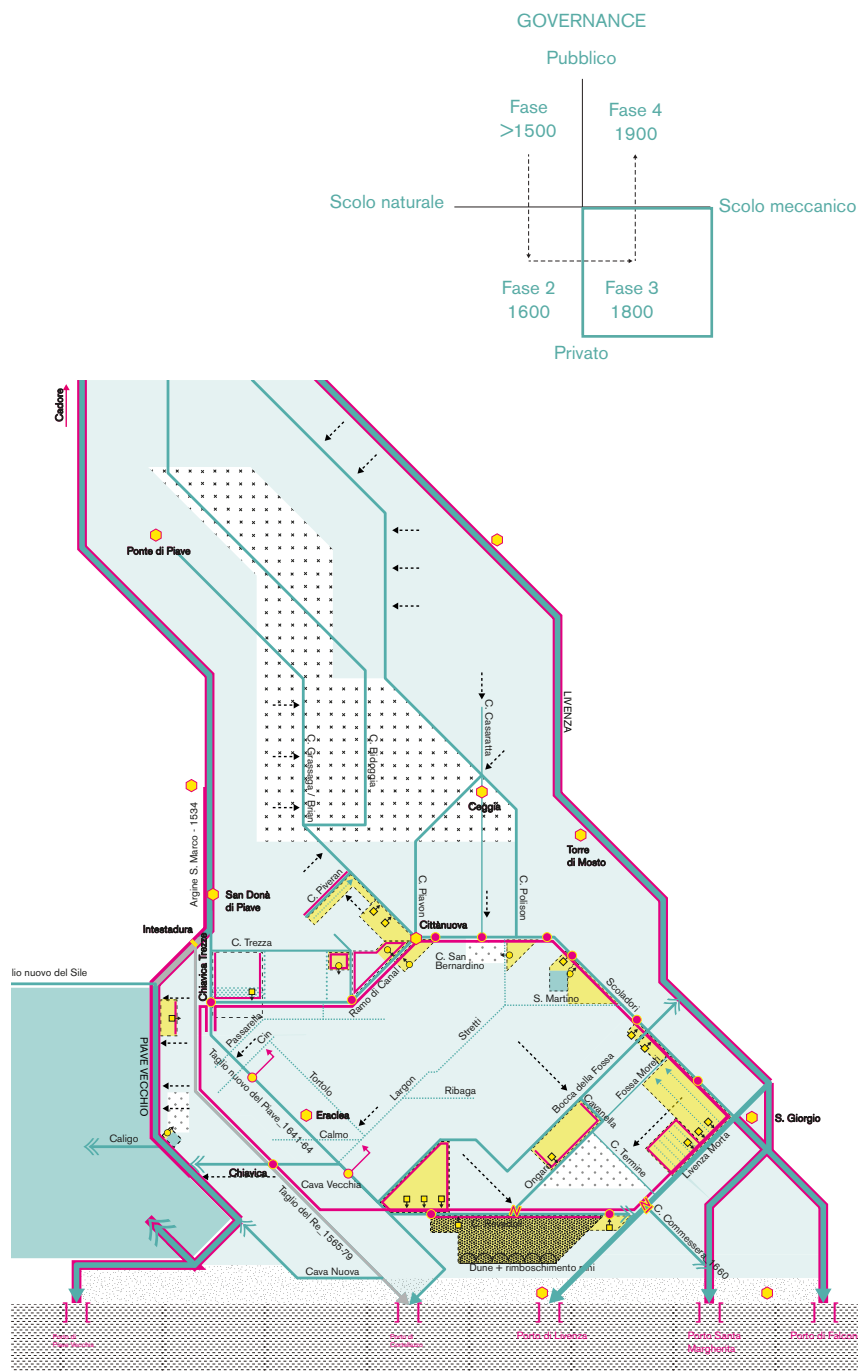


I consorzi idraulici. 1850 circa

I Consorzi idraulici dopo l'intervento della legge sui LL.PP. del 1865 operavano, secondo appositi statuti e regolamenti, autonomi ma sotto la tutela e il controllo della pubblica amministrazione che pur li favoriva e li promuoveva conferendo ad essi sempre maggiori facoltà e prerogative. Scopo comune di dette « società di possidenti » era quello di curare al meglio la difesa idraulica e lo scolo dei terreni consorziati, mediante la manutenzione degli alvei esistenti e la apertura di nuovi canali e fossi, così da migliorarne l'assetto idraulico e con esso la produttività.

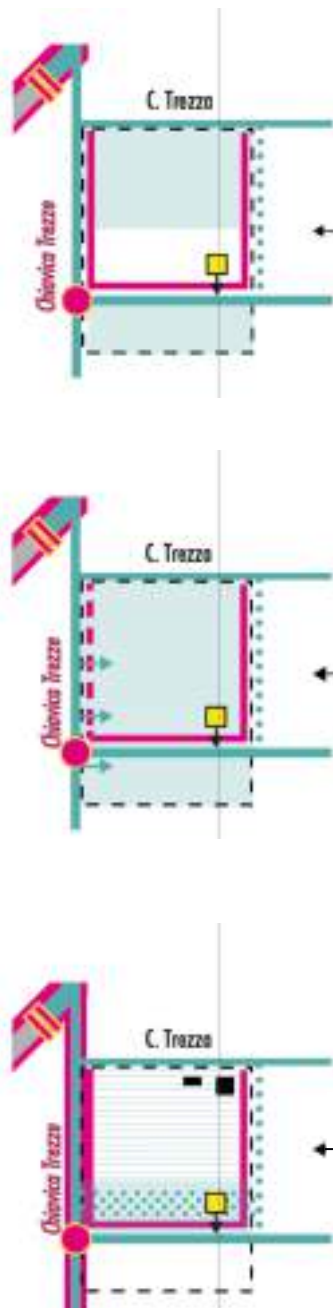


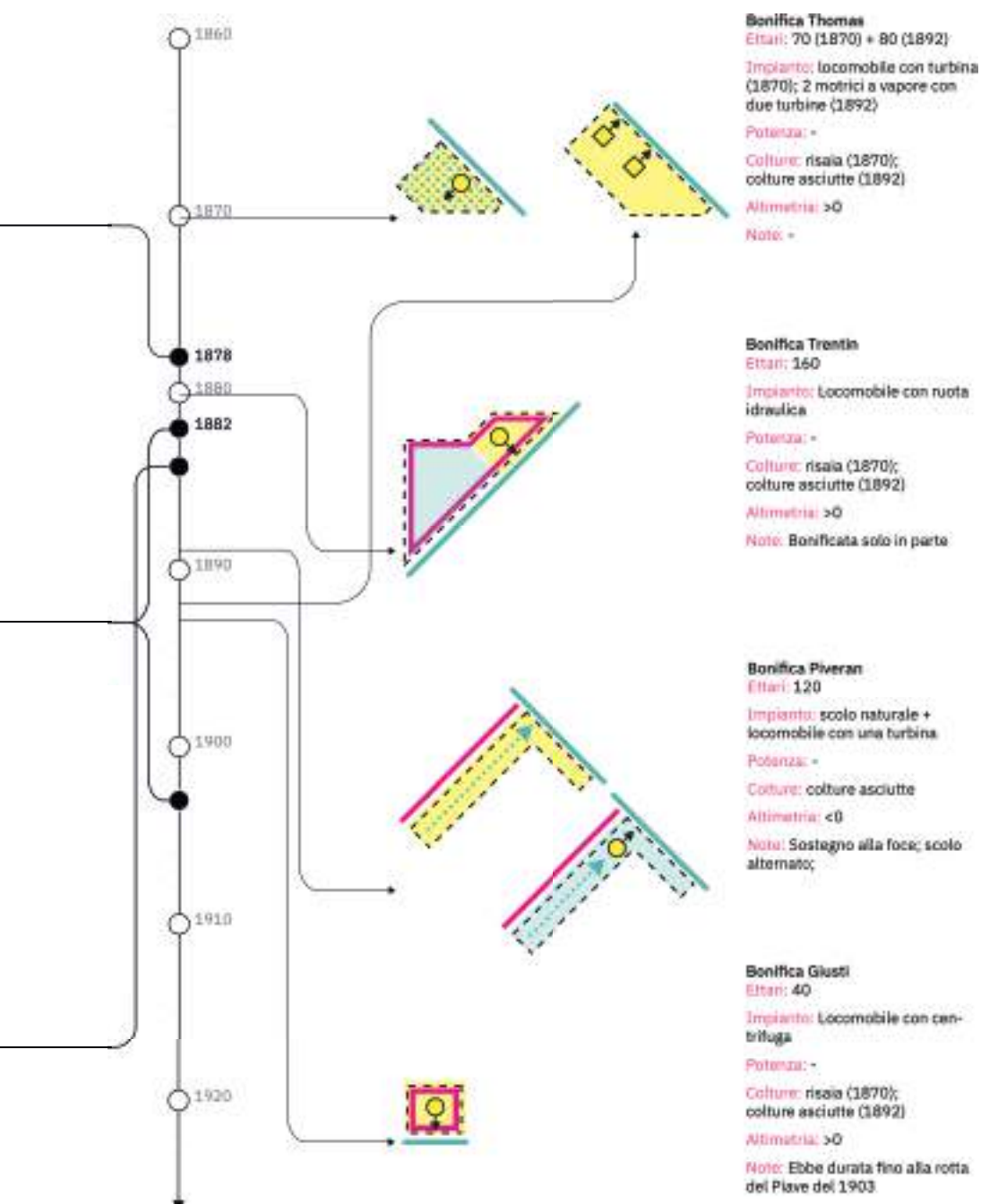
Con la diffusione del motore, i proprietari dei terreni che non potevano essere liberati dalle acque permanenti attraverso la sola sistemazione degli scolì (bonifica a deflusso naturale), intravedero la possibilità di prosciugarli con il drenaggio meccanico (bonifica a scolo artificiale). Nacquero le prime bonifiche meccaniche, eseguite dagli agricoltori proprietari, affrontate con mezzi limitati e con criteri ancora rudimentali: soluzioni adeguate alle conoscenze e alle risorse del tempo, ma insufficienti a soddisfare le esigenze di un territorio complesso e fragile.



Le bonifiche private. 1900 circa

Quando lo Stato riconobbe la bonifica come opera pubblica, i primi a sollecitare l'intervento e a incoraggiare la formazione dei consorzi furono proprio i promotori delle bonifiche private. Molti proprietari terrieri, già impegnati in piccoli interventi individuali, accettarono di neutralizzare le proprie opere e perfino di rinunciare a determinati diritti pur di garantire la sicurezza e la stabilità di una bonifica collettiva.





Capitolo 3

Mesocosmi per lo studio degli ecosistemi

Il capitolo affronta una domanda centrale: *come può l'innovazione generare pratiche trasferibili e processi di trasformazione adattiva nei paesaggi di bonifica del Nord Adriatico, oggi esposti a salinizzazione, eventi estremi e pressioni ecologiche? Quali segnali e pratiche emergenti si manifestano già oggi come indizi di una trasformazione in corso?*

L'innovazione non è intesa come mera tecnologia, ma come pratica di prototipazione situata, che mette alla prova soluzioni in condizioni reali e traduce la conoscenza scientifica in strumenti operativi per le comunità locali. In questa prospettiva, il territorio si configura come un laboratorio a cielo aperto, dove la sperimentazione produce conoscenza condivisa e traiettorie replicabili.

All'interno di questa cornice si colloca il programma iNEST – Spoke 4 “City, Architecture and Sustainable Design”, che ha sostenuto progetti pilota nati dalla collaborazione tra ricerca, imprese e attori agricoli. Tra essi, il progetto SAIA – Sostenibilità Ambientale per l'Innovazione Agricola, promosso da Thetis con Bio Soil Expert e Coldiretti Venezia, ha sviluppato un esperimento di lunga durata, documentato in forma di diario fotografico. Attraverso l'uso dei mesocosmi, sono state testate tre linee di sperimentazione: (1) idraulica, con regimi differenziati di acqua dolce, salmastra e marina; (2) energetica, con confronto tra drenaggio naturale e drenaggio artificiale mediante micropompe; (3) agronomica, con trapianti di specie alofile in differenti modalità di messa a dimora. I risultati hanno permesso di osservare soglie di salinità, tempi di risposta idraulica, adattamenti culturali e possibilità di rigenerazione dei suoli costieri.

In chiusura, l'interpretazione è arricchita da una fonte orale – l'intervista a Michele Borgo agricoltore coinvolto – che mette in luce opportunità e limiti della sperimentazione. L'innovazione emerge così non come evento isolato, ma come processo iterativo di apprendimento territoriale, capace di collegare ricerca e pratiche agricole e di aprire traiettorie adattive per il futuro dei territori costieri.

1. IL RUOLO DELL'INNOVAZIONE NELLA GESTIONE TERRITORIALE

L'innovazione nella gestione territoriale non si riduce all'introduzione di nuove tecnologie, ma si inserisce in un processo più ampio di trasformazione del territorio. Non si tratta solo di ottimizzare le risorse, ma di sviluppare un approccio capace di accompagnare l'evoluzione del paesaggio in modo consapevole e sostenibile.

Il paesaggio è un organismo in continua trasformazione, che necessita di cura e adattamento (Clément, 2017). Non è solo da preservare, ma da ripensare in relazione alle comunità che lo abitano. L'innovazione, in questo contesto, non è un elemento tecnico isolato, ma un processo che intreccia dimensioni sociali, economiche ed ecologiche in un equilibrio dinamico. L'approccio innovativo alla gestione territoriale non deve essere visto come un obiettivo in sé, ma come un processo continuo di collaborazione e trasformazione del paesaggio. Ogni intervento è parte di un disegno collettivo, in cui ogni azione progettuale si inserisce in un contesto ecologico e sociale più ampio, in costante evoluzione. In quest'ottica, il territorio diventa un laboratorio a cielo aperto, dove la sperimentazione non è fine a sé stessa, ma finalizzata alla costruzione di soluzioni durvoli, capaci di rispondere ai mutamenti climatici e alle necessità sociali, in armonia con i sistemi ecologici. Questo approccio implica un ripensamento della pianificazione urbana, che non deve limitarsi alla funzionalità immediata, ma deve essere in grado di adattarsi agli eventi futuri. L'innovazione territoriale non può prescindere da una riflessione politica sulla governance dello spazio. L'analisi delle aree a scolo meccanico attraverso la lente del giardino biopolitico (Viganò, 2024) consente di riconoscere la specificità di questi spazi come ambiti sociali e politici. In questo contesto, la gestione del territorio non può limitarsi a un approccio reattivo alle emergenze ambientali, ma deve costruire strategie proattive per la conservazione e il ripristino degli ecosistemi. La trasformazione dello spazio non può essere regolata esclusivamente da strumenti urbanistici tradizionali, ma necessita di pratiche sperimentali capaci di anticipare i mutamenti e adattarsi ai cambiamenti climatici.

La progettazione non è solo una disciplina tecnica, ma anche un atto politico, che interroga e rinegozia il rapporto tra l'uomo e la natura, tra cultura e paesaggio, tra passato e futuro. Ogni scelta progettuale influisce sul modo in cui viviamo e immaginiamo lo spazio, ridefinendo equilibri ecologici e sociali.

Ripensare la pianificazione urbana significa superare la logica dell'efficienza immediata e adottare una visione più ampia, che tenga conto della complessità e della continua trasformazione del territorio. Un modello di governance innovativo deve saper integrare la sperimentazione attraverso strategie di prototipazione, che consentano di testare nuovi modelli di gestione del territorio prima della loro applicazione su larga scala. Lo spazio, in questa prospettiva, non è un semplice supporto fisico per le attività umane, ma un attore della trasformazione, capace di generare soluzioni resilienti e

1 Gli Ecosistemi dell'innovazione sono reti di Università statali e non statali, Enti Pubblici di Ricerca, Enti pubblici territoriali, altri soggetti pubblici e privati altamente qualificati ed internazionalmente riconosciuti. Intervengono su aree di specializzazione tecnologica coerenti con le vocazioni industriali e di ricerca del territorio di riferimento, promuovendo e rafforzando la collaborazione tra il sistema della ricerca, il sistema produttivo e le istituzioni territoriali. Gli Ecosistemi dell'innovazione valorizzano i risultati della ricerca, agevolano il trasferimento tecnologico e accelerano la trasformazione digitale dei processi produttivi delle imprese in un'ottica di sostenibilità economica e ambientale e di impatto sociale sul territorio.

2 L'obiettivo principale dello Spoke 4 è promuovere soluzioni capaci di adattare infrastrutture e aree urbane alle sfide della sostenibilità, garantendo al contempo un impatto positivo sull'economia e sulle comunità locali. Il suo approccio integrato pone al centro la sostenibilità come valore imprescindibile, favorendo il coinvolgimento di attori locali e internazionali per affrontare le sfide urbane e territoriali.

adattive. L'approccio biopolitico alla pianificazione supera la visione moderna di uno spazio neutro e standardizzato, ponendo al centro l'importanza delle infrastrutture leggere e delle pratiche territoriali deboli nella costruzione di strategie urbane innovative.

Nel Nord-Est italiano, dove l'integrazione tra paesaggio naturale e urbanizzazione è particolarmente delicata, l'innovazione deve essere un atto di responsabilità collettiva. Costruire modelli territoriali in grado di sostenere l'adattamento ecologico e sociale richiede lo sviluppo di progetti pilota replicabili su scala più ampia. Non si tratta solo di sperimentare soluzioni tecnologiche, ma di avviare processi di trasformazione capaci di riorientare la gestione delle risorse e l'organizzazione dello spazio in modo sostenibile e adattivo.

Nel contesto del Nord-Est, il programma iNEST (Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem) rappresenta una rete di innovazione finalizzata a stimolare e facilitare la transizione verso una maggiore sostenibilità ecologica ed economica. Sostenuto dal PNRR e finanziato nell'ambito della Missione 4 - Componente 2, Investimento 1.5, iNEST mira alla creazione e al potenziamento di ecosistemi innovativi¹ nelle regioni del Triveneto. Uno degli spazi più significativi di innovazione all'interno di iNEST è Spoke 4², focalizzato su "City, Architecture and Sustainable Design". Questo hub affronta il concetto di progettazione sostenibile come cura e manutenzione dell'ambiente costruito, con un'attenzione particolare alla progettazione su scala territoriale e urbana, all'applicazione delle politiche del Green Deal europeo nel Triveneto e allo sviluppo di reti intelligenti per l'energia, la mobilità, l'acqua e il verde.

Nell'ambito dello Spoke 4, iNEST ha promosso un sistema di bandi a cascata per finanziare progetti innovativi sviluppati in collaborazione tra università, enti di ricerca e imprese. Questi bandi hanno sostenuto attività di ricerca industriale e applicata, con un forte focus su soluzioni pratiche da implementare nei contesti territoriali reali. In particolare, la partecipazione ai bandi ha offerto alle piccole e medie imprese l'opportunità di accedere a risorse strategiche per sviluppare progetti di ricerca in linea con le Smart Specialization Strategy (S3) delle regioni coinvolte, affrontando temi cruciali come cambiamento climatico, gestione consapevole delle risorse naturali e transizione verso un modello economico più innovativo ed efficiente. iNEST opera dunque come una piattaforma ideale per lo sviluppo di progetti pilota, concepiti come strumenti sperimentali per testare modelli innovativi di gestione del territorio prima della loro implementazione su larga scala. Non si tratta semplicemente di testare tecnologie, ma di sviluppare nuove strategie di governance capaci di adattarsi alle trasformazioni ambientali e sociali. I progetti pilota consentono di verificare l'efficacia di approcci innovativi e di consolidare pratiche efficaci replicabili in diversi contesti territoriali. In questa prospettiva, la sperimentazione territoriale non è solo un banco di prova tecnico, ma una forma di ricerca situata, in cui il sapere si costruisce nel dialogo tra attori, strumenti e ambienti, e in cui la conoscenza emerge come pratica condivisa di adattamento.

2. SPERIMENTAZIONE E RICERCA SITUATA PER L'ADATTAMENTO TERRITORIALE: IL PROGETTO SAIA

Tra le realtà che hanno partecipato ai bandi iNEST, Thetis ha proposto soluzioni pratiche e scientifiche per contrastare la salinizzazione dei terreni costieri, gestire le acque salmastre e migliorare la sostenibilità agricola. Attraverso l'uso di mesocosmi, Thetis ha testato scenari di adattamento ai cambiamenti climatici su scala ridotta, sperimentando strategie innovative per proteggere e valorizzare i suoli agricoli a rischio salinizzazione.

Thetis è anche azienda partner del progetto dottorale, favorendo così una sinergia tra la tua ricerca e i loro interessi nel campo della gestione delle risorse ambientali e delle infrastrutture territoriali. Questa collaborazione ha reso possibile l'integrazione tra conoscenze accademiche e applicazioni pratiche, permettendo di sviluppare soluzioni in grado di rispondere sia a esigenze scientifiche che a necessità operative sul territorio.

Questa iniziativa è stata sviluppata in stretta collaborazione con Bio Soil Expert srl e Coldiretti Venezia, creando un forte legame tra ricerca scientifica e applicazioni sul campo. La sinergia tra questi partner ha facilitato il trasferimento di tecnologie avanzate alle realtà locali, accelerando la transizione ecologica nei territori costieri. Il progetto ha incluso la creazione di prototipi materiali e immateriali, destinati alla gestione efficiente delle risorse idriche, alla protezione dall'erosione costiera e alla mitigazione degli effetti della salinizzazione sui suoli agricoli.

Il bando iNEST ha quindi permesso a Thetis di operare in un contesto di forte interazione tra ricerca e impresa, sperimentando soluzioni che potrebbero essere estese a livello regionale e nazionale. Questa rete diventa la piattaforma ideale per testare prototipi che possano trasformare il paesaggio, rendendolo più dinamico e capace di adattarsi ai cambiamenti in atto. L'approccio ai prototipi non è solo un mezzo per testare tecnologie, ma rappresenta un'occasione per sperimentare nuovi modi di convivere con l'ambiente, ridefinendo le relazioni tra paesaggio e comunità attraverso strategie di gestione delle risorse naturali più efficaci e flessibili.

Attraverso la prototipazione, la progettazione diventa un laboratorio di sperimentazione in cui ogni intervento si inserisce in un disegno più ampio, capace di integrare innovazione tecnologica, sostenibilità sociale e approcci adattivi alla gestione territoriale. Non si tratta solo di sviluppare modelli tecnici, ma di costruire strumenti che possano rispondere in modo concreto alle esigenze dei territori, ponendo al centro la capacità di trasformazione del paesaggio e delle infrastrutture ambientali.

Il progetto Sostenibilità Ambientale per l'Innovazione Agricola (SAIA), sviluppato da Thetis in collaborazione con Bio Soil Expert srl e Coldiretti Venezia, ha adottato i mesocosmi come strumenti sperimentali per testare strategie di adattamento nei paesaggi costieri vulnerabili. Questi ambienti controllati consentono di simulare scenari estremi, come ingressioni saline e inondazioni, permetten-

do di valutare soluzioni innovative prima della loro applicazione su scala territoriale.

Nel contesto del Golfo di Venezia, i progetti pilota si sono rivelati strumenti cruciali per sperimentare modelli di gestione territoriale sostenibile. Tra le aree più esposte alle criticità ambientali, Cavallino rappresenta un caso emblematico, dove l'intrusione di acque salmastre, la crescente vulnerabilità alle mareggiate e l'erosione costiera mettono a rischio la stabilità ecologica e produttiva del territorio. La pressione antropica, determinata dalla crescita urbana e dall'intensificazione delle attività turistiche, ha reso ancora più urgente individuare soluzioni di gestione delle risorse idriche e di protezione dei suoli agricoli.

L'integrazione dei mesocosmi all'interno di un più ampio processo di prototipazione territoriale ha permesso di testare soluzioni innovative in condizioni controllate, riducendo i rischi associati all'applicazione diretta su territori fragili. La progettazione di questi ambienti sperimentali ha richiesto un'attenta selezione di materiali e tecnologie per replicare fedelmente le dinamiche ecologiche dei suoli costieri, assicurando l'affidabilità dei risultati ottenuti. L'analisi ha incluso lo studio della biodiversità vegetale, con particolare attenzione all'introduzione di colture resistenti alla salinità, al fine di identificare specie e pratiche agronomiche adatte alle nuove condizioni imposte dal cambiamento climatico.

A differenza delle strategie di mitigazione tradizionali, il progetto ha adottato un approccio di adattamento attivo, che non si limita a contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici, ma elabora soluzioni dinamiche e flessibili per anticipare e gestire le trasformazioni del paesaggio. Il laboratorio ecologico creato attraverso i mesocosmi ha rappresentato uno strumento chiave per la definizione di strategie di adattamento, un approccio che non si limita alla mitigazione degli impatti ambientali, ma prevede la progettazione di soluzioni flessibili e dinamiche per rispondere alle trasformazioni in atto. In questa prospettiva, i dati raccolti hanno fornito indicazioni cruciali per la progettazione di infrastrutture verdi e sistemi di drenaggio naturale, capaci di integrare elementi ecologici nella gestione del paesaggio e migliorare la resistenza dei suoli agricoli agli stress ambientali.

L'approccio sperimentale su scala ridotta adottato nel progetto SAIA ha confermato il valore della sperimentazione come strumento di pianificazione territoriale, permettendo di valutare l'efficacia degli interventi prima della loro applicazione su vasta scala. In linea con le teorie di Paola Viganò (2024), il territorio viene interpretato come un sistema dinamico in costante evoluzione, in cui ogni azione progettuale contribuisce a un processo di trasformazione collettiva. I mesocosmi, quindi, non sono solo strumenti di analisi ambientale, ma veri e propri laboratori di progettazione, in cui le soluzioni sperimentate possono essere adattate e implementate per guidare l'evoluzione sostenibile dei territori costieri. Oltre agli aspetti tecnici, l'esperienza dei mesocosmi ha permesso di riflettere

sul ruolo della ricerca come pratica di conoscenza situata. L'esperimento non si limita a fornire dati ambientali: produce relazioni tra suolo, acqua, strumenti e persone. In questa prospettiva, la ricerca non è un atto neutrale, ma un processo di co-produzione che unisce competenze scientifiche, materiali e saperi locali. Seguendo la prospettiva di Donna Haraway (2016), la sperimentazione nei mesocosmi può essere letta come un atto simpoietico, cioè un "fare insieme" tra umani e non umani. La conoscenza emerge come prodotto collettivo, risultato dell'interazione tra osservatori, ambienti e strumenti. I mesocosmi diventano così spazi di mediazione in cui i confini tra ricerca, tecnica e paesaggio si dissolvono, rivelando il carattere intrinsecamente relazionale dell'innovazione. Questo approccio riconosce che la conoscenza non è universale ma situata: si costruisce in un contesto specifico, con attori precisi e obiettivi condivisi. L'innovazione, in tal senso, non è una linea di progresso, ma una pratica di adattamento reciproco tra territorio, tecniche e forme di vita. Come scrive Haraway, "stare con il problema" significa abitare l'incertezza, assumendo la vulnerabilità come condizione comune. Nel caso del progetto SAIA, questa prospettiva si traduce nella capacità di fare ricerca con il territorio: ascoltare i suoi segnali, riconoscere le sue risposte e tradurle in strumenti di trasformazione collettiva. La sperimentazione nei mesocosmi mostra dunque che l'innovazione non è un atto di controllo, ma un gesto di convivenza: un modo di apprendere dal territorio e di costruire insieme nuove forme di adattamento. In questa chiave, il paesaggio costiero del Nord Adriatico diventa un laboratorio di coabitazione tra ecologie, tecniche e saperi, un terreno fertile per pratiche di ricerca capaci di unire rigore scientifico, responsabilità politica e immaginazione progettuale.

L'inserimento del progetto SAIA nel programma iNEST ha offerto una piattaforma strategica per il collaudo e l'applicazione di queste soluzioni a livello territoriale. La collaborazione tra Thetis, Bio Soil Expert srl e Coldiretti Venezia ha favorito l'integrazione di competenze scientifiche, tecniche e sociali, facilitando il trasferimento di conoscenze alle realtà locali. Questo ha garantito che le metodologie sviluppate non rimanessero solo a livello sperimentale, ma potessero essere applicate concretamente nel contesto agricolo e paesaggistico.

L'utilizzo di questa metodologia ha permesso di costruire un modello sperimentale replicabile, applicabile in altri contesti caratterizzati da sfide ambientali simili. La ricerca condotta ha dimostrato come la combinazione di tecnologie avanzate, pratiche agronomiche e gestione idrica integrata possa contribuire a mitigare gli effetti del cambiamento climatico e a rendere i territori più adattabili alle condizioni future.

Questo progetto pilota ha svolto un ruolo chiave nel coinvolgimento della comunità locale, promuovendo un processo partecipativo che ha visto gli attori del territorio direttamente coinvolti nella sperimentazione e nell'implementazione delle strategie di gestione. I meso-

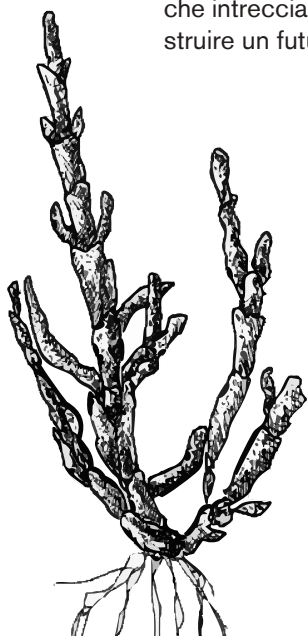
cosmi, in questo senso, non sono stati solo strumenti di ricerca, ma hanno rappresentato un mezzo per favorire il dialogo tra scienza e società, contribuendo a definire una gestione più consapevole e adattiva delle risorse naturali.

L'approccio del progetto SAIA si è inoltre allineato alle politiche europee per il Green Deal, proponendo modelli di sviluppo sostenibili che tengano conto sia della dimensione ecologica sia di quella economica. Le soluzioni testate nei mesocosmi sono state progettate per essere integrate in una visione territoriale più ampia, con l'obiettivo di sostenere la transizione ecologica e creare sistemi agricoli più resilienti.

La sinergia tra Thetis, Bio Soil Expert e Coldiretti Venezia è stata fondamentale per coniugare ricerca scientifica, applicazioni pratiche e conoscenze locali, assicurando che le soluzioni proposte fossero direttamente applicabili alle esigenze del settore agricolo. La collaborazione con Coldiretti Venezia ha permesso di collegare i risultati sperimentali alle necessità quotidiane degli agricoltori, favorendo una transizione verso nuove pratiche produttive.

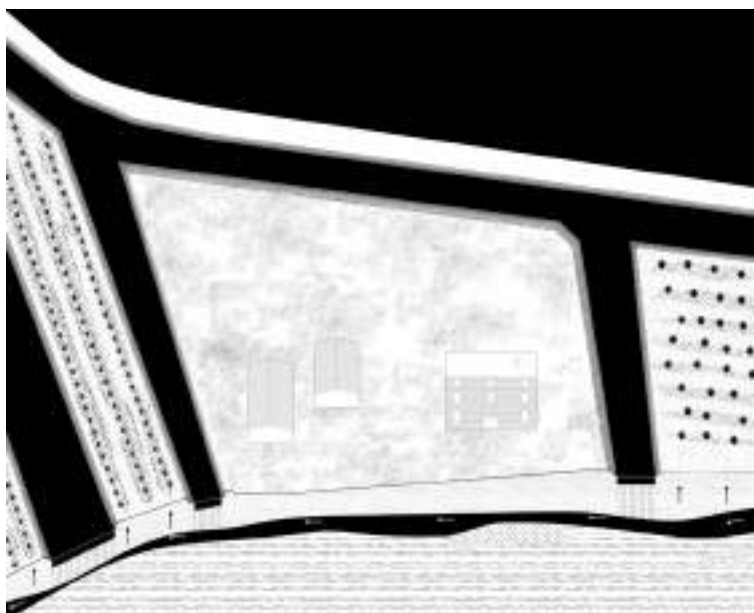
Il progetto SAIA di Thetis ha dimostrato come l'adattamento attivo possa rappresentare una strategia efficace per affrontare le sfide ambientali e territoriali, non limitandosi alla gestione delle emergenze, ma proponendo una visione integrata della trasformazione del paesaggio costiero. L'utilizzo dei mesocosmi ha creato uno spazio di sperimentazione in cui innovazione tecnologica, gestione ecosistemica e partecipazione territoriale convergono per definire strategie di resilienza a lungo termine.

L'esperienza maturata conferma che la sperimentazione su scala ridotta, come quella condotta nei mesocosmi, rappresenta un passaggio essenziale per l'elaborazione di strategie territoriali innovative, replicabili in altre aree costiere vulnerabili. Il lavoro svolto ha contribuito a delineare un nuovo modello di gestione del paesaggio, in cui l'innovazione non è solo un fattore tecnico, ma un processo che intreccia dimensioni ecologiche, sociali ed economiche per costruire un futuro più equilibrato e adattivo.



Diario del paesaggio che cambia

Cavallino e Lio Piccolo non sono luoghi fissi, ma lembi di terra in continuo movimento, sospesi tra l'acqua e il cielo, tra il passato e il futuro. La laguna non è un semplice sfondo, ma un organismo vivo, in continua trasformazione, che si insinua nel sottosuolo, nei canali, nelle radici delle piante, nei muri delle case abbandonate. Qui, il confine tra terra e mare non è mai netto: è una soglia porosa, liquida, un equilibrio fragile che può mutare con una marea, con una tempesta, con un vento di scirocco che porta il sale nelle viscere della terra.



Disegno della carciofaia sulle valli da pesca di Michele Borgo. L'intrusione salina dalla falda.

Lio Piccolo è l'emblema di questo mutamento. Un paese antichissimo, oggi quasi disabitato, ma ancora capace di raccontare storie attraverso le sue pietre, le sue case silenziose, le sue strade strette che si aprono su spazi sconfinati di acqua e cielo. Un tempo, la piazza era il cuore dell'agricoltura. Qui crescevano alberi di giugiole, una coltivazione storica che non era solo lavoro, ma anche incontro, relazione. La raccolta avveniva a mano, un rito condiviso che creava legami tra gli abitanti, un ciclo che scandiva il tempo del paese e che oggi vive solo nei ricordi. La laguna si è riappropriata di questi spazi, insinuandosi nelle crepe dei muri, nei cortili vuoti, negli orti che un tempo erano coltivati e che ora accolgono solo la vegetazione spontanea.

Non lontano da qui, dove la terra è ancora fertile, Michele Borgo porta avanti una battaglia silenziosa contro il tempo e il sale. La sua azienda nasce nel 2000, ma la storia del carciofo che coltiva affonda le radici molto più indietro, fino al Settecento, quando nei

documenti della Serenissima si trovano tracce di questa coltivazione. Il carciofo violetto della laguna nord di Venezia non è un ortaggio qualsiasi, ma un simbolo di resistenza e di tradizione. La sua coltivazione è lenta, paziente: ogni pianta occupa circa un metro quadro di terra, ogni ettaro ospita migliaia di piante, ognuna con il proprio ciclo, la propria storia. Non è una coltura che si semina e si raccoglie in pochi mesi. La radice è perenne, resta nel terreno tutto l'anno, affrontando il freddo dell'inverno, il caldo estivo, la siccità e l'umidità salmastra. Ogni giorno va seguita, osservata, capita.

C'è un rapporto quasi intimo tra il coltivatore e la pianta. I vari stadi di crescita sono monitorati quotidianamente, ogni foglia racconta qualcosa, ogni germoglio porta un segno delle condizioni climatiche e del terreno. La selezione delle migliori piante è un processo che viene tramandato da generazioni, un lavoro paziente che ha permesso di mantenere intatta la qualità di questo prodotto nel tempo. Per questo, negli anni Duemila, nasce un consorzio con Sant'Erasmo, un'alleanza per proteggere e valorizzare un'agricoltura che rischiava di scomparire, soffocata dalle dinamiche di mercato e dalle trasformazioni ambientali.

Ma tra tutti i carciofi, ce n'è uno che ha un valore speciale: la castraura. È il primo carciofo che nasce su ogni pianta, il più tenero, il più atteso. La sua raccolta segna l'arrivo della primavera, un evento che un tempo si celebrava nei mercati di Venezia. Era un simbolo, più che un alimento: il primo ortaggio della stagione, il primo sapore fresco dopo i mesi invernali. Ancora oggi, la castraura mantiene il suo prestigio, un prodotto raro e prezioso che racconta secoli di storia. Ogni pianta produce circa quindici-venti carciofi all'anno, ma solo uno sarà la castraura, il primo e il più ambito.

Eppure, non tutta la terra è più adatta a questa coltivazione. Non è una resa, né una sconfitta, ma una scelta consapevole. Michele Borgo ha deciso di non combattere contro un suolo che cambia, ma di accoglierlo, di trasformare la difficoltà in opportunità. Laddove il sale ha reso impossibile la crescita del carciofo, ha lasciato spazio alla salicornia. Questa pianta spontanea, dai toni che virano dal verde acceso al rosso scuro, non si limita a sopravvivere nella salinità: la sfrutta, la incorpora nelle sue fibre, la trasforma in nutrimento. Dove prima il carciofo non riusciva più a crescere, ora il paesaggio si tinge di nuove sfumature, segno che la terra, anche quando cambia, può ancora essere fertile, può ancora offrire qualcosa.

Ma il problema non è solo in superficie. Il vero confine tra terra e acqua si gioca sotto i piedi, nel sottosuolo, in una battaglia invisibile tra le radici e il sale. La laguna non avanza solo in orizzontale, ma anche in profondità. Le falde salmastre si insinuano tra gli strati di terra, risalgono lentamente, goccia dopo goccia, depositando cristalli invisibili che, accumulandosi, cambiano la struttura stessa del terreno. Il pH si alza, rendendo difficile l'assorbimento dei nutrienti. Il sodio e i cloruri si accumulano, spezzano i legami del suolo, lo rendono compatto, impenetrabile, incapace di trattenere l'acqua dolce. La sostanza organica si riduce, la fertilità si assottiglia, la capacità

di drenaggio si compromette. È un processo silenzioso, ma inesorabile, che ridisegna il paesaggio agricolo, obbligando chi coltiva a ripensare il proprio lavoro.

Per contrastare questi cambiamenti, non basta più l'esperienza di un tempo. Servono nuovi strumenti, nuove tecnologie. Le analisi chimiche del suolo diventano essenziali per capire come intervenire, come bilanciare i nutrienti, come migliorare la struttura del terreno. I sistemi di drenaggio devono essere ripensati, affinati, resi più efficienti. L'acqua dolce, necessaria per contrastare l'intrusione salina, è una risorsa sempre più preziosa, da gestire con attenzione. Non si può più lavorare la terra come si faceva un tempo: oggi l'agricoltura qui è un atto di ingegneria, un equilibrio tra conoscenza antica e innovazione.

Eppure, nonostante tutto, il paesaggio di Cavallino e Lio Piccolo resta straordinario. Il sole basso sull'orizzonte trasforma i campi in una distesa dorata, interrotta dal viola intenso dei fiori di carciofo e dal rosso ruggine della salicornia. L'aria profuma di sale e di terra bagnata, un miscuglio che racconta la storia stessa di questa regione, fatta di lavoro, di resistenza, di trasformazione. I canali riflettono il cielo, spezzati solo dalle sagome delle barche abbandonate e dagli uccelli che si posano sull'acqua immobile. È un paesaggio che cambia, ma che non perde mai la sua identità.

Cavallino e Lio Piccolo non sono solo un luogo, ma un processo in continuo divenire. La terra e l'acqua continuano la loro danza, a volte dolce, a volte violenta, ridisegnando il confine tra ciò che è solido e ciò che è liquido. Gli agricoltori, come Michele Borgo, non sono più solo coltivatori, ma interpreti di questo cambiamento, chiamati a leggere i segnali del paesaggio, a reinventare il loro lavoro, a immaginare nuove possibilità. Forse il futuro di questa terra non sarà quello che era stato immaginato un tempo, ma sarà comunque un futuro vivo, capace di trasformare le difficoltà in opportunità. E mentre il sole tramonta dietro le barene, tingendo la laguna di riflessi dorati, la terra e l'acqua continuano il loro dialogo senza tempo. Basta saper ascoltare.

Michele Borgo conosce il suo territorio come le sue mani. Sa leggere la terra, coglierne i mutamenti, intuire quando qualcosa non va. A Lio Piccolo e Cavallino, il confine tra terra e acqua è sempre stato labile, ma negli ultimi anni è diventato più incerto. La salinità non avanza solo con l'alta marea o le esondazioni della laguna: si insinua nel sottosuolo, si accumula, modifica la struttura del terreno fino a renderlo meno fertile. È un processo lento, ma inesorabile, i cui effetti si leggono nei campi, nella vegetazione che cambia, nella necessità di ripensare il modo di coltivare.

Per questo, quando Thetis S.p.A. ha proposto il progetto SAIA, ha deciso di partecipare. Non si trattava di uno studio astratto, ma di un'azione concreta per capire come il suolo lagunare reagisce agli allagamenti, come si comportano i sali con l'irrigazione di acqua dolce o con l'intrusione marina. L'obiettivo non era fermare il cambiamento, ma comprenderlo, trovare strumenti per adattarsi.

Il primo passo è stata la costruzione dei mesocosmi, porzioni di paesaggio in miniatura racchiuse in un contenitore artificiale, capaci di trattenere il suolo e lasciarlo interagire con l'acqua.

Ogni mesocosmo è stato ricavato da una vasca in plastica da sessantacinque litri, perforata sul fondo per consentire il drenaggio e rivestita internamente da un tessuto tecnico drenante, capace di filtrare l'acqua senza disperdere le particelle di terra. La distribuzione dei fori è stata calibrata per riprodurre il deflusso naturale, lasciando che l'acqua percorresse il suolo lentamente, assecondando il suo ritmo, senza mai essere trattenuta troppo a lungo né defluire troppo in fretta. Le vasche sono state realizzate in due configurazioni geometriche differenti: alcune più profonde, per osservare la percolazione verticale dell'acqua e il movimento del sale nel suolo, altre più ampie, per testare il comportamento dei drenaggi orizzontali e valutare la loro capacità di favorire l'asciugatura del terreno dopo un'alluvione.

Questi ambienti controllati sono diventati il luogo di un esperimento in divenire, una finestra attraverso cui osservare come il suolo trattiene e rilascia l'acqua, come il sale si accumula o viene disperso, come la terra si trasforma quando il ciclo dell'acqua è alterato. Prima di essere collocati sul campo, i mesocosmi sono stati preceduti da una fase di test condotta presso la sede di Thetis, a Venezia centro storico. Non era ancora il momento di misurare la terra, ma di comprendere il funzionamento degli strumenti che avrebbero permesso di leggerla. I sensori, progettati per rilevare la salinità, l'umidità e la temperatura del suolo, sono stati testati direttamente sul terreno, senza ancora essere interrati nei mesocosmi, per verificare il loro funzionamento e familiarizzare con la loro gestione. La trasmissione del segnale è stata al centro della sperimentazione. L'antenna LoRaWAN è stata installata e calibrata per assicurarsi che il flusso di dati potesse viaggiare senza interferenze, attraversando la complessità del tessuto urbano lagunare. Ogni parametro è stato visualizzato nel software di gestione, osservato nelle sue variazioni, interpretato per comprendere la risposta degli strumenti prima di portarli sul campo. L'acqua non è stata ancora un elemento di test reale, ma solo una simulazione mentale, uno scenario preparatorio per garantire che, una volta in funzione sui mesocosmi, la raccolta dei dati fosse fluida e affidabile. Solo dopo questa verifica il sistema è stato pronto per essere testato nei mesocosmi, dove il paesaggio avrebbe fornito le sue risposte, tra la salinità del suolo e il lento deflusso dell'acqua.

Il 10 giugno, il team del progetto ha raccolto campioni di terra in una zona simbolica: un tempo destinata alla coltivazione dei carciofi, oggi dominata dalla salicornia. Il suolo, segnato dall'intrusione salina e da anni di trasformazione, rivelava una composizione specifica: 25% argilla, 16% sabbia e 59% limo. Una struttura densa, poco drenante, capace di trattenere l'umidità ma vulnerabile all'accumulo di sale, con conseguenze dirette sulla fertilità e sulla capacità di resistere agli stress ambientali. Un suolo che porta i segni di una tran-

sizione in atto: il passaggio da un'agricoltura storica a un paesaggio modellato dal sale. La terra, compatta e secca, opponeva resistenza al prelievo. Le zolle si fratturavano in blocchi irregolari, rivelando una scarsa presenza di sostanza organica e un'elevata concentrazione di sodio e calcare, indicatori di un processo in corso che sta ridefinendo la morfologia e la vocazione di questo territorio.

Le analisi chimiche hanno confermato le osservazioni sul campo. Il pH è 8.5, troppo alcalino per molte colture; l'accumulo di cloruri solubili ostacola l'assorbimento dell'acqua da parte delle piante. Il carbonio organico è basso, la fertilità ridotta. La struttura è limoso-argillosa, con calcare abbondante, che limita la disponibilità di elementi nutritivi. L'azoto è scarso, mentre la presenza di sodio scambiabile segnala un degrado progressivo: un processo che, nel tempo, può rendere il terreno meno drenante, più compatto, difficile da lavorare.

Una volta prelevati, i campioni sono stati trasportati lungo la strada bianca che attraversa le campagne, caricati su una barca e portati alla sede di Thetis, a Castello, Venezia. Un pezzo di territorio trasferito in laboratorio, per essere studiato in condizioni controllate.

Il 22 luglio sono iniziate le sperimentazioni sui mesocosmi. Dieci vasche, riempite con il suolo di Lio Piccolo, sono state sottoposte a diversi regimi di irrigazione e allagamento. Alcune trattate con acqua dolce, per verificare se la salinità potesse essere ridotta; altre sommerse da acqua salmastra o marina, simulando mareggiate e ingressioni saline. Le piogge simulate variavano in intensità: leggere o abbondanti. Nei primi casi, il movimento dei sali era minimo; nei secondi, la salinità superficiale diminuiva, ma i sali venivano mobilitati in profondità, alterando la conducibilità del suolo.

Alcune vasche sono rimaste senza drenaggio, per osservare l'effetto dell'acqua stagnante; altre dotate di sistemi di drenaggio attivi, per valutarne l'efficacia. Il confronto ha evidenziato che, senza drenaggio, il sale tende a permanere nel suolo, accumulandosi negli strati superficiali e rendendo la terra progressivamente meno coltivabile. Dove il drenaggio era attivo, parte dei sali veniva rimossa, riducendo il rischio di accumulo.

Il primo agosto sono iniziate le prove sui drenaggi. Sono stati testati due sistemi: uno passivo, con tubi forati per favorire il deflusso dell'acqua in eccesso, e uno attivo, con micropompe capaci di aspirare l'acqua e ridurre la permanenza della salinità nel terreno. I risultati sono stati chiari: il drenaggio passivo permetteva un lento smaltimento dei sali, mentre quello attivo accelerava il processo, limitando gli effetti degli allagamenti.

Il 25 settembre il progetto ha esplorato un'altra strada. Se il suolo cambia, se la salinità avanza, forse la risposta non sta solo nella gestione dell'acqua, ma anche nella scelta delle piante. Sono stati raccolti semi di specie spontanee adattate agli ambienti salmastri. Il prelievo è avvenuto in due zone: la spiaggia di San Nicoletto, al Lido di Venezia, e i campi di Lio Piccolo. L'obiettivo è testare se queste piante possano migliorare la struttura del suolo, ridurre l'accumulo

di sali, favorire la ritenzione di umidità.

Dopo le prove di allagamento e drenaggio, i mesocosmi sono stati trasportati a Verona, presso Bio Soil Expert, per avviare la fase di sperimentazione sulle colture. I semi, raccolti in precedenza nelle aree costiere, sono stati testati in condizioni controllate per valutare la loro capacità di adattamento a suoli con diversa concentrazione salina. Sono stati adottati approcci differenziati per il trapianto, ciascuno con risposte specifiche da parte delle piante.

Alcune specie, come la *Salicornia procumbens* subsp. *veneta*, sono state testate con un doppio metodo: sia come piante già sviluppate sia come propaguli, per osservare le differenze nel loro attecchimento. La *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, meglio nota come bietola di mare, è stata trapiantata sia a radice nuda che con il pane di terra originale, mostrando una resistenza maggiore nel secondo caso.

Il *Crithmum maritimum*, il finocchio di mare, ha affrontato la sperimentazione in tre varianti: come pianta adulta, come propagulo e tramite tagliola, un metodo di propagazione per talea. Questa specie, nota per la sua capacità di crescere in ambienti marini, ha dimostrato una notevole resistenza alla salinità, adattandosi meglio nelle condizioni con drenaggio controllato.

La *Puccinellia palustris*, un'erba alofita tipica delle aree costiere, è stata testata con trapianto a radice nuda, mentre la *Cakile maritima*, o ravastrello marittimo, è stata trapiantata con substrato sabbioso per verificare la sua capacità di radicamento. La *Phragmites australis*, il comune canneto, è stata messa alla prova in due condizioni differenti: a radice nuda e in fitocella. Questa seconda modalità ha garantito un migliore attecchimento, suggerendo che la protezione delle radici al momento del trapianto sia un fattore chiave per la sopravvivenza di specie adattate ai suoli umidi e salmastri. Tra le piante spontanee, alcune hanno dimostrato una capacità di resistenza al sale che va oltre la semplice sopravvivenza. La *Salsola soda* e l'*Atriplex tatarica* sono state testate in due modalità: come semi e come piante già sviluppate, con risposte che variavano in base al metodo di insediamento. La *Limbarda crithmoides*, propagata da talee di germogli, ha trovato una via di crescita che ha risposto alla presenza del sale con una fisiologia adattata.

I risultati più interessanti sono emersi nelle prove condotte in serra aperta, dove la pioggia, pur senza acquazzoni, ha contribuito a dilavare la salinità, abbassando la conducibilità del suolo da 10.000 a circa 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Un contrasto evidente con i mesocosmi lasciati in ambiente chiuso per 27 giorni, in cui la salinità è rimasta elevata, mantenendo valori superiori ai 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Le differenti modalità di trapianto hanno evidenziato comportamenti molto diversi tra le specie. Un esempio emblematico è stato quello della bietola di mare, che a radice nuda non è sopravvissuta, mentre in fitocella è riuscita ad adattarsi e a riprendere la crescita. Questo dimostra che, per molte specie, la protezione delle radici nel momento della messa a dimora può fare la differenza tra il successo e il fallimento del trapianto.

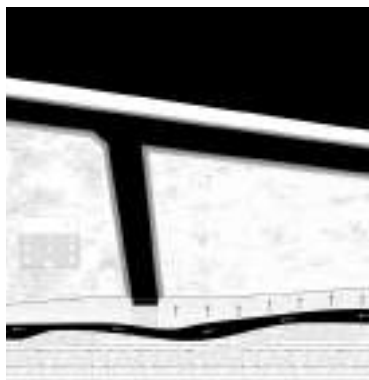
Questi esperimenti non si sono limitati a testare la resistenza delle piante, ma hanno permesso di raccogliere dati essenziali sulla loro capacità di migliorare il suolo, ridurre l'accumulo di sali e favorire una maggiore ritenzione idrica. Il paesaggio agricolo costiero è in mutamento, e il futuro della coltivazione in questi territori dipenderà dalla capacità di integrare conoscenze tradizionali e innovazione, scegliendo specie in grado di adattarsi e contribuire alla rigenerazione del suolo.

Michele Borgo segue ogni fase della sperimentazione con interesse. Per lui, il progetto non è solo un esperimento, ma una possibile via per il futuro dell'agricoltura lagunare. I dati raccolti non servono solo alla ricerca, ma diventano strumenti per chi, come lui, lavora ogni giorno con una terra che cambia. La sua azienda non è più solo un luogo di produzione, ma un punto di osservazione del territorio, un laboratorio in cui paesaggio e agricoltura dialogano per cercare nuove strade.

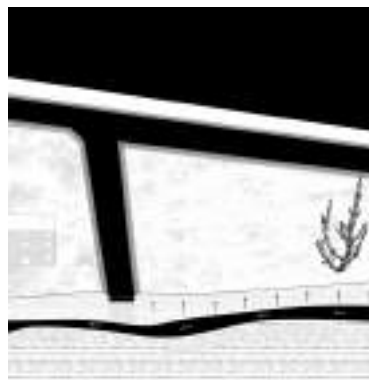
A Lio Piccolo, come in tutta la gronda lagunare, il paesaggio non è mai statico. La terra e l'acqua continuano a trasformarsi, a ridefinire i confini. L'agricoltura qui non è solo una pratica produttiva, ma una forma di adattamento, un modo di interpretare i segnali del suolo e del clima, di cercare equilibri sempre nuovi. Michele Borgo lo sa bene: il cambiamento non si può fermare, ma si può imparare a viverlo. E il progetto SAIA è un primo passo per capire come farlo.







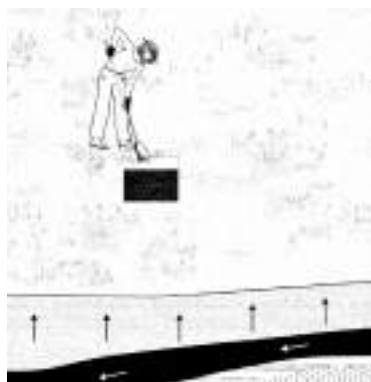
L'intrusione del cuneo salino causa la scomparsa dei carciofi. Il terreno si inaridisce.



Al posto dei carciofi inizia a crescere la salicornia spontaneamente.



Lio Piccolo, l'azienda agricola di Michele Borgo le valli da pesca e le carciofaie.

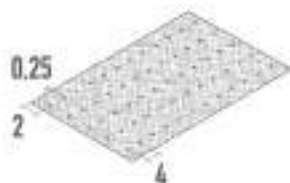


Insieme a Thetis Spa si iniziano a prelevare le zolle di terreno da destinare alla sperimentazione in mesocosmi.



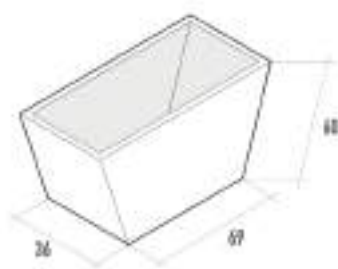


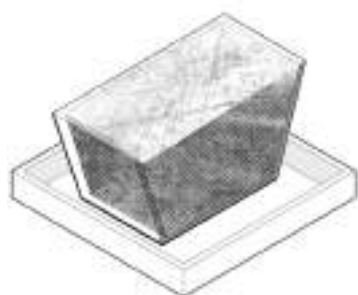
Al fine di evitare che i fori si intasino con il terreno, è stato applicato un foglio di tessuto non tessuto.



Il vaso utilizzato per la realizzazione dei mesocosmi.

Il fondo è stato forato per permettere il drenaggio naturale.





Il vaso è stato riempito con il terreno prelevato a Lio Piccolo e successivamente posto sopra una seconda vasca al fine di evitare la dispersione dell'acqua.

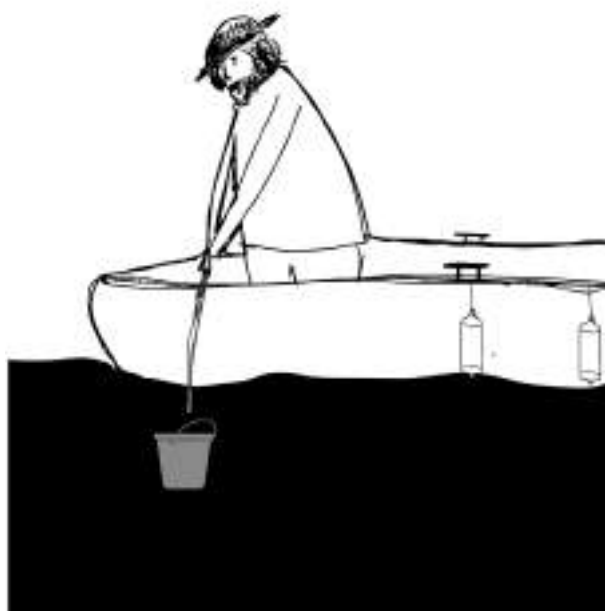


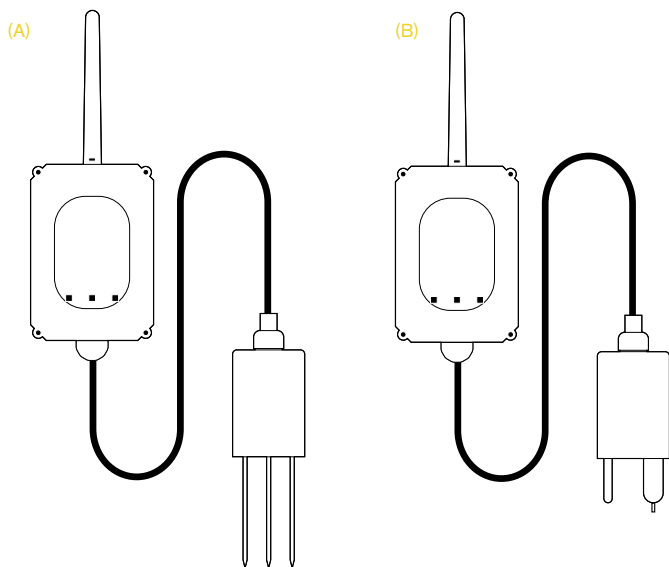
MESOCOSMO 1A
Acqua leggermente salinizzata



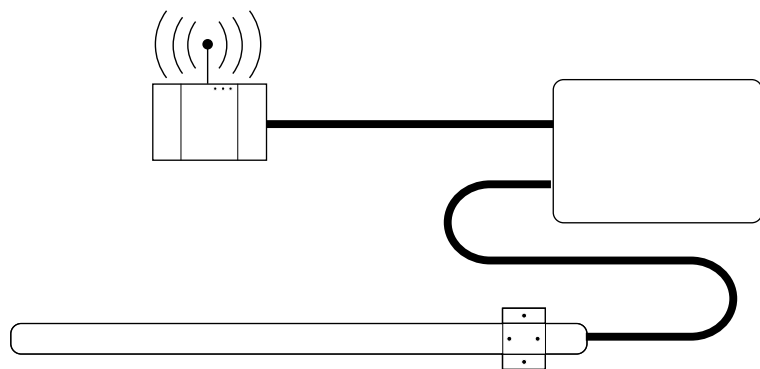
MESOCOSMO 1B
Acqua marina salata

Successivamente si è andati a prelevare l'acqua dalla laguna e dal mare per le prove di resistenza ai diverse percentuali di salinità.

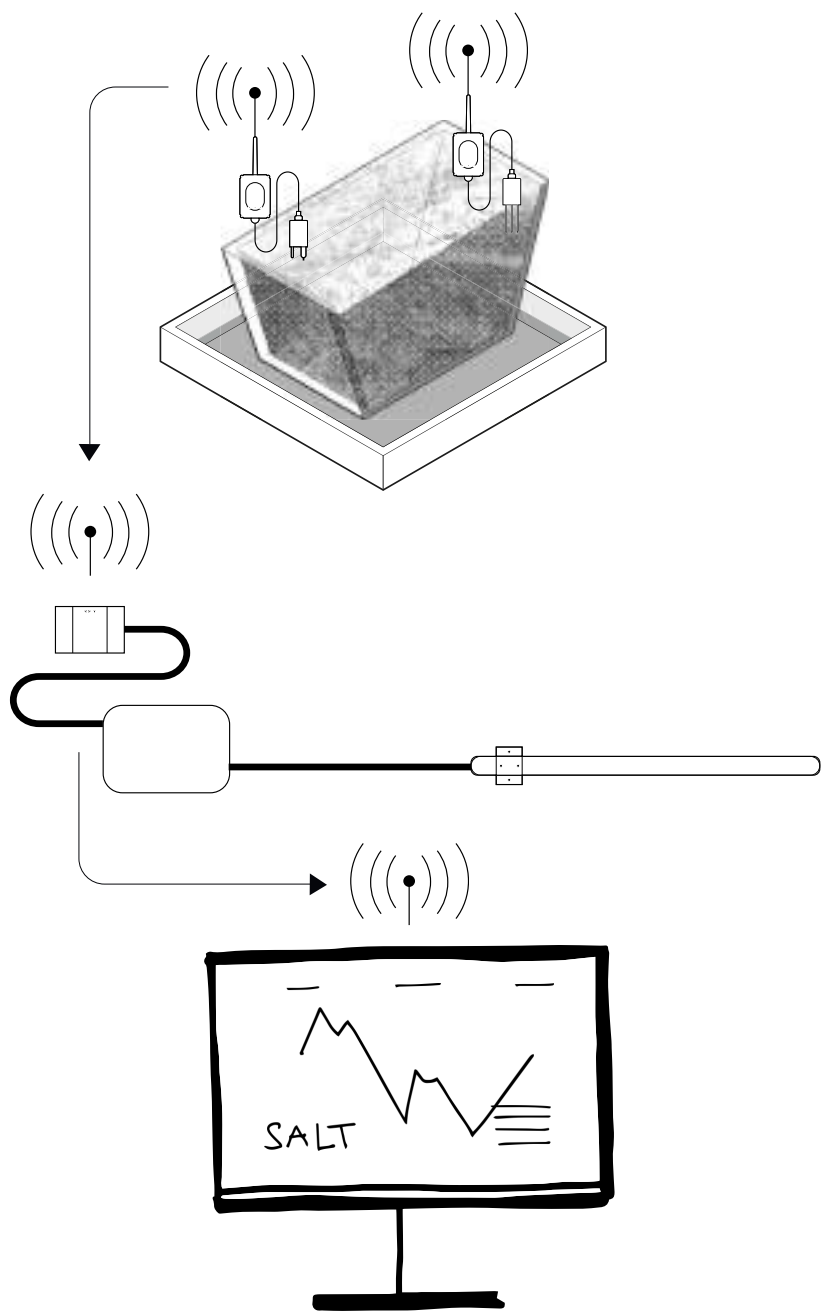




Il sensore (A) serve a calcolare la variazione della conducibilità elettrica in relazione all'aggiunta di acqua salata e salmastra all'interno del vaso. Il sensore (B) serve per calcolare la variazione del PH.



I sensori ricevono fino ad una distanza di 10 chilometri dall'antenna. Fanno da comunicazione tra l' antenna e il software in cloud che elabora i dati e ne restituisce dei modelli utili a capire le variazioni di conducibilità elettrica e PH.





L'uso di sensori per monitorare parametri agronomici permette di raccogliere dati in tempo reale per testare l'efficacia delle soluzioni di risanamento idraulico. I sensori sono utili per le analisi di laboratorio sulla salinità dopo la simulazione dell'evento alluvionale con acqua salina per avere un riscontro di quanto possa permanere la salinità nel terreno dopo eventi di questo genere. I sensori sono di due tipi. Il primo (A) serve a calcolare la variazione della conducibilità elettrica in relazione all'aggiunta di acqua salata e salmastra all'interno del vaso. Il secondo (B) serve per rilevare la variazione del PH.



Il vaso di dimensioni 60 x 36 x 60 cm, è stato forato ogni 4 cm sul fondo per permettere il drenaggio del terreno. Successivamente è stato messo al suo interno un foglio di tessuto non tessuto per evitare muffa e marciumi.

28 giugno 2024. Venezia Thetis Spa. Costruzione dei mesocosmi e settaggio dei sensori. I mesocosmi sono sistemi sperimentali utilizzati in ecologia per studiare gli ecosistemi in condizioni controllate ma realistiche, a metà strada tra gli esperimenti in miniatura di laboratorio (microcosmi) e gli studi sul campo. Un mesocosmo è un contenitore che racchiude una porzione di ambiente naturale (terreno nel nostro caso). L'obiettivo è osservare come questo mini-ecosistema reagisce a modifiche ambientali controllate in fase di progetto sperimentale.



Insieme dei sensori e relative antenne trasmettenti.



Dettaglio delle sonde.

L'obiettivo delle sperimentazioni è di individuare possibili soluzioni capaci da un lato di rispondere alle sfide del cambiamento climatico tramite strategie di adattamento del territorio attraverso l'inserimento di colture specifiche (seminativi, etc...); dall'altro conoscere le necessità energetiche che in futuro saranno necessarie per gestire i territori costieri e come queste necessità potranno essere tradotte nell'ottica di minimizzare le emissioni.



Dettaglio dell'antenna e del connettore.



I sensori ricevono fino ad una distanza di 10 chilometri dall'antenna. Il gateway fa da comunicazione tra l' antenna e il software in cloud che elabora i dati e ne restituisce dei modelli utili a capire la variazione dei parametri agronomici misurati.



Fase di connessione dell'antenna.



Verifica della trasmissione al server cloud.



Prove di calibrazione dei sensori e verifica della ricezione del segnale dell'antenna LoRaWAN su terreno di test presso Thetis S.p.A..



Fiori di carciofo e canna palustre.



Manufatti dell'ex valle da pesca.

10 luglio 2024. Lio Piccolo, Azienda agricola Michele Borgo. Prelievo della terra per la creazione dei mesocosmi.

L'azienda sorge su una valle da pesca oggi dismessa. Si possono ancora ritrovare i dispositivi che ne regolavano l'ingresso dell'acqua come le chiuse, i ponti per attraversare il canale da un argine all'altro. Vecchie imbarcazioni abbandonate tra i campi incolti o nelle cavane riportano alla memoria una funzione non più attuale di quel paesaggio.



Luoghi, paesaggi e dispositivi agricoli.



Imbarcazione tradizionale abbandonata tipica degli ambienti delle valli da pesca in laguna.



Manufatti dell'ex valle da pesca.





Dettaglio del sistema di irrigazione che avviene tramite manichetta avvalendosi di un pozzo a profondità di circa 120-150 m.

L'azienda nasce nel 2000, si occupa della coltivazione del carciofo violetto, non un ortaggio qualsiasi, ma un simbolo di resistenza e di tradizione in laguna. La sua coltivazione è lenta, paziente: ogni pianta occupa circa un metro quadro di terra, ogni ettaro ospita migliaia di piante, ognuna con il proprio ciclo, la propria storia. Non è una coltura che si semina e si raccoglie in pochi mesi.



Un campo di carciofo violetto.



Il carciofo violetto di Lio Piccolo in primo piano, con sullo sfondo la valle da pesca: un'immagine che rivela la fragile soglia tra agricoltura e laguna.



A Lio Piccolo, due campi contigui raccontano la transizione in atto: da un lato il carciofo ancora resistente, dall'altro la terra arida che ha smesso di produrre. Il confine tra verde e secco segna visivamente l'avanzata del sale nel paesaggio agricolo lagunare e mostra come una differenza altimetrica di soli 20 cm possa determinare un cambio radicale nella produttività del suolo.

La radice è perenne, resta nel terreno tutto l'anno, affrontando il freddo dell'inverno, il caldo estivo, la siccità e l'umidità salmastra. Ogni giorno va seguita, osservata, capita. Non tutto il terreno agricolo, come si può vedere nella foto sopra, è oggi adatto a questa coltivazione.



La squadra in sopralluogo nel campo del prelievo.
Nella fotografia si può notare l'assenza di vegetazione. Ciò è sintomo dei problemi causati dalla salinità del suolo.



Luglio. Area di prelievo.
Dettaglio dell'area individuata per il campionamento dei terreni.



Settembre. Area di prelievo.
Dettaglio dell'area individuata per il campionamento dei terreni.



Nuovi paesaggi: la *Salicornia spontanea*.



Operazioni di prelievo del suolo a Lio Piccolo: il terreno, compatto e limo-argilloso, oppone resistenza alla scavatura, segno della sua crescente salinità.



Le zolle di terra vengono frantumate e raccolte per le analisi chimiche e fisiche: un gesto che trasforma il paesaggio in materiale di conoscenza.



Il campione di suolo viene prelevato nell'area in cui cresce spontaneamente la salicornia, indicatore naturale dell'intrusione salina nei terreni agricoli.

Il 10 luglio, il team del progetto ha raccolto campioni di terra in una zona rappresentativa oggi priva di vegetazione ma un tempo destinata alla coltivazione dei carciofi. La laguna non avanza solo in orizzontale, ma anche in profondità. Le falde salmastre si insinuano tra gli strati di terra, risalgono lentamente, depositando cristalli invisibili che, accumulandosi, cambiano la struttura stessa del terreno.



Avvio delle operazioni di prelievo del suolo.



L'uso di strumenti manuali permette di allentare la crosta superficiale del terreno.

Il pH si alza, rendendo difficile l'assorbimento dei nutrienti. Il sodio e i cloruri si accumulano, spezzano i legami del suolo, lo rendono compatto, impenetrabile. La sostanza organica si riduce, la fertilità si assottiglia, la capacità di drenaggio si compromette.



La squadra al lavoro.



25% argilla - 16% sabbia - 59% limo.



Campioni di suolo.

Il suolo, segnato dall'intrusione salina e da anni di trasformazione, rivelava una composizione specifica: 25% argilla, 16% sabbia e 59% limo. Una struttura densa, poco drenante, capace di trattenere l'umidità ma vulnerabile all'accumulo di sale, con conseguenze dirette sulla fertilità e sulla capacità di resistere agli stress ambientali. La terra, compatta e secca, opponeva resistenza al prelievo. Le zolle si fratturavano in blocchi irregolari, rivelando una scarsa presenza di sostanza organica e un'elevata concentrazione di sodio e calcare, indicatori di un processo in corso che sta ridefinendo la morfologia e la vocazione di questo territorio. Le analisi chimiche hanno confermato le osservazioni sul campo. Il pH è 8.5, troppo alcalino per molte colture; l'accumulo di cloruri solubili ostacola l'assorbimento dell'acqua da parte delle piante. Il carbonio



La squadra al lavoro.



Dopo l'incisione, le zolle vengono sollevate e raccolte in contenitori destinati ai mesocosmi sperimentali per lo studio dei processi di salinizzazione.



PH 8,5.



Durante il prelievo emergono le diverse stratificazioni del terreno.

organico è basso, la fertilità ridotta. La struttura è limoso-argillosa, con calcare abbondante, che limita la disponibilità di elementi nutritivi. L'azoto è scarso, mentre la presenza di sodio scambiabile segnala un degrado progressivo: un processo che, nel tempo, può rendere il terreno meno drenante, più compatto, difficile da lavorare. Una volta prelevati, i campioni sono stati trasportati lungo la strada bianca che attraversa le campagne, caricati su una barca e portati alla sede di Thetis, a Castello, Venezia.



Il trasporto dei mesocosmi.



Mesocosmi pronti ad essere trasportati in Thetis per la sperimentazione idraulica.



Trasporto dei mesocosmi verso la barca.



Le vasche piene di suolo prelevato a Lio Piccolo vengono caricate su imbarcazione per essere trasferite al laboratorio mobile di Thetis, a riflettere la continuità tra campo e sperimentazione.



22 luglio 2024. Venezia, Thetis Spa.
Simulazione eventi inondazione.



Contenitori d'acqua dolce.



Mesocosmo 2. Acqua dolce, pioggia leggera 10 mm; volume terra 43 litri. Obiettivo: verificare come varia il tenore salino irrigando con acqua dolce per capire il potere abbattente dell'acqua dolce sulla salinità.

Tra luglio e settembre 2024 sono state condotte diverse simulazioni di allagamento in condizioni controllate all'interno di mesocosmi sperimentali, utilizzando tre diverse tipologie di acqua: marina, lagunare e dolce. L'obiettivo principale era analizzare, in tempo reale grazie all'uso di sensori, gli effetti di allagamenti con salinità e volumi differenti sulla conducibilità del suolo, e quindi sulla sua salinità.

Le sperimentazioni hanno permesso di osservare l'evoluzione dei parametri nei diversi strati del terreno, fornendo dati fondamentali per definire strategie di gestione sostenibile in contesti agricoli vulnerabili agli eventi estremi. I sei mesocosmi sono stati utilizzati per testare scenari simili ma con volumi d'acqua e configurazioni impiantistiche diverse, a supporto delle successive fasi agronomiche e di analisi energetica del progetto.



Mesocosmo 4.



Mesocosmo 4. Acqua dolce, pioggia leggera 25 mm; volume terra 36 litri. Obiettivo: verificare come varia il tenore salino irrigando con maggiori quantità di acqua dolce per capire il potere abbattente dell'acqua dolce sulla salinità.

Allagamenti con acqua dolce.

Obiettivo della sperimentazione con acqua dolce era quello di verificare gli effetti dell'irrigazione o della pioggia su un terreno con problemi di salinità e perdita di produttività. Sono stati selezionati due mesocosmi per portare avanti la sperimentazione: il numero 2 e il numero 4. Gli esperimenti hanno voluto testare due diversi eventi di pioggia/irrigazione. Uno più intenso con maggiore quantità di acqua dolce (+25 mm di pioggia) ed uno meno intenso (+10 mm). Tali apporti di acqua dolce sono stati ripetuti per 3 volte consecutive a distanza di circa una settimana l'uno dall'altro.

Le evidenze di queste sperimentazioni suggeriscono in modo piuttosto univoco che, per ridurre la salinità in modo sostenibile, irrigazioni o piogge più moderate risultano essere più efficienti, evitando al contempo i picchi di stress salino per le piante e utilizzando meno acqua dolce, preservando quindi maggiormente la risorsa. In contesti agricoli vulnerabili alla salinità, è importante bilanciare l'intensità dell'irrigazione e monitorare attentamente gli eventi di pioggia per evitare picchi di salinità che possono compromettere le colture.

Nel grafico di destra si osserva chiaramente che tutte le simulazioni con apporti maggiori di acqua dolce hanno determinato livelli di conducibilità più alti, con picchi significativamente superiori rispetto agli eventi di minore intensità sia come massimi sia come valori medi.



Mesocosmo 3. Acqua salmastra, allagamento leggero 5 cm d'acqua; volume terra 49 litri. Obiettivo: verificare con terreno attuale come varia il tenore salino irrigando/allagando con acqua salmastra.



Mesocosmo 5. Acqua salmastra, allagamento moderato 10 cm d'acqua; volume terra 47 litri. Obiettivo: verificare con terreno attuale come varia il tenore salino irrigando/allagando con acqua salmastra.



Mesocosmo 5.

Allagamenti con acqua salmastra

Due cicli di test condotti tra luglio e agosto 2024 hanno simulato allagamenti con acqua salmastra su terreni con diverso grado di umidità iniziale. I mesocosmi analizzati sono stati il numero 3 e 5.

Le evidenze principali:

- 1) L'intensità dell'allagamento non è l'unico fattore determinante: un evento più intenso (+10 cm d'acqua) non sempre genera un picco di salinità maggiore rispetto a un evento più lieve (+5 cm). Il grado di umidità iniziale del terreno gioca un ruolo fondamentale.
- 2) Conducibilità elevata in entrambi i casi: a distanza di 24 ore, la conducibilità elettrica nei suoli allagati tende ad allinearsi attorno ai 12.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ben oltre la soglia di compatibilità agricola (2.000–3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), rendendo il terreno inadatto alla maggior parte delle colture. Queste simulazioni hanno consentito al partner Biosoil expert di avere elementi conoscitivi maggiori e quindi di predisporre un mesocosmo per le colture alofite costituito dal terreno tal quale prelevato al Cavallino, senza sottoporlo (come inizialmente previsto) ad un eventuale allagamento con acqua salmastra avrebbe di fatto reso il terreno non utilizzabile ai fini colturali.



Mesocosmo 1. Acqua marina, allagamento estremo 10 cm d'acqua; volume terra 56 litri; senza drenaggio. Obiettivo: Simulare un evento "estremo" di mareggiata e monitorare le conseguenze in termini di conducibilità nel terreno.



Mesocosmo 6. Acqua marina, allagamento estremo 10 cm d'acqua; volume terra 56 litri; con drenaggio. Obiettivo: capire come dopo lo stesso evento estremo, intervenendo con drenaggi/pompe che tolgono acqua, cambiano le conseguenze nel terreno.

Allagamenti con acqua salata

Poiché ogni allagamento con acqua salata comporta un innalzamento critico della salinità del suolo, si è deciso di concentrarsi su un'unica simulazione estrema per analizzare l'efficacia di un sistema di drenaggio sotterraneo.

Le due configurazioni testate:

- 1) Mesocosmo 1: terreno allo stato naturale, senza drenaggio.
- 2) Mesocosmo 6: stesso allagamento, ma con drenaggio sotterraneo (3 tubi a +5 cm dal fondo, con lieve pendenza per favorire il deflusso).

Monitoraggio e risultati:

Due sensori per vasca, uno in superficie e uno sul fondo, hanno misurato in tempo reale la conducibilità elettrica del suolo ($\mu\text{S}/\text{cm}$), indicatore diretto della salinità.

- 1) Riduzione della salinità: con il drenaggio, i picchi sono più bassi sia in superficie (14.541 vs 19.352 $\mu\text{S}/\text{cm}$) che in profondità (13.728 vs 14.139 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- 2) Effetto accelerato: la salinità diminuisce più rapidamente grazie all'evacuazione dell'acqua, che trascina via i sali.
- 3) Beneficio su tutto il profilo del suolo: il drenaggio protegge lo strato profondo dalla percolazione salina e, in superficie, favorisce il rapido deflusso dell'acqua attraverso un effetto di richiamo verso il basso.



Costruzione del sistema di drenaggio per gravità. Taglio dei tubi in PVC e foratura.

Luglio 2024. Per la costruzione del sistema di drenaggio a gravità, sono state seguite diverse fasi operative. Sono stati tagliati i tubi in PVC utilizzando una cesoia in modo da ottenere le lunghezze richieste dal progetto. Su ciascun tubo sono stati praticati dei fori con un trapano a intervalli regolari di X cm. Questi fori permettono all'acqua di penetrare all'interno del sistema. In seguito, è stato forato il vaso per permettere l'inserimento dei tubi. Una volta completata l'inserzione dei tubi all'interno del contenitore, questi sono stati ricoperti di terra. Il terreno utilizzato è stato accuratamente selezionato e setacciato manualmente per garantire una distribuzione uniforme del substrato.



1 agosto 2024. Venezia Thetis Spa. Soluzioni idrauliche.



Costruzione del sistema di drenaggio per gravità. Foratura del vaso.



Drenaggio per gravità.



DIDA

Efficienza del drenaggio a diverse profondità

Le sperimentazioni hanno evidenziato come la profondità di installazione dei dreni influenzi in modo significativo la distribuzione della salinità residua nel terreno, suggerendo la necessità di un'attenta calibrazione progettuale.

1) Dreni superficiali: si sono dimostrati più efficaci nel contenere l'accumulo salino nello strato superiore del suolo, ovvero la fascia più sensibile in quanto sede principale dell'apparato radicale delle colture.

2) Dreni profondi (+2 cm dal fondo): hanno favorito una riduzione più marcata della conducibilità nello strato basale, ma non sono riusciti a contrastare l'accumulo salino nella porzione più superficiale, potenzialmente compromettendo la vitalità delle colture nei primi giorni successivi all'evento.

Indicazione progettuale: la scelta della profondità di drenaggio non può essere generalizzata, ma deve tenere conto della stratigrafia del suolo, delle caratteristiche della coltura e del suo apparato radicale. Un approccio "a profondità variabile" è la soluzione più bilanciata per la protezione integrata del suolo.



Drenaggio con micropompe.



Drenaggio con micropompe.



Drenaggio con micropompe.

Drenaggio con micropompe.

Queste simulazioni sono state effettuate al fine di stimare il consumo energetico derivante dall'utilizzo di un sistema di pompaggio quale soluzione per mitigare gli effetti di un allagamento da acqua salata. Tali analisi avevano come obiettivo primario la determinazione del tempo di svuotamento, ovvero il tempo necessario alle pompe per rimuovere il volume d'acqua accumulatosi sopra il terreno dopo l'inondazione.

Efficienza del drenaggio con micropompe

L'impiego esclusivo di un sistema di pompaggio meccanico è stato testato attraverso l'utilizzo di due pompe a bassa potenza (3 W ciascuna), con l'obiettivo di simulare una soluzione realistica, replicabile su piccola scala e a basso consumo.

> Tempo di svuotamento: l'acqua accumulata in superficie (43 litri, corrispondenti a 20 cm di battente) è stata completamente rimossa in circa 17 minuti, con un consumo energetico complessivo pari a 1,7 Wh.

> Persistenza della salinità: nonostante l'efficienza nello smaltimento dell'acqua superficiale, l'andamento della conducibilità elettrica ha evidenziato una stabilizzazione su valori elevati, sia nello strato superficiale sia in quello profondo, indicando che il semplice svuotamento non è sufficiente a rimuovere i sali già infiltratisi nel profilo del suolo.

Valutazione tecnica

Il solo utilizzo di pompe a bassa potenza si è rivelato inefficace nel mitigare l'effetto salino dell'allagamento, soprattutto in assenza di un supporto drenante nel sottosuolo. Per rendere il sistema funzionale, sarebbe necessario impiegare pompe più performanti o in numero maggiore, valutando attentamente i costi energetici e infrastrutturali di un'eventuale implementazione su larga scala.



Drenaggio combinato.



Strumentazione d'insieme delle micropompe.

Efficienza del drenaggio combinato

Velocità di drenaggio: +41 %.

Consumo energetico: -40% rispetto all'uso esclusivo delle pompe.

Mitigazione della conducibilità: nei dati raccolti, si osserva una riduzione più marcata della salinità negli strati profondi del terreno, grazie all'azione combinata del drenaggio gravitazionale (che favorisce il deflusso verticale) e del pompaggio (che accelera la rimozione dell'acqua residua in superficie).

Effetto limitato in superficie: nonostante il vantaggio energetico, lo strato superficiale non ha beneficiato in modo significativo della combinazione. Il tempo di risposta del sistema si è rivelato insufficiente a prevenire l'assorbimento rapido dei sali nelle prime fasce del suolo, dove è concentrata la maggior parte dell'apparato radicale delle colture.

Indicazioni operative: il sistema combinato mostra buone potenzialità, ma per garantire un'efficace protezione dell'intero profilo del terreno è necessario ottimizzare la potenza e la tempestività del pompaggio, e valutare con precisione la collocazione e la quota dei dreni in funzione delle caratteristiche pedologiche e agronomiche del sito.



Erbario alofito



**usi**

Frutti commestibili
Fitoterapia
Stabilizzazione dune

Fioritura

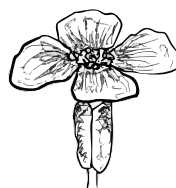
G F M **A M G L A S O N** D

substrato

Substrato sabbioso - Suolo salino ricco di cloruri

habitat

Spiagge sabbiose e dune costiere

umidità**salinità****Ruchetta di mare, *Cakile Maritima***

Conosciuta comunemente come ravastrello marittimo, cavolo marino o senape di mare, *Cakile maritima* appartiene alla famiglia delle Brassicaceae. Si tratta di una pianta alofila annuale, tipica delle sabbie costiere, con portamento prostrato o eretto e un aspetto carnoso e compatto. Pianta erbacea succulenta, annuale, con fusti prostrati o ascendenti, ramificati, lunghi fino a 50 cm. Le foglie sono carnose, di colore verde glauco, variamente lobate: quelle basali sono più ampie, mentre le superiori sono più semplici e allungate.

I fiori sono raccolti in infiorescenze racemose terminali, di colore lilla-rosato o a volte bianco-violaceo, composti da quattro petali disposti a croce, caratteristici delle Brassicaceae. La fioritura avviene da aprile a settembre, spesso prolungandosi nelle aree più calde. Il frutto è una siliqua articolata in due porzioni: quella superiore è indeiscente (non si apre a maturità) e contiene un solo seme; quella inferiore, invece, si disarticola più facilmente. Questa strategia



Cakile Maritima in spiaggia a San Nicoletto al Lido.



Cakile Maritima in spiaggia a San Nicoletto al Lido.

permette alla pianta di disperdere i semi sia per via aerea che marina. Specie tipica degli arenili sabbiosi, cresce preferibilmente in prossimità del litorale, sulle dune embrionali e sulle spiagge indisturbate. Ben adattata agli ambienti salini, sopporta l'aridità, l'azione meccanica del vento e la scarsità di nutrienti. Predilige i substrati sabbiosi ben drenati e, grazie alla sua resistenza, è una delle prime colonizzatrici degli ambienti costieri. Il suo areale è ampio lungo tutte le coste del bacino del Mediterraneo e dell'Europa atlantica. In Italia è presente su quasi tutte le spiagge sabbiose, particolarmente comune sull'alto Adriatico, dove spesso si associa ad altre pioniere psammofile come *Elymus farctus* o *Sporobolus pungens*. Veniva utilizzata cruda in insalata apprezzata per il sapore leggermente piccante e salmastro, simile alla senape. Alcune popolazioni costiere la utilizzavano anche in fitoterapia tradizionale per le sue lievi proprietà diuretiche e depurative. Attualmente è studiata per il suo ruolo ecologico nella stabilizzazione delle dune e nella rinaturalizzazione dei litorali degradati.



usi

Foraggio

fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Preferibilmente non calcareo

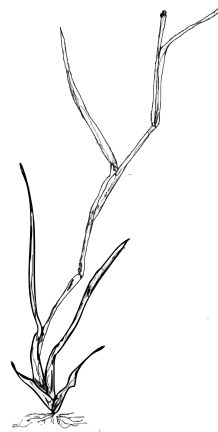
habitat

Paludi salmastre, barene lagunari, praterie alofite

umidità



salinità



Gramignone marittimo, *Puccinellia Palustris*

Conosciuto come gramignone marittimo o costiero, appartiene alla famiglia delle Poaceae. Si tratta di una robusta graminacea, alta fin quasi un metro, fortemente cespitosa e con fusti eretti e rigonfi, quasi a bulbo della base.

Pianta erbacea con numerosi fusti eretti alti 40-60 cm, alla base un po' rigonfiati, rivestiti da guaine disseccate, con foglie leggermente glauche carnose con lamina larga 2-4 cm; l'infiorescenza a pannocchia ampia e piramidata è formata da spighe violacee, fiorisce tra giugno ed agosto. Le foglie sono arrotolate su sé stesse e di colore glauco, con guaine leggermente rigonfie. La pannocchia è ampia, lunga 10-20 centimetri, con rami inferiori di solito patenti in



Individuazione delle singole specie in barena.



Individuazione delle singole specie in barena.

fase di fioritura avanzata; le spighe sono piuttosto lunghe e strette e possiedono un numero variabile di fiori; le glume sono invece piuttosto brevi. Rappresenta una delle piante più tipiche dei limonieti delle lagune nord adriatiche e spesso rappresenta la nota dominante dei limonieti, soppiantando le altre specie. Può sopportare periodiche inondazioni con acqua salata, e pertanto la si può ritrovare anche nelle zone più depresse delle barene. Il suo areale è strettamente confinato alle coste del Mediterraneo; in Italia popola i litorali alto adriatici dal confine fino alla Romagna ed alle Marche. Specie a distribuzione stenomediterranea; in Italia è comune nel litorale da Trieste fino a Rimini nelle aree centrali delle barene meno depresse, anche se sopporta periodiche inondazioni di acqua salata. Veniva utilizzata come foraggio, ritenuto da alcuni migliore dell'erba medica.biodiversità.



usi

Pianta commestibile
Farmaceutico
Foraggio
Biomassa

fioritura

G F M A M **G L A S O N D**

substrato

Preferibilmente non calcareo

habitat

Sabbie umide, zone litoranee

umidità



salinità



Salicornia, *Salicornia Procubens Subsp. Veneta*

Chiamata anche asparago di mare, alga marina o zampa di gallina. Appartenente alla famiglia delle Chenopodiaceae di cui ne fanno parte numerose specie erbacee, simili tra loro, che differiscono per il portamento, le dimensioni dei fiori e per il numero cromosomico; tra queste ricordiamo l'endemica *Salicornia veneta*.

La specie è annuale (terofita) alta da 15 a 40 cm. I fiori, quasi invisibili, sono disposti a tre a tre. La fioritura avviene in estate inoltrata (luglio-ottobre). Le *Salicornie* crescono nelle zone marginali ed erbose della barena e sono considerate piante pioniere: colonizzano infatti terreni molto salati, proibitivi per altre specie. L'habitat in cui cresce è caratterizzato da fango, sabbia e scogli, presenza di inondazioni di acqua di mare e sale nel terreno. In tutto il mondo la *S. herbacea* vive naturalmente nelle zone come saline, località costiere e paludi salmastre. Sono tra le alofite più promettenti per la produzione commerciale a causa della loro ampia resistenza alle condizioni climatiche e di salinità. Dato il suo enorme potenziale in terreni salini, la *Salicornia*, è una pianta con ampia plasticità fisiologica ed è ora considerata una delle "piante del futuro".



Salicornia.



Zolla di Salicornia.

Questa elevata tolleranza al sale dipende dalla compartimentazione dei sali nei vacuoli, insieme alla produzione di soluti adeguati che consentono l'aggiustamento osmotico prevenendo gli effetti dannosi di Cl^- e Na^+ . I soluti compatibili, tra cui il saccarosio, la prolina e la funzione glicina-betaina, agiscono come sostanze osmoprotettive che preservano l'integrità delle proteine e proteggono il citosol dalla tossicità ionica, dai radicali liberi e mantengono la pressione osmotica.

Pianta edule sia cruda che cotta. Utilizzata in ambito farmaceutico per la cura di disturbi intestinali, della nefropatia e dell'epatite perché contiene flavonoidi, vitamina A, carotenoidi e quercetina. Svolge attività antiossidante, antimicrobica e antinfiammatoria. Questa pianta è estremamente promettente per la produzione di semi oleosi, biomassa e foraggio. L'olio estratto dai semi di Salicornia è stato utilizzato come biocarburante dai ricercatori della NASA nelle loro spedizioni spaziali. Oltre al potenziale commerciale nell'industria alimentare, farmaceutica e cosmetica, ha funzioni di fitorisanamento dei suoli salini inquinati da metalli pesanti.



usi

Pianta commestibile
Farmaceutico

Fioritura

G F M A M **GLASO** N D

substrato

Preferibilmente non calcareo

habitat

Sabbie umide, zone litoranee

umidità



salinità



Finocchietto di mare, *Crithmum Maritimum*

Conosciuto come finocchietto di mare e paccasassi, il *C. maritimum* appartiene alla famiglia delle Umbrelliferae. È di uso nelle zone costiere dei paesi dell'Europa meridionale e occidentale, lungo le coste del mar Mediterraneo, in America settentrionale e in Asia centro-occidentale. Cresce su scogliere e sui moli.

Pianta erbacea perenne (emicriptofita), glabra, con fusto di consistenza legnosa alla base, di color verde glauco, alta fino a 50 cm. Le foglie sono carnose divise in molti segmenti lanceolati; il lungo picciolo si slarga in una guaina che avvolge la base del fusto. L'infiorescenza è un'ombrella a 10-20 e più raggi, formata a sua volta da numerose ombrellette. I fiori di colore bianco verdicci hanno un piccolissimo calice e cinque petali poco vistosi. I frutti sono acheni quasi ovali (5 mm) percorsi da numerose coste longitudinali sporgenti. Fiorisce da luglio a settembre.



Finocchietto di mare.



Finocchietto di mare.

Ambiente tipico dei litorali rocciosi dell'Europa mediterranea, nei litorali veneziani lo troviamo generalmente lungo gli argini costruiti in pietra («murazzi»), esposti alle mareggiate. Nelle zone lagunari lo si può trovare presso qualche masso o vecchi ruderi lungo la parte costiera. È aromatico, caratteristica comune di tutte le ombrellifere ed è utilizzabile in cucina sia cruda che cotta, nella regione Marche è denominata "Paccasassi" ed è presidio Slow Food. Alla pianta sono riconosciute molte proprietà terapeutiche; viene utilizzato come vermifugo e per migliorare la funzionalità del fegato. In passato veniva utilizzato come preziosa fonte di vitamina C, specie tra i navigatori. È una pianta commestibile e si abbina spesso con il pesce, ma essendo un alimento molto versatile, viene usato in numerose ricette ed abbinamenti anche con altri alimenti.

**usi**

Pianta commestibile
Farmaceutico

**Fioritura**

G F M A M **G L A S O** N D

substrato

Preferibilmente non calcareo

habitat

Sabbie umide, zone litoranee

umidità**salinità****Barbabietola maritima, *Beta Vulgaris* Subsp. *Maritima***

Conosciuta come barbabietola marittima o bietola marittima (in inglese sea beet), la *B. vulgaris* appartiene alla famiglia delle Chenopodiaceae. Questa pianta è un'entità dell'Europa mediterranea, diffusa lungo tutte le coste dell'Italia continentale e delle isole. Spontanea in suoli ciottolosi lungo i litorali, viene comunemente coltivata dal livello del mare a 600m circa. Infiorescenze e foglie sono commestibili ed il prelievo di queste parti va fatto prima della fioritura. Il nome generico deriva dal greco "bliton" (bietola); quello specifico dal latino "vulgus" (del popolo, e quindi comune, diffuso); il nome della sottospecie si riferisce all'habitat marittimo.

Emicriptofita perenne o biennale, raramente annua, con radice non ingrossata, a differenza della specie coltivata, la comune Barbabietola, che ha la radice più grossa. Ha fusto alto 2-8 dm, ascendente o eretto; foglie spatolate con picciolo di 8-13 cm, carnosette, verde cupo di sopra e chiare di sotto, arrotondate all'apice ed ondulate sul bordo. I fiori sono disposti in glomeruli



Crescita spontanea di Barbabietola Marittima.



Barbabietola Marittima.

di 1-3. Fiorisce da marzo a settembre. Gli esemplari di questa specie possono essere molto variabili per dimensioni e forma.

È spontanea in luoghi salati e lungo i litorali. Sale e siccità sono i principali stress abiotici che limitano la crescita e la produzione delle culture. Tipicamente, le barbabietole sono colture resistenti al sale e alla siccità; tuttavia, l'esposizione prolungata e persistente allo stress salino e alla siccità provoca un calo significativo della produzione, ritardo della crescita, avvizzimento delle foglie, riduzione della conduttanza stomatica, dell'attività fotosintetica e della traspirazione. La salinizzazione del suolo è in aumento a causa dei cambiamenti climatici.

Si possono usare le foglie come erba da minestra. Non è molto saporita, ma il tenore in ferro e vitamine ne fa un alimento molto utile. La *B. vulgaris* ssp *Maritima* svolge un ruolo importante nella rimozione dei radicali liberi nel terreno e ha un valore economico importante nelle industrie farmaceutiche e alimentari.



usi

Pianta commestibile
Farmaceutico

Fioritura

G F M A M **G L A S** O N D

substrato

Suoli sabbiosi, limosi o salini

habitat

Zone costiere, litorali sabbiosi

umidità



salinità



Agretto, *Salsola Soda*

Nota come agretti, barba di frate, lischi, roscano o miniscordi, è una pianta appartenente alla famiglia delle Chenopodiaceae. Pianta alofita originaria del bacino del Mediterraneo, cresce fino a 70 cm nelle regioni costiere e può essere irrigata con acqua salata. Storicamente importante per l'estrazione del carbonato di sodio dalle sue ceneri, è stata studiata come "pianta compagna biodesalalinizzante" per pomodori e peperoni in suoli salini, migliorandone la resa. Resiste a elevate salinità ($EC > 10$ dS/m) e alti carichi di boro (10 mg/L), accumulando Na, B e Se senza tossicità. Terofita annuale con foglie carnose, semicilindriche, lunghe meno di 1 cm, disposte lungo il fusto. I fiori, poco vistosi, crescono isolati a coppie all'ascella delle foglie superiori; la fioritura avviene da luglio a settembre-ottobre. Vive in ambienti salmastri, lungo coste marine e specchi lagunari. Un tempo coltivata per ottenere la "barilla" (cenere ricca di soda usata nell'industria vetraria), oggi è apprezzata per i germogli eduli e per gli usi nella medicina popolare. Studi recenti ne evidenziano anche il potenziale per la fitostabilizzazione di aree inquinate.



usi

Fitodepurazione
Controllo erosione

Fioritura

G F M A M G **L A S** O N D

substrato

Suoli sabbiosi, limosi o salini

habitat

Zone costiere, litorali sabbiosi

umidità



salinità



Atriplice tartara, *Atriplex Tatarica* L.

Appartenente alla famiglia delle Amaranthaceae (ex Chenopodiaceae), è una specie alofita annuale originaria dell'Europa centro-orientale e dell'Asia sudoccidentale, oggi naturalizzata anche in Italia. Predilige ambienti costieri salmastri come arenili e cordoni sabbiosi retrodunali, sviluppandosi fino a 80 cm in suoli sabbiosi o limosi, spesso disturbati. Terofita con fusto eretto o ascendente, spesso ramificato alla base, foglie alternate romboidali o ovate, e infiorescenze con fiori unisessuali: maschili in glomeruli poco appariscenti, femminili accompagnati da brattee fruttifere dentate che avvolgono l'achenio. Fiorisce da luglio a settembre, raramente fino a ottobre. È tipica di comunità pionieristiche dei litorali sabbiosi e si distingue per la tolleranza a salinità e siccità. Mostra un forte potenziale per il ripristino ambientale, la fitodepurazione e la fitostabilizzazione di aree salmastre o inquinate, ed è studiata anche per il recupero della biodiversità vegetale costiera.

usi

Germogli commestibili
Bioedilizia

Fioritura

G F M A M G **L A S O** N D

substrato

Suoli limosi, argillosi, torbosi

habitat

Paludi, stagni, argini

umidità**salinità****Cannuccia di palude, *Phragmites Australis***

Appartenente alla famiglia delle Poaceae, è una specie subcosmopolita, probabilmente originaria dell'Eurasia ma oggi diffusa in tutto il mondo. Si sviluppa in densi canneti presso paludi, stagni, fossati e rive di laghi o fiumi, tollerando un moderato livello di salinità. È la comune canna di palude, localmente utilizzata per realizzare cannicciati frangivento. Geofita con culmo eretto, cilindrico e resistente, può raggiungere i 3-4 m di altezza ed è dotata di un lungo rizoma sotterraneo. Le foglie sono linearilanceolate e spuntano dai nodi; i fiori sono riuniti in pannocchie, con fioritura da agosto a ottobre. Presente in acque basse, anche salmastre, come nelle valli e barene della laguna di Venezia, contribuisce con rizomi e detriti all'interramento naturale delle paludi. Usata per lettiera, stuoie, graticci, impagliature, scope e in bioedilizia; i germogli sono commestibili. La sommersione delle radici può essere intermittente o costante. Coi suoi rizomi e coi

detriti di tutte le parti contribuisce più di ogni altro vegetale all'interramento di laghi e al prosciugamento naturale delle paludi.

Come lettiera, per fabbricare stuoie e graticci, per impagliare sedie, fabbricare scope e in bioedilizia. I germogli sono commestibili.



usi	Pianta Commestibile Farmaceutica Fitodepurazione
Fioritura	G F M A M G L A S O N D
substrato	Suoli limosi, argillosi, sabbiosi
habitat	Litorali costieri, lagune, stagni
umidità	● ● ● ● ◐
salinità	● ● ● ● ● ●



Enula bacicci, *Limbarda Crithmoides*

Nota anche come limbarda comune o localmente "bacicci", è una pianta alofita perenne della famiglia delle Asteraceae, originaria del bacino del Mediterraneo e delle coste atlantiche europee. Cresce spontaneamente lungo le coste, nei prati salati retrodunali, sulle sponde lagunari e presso saline abbandonate, tollerando salinità, vento marino e inondazioni temporanee. Erba- cea resistente, raggiunge 80–100 cm, con fusti eretti e ramificati, foglie carnose e succulente, di colore verde glauco e forma lineare-lanceolata. I capolini gialli, formati da fiori ligulati e tubu- losi, compaiono tra luglio e ottobre, con frutti glabri privi di pappo evidente. Un tempo utilizzata come pianta alimentare e in fitoterapia, oggi è oggetto di studio per il ripristino ambientale, la fitodepurazione e l'agricoltura sostenibile in ambienti salmastri e degradati.

Trapianto sperimentale

 Inizio sperimentazione

 Sperimentazione in corso

 Sperimentazione conclusa negativamente

 Sperimentazione conclusa positivamente

Mesocosmi in capannone a radice nuda (T2)



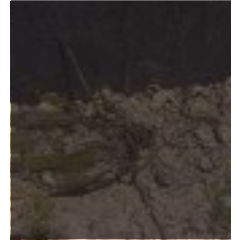
03.10.24



03.10.24 - 6h dopo



06.11.24



11.11.24



Trapianto sperimentale

Beta Vulgaris Subs. Maritima. Confronto tra trapianto a radice nuda (T2) e trapianto in fitocella (T11).

Le due prove hanno evidenziato una marcata differenza nel comportamento delle piante rispetto alle condizioni di trapianto. Le piante trapiantate a radice nuda non hanno mostrato resistenza alle condizioni salmastre e sono andate incontro a disseccamento e morte dopo 15 giorni, l'11 novembre 2024 l'esperimento si considera terminato. Al contrario, le piante in fitocella hanno dimostrato una buona capacità di adattamento, mantenendosi vitali nel tempo. In conclusione la Beta Vulgaris ha bisogno di essere aiutata con pane di terra per poter sopravvivere.

Mesocosmi in capannone in fitocella (T11)



29.01.25



04.02.25



06.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



10.04.25



10.04.25



Mesocosmi in capannone piante (T5)



03.10.24



06.11.24



11.11.24



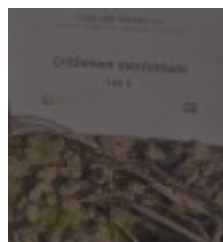
30.11.24



20.01.25



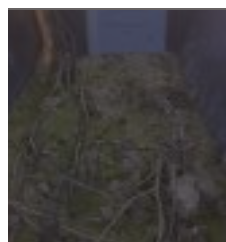
27.01.25



04.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



Crithmum maritimum. Confronto tra trapianto piante, propaguli e tagliola (T5) e trapianto in fitocella (T8)

Le due prove hanno evidenziato una marcata differenza nel comportamento delle piante rispetto alle condizioni di trapianto. Le piante trapiantate a radice nuda non hanno mostrato resistenza alle condizioni salmastre e sono andate incontro a disseccamento e morte, l'esperimento si considera terminato in data 20 gennaio 2025, ma le piante rimangono nel mesocosmo.

T8 Trapianto in fitocella



20.11.24



20.11.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



18.04.25



07.05.25



20.05.25



28.05.25



Al contrario, le piante in fitocella hanno dimostrato una buona capacità di adattamento, mantenendosi vitali nel tempo.

Mesocosmi in capannone pianta T1a



03.10.24 - 6 h dopo



06.10.24



11.10.24



17.02.25



28.10.24



30.10.24



05.11.24



13.11.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



03.03.25



28.03.25



18.04.25



07.05.25



20.05.25



Salicornia procubens Subs. Veneta. Confronto tra trapianto piante (T1a) e trapianto propaguli (T1b)

Dalla comparazione dei due trapianti, pianta intera (T1a) e propaguli (T1b), ciò che emerge è che sono allineate nel ciclo, ovvero sono allineate nei periodi sia nel rinverdimento sia nella nascita di nuove piante.



28.05.25



05.06.25



Mesocosmi in capannone pianta T1b propaguli



28.10.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



03.03.25



28.03.25



20.05.25



05.06.26



20.05.25



Radice nuda T6



03.10.24



03.10.24 - 6h dopo



06.10.24



28.10.24



30.10.24



05.11.24



13.11.24



Phragmites australis. Confronto tra radice nuda T6 e fitocella T9.

Il trapianto a radice nuda della *Phragmites australis*, ha mostrato segni di fragilità. L'esperimento si considera terminato in data 13 novembre dopo un mese e dieci giorni dal suo inizio.

Trapianto in fitocella T9



20.11.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



18.04.25



07.05.25



20.05.25



05.06.25



13.06.25



T7b



13.11.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



06.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



Salsola Soda. Dai risultati dell'esperimento si evince che la Salsola Soda potrebbe richiedere un protocollo in quanto quando i semi sono stati piantati senza alcun intervento (semina diretta) la pianta non è mai germinata. A contrario quando i semi sono stati piantati a seguito della vernalizzazione e con la rimozione dei tegumenti la pianta è germinata. Dal 28 marzo, non apprezzando la germinazione si ritiene conclusa la sperimentazione.

T7a



03.10.24



13.11.24



20.01.25



27.01.25



04.02.25



06.02.25



17.02.25



03.03.25



28.03.25



18.04.25



07.05.25



13.06.25



Atriplex tatarica. Atriplex, al contrario di Salsola, non ha avuto bisogno di alcun protocollo.
L'esperimento si considera concluso in data 18 aprile 2025.

Fonte orale
18 giugno 2024

**Michele Borgo,
Coltivatore Diretto,
Lio Piccolo,
Comune Cavallino
Treporti**

“Ho iniziato a fare di professione l'agricoltore nel 2000. Io ereditavo un'attività dalla famiglia dove mio padre coltivava il carciofo giacché era una coltivazione tradizionale e antica in questo territorio e soprattutto per il fatto che il carciofo ha una tolleranza alla salinità abbastanza elevata. Nelle primavere dal punto di vista climatico “normali”, le piante del carciofo non avevano necessità di irrigazione perché le piogge erano sufficienti a mantenere un equilibrio nel terreno in merito all'aumento della salinità. Tieni conto che circa 10, 15 anni fa, mio padre in questo sito allevava anche il pesce nei canali adiacenti e quindi, in considerazione di tutto questo sistema idraulico interno, io mi trovavo una salinità dei fossi molto alta poiché allevando il pesce, c'era la necessità di mantenere una circolazione dell'acqua e di conseguenza uno scambio idrico giornaliero con la laguna. Dopo che l'allevamento del pesce è stato abbandonato, mi sono accorto che, essendo presente quest'acqua interna salata, diventava difficile mantenere l'equilibrio con le coltivazioni perché nel periodo estivo, ovvero quando c'è una piovosità più scarsa, elevata temperatura e il livello dell'acqua un po' più alto rispetto alla media, la salinità praticamente era superficiale sul terreno, a causa del fenomeno dell'evaporazione. Io ho degli appezzamenti di terra molto stretti e ho un collegamento sotterraneo di acqua salata, ho proprio una presenza a 70 cm e, ovviamente, il fenomeno dell'evaporazione fa sì che l'acqua tenda a concentrarsi nel terreno ed evaporare lasciando il

sale sullo stesso. Questo aspetto comporta una difficoltà nel momento in cui hai un apparato radicale come quello del carciofo che sta in campo tutto l'anno. Non è una coltura stagionale, tipo pianta di zucchine che tu pianti e raccogli nel giro di un mese e mezzo, quindi questo tipo di equilibrio devi mantenerlo tutto l'anno: sia nelle fasi di maggior caldo e sia nella fasi primaverili. Negli ultimi tre, quattro anni, da noi, ma è un fenomeno che ha colpito tutta la fascia lagunare, abbiamo assistito a fenomeni siccitosi che non c'erano mai stati. Quindi piovosità praticamente inesistente e subito dal primo anno siccitoso abbiamo avuto un ritardo enorme in agosto nel ricaccio dei carducci da parte degli apparati radicali che addirittura nel secondo 10 anno di siccità invece di nascere entro la prima settimana di settembre sono nati quasi a metà ottobre con un mese e mezzo di ritardo. Confrontandomi anche con i colleghi dell'isola di Sant'Erasmo che hanno una situazione simile alla mia, ci siamo resi conto che si stava creando un danno a livello radicale. E non ci sono tanti strumenti per rimediare a questo problema perché purtroppo noi non possiamo rimanere totalmente senza scambi con la laguna, ossia noi non possiamo solo scaricare l'acqua in laguna dobbiamo comunque mantenere una qualità di acqua discreta nei fossi nel periodo estivo soprattutto per evitare cattivi odori con le alte temperature e la putrefazione di alghe. Pertanto dobbiamo mantenere un certo scambio anche se minimo. Se da un lato migliori la qualità di questo bio-

topo (fossi, canali, terreni) d'altro canto aumenti subito la salinità. Altro problema è che nel periodo estivo c'è anche una elevatissima evaporazione dell'acqua dei fossi, nelle settimane calde tu puoi avere acqua interna che ti evapora per 4 o 5 cm e comporta un aumento ulteriore della salinità. Quindi c'è un equilibrio molto difficile da mantenere e sul quale ho dovuto fare una lunga esperienza, perché se fino a 10 anni fa le primavere piovose erano normali adesso non lo sono più. L'attenzione che devi prestare a questa convivenza con l'acqua salata diventa molto importante. Un'esperienza dove ho cercato di non perdere piante e con il senno di poi vedo che ci sono riuscito. Tuttavia tre anni di siccità hanno lasciato il segno sugli appartai radicali, anche perché non abbiamo terreni tutti alla stessa altezza: alcuni sono più alti e la differenza tra il livello dell'acqua, il pelo del fosso e il franco di coltivazione è maggiore e terreni invece dove questo livello è più basso e la salinità fa più danni dove il franco è minore. E arriviamo all'anno scorso, periodo estivo, dove il sale era in superficie. Tale era il caldo e la mancanza di precipitazioni, che il sale era ben visibile sui terreni. Inoltre, le lavorazioni che noi facevamo, andavano ulteriormente a peggiorare la situazione. Infatti, qualsiasi attrezzo usassi non faceva altro che tirare su uno strato di terra con ancora più sale essendo più profondo di 25 cm, lo portavi in superficie ma non veniva dilavato dalla pioggia. In questi momenti è ovvio che uno pensa quale sarà il futuro dell'agricoltura in queste situazioni

così estreme. Una volta non era così proprio per l'andamento stagionale, che permetteva di produrre carciofi senza irrigare. Anche se uno riesce a mantenere un equilibrio positivo fra l'acqua dei fossi e il franco di coltivazione, non è possibile evitare una concentrazione di salinità se non hai la possibilità di irrigare. L'irrigazione di emergenza viene fatta comunque in questi ultimi anni durante il periodo produttivo, ma non si può pensare di iniziare ad irrigare ad agosto e saltare il periodo invernale e riprendere a febbraio, marzo come ho dovuto fare io, non è gestibile, non è proponibile, non abbiamo una riserva d'acqua che ci permette di poter fare questi tipi di intervento. Non abbiamo un sistema di irrigazione che vada a sostituire la pioggia. Io irriego con la manichetta e quindi ho un buon equilibrio nei pressi della pianta ma già a mezzo metro dalla stessa mi ritrovo con un terreno con una concentrazione di sale elevata. Mi ha incuriosito vedere la *Salicornia* crescere in forma spontanea nel mio terreno, ma poi mi sono preoccupato perché se cresce la *salicornia* su un terreno coltivato, come fa una pianta normale che non ha quelle tolleranze a sopravvivere? In realtà è sopravvissuta (la pianta di carciofo) con una marea di problemi dal punto di vista produttivo. Ad esempio, io ho enormi difficoltà quando c'è una elevata temperatura o un forte vento di scirocco, in quanto la traspirazione delle piante in fase produttiva è molto elevata e se manca l'acqua, io mi ritrovo con il problema del marciume del capolino dovuto alla

carezza di calcio. Il marciume del capolino è simile al marciume nel pomodoro ovvero si crea una macchia di marcio all'interno. Quindi visibilmente fuori il carciofo è perfetto, però all'interno la parte più giovane del tessuto si annerisce quindi se vendi un carciofo così ti chiamano dal mercato o dal ristorante e te lo rimandano indietro. In generale, nel litorale e soprattutto a Lio Piccolo, già in passato c'era stato qualche problema con la salinità ma chi aveva terreni più alti si salvava. Negli ultimi due anni hanno avuto salinità superficiale anche loro. Anche nelle zone delle serre a Cavallino ci sono stati problemi di salinità. Tuttavia Cavallino è già un ambiente dove la gestione di tutto il sistema dei fossi negli ultimi 40 anni è molto cambiata grazie alla presenza di un consorzio di bonifica che segue l'idraulica dei canali. Loro all'interno dei loro fossi non parlano di salinità, parlano di acqua non del tutto dolce poiché non è salata come quella della laguna, diciamo una via di mezzo. Inoltre hanno un equilibrio e un livello di fossi più basso del mio e terreni più alti. Però anche loro hanno avuto dei danni legati alla risalita del cuneo salino. Comunque in una struttura come le serre dove l'irrigazione è una costante, si usa questa possibilità di irrigare per correggere queste problematiche. A differenza di noi o Sant'Erasmo, la siccità a Cavallino non è limitante laddove c'è un impianto di irrigazione. Un grande problema che abbiamo è la concimazione. Noi facciamo due tipologie di concimazione sul carciofo: quella organica nel periodo autunno-in-

vernale e nel periodo primaverile quando piove e usi la chimica. Oggi usare la chimica in quei momenti di forte presenza di salinità nel terreno è come buttare sale sul sale. Io ho cercato dei concimi organo-minerali per abbassare questo fenomeno perché ovviamente se butti il chimico e non piove e hai un terreno con salinità elevata fai solo peggio. Addirittura l'anno scorso non ho neppure concimato perché sapevo che avrei aumentato ancora di più questo fenomeno. Purtroppo a livello di mercato, non trovi molto. Trovi cose molto standard ma non concimi che ti aiutino in questa fase e quindi c'è un grosso problema. Il cuneo salino in Italia è ben presente: Sicilia, Sardegna, Veneto orientale, tutta la zona costiera è caratterizzata da questo fenomeno che si aggrava e da questo punto di vista, le multinazionali dovrebbero studiare qualcosa che riuscisse a sequestrare il sale e migliorare la situazione. Almeno che qualcuno non si ingegni e riesca a trovare colture alternative. Questo aspetto mi sembra di capire essere il punto di partenza del vostro lavoro ovvero trovare colture alternative adattabili alla problematica che ho raccontato. Indubbiamente un'azienda come la mia che ha alcuni terreni bassi, al posto di coltivare ortaggi, potrebbe provare a produrre altro, cercare delle alternative più convenienti per quel terreno con salinità, che però devono avere la capacità di entrare nel mercato e dare anche reddito".

Capitolo 4

Scenari e Microstorie. Verso il *Territorio Pixel*.

Il terzo capitolo ha una funzione proiettiva e sperimentale elaborando scenari futuri per i territori di bonifica del Nord Adriatico e assumendo la crisi climatica e l'obiettivo europeo della neutralità energetica come sfida e come orizzonte. La domanda è: *quali possibilità si aprono per il futuro di questi territori, e quali scenari possono prefigurare forme alternative di coabitazione tra ecologie e infrastrutture?* Il capitolo si articola in due parti. La prima, 4.1 Scenari, politiche climatiche e incertezza, ricostruisce il ruolo dello scenario come strumento urbanistico in condizioni di incertezza, dalla tradizione della pianificazione proiettiva novecentesca alle più recenti politiche climatiche europee. Qui lo scenario è inteso non come previsione, ma come dispositivo per mettere in relazione presente e futuro, rendere visibili i compromessi delle decisioni e orientare strategie di adattamento e transizione.

La seconda parte, 4.2 Visione preveggenza e campo del progetto, traduce i principi teorici in un set di scenari contrastivi per i territori di bonifica: (1) resistenza, che privilegia difese rigide e continuità delle infrastrutture fossili; (2) abbandono, che riconosce i limiti del mantenimento artificiale; (3) adattamento, che ibrida infrastrutture idrauliche con soluzioni nature-based e sistemi energetici decentralizzati. Questi scenari sono messi alla prova attraverso tre microstorie – Porto Tolle, Ca' di Mezzo, Vallevicchia – che mostrano i limiti, le possibilità e i rischi delle diverse strategie.

In chiusura, si elabora lo scenario ibrido del Territorio Pixel. Qui si adotta la tecnica dell'ucronia: un racconto controfattuale che immagina cosa sarebbe accaduto se, a partire dal 2025, le politiche europee di adattamento e decarbonizzazione fossero state applicate con coerenza. In questa prospettiva, il progetto diventa un esercizio di immaginazione informata, capace di rendere pensabili trasformazioni invisibili e di tradurre la complessità in possibilità. Il risultato è la descrizione di un paesaggio anfibio in cui il territorio-macchina novecentesco si ricompone in unità minime capaci di ibridare resistenza, adattamento e abbandono. Qui i segnali deboli si trasformano in moduli replicabili, facendo del Nord Adriatico un laboratorio di coabitazione tra ecologie e infrastrutture.

1. SCENARI, POLITICHE CLIMATICHE E INCERTEZZA

Le diverse razionalità che si sono susseguite nel corso degli ultimi cinquecento anni hanno modificato le pratiche d'uso del territorio, depositando non solo beni materiali ma anche saperi, conoscenze e tradizioni, e rendendo il territorio più resiliente e meno fragile (vedi capitolo 2, "Razionalità. Pixel retrospettivi"). Questo processo ha consentito l'affermarsi di un'idea di sviluppo alternativa, utile a orientare verso una diversa cultura territoriale (Magnaghi, 2015) coerente con gli obiettivi e le politiche ambientali promosse dall'Unione europea.

Oggi, alla luce delle sfide poste dall'emergenza climatica, la costruzione di scenari e di immaginari rispondenti alla domanda *what if...?* consente di visualizzare, nel medio e lungo periodo a partire dalla contemporaneità, scelte progettuali e processi decisionali con vivide ricadute spaziali (Bozzuto *et al.*, 2008). Attraverso scenari alternativi, è possibile valutare i potenziali benefici, gli svantaggi e i compromessi di ogni processo decisionale messo in campo per anticipare e rispondere alle sfide, alle opportunità e alle tendenze future. Lo scenario – come strumento – svolge un ruolo essenziale nel progetto urbanistico, fornisce un approccio strutturato per immaginare e valutare i potenziali futuri, rendendo meno fragili e quindi più resilienti, sostenibili e adattabili interi territori. Secondo Bernardo Secchi (2011), in contesti dominati dall'incertezza il principale compito dell'urbanistica è di costruire continuamente nuovi scenari¹.

Gli scenari a lungo termine nel contesto della progettazione urbana e dell'analisi ambientale o territoriale sono spesso sviluppati per, comprendere le implicazioni di diverse decisioni e tendenze. Sebbene fino ad ora fosse comune considerare scenari proiettivi al 2100 – come ad esempio gli scenari avanzati dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sull'innalzamento medio dei mari – oggi le sfide poste dal cambiamento climatico e dai fenomeni estremi sempre più frequenti e i rapidi cambiamenti in vari settori, come la tecnologia e la demografia, mettono in evidenza la necessità di elaborare scenari che guardino a un futuro meno remoto, al fine di attuare strategie di adattamento verso una nuova cultura territoriale².

In questa cornice, l'Unione europea ha adottato proposte per trasformare le politiche in materia di clima, energia e trasporti in modo da ridurre le emissioni nette entro il 2050, promuovendo sostenibilità e un'economia più ecologica. Questa iniziativa politica implica la definizione di obiettivi e l'adozione di decisioni con un orizzonte di diversi decenni, consentendo una prospettiva di lungo periodo per prefigurare cambiamenti significativi nell'uso del suolo, nelle infrastrutture e nei modelli di sviluppo urbano. In tale prospettiva, il tema dello scenario è stato discusso nella masterclass organizzata con alcuni colleghi³ nell'ambito del Dottorato in Urbanistica, avviata tramite *call for paper*⁴, esplorando lo scenario come strumento per condividere immagini, figure e narrazioni di futuri possibili e per

1 Secondo Bernardo Secchi (2002) il compito di architetti ed urbanisti è quello di sottoporre le "immagini" a una revisione critica, trasformandole in scenari.

2 Ad esempio, Arturo Lanzani e Gabriele Pasqui in "Italia al futuro" (2011), sottolineando la necessità di ripensare, all'interno di diversi scenari, il ruolo sociale e civico della conoscenza spaziale e del progetto urbano.

3 Andrea Aragone, Fabrizia Cannella, Amina Chouairi, Samuel Fattorelli, Federico Gobatto Liva, Felipe Miño, Mattia Tettoni.

4 Il seminario invita contributi tratti da ricerche di dottorato per interrogare il dibattito sullo scenario come strumento volto a diffondere immagini, figure e narrazioni di futuri possibili. La call ricerca proposte con metodologie innovative, nuovi punti di vista e pensiero critico per discutere i territori e le loro dinamiche future attraverso lo scenario come strumento. Gli interventi saranno organizzati in sessioni tematiche.

mettere alla prova metodologie innovative e punti di vista critici sulle dinamiche territoriali. La riflessione emersa ha riportato il *tempo* al centro: in condizioni di incertezza, la costruzione iterativa di scenari non serve ad accumulare previsioni, ma a tenere insieme presente e futuro nei progetti territoriali. L'emergere congiunto di questioni ambientali e socio-economiche, insieme a innovazione tecnologica e trasformazioni demografiche, suggerisce orizzonti più ravvicinati, capaci di orientare strategie di adattamento e accompagnare il cambiamento (Secchi, 1984; Bozzuto *et al.*, 2008). Il territorio non è un dato naturale, ma l'esito di processi storici di razionalizzazione (Rifkin, 2011) e un palinsesto dinamico di flussi, nodi e decisioni (Corboz, 1985); ciò esige metodi aggiornati rispetto al recente passato (Secchi, 1984). Durante la Guerra fredda, lo scenario è stato formalizzato per pensare l'"impensabile", spostando il focus dal *quando* al *se* degli eventi (Kahn, 1984). L'incertezza non equivale a imprecisione: gli scenari formulano ipotesi di cambiamento astratte dalle misure puntuali (Tosi, 2001), predisponendo strutture capaci di accogliere trasformazioni future (Havik, Patteeuw and Teerds, 2011). Nel quadro dell'Antropocene, le attività umane condizionano massicciamente gli equilibri ecologici (Crutzen and Stoermer, 2000; McNeill and Engelke, 2014); le ultime decadi possono essere lette come "età delle accelerazioni", in cui globalizzazione, tecnologia e clima comprimono i tempi decisionali e accorciano la *vita utile* delle soluzioni (Friedman, 2016). Il tempo torna così al centro anche per effetto dell'accelerazione della storia, che rafforza l'esigenza di scenari come anticipazione organizzata dell'incertezza e come selezione di campi di progetto coerenti con la neutralità climatica europea (Viganò, 2009; Berger, 1964).

Visione preveggenze e campo del progetto

La tensione verso il futuro si iscrive in una tradizione ampia: il desiderio di "sapere prima per deliberare meglio" attraversa il pensiero occidentale dall'antichità alla modernità, fino alla nota sentenza di Luigi Einaudi: "Prima conoscere, poi discutere, poi deliberare" (Einaudi, 1955). La filosofia del Novecento ha offerto una declinazione operativa con la *visione ambientale preveggenze*: la capacità progettuale di prefigurare reazioni interdipendenti entro sistemi complessi (Heidegger, 1927). In questa chiave, lo scenario agisce come forma applicata di prefigurazione: consente di comprendere i modelli di reazione attesa in un sistema a più variabili e di valutarne gli effetti a catena a partire da specifiche condizioni imposte. Una volta stabilito lo scenario desiderato, il progetto consiste nel precisare le scelte necessarie per riorientare il sistema verso il comportamento atteso. Le possibili evoluzioni di un sistema possono essere rappresentate come un *cono* di futuri alternativi: non tutti gli stati sono desiderabili o coerenti con gli obiettivi; lo sviluppo dello scenario seleziona un sottoinsieme—il campo del progetto—entro cui collocare soluzioni al tempo stesso realizzabili e auspicabili (Bertin, 2025). Trasferendo questi principi dalla dimensione teorica a quella

delle pratiche istituzionali, emergono i modelli concreti di governo che oggi regolano i territori. Si tratta di riconoscere nell'esistenza i segnali deboli: indizi precoci e locali di trasformazioni in atto, spesso frammentari, rintracciabili in politiche e programmi, grandi progetti e forme insediative, architetture istituzionali, circuiti di finanziamento e comportamenti collettivi. Assunti come frame operativo, questi segnali non sono punti fissi nel "cono dei futuri", ma vettori che, organizzati in costellazioni e proiettati sui due scenari di contrasto, consentono di verificare in situ la coerenza e la praticabilità delle ipotesi di sviluppo, raccordando le traiettorie territoriali con gli obiettivi di neutralità climatica. In questa prospettiva, la selezione e l'ordinamento dei segnali deboli assumono come campo d'indagine⁵.

Oggi i processi di governance territoriali sono basati su un modello *top-down*, ovvero un approccio centralizzato in cui le autorità governative o gli enti su larga scala assumono la guida nella pianificazione e nell'attuazione dei progetti di bonifica. Reti energetiche centralizzate e grandi impianti risultano meno efficienti, più costosi e più vulnerabili alle interruzioni rispetto a configurazioni *off-grid* che integrano fonti rinnovabili e abilitano produzione e consumo a livello locale (Rifkin, 2019). Questo scenario si allinea alle direttrici del *Green New Deal*: sistemi *off-grid*, indipendenti da una rete centralizzata, svolgono un ruolo fondamentale nella transizione verso un futuro energetico più sostenibile. Soluzioni come piccole pompe idrauliche, turbine eoliche su piccola scala e accumulo locale consentono a individui, comunità e imprese di generare energia rinnovabile, riducendo la dipendenza dalle reti centralizzate e promuovendo resilienza locale. Gli interventi del passato non sono più sufficienti a rispondere alle sfide del prossimo futuro; hanno però lasciato un patrimonio, frutto di attività antropiche strutturanti, che hanno trasformato la natura in territorio. Il patrimonio può orientare verso un'idea di sviluppo alternativa a quella finora proposta, sostenendo la costruzione della nuova identità territoriale di domani, ed è riconosciuto come attivatore di consapevolezza tramite la costruzione di memoria collettiva. Riconoscere l'importanza della consapevolezza collettiva permette di costruire un processo di patrimonializzazione territoriale in cui le comunità locali svolgono un ruolo centrale nell'individuazione e nella tutela del capitale sociale, economico e naturale appartenente a un luogo. Solo a seguito delle distruzioni della seconda guerra mondiale la tutela è entrata nella percezione comune, con l'emergere della necessità di proteggere sia i monumenti storici sia le risorse naturali. Con la "Convenzione del Patrimonio mondiale, naturale e culturale" siglata nel 1972 dall'UNESCO⁶ si è definito un doppio regime della tutela: da un lato per monumenti, siti, aree archeologiche, edifici e tessuti urbani; dall'altro per aree protette, parchi, corsi d'acqua, biotopi, geositi e così via. Queste ultime categorie costituiscono il capitale naturale, ossia aree dall'alto valore universale estetico, conservativo o scientifico, che offrono servizi ecosistemici essenziali: produzione

5 Le riflessioni qui riportate, sono state sviluppate all'interno del progetto finanziato da Unione Europea - NextGenerationEU - attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 "Istruzione e ricerca" Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa". Investimento 1.5 - Ecosistema ECS_00000043 "INEST - Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem" - Spoke 4.

6 La Convenzione sulla protezione del patrimonio mondiale culturale e naturale è stata adottata dalla Conferenza Generale dell'UNESCO il 16 novembre 1972 ed è entrata in vigore nel 1975. Essa stabilisce i criteri per l'iscrizione di siti nella Lista del Patrimonio Mondiale e distingue tra beni culturali – come monumenti, complessi architettonici e siti archeologici – e beni naturali, come aree protette, parchi e paesaggi di particolare valore universale.

di ossigeno e acqua potabile, riduzione degli inquinanti in atmosfera, acque e suoli, disponibilità di materie prime naturali, oltre a medicinali e principi utili alla ricerca biomedica. Tali servizi sostengono la vita e costituiscono la base della società e dell'economia. Accanto al valore economico, lo stretto legame tra spazio pubblico e ambiente rappresenta un binomio inscindibile per il benessere delle persone e per la qualità e la vivibilità delle città. Dalla rilettura critica della Strategia di Transizione Climatica e dalla consapevolezza degli impatti del cambiamento climatico sui centri urbani e sul territorio nel suo complesso, emerge la necessità di progetti di riqualificazione dello spazio pubblico che integrino il bisogno di socializzazione e tempo libero con i temi ambientali, dentro una logica di *design* sistemico e uso accorto delle risorse. Negli ambienti antropizzati, parchi e aree verdi sono isole di biodiversità che, se da un lato garantiscono salvaguardia del capitale naturale, dall'altro restano entità fragili a rischio di impoverimento. In quest'ottica, il ripristino della connettività ecologica in ambiente urbano costituisce una strategia per mitigare gli effetti della frammentazione su popolazioni e comunità (Bennett, 2003). L'urbanistica deve quindi operare in un'ottica di progettazione sensibile al capitale naturale, per restituire un microclima equilibrato grazie agli elementi topografici e ambientali. Conoscenze specialistiche e settoriali—progetto urbano, progetto di paesaggio, ingegneria idraulica—convergono in una strategia complessiva di adattamento e resistenza ai fenomeni imprevisti legati al cambiamento climatico. L'attenzione per i luoghi che piccoli progetti ambiziosi mettono in luce dimostra la possibilità di attuare strategie diffuse di adattamento grazie alle molteplici soluzioni tecnologiche disponibili; progetti che restituiscono alle città spazi pianificati in cui la relazione tra persone, acqua e verde genera luoghi identitari e affettivi, attenti alla gestione del capitale naturale e, di conseguenza, delle risorse disponibili. In questa cornice, il capitale naturale diventa risorsa ed elemento strutturante per ripensare le città, ridefinendo le relazioni tra spazi dell'acqua, della vegetazione e dell'uomo, dove presidio e cura dei beni e servizi ecosistemici consentono soluzioni integrate per gestire gli impatti del cambiamento climatico. Il progetto urbano e la salvaguardia ambientale vanno perciò studiati nelle loro problematiche spaziali e affrontati con pratiche e tecniche adeguate che, se messe in campo, possono rispondere alle sfide che incombono sulle città, costruendo nuove esperienze naturali anche nel cuore dei centri urbani. La riflessione sul paesaggio energetico dei territori di bonifica si fonda, in ultima analisi, su esperienze che hanno attivato e attivano processi di transizione ecologica, ambientale ed energetica, attraverso scelte di governance che oscillano tra strategie di resistenza, adattamento o abbandono; nei paragrafi seguenti tali strategie sono esplicitate come scenari di riferimento e, successivamente, ricondotte a tre microstorie al fine per restituire una narrazione sulla rifunzionalizzazione del patrimonio depositato e sull'agire operativo.

Scenario 1 – Resistenza. Il paesaggio del controllo

Lo scenario di resistenza propone il mantenimento dell'attuale sistema di gestione fondato su difese rigide e approvvigionamento energetico fossile, garantendo la continuità operativa delle infrastrutture di bonifica e privilegiando la stabilità immediata delle attività agricole, idriche e industriali (IPCC, 2021). La manutenzione delle idrovore e dell'apparato idraulico rimane centrale per prevenire allagamenti e degrado territoriale; l'acqua continua a essere trattata come minaccia da contenere attraverso argini, paratoie e sollevamenti meccanici pressoché continui. Nei nuclei urbani la protezione si traduce in rialzi di piattaforme viarie e soglie edilizie, nella sigillatura dei sottoservizi mediante valvole di non ritorno e compartimentazioni locali, nonché nella chiusura selettiva dei varchi lagunari o fluviali durante gli eventi estremi⁷.

Il modello energetico resta ancorato a fonti non rinnovabili e a una rete centralizzata che alimenta pompe, irrigazione e processi industriali, con scarsa integrazione di tecnologie decentralizzate o *off-grid* (Rifkin, 2015). In alcuni contesti si ipotizza persino l'uso della desalinizzazione per garantire acqua irrigua o industriale, soluzione che, pur tecnicamente efficace, comporta un'ulteriore crescita della domanda elettrica (PNIEC, 2024). L'agricoltura difende l'ordinamento colturale esistente grazie a drenaggi forzati e irrigazione spinta, ma a costi energetici crescenti e con rese progressivamente ridotte dalla salinizzazione. Nel Veneto circa 58.000 ettari presentano fenomeni salini, con punte di 4–5 dS/m nel Delta del Po, dove la produttività agricola è già fortemente compromessa (Coldiretti Veneto, 2022). Nonostante i vantaggi immediati in termini di stabilità, questo assetto accumula criticità. Le politiche europee per la neutralità climatica ne minano la sostenibilità a lungo termine; la dipendenza da fonti non rinnovabili espone a vulnerabilità economiche legate alla volatilità dei prezzi energetici – i prezzi alla produzione di elettricità, gas e vapore sono cresciuti del 126,8% nel 2022 rispetto al 37,3% del 2021 (ISTAT, 2023) –; la persistenza di un modello centralizzato accentua la vulnerabilità ai cambiamenti climatici e all'innalzamento del livello medio marino, stimato in +57/131 cm al 2100 nello scenario RCP8.5, con punte di ~81 cm in laguna di Venezia (IPCC, 2021). La resistenza tende a generare blocchi tecnologici e istituzionali (*lock-in*⁸) che rinviando innovazioni e impediscono la transizione verso modelli più resilienti (Secchi, 2002; Viganò, 2009). A questo orizzonte si può affiancare una lettura più ampia: la "resistenza" è lo scenario dell'alta ingegnerizzazione, del controllo totale sull'acqua e sull'energia. È un paesaggio *high-engineered*, dove la sopravvivenza dipende dalla continuità energetica e tecnologica, e dove l'ambiente è trattato come una macchina da regolare. In questa prospettiva, l'acqua è una forza da contenere, l'energia una garanzia di dominio, e l'insieme umano-non umano un ecosistema costretto all'obbedienza più che alla coesistenza. È lo scenario del *no retreat*, quello in cui ogni forma di adattamento coincide con la difesa del modello esistente.

7 Impermeabilizzazione dei sottoservizi e chiusure selettive dei varchi: insieme di interventi tecnici che impediscono l'ingresso dell'acqua nelle reti (fognatura, teleriscaldamento, elettricità, telecomunicazioni) e isolano temporaneamente varchi idraulici durante eventi di piena o mareggiata.

8 Condizione di dipendenza da un percorso tecnologico e istituzionale che rende costosa o impraticabile la transizione verso alternative più sostenibili.

9 Bacino/serbatoio (naturale o artificiale) capace di assorbire CO₂ atmosferica e trattenerla in modo misurabile, duraturo e addizionale (es. suoli agricoli gestiti, zone umide, foreste, blue carbon). A livello UE il Carbon Removal Certification Framework (CRCF) definisce standard di qualità, tracciabilità e certificazione per assorbimenti permanenti, sequestro nei suoli e stoccaggio "nei prodotti", in coerenza con le metodologie IPCC e con registri dedicati (PNIEC 2024; quadro CRCF 2024)

10 Per cronoscenario si intende la sequenza programmata di stati futuri desiderati e di azioni correlate, in cui il tempo diventa materiale esplicito del progetto (Cavaliere, 2012)

11 infrastruttura o impianto che perde valore economico perché incoerente con i nuovi regimi tecnologici e regolativi (es. impianti fossili dismessi e non rifunzionalizzati).

Scenario 2 – Abbandono. Paesaggio oltre l'umano

Lo scenario di abbandono riconosce che, in alcune porzioni del territorio, i costi energetici e manutentivi del mantenimento artificiale superano i benefici, e che il margine terra-acqua deve essere ripensato come fascia dinamica anziché come linea fissa (Cavaliere, 2012). Non si tratta di rinuncia, ma di riposizionamento selettivo che restituisce spazio all'acqua e converte campi agricoli vulnerabili in nuove zone umide funzionanti da bacini di laminazione e da *carbon sink*⁹ (ISPRA/IPCC, 2021; Bennett, 2003).

Il processo segue una logica di cronoscenario¹⁰ dettata dalla microtopografia: si parte dalle terre poste al di sotto dei -2 m s.l.m., per poi estendere progressivamente la trasformazione alle superfici tra -1 m e 0 m. In queste aree si attuano arretri e localizzati abbassamenti arginali per consentire allagamenti controllati; si riattivano piane tidali e barene; si ripristinano corridoi umidi che riconnettono reticoli interni e sistemi lagunari e fluviali. Il patrimonio idraulico legato al fossile – pompe obsolete, impianti di sollevamento, reti energetiche centralizzate – non viene rifunzionalizzato, ma costituisce stranded asset¹¹, eredità improduttive che rappresentano un costo di dismissione e bonifica.

Dal punto di vista energetico, la domanda cala drasticamente per effetto della riduzione dei volumi da sollevare; permangono solo consumi puntuali per sensoristica e gestione delle paratoie, facilmente copribili con rinnovabili locali e accumuli di prossimità. L'agricoltura non scompare, ma si riposiziona su dorsali e superfici meglio difendibili; le aree restituite all'acqua ospitano canneti e prati salmastri utilizzabili per biomassa e bioedilizia, pratiche di fitodepurazione e acquacoltura estensiva, mentre nei campi residui si adottano varietà salino-tolleranti e rotazioni a minore input idrico ed energetico.

Nei nuclei urbani l'abbandono è selettivo e governato: i centri minori privi di massa critica vengono riconfigurati come insediamenti stagionali o reversibili, mentre nei centri storici di pregio si arretra solo nelle porzioni più vulnerabili, destinando i piani terra a funzioni compatibili con allagamenti periodici (spazi espositivi, aree pubbliche anfibe). La valutazione dell'efficacia considera riduzione dell'energia di pompaggio per ettaro, aumento dei volumi laminati, crescita della connettività ecologica e andamento della salinità delle falde, con un bilancio socio-economico che includa strumenti di compensazione e meccanismi di giustizia territoriale (Buchholz, 2011).

In questo scenario la rinuncia al controllo energetico e tecnologico genera una condizione *post-human*, dove l'acqua torna agente primario del paesaggio. È un territorio *nature first*, in cui la ritirata della tecnica lascia spazio a processi ecologici auto-organizzati, e gli attori non umani – acque, sedimenti, vegetazione, fauna – riconquistano un ruolo di progettisti involontari. L'energia si riduce al minimo, l'intervento umano si trasforma in cura e osservazione: il paesaggio si fa laboratorio di coesistenza tra umani e non umani, tra tempo geologico e tempo operativo. È lo scenario del no control, dove la misura dell'abitare è affidata al ritmo dell'acqua.

Scenario 3 – Adattamento. Paesaggio simbiotico

Lo scenario di adattamento propone una ricomposizione ibrida che mantiene le funzioni critiche della bonifica, ma le integra con soluzioni basate sulla natura e con una progressiva decentralizzazione energetica (PNIEC, 2024). Come nello scenario di abbandono, anche qui si procede per cronoscenari, introducendo per fasi nuovi dispositivi e pratiche.

La rete scolante è affiancata da bacini di laminazione diffusi collegati ai canali principali, parchi allagabili che in condizioni ordinarie funzionano come spazi pubblici e in caso di evento diventano invasi temporanei, fasce boscate tampone e cunei ecologici che stabilizzano sponde e microclimi. In testata di bacino si implementano sistemi di fitodepurazione e micro-riequilibri topografici che rallentano il deflusso e favoriscono l'infiltrazione. Dove l'intrusione salina è più marcata, la ricarica controllata delle falde, la regolazione fine delle paratoie e rotazioni colturali con varietà tolleranti attenuano l'avanzata del cuneo salino (ISPRA/IPCC, 2021). Sul piano energetico, il sistema si decentra con fotovoltaico diffuso e microidroelettrico su pertinenze idrauliche e ambiti produttivi, accumuli locali a servizio delle idrovore, pompe ad alta efficienza e micro-reti elettriche capaci di modulare la domanda. Queste soluzioni sono coerenti con gli obiettivi fissati dal PNIEC 2024: incremento della quota di rinnovabili nei consumi finali, riduzione dei consumi complessivi e introduzione graduale di vettori come l'idrogeno per i settori *hard-to-abate*¹². L'agricoltura evolve verso un mosaico polifunzionale che integra agroforestry lungo i canali, corridoi ecologici tra ambiti produttivi e naturali e zone umide polivalenti per biodiversità, laminazione e fruizione didattica. In alcune aree si sperimentano colture alofite, che trasformano la pressione salina in opportunità produttiva. Nei nuclei urbani l'adattamento assume forma anfibia: piani terra liberati o destinati a usi reversibili, impianti riallocati ai piani alti, materiali drenanti e sezioni stradali porose; rain gardens e bioswales incorporano la pioggia nel progetto di suolo, mentre il telecontrollo consente attivazioni per soglia e riduce i tempi di ritorno in esercizio dopo gli eventi. La valutazione dell'efficacia integra parametri idraulici, energetici ed ecologici: riduzione dell'energia specifica di sollevamento, incremento dei volumi laminati, miglioramento della qualità delle acque, contributo al saldo di carbonio e costi totali di ciclo di vita. L'assetto modulare evita cristallizzazioni tecnologiche e mantiene aperte opzioni future, adattandosi progressivamente ai feedback del monitoraggio (IPCC/ISPRA, 2021; PNIEC, 2024).

Lo scenario di adattamento, porta ad un paesaggio ibrido, dove energia e acqua dialogano in equilibrio precario: un sistema che unisce l'intelligenza tecnologica e quella ecologica.

Qui l'energia si diffonde in micro-reti, accumuli e fonti rinnovabili integrate nel ciclo dell'acqua; la tecnica diventa parte dell'ambiente, non più strumento di dominio ma infrastruttura sensibile.

L'infrastruttura si fa organismo, la tecnologia assume una forma ecologica. Potremmo definirlo uno *scenario symbiotic* o *more-than-hu-*

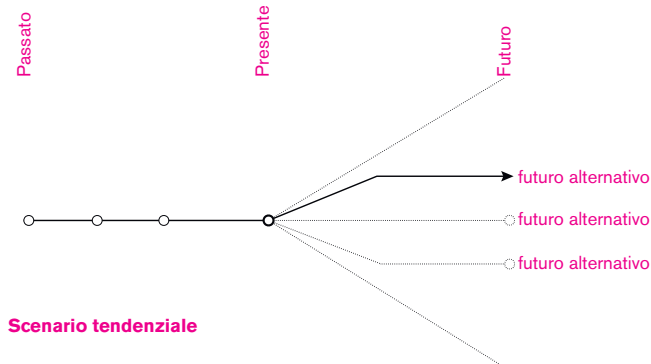
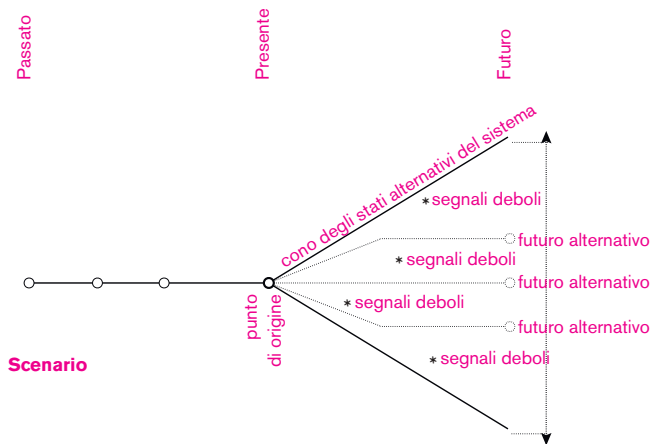
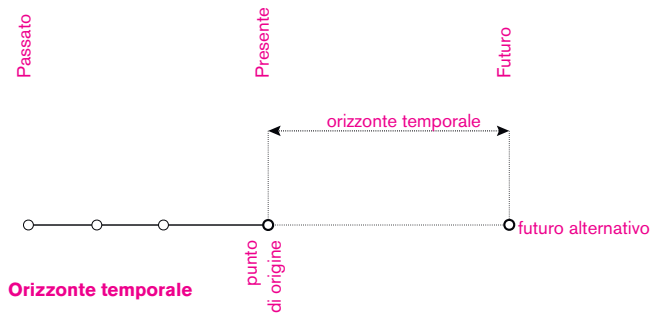
12 Classi industriali con emissioni di processo e/o fabbisogni termici ad alta temperatura per i quali l'elettificazione diretta è complessa e i costi marginali di abbattimento sono elevati (acciaio, cemento, ceramica, chimica, raffinazione, vetro; talora carta/"altri energivori"). Per questi comparti il PNIEC 2024 prevede leve specifiche: efficienza, idrogeno rinnovabile/low-carbon, CCUS e combustibili sintetici, con traiettorie 2030 (es. ~0,25 Mt H₂/anno e sviluppo elettrolizzatori ~3 GW) e mappatura nazionale dei cluster emissivi per CCUS.

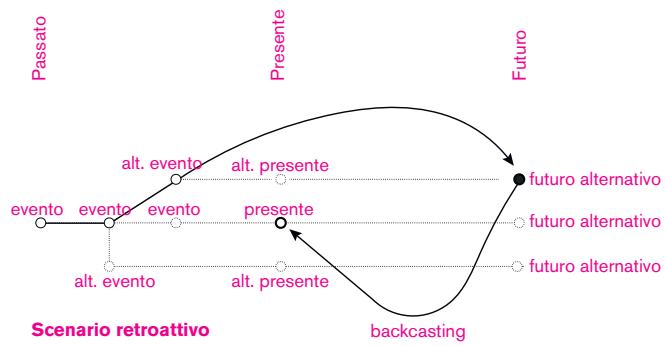
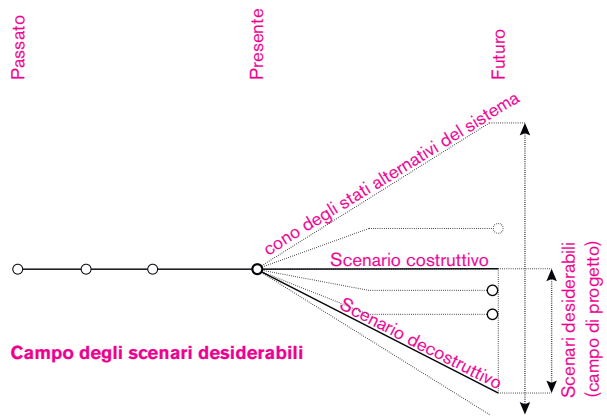
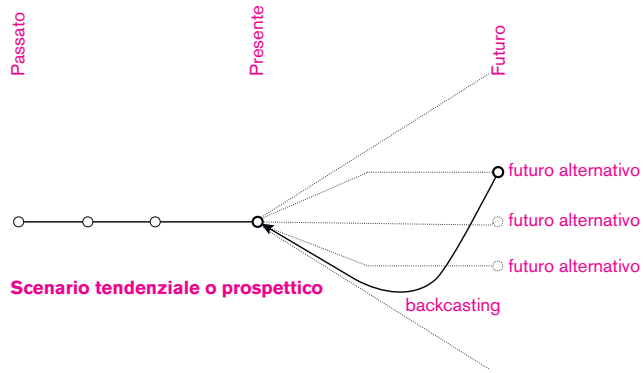
man, in cui la coesistenza tra specie, materiali e dispositivi produce nuove forme di vita territoriale.

L'adattamento diventa così il punto di contatto tra il mondo controllato della resistenza e quello libero dell'abbandono: un territorio che accetta la transizione come condizione permanente.

2. RIFUNZIONALIZZARE IL PATRIMONIO DEPOSITATO E L'AGIRE OPERATIVO

Le strategie di rifunionalizzazione ed i processi di transizione possono variare significativamente, a seconda delle caratteristiche specifiche del patrimonio e delle esigenze locali sulla riconfigurazione del funzionamento e dell'organizzazione dei sistemi territoriali. Per illustrare l'importanza, le potenzialità e i rischi di questi processi, è utile esaminare alcune storie emblematiche che hanno affrontato e stanno tuttora affrontando processi di transizione differenti. La prima micro-storia è quella dell'Ex centrale termoelettrica di Porto Tolle attualmente in una fase di transizione da un *petroleumscape* ad un *tourismscape* e rappresentativa di una strategia di resistenza di fronte alle sfide poste dal Cambiamento Climatico. La seconda micro-storia si focalizza su l'Oasi di Ca di Mezzo nel comune di Codevigo rappresenta il primo caso in Italia di rinaturalizzazione di un'area di bonifica di rinaturalizzazione di un'ex area agricola, riportata al suo stato originario di area umida tramite strategie di parziale abbandono. La terza micro-storia parla dell'Oasi naturalistica di Vallevecchia a Caorle. L'oasi si estende per circa 900 ettari ed è delimitata sui quattro versanti da acque marine, lagunari e fluviali, che contribuiscono a creare ecosistemi di notevole complessità ed interesse ecologico. I casi di studio analizzati offrono interessanti spunti di riflessione sulla trasformazione dei paesaggi e delle pratiche territoriali attraverso la transizione e la rifunionalizzazione. Questi processi rappresentano opportunità uniche per promuovere la sostenibilità ambientale, sociale ed economica, integrando il patrimonio storico e culturale e fisico con le esigenze contemporanee. Tuttavia, è necessario adottare approcci integrati e collaborativi per affrontare le sfide e massimizzare il potenziale di rigenerazione del territorio contemporaneo, oggi trasformato integralmente in una infrastruttura antropica e naturale. A valle di queste micro-storie, e compresa la razionalità che ne orienta i processi, si apre la descrizione del quarto scenario: lo scenario ibrido del "territorio pixel". Esso assume i segnali deboli emersi nei casi-indizi precoci, situati e operativi nei comportamenti istituzionali, nelle forme insediative e nei dispositivi idraulico-ecologici—come una costellazione di unità minime d'intervento (i "pixel") da comporre in configurazioni diverse a seconda dei contesti. In questa chiave, il patrimonio diventa telaio e i segnali deboli diventano moduli replicabili: piccole soluzioni ad alta trasferibilità che, aggregate per prossimità e opportunità, permettono di ibridare resistenza, adattamento e abbandono selettivo in uno scenario operativo, scalabile e coerente con gli obiettivi di neutralità climatica.





Microstoria

Scenari e Microstorie

222

Cap. 4

Porto Tolle. Dal petroleumscape al tourismcape.

Porto Tolle, situato nel cuore del Delta del Po, rappresenta un luogo unico dal punto di vista naturale, culturale e storico. Questa terra, caratterizzata da un intricato sistema di zone umide, lagune, valli da pesca e corsi d'acqua, incarna la fragile bellezza di un ecosistema modellato dall'interazione millenaria tra l'uomo e la natura. Il territorio, che si affaccia sull'Adriatico, è stato nel tempo teatro di profonde trasformazioni paesaggistiche, economiche e sociali, che ne hanno segnato il paesaggio e le prospettive di sviluppo. Tra questi cambiamenti, un ruolo di primo piano è stato svolto dalla centrale termoelettrica di Porto Tolle, un'infrastruttura che ha segnato un'epoca per la comunità locale. La storia della centrale, emblematica del modello energetico veneto basato sul paradigma fragile della concentrazione e di gerarchizzazione della rete, intreccia questioni ambientali, sociali, economiche e politiche. In particolare dagli anni '70 del '900 la centrale elettrica ha costituito un elemento importante nell'evoluzione delle possibilità economiche e sociali per gli abitanti del territorio poiché faceva parte delle sette grandi centrali termoelettriche Enel e Edison concentrate a Venezia e Rovigo. L'insieme delle centrali costituiva il "quadrilatero petrolchimico" della pianura padana fortemente interconnesso da infrastrutture terrestri e marittime destinate a facilitare il flusso di petrolio e prodotti chimici. La centrale di Porto Tolle era divisa in quattro gruppi da 660 MW l'uno, aveva una potenza nominale totale di 2.640 MW, poteva generare cir-

ca l'8% del fabbisogno italiano di energia e il 30% del fabbisogno regionale di energia elettrica. Dava lavoro a circa 300 operai e occupava una superficie di 380 ettari distribuiti in 200 ettari di impianto. Gli impianti, i terrapieni e gli argini rappresentano il palinsesto del petroleumscape, e sono solo una parte di sistemi ben più ampi che da un lato generano modelli economico industriali forti, dall'altro però sono un danno per gli ecosistemi e la società stessa come dimostrano le moltissime lotte ambientaliste che si sono susseguite negli anni per la tutela dell'ambiente iniziate con la costruzione della centrale e continuate per anni riuscendo ad ottenere la creazione di tre parchi regionali ovvero aree protette in cui è vietata qualsiasi forma di sfruttamento economico dell'acqua, del territorio, del petrolio o del gas. Realizzata tra il 1980 e il 1984, la centrale termoelettrica di Porto Tolle rappresentava una delle più grandi infrastrutture energetiche d'Italia. Con una potenza nominale di 2.640 MW, l'impianto era in grado di produrre l'8% del fabbisogno nazionale di energia elettrica, contribuendo al 30% della domanda regionale. Questa mastodontica struttura, che occupava circa 380 ettari nel territorio di Polesine Camerini, non solo forniva energia ma costituiva anche una fonte di lavoro per oltre 300 operai, dando un impulso significativo all'economia locale.

Fin dalla sua costruzione, la centrale è stata al centro di dibattiti accesi e proteste. Le emissioni nocive, tra cui biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x),

polveri e metalli pesanti, hanno generato gravi preoccupazioni per la salute pubblica e l'ambiente. Studi epidemiologici e rapporti delle autorità sanitarie hanno collegato l'attività della centrale a un aumento dei ricoveri e dei decessi per malattie respiratorie nella popolazione locale. La centrale, durante il suo periodo di massimo funzionamento, contribuiva con l'11% delle emissioni di biossido di zolfo a livello nazionale e il 50% delle emissioni totali di polveri nella regione del Polesine. Le lotte ambientaliste, iniziate negli anni '70, si sono intensificate negli anni successivi, culminando in cause legali e pressioni istituzionali. Diversi provvedimenti legislativi hanno segnato il percorso verso la chiusura definitiva dell'impianto. Tra questi, la legge regionale n. 36 del 1997, che imponeva la riconversione delle centrali del Delta del Po a gas metano o fonti alternative non inquinanti, è stata una pietra miliare. A questa si sono aggiunte normative europee, come la Direttiva 2001/80/CE, che fissava limiti stringenti per le emissioni delle grandi centrali termoelettriche, e il Decreto Legislativo n. 152/2006, che ha rafforzato i vincoli ambientali per gli impianti industriali. Nel 2005, Enel aveva proposto la riconversione della centrale di Porto Tolle per funzionare a carbone "pulito", con l'adozione di tecnologie avanzate per la riduzione delle emissioni. Tuttavia, il progetto ha incontrato forte opposizione da parte delle comunità locali e delle associazioni ambientaliste, nonché ostacoli burocratici e legali. La Corte Costituzionale, nel

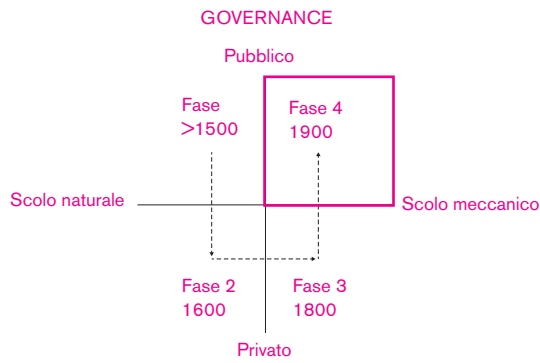
2009, ha dichiarato illegittime alcune autorizzazioni regionali concesse per la riconversione, bloccando di fatto il progetto. A seguito dell'introduzione delle politiche energetiche europee e le crescenti proteste ambientali, l'impianto ha smesso di produrre energia nel 2009 ed è stato chiuso definitivamente nel 2015, influenzando pesantemente sia sulla produzione regionale sia sulla società.

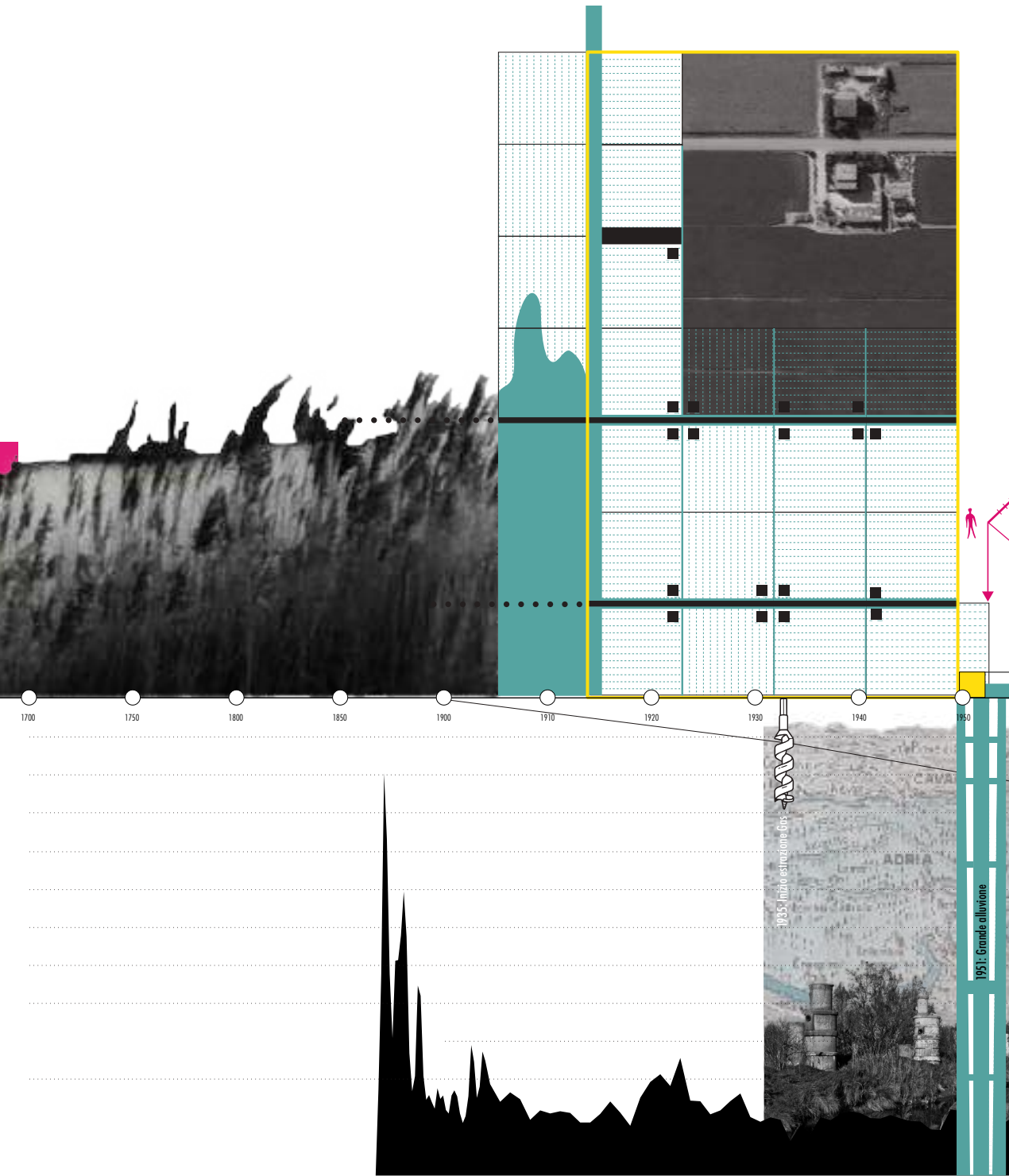
Dopo la chiusura della centrale, la riconversione dell'area è stata incorniciata nel programma *Futur-e* di Enel, un programma che mira alla dismissione e alla riconversione di 23 centrali che hanno concluso il loro ruolo nel sistema energetico, con particolare attenzione alla centrale del Delta del Po. con la promessa di trasformare Porto Tolle in un polo turistico-ricettivo capace di attrarre migliaia di visitatori quotidiani e generare nuove opportunità occupazionali. A distanza di anni, però, il progetto resta sulla carta: nessun cantiere è stato avviato, e le cifre diffuse al momento della presentazione – turisti e posti di lavoro – rimangono stime non supportate da analisi pubbliche di fattibilità ecologica ed economica.

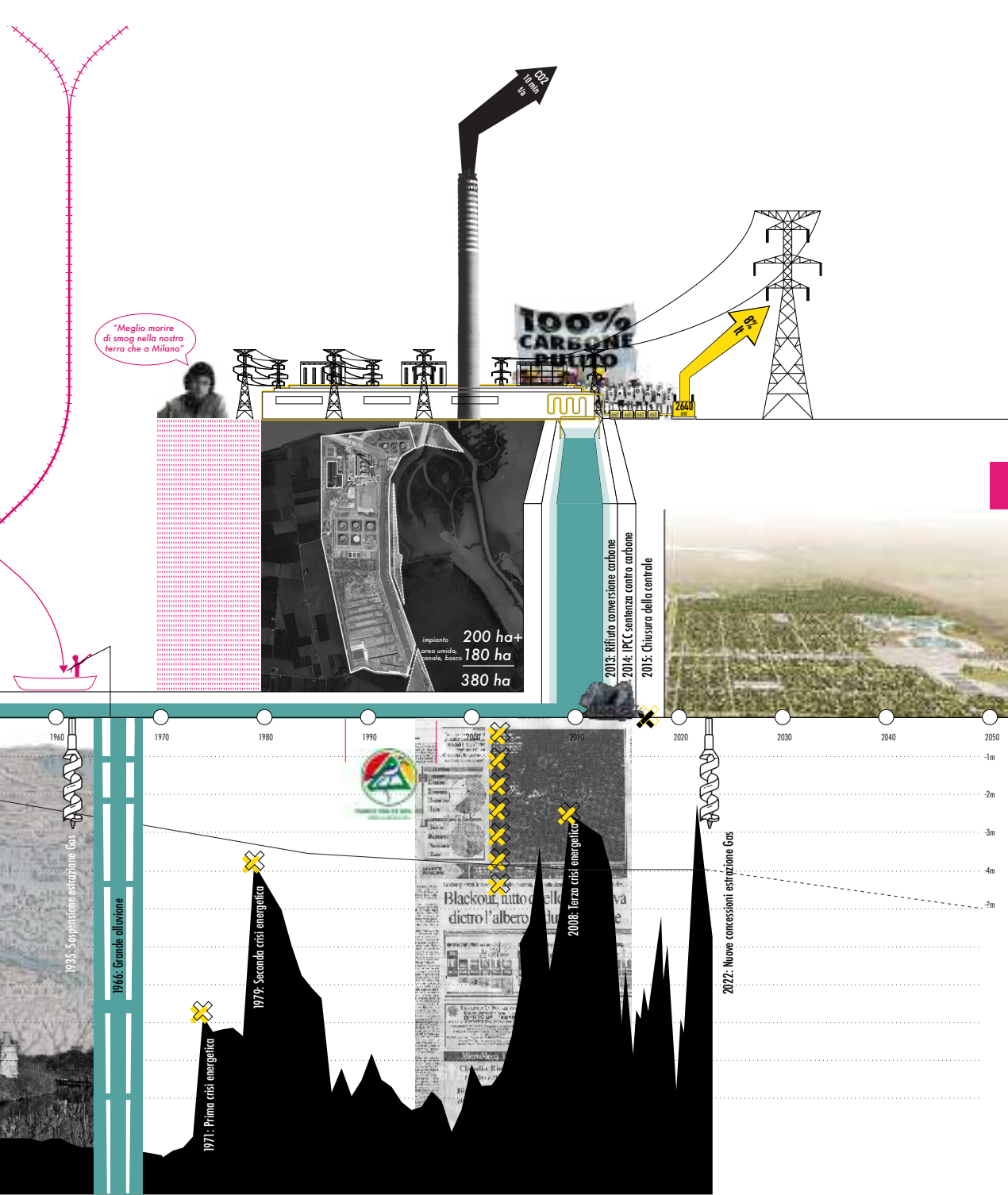
In questo scarto si coglie il limite strutturale dell'operazione: più che un percorso di rigenerazione territoriale, si è trattato di una strategia comunicativa, che ha sostituito all'immagine del polo energetico quella di un "villaggio turistico verde". Ma il territorio, già provato da decenni di impatti ambientali, non ha visto né bonifiche effettive né interventi di riqualificazione delle risorse idriche, agricole e paesaggisti-

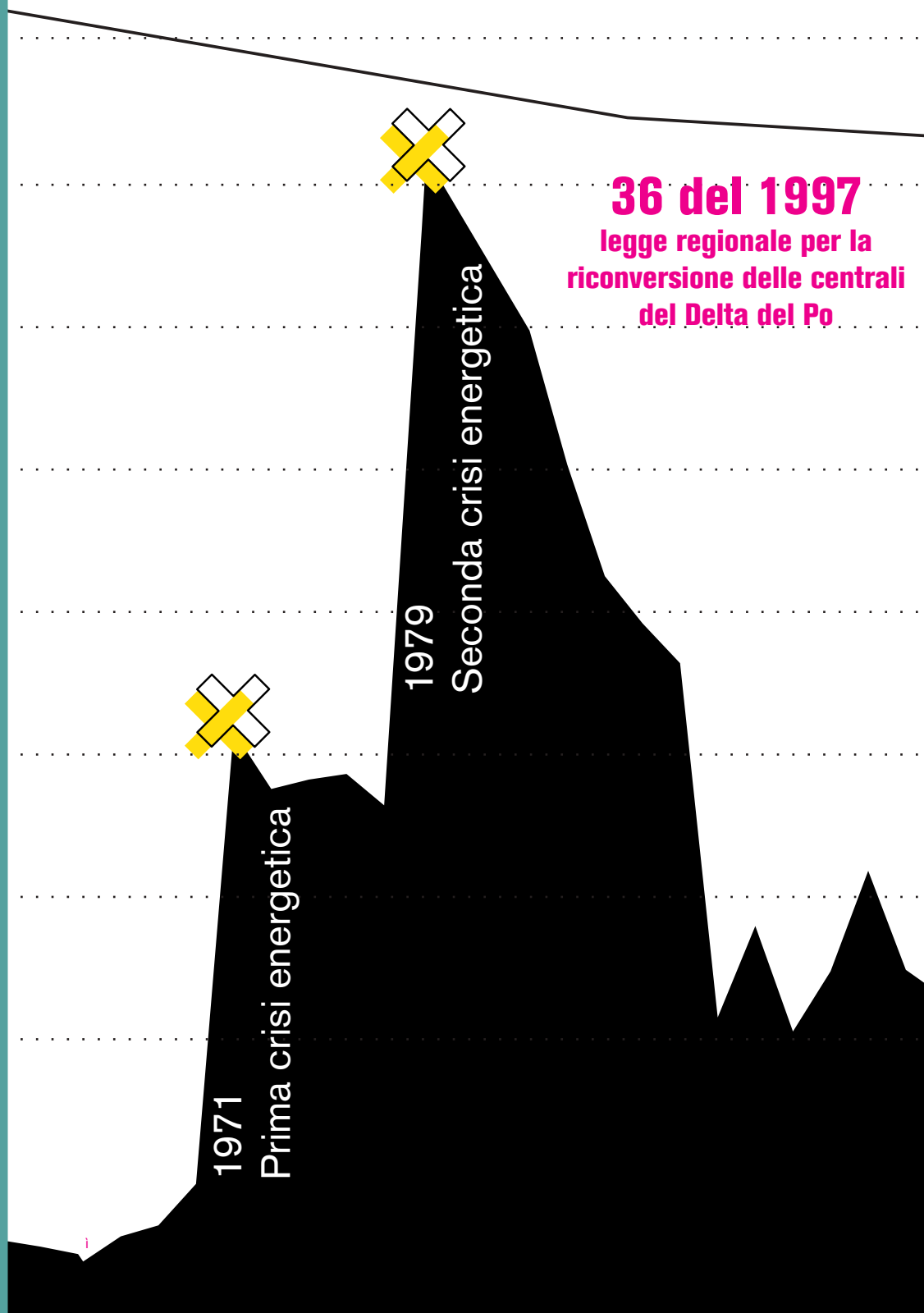
che. La comunità locale si trova così doppiamente penalizzata: prima esposta ai costi sanitari e ambientali della produzione fossile, oggi esclusa da una reale redistribuzione dei benefici della transizione. Porto Tolle diventa quindi un caso emblematico di “transizione mancata”, in cui le promes-

se di sviluppo hanno occultato l'assenza di un progetto di valorizzazione integrata del Delta. Non si tratta solo di un ritardo operativo, ma della riproposizione di un modello che concentra i vantaggi in pochi attori esterni, lasciando al territorio eredità incomplete e vulnerabilità irrisolte.



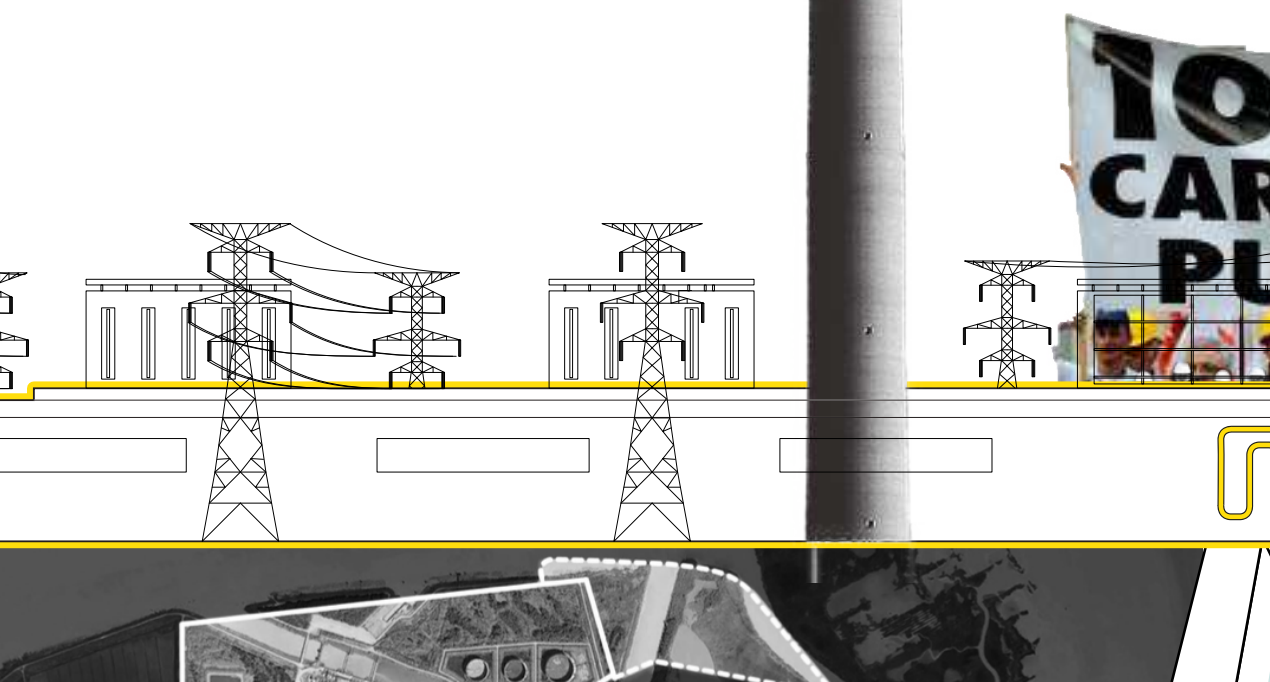






CO₂
10 mln
t/a

50%
delle emissioni di polveri
nella regione del Polesine

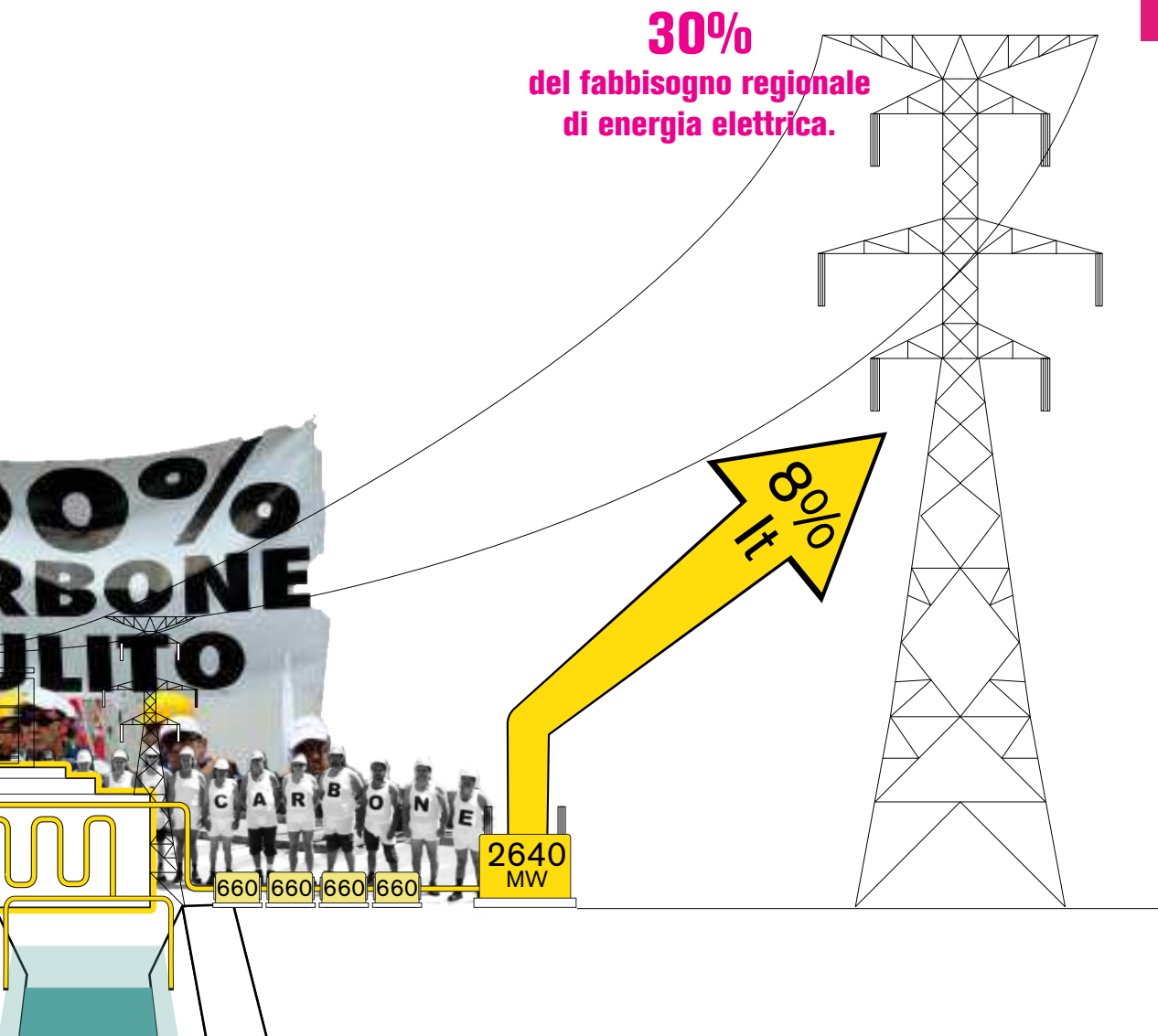


11%

delle emissioni di biossido
di zolfo a livello nazionale

30%

del fabbisogno regionale
di energia elettrica.





paludi

valli da
pesca

zone umide

la meccanizzazione dell'agricoltura

*“ci sono arcaismi
che sopravvivono,
anche nella città
dello sviluppo”*



Dettaglio della ciminiera alta 250 m e più elevata opera in muratura d'Italia. In primo piano la natura si sta riappropriando dell'area dismessa.



La canaletta di raccolta convoglia allo scarico A le acque dell'impianto di depurazione biologico insieme alle acque meteoriche provenienti dalle superfici non inquinabili.



Vecchio impianto a carbone situato accanto all'Idrovora Boscolo.



L'Idrovora Boscolo è situata a due chilometri oltre il centro abitato di Polesine Camerini, a ridosso dell'argine della Sacca del Canarin, a poca distanza della centrale termoelettrica dell'Enel.



Il paesaggio del Petrolumscape. Tra i campi agricoli si ergono enormi tralicci un tempo utili a distribuire l'energia prodotta dalla centrale termoelettrica di Porto Tolle.



La ciminiera della ex centrale Enel di Porto Tolle, è stata mantenuta come landmark del paesaggio del Delta del Po.



Impianto di trattamento o depurazione delle acque. È caratterizzato da una serie di vasche o bacini con strutture metalliche sopra di essi, che fanno parte di un sistema di filtrazione o sedimentazione.

Microstoria

Scenari e Microstorie

236

Cap. 4

**Cà di Mezzo.
Da area agricola a
area umida.**

13 Il presente contributo nasce nel quadro del modulo Fare ricerca della Scuola di dottorato luav: attività fuori sede guidate e coordinate da dottorandi/i, con supporto di ricercatrici/ricercatori, in piccoli gruppi, attraversando gli ambiti di ricerca attivi della Scuola. Il workshop "Fare ricerca. Paesaggi energetici in transizione" (luav, 9 – 15 settembre 2024), condotto con uscite in situ, esercizi di mappatura, interviste e un incontro con Federica Cattaneo, responsabile di Legambiente Piove di Sacco.

Fra Codevigo e la Saccisica, L'Oasi di Ca' di Mezzo si presenta come un laboratorio a cielo aperto in cui la bonifica novecentesca dialoga, non senza frizioni, con l'infrastrutturazione ecologica contemporanea¹³. Su circa trenta ettari di suoli agricoli a bassa redditività, frequentemente allagati per carenza di scolo, il Consorzio di Bonifica Adige-Bacchiglione (oggi Adige Euganeo) ha realizzato una riconfigurazione idraulico-ecologica con duplice finalità: fitodepurare le acque del canale consortile Altipiano e recuperare capacità di smaltimento a tutela dei campi circostanti (ANPA, 2002). La logica dell'opera si iscrive nel Piano Direttore Regionale degli Interventi per la Salvaguardia della Laguna, che già alla fine degli anni Novanta riconosceva l'insufficienza dei soli trattamenti puntuali rispetto ai carichi diffusi di nutrienti di origine agricola, indicando di incrementare l'autodepurazione lungo la rete di bonifica, ricalibrando i canali quando possibile e, ove non lo fosse, ricostruendo *wetlands* filtro all'interfaccia tra terra e mare (ANPA, 2002). In questa cornice, Ca' di Mezzo è assunta come applicazione esemplare: intercettazione pressoché integrale dei carichi in magra del Canale Altipiano e di circa la metà in piena, con invasabilità fino a ~500.000 m³ (ANPA, 2002; Il Mattino di Padova, 2019). Il contesto territoriale è cruciale: la Saccisica è storicamente definita *infra Cornium et Brentam*, cioè tra il Cornio (identificabile con il *Medoacus minor*) e il Brenta, con il quarto lato rivolto ai *maritimi*

fines lagunari, a indicare un paesaggio tecnico costruito sull'oscillazione fra drenaggio agrario e permanenze d'acqua.

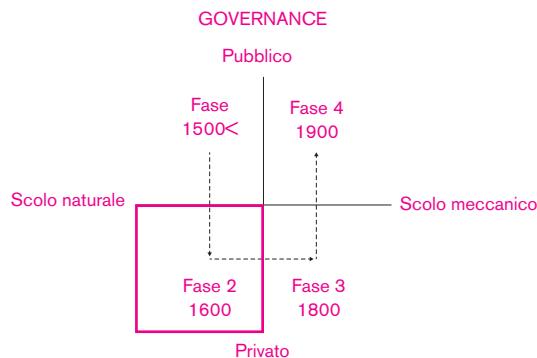
Dal punto di vista morfologico e gestionale, l'oasi è organizzata in tre bacini in serie, separati da cordoni di terra e connessi da manufatti di regolazione (paratoie e saracinesche) che modulano livelli, portate e tempi di residenza (ANPA, 2002). Un'opera di presa, a valle del ponte di Ca' di Mezzo, deriva l'acqua dal Canale Altipiano verso il primo bacino; un manufatto di restituzione reimmette le acque trattate nel Canal Morto (ANPA, 2002). La piantumazione di circa 100.000 ceppaie di *Phragmites australis* (canneto) e la messa a dimora di barriere arboree frangivento hanno una funzione doppia: attivano i processi di rimozione dei nutrienti e stabilizzano anemometricamente i bacini, riducendo i *fetch* efficaci e la risospensione dei sedimenti. L'assetto planimetrico, con sponde ondulate e isolette, allunga i percorsi, limita le velocità interne e incrementa il contatto tra acqua, substrato e macrofite, migliorando l'efficienza depurativa. Le prestazioni, corroborate dai monitoraggi, si attestano nell'ordine di ~50% di abbattimento per solidi sospesi totali, azoto e fosforo, con riduzioni stimate fino a 50 t/anno di azoto e 5 t/anno di fosforo sottratte a un bacino scolante di circa 9.700 ha (ANPA, 2002). Questi risultati sono coerenti con i modelli di dimensionamento per *free water surface wetlands* (Reed et al., 1995; Kadlec & Knight, 1996), che attribuiscono rilievo alla messa in serie dei bacini, ai tempi di resi-

denza e alla temperatura (ANPA, 2002). Nel caso in esame, livelli e portate sono telemanovrati e telecontrollati, con adattamenti stagionali ai regimi idrologici e agli obiettivi di qualità; in condizioni siccitose gli invasi assolvono inoltre una funzione di riserva irrigua per l'agricoltura locale, confermando la natura ibrida, idraulica ed ecologica, del dispositivo (ANPA, 2002). L'osservazione *in situ*, condotta durante il lavoro sul campo con Federica Cattaneo (Legambiente), chiarisce la sequenza operativa e i suoi punti sensibili: l'immissione dal Canale Altipiano nel primo bacino avviene tramite paratoie sul ponte che creano il battente necessario; il transito nei tre invasi produce miscelazione progressiva sotto controllo di livelli e portate; la restituzione avviene nel Canal Morto. I manufatti, piccoli corpi in calcestruzzo, bassi e mimetizzati nei cordoni, sono l'unico segno visibile dell'artificialità "naturalizzata" del sistema. La scansione funzionale distingue un primo invaso a prevalente funzione idraulico-sedimentativa (rallentamento e decantazione delle particelle più grossolane) e bacini successivi orientati a massimizzare la rimozione di azoto e fosforo; l'andamento ondulato delle sponde e le isolette spezzano i *fetch*, prolungano i tempi di contatto e rafforzano l'efficienza depurativa (ANPA, 2002). La gestione minuta restituisce una microstoria concreta: sfalci consortili a rotazione (in media tre interventi/anno), manutenzioni volontarie su passerelle accessibili e segnaletica tattile-inclinata, sostituzione delle torrette lignee degradate per

motivi di sicurezza, vigilanza diffusa su pesca e caccia illegali e su scarichi impropri. Sul piano vegetazionale, *Phragmites* ha agito da specie "strutturante" per l'innescio depurativo; la colonizzazione spontanea di tife (*Typha* spp.) e carici (*Carex* spp.) ha ampliato biodiversità e stabilità ecosistemica, con occasionali fenomeni di sovrasviluppo (incluse macrofite galleggianti) che richiedono asportazioni meccaniche e rimodulazioni di flusso guidate da monitoraggi (ANPA, 2002). La presenza nidificante dell'airone rosso (*Ardea purpurea*) e le osservazioni della spatola (*Platalea leucorodia*) attestano la funzione di *stepping stone* lungo le rotte migratorie adriatiche, iscrivendo l'oasi nel corridoio eco-idraulico dell'Alto Adriatico (Saccisica.it, s.d.). La genesi e l'interpretazione del caso si fondano su un dispositivo metodologico misto elaborato nel nostro percorso di ricerca: camminamenti sistematici con schede di rilievo e tracce GPS; mappe delle connessioni idrauliche e diagrammi dei regimi di livello/portata; sezioni annotate delle sponde con repertorio di specie chiave; erbari didattici per le macrofite dominanti; brevi trascrizioni delle interazioni *in situ* con gli attori locali (Consorzio, Legambiente), incluse note su terminologie d'uso ("Canale Altipiano", "Canal Morto") e pratiche correnti di gestione. In tale contesto, è utile ricordare che Ca' di Mezzo appartiene alla tipologia a flusso superficiale, distinta dai sistemi a flusso sub-superficiale per la prevalenza dei processi nella colonna d'acqua a cielo aperto e il ruolo del can-

neto come interfaccia acqua e biofilm. Nel medio periodo, l'oasi registra fatiche strutturali: sedimentazioni che richiederebbero svasi selettivi, specie invadenti estive, come la “primula d'acqua”, identificabile in *Ludwigia grandiflora*, capaci di soffocare il coltro superficiale, con necessità di valutare rimozioni meccaniche mirate per evitare collassi dell'ossigeno disciolto. A ciò si aggiunge una fisiologia d'uso che rende il dispositivo multifunzionale: in alcune fasi l'obiettivo idraulico può temporaneamente contraddire l'ottimo depurativo, imponendo scelte di esercizio e priorità situate. Sul piano istituzionale e sociale, la governance si è consolidata nella collaborazione tra Consorzio di Bonifica (sfalci, quadro idraulico) e Legambiente (presidio, educa-

zione ambientale, manutenzioni minute), con contributi di monitoraggio universitari e con una fruizione pubblica ampia, specie scolastica (ANPA, 2002; ANBI Veneto, 2023). L'accesso libero amplifica la partecipazione ma espone a rischi e costi sociali di sorveglianza; la risposta è una gestione adattiva che combina campagne periodiche di pulizia, *co-design* della segnaletica e ripristini delle dotazioni leggere. Nel complesso, Ca' di Mezzo esemplifica la transizione da infrastruttura di scolo a dispositivo eco-idraulico pubblico capace di integrare sicurezza idraulica, qualità ambientale e pratiche sociali; un precedente operativo per politiche *nature-based* nei paesaggi di bonifica dell'Alto Adriatico.





L'opera di presa, a valle del ponte di Ca' di Mezzo, deriva l'acqua dal Canale Altipiano verso il primo bacino.



Oasi Cà di Mezzo. Scorcio del primo bacino il più ampio di 8 ettari e con una profondità massima di 6 metri. Il bacino è utile per la sedimentazione degli agenti inquinanti.



Il paesaggio di bonifica che si attesta oltre all'Oasi Cà di Mezzo. Si può intravedere l'argine del Brenta che separa l'area umida dai campi ancora oggi coltivati.



Oasi Cà di Mezzo. Il pozzo utile a connettere il primo bacino con il secondo bacino.



Dettaglio della Ludwigia Palustris. A causa delle sue caratteristiche invasive, può soffocare le piante più piccole e portare a un'eccessiva biomassa vegetale negli impianti di depurazione.



Oasi Cà di Mezzo. Manufatto sul terzo bacino. A causa della scarsa manutenzione oggi il ponte non è più agibile.



Oasi Cà di Mezzo. Il secondo bacino con finalità di fitodepurazione di attraverso la canna palustre che permette di depurare l'acqua da sostanze come azoto e fosforo.

usi

Frutti commestibili
Pianta officinale
Pianta ornamentale
Ombreggiamento

fioritura

G F M **A M** G L A S O N D

substrato

Suoli argillosi, sabbiosi, calcarei

habitat

Pianura, collina, campi

umidità

● ● ● ○ ○

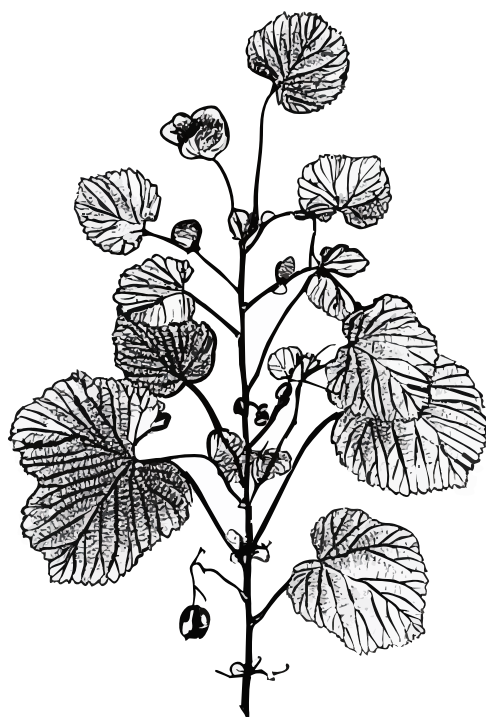
salinità

● ○ ○ ○ ○



Gelso bianco, *Morus alba*

Morus alba L., noto come gelso bianco, è una pianta arborea caducifolia della famiglia delle Moraceae, originaria della Cina nord-orientale e diffusa in Asia orientale. Raggiunge i 15–20 metri, con fusto eretto e chioma ampia e tondeggiante, ideale per creare ombra. Le foglie, alterne, verdi e lobate, diventano gialle in autunno. Fiorisce in primavera con infiorescenze poco appariscenti, seguite da frutti bianchi o crema, dolci e succosi. Cresce rapidamente in suoli profondi e ben drenati, al sole, ma si adatta anche a condizioni meno ideali. È apprezzato per l'uso ornamentale in parchi e giardini, e per il suo ruolo ecologico: le foglie nutrono invertebrati erbivori e i frutti attraggono fauna selvatica, favorendo la biodiversità.



usi

Frutti commestibili
Riforestazione
Pianta ornamentale

Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Terreno fertile, calcarei, argillosi

habitat

Boschi di latifoglie, siepi, radure

umidità



salinità



Nocciolo, *Corylus avellana*

Il nocciolo (*Corylus avellana* L.) è un arbusto o piccolo albero deciduo della famiglia Betulaceae, alto 4–5 metri, con chioma densa e numerosi polloni basali. La corteccia è grigio-brunstra, liscia da giovane, poi desquamata. Le foglie sono obovate, con margine doppiamente seghettato, verdi sopra e tomentose sotto. È una specie monoica: gli amenti maschili, giallastri e penduli, compaiono in inverno; le infiorescenze femminili, rosso-porpora, sono più piccole e protette da brattee. Il frutto è una noce secca racchiusa in brattee frastagliate. Ha numerosi usi: i frutti sono consumati freschi, tostati o trasformati; il legno, resistente e flessibile, è usato in artigianato; i rami per paletti. È utile in riforestazione, protezione del suolo e promozione della biodiversità.



usi

Rimboschimenti
Pianta ornamentale
Contenimento erosione
Arredamento



fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Freschi, profondi e ben drenati, ricchi di humus

habitat

Corsi d'acqua, rive di fiumi, laghi e zone alluvionali

umidità



salinità



Pioppo bianco, *Populus alba*

Pioppo bianco è una specie arborea appartenente alla famiglia delle Salicaceae. Originario dell'Europa meridionale e dell'Asia occidentale, è diffuso in molte regioni temperate come albero ornamentale e per rimboschimenti. Può raggiungere un'altezza di 20-30 metri e presenta una chioma ampia e folta. Le foglie sono lunghe 5-10 cm, di forma ovale o lobata, con il lato superiore verde scuro e lucido, mentre la pagina inferiore è bianca e lanuginosa, da cui deriva "bianco". La corteccia giovane è liscia e grigia, diventando più rugosa e scura con l'età. Cresce in zone umide, lungo fiumi e corsi d'acqua, tollerando terreni poveri e sabbiosi. Il Pioppo bianco è importante per la stabilizzazione dei suoli e offre rifugio a numerose specie faunistiche. Viene utilizzato anche per la produzione di legname leggero e per l'industria della cellulosa.



usi

Pianta officinale
Rinforzo sponde e argini
Fitodepurazione
Siepi e frangivento
Bioarchitettura
Pianta ornamentale

Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

sabbioso-limosa, limoso-argillosa

habitat

rive fiumi, zone paludose, terreni inondatai

umidità



salinità



Salice porporino, *Salix purpurea*

Il salice porporino (*Salix purpurea*), della famiglia delle Salicaceae, è una specie originaria di Europa e Asia occidentale. Ha portamento cespuglioso, rami sottili di colore rossastro visibili in inverno e foglie strette, lanceolate, verde-grigiastre. Cresce in ambienti umidi ed è molto adattabile. È ampiamente utilizzato per il consolidamento di sponde e argini nei progetti di ingegneria naturalistica, grazie all'apparato radicale robusto. Trova impiego anche in siepi campestri, barriere frangivento e come pianta ornamentale per giardini e parchi. Alcune varietà sono coltivate per la produzione di vimini usati in intrecci artigianali. Dal punto di vista ecologico, favorisce la biodiversità offrendo rifugio e nutrimento a insetti impollinatori e piccoli animali.



usi

Pianta ornamentale
Consolidamento sponde
Rinaturalizzazione
Siepi e bordature

fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Sabbioso-limosi, limoso-argillosi

habitat

rive di fiumi, zone paludose e prati umidi

umidità



salinità



Sanguinella, *Salix sepulchralis*

La Sanguinella (*Salix x sepulchralis* 'Sanguinea') è un ibrido ornamentale della famiglia delle Salicaceae, ottenuto dall'incrocio tra *Salix alba* e *Salix x fragilis*. È nota per i rami sottili, flessibili e rossastri, particolarmente decorativi in inverno. Ha portamento elegante, con rami arcuati e foglie strette, lanceolate, di colore verde chiaro. Fiorisce in primavera con amenti poco vistosi. Predilige terreni umidi e ben drenati, tipici delle zone ripariali. È utilizzata in giardini, parchi, siepi e per il consolidamento delle sponde, grazie alla sua adattabilità. Alcune varietà sono impiegate per la produzione di vimini, rendendola utile anche in ambito artigianale e paesaggistico.



usi

Consolidamento sponde
Produzione legname
Rinaturalizzazione
Barriera frangivento
Pianta ornamentale

Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Suoli sabbiosi, limosi, ricchi di sostanza organica

habitat

Rive di fiumi, zone alluvionali e aree paludose

umidità



salinità



Pioppo nero, *Populus nigra*

Il pioppo nero (*Populus nigra*), della famiglia delle Salicaceae, è una specie originaria delle regioni temperate di Europa, Asia e Nord Africa. Albero deciduo di grandi dimensioni, può raggiungere i 20–30 metri d'altezza. Ha chioma ampia e irregolare, rami robusti e foglie triangolari o cuoriformi, verde scuro sopra e più chiare sotto. La corteccia è grigiastra e profondamente fessurata negli esemplari maturi. Fiorisce in primavera con amenti pendenti, prima della comparsa delle foglie. Cresce rapidamente in ambienti umidi come rive, zone paludose e suoli alluvionali. È impiegato per la stabilizzazione di sponde, la produzione di legname leggero e come pianta ornamentale in parchi e viali.



usi

Consolidamento sponde
Riforestazione
Rinaturalizzazione
Legname
Pianta ornamentale



Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Umido, suoli argillosi, limosi o sabbiosi

habitat

rive di fiumi, stagni, paludi e terreni alluvionali

umidità



salinità



Ontano nero, *Alnus glutinosa*

L'ontano nero (*Alnus glutinosa*), della famiglia delle Betulaceae, è una specie tipica delle zone umide d'Europa e Asia occidentale. Albero deciduo di medie dimensioni, può raggiungere i 20–30 metri. Ha chioma densa e tondeggiante, rami giovani con resina appiccicosa e foglie ovali, seghettate, verde scuro sopra e più chiare sotto. Fiorisce in primavera con amenti maschili pendenti e femminili più piccoli, che formano piccoli coni legnosi con semi alati. Vive in ambienti umidi come rive, stagni e paludi, dove migliora la fertilità del suolo grazie alla simbiosi con batteri azotofissatori. È usato per il consolidamento delle sponde, la riforestazione e il recupero ambientale.



usi

Rinaturalizzazione
Pianta officinale
Pianta ornamentale
Difensivo



Fioritura

G F M **A** M G L A S O N D

substrato

Terreni argillosi, limosi o calcarei, suoli sassosi

habitat

Siepi campestri, boschi radi, prati, radure

umidità



salinità



Biancospino, *Crataegus monogyna*

Il biancospino della famiglia delle Rosaceae, è un arbusto spinoso o piccolo albero deciduo, diffuso in Europa, Asia occidentale e Nord Africa. Alto fino a 5–8 metri, ha chioma densa e tondeggiante, rami intricati e foglie piccole, lobate, di colore verde brillante. Fiorisce tra aprile e maggio con piccoli fiori bianchi profumati riuniti in corimbi; in autunno produce frutti rossi ("pomi") simili a bacche, molto apprezzati dalla fauna. Pianta rustica e adattabile, cresce in siepi, margini di strade e boschi radi. È utilizzato per scopi ornamentali, come barriera naturale e per il suo valore ecologico, offrendo nutrimento e rifugio a insetti e uccelli.



usi

Riforestazione
Legname
Artigianato
Ecologico
Paesaggistico



Fioritura

G F M **A** M G L A S O N D

substrato

Suoli argillosi, limosi o sabbiosi

habitat

Boschi, foreste decidue, margini campi

umidità



salinità



Farnia, *Quercus robur*

La farnia è una quercia appartenente alla famiglia delle Fagaceae, diffusa in gran parte dell'Europa e dell'Asia occidentale. È un albero deciduo di grandi dimensioni, che può superare i 30 metri d'altezza, con chioma ampia e foglie lobate con picciolo molto corto. La corteccia è grigia e fessurata. Fiorisce in primavera con fiori poco appariscenti, seguiti da ghiande allungate. Cresce preferibilmente in suoli profondi, fertili e ben drenati, in ambienti soleggiati o semiombreggiati. La farnia è molto apprezzata per il suo legno duro e resistente, utilizzato in edilizia, mobilio e cantieristica navale. Inoltre, svolge un ruolo ecologico fondamentale, offrendo rifugio e nutrimento a numerose specie animali e favorendo la biodiversità forestale.



usi

Barriere verdi
Artigianato
Legname
Ecologia

Fioritura

G F M A M **G** L A S O N D

substrato

Terreni neutri o leggermente alcalini

habitat

Boschi latifoglie, zone collinari e bassa montagna

umidità



salinità



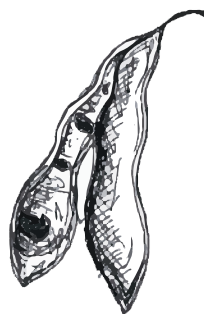
Carpino bianco, *Carpinus betulus*

Il Carpinio Bianco, appartenente alla famiglia delle Betulaceae, è una pianta decidua originaria dell'Europa e dell'Asia occidentale, che può raggiungere i 20-30 metri di altezza. Presenta una corteccia liscia e grigia, foglie ovali, dentate e di colore verde intenso che in autunno si tingono di giallo-rossastro, e frutti alati raccolti in infruttescenze pendenti. Predilige terreni ben drenati e climi temperati, spesso utilizzato in boschi misti. Impiegato principalmente per siepi, barriere verdi e boschi cedui grazie alla sua resistenza, adattabilità e facilità di potatura. Il suo legno è duro, compatto e resistente, ideale per utensili, strumenti di precisione, piccoli lavori di falegnameria e combustibile di qualità. Inoltre, il Carpinio Bianco contribuisce significativamente alla biodiversità degli ecosistemi forestali, offrendo rifugio e nutrimento a diverse specie animali.



usi

Rimboschimenti
Pianta ornamentale
Legname
Controllo erosione



Fioritura

G F M A M A M G L A S O N D

substrato

Leggermente acidi o neutri

habitat

Zone collinari e pianeggianti

umidità

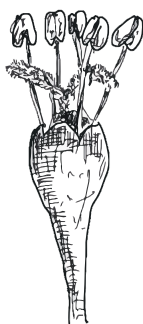


salinità



Robinia, *Robinia pseudoacacia*

La Robinia, appartenente alla famiglia delle Fabaceae, è una pianta originaria del Nord America, ma ampiamente naturalizzata in Europa. È un albero deciduo che può raggiungere i 15-25 metri di altezza, con corteccia grigia e rugosa. Le foglie sono composte, pennate, con numerose foglioline ovali di colore verde chiaro. Fiorisce in tarda primavera con grappoli di fiori bianchi profumati a forma di piccole campane, seguiti da baccelli contenenti semi. Ama terreni ben drenati e climi temperati. La Robinia è molto apprezzata per la sua capacità di fissare l'azoto nel suolo, migliorandone la fertilità. Il legno, duro e resistente alla decomposizione, è usato per pali, recinzioni, mobili da esterno e legna da ardere. Inoltre, grazie alla sua crescita rapida e resistenza, è utilizzata in rimboschimenti e per il controllo dell'erosione del suolo.



usi

Stabilizzazione terreno
Pianta ornamentale
Falegnameria
Rimverdimento

Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Fertile, ben drenato, alcalino, argillosi o calcarei

habitat

Boschi latifoglie, lungo corsi d'acqua.

umidità



salinità



Olmo, *Ulmus spp*

L'Olmo appartenente alla famiglia delle Ulmaceae, è un albero deciduo diffuso in Europa, Asia e Nord America. Può raggiungere i 20-30 metri di altezza e presenta una chioma ampia e tondeggiante. La corteccia è rugosa e fessurata, mentre le foglie sono semplici, ovali, seghettate e asimmetriche alla base. Fiorisce in primavera con piccoli fiori poco appariscenti, prima della comparsa delle foglie. Ama terreni fertili, ben drenati e climi temperati. L'olmo è utilizzato principalmente per il legno, molto resistente e flessibile, impiegato in falegnameria, per mobili, pavimenti, utensili e carrelli. È anche usato come pianta ornamentale e per la formazione di viali e alberature urbane. Negli ultimi decenni ha subito danni a causa della grafiosi, una malattia fungina che ha ridotto la sua diffusione.



usi

Ornamentale
Legname
Carpenteria
Arredo
Artigianato

fioritura

G F M **A** M G L A S O N D

substrato

Limosi o argillosi-leggeri

habitat

Boschi misti e freschi, zone collinari

umidità



salinità



Frassino, *Fraxinus excelsior*

Il Frassino è una pianta appartenente alla famiglia delle Oleaceae, diffusa soprattutto in Europa. È un albero deciduo di grandi dimensioni, che può raggiungere i 30-40 metri di altezza. Il frassino presenta una chioma ampia e ramificata, con foglie composte imparipennate, formate da 7-13 foglioline lanceolate e dentate. La corteccia è liscia da giovane, poi diventa rugosa e fessurata con l'età. Fiorisce in primavera con piccoli fiori poco appariscenti, impollinati dal vento. È una specie adattabile a vari tipi di suolo, preferendo terreni freschi e ben drenati. Il legno di frassino è duro, elastico e resistente, apprezzato per la produzione di mobili, attrezzi sportivi e strumenti musicali. Inoltre, il frassino ha un ruolo ecologico importante, fornendo habitat a molte specie animali. Spesso impiegato anche come albero ornamentale e per il rimboschimento.



usi

Fiori commestibili
Artigianale



Fioritura

G F M A **M** G L A S O N D

substrato

Freschi e umidi, suoli limosi o argillosi-leggeri

habitat

Margini di boschi, siepi, prati umidi, bordi di strade

umidità

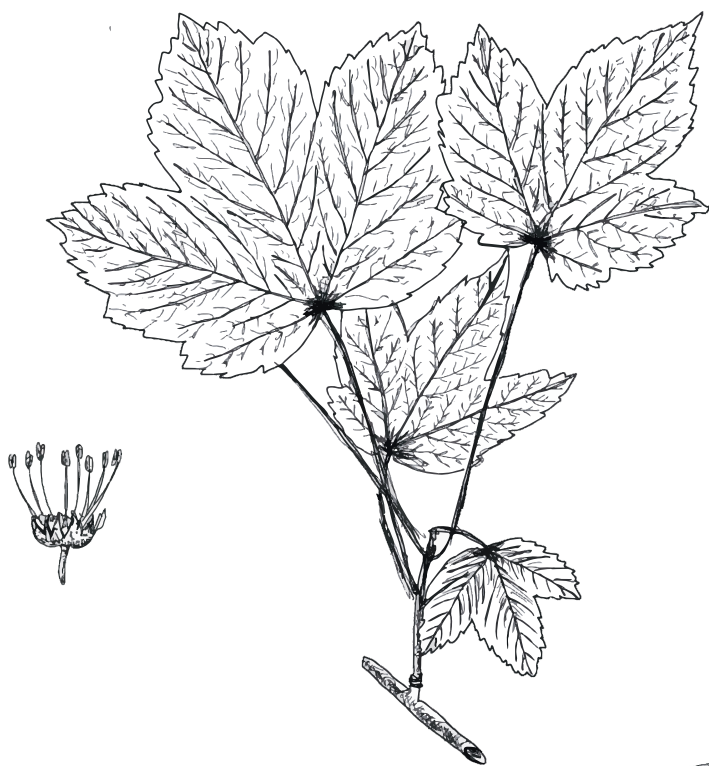


salinità



Sambuco, *Sambucus nigra*

Il sambuco è un arbusto o piccolo albero appartenente alla famiglia delle Adoxaceae, diffuso in Europa, Asia occidentale e Nord Africa. Raggiunge i 4-6 metri di altezza e cresce spontaneamente in ambienti umidi, ai margini di boschi e siepi. Ha foglie composte, opposte, con margini dentati, e in primavera produce infiorescenze bianche profumate a forma di ombrella. In estate sviluppa piccole bacche nere-violacee, ricche di pigmenti e antiossidanti. Le infiorescenze vengono usate per preparare sciroppi, bevande e dolci, mentre le bacche cotte sono impiegate in marmellate, succhi e rimedi naturali contro raffreddore e influenza. Il legno, leggero e facilmente lavorabile, veniva un tempo usato per piccoli utensili. Attenzione: bacche e parti verdi crude sono tossiche. Il sambuco è anche pianta mellifera e ornamentale, utile per siepi campestri.



usi

Linfà commestibile
Pianta ornamentale
Arredamento

fioritura

G F M **A** M G L A S O N D

substrato

Terreni limosi, argillosi o sabbiosi

habitat

Boschi misti e foreste decidue

umidità



salinità



Acerò, Acer

L'acero è un genere di alberi e arbusti appartenente alla famiglia delle Sapindaceae, diffuso nelle regioni temperate dell'emisfero nord. Gli aceri variano da piccoli arbusti a grandi alberi che possono superare i 30 metri di altezza. Le foglie sono generalmente palmate, con 3-9 lobi, spesso con margini seghettati, e cambiano colore in autunno, offrendo spettacolari sfumature rosse, arancioni e gialle. La fioritura avviene in primavera con piccoli fiori riuniti in grappoli. L'acero è noto per il suo legno pregiato, utilizzato nella fabbricazione di mobili, strumenti musicali e pavimenti. Alcune specie, come l'acero da zucchero, sono famose per la produzione di sciroppo d'acero, dolcificante naturale ottenuto dalla linfa. Inoltre, gli aceri sono alberi ornamentali molto apprezzati nei giardini e nei parchi per la loro bellezza stagionale e il fogliame decorativo.



usi

Stabilizzazione delle rive
Pianta officinale
Riforestazione
Recupero ambientale
Pianta ornamentale
Artigianato

Fioritura

G F M A M G L A S O N D

substrato

Suoli fertili e ricchi di sostanza organica

habitat

Rive di fiumi, corsi d'acqua con suoli alluvionali

umidità



salinità



Salice bianco, *Salix alba*

Il salice bianco è una specie arborea appartenente alla famiglia delle Salicaceae, diffusa in Europa, Asia e Nord Africa. Può raggiungere i 20-30 metri di altezza e predilige ambienti umidi come rive di fiumi, laghi e zone alluvionali. Ha foglie lanceolate, di colore verde chiaro con la pagina inferiore biancastra e tomentosa, da cui deriva il nome. Fiorisce in primavera con amenti maschili e femminili separati, favorendo l'impollinazione anemofila. Il legno del salice bianco è leggero, flessibile e resistente all'acqua, utilizzato per la fabbricazione di mobili, strumenti musicali e per impieghi artigianali. La corteccia contiene salicina, precursore dell'aspirina, ed è stata storicamente impiegata per scopi medicinali come analgesico e antinfiammatorio. Il salice bianco è inoltre importante per il controllo dell'erosione delle sponde e come pianta ornamentale.

Microstoria

Scenari e Microstorie

258

Cap. 4

**Vallevecchia.
Da agricoltura
tradizionale a
agricoltura alofita.**

Alofite e sabbie mobili tengono insieme la trama minuta di Vallevecchia, isola agricola e costiera nata dalla bonifica, tra Caorle e Bibione, e divenuta in pochi decenni un laboratorio pubblico in cui pratiche agrarie sperimentali, tutela degli habitat e gestione idraulica si intrecciano in uno spazio relativamente circoscritto. L'unità territoriale supera gli 800 ettari, dei quali quasi la metà è occupata da ambienti di alto valore naturalistico—pineta litoranea (≈63 ha), boschi planiziali (≈100 ha), zone umide (≈68 ha) e una rete di siepi per circa 24 km—mentre la superficie agraria utilizzata si attesta attorno a 377 ettari in rotazione colturale.

A differenza dell'intero arco costiero alto-adriatico densamente urbanizzato, Vallevecchia è rimasta un raro lembo di litorale senza stabilimenti, dove la sequenza arenile—dune—pineta si conserva come infrastruttura ecologica primaria (LIFE REDUNE, 2020; Veneto Agricoltura, 2023).

La microstoria che qui si racconta è quella di una "isola di bonifica" degli anni Sessanta che, dopo la messa in coltura intensiva e l'assenza pressoché totale di vegetazione arboreo-arbustiva, è stata ricodificata—dalla fine degli anni Ottanta in poi—attraverso stralci successivi di forestazione, riallaghi, fasce tampone e dispositivi di fruizione: dal primo intervento del 1993 con 14 ettari di nuove formazioni e 3 km di siepi, al progetto generale del 1994, fino ai tre stralci esecutivi (1998–2003) che hanno ampliato boschi e zone umide, attrezzato vasche per l'acquacoltura sperimentale e predisposto la fitobiodepurazione (Vene-

to Agricoltura, 2006).

In questo paesaggio ricomposto, i manufatti minimi—percorsi, staccionate, capanni—e i "casoni" di canna agiscono da marcatori culturali, inscrevendo nella nuova scena ecologica la memoria materiale della laguna e delle sue economie di sussistenza.

La regia tecnico-istituzionale è saldamente in capo a Veneto Agricoltura, che ha orientato l'intero comprensorio a un uso "sperimentale e dimostrativo": agricoltura ecocompatibile, didattica naturalistica, ricerca su suoli, acque, biodiversità, turismo lento.

Qui la gestione dei campi non è separabile dalla gestione degli habitat: la matrice coltivata è pensata come tessera di un mosaico in cui praterie, siepi, boschi igrofilo, zone umide dolci e salmastre e sistemi dunali costituiscono corridoi e rifugi per più di 250 specie di uccelli e per una fauna teriofaunistica diversificata (LIFE REDUNE, 2020).

La politica degli "appezzamenti-prova" rende osservabile in scala di campo l'effetto delle scelte agronomiche: no-till e strip-till, coperture vegetali invernali, rotazioni ampie, difesa integrata, prove di agroforestazione e irrigazione di precisione; parallelamente, suolo e resa sono monitorati pluriennalmente per valutare tenore di sostanza organica, salinità, compattazione, bilancio idrico e nutrienti (HelpSoil; Scheda Vallevecchia 2023). La regia tecnico-istituzionale è saldamente in capo a Veneto Agricoltura, che ha orientato il comprensorio a un uso "sperimentale e dimostrativo": agricoltura ecocompatibile, di-

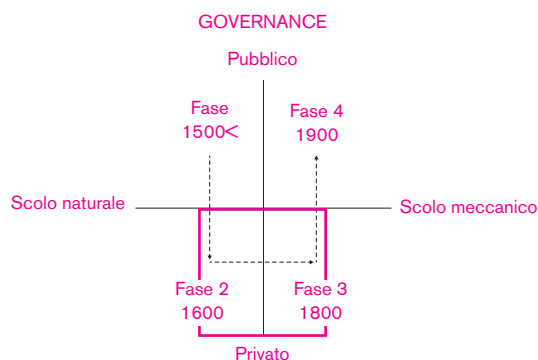
dattica naturalistica, ricerca e turismo lento. Qui la gestione dei campi è inseparabile da quella degli habitat: la matrice coltivata funziona come tessera di un mosaico in cui praterie, siepi, boschi e zone umide costituiscono corridoi ecologici per oltre 250 specie di uccelli (LIFE REDUNE, 2020). Gli “appezzamenti-prova” rendono osservabili in scala di campo gli effetti delle tecniche conservative–no-till, strip-till¹⁴, rotazioni ampie, cover crops–monitorando suolo e resa pluriennalmente (HelpSoil; Scheda Vallevicchia 2023). All'interno della SAU la rotazione principale mais–soia–frumento è affiancata da cicli con sorgo, colza e medica, oltre a orticole in sistemi multi-cropping per valutare rese e qualità in condizioni di acqua salmastra. La sperimentazione include difesa integrata del mais, biostimolanti, rotazioni con bietola autunnale e specie perenni come *Silphium perfoliatum*. Una linea di lavoro riguarda bioenergie e biodiversità: colza per olio vegetale combustibile in filiera corta, conservazione di varietà locali (es. Mais Biancoperla, grani teneri) e uso di leguminose in bulatura per copertura continua e incremento della fertilità (BIONET; Veneto Agricoltura, 2015; 2023). La cronaca minuta delle innovazioni è densa. Con LIFE WSTORE2 l'azienda ha sperimentato l'accumulo e il riuso pluristagionale delle acque meteoriche in bacini di stoccaggio connessi a reti irrigue intelligenti, come risposta congiunta a siccità estiva, intrusione salina e stress colturale; con LIFE AGRICARE ha testato set tecnologici per

l'agricoltura di precisione e la riduzione degli input, mentre la piattaforma ACFO (Agricoltura Conservativa Flessibile Olistica) incardina rotazioni e coperture per aumentare resilienza e fertilità. A scala paesaggistica, LIFE REDUNE ha avviato azioni coordinate di rinaturalizzazione del sistema dunale–rimozione di specie alloctone, ricostituzione di *Ammophila arenaria* e di habitat prioritari, gestione dei flussi ricreativi–per restituire continuità e funzionalità agli habitat costieri. Il punto di vista microstorico, qui, non si appoggia su figure eccezionali ma su pratiche ordinarie rese tracciabili da protocolli e taccuini di campo. È nella sequenza annuale che si coglie la razionalità pratica del sito: a fine inverno si leggono le “ferite” dei venti dominanti nelle dune embrionali e i ciuffi d'*Ammophila* che ricuciono i vuoti; in primavera, le cover crops chiudono il suolo e le siepi esplodono in connettività; in estate, l'irrigazione modulata per parcella scongiura, quando possibile, i picchi di salinità; in autunno, il mosaico si reimposta con le semine vernine e con le manutenzioni forestali. Intorno, nelle bassure salmastre, le comunità alofite–*Salicornia*, *Sarcocornia*, *Limonium*, *Puccinellia*–marcano fisicamente la soglia tra agroecosistema e laguna, segnalando con la loro stessa presenza il gradiente di sale che l'insieme delle opere cerca di governare. In controluce affiorano, come indizi, le trasformazioni storiche: lo “scolmatore” naturale delle piene del Tagliamento lungo il Cavrato e le connessioni con i canali Nicesolo e Lovi restitui-

¹⁴ No-till e strip-till sono tecniche di agricoltura conservativa che riducono o eliminano le lavorazioni meccaniche del terreno. Nel no-till (semina su sodo) il suolo non viene arato, così da preservarne la struttura, limitare l'erosione e aumentare la sostanza organica; lo strip-till (lavorazione a strisce) prevede invece una minima lavorazione solo sulla fila di semina, lasciando il resto del terreno coperto da residui colturali (Derpsch et al., 2010).

iscono la genealogia idraulica del sito e spiegano la sua persistente liminarietà tra acque dolci e salmastre. Se la pianificazione regionale—PTRC 1991 e Piano d'Area 1998—ha sancito vincoli e indirizzi per la riqualificazione e la fruizione sostenibile, è l'operosità iterativa delle prove a dare consistenza al “progetto” nel tempo: strisce sperimentali, appezzamenti gemelli convenzionale/conservativo, trappole e sensori, plots di rinaturazione, fasce tampone boscate attive in fitobiodepurazione (Veneto Agricoltura, 2015). In questo senso, Vallevecchia non è un “parco” ma un dispositivo territoriale in cui si apprende per aggiustamenti continui: agronomi, forestali, tecnici della fauna, guide ambientali, operatori idraulici e visitatori—scuole in primis—costruiscono, tramite uso e manutenzione, una economia dell'attenzione che è insieme scientifica e civile (Veneto Agricoltura, 2023). Il risultato è un precedente operativo

utile per le transizioni in corso nell'Alto Adriatico: un paesaggio di bonifica che, senza rinnegare l'impronta agraria, incorpora politiche nature-based, soluzioni di stoccaggio idrico e agricoltura di precisione, misurando per tentativi la distanza—mai colmata—tra sicurezza idraulica, redditività agricola e integrità degli habitat. In questa “isola” si vede come la cura degli interstizi—la duna embrionale, la siepe, la vasca, la depressione salmastra—sia, oggi, la vera infrastruttura di adattamento. Nel quadro degli scenari delineati nel capitolo, Vallevecchia si configura come un caso cardine: porzioni restituite all'acqua e trasformate in nuove aree umide convivono con soluzioni di adattamento quali parchi allagabili, sistemi di fitodepurazione e pratiche di agricoltura conservativa, componendo una regia per *crosnoscenari* che integra acqua, energia e agricoltura in un assetto anfibio capace di evolvere per passaggi successivi.





L'area umida di Vallecchia. L'area precedentemente tenuta asciutta dal sistema di idrovore, oggi è stata restituita all'acqua.



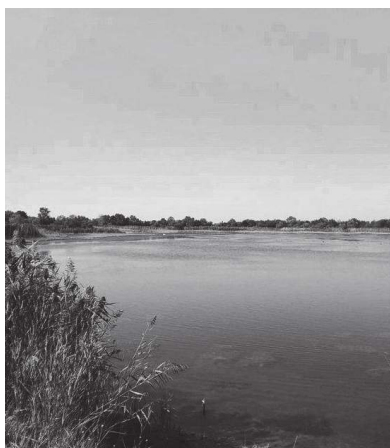
L'area umida di Vallecchia. Lungo l'argine una torre per il birdwathcing.



I campi agricoli sperimentali. Sullo sfondo una porzione del bosco.



I campi agricoli sperimentali. I campi sono coltivati a soia bio di alta qualità.



Area umida.



Una delle cinque chiavi che automaticamente rilascia l'acqua ai bacini.

TERRITORIO PIXEL. LA TRANSIZIONE DI UN TERRITORIO

In un archivio digitale, intorno al 2050, venne riscoperto un vecchio documento. Non era un piano esecutivo né una legge, ma uno studio di scenario commissionato nei primi anni Venti del XXI secolo. Nacque in risposta a una domanda di ricerca che all'epoca definiva la sfida del territorio:

"In che modo le sfide poste dalla crisi ambientale e dall'obiettivo della neutralità energetica mettono in discussione i modelli di gestione e la stabilità dei territori di bonifica meccanica del Nord Adriatico, e quali nuove strategie e approcci progettuali possono prefigurare un futuro adattivo per questi paesaggi artificiali?"

Lo studio non rispondeva con una fredda analisi tecnica, ma con un'ucronia, un racconto intitolato *"Territorio Pixel. La trasformazione di un territorio alla luce delle sfide poste dalla neutralità climatica"*. La premessa era audace e, per l'epoca, quasi ingenua:

cosa sarebbe successo se, a partire dal 2025, si fossero applicate con lungimiranza e coerenza le più avanzate normative europee sull'adattamento climatico, sulla decarbonizzazione e sulla governance delle acque?

Non si trattava di immaginare tecnologie fantascientifiche, ma di proiettare nel futuro un cambiamento radicale di mentalità: il superamento della logica difensiva in favore della coesistenza, la transizione da una logica centralizzata a una distribuita, la riscoperta di un patto tra uomo, terra e acqua. Il documento non era una fredda analisi tecnica. Era un racconto, una cronaca scritta come se un abitante di quel futuro possibile stesse semplicemente descrivendo il suo mondo. Leggerlo oggi suona come una profezia mancata, il sussurro di un'alternativa che abbiamo lasciato svanire.

1 Vedi Capitolo 1
"Anatomia del Nord
Adriatico".

2 Vedi Capitolo 2
"Razionalità. Pixel
retroattivi".

3 Vedi Capitolo 2
"Razionalità. Pixel
retroattivi".

"All'alba, il paesaggio non è una linea ma una trama: una piana bassissima di acque ferme e correnti lente, riplasmata da anni di riallineamenti morfologici e pratiche di laminazione diffusa. La storica scacchiera delle monoculture è stata rifunzionalizzata in *pixel*: piccole unità agrarie e idrauliche, ciascuna con soglie d'acqua, rotazioni e tempi di ritenzione propri. I *pixel* non sono un disegno astratto: coincidono con campi, corti, capezzagne e isole minute tra fossi ricuciti; sono tasselli contigui ma non omogenei, ognuno calibrato su microtopografie, suoli e accessi all'acqua. Corporazioni di agricoltori – eredi dei consorzi rurali ma riorganizzate come cooperative di bacino – governano questa maglia fine azionando micropompe di sollevamento solo nei campi che lo richiedono, riducendo i fabbisogni energetici e riattivando la geografia capillare pre-novecentesca¹. La scelta operativa è: intervenire poco e in modo coordinato, solo quando le soglie lo richiedono.

I fiumi principali, un tempo rettificati², hanno recuperato un andamento meandriforme; curve e dilatazioni funzionano da camere d'espansione che offrono spazio all'acqua e attenuano i picchi di piena. Le aste maggiori sono alimentate da una rete minore rifunzionalizzata – fossi, colatori, scolmatori – che recapita verso bacini di sollevamento ridisegnati come margini abitati e spazi ecotonali. Lì il sistema storico delle idrovore del Novecento è stato riorganizzato: grandi stazioni meccaniche restaurate operano a chiamata nelle fasi di coordinamento di bacino, men-

tre la continuità di fondo è garantita da una costellazione di impianti minuti, talvolta poco più di una chiavica attrezzata, attivi per soglia – non più per automatismo continuo². I

n pianta, il reticolo ortogonale si piega a una geometria morbida di baie, invasi laterali e canalette di deviazione; in sezione, a quota zero si alternano lenti d'acqua dolce e salmastra, subito sopra dossi agrari e rialzi arginali percorribili. Questa rifunzionalizzazione idraulica si intreccia con una genealogia energetica sedimentata nel territorio³: nel XIX secolo prevalevano produzioni prossime al consumo; nel Novecento la centralizzazione SADE strutturò dighe alpine, grandi centrali e dorsali di trasmissione, saldando energia, industria e insediamenti (Zucconi, 2002)³. Nel Nord Adriatico reti idrica ed elettrica si integrarono tramite convenzioni che alimentarono impianti di sollevamento e derivazioni irrigue, modellando tracciati di canali, opere di presa e impianto agrario di cui oggi si leggono ancora le impronte.

Il 2100 riprogramma quella logica: l'assetto diventa adattivo e distribuito. Sistemi decentralizzati producono e gestiscono in prossimità l'energia per servizi idraulici e usi civili; la dorsale regionale resta spenta nell'ordinario e si attiva solo in emergenza per fornire spinta di potenza e garantire la continuità dei carichi critici, sollevamenti principali, sanità, comunicazioni.

La contabilità energetica di bacino entra stabilmente nel governo delle acque: i *pixel* in surplus alimentano accumuli e pompaggi mirati; quelli in deficit program-

mano prelievi puntuali. Nella quotidianità prevale un assetto distribuito e decarbonizzato: fotovoltaico diffuso su tetti e coperture agricole, bioenergie da cedui a corta rotazione e filiere agro-forestali locali; già nei primi decenni del XXI secolo le statistiche regionali restituivano il “pulviscolo” fotovoltaico e la resilienza del micro/piccolo idroelettrico alpino-pedemontano, anticipando l'assetto odierno della maglia distribuita (Terna, 2020). Le comunità energetiche⁴ di bacino regolano scambi e priorità energetiche e idrauliche, in coerenza con gli indirizzi europei su autoconsumo collettivo e reti intelligenti.

Al cuore della trasformazione c'è la rotazione idrico-culturale. Il calendario non è più univoco ma per *pixel*: stagioni “bagnate”, in cui campi deliberatamente allagati ospitano colture alofile – salicornia, bieta da coste selezionata, cereali tolleranti – che assorbono sale e nutrienti e contribuiscono a desalinizzare naturalmente i suoli; stagioni “asciutte”, ottenute con gestione del livello idrico mediante valvole e micropompe a bassa prevalenza per favorire l'avvicendamento con colture meno tolleranti o con turni di ceduo energetico. Così il campo, dopo l'azione biologica delle alofite, rientra nella rotazione senza forzare la falda né inseguire un'improbabile bonifica integrale permanente.

La trama agraria cambia spesso e cromia. Laddove l'intrusione salina rende i suoli marginali, si adottano alofite e parenti selvatici di colture note (*Salicornia procumbens*, *Beta vulgaris subsp. maritima*, *Crithmum maritimum*,

Salsola soda, *Atriplex*); lungo i canali d'acqua dolce sopravvivono orti pensili e giardini galleggianti che sfruttano acque di scolo lucidate da fitodepurazione naturale. Nei campi leggermente rialzati crescono cedui a corta rotazione – pioppi, salici – destinati a cippato e bioprodotto, con filari che funzionano da frangivento e trappole per aerosol salini.

Nelle porzioni più depresse, attorno a –2 m s.l.m., dove quota e salinità non consentono più conversioni produttive senza costi insostenibili, ampie superfici sono affidate alla vegetazione palustre come serbatoi di carbonio: zone umide permanenti e prati salmastri che sequestrano CO₂, riducono nutrienti e offrono habitat, agendo da cuscinetti ecologici e idraulici tra *pixel* produttivi e canali maggiori (Bevilacqua, 2002).

Lo scenario seleziona, fra alternative possibili⁵, ciò che massimizza il rapporto costi-benefici: ad esempio, è meno oneroso mantenere in stand-by i grandi impianti di produzione energetica come riserva di potenza, piuttosto che riconvertire integralmente l'intera rete; allo stesso modo, spegnere alcune idrovore e riconfigurare il paesaggio agrario (introducendo *pixel* umidi, alofite e serbatoi di carbonio) consente di ridirezionare l'energia verso funzioni prioritarie, come i polder urbani e i loro servizi essenziali.

La vita quotidiana si plasma su questa geografia anfibia. Tra i meandri si riconosce una costellazione di case sparse: molte, in quota negativa, sono state lasciate all'acqua; i tetti emergono

⁴ Le comunità energetiche sono forme di cooperazione locale introdotte a livello europeo dalla Direttiva 2018/2001/UE (RED II), che riconosce ai cittadini, alle imprese e alle autorità locali la possibilità di organizzarsi per produrre, consumare, condividere e vendere energia rinnovabile. In Italia sono state recepite con il D.Lgs. 199/2021 e ulteriormente sviluppate con il D.M. 414/2023, favorendo l'autoconsumo collettivo e l'integrazione con reti intelligenti (smart grids).

⁵ Si fa riferimento alle strategie di Resistenza, Adattamento e Abbandono, discusse precedentemente in questo capitolo.

6 Il concetto di *nexus* acqua-energia-cibo (Water-Energy-Food Nexus) è emerso a livello internazionale a partire dal 2011, con la conferenza di Bonn, come quadro integrato per comprendere le interdipendenze tra uso delle risorse idriche, produzione agricola e sistemi energetici. Si veda l'introduzione di questa tesi.

come galleggianti fissi da una matrice salmastra, i muri portano l'alone bruno del sale e le gole d'ombra ospitano nidi di sterna e beccaccia. Altre case, su piccoli dossi, hanno abbandonato il piano terra: le cucine sono diventate magazzini umidi o vasche di fitodepurazione, mentre la vita si svolge ai piani superiori, collegati da passerelle lignee a pontili domestici. In molte corti rurali recuperate, i piani terra sono permeabili all'acqua: telai in legno e murature alleggerite, porticati trasformati in setti filtranti; sopra il livello di massima invasione si aprono i locali di vita, con loggettoia che ospitano fotovoltaico e vasche di raccolta piovana. La materialità è sobria: legni trattati in olio, laterizi a vista, reti di canapa e acciaio zincato; i dettagli parlano di manutenzione lenta e di adattamento ordinario. La mobilità segue la nuova idraulica. I vecchi fossi sono stati scavati e raccordati in canali navigabili a tirante costante, con segnaletica su palificazioni e incroci protetti.

Gli approdi domestici sono bracci con bitte e corrimani; gli scali di quartiere nascono in corrispondenza delle dilatazioni meandriformi, dove compaiono piattaforme ormeggiate che il sabato diventano piazze-mercato. Le dorsali storiche – argini maestri e capezzagne – sono state rialzate con la terra di riporto proveniente dallo scavo e dall'allargamento dei fossi, creando continuità ciclopedonali tra *pixel* agricoli, scali-mercato e *polder* urbani. La rete su gomma è ridotta all'essenziale: restano attive solo le strade principali per trasporto pubblico e servizi;

le secondarie terminano in spiazzi d'imbarco dove i bus incontrano le navette d'acqua.

Il mercato sull'acqua è un rito. Oltre a ortaggi salini, molluschi d'acqua dolce e salmastra, conserve di salicornia e biomassa cippata, qui si scambia energia: voucher di kWh prodotti e non consumati sono ribaltati nella rete cooperativa di bacino; i *pixel* con surplus energetico cedono capacità di pompaggio serale ai vicini; i *pixel* con debito salino acquistano "tempi di macchina" nelle finestre concordate. È un'economia minuta e relazionale, più vicina alla cura che alla contabilità industriale.

Prima della svolta anfibia, i suoli limoso-argillosi della gronda perilagunare sostenevano grandi seminativi irrigui – mais, frumenti autunno-vernini, soia – in tessere regolari; sui dossi sabbiosi e cordoni litoranei, più franchi al drenaggio, si concentravano orticole e colture specialistiche in rotazione.

La produttività dipendeva dalla macchina di scolo e dalla gestione della falda: un nesso acqua-energia-cibo⁶ strutturale che oggi si rilegge in chiave adattiva. Con l'innalzamento del livello marino, le acque di intrusione hanno spinto in risalita la salinità nei suoli densi, mentre la subsidenza ha reso fragili le quote negative: la risposta non è stata una difesa "sempre e comunque", ma una riprogrammazione dei tempi dell'acqua e delle colture.

Dal 2023 le prove in mesocosmi su suoli limoso-argillosi soggetti a salinizzazione hanno fornito la base protocollare: soglie di conducibilità per l'attivazione,

tempi di drenaggio per il lavaggio post-evento, combinazione tra drenaggio passivo e gestione attiva con micropompe. Gli esiti hanno confermato che un lavaggio mirato e tardivo, dopo la massima ritenzione utile, riduce l'accumulo salino nei pori fini e stabilizza la fertilità funzionale; di qui la regola progettuale: ogni *pixel* con pacchetto idraulico autonomo, valvole di non ritorno, micropompa sommersa a bassa prevalenza, accumulo elettrico locale, per governare scambi tra reticolo minore e trama madre senza saturare i bacini principali. Il "vivo" del paesaggio si legge negli interstizi: canneti, lame d'acqua e vasche salmastre per acquacoltura estensiva sostituiscono l'uniformità dei campi; tagli ragionati dei cedui massimizzano sequestro di carbonio e qualità dell'habitat.

Case abbandonate diventano scogliere di muratura e trespolti d'avifauna; il paesaggio sonoro è rarefatto – acqua contro palificazioni, fruscio nei cedui, motori elettrici a giri ridotti. Nei giorni di scirocco la frontiera terra-acqua si allarga, i prati salmastri accolgono l'invaso e lo restituiscono lentamente attraverso sifoni e micropompe; nei giorni di bora i piani terra lasciati all'acqua diventano specchi protetti, e nelle canicole estive gli invasi rilasciano gradualmente per sostenere il bilancio dei *polder* urbani.

Ai margini del sistema anfibio emergono nuclei urbani compressi e protetti in *polder* selettivi. L'anello non è un muro ma una fascia di fitodepurazione profonda 100–150 m che riceve il drenaggio urbano e lo restituisce a valle dopo ritenzione

e lucidatura biologica. Dentro, l'urbano è denso e tecnico: piani terra rialzati, pilotis di servizio, corti-bacini per la prima ritenzione, tetti intensivi con serre leggere e fotovoltaico; gli accessi carrabili sono ridotti; il bordo *polder* è filtro ecologico e passeggiata pubblica che mette in scena il passaggio tra città e piana d'acqua (Lefebvre, 1991). Il rapporto città-campagna si inverte: la città commissiona alla campagna servizi idraulici – invaso programmato, ritenzione, attenuazione dei picchi – oltre a cibo ed energia, remunerando pratiche che prima erano esternalità invisibili.

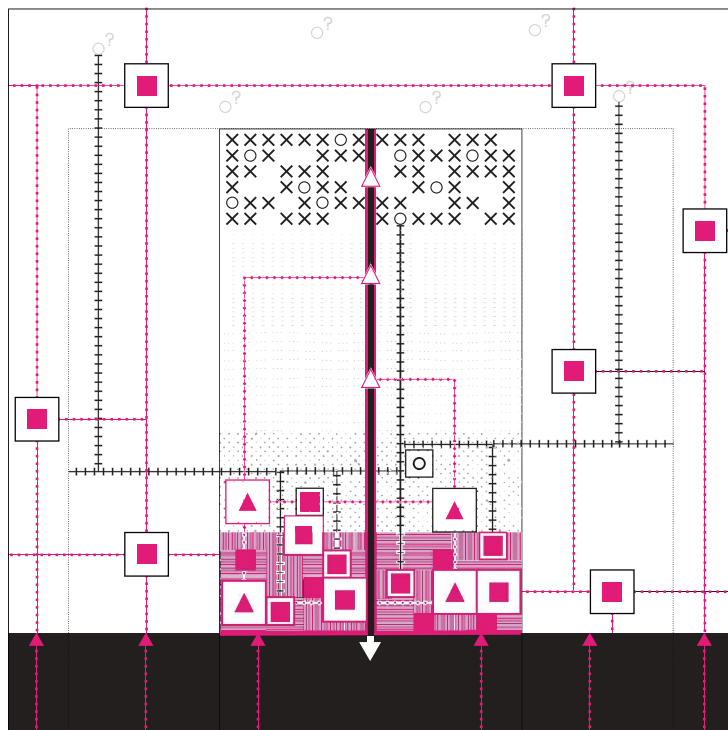
La notte rende visibile l'infrastruttura distribuita: luci puntiformi costellano i canali; l'elettricità eccedente di un *pixel* alimenta la micropompa del vicino; la barca cooperativa scambia accumulatori ricaricati secondo un giro prestabilito; la dorsale regionale è in ascolto per supporto di frequenza e potenza solo quando l'idraulica di bacino o la domanda urbana lo richiedono. In pianta, la griglia delle bonifiche integrali appare piegata dai meandri; in sezione, la falda pulsa con la marea; tra quota zero e i dossi agrari si alternano vasche produttive e zone umide per il carbonio.

Non è un'Arcadia: casali sventrati, pompe musealizzate, strade bianche troncate da nuovi canali, pali di vecchie linee elettriche divenuti trespolti d'avifauna. Ma la dipendenza dal sollevamento meccanico è stata trasformata in virtù distributiva: poco ovunque anziché molto in pochi luoghi. La sicurezza idraulica non è invulnerabilità: è qualità adattiva,

prodotta quotidianamente da molti attori e da molte piccole macchine. Al tramonto, quando la luce piega sulle acque basse e i meandri si infiammano, si capisce la logica del 2100: una co-produzione di terra e acqua, città e campagna, tecnica e vite, è un patto quotidiano con l'instabilità."

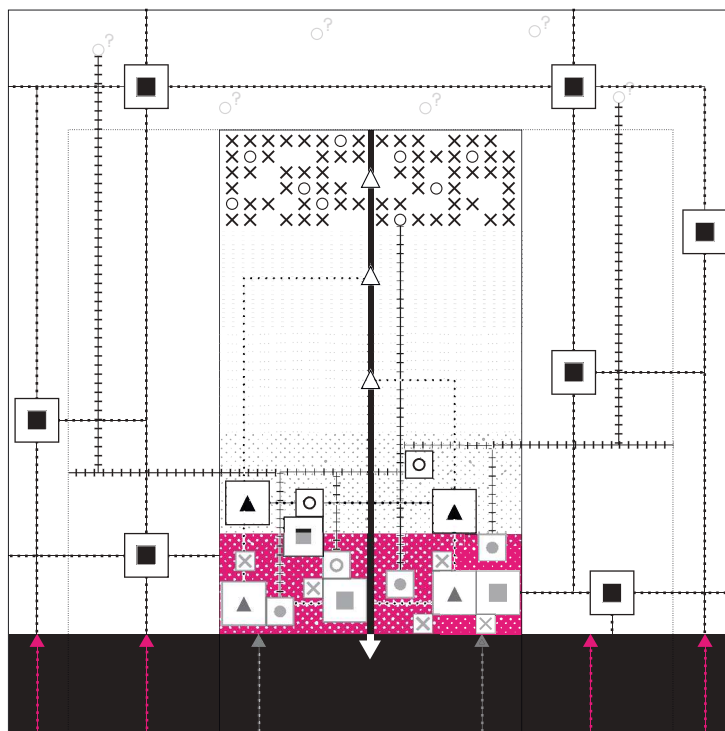
Qui terminava il racconto. Rileggerlo oggi, dal nostro presente di barriere mobili e ritirate disordinate, lascia un sapore amaro. Non descriveva un'utopia irraggiungibile; si aggiungeva semplicemente alla lunga genealogia di visioni per questi territori tra terra e acqua. Come i tanti progetti del passato, anche questo era destinato a sedimentarsi non nel paesaggio, ma nell'archivio dei futuri possibili, un'altra testimonianza delle strade immaginate e mai intraprese.

Scenario Resistenza



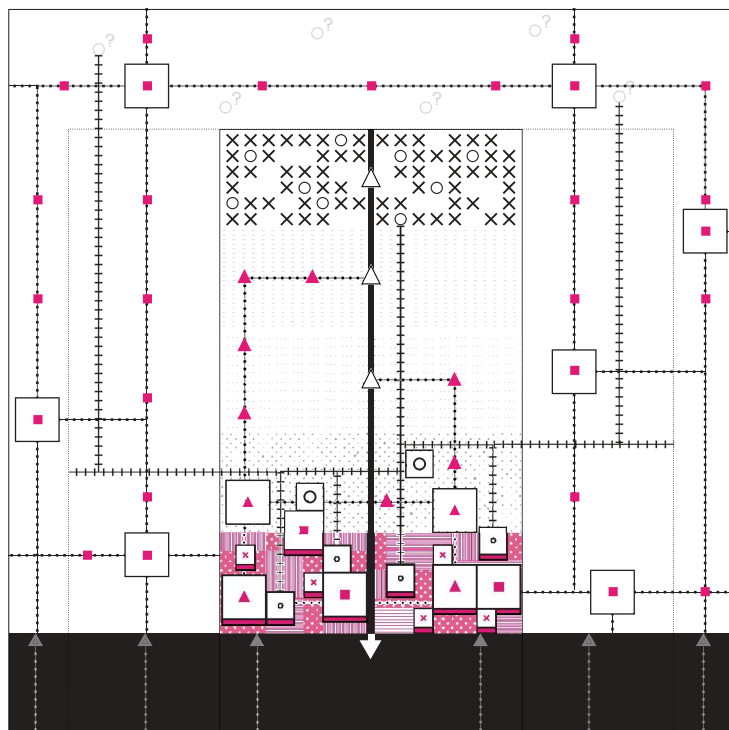
Il sistema di resistenza mantiene l'attuale modello energetico e agricolo: le colture restano quelle tradizionali grazie alla presenza di sistemi di desalinizzazione e le reti fossili continuano a sostenere il territorio. Argini rialzati lungo la costa e a difesa dei nuclei urbani più esposti garantiscono la continuità insediativa e produttiva, senza modificare la scala globale della dipendenza dai combustibili fossili.

Scenario Abbandono



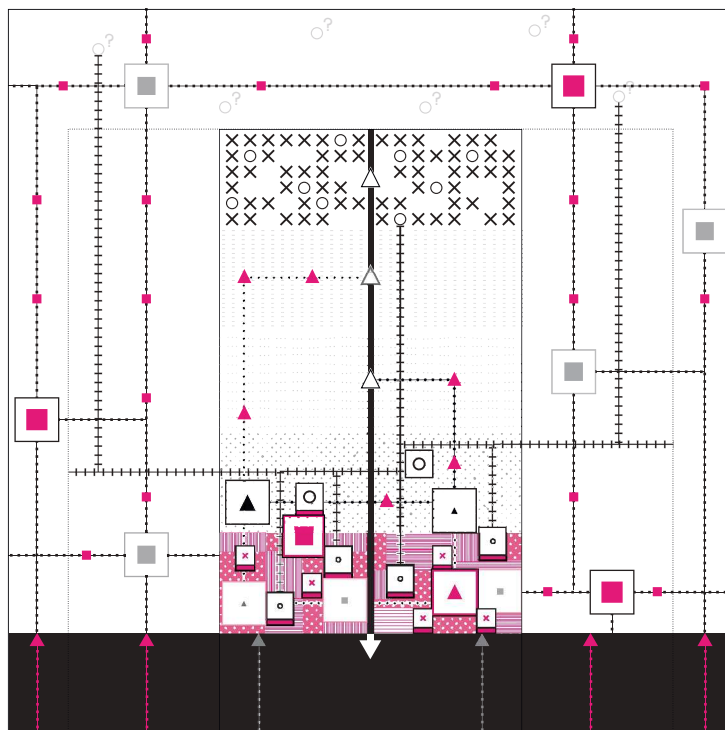
Lo scenario di abbandono prevede lo spegnimento progressivo delle pompe idrovore e la conseguente riconsegna dei suoli all'acqua. Le terre agricole si trasformano in zone umide non produttive, capaci di ospitare nuova biodiversità ma non più economie agrarie. Abitazioni e insediamenti vengono dismessi, costringendo le comunità a spostarsi altrove.

Scenario Adattamento

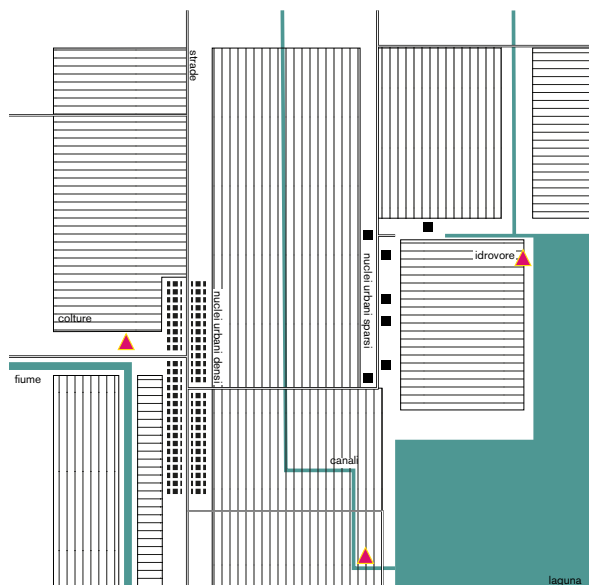


Nello scenario di adattamento si mettono in campo dispositivi che conciliano permanenza umana e fragilità ambientale. I sistemi agricoli evolvono verso colture tolleranti alla salinità e resilienti al cambiamento climatico; la rete energetica si decentralizza, basandosi su fonti rinnovabili, come la biomassa, prodotte localmente.

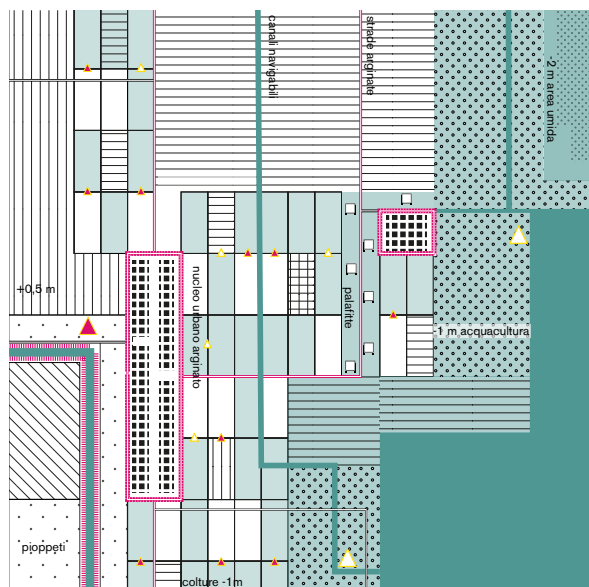
Scenario Ibrido: Territorio Pixel



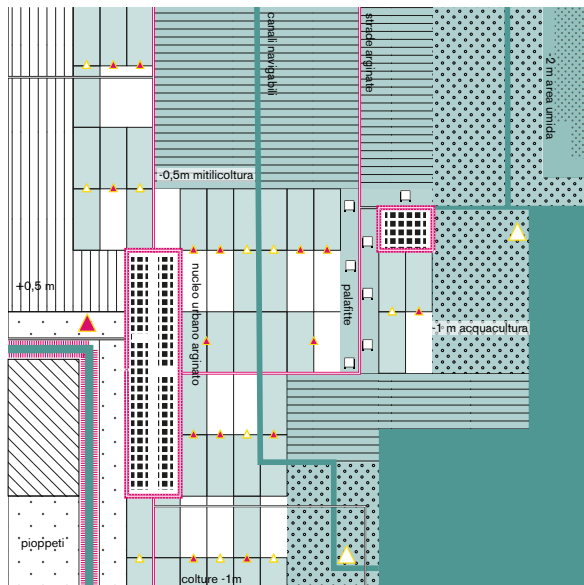
Lo scenario ibrido dei territori-pixel combina le tre strategie: i nuclei urbani densi resistono grazie ad argini e pompe come nei polder olandesi; le aree agricole si diversificano secondo i microrilievi, alternando colture adattate all'acqua salmastra, zone umide che agiscono da pozzi di carbonio e bacini per mitilicoltura e pesca; la città diffusa si trasforma in un arcipelago di case-palafitta collegate da strade rialzate e nuovi canali navigabili.



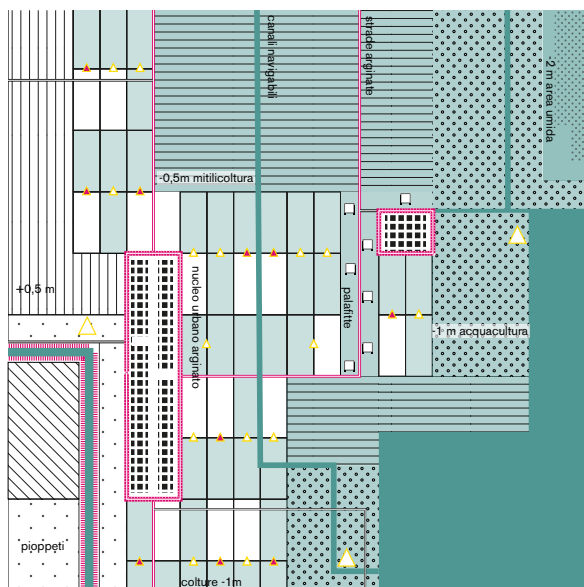
2025. Il territorio è caratterizzato da nuclei urbani densi e sparsi, il paesaggio che lo circonda è prevalentemente agricolo. Viene mantenuto asciutto dall'impiego delle idrovore.



2040. Il territorio inizia a modificarsi partendo dalle quote più basse di -2 e -1 m sul livello del mare, i primi interventi riguardano lo scavo dei fossi per rendere i canali navigabili,

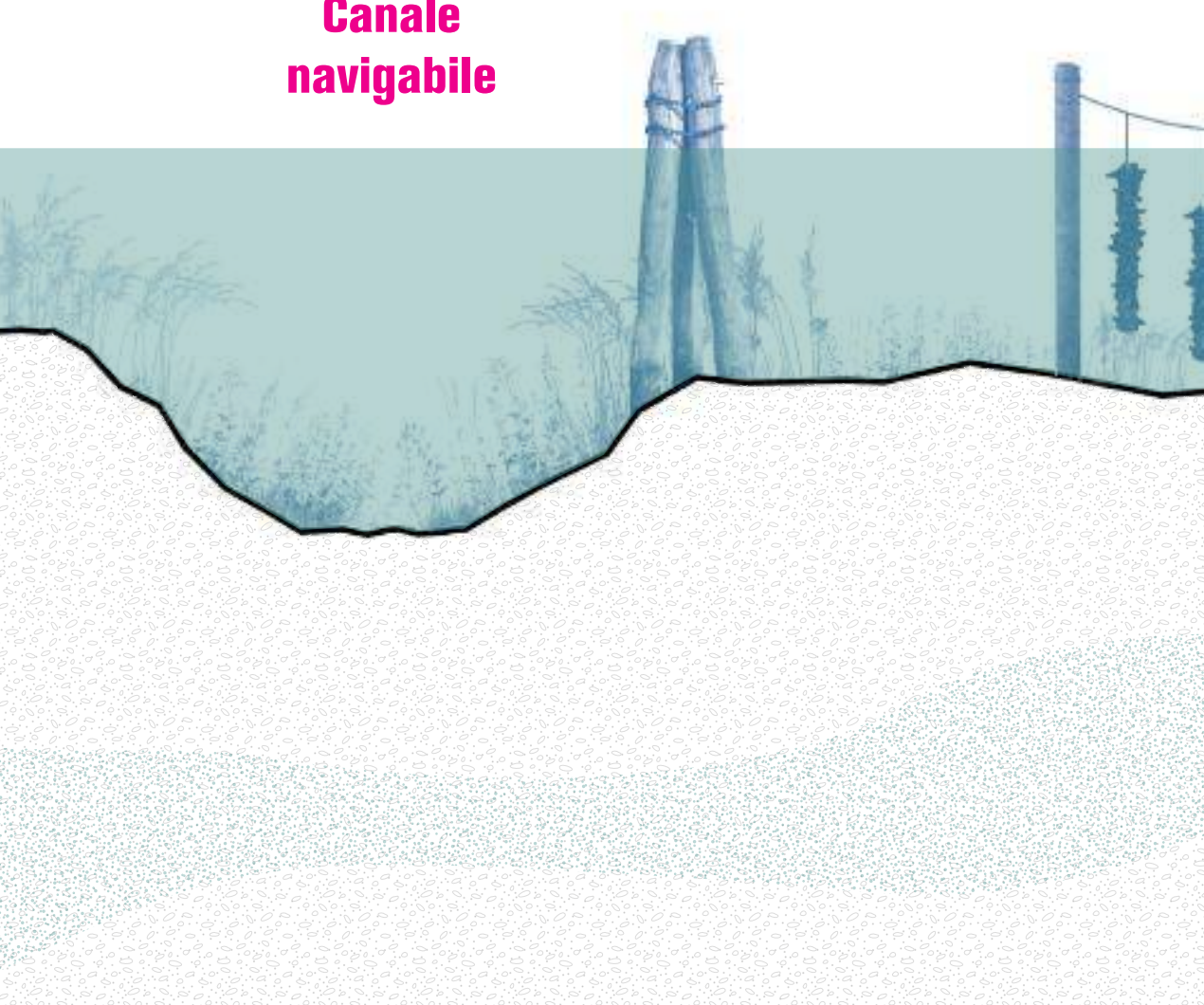


2100. Il territorio pixel. Il palinsesto del passato è stato convertito per rispondere alle sfide poste dal cambiamento climatico e della neutralità energetica. In questa immagine si vede il grande impianto idrovoro del '900 attivo per rispondere ad una situazione estrema e proteggere oltre agli argini del polder il centro urbano

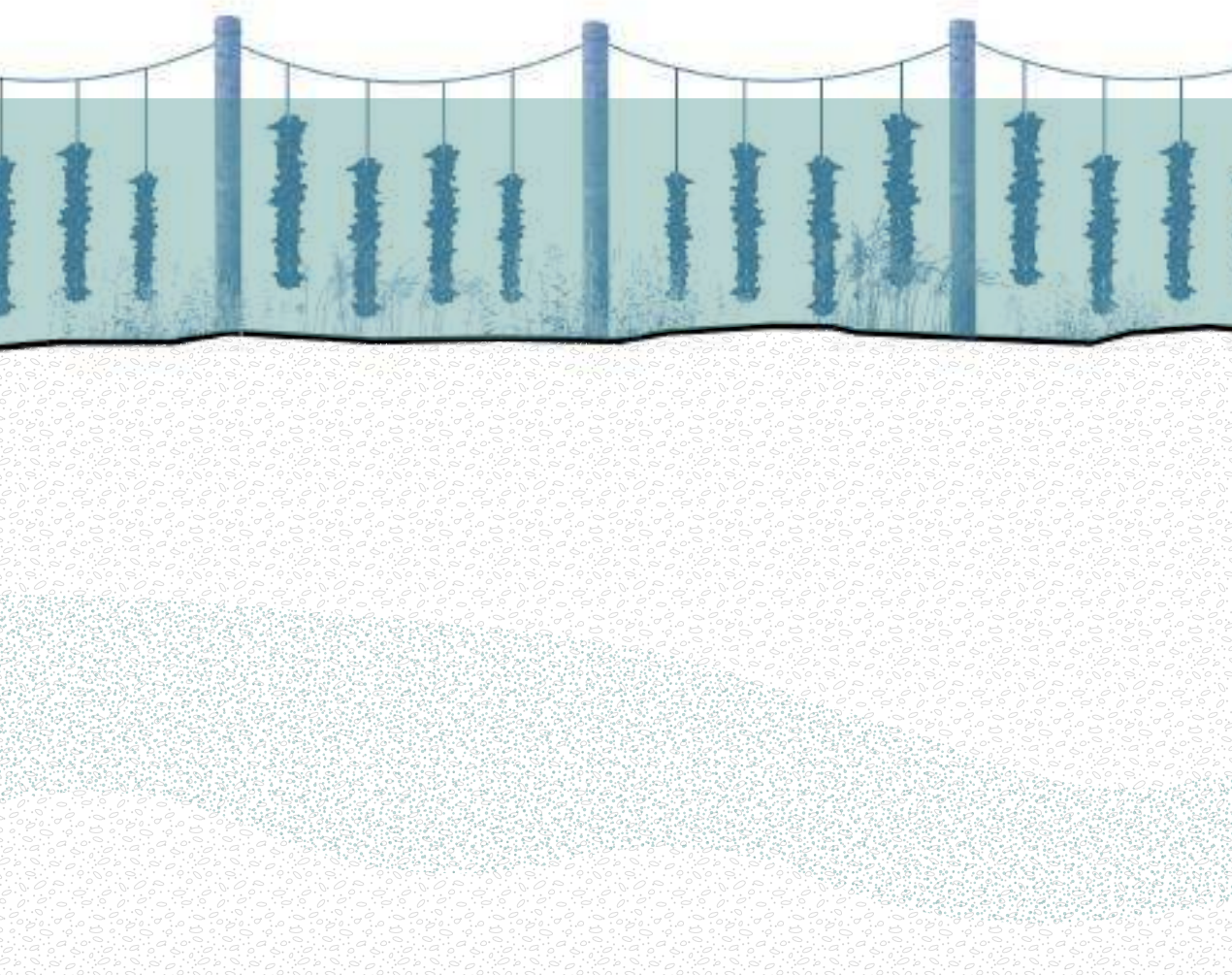


2100. Il territorio pixel. Questa immagine mette in evidenza la possibilità di rotazione dei campi allagabili, che si alternano rispetto all'immagine precedente.

Canale navigabile

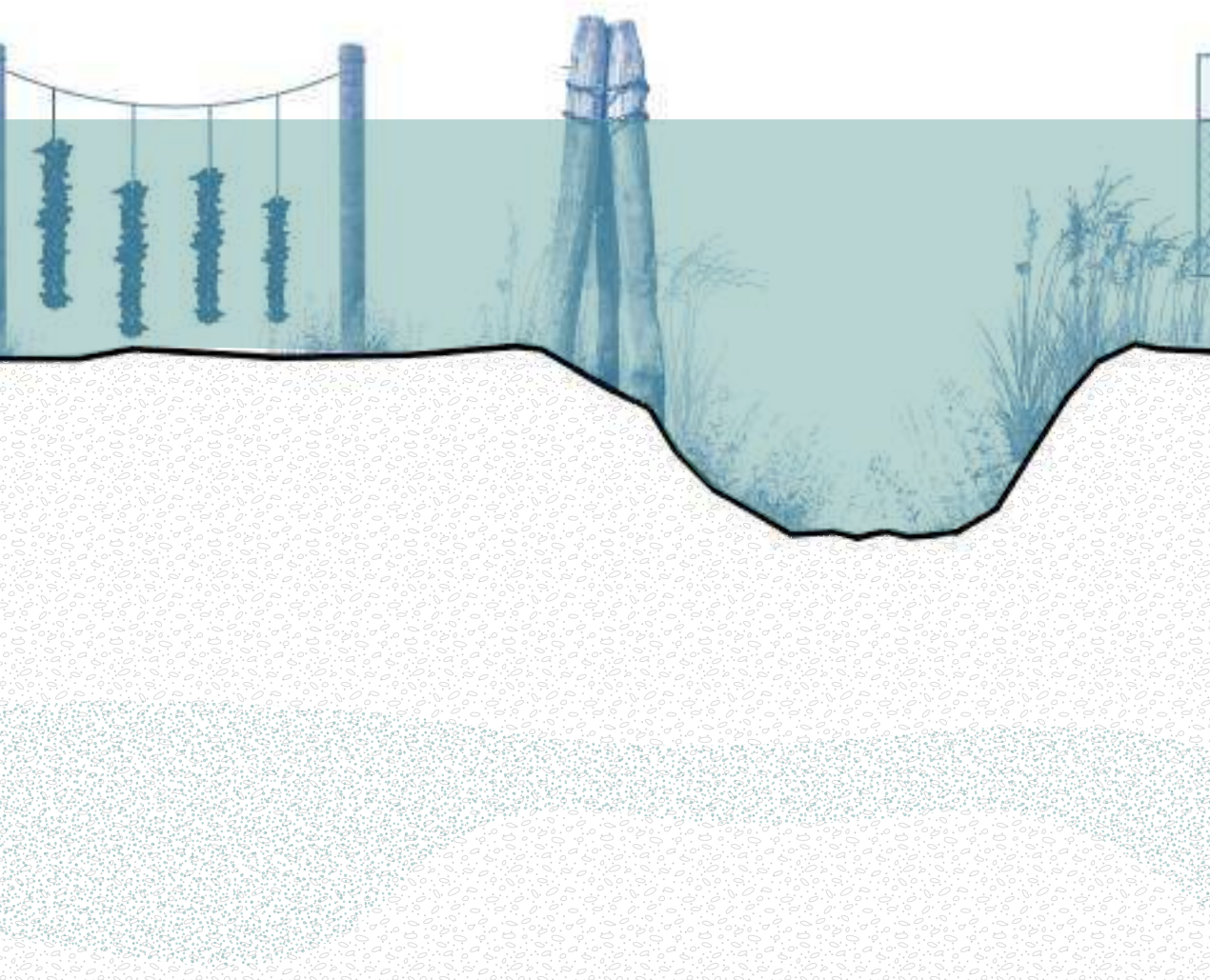


**- 50 cm
mitilicoltura**

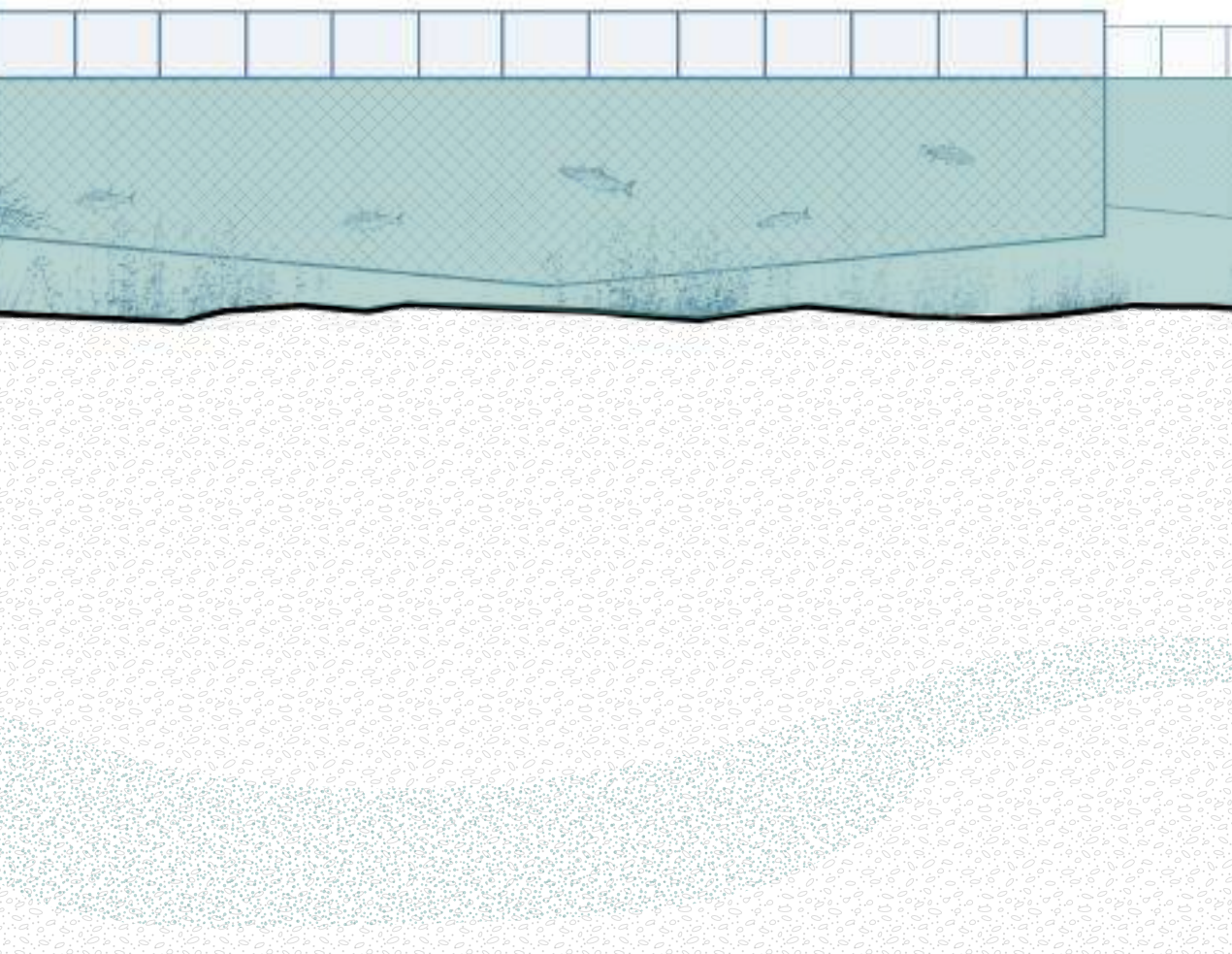


**Canale
navigabile**

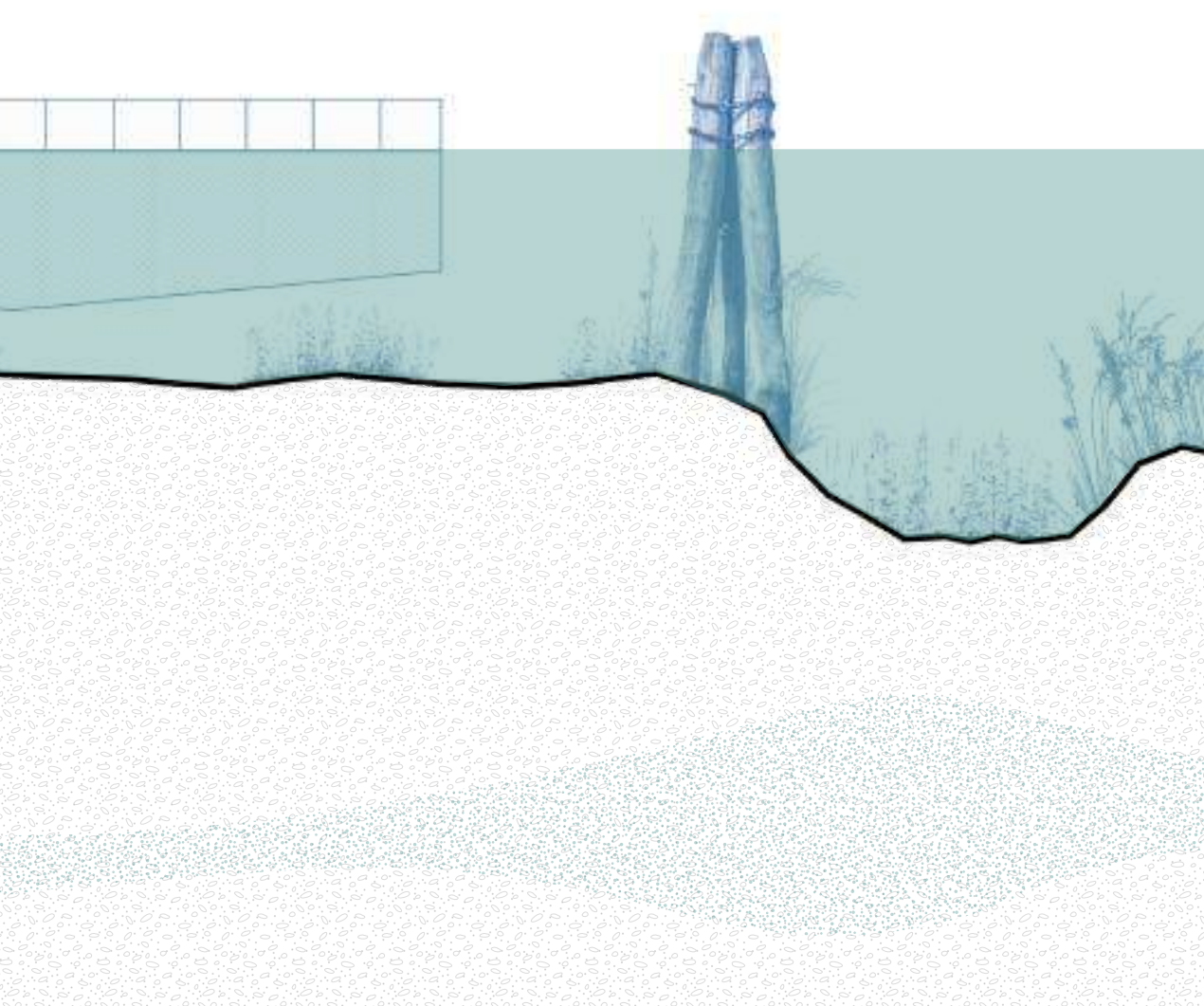
**- 50 cm
mitilicoltura**



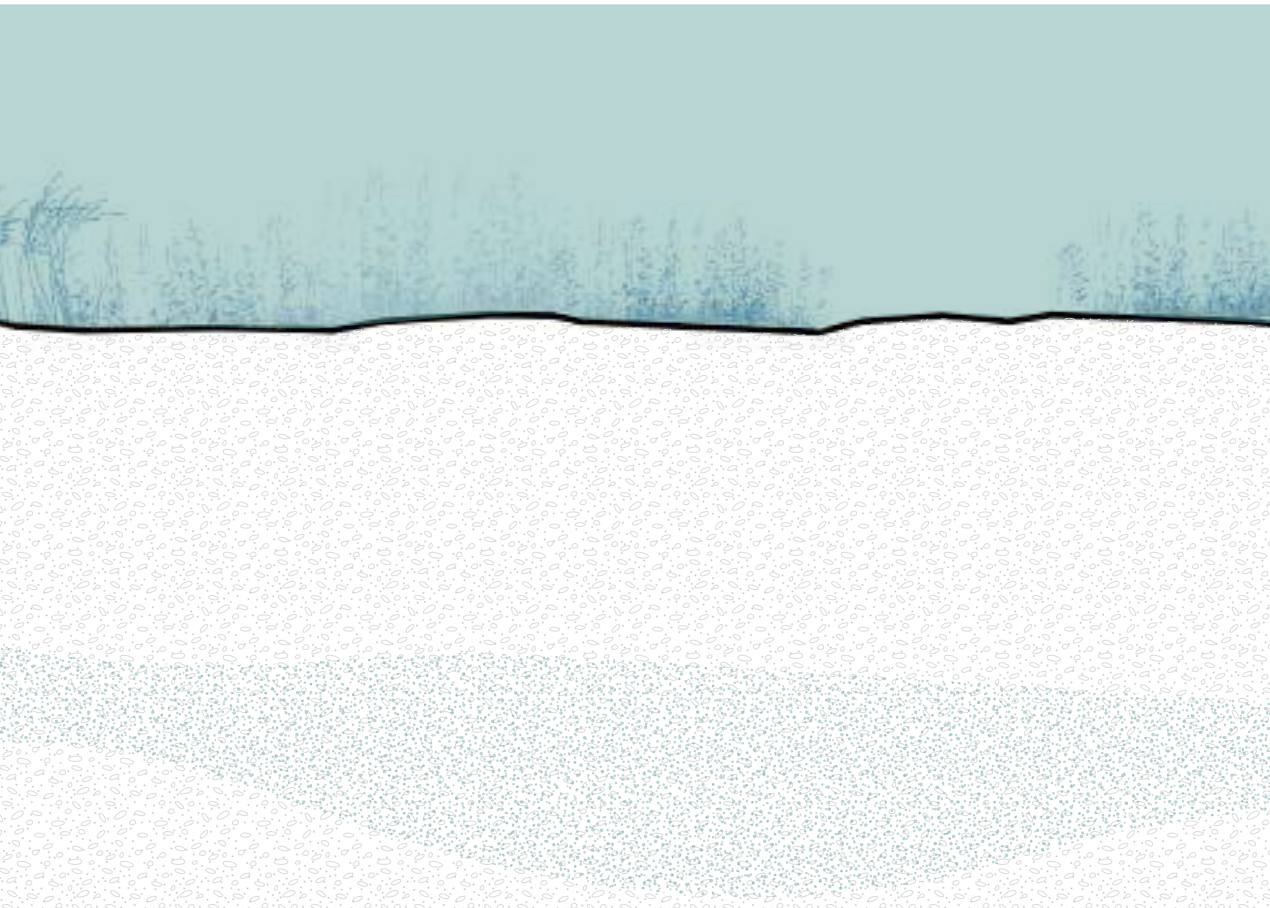
- 100 cm
acquacoltura



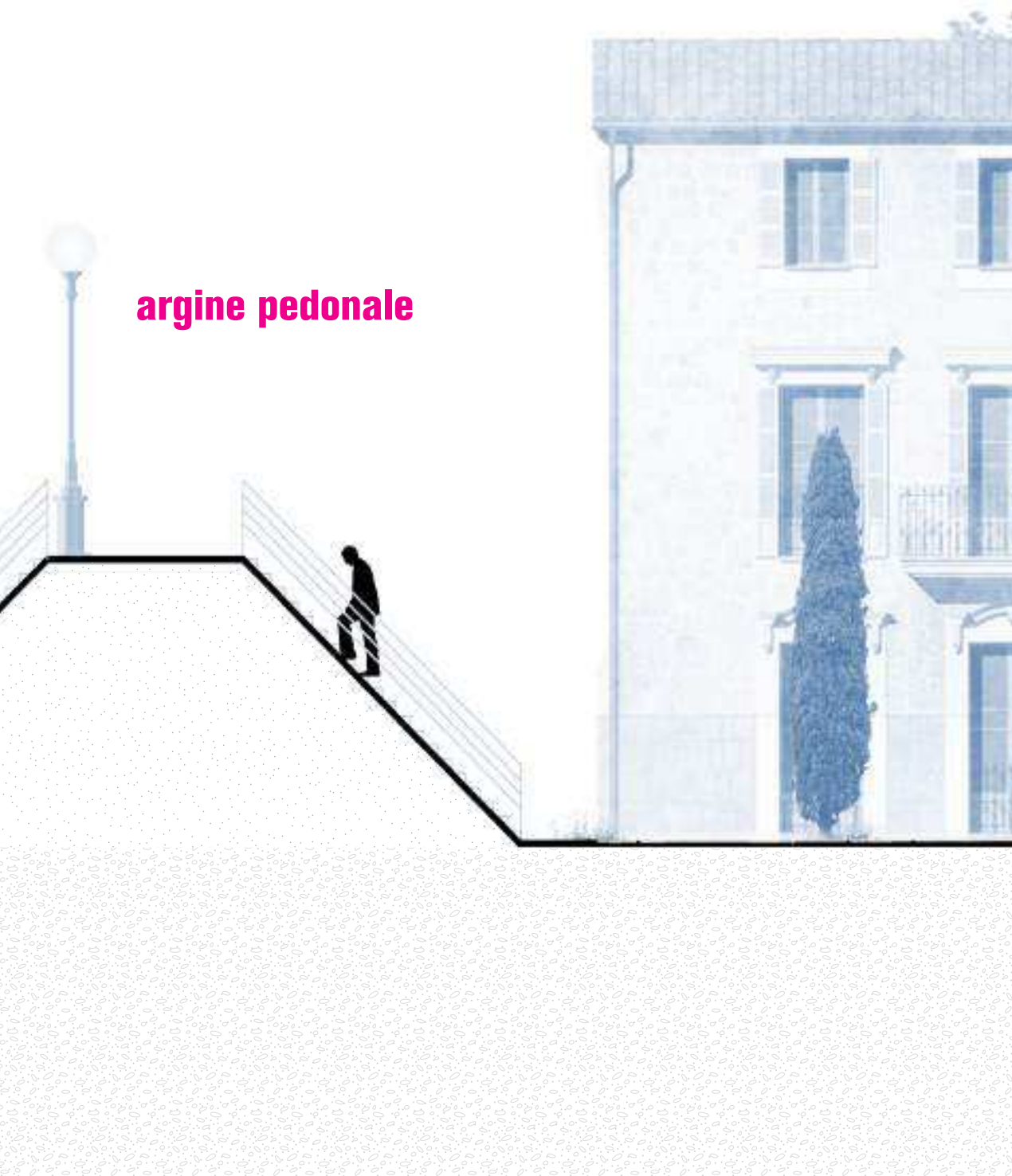
- 100 cm
acquacoltura



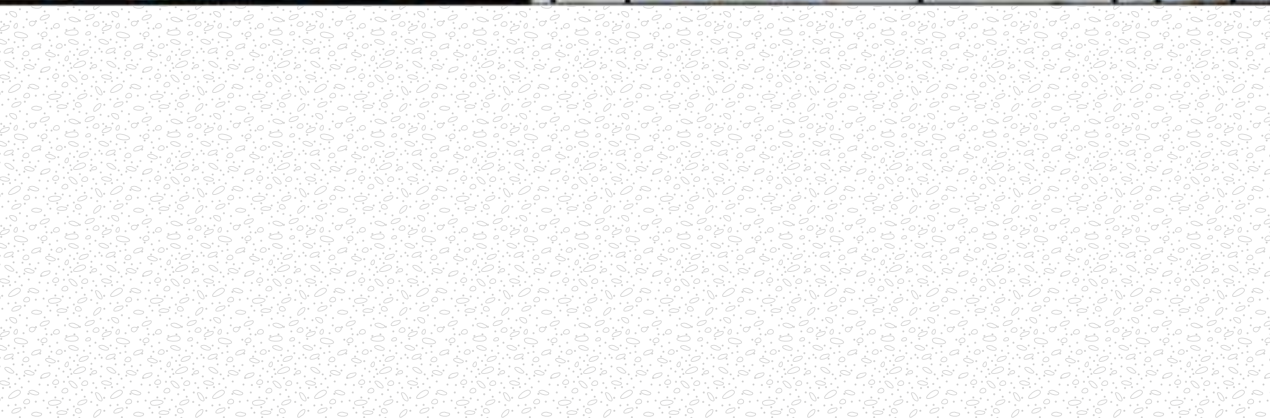
**- 150 cm
palude**



argine pedonale



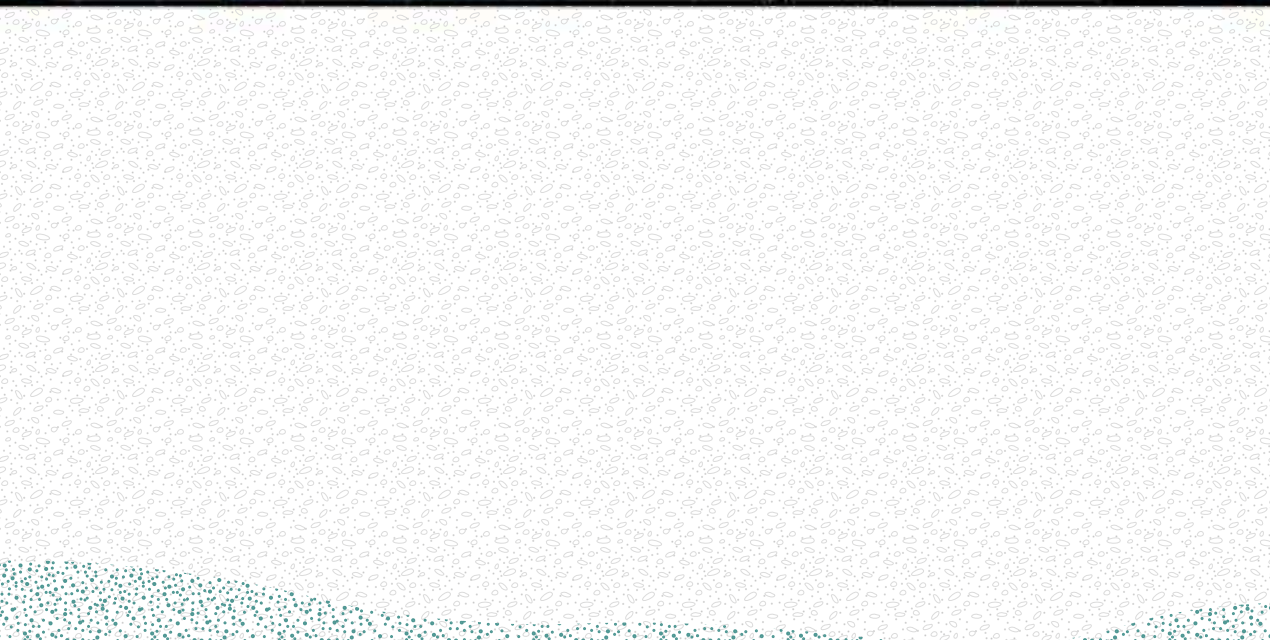
**nucleo urbano
denso**

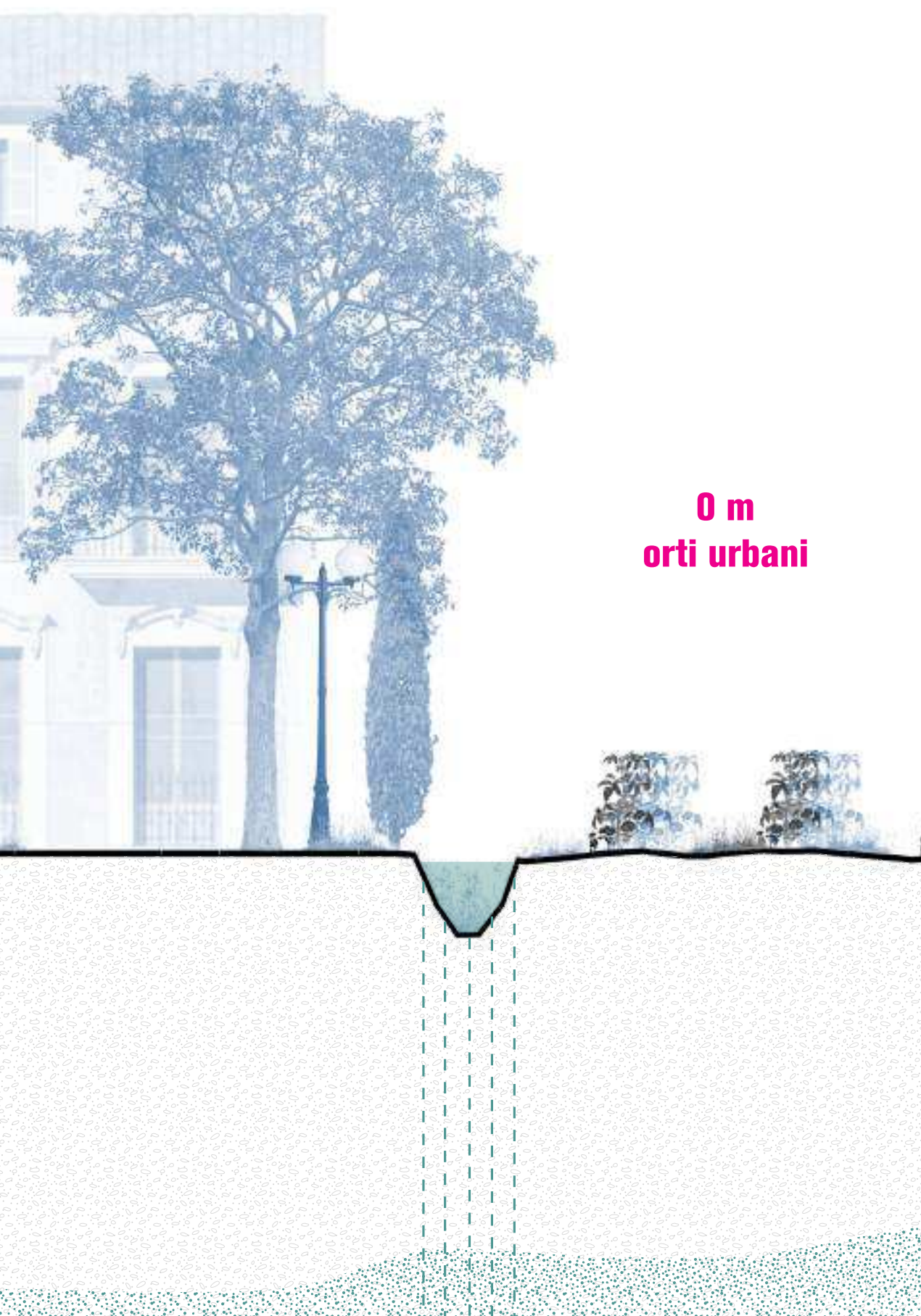




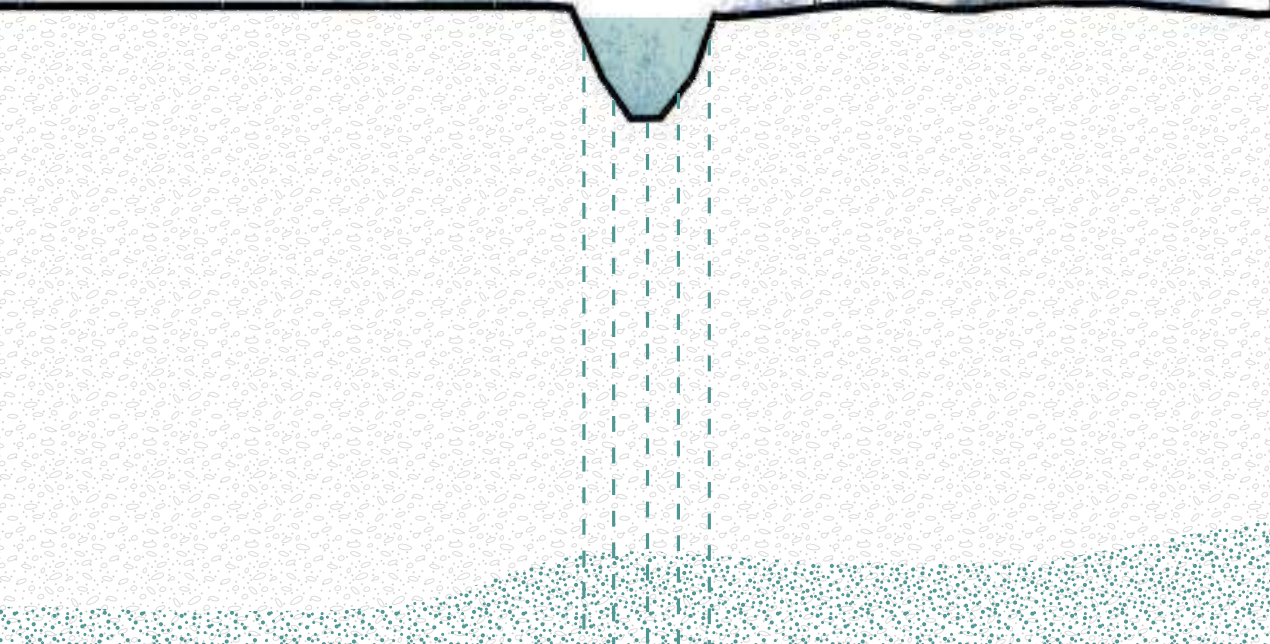
**nucleo urbano
denso**



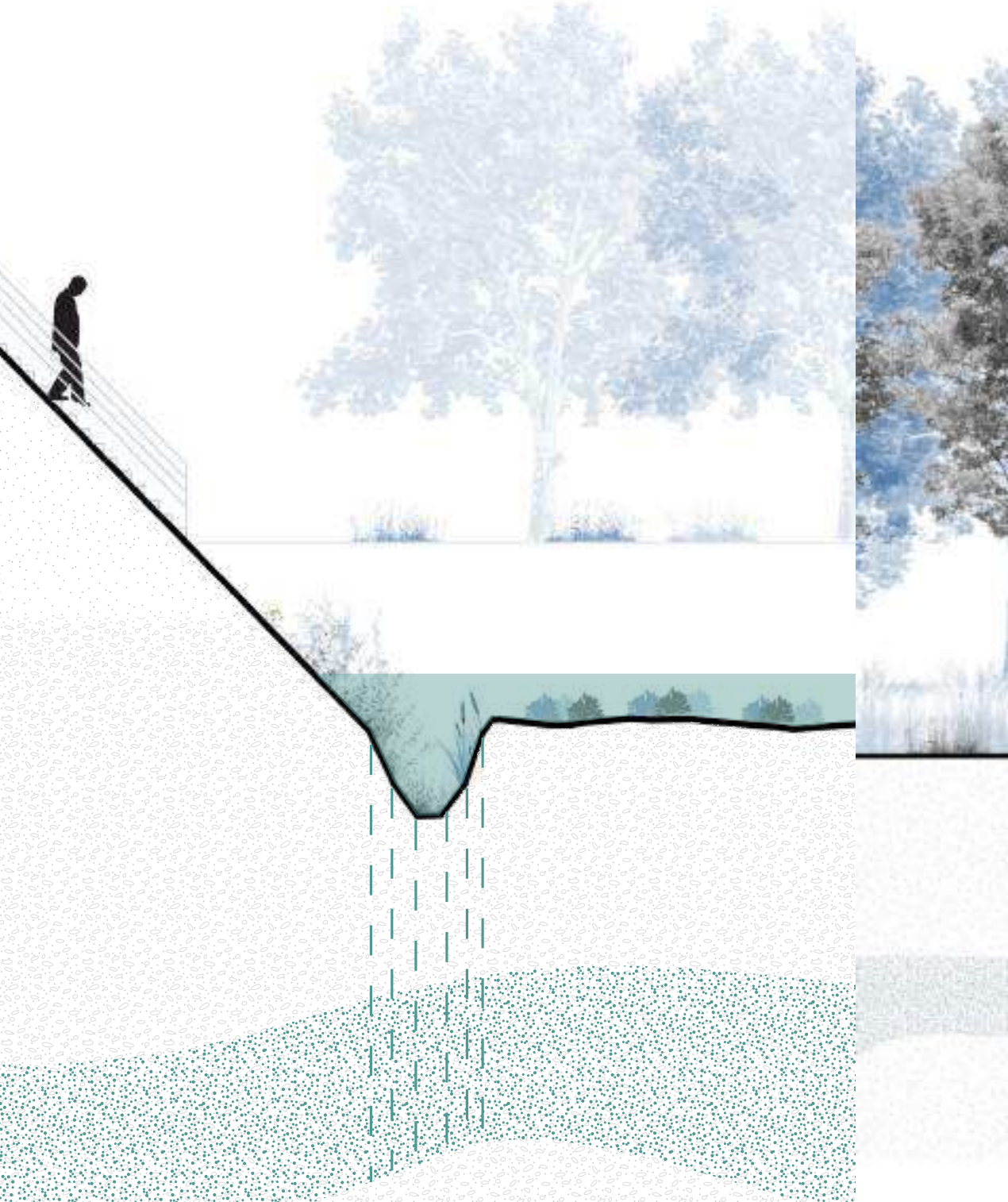


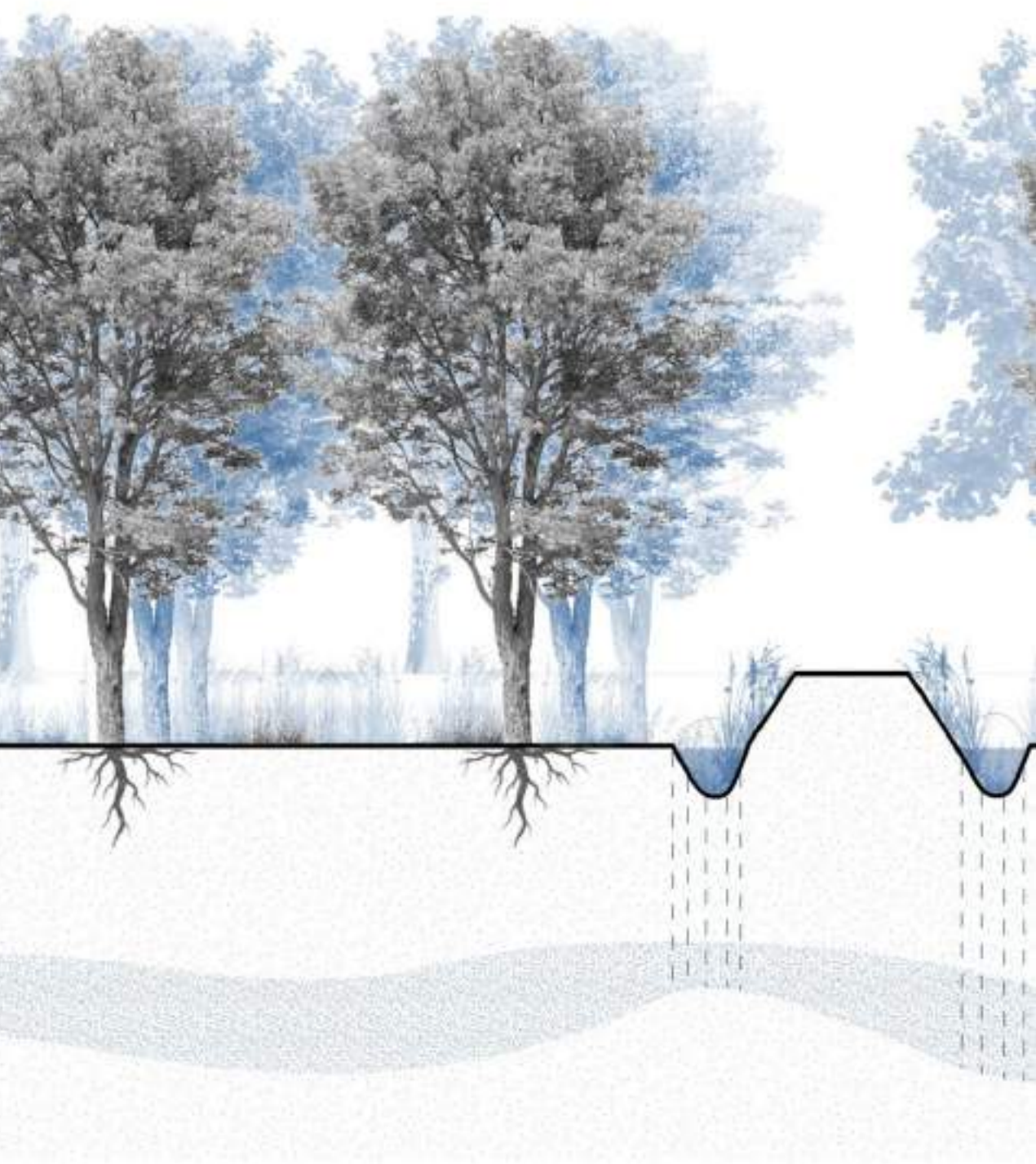


0 m
orti urbani



-1m
coltivazioni
biomassa



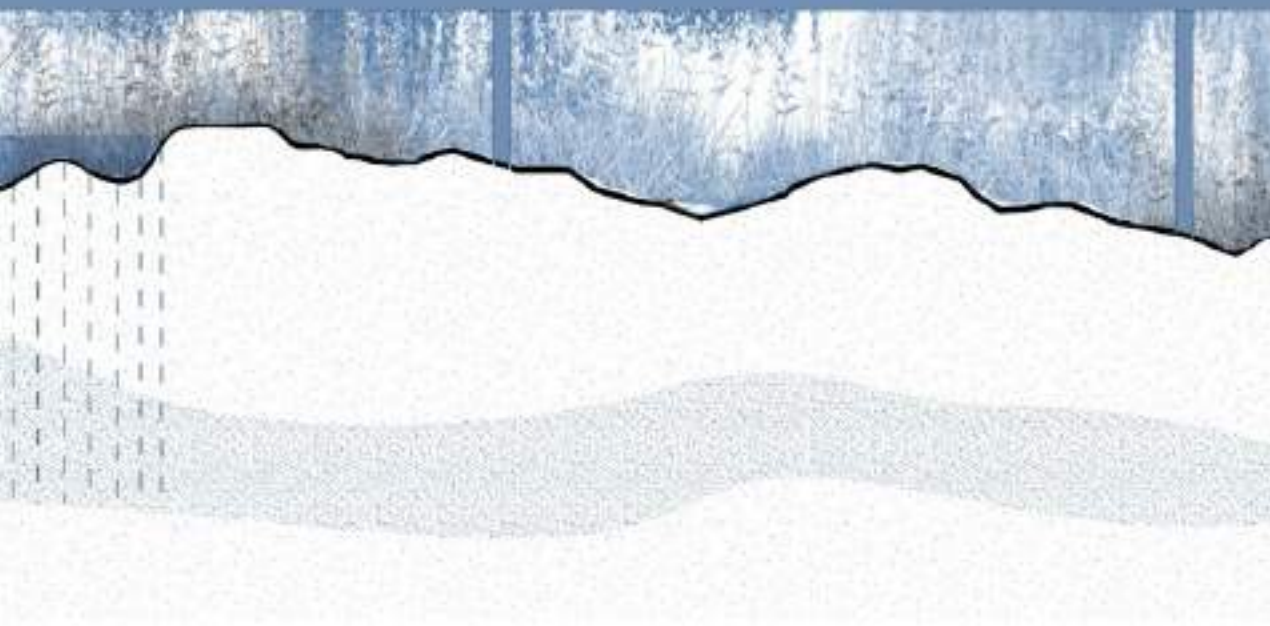


**-1 m
pioppeti**

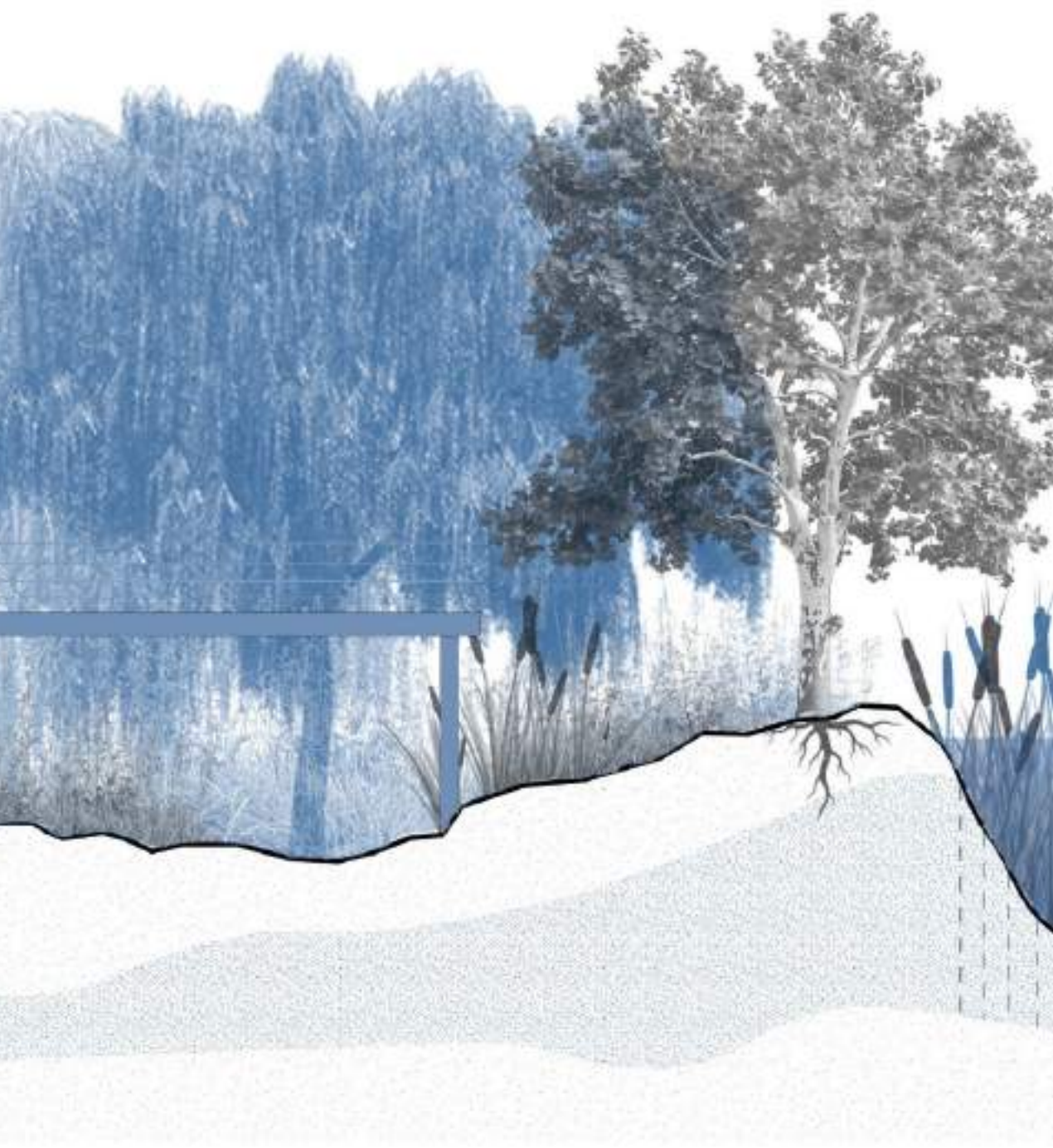
Scenari e Microstorie

290

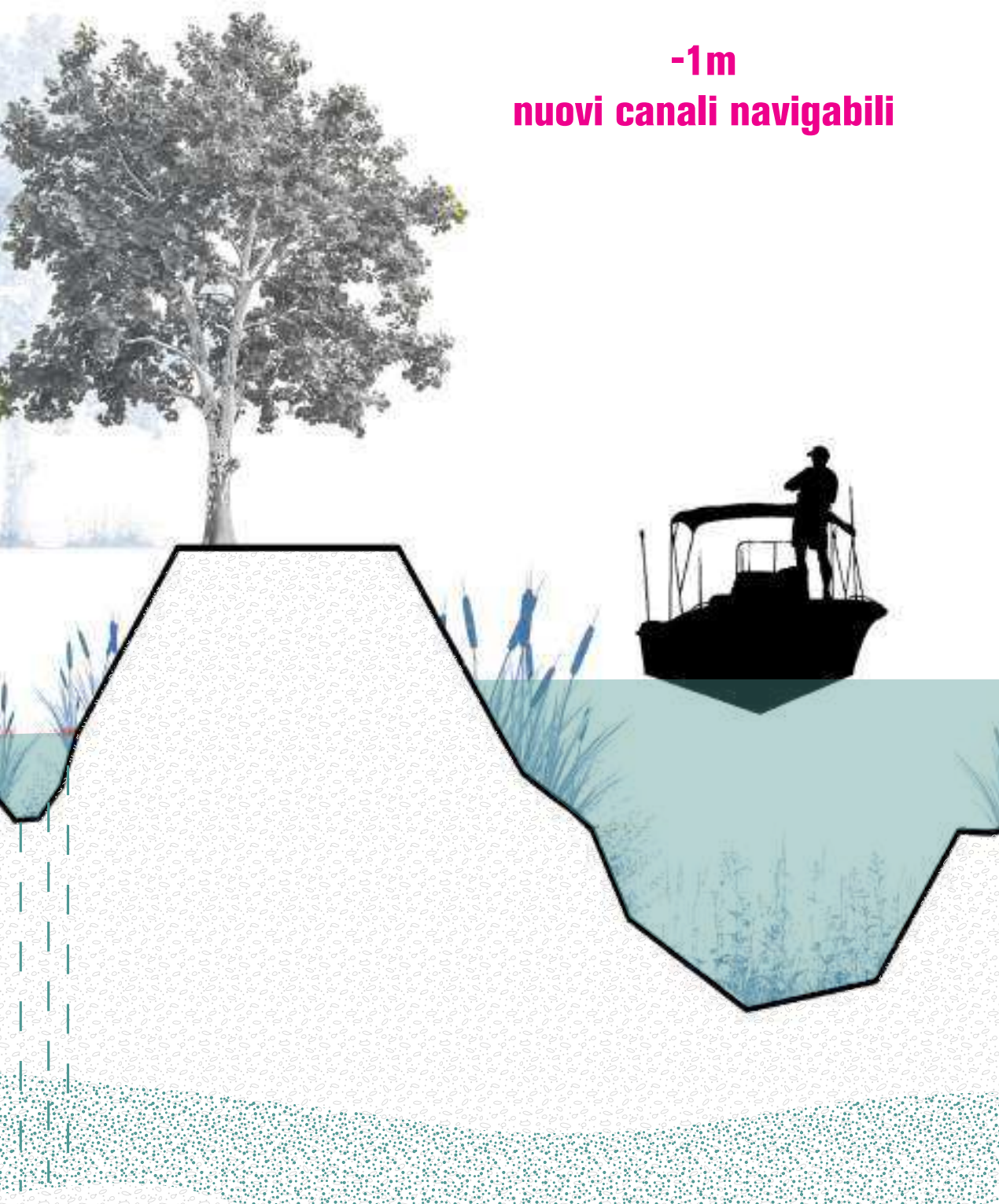
Cap. 4

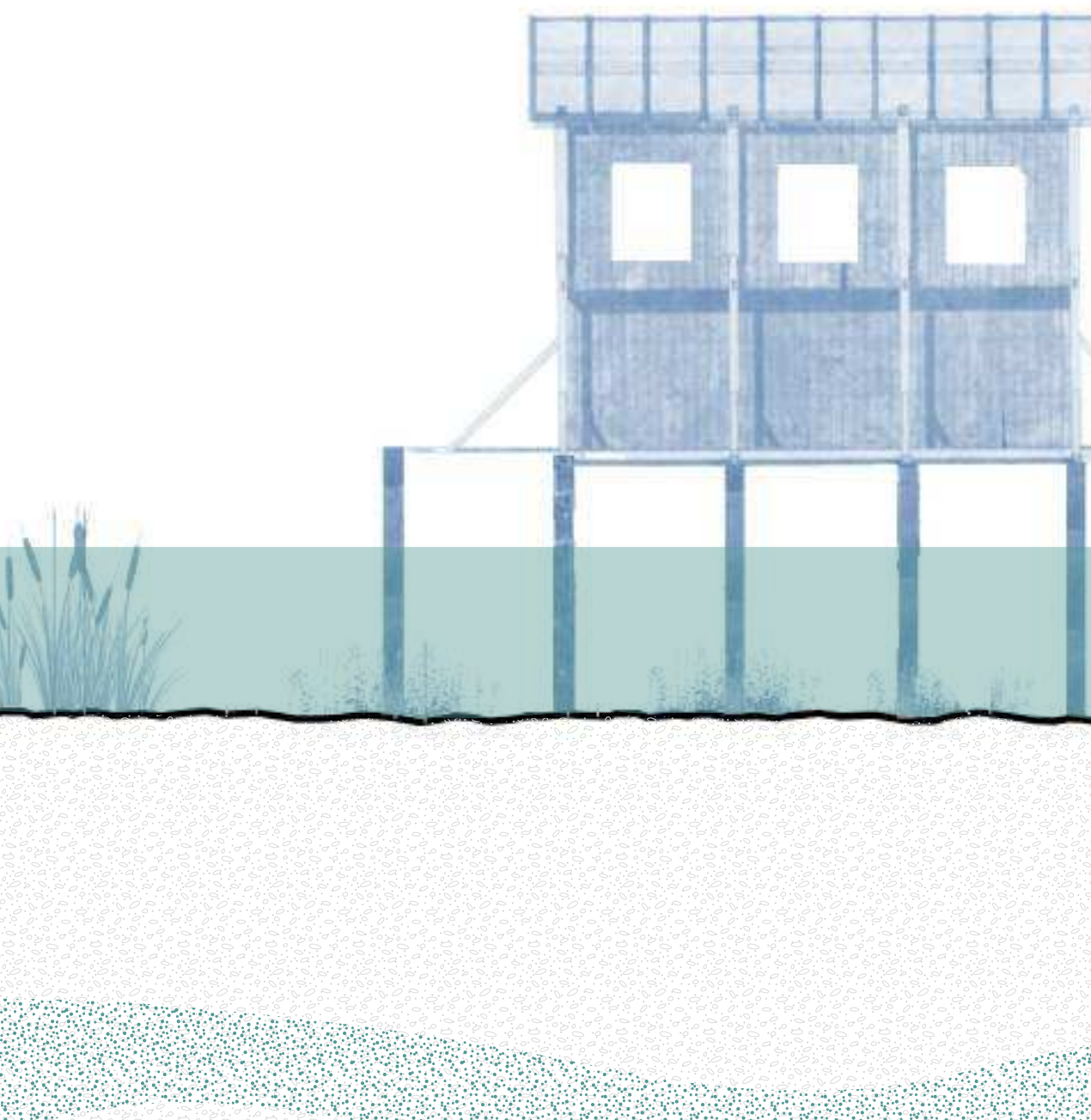


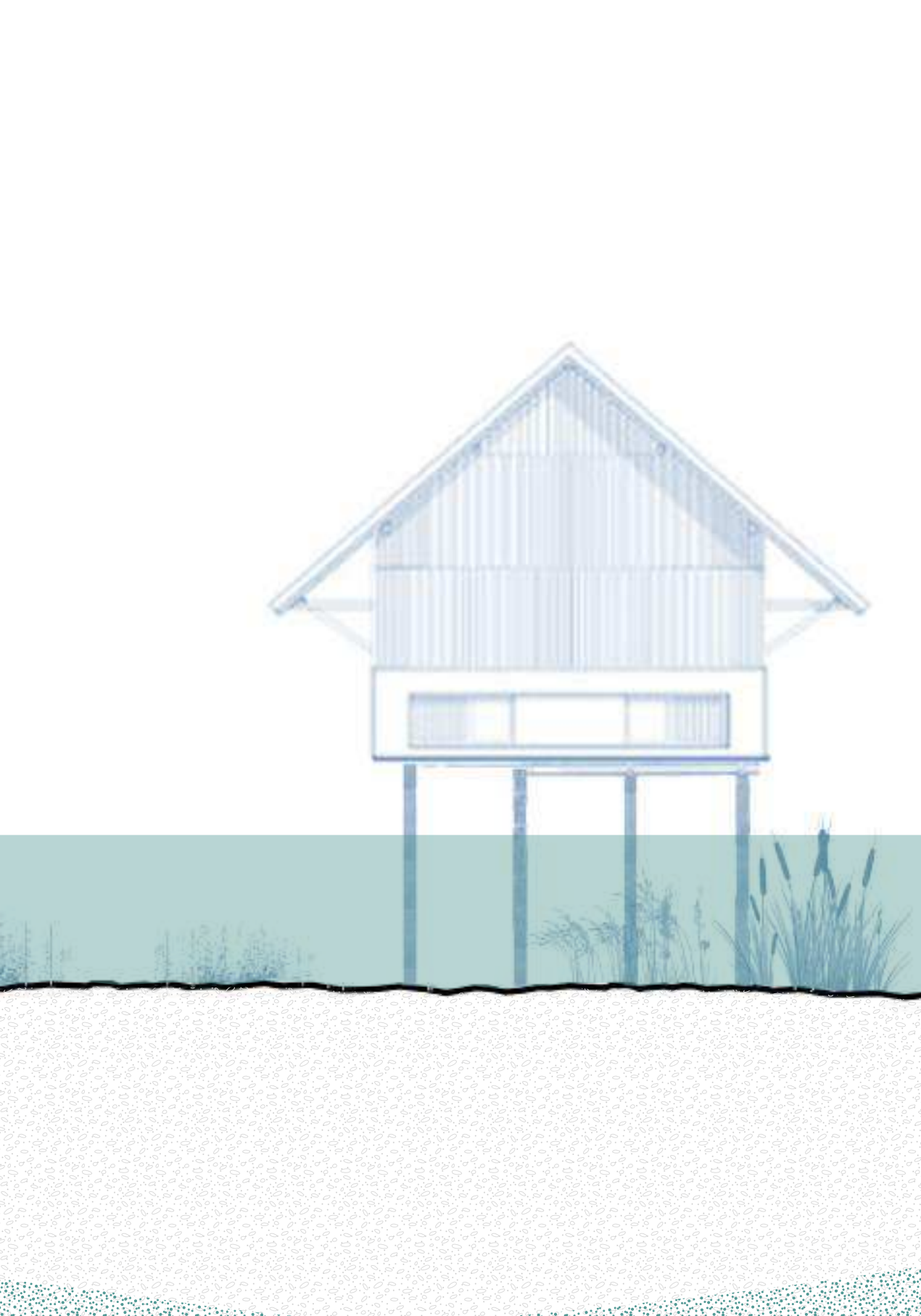
-2m
parco e area umida



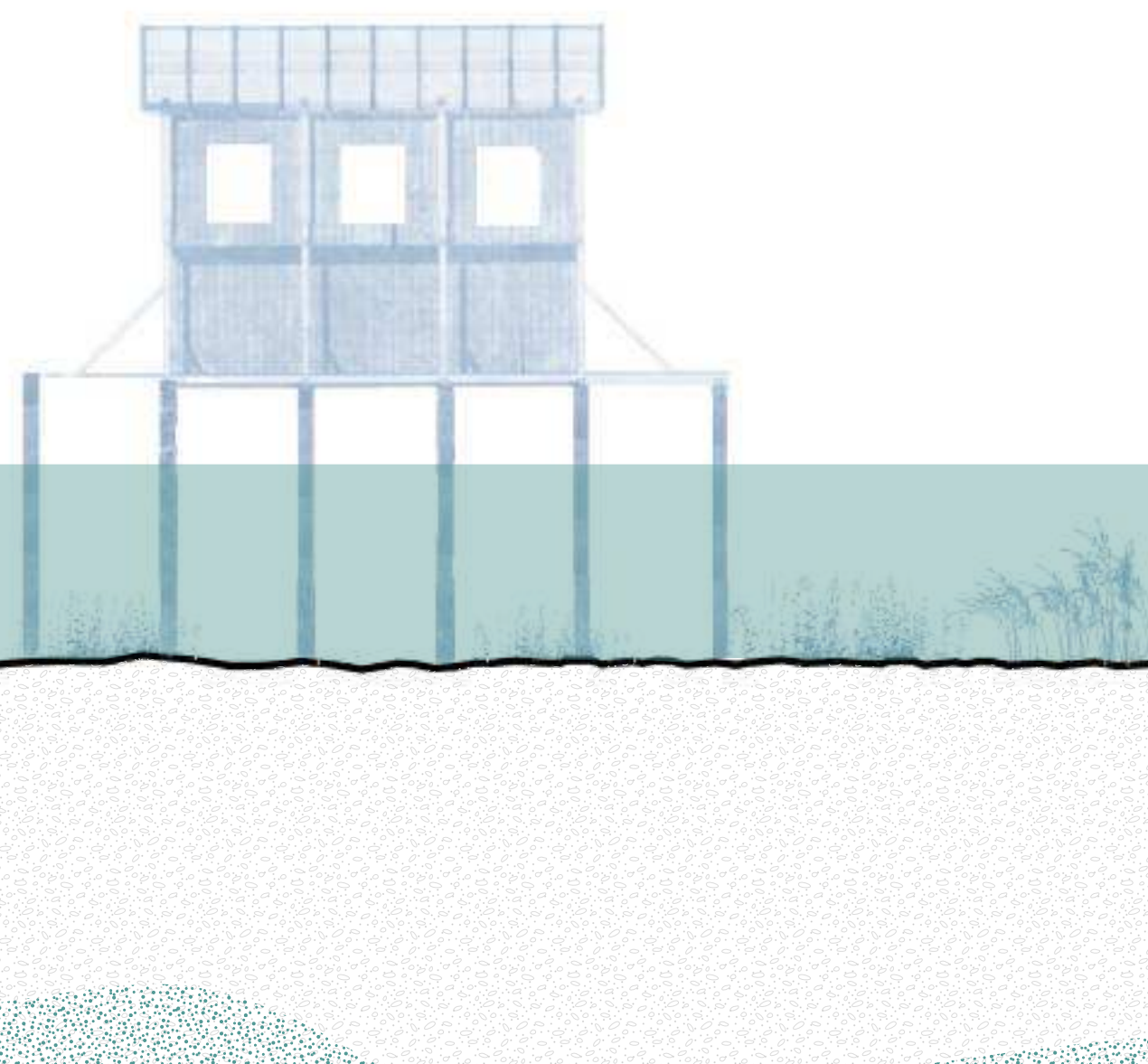
-1m
nuovi canali navigabili







-1m
nuclei urbani sparsi
nuove palafitte



Conclusioni

Abitare la transizione.

Il tempo di questa ricerca non è lineare, ma stratificato.

Il percorso di *Territorio Pixel* si è formato attraverso ritorni, deviazioni e accumulazioni, come un processo di sedimentazione che riflette la natura del Golfo e la complessità delle sue trasformazioni. Ogni capitolo è una sezione temporale, un punto di osservazione sullo stesso organismo in trasformazione.

La tesi non si sviluppa come una narrazione progressiva, ma come un mosaico di frammenti che restituiscono la natura discontinua del territorio studiato. Il Golfo di Venezia, infatti, non può essere descritto secondo una logica sequenziale: è un sistema idraulico, energetico, ecologico e sociale nel quale il tempo si deposita nello spazio.

Studiare il Golfo significa quindi attraversare secoli di manipolazioni, progetti e adattamenti, ma anche leggere le accelerazioni contemporanee della transizione climatica, energetica e digitale.

La sezione dedicata all'Anatomia ha ricostruito le componenti fisiche e idrauliche che ne formano la struttura, mostrando come ogni trasformazione lasci una traccia materiale nella morfologia del Golfo. Il Golfo è stato affrontato come un campo di forze in cui si intrecciano le dinamiche della produzione e quelle della crisi, della tecnica e dell'ecologia, della permanenza e della dissoluzione. Questo sguardo ha imposto una postura di ricerca aperta e plurale. La tesi non ha perseguito un metodo univoco, ma ha praticato una pluralità di strumenti – analisi, cartografie, modelli, narrazioni, immagini – come parte integrante del processo di conoscenza.

Non si tratta di un'irregolarità, ma di una scelta epistemica: un territorio così complesso richiede un metodo capace di abitare la complessità¹, non di semplificarla. La pluralità, in questo senso, è una forma di rigore. Non produce una verità stabile, ma una serie di approssimazioni che, sovrapposte, restituiscono la densità del fenomeno osservato.

Il Golfo di Venezia emerge da questo lavoro come un organismo anfibio, luogo in cui acqua, energia e materia costruiscono un sistema di relazioni più che un insieme di oggetti.

La sua forma attuale è il risultato di una lunga sequenza di trasformazioni: deviazioni fluviali, bonifiche, scavi industriali, opere di difesa, centrali, piattaforme, canali navigabili.

Ogni intervento ha modificato il rapporto tra elementi naturali e artificiali, producendo un paesaggio tecnico che conserva tracce di tutte le epoche.

Il capitolo sulle Razionalità ha mostrato come questa stratificazione sia anche il risultato di politiche idrauliche e scelte industriali che hanno inscritto nel paesaggio un'idea di controllo e di ordine, oggi rimessa in discussione.

L'acqua, motore e minaccia, è al tempo stesso infrastruttura e memoria; l'energia, nelle sue diverse forme, è la misura contemporanea di questo metabolismo territoriale.

Nel Golfo, il nexus acqua–energia–cibo non è solo una relazione funzionale, ma la rappresentazione di un equilibrio instabile tra risorse, economie e società. Analizzare il Golfo significa comprendere

¹ L'espressione abitare la complessità richiama la prospettiva di Edgar Morin, secondo cui comprendere il reale significa accettarne l'incertezza e la pluralità, senza ridurla a modelli lineari o semplificati (Introduction à la pensée complexe, 1990).

come questi due vettori – fisici e simbolici – si intrecciano nel disegno di uno spazio che vive di tensioni, dove ogni trasformazione genera nuove condizioni di fragilità e di adattamento.

L'acqua, in questa prospettiva, è il medium attraverso cui il territorio si racconta.

È la materia che registra e ridistribuisce gli effetti delle scelte umane, che mostra le conseguenze della modernità e la necessità di una nuova ecologia del progetto.

Come scrive Bevilacqua (1995), Venezia è una metafora planetaria: nella sua relazione con l'acqua si riflettono le sfide globali della sopravvivenza e della misura.

Il Golfo di oggi, erede di secoli di costruzioni idrauliche e industriali, è un archivio vivente della modernità, ma anche un laboratorio di crisi.

La transizione energetica e la neutralità climatica lo attraversano come processi simultanei di trasformazione materiale e culturale, nei quali il paesaggio diventa la superficie sensibile di un cambiamento epocale.

Le rappresentazioni costruite nel corso della ricerca non hanno avuto lo scopo di restituire un'immagine oggettiva, ma di esplorare la possibilità di leggere il territorio come campo dinamico.

La cartografia, il modello, il diagramma, la fotografia o la simulazione numerica sono stati trattati come atti interpretativi, capaci di tradurre in forma visibile processi complessi e spesso invisibili.

La rappresentazione non è dunque un esito, ma una parte del metodo: un modo per pensare e per orientarsi.

Disegnare diventa un atto conoscitivo, una forma di governare il rischio attraverso la costruzione di immagini che permettono di comprendere le forze in gioco.

Nei Mesocosmi per lo studio degli ecosistemi questa condizione è stata resa visibile attraverso esperimenti interpretativi, dove modelli e simulazioni si sono fatti strumenti per testare il comportamento del territorio e costruire una conoscenza empirica del cambiamento. Gli scenari elaborati nel lavoro non sono proposte progettuali, ma esercizi di immaginazione informata.

Essi descrivono le possibilità, non le soluzioni: esplorano il territorio come campo di coabitazioni, non come insieme di problemi da risolvere. In questo senso, il progetto non è finalizzato alla forma, ma al processo; non mira alla stabilità, ma all'ascolto.

L'interpretazione del Golfo come spazio di relazioni materiali e simboliche ha richiesto un approccio capace di leggere lo spazio come produzione sociale e politica, non come semplice superficie fisica.

In questa prospettiva, le infrastrutture idrauliche e industriali sono state considerate attori del territorio, attanti, nel senso di Latour (2004): elementi, umani e non umani, che partecipano alla costruzione materiale e simbolica del territorio. Le loro azioni e le loro conseguenze delineano un paesaggio tecnico che, come sosteneva Lefebvre (1991), è allo stesso tempo prodotto e produttore di rapporti sociali.

La conoscenza del Golfo, in questo senso, non è neutrale: è una conoscenza situata², come ricorda Haraway (2016), che nasce da una posizione interna ai processi che osserva.

Ogni rappresentazione, ogni scenario, riflette questo posizionamento e costruisce un punto di vista, parziale ma necessario, dentro un sistema che muta continuamente.

La modernità ecologica che ha segnato l'Alto Adriatico – tra bonifiche, industrie e infrastrutture energetiche – è parte di una più ampia genealogia di relazioni tra tecnica e ambiente.

Bevilacqua (2002) ha descritto Venezia come metafora planetaria, mentre Agustoni (2019) ha mostrato come l'energia sia un dispositivo politico e sociale oltre che tecnico.

Queste letture hanno permesso di collocare il Golfo in un orizzonte storico e territoriale che supera la scala locale e interroga le logiche del potere e dell'estrazione che definiscono lo spazio contemporaneo. Allo stesso tempo, la crisi climatica introduce una nuova condizione epistemica: l'incertezza.

Bauman (2015) parla di una società dell'incertezza in cui la stabilità diventa impossibile, e Taleb (2016) invita a considerare la fragilità come risorsa di adattamento.

Nel contesto del Golfo, questa doppia lettura diventa operativa: l'instabilità non è più un'anomalia da correggere, ma una materia di progetto.

La transizione ambientale e tecnologica non può quindi essere governata come un sistema chiuso, ma va abitata come una condizione costitutiva del nostro tempo.

Da questo intreccio di prospettive, spaziali, ecologiche, sociali, emerge un paradigma coerente: il progetto di territorio non si misura sulla capacità di controllo, ma sulla possibilità di restare in ascolto dei processi che produce.

In questo contesto, il governare il rischio e l'abitare la transizione diventano due atteggiamenti complementari.

Il primo richiede strumenti di osservazione e di analisi capaci di restituire la complessità dei fenomeni; il secondo implica una trasformazione culturale, la disponibilità a convivere con l'incertezza, a leggere la fragilità come componente del progetto.

Il progetto di territorio, così inteso, non si misura sulla capacità di eliminare il rischio, ma su quella di tradurlo in conoscenza.

Il Golfo di Venezia mostra come il rischio sia una condizione strutturale e non un'anomalia: la sua gestione richiede politiche, infrastrutture e visioni in grado di accettare la variabilità come principio di equilibrio.

Abitare la transizione significa, allora, costruire nuove relazioni tra tecnica e natura, tra economia e ambiente, tra tempo e progetto.

Non esiste più un modello di stabilità, ma una pratica di adattamento continuo, nella quale la pianificazione si trasforma in cura e manutenzione del vivente.

L'osservazione del Golfo, in questo senso, diventa una lente per leggere i processi planetari.

² La nozione di "conoscenza situata" si lega alla prospettiva eco-femminista che riconosce il ruolo del posizionamento e della parzialità come condizioni di verità scientifica (Haraway, 1988).

Le trasformazioni del suo paesaggio – la subsidenza, la crisi delle acque lagunari, la transizione energetica, la pressione turistica – riflettono in scala locale le dinamiche globali di un'epoca che mette in discussione il rapporto tra uomo e ambiente.

Il territorio pixel, frammentato ma connesso, è una metafora di questa condizione: ogni elemento, per quanto piccolo, partecipa alla costruzione di una visione complessiva.

Attraverso la ricerca, il pixel è diventato una misura epistemica: l'unità minima con cui osservare la complessità e ricomporla in forma leggibile. Non è la riduzione del mondo a griglia digitale, ma la possibilità di articolare un pensiero di scala, di leggere l'intero attraverso il frammento.

Negli Scenari questa tensione si traduce in immagini di futuri possibili, dove il progetto non anticipa soluzioni ma riconosce la continuità del cambiamento.

In conclusione, Territorio Pixel non propone una teoria definitiva né un modello di progetto, ma un modo di guardare. Rivendica la necessità di una postura di ricerca capace di muoversi tra conoscenza e immaginazione, tra rigore analitico e interpretazione.

Il Golfo di Venezia rimane un laboratorio, un territorio in cui l'urbanistica può misurarsi con le sfide della contemporaneità: la transizione energetica, la crisi ecologica, la complessità delle infrastrutture e la costruzione di nuove relazioni tra società e ambiente.

La tesi invita a considerare il progetto non come risposta conclusiva, ma come processo aperto di osservazione e di responsabilità.

Tra il governare il rischio e l'abitare la transizione si colloca lo spazio fertile del progetto: un campo di sperimentazione in cui il sapere urbanistico si intreccia con la cura dell'ambiente e con la consapevolezza del limite. È in questo spazio che il Golfo, come Territorio Pixel, continua a parlare del mondo: luogo di crisi e di possibilità, soglia in cui la modernità si confronta con le proprie acque e tenta di disegnare nuovi equilibri per il futuro.

La ricerca, come le sperimentazioni che l'hanno accompagnata, non è stata solo un percorso di conoscenza interna alla disciplina, ma anche un tentativo di costruire un linguaggio condiviso. Le rappresentazioni, i modelli e le immagini prodotte, e il ricettario che segue queste conclusioni, vogliono avvicinare ai temi della transizione chi, al di fuori della disciplina, guarda a questi paesaggi come a un bene comune.

Non come semplificazione, ma come atto di apertura: un modo per rendere visibili le possibilità del cambiamento e restituire al progetto di territorio una dimensione pubblica, comprensibile, collettiva. Abitare la transizione significa riconoscere che ogni progetto è anche un atto di conoscenza, una forma di ascolto e di responsabilità. Territorio Pixel nasce da questo gesto: osservare, rappresentare e immaginare il Golfo per comprenderne le trasformazioni e, nel farlo, imparare a viverle. Il progetto diventa così pratica di conoscenza, strumento per abitare la complessità e continuare a pensare il territorio come spazio di relazione, di cura e di futuro condiviso.

Ricettario alofito

Abitare la transizione

304

Ricettario



Mostarda di salicornia



Kosho di inula



Salsa per bigoli in salsa



Giardiniera alofita



Olio al finocchietto di mare



Confettura di susine al santonico



nome ricetta Mostarda di salicornia

ingredienti

- Salicornia fresca **200g**
- Zucchero **200g**

Preparazione

1. lavare bene e asciugare la salicornia e tritarla grossolanamente;
2. porla in un contenitore ampio insieme allo zucchero strofinandola delicatamente con le mani fino a che comincia a inumidirsi lo zucchero;
3. spostare quindi la salicornia e lo zucchero in un contenitore ermetico e pressare un poco;
4. lasciare riposare in frigo per un paio di giorni fino a che tutto lo zucchero si sarà sciolto, a quel punto filtrare la salicornia avendo cura di conservare lo sciroppo;
5. mettere ad asciugare lo sciroppo in un pentolino a fuoco lento fino a che tutta l'acqua non sia evaporata e lo zucchero sia tornato allo stato di cristalli;
6. lasciar raffreddare e ripetere il procedimento, aggiungendo zucchero se necessario fino a quando non si sia raggiunta la consistenza desiderata e non sia stata estratta tutta l'acqua dalla salicornia (generalmente servono almeno tre passaggi);
7. prima di confezionarlo nei vasetti aggiungere estratto di senape a piacimento.



Nome ricetta Kosho di inula

Ingredienti

- Inula **50g**
- Peperoncino fresco **150g**
- Scorza di un limone biologico
- Sale non iodato **24g**

Preparazione

1. lavare l'inula e separare le foglie dai rami
2. pelare la scorza del limone e frullare tutti gli ingredienti insieme fino ad ottenere una pasta non troppo omogenea
3. conservare in un contenitore ermetico con pellicola o carta forno a contatto
4. lasciare riposare qualche giorno prima di servilo
5. il kosho andrà incontro ad una naturale lattofermentazione e può essere conservato al fresco anche per mesi.



nome ricetta Salsa per bigoli in salsa

ingredienti

- Cipolla bianca **1kg**
- Salicornia in polvere **30g**
- Olio extra vergine di oliva
- Sale q.b.

preparazione

1. sbucciare e tagliare finemente le cipolle;
2. scaldare l'olio in una pentola capiente e versarci dentro le cipolle;
3. cuocere a fuoco lento girandole frequentemente per evitare che si attacchino finchè siano tenere;
4. unire la polvere di salicornia e sale se necessario, mescolare questa è una valida alternativa, pure vegana, alla tradizionale salsa per bigoi che sostituisce le sarde o acciughe sotto sale con la salicornia.

*la scelta degli ortaggi parte da una base classica della giardiniera autunnale, ma non è da intendersi come rigida. La medesima ricetta si adatta facilmente ai gusti personali e alla disponibilità del luogo e della stagione. Lo stesso vale per la scelta delle erbe alofite.



Nome ricetta

Giardiniera alofita*

Ingredienti

- Cavolfiore **1kg**
- Carote **1kg**
- Fagiolini **500g**
- Aceto **1lt**
- Acqua **1lt**
- Sale **35g**
- Obione **150g**
- Inula **100g**
- Finocchietto di mare **50g**

Preparazione

1. tagliare il cavolfiore in pezzi grandi un boccone e sbollentarlo in abbondante acqua salata, avendo cura di mantenerlo al dente;
2. pelare le carote e tagliarle a listarelle;
3. curare i fagiolini e cuocerli in abbondante acqua salata, mantenendoli al dente;
4. mondare e lavare le erbe alofite: obione, inula, finocchietto di mare;
5. far bollire aceto, acqua e sale e lasciar raffreddare;
6. disporre le verdure e le erbe in vasi di vetro e coprire con l'aceto avendo cura di tenere tutto sotto il livello del liquido.



* ciò che resta nel filtro è un ottimo pesto, fortemente aromatico che può essere usato per condire una pasta o delle fette di pane, o un'insalata. Insomma, non si butta.

Nome ricetta

Olio al finocchietto di mare*

Ingredienti

- Finocchietto di mare **100g**
(megli ancora se con qualche seme)
- Olio di semi **300g**

Preparazione

1. tostare il finocchietto in una padella calda con appena unta di olio avendo cura che non si bruci;
2. tagliare il finocchietto a pezzi grossolani e metterlo in un frullatore a campana;
3. aggiungere l'olio e attivare il frullatore per 15 fino a che avrà assunto un colore verde vivo;
4. filtrare con carta da filtro o un panno.



Nome ricetta Confettura di susine al santonico

Ingredienti

- Susine **1kg**
- Zucchero **250g**
- Santonioco fresco **20g**
- Pectina

Preparazione

1. tagliare le prugne in quarti e rimuovere il nocciolo;
2. mettere in una pentola a fuoco lento le prugne, lo zucchero e la pectina;
3. far sobbollire e mescolare delicatamente per evitare che attacchi al fondo fino a che si sarà raggiunta la densità desiderata;
4. mettere nei vasi finché ancora calda, chiuderli e capovolgerli fino a che si siano raffreddati.

Bibliografia

- Braudel, Fernand. 1985. *La Méditerranée: l'espace et l'histoire*. Paris: Flammarion (Champs, 156).
- Caldecott, Ben, Alex Clark, Krista Koskela, Ellie Mulholland, e Conor Hickey. 2021. "Stranded Assets: Environmental Drivers, Societal Challenges, and Supervisory Responses." *Annual Review of Environment and Resources* 46, no. 1: 417–47. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-101430>.
- Dematteis, Giuseppe, e Alberto Magnaghi. 2018. "Patrimonio territoriale e corallità produttiva: nuove frontiere per i sistemi economici locali." *Scienze del Territorio* 6 (dicembre): 12–25. https://doi.org/10.13128/SCIENZE_TERRITORIO-24362.
- Ghosn, Rania, a cura di. 2009. *Landscapes of Energy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ingold, Tim. 2022. *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*. New edition. London–New York: Routledge.
- Masson-Delmotte, Valérie, e Intergovernmental Panel on Climate Change, a cura di. 2023. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Montedoro, Laura, e Michelangelo Russo, a cura di. 2022. *Fare urbanistica oggi: le culture del progetto*. Roma: Donzelli editore.
- Rasul, Golam, e Bikash Sharma. 2016. "The Nexus Approach to Water–Energy–Food Security: An Option for Adaptation to Climate Change." *Climate Policy* 16, no. 6: 682–702. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>.
- Sereni, Emilio. 1982. *Storia del paesaggio agrario italiano*. 18a ed. Roma–Bari: Laterza (Biblioteca universale Laterza, 69).
- Clément, Gilles, e Filippo De Pieri. 2018. *Manifesto del Terzo paesaggio*. Nuova ed. ampliata. Macerata: Quodlibet.
- Viganò, Paola. 2023. *Il giardino biopolitico: spazi, vite e transizione*. Roma: Donzelli editore.
- Bertin, Mattia, a cura di. 2025. *Verso una vision per il Nord-Est*. Prima edizione. Oderzo: Anteforma edizioni.
- Bozzuto, Pietro, et al. 2008. "Storie del futuro: perché costruire scenari?" In *Storie del futuro. Gli scenari nella progettazione del territorio*, vol. 1. Roma: Officina edizioni.
- Magnaghi, Alberto. 2015. *Il progetto locale: verso la coscienza di luogo*. 3a rist., nuova ed. accresciuta. Torino: Bollati Boringhieri.
- . 2020. *Il principio territoriale*. Prima edizione. Torino: Bollati Boringhieri (Saggi. Scienze sociali).

- Secchi, Bernardo. 2011. "La nuova questione urbana: ambiente, mobilità e disuguaglianze sociali." *Crios* 1: 83–92. <https://doi.org/10.7373/70210>.
- Havik, Klaske, Véronique Patteuw, e Hans Teerds. 2011. "Productive Uncertainty/Indeterminacy in Spatial Design, Planning and Management." *OASE* 85, no. 10: 3–6.
- Kahn, Herman. 1984. *Thinking about the Unthinkable in the 1980s*. New York: Simon and Schuster.
- Secchi, Bernardo. 1984. "Le condizioni sono cambiate." *Casabella* 498.
- Corboz, André. 1985. "Il territorio come palinsesto." *Casabella* 516, no. 9: 22–27.
- Rifkin, Jeremy. 2011. *La terza rivoluzione industriale: come il potere laterale sta trasformando l'energia, l'economia e il mondo*. Trad. di Paolo Canton. Milano: Mondadori.
- McNeill, John R., e Peter Engelke. 2018. *La grande accelerazione: una storia ambientale dell'Antropocene dopo il 1945*. Torino: Einaudi.
- Zucconi, Guido, a cura di. 2002. *La grande Venezia: una metropoli incompiuta tra Otto e Novecento*. 1a ed. Venezia: Marsilio.
- Unione Europea. 2018. *Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (RED II)*. *Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea*, L 328 (21 dicembre): 82–209.
- Unione Europea. 2012. *Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 25 ottobre 2012, sull'efficienza energetica (EED)*. *Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea*, L 315 (14 novembre): 1–56.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. A cura di Valérie Masson-Delmotte et al. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. 2025. *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2025 (PNIEC)*. Roma: Governo Italiano.
- Boeri, Stefano, e Andrea Branzi. 2000. "Sui sistemi non deterministici." *Lotus* 107, no. 4: 124–25.
- Lefebvre, Henri, et al. 1997. *The Production of Space*. Reprinted. Oxford–Cambridge, MA: Blackwell.
- Crutzen, Paul J., e Eugene F. Stoermer. 2000. "The 'Anthropocene'." *IGBP Newsletter* 41.
- D'Alpaos, Luigi, et al. 2010. *L'evoluzione storica della Laguna di Venezia attraverso la lettura di alcune mappe storiche e delle sue carte idrografiche*. Venezia: Comune di Venezia.

- D'Alpaos, Luigi. 2010. *Fatti e misfatti di idraulica lagunare: la laguna di Venezia dalla diversione dei fiumi alle nuove opere alle bocche di porto*. Venezia: Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti (Memorie. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, 44). <http://id.sbn.it/bid/IEI0319900>.
- Rusconi, Antonio. 1991. "Evoluzione della rete idrografica di ieri e di oggi attraverso il confronto delle osservazioni." In *Trasformazioni del territorio e rete idrica del Veneto. Atti della giornata di studio*, 101–18.
- Bonan, Giacomo. 2021. *Le acque agitate della patria: l'industrializzazione del Piave (1882–1966)*. Storia e culture. Dipartimento di Storia Culture Civiltà Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, 1. Roma: Viella editrice.
- Grandi, Silvia. 2020. "Paesaggi in transizione energetica e post-minerari." In *Oltre la convenzione. Pensare, studiare, costruire il paesaggio vent'anni dopo*, a cura di Bianca Castiglioni, Michele Puttilli e Marco Tanca, 477–85. Firenze: Società di Studi Geografici.
- Branzi, Andrea. 2006. *Weak and Diffuse Modernity: The World of Projects at the Beginning of the 21st Century*. Milano: Skira.
- Friedman, Thomas L. 2016. *Thank You for Being Late: An Optimist's Guide to Thriving in the Age of Accelerations*. New York: Farrar, Straus and Giroux / Macmillan.
- Kahn, Herman. 1962. *Thinking about the Unthinkable*. New York: Avon.
- Lanzani, Arturo, e Giovanni Pasqui. 2011. *L'Italia del futuro. Città e paesaggi, economie e società*. Milano: Franco Angeli.
- Latour, Bruno. 2004. "Politica del tempo, Politica dello spazio. Politics of Time, Politics of Spaces." *Domus* 876, no. 12: 78–79.
- McHarg, Ian. 1969. *Design with Nature*. New York: John Wiley & Sons.
- Rifkin, Jeremy. 2009. *The Empathic Civilization: The Race to Global Consciousness in a World in Crisis*. New York: Penguin.
- Secchi, Bernardo. 2002. "La città europea contemporanea e il suo progetto." *Territorio* 20, no. 2: 78–91.
- Toscano, Alberto, e Jeff Kinkle. 2015. *Cartographies of the Absolute*. Winchester: Zero Books.
- Tosi, Maria Cristina. 2001. "Presentazione." In *La costruzione di scenari per la città contemporanea: Ipotesi e casi studio*, a cura di Maria Cristina Tosi. Venezia: Istituto Universitario di Architettura di Venezia.
- Wells, Herbert George. 1902. "The Discovery of the Future." London: A. C. Fifield.
- Hoff, Holger. 2011. *Understanding the Nexus: Background Paper for the Bonn2011 Nexus*

- Conference. Paper prepared for the Bonn2011 Conference, *The Water, Energy and Food Security Nexus: Solutions for the Green Economy*, 16–18 November, Bonn. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:di-va65883>.
- Soja, Edward. 2010. *Seeking Spatial Justice*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- de Sousa Santos, Boaventura, e Maria Paula Meneses, a cura di. 2009. *Epistemologias do Sul*. Coimbra: Almedina.
- Bellicini, Lorenzo. 1983. *La costruzione della campagna: ideologia agraria e "aziende modello" nel Veneto, 1790–1922*. 1a ed. Venezia: Marsilio.
- Novello, Elisabetta, e James C. McCann. 2017. "The Building of the Terra Firma: The Political Ecology of Land Reclamation in the Veneto from the Sixteenth through the Twenty-first Century." *Environmental History* 22.
- Bridge, Gavin, et al. 2018. *Energy and Society: A Critical Perspective*. London–New York: Routledge (an imprint of Taylor & Francis).
- Termini, Valeria. 2020. *Energia: la grande trasformazione*. Roma–Bari: Laterza.
- Taleb, Nassim Nicholas, e Daniela Antongiovanni. 2021. *Antifragile: prosperare nel disordine*. Milano: Il Saggiatore.
- Bevilacqua, Piero. 1998. *Venezia e le acque: una metafora planetaria*. Roma: Donzelli editore.
- Agustoni, Alfredo. 2019. *Energia, potere e società: una prospettiva di sociologia storica*. I edizione. Roma: Aracne editrice.
- Chakrabarty, Dipesh. 2021. *Clima, storia e capitale*. A cura di Matteo De Giuli e Nicolò Porcelluzzi. Trad. di Andrea Aureli. Roma: nottetempo.
- Smil, Vaclav. 2024. *Energia e civiltà: una storia*. Trad. di Luciano Canova. Milano: Hoepli.
- Armiero, Marco, e Roberta Biasillo. 2022. *La natura del duce: una storia ambientale del fascismo*. Torino: Giulio Einaudi editore (Einaudi Storia, 101).
- Ghosh, Amitav. 2020. *Il paese delle maree*. Trad. di Anna Naddotti. Roma: BEAT.
- Ferrario, Viviana, e Micol Roversi Monaco. 2015. *Paesaggio e trasformazioni del territorio*. Udine: IUAV; Giavedoni.
- Buchholz, Tino. 2011. "Seeking Spatial Justice – By EDWARD SOJA." *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie* 102, no. 3: 378–80. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2011.00655.x>.
- Bauman, Zygmunt. 1999. *La società dell'incertezza*. Roma–Bari: Laterza.
- Bevilacqua, Piero. 2002. "Storia e ambiente in Italia." *Contemporanea* 5 (1): 7–28.
- Haraway, Donna. 1988. "Situated Knowledges: The Science Question in Feminism and the

Privilege of Partial Perspective." *Feminist Studies* 14 (3): 575–599.

———. 2016. *Staying with the Trouble: Making Kin in the Chthulucene*. Durham: Duke University Press.

Latour, Bruno. 2004. *Politics of Nature: How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lefebvre, Henri. 1991. *The Production of Space*. Oxford–Cambridge, MA: Blackwell.

Morin, Edgar. 1990. *Introduction à la pensée complexe*. Paris: Seuil.

Secchi, Bernardo. 1984. "Progetto di suolo." *Casabella* 509: 22–27.

Taleb, Nassim Nicholas. 2013. *Antifragile: prosperare nel disordine*. Milano: Il Saggiatore.

