

Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima

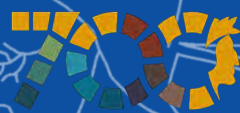
## Resilienza e adattamento agli effetti del cambiamento climatico



Patto dei Sindaci  
per il Clima e l'Energia



Comune di Ravenna



VIVA DANTE  
RAVENNA 1321-2021



EMAS  
GESTIONE AMBIENTALE  
VERIFICATA



## COMUNE DI RAVENNA

Michele de Pascale, Sindaco

Mara Roncuzzi, Responsabile Pianificazione strategica e progetti speciali

Gianandrea Baroncini, Assessore all'Ambiente



Comune di Ravenna

### Referenti e responsabili di progetto

Stefano Ravaioli e Gianni Gregorio - Servizio Tutela Ambiente e Territorio

Sara Musetti e Luana Gasparini - Ufficio Educazione alla sostenibilità e Sistemi di Gestione Ambientale

### Referente amministrativo

Catia Strada - Ufficio Educazione alla sostenibilità e Sistemi di Gestione Ambientale

### Contenuti tecnico-scientifici

#### SEZIONE MITIGAZIONE

› **Punto 3 Srl** consulenza tecnica in materia di mitigazione, processi partecipativi e redazione del documento – Cesare Buffone, Michele Braglia e Gaia Lembo

› **Forum regionale permanente per i Cambiamenti Climatici** (Arpae, ARTE-ER, Osservatorio Clima e Osservatorio Energia dell'Emilia-Romagna, tecnici Regione Emilia-Romagna)

#### SEZIONE ADATTAMENTO

› **Vittoria Mencarini**, architetto e dottoranda UNIFE, supporto tecnico scientifico

› **CFR - Consorzio Futuro in Ricerca** contributo di ricerca - referente Matteo Balboni

› **Sealine - Centro di Ricerca dell'Università degli Studi di Ferrara - Dipartimento di Architettura**

Responsabili della ricerca: Luca Emanuelli, Gianni Lobosco. Gruppo di lavoro: Vittoria Mencarini, Beatrice Magagnoli, Lorenzo Tinti

### Collaborazione tecnica alla redazione del documento

L'elaborazione di questo documento deve molto al confronto con i referenti e i tecnici dell'Amministrazione Comunale e in particolare:

Servizio Tutela Ambiente e Territorio: Massimiliano Costa, Lamberto Corbara, Enrico Cavezzali, Enrica Burioli, Bruno Longanesi, Federica Pirazzini, Silvia Ulazzi, Michela Soldati

U. O. Geologico: Sergio Nannini

Area Pianificazione Territoriale: Federica Del Conte – Assessora all'Urbanistica, Valentino Natali, Valeria Galanti, Antonia Tassinari, Francesca Proni, Paolo Minguzzi, Raffaella Bendazzi.

Area Infrastrutture civili: Massimo Camprini, Anna Ferri, Luca Leonelli, Davide Cavallini, Michela Marchetti, Nicola Scanferla, Corrado Guerrini, Marco Silvestrini.

U.O. Provveditorato: Beatrice Mazzotti, Paola Zannoni, Tiziana Natali, Elena Pironi

Hanno inoltre collaborato i Referenti EMAS dei settori interessati dai contenuti del Piano.

### Ringraziamenti

L'elaborazione di questo documento deve molto al dialogo con gli attori sociali del territorio e alla collaborazione con altri Enti, e in particolare a **Mario Molducci** e **Laura Prometti** del Consorzio di Bonifica della Romagna.

### Hanno inoltre collaborato:

ACER, Aci, Arpae, Ausl Romagna, Autorità di Sistema Portuale del mare Adriatico centro-settentrionale, Azimut, Enea, Eni S.p.a. Upstream, Gruppo Hera - Struttura operativa di Ravenna, Qint'x, Rekeep, Romagna Acque, Saipem, Start Romagna, Tozzi Green, Uffici SACE Emilia-Romagna, GSE.

*Il presente documento è stato realizzato anche grazie ai contributi dell'VIII accordo di collaborazione tra Eni e il Comune di Ravenna.*

# INDICE

Premessa	4
Introduzione	7
<b>Parte I – Ricerca</b>	<b>10</b>
Obiettivi	11
Ambito	14
Metodologia	26
<b>Parte II – Territorio</b>	<b>30</b>
Evoluzione	31
Rischio	48
<b>Parte III – Scenari a lungo termine</b>	<b>64</b>
Previsioni CC	65
- Proiezioni climatiche 2021-2050 in Emilia Romagna	66
- Previsioni innalzamento del livello del mare 2100 in Adriatico	72
Scenari 2100	80
- Scenario rigido / conservativo	84
- Scenario morbido / evolutivo	92
Strategie 2050	100
<b>Parte IV – Focus</b>	<b>106</b>
Inquadramento	107
- Focus progettuali	108
- Approccio metodologico, dalla pianificazione al progetto	110
- Ambiti di applicazione	112
- Lineamenti strategici	114
- Azioni progettuali della strategia di adattamento	116
- Servizi ecosistemici	120
Paesaggi costieri	124
- La costa tra i Lidi di Dante e Classe	126
- La foce del fiume Reno	150
Paesaggi rurali	174
- Lamone, zona del Mezzano	176
Paesaggi energetici	200
- Potenziale di transizione energetica	202
<b>Conclusioni</b>	<b>224</b>
<b>Tassonomia infrastrutture</b>	<b>225</b>
Riferimenti	266
Bibliografia	270
Crediti	272
Glossario	276

*In copertina: trame geomorfologiche del territorio ravennate*

# PREMESSA

---

*Il Comune di Ravenna ha sottoscritto, nell'aprile del 2019, gli impegni fissati per aderire all'iniziativa europea "Piano d'Azione per l'Energia ed il Clima" (PAESC), lanciata nel 2015 nell'ambito del Patto dei Sindaci.*

*Tale adesione rappresenta l'evoluzione del cammino già avviato dall'Amministrazione comunale, nel 2008, con la partecipazione alla prima iniziativa del "Patto dei Sindaci per l'Energia" che fissava una riduzione di almeno il 20% del bilancio di CO2 equivalente (CO2eq) entro il 2020. Questo impegno ha comportato, nel 2012, la redazione del PAES (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile) e dei due conseguenti monitoraggi, rispettivamente nel 2015 e nel 2017.*

*Il nuovo patto dei Sindaci (il PAESC) riconferma il ruolo chiave riconosciuto alle città nella lotta al cambiamento climatico attraverso l'attuazione di politiche locali che abbiano come riferimento il clima e l'energia.*

*Gli impegni da assumere devono favorire l'integrazione delle azioni di mitigazione e di adattamento tali da attuare ogni sforzo possibile per consentire che l'attuale obiettivo di taglio delle emissioni di CO2 del 40% entro il 2030 possa essere innalzato ad almeno il 60% in relazione alle competenze del Comune di Ravenna e promuovendo un'azione politica verso Regione, Stato, come richiesto nella "Mozione per Dichiarazione di Emergenza Climatica" approvata nel Luglio 2019 (allegata al presente emendamento) dal Consiglio Comunale.*

---

Sulla base di tale adesione, il Comune di Ravenna ha partecipato, con esito positivo, al bando della Regione Emilia-Romagna che, in accordo alla sua "Strategia di Mitigazione e Adattamento ai Cambiamenti Climatici", promuove e sostiene il ruolo degli enti locali concedendo loro contributi per la redazione del PAESC.

Il PAESC di Ravenna è stato strutturato su tre documenti specifici suddivisi in:

**1. Mitigazione** - il primo documento, partendo dal precedente PAES, effettua la revisione, l'aggiornamento e l'implementazione delle azioni di mitigazione rilevate sul territorio. Attraverso il coinvolgimento dei numerosi stakeholder locali, si testimonia il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione del 40% del bilancio di CO2eq sull'orizzonte temporale al 2030;

**2. Adattamento** - il secondo documento - raccolto nel presente volume - è relativo alla strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. Esso è costruito partendo da una ricerca affidata al Centro di Ricerca Sealine - afferente al Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Ferrara - tramite il Consorzio Futuro in Ricerca di Ferrara nel corso del 2019, ampliata e aggiornata nel 2020 in sintonia con la visione dell'Amministrazione comunale ed in accordo alle strategie delineate nel PUG - Piano Urbanistico Generale - in corso di redazione. In questa sezione vengono identificati i principali rischi e vulnerabilità ambientali del territorio per elaborare possibili scelte strategiche finalizzate ad incrementare la resilienza del Comune di Ravenna e della sua comunità nei confronti dei cambiamenti climatici già in atto.

**3. Azioni di Adattamento** - il terzo e ultimo documento raccoglie le Azioni di adattamento e la visione territoriale per una Ravenna resiliente, adattiva, antifragile.

Rispetto alle criticità identificate e attraverso la creazione di appositi scenari progettuali, il documento delinea possibili soluzioni che ne possono ridurre le cause e/o mitigare gli effetti del cambiamento climatico. Lo studio permette di aumentare la consapevolezza di quanto e come si dovrà ripensare il territorio e il paesaggio nei prossimi anni, per renderlo più adatto e performante rispetto ai rischi verso cui è esposto; rischi che saranno sempre più amplificati dal cambiamento climatico.

# INTRODUZIONE

---

*L'obiettivo di ricerca che ha portato alla redazione del presente documento è quello di valutare quali azioni di adattamento al cambiamento climatico sono ipotizzabili per il territorio del Comune di Ravenna nel prossimo futuro. L'ambito fisico è quello corrispondente al perimetro amministrativo comunale con una estensione a mare che tiene conto del fatto di come esso sia, nei fatti, territorio urbanizzato.*

*La finalità è individuare, più nello specifico, strategie e interventi, rapportando la scala territoriale e pianificatoria con quella di progetto, attraverso un approccio basato sulla comprensione e la trasformazione del suolo come materia fondante di questo processo.*

*Il quadro Amministrativo dentro il quale si inserisce la ricerca è quello del PAESC (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima) che redige l'Amministrazione Comunale inserendosi nella più vasta "Strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici" della Regione Emilia Romagna (del 12/12/2018), elaborata in ottemperanza alla "Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici" (SNAC) approvata nel 2015.*

La mitigazione prevede una serie di azioni che agiscono sulle cause del fenomeno, come la riduzione di emissioni di gas serra, a cui il PAESC si riferisce in termini di bilancio di CO2. L'adattamento riporta, invece, al processo di trasformazione di un territorio, per adeguarlo agli scenari di rischio contemporanei e futuri.

Se si affronta il tema della mitigazione è difficile che un'amministrazione Comunale, agendo singolarmente, possa assumere decisioni efficaci; i cambiamenti climatici sollevano problematiche che sono riscontrabili a livello globale e che devono, in quanto tali, essere affrontate in maniera il più possibile collettiva.

Con l'adattamento si scende invece di scala: le azioni devono essere intraprese localmente. Il singolo territorio non può essere soggetto a strategie generiche o standard; queste vanno predisposte contestualmente alle caratteristiche locali e al tipo di evoluzione che si intende perseguire. Risulta quindi fondamentale comprendere le dinamiche che regolano i rapporti tra l'identità dei luoghi e la loro vocazione, le pressioni che vi si esercitano (rischi, antropizzazione, ecc.) e la visione di sviluppo che le comunità proiettano nei territori che vivono e abitano.

Il presente studio si è concentrato sulle strategie di adattamento al cambiamento climatico per arrivare a definire delle azioni e valutarne l'efficacia, indicando quali possano essere auspicabili e credibili nella loro fattibilità. In tale prospettiva, si è deciso di trattare solo marginalmente l'adozione delle buone pratiche legate a specifici dispositivi urbani - come rain garden, tetti verdi e altri accorgimenti che sono già acquisiti dall'Amministrazione nei suoi regolamenti - per concentrarsi su tematiche che coinvolgono la resilienza del paesaggio e la trasformazione infrastrutturale del territorio.

Il metodo applicato ha permesso di definire come le azioni possano agire sul paesaggio, determinando conseguenze sul contesto in esame, in termini non solo quantitativi, ma anche qualitativi.

L'orizzonte temporale è stato fissato al 2050 per le strategie e al 2100 per la costruzione di scenari di previsione riguardo il Cambiamento Climatico e i rischi correlati. Il 2030, invece, è l'orizzonte temporale dato dal PAESC, preso come termine per la prima fase di messa in opera delle azioni di adattamento. In base alla tipologia di rischio si sono tenute in considerazione le azioni già in atto per capire quali di esse potessero essere utili alla definizione della strategia. Parallelamente si è verificato quali attività, nell'ambito della gestione del territorio, si potevano già integrare, con opportune messe a punto, nella strategia. Dopo questa ricognizione si è valutato se le azioni o le opere identificate fossero sufficienti per rendere efficace il piano oppure se occorressero interventi ulteriori.

Per effettuare questa operazione si è applicato il metodo dello "Scenarios' Evaluation by Design", ossia la valutazione degli scenari futuri di adattamento attraverso il progetto di trasformazione del paesaggio. Nel quadro degli scenari delineati sono state messe a confronto le diverse proposte. Tale metodo ha potuto rilevare quanto sia credibile la loro messa in atto, cosa sia possibile programmare, come favorire i progressi nell'azione e nell'evoluzione del contesto, qual è il grado di aggiustamento della strategia, quale il grado di reversibilità delle azioni messe in atto.

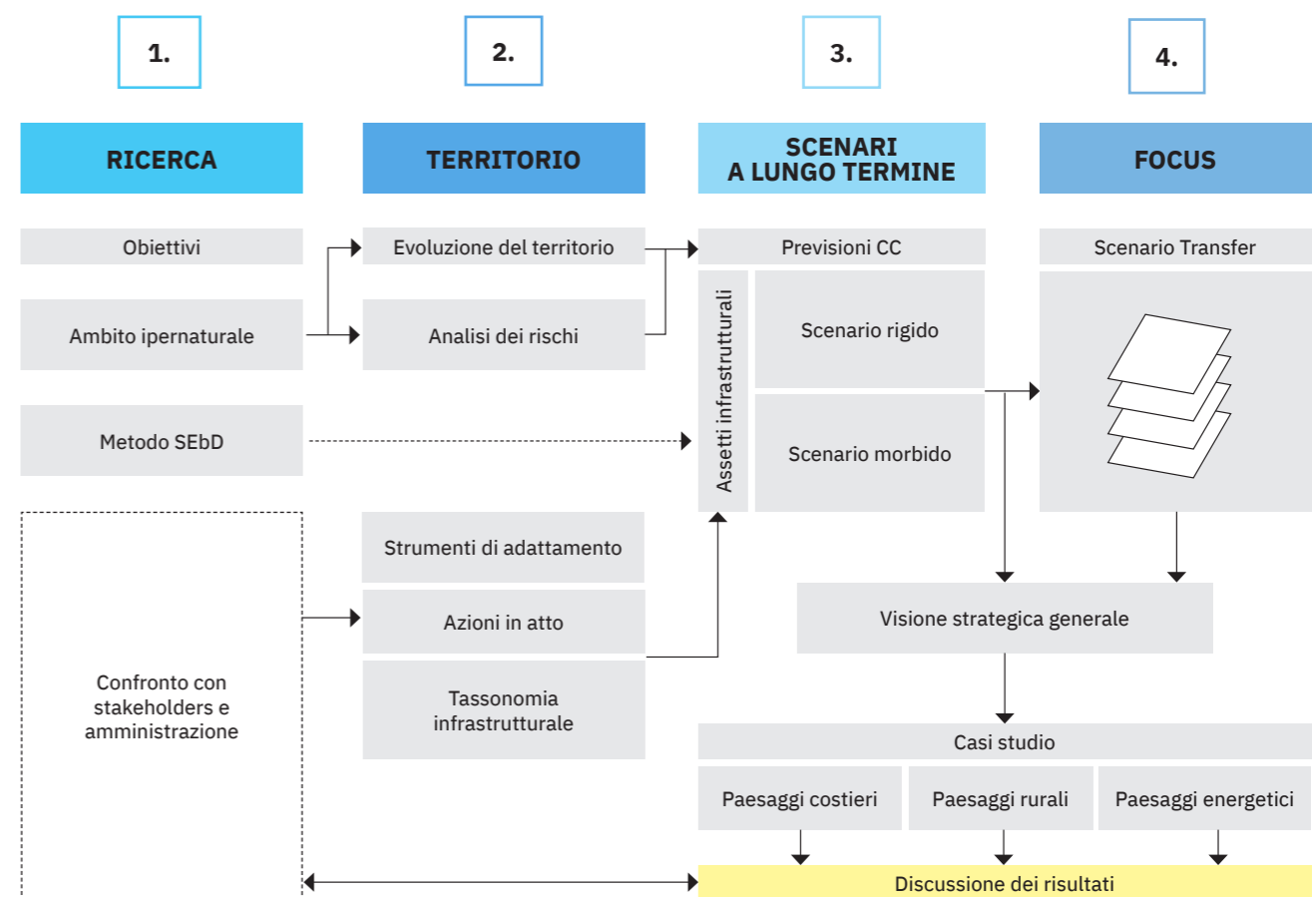
Il documento è stato costruito cercando di riportare in modo semplice e comprensibile le informazioni scientifiche raccolte ed elaborate con l'intento di rendere immediatamente visibile e percepibile come un territorio potrebbe trasformarsi e quali scelte potrebbero intervenire per adattarsi a tali cambiamenti. La struttura del documento si articola in quattro parti.

**1. Ricerca** - si descrivono i presupposti metodologici e teorici che, in relazione all'ambito specifico di Ravenna, hanno ispirato il ragionamento.

**2. Territorio** - analizza il territorio nella sua dinamicità storica, presente e futura per individuare quali sono i rischi da affrontare e con che mezzi lo si può fare.

**3. Scenari a lungo termine** - si concentra sulla costruzione di scenari a lungo termine di possibili trasformazioni del paesaggio tenendo conto delle previsioni sul cambiamento climatico.

**4. Focus** - riguarda le azioni che si propongono sul breve termine, calate su casi-studio esemplificativi del territorio.



Schema che sintetizza la struttura del documento ↗

# RICERCA

*Questa prima parte del documento sintetizza le finalità della ricerca, i fattori ambientali che hanno ispirato le soluzioni proposte e la metodologia impiegata per giungere ad esse.*

*Il primo breve capitolo è dunque dedicato a chiarire gli obiettivi che ci si è posti, a definire le motivazioni che hanno portato a riferirsi ad un certo arco temporale e a determinati strumenti.*

*Il secondo capitolo inquadra l'ambito della ricerca proponendo una lettura del paesaggio Ravennate in funzione del concetto di iper-naturalità che sembra descrivere in maniera adeguata la complessità di un territorio così dinamico e vario.*

*Il terzo capitolo presenta i riferimenti metodologici alla base del lavoro di ricerca e dell'approccio "per scenari" attraverso il quale si affrontano i rischi presenti e futuri che interessano il territorio.*

## OBIETTIVI

---

*Nell'ambito del PAESC di Ravenna, il presente contributo di ricerca si pone come finalità principale quella di definire azioni di adattamento del territorio e del paesaggio in grado di renderlo resiliente ai crescenti rischi di natura ambientale e antropica, amplificati dal cambiamento climatico.*

*Nel far questo si sono analizzati i rischi a cui è soggetto il territorio (per lo più di natura idro-geologica, come rischio idraulico, subsidenza, cuneo salino) mettendoli in relazione con processi di trasformazione già in atto nel contesto territoriale, quali la previsione di nuove infrastrutture. E' stato poi elaborato un quadro di sintesi che si riferisce sia alla condizione attuale che ad uno scenario futuro, sulla base delle previsioni legate ai fenomeni del cambiamento climatico.*

*Sono state delineate quindi delle ipotesi strategiche di intervento - una estremamente dinamica, l'altra estremamente rigida e una intermedia tra le due - per avanzare possibili risposte strutturali alla necessità di adattamento del territorio rispetto i rischi e le pressioni a cui è soggetto.*

Tale approccio permette di misurare l'efficacia e il livello di adattabilità delle azioni che saranno implementate sul breve termine, stimato al 2050, nella consapevolezza di un futuro che si prospetta comunque incerto e difficilmente prevedibile in tutte le sue caratteristiche.

Le proiezioni sul cambiamento climatico a cui ci si riferisce rappresentano delle stime in termini probabilistici del fenomeno e dei suoi effetti. Molte sono le variabili in gioco, per cui risulta impossibile prevederne gli esiti in maniera esatta. Ad ogni modo tali previsioni, anche nell'ipotesi più ottimistica, ci restituiscono, nei territori dell'Alto Adriatico, un quadro preoccupante da cui non si può prescindere per assumere le scelte delle future trasformazioni territoriali di adattamento. Tanto più che molti dei rischi evidenziati risultano già presenti e produttori di effetti negativi.

Questa condizione di instabilità non deve rappresentare un limite alla progettualità odierna, ma deve diventare un'occasione per sviluppare soluzioni di adattamento del territorio più aperte e resilienti.

Il grado di incertezza dei dati a disposizione è crescente all'aumentare dell'orizzonte temporale; allo stesso modo, le condizioni sociali ed economiche che potranno influenzare le decisioni di governo del territorio non sono sicuramente riconducibili ad un unico atteggiamento.

Si parte dalle proiezioni sul cambiamento climatico per arrivare ad indirizzi politico-economici. In questi termini lo scenario rispetto al quale la pianificazione deve dettare le strategie future non può essere considerato stabile o univoco. Per la messa a punto degli scenari progettuali ci si è riferiti alle previsioni sul cambiamento climatico prospettate dall'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) di cui i possibili effetti su scala locale sono stati elaborati da ENEA e CNR per quanto riguarda l'innalzamento del livello del mare e dalla Regione Emilia Romagna, per gli indicatori di temperature e grado di piovosità su aree climatiche omogenee.

La ricerca affronta instabilità e incertezza secondo questa convinzione impostando una sorta di ragionamento a ritroso. Per tale ragione si è deciso di partire da quelli che possono essere gli scenari futuri a lungo termine più significativi e differenti tra loro (2100); dalla loro comparazione si è cercato di estrapolare i fattori e/o le costanti che li caratterizzano; sulla base di questi si ipotizza uno stato intermedio di assetto del paesaggio che diventa il progetto del territorio sul breve-medio orizzonte (2050).

Per costruire gli scenari ed identificarne elementi o processi ricorrenti, è necessario riuscire a leggere e interpretare le dinamiche di trasformazione del paesaggio. Grazie a ciò si capisce quali strutture umane e quali fenomeni ambientali incidono maggiormente sulla forma del territorio.

Attraverso questa lettura risulta evidente come l'aspetto e la struttura territoriale siano soggetti a una costante evoluzione. Così i rapporti di fissità e dinamismo delle sue componenti sono relativi alla visione e condivisione di valori che ridefiniscono i rapporti tra le parti in una logica di necessità. Visioni che mutano nel tempo e con esse la conformazione che il territorio assume. Visioni che si traducono in scelte, da prendere in maniera consapevole, collettiva e senza pregiudizi o posizioni aprioristiche.

La metodologia per scenari intende fornire gli strumenti per rendere efficace il trasferimento di possibilità di adattamento ad un pubblico vasto e informarlo rispetto gli esiti di potenziali trasformazioni già in atto, come i fenomeni legati al cambiamento climatico.

In questo senso, è importante mettere in campo una progettualità libera da dogmi e preconcetti sui rapporti tra uomo e natura.

Ravenna è un esempio lampante di come questo binomio si possa articolare in una serie infinita di situazioni, ecosistemi e paesaggi. Un territorio in gran parte plasmato dall'uomo che lo ha adeguato alle proprie necessità, aspirazioni e tensioni immaginative. Un territorio che oggi si interroga su come affrontare in maniera sostenibile un nuovo cambiamento mantenendo quella stessa spinta creativa e pragmatica che ha spostato fiumi, costruito spiagge, boschi, strappato terreni coltivabili al mare: in breve, un territorio che è sempre stato in grado di reagire, adattarsi e cambiare continuamente il proprio futuro.



*Zone umide in prossimità del torrente Bevanella, Lido di Classe, aprile 2019 ↑*

# AMBITO

---

*L'ambito in cui si muove la ricerca è quanto di più vicino ci possa essere a quell'idea di "ipernaturale" che informa dal punto di vista teorico un approccio disincantato alla pianificazione e alla progettazione del paesaggio.*

*Il rapporto del territorio di Ravenna con il mare esemplifica in maniera molto chiara il concetto. La compenetrazione fisica tra acqua e terra si articola in una moltitudine di varianti che testimoniano come l'azione dell'uomo sia stata capace di generare sempre nuove forme del territorio che hanno innescato una risposta di adattamento continua negli ecosistemi alla ricerca di una stabilità temporanea.*

*Così come il mare entra ed esce dalle Piallasse seguendo un preciso schema deliberatamente studiato dall'uomo, anche le spiagge che caratterizzano il litorale sono il frutto di una interazione controllata con opere di gestione, regolazione e difesa dagli agenti ambientali.*



Argini presso la Pialassa Baiona, marzo 2019 ↑



Argine di protezione dell'arenile, Marina di Ravenna, gennaio 2020 ↑





↑ Lido di Dante, pescatore e piattaforma di estrazione Angela Angelina, marzo 2019



Lido di Dante, zona umida retrocostiera, marzo 2019 ↑



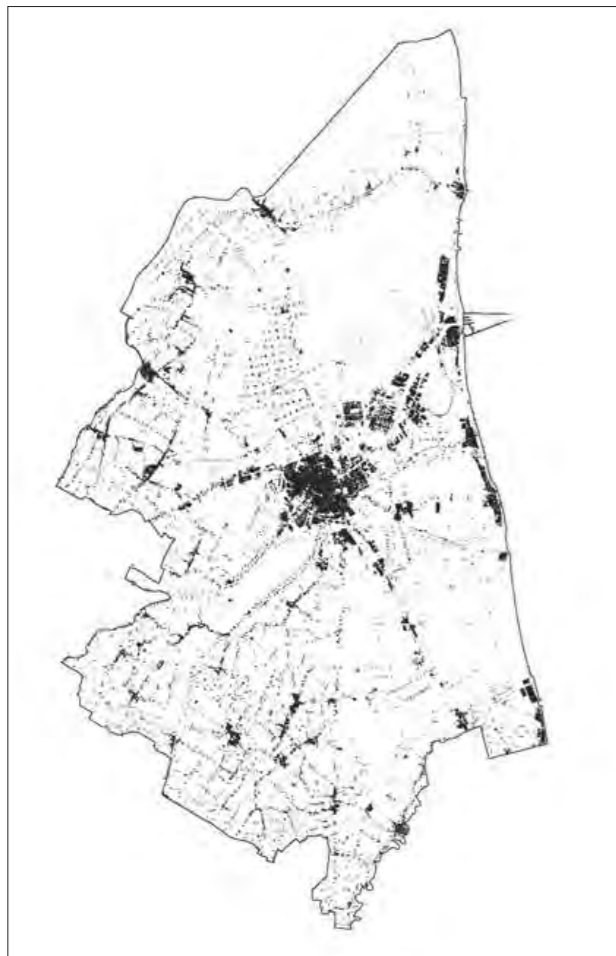
↑ Lido di Dante, argine di protezione invernale di uno stabilimento balneare, marzo 2019



Argine pensile dei Fiumi Uniti, marzo 2019 ↑

Il paesaggio ravennate testimonia questa sua essenza “ipernaturale” anche negli ambiti che possono sembrare più alienanti o irrimediabilmente artificiali. Sullo sfondo dell’area industriale del porto e della darsena commerciale si sviluppano ambienti e biotopi che assumono una forte valenza di biodiversità perché curati dall’uomo o, all’opposto, dimenticati e lasciati proliferare indisturbati. Le opere di controllo e manutenzione di questi sistemi compongono un complesso quadro infrastrutturale che determina le forme del territorio e ne garantisce la funzionalità.

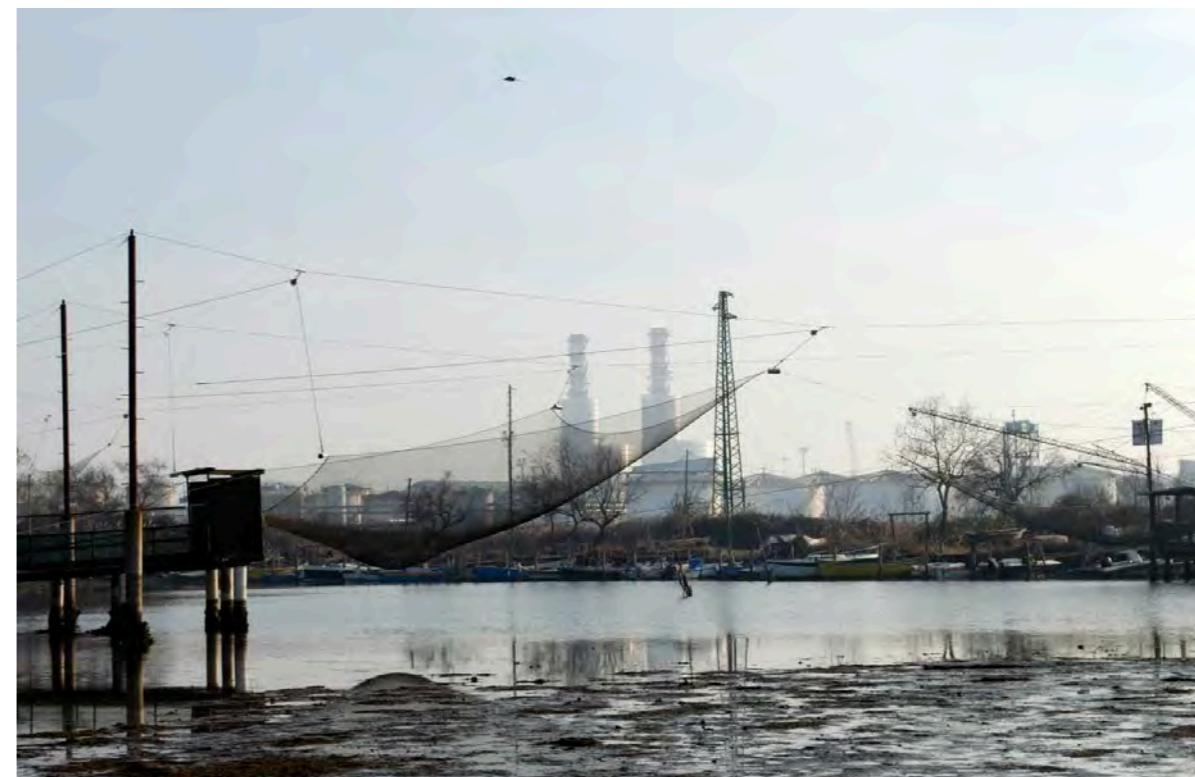
Allo stesso modo sono gestite le zone e gli habitat protetti. Le aree umide, le pinete, il corso dei fiumi vengono continuamente monitorati e rimaneggiati dall’intervento dell’uomo con lo scopo di fissare le loro caratteristiche e difenderli dalle perturbazioni esterne. Anche fermare la dinamicità è però un’azione deliberata e artificiale: determina un certo tipo di natura che definiremmo “aumentata” o appunto “ipernaturale”.



↑ Impronta degli edifici nel Comune di Ravenna, GIS 2019  
 ↗ Attraversamento di un metanodotto sul torrente Bevano, ottobre 2019  
 → Porto Corsini, molo. Sullo sfondo l’area industriale, marzo 2019



La centrale Teodora ripresa dal margine est della Pialassa Baiona, marzo 2019 ↑

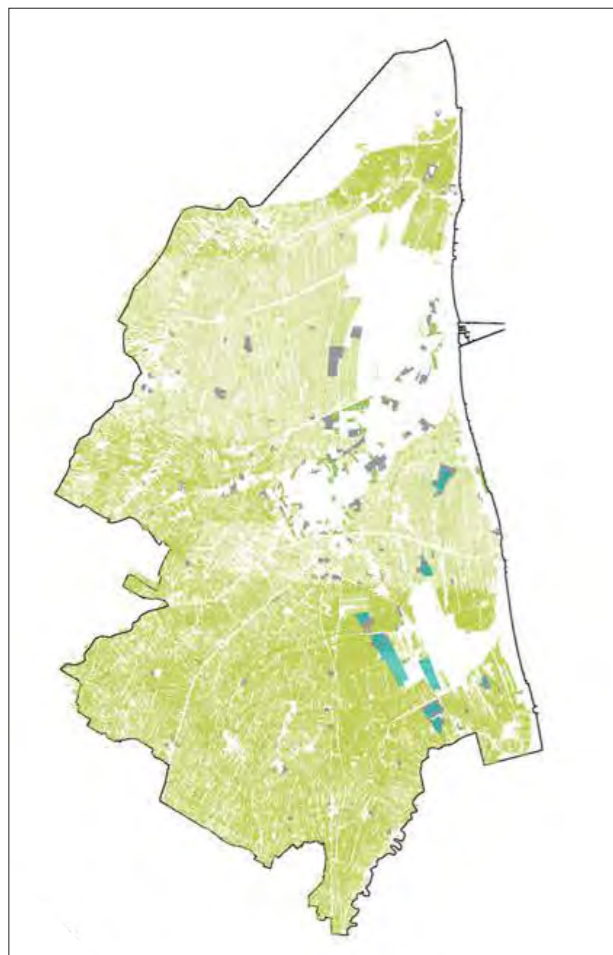


Capanni da pesca nella Pialassa Baiona. sullo sfondo la centrale Teodora e l’area industriale, marzo 2019 ↑

Un'ulteriore agente di organizzazione del paesaggio è l'agricoltura, che in queste zone, un tempo in gran parte paludose, è il frutto di una centenaria azione di bonifica tutt'oggi fondamentale per mantenere il territorio produttivo e sicuro.

Verso la costa, ampie porzioni di suolo sono sotto il livello del mare e la falda superficiale affiora definendo aree umide nel paesaggio rurale. Anche questo processo è da lungo tempo controllato e, in alcuni casi, favorito per gestire meglio le acque e ricreare habitat scomparsi.

L'agricoltura è l'attività antropica più pervasiva del paesaggio ravennate e, senza dubbio, quella che ha comportato le maggiori trasformazioni sul sistema idrico e sulla composizione organica superficiale e sotterranea dei suoli. Quest'ultimo aspetto, spesso poco considerato, è invece determinante per comprendere alcune dinamiche di degrado dell'ambiente causate dalla non corrispondenza tra attitudini e utilizzo del suolo.



↑ Aree agricole, cave e verde pubblico del Comune di Ravenna, GIS 2019

↗ Zona agricola a Savio fotografata da via Canale Pergami, estate 2019

→ Zona agricola fotografata dall'argine del fiume Montone nei pressi della Chiusa di San Marco, marzo 2020



Modellazione morfologica in ex area agricola, in prossimità del fiume Bevano, favorevole allo sviluppo di una zona umida, estate 2019 ↑



Zona agricola a Lido di Dante, marzo 2019 ↑



↑ Infrastrutture di trasporto nel Comune di Ravenna, GIS 2019  
 ↗ Idrografia e infrastrutture ambientali del Comune di Ravenna, GIS 2019



↑ Area umida in prossimità del fiume Bevano, estate 2019  
 ↗ Rinaturazione dunale a Punta Marina, estate 2018



Pialassa Baiona e zona industriale, marzo 2019 ↑



Lavori sul Canale Magni, marzo 2019 ↑

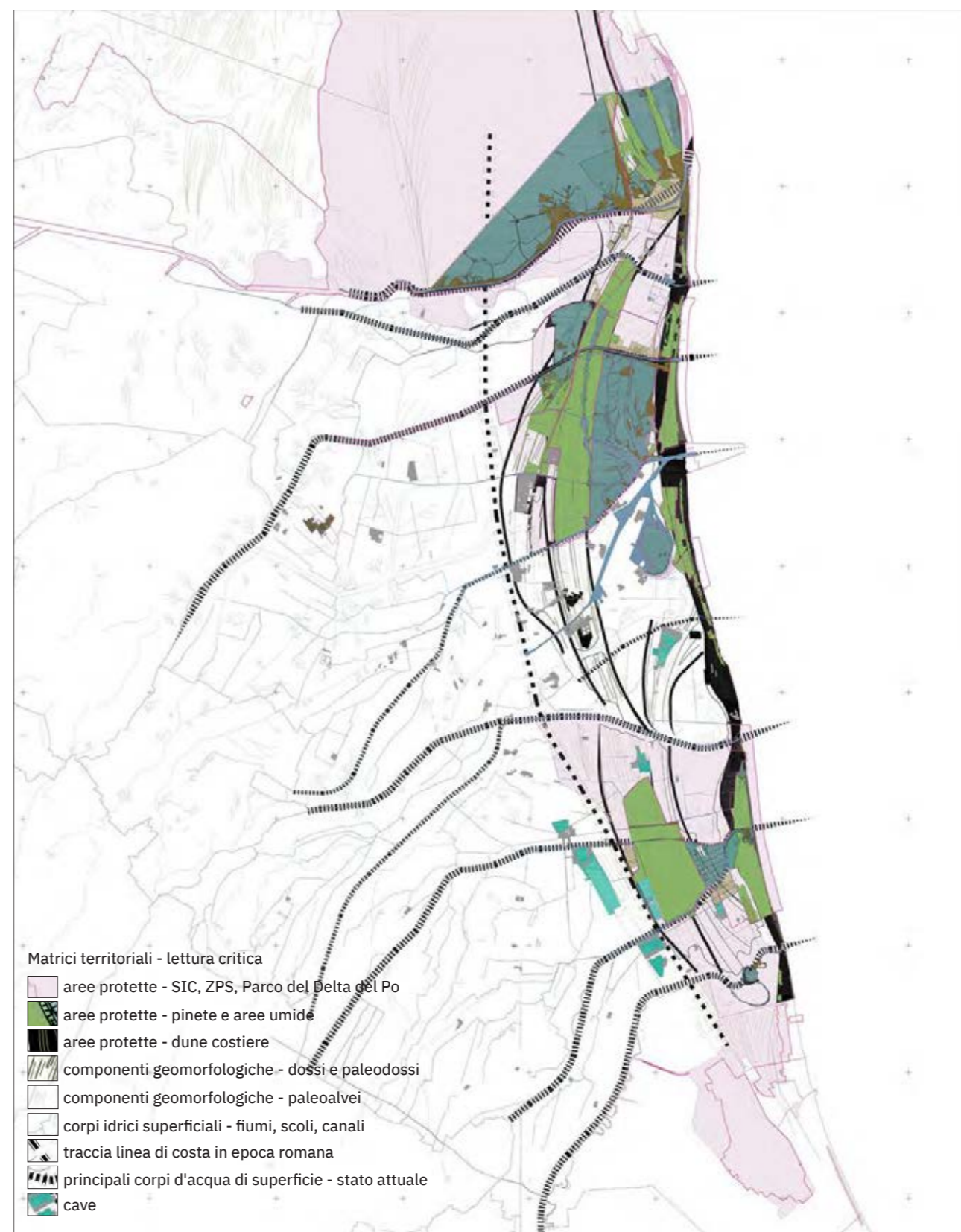
**Sintesi**

In un ambito che è stato definito come ipernaturale è dunque impossibile ragionare in termini di opposizione netta tra naturale ed antropico pensando di ricavare da questa dicotomia delle indicazioni efficaci per il progetto del paesaggio. Con questa convinzione, la ricerca basa invece le proprie ipotesi e proposte su una lettura critica delle componenti che caratterizzano il suolo, sia in superficie che in profondità, cercando nell'interazione tra infrastrutture ambientali e attitudini dei terreni le principali risposte alla congruità o la sostenibilità delle azioni progettuali.

Le diverse trame che si intrecciano e sovrappongono nel paesaggio hanno tempi e dinamicità differenti: gli usi antropici sono considerevolmente più variabili dei processi geologici; gli eventi estremi legati al cambiamento climatico a volte si evolvono ad una velocità difficilmente gestibile con gli attuali mezzi di controllo del territorio. Per questo potrebbe risultare necessario anticipare la complessità dell'incertezza immaginando il futuro attraverso gli scenari.



↑ Elementi che costituiscono il paesaggio di superficie del Comune di Ravenna, GIS 2019  
 ↗ Zona agricola a Savio fotografata da via Canale Pergami, estate 2019  
 → Zona agricola fotografata dall'argine del fiume Montone nei pressi della Chiusa di San Marco, marzo 2020

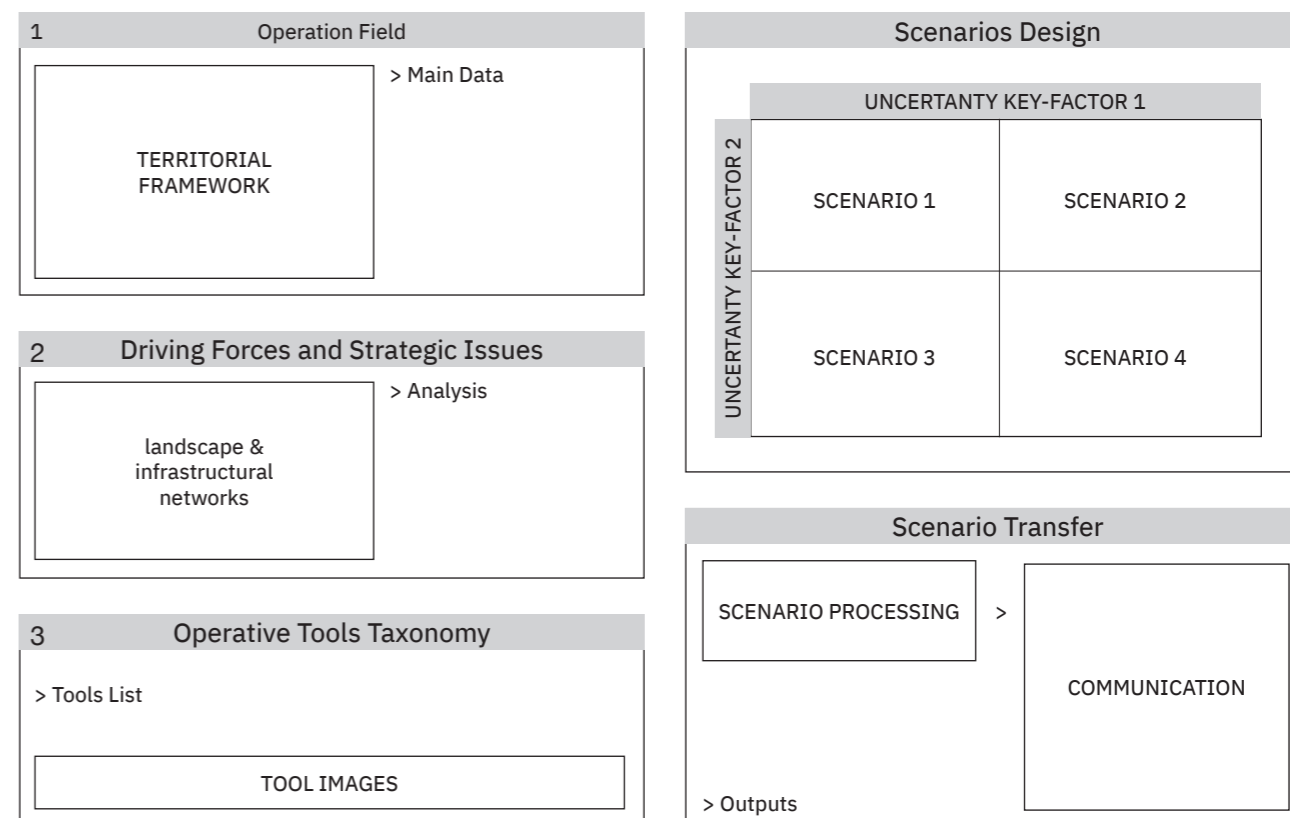


Letture critica delle componenti naturalistiche del paesaggio, sotterraneo e di superficie ↑

# METODOLOGIA

La presente ricerca si avvale del metodo “SEbD” (Scenarios’ Evaluation by Design), una tecnica di pianificazione dei sistemi territoriali e infrastrutturali connessi alla modificazione del paesaggio e dell’ambiente. Ha come principale obiettivo la valutazione ex ante degli indirizzi strategici in modo da influenzare le scelte a medio-lungo termine sulla base di considerazioni qualitative e quantitative circa le ricadute sul paesaggio.

Si fonda sulla costruzione rigorosa e l’analisi comparativa di scenari esplorativi meta-progettuali; dalla loro comparazione è infatti possibile operare una sintesi, identificare priorità ed analizzare il grado di reversibilità di alcune decisioni. Consente di effettuare una valutazione preventiva dei principali impatti che alcune politiche territoriali sono in grado di generare sul contesto per definire strategie più adattabili ai possibili futuri.



Fasi di sviluppo della metodologia per scenari SEbD (Scenarios’ Evaluation by Design)

1. Definizione dell’ambito
2. Individuazione delle forze primarie e fattori di incertezza
3. Tassonomia degli strumenti operativi
4. Progettazione degli scenari
5. Trasferimento degli scenari

Diagramma sintético delle fasi di sviluppo della metodologia SEbD ↑

### Origini e contemporaneità

Lo “Scenarios’ Evaluation by Design” si ispira al metodo messo a punto, durante la crisi energetica del 1973, da Pierre Wack per la Royal Dutch/Shell che ha decretato l’affermarsi dello ‘Scenario planning’, o ‘Scenario thinking’, come approccio strategico di riferimento nei settori delle scienze economiche e sociali. A quasi cinquant’anni di distanza e nonostante i progressi tecnologici nel campo dei modelli matematici predittivi, l’influenza di questo metodo si è allargata ad altre discipline informando i processi decisionali legati a politiche urbane e territoriali.

Lo scenario thinking è uno strumento in grado di supportare l’elaborazione di strategie più resilienti rispetto ad un futuro apparentemente sempre più incerto ed imprevedibile. L’approccio “per scenari”, sviluppando in parallelo narrative multiple e percorsi alternativi di sviluppo, permette di anticipare e rivelare le ricadute talvolta inaspettate dei complessi fenomeni sociali, politici, economici ed ambientali che caratterizzano la contemporaneità.

In Italia questo approccio risulta ancora poco sviluppato soprattutto a livello di pianificazione territoriale e del paesaggio. Il centro di ricerca Sealine, da tempo, in collaborazione con enti e amministrazioni, cerca di promuovere tale modello applicandolo a contesti particolarmente complessi e stimolanti come quello di Ravenna.

### Linee guida

Il modello si propone come un protocollo di collaborazione tra decisori, progettisti ed esperti di diverse discipline; il suo campo d’applicazione riguarda soprattutto lo sviluppo di sistemi su vasta scala che comportano tempistiche estese e pertanto necessitano di un alto grado di resilienza all’indeterminatezza dei processi antropico-ambientali.

Ai fini della definizione del modello SEbD sono stati individuati 5 concetti chiave che caratterizzano la costruzione degli scenari come momento preminentemente progettuale.

- **Molteplicità:** gli scenari comportano sempre più di una singola visione di futuro, questo è il loro obiettivo esplicito. Un’unica visione sarebbe invece una previsione.

- **Complessità:** gli scenari interessano ambiti complessi, situazioni ad alto livello di incertezza nelle quali sono in gioco forze difficilmente quantificabili in prospettiva, ma comunque qualitativamente descrivibili (valori sociali, tecnologie, regolamentazioni, cambiamento climatico, ecc).

- **Oggettività:** gli scenari devono descrivere ciò che potrebbe succedere e non ciò che vorremmo accadesse. Devono essere intrinsecamente coerenti e plausibili. La vera sfida sta nell’allargare la visione sul futuro mantenendo credibilità.

- **Apertura:** gli scenari sono racconti “a bassa definizione”, non eccessivamente specifici né conclusi; devono poter essere continuamente aggiornati e precisati.

- **Rilevanza:** gli scenari devono rispecchiare il contesto, focalizzarsi sulle principali forze che ne determineranno il cambiamento e sui motivi di incertezza più rilevanti ai fini delle decisioni strategiche da adottare nell’ambito di pertinenza.

Queste linee guida chiariscono come il modello non sia finalizzato ad individuare lo scenario migliore, ma bensì a far emergere i fattori che possono influenzare la resilienza di scelte strategiche da attuare su un orizzonte temporale a medio-lungo termine. Per raggiungere tale obiettivo, il modello si compone di una serie di step successivi – esposti di seguito – da intendersi come dispositivi di confronto con il soggetto decisore.

### Fasi

1. **Definizione dell’ambito:** specificare l’oggetto generale e lo scopo degli scenari da costruire indagando il contesto territoriale di riferimento in cui opera il soggetto promotore. Descrivere chiaramente lo stato di fatto in modo da individuare un punto di partenza comune a tutti gli scenari da costruire.

2. **Individuazione delle forze primarie e fattori di incertezza:** identificare gli elementi primari, le forze in gioco sul territorio che determineranno la trasformazione del contesto nel prossimo futuro. Attivare un confronto con il soggetto promotore circa le questioni strategiche in merito alle quali dovrà effettuare delle scelte. Da questa operazione, estrarre i due fattori chiave di criticità o incertezza coi quali la strategia dovrà confrontarsi. I fattori chiave possono essere definiti come un campo di variabili.

3. **Tassonomia degli strumenti operativi:** è necessario capire quali sono gli strumenti concreti d’intervento e di trasformazione fisica con i quali il soggetto promotore può perseguire i propri obiettivi strategici sul territorio. L’obiettivo è definire una relazione chiara tra obiettivi e mezzi identificando possibili debolezze anche rispetto ai fattori di incertezza.

4. **Progettazione degli scenari:** vengono costruiti gli scenari esplorativi di modificazione del paesaggio selezionando, per ogni campo di variabili, indirizzi alternativi credibili che possono incidere significativamente sulla modificazione futura del paesaggio. Per ogni scenario si costruisce, poi, una narrativa a partire dalla situazione attuale determinando un certo orizzonte temporale per descriverne l’evoluzione. Sarà così possibile comparare gli scenari e visualizzare in che termini un territorio può essere modificato dall’interazione di diverse forze.

5. **Trasferimento degli scenari:** traduce le indicazioni che provengono dall’analisi comparativa dei singoli scenari in possibili azioni progettuali e scelte programmatiche da sviluppare a breve termine. Gli scenari alternativi, consentono di individuare le alternative progettuali più resilienti studiandone ad esempio la reversibilità, l’adattabilità o la possibilità di verificarsi in successione.

La sintesi che ne deriva consente di rappresentare in modo più diretto e meglio comunicabile verso l’esterno (stakeholders, istituzioni, organi di governo, opinione pubblica) le conseguenze e i presupposti di alcune azioni sul territorio.

Nell’ambito della redazione del PAESC di Ravenna, la metodologia SEbD è stata implementata per rispondere all’esigenza di programmare una strategia di adattamento ai cambiamenti climatici. I punti prima elencati corrispondono ai contenuti di questo documento anche se, per raggiungere un pubblico più vasto possibile, la presentazione dei risultati della ricerca ha richiesto alcune semplificazioni che cerchiamo qui di riassumere per facilitare la comprensione generale.

La “definizione dell’ambito” è stata sintetizzata, nel capitolo precedente a questo, con la lettura del paesaggio ravennate riferita al concetto di “ipernaturale”. Ulteriori informazioni, più didascaliche, sono reperibili nei vari documenti di pianificazione sviluppati dal Comune a cui si rimanda.

“Forze primarie e fattori di incertezza” sono stati trattati nella Parte II del documento che identifica i trend di evoluzione che derivano dalla lettura storica del paesaggio e dall’analisi dei rischi.

La “Tassonomia degli strumenti operativi”, in appendice, nella quale si prendono in considerazione le infrastrutture presenti nel territorio classificate per tipologia. Per ognuna di esse si identificano le interazioni che possono avere con il paesaggio e conseguentemente le funzioni di riduzione del rischio che potenzialmente assumono.

La “Progettazione degli scenari” è sviluppata nella Parte III, a partire dalle previsioni sui cambiamenti climatici e dal loro impatto sui fattori di rischio. Questi dati sono riferiti all’orizzonte temporale del 2100 che viene, dunque, preso a riferimento per la costruzione di due scenari alternativi a lungo termine di evoluzione del paesaggio comunale.

Il “Trasferimento degli scenari” è affrontato nella Parte IV, dei Focus, dove vengono sviluppate le strategie a breve termine derivanti dagli scenari al 2100. Queste comportano una serie di azioni, presentate su casi studio esemplificativi, il cui completamento al 2030 potrà portare allo stabilizzarsi di un paesaggio resiliente di transizione entro il 2050.

# TERRITORIO

*La seconda parte del documento è dedicata ad analizzare il territorio in funzione dei processi che ne hanno determinato e continuano stabilirne l'assetto nel tempo.*

*Si vuole mettere in evidenza come l'attuale configurazione sia il risultato di un continuo processo di trasformazione da parte delle azioni antropiche che nel corso dei secoli hanno contribuito a ridisegnare la geografia dei luoghi. Questa forma di evoluzione si potrebbe definire uno storico percorso di adattamento di spazi alle necessità di insediamento umano attraverso forme di addomesticazione della natura.*

*L'adattamento, passato e futuro, si deve sempre e comunque misurare con i caratteri e le vocazioni di un territorio e le forze della natura che li hanno generati, di cui rimane una presenza tangibile, nonostante vengano smorzate dal palinsesto di attività umane che vi si esercitano, giocando un ruolo cruciale tra i fattori di amplificazione del rischio.*

*La prima sezione del capitolo parla del passato: in particolare analizza l'evoluzione del paesaggio ravennate ripercorrendone, attraverso esempi, la continua trasformazione causata dall'interazione tra uomo e ambiente.*

*La seconda sezione si riferisce al presente e analizza i rischi di varia natura che gravano sul territorio e che generano crescenti tensioni tra attività antropiche e contesto.*

# EVOLUZIONE

---

*Il territorio di Ravenna come, e più di, molte altre zone costiere della Romagna è il frutto di un processo continuo di adattamento e modifica delle sue strutture morfologiche e paesaggistiche. Nelle pagine che seguono sono state raccolte cartografie e immagini storiche che ne ripercorrono, schematicamente e per casi esemplificativi, l'evoluzione.*

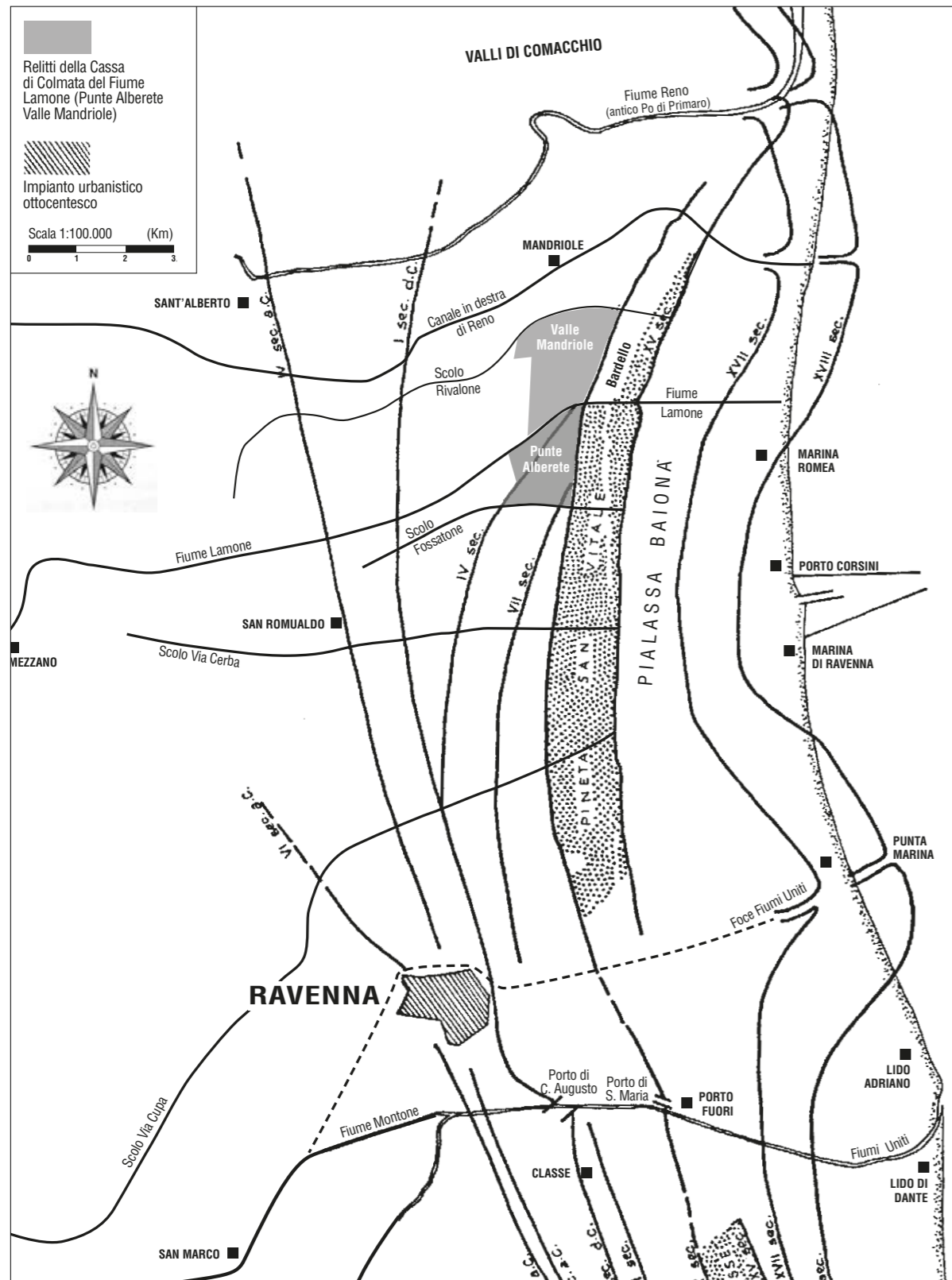
*Lo spostamento della linea di costa, il percorso variabile dei fiumi, la scomparsa di aree umide, la costruzione delle pinete, sono solo alcuni dei tanti processi dinamici che hanno plasmato l'attuale forma del paesaggio.*

*Le tracce di questa evoluzione sono ancora ben visibili in molti punti del territorio comunale. Le rovine del porto romano di Classe testimoniano la presenza del mare in quelle che oggi sono zone agricole e urbanizzate dell'entroterra.*

*Al progressivo avanzamento della linea di costa sono corrisposte, nei secoli, grandi opere di sistemazione idraulica che hanno comportato la regimentazione e la deviazione dei fiumi.*

*Attraverso immagini cartografiche, documenti d'archivio e fotografie evocative in questo capitolo si intende percorrere un viaggio nel corso del tempo e degli eventi che hanno accompagnato il territorio ravennate ad assumere l'attuale configurazione geografica, in cui il presente rappresenta una tappa cruciale per avviare scelte delle trasformazioni future.*





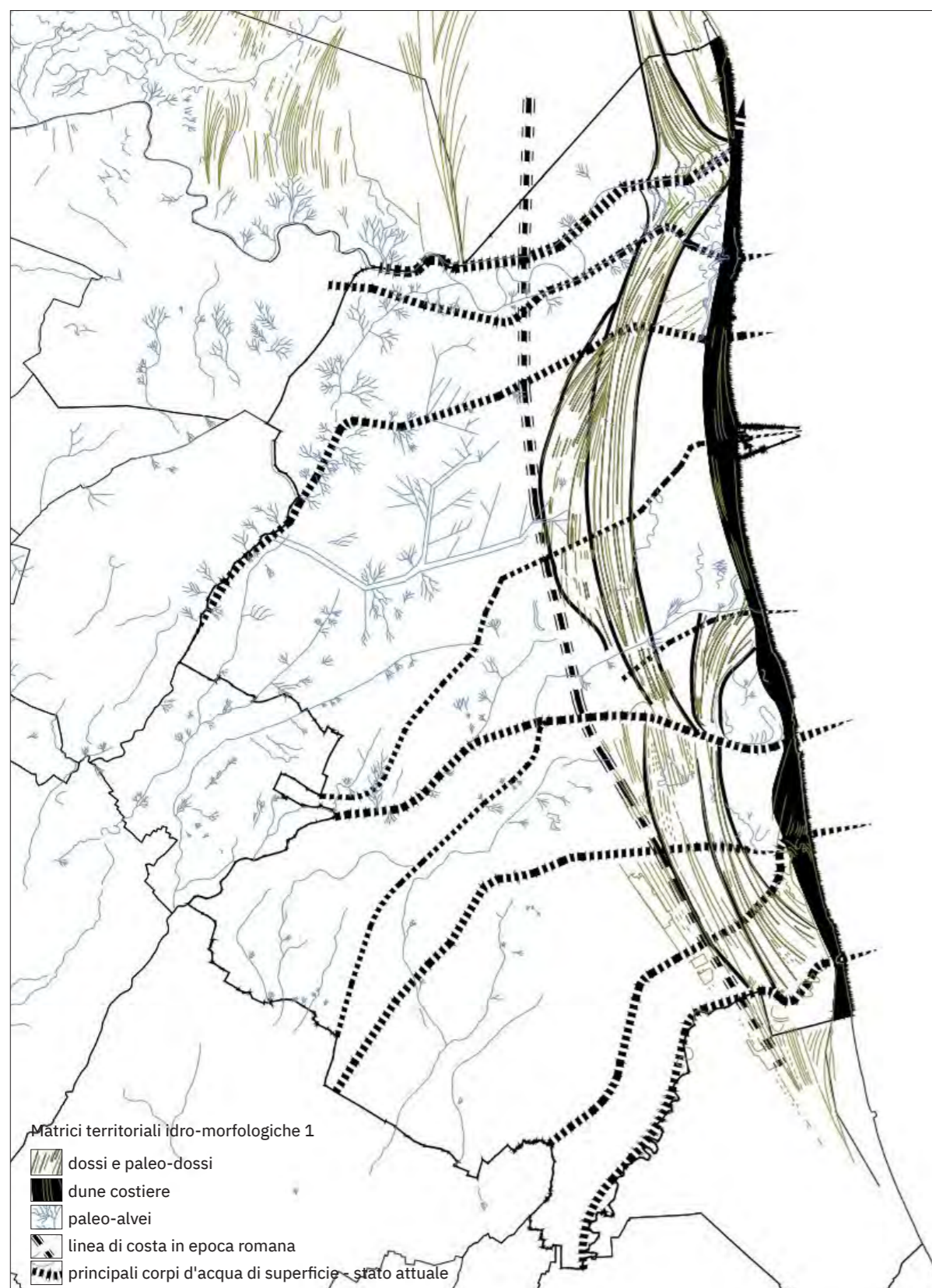
↑ Evoluzione della linea di costa dal secolo VI a.C. fino ad oggi



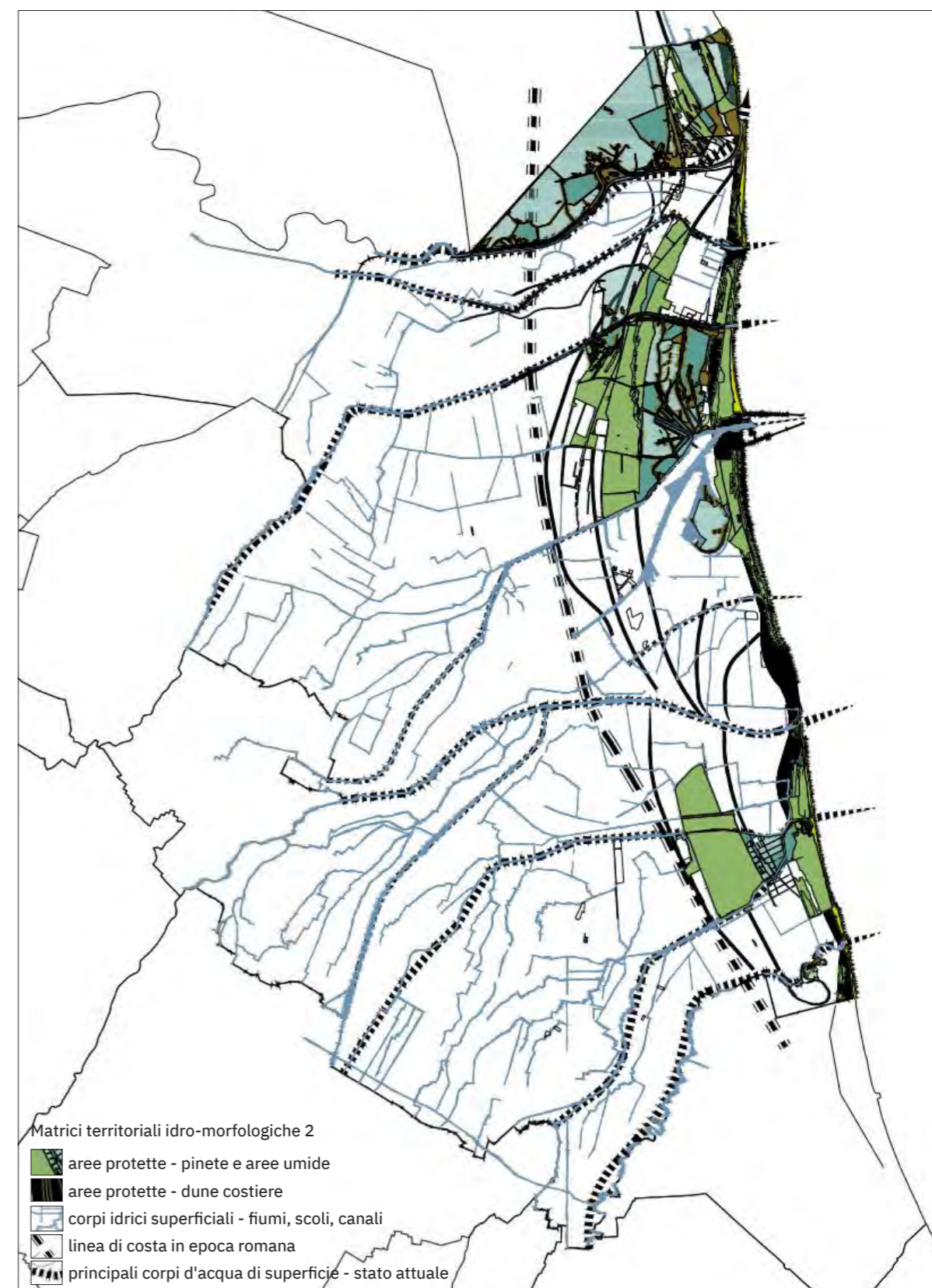
Foto aerea della Foce del Fiume Savio del 2011 ↑



Foto aerea della Foce del Fiume Savio del 1950 ↑



↑ Cartografia GIS del territorio di Ravenna delle matrici territoriali presenti e non sempre visibili in superficie. In evidenza gli elementi geomorfologici (dune, paleo dune, paleo dossi, paleoalvei) frutto dell'evoluzione idrogeologica, la linea di costa in epoca romana, la traccia attuale del sedime dei principali corsi d'acqua attualmente rettificati



↑ Cartografia GIS del territorio di Ravenna di alcune matrici territoriali di superficie. In evidenza i corpi idrici di superficie (fiumi, scoli, canali), le aree protette (pinete, dune, aree umide) che ricadono all'interno dei principali ambiti di evoluzione geomorfologica, la linea di costa in epoca romana.



↑ Affioramenti nella zona di Classe del "Portus Augusti" prima della campagna di scavi archeologici, 1960

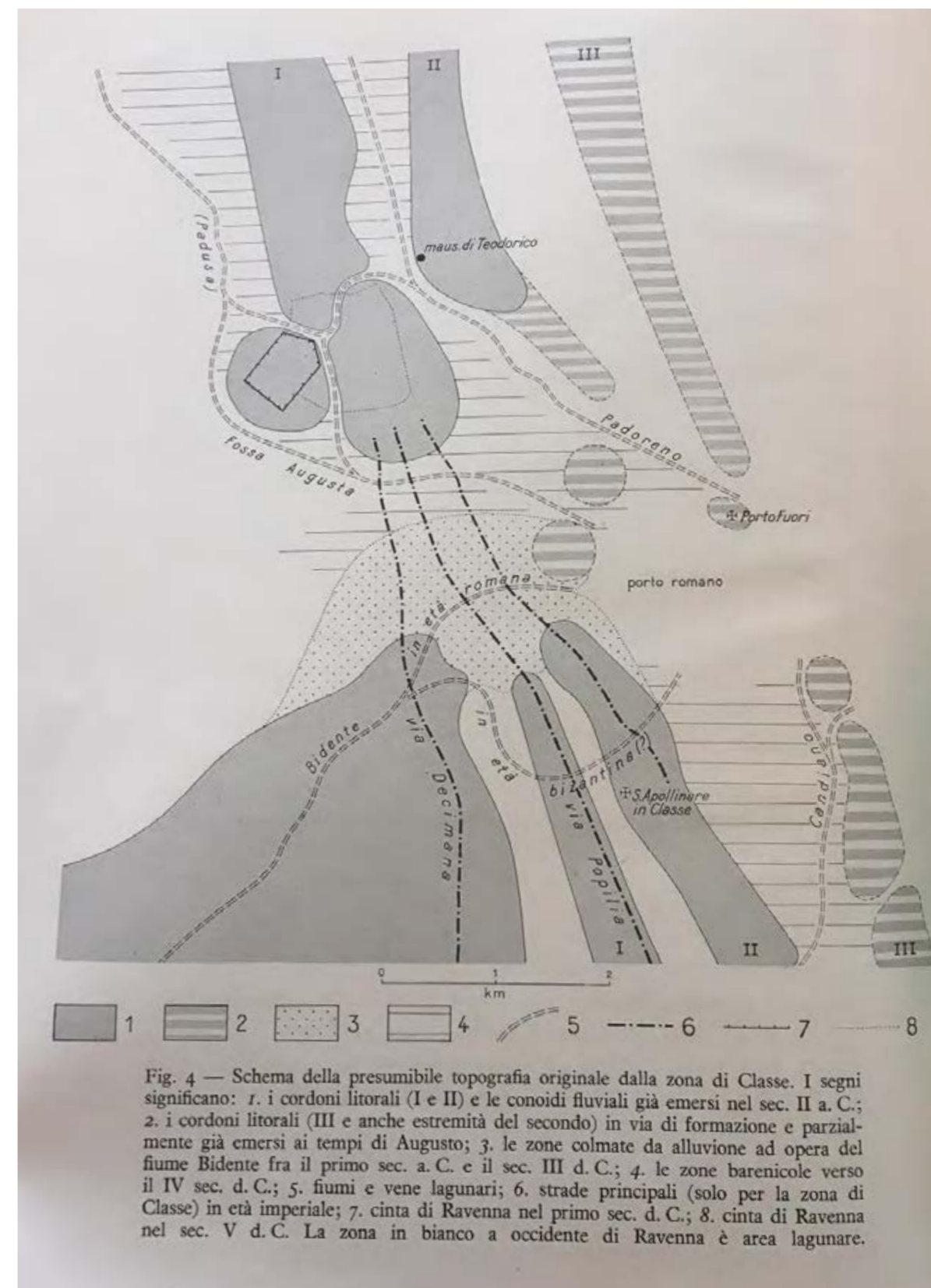


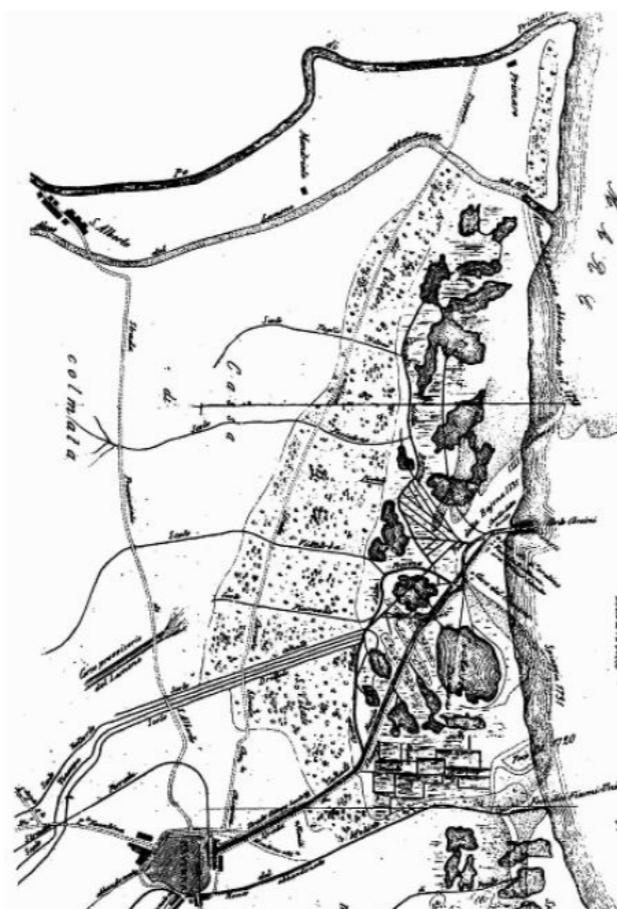
Fig. 4 — Schema della presumibile topografia originale dalla zona di Classe. I segni significano: 1. i cordoni litorali (I e II) e le conoidi fluviali già emersi nel sec. II a. C.; 2. i cordoni litorali (III e anche estremità del secondo) in via di formazione e parzialmente già emersi ai tempi di Augusto; 3. le zone colmate da alluvione ad opera del fiume Bidente fra il primo sec. a. C. e il sec. III d. C.; 4. le zone barenicole verso il IV sec. d. C.; 5. fiumi e vene lagunari; 6. strade principali (solo per la zona di Classe) in età imperiale; 7. cinta di Ravenna nel primo sec. d. C.; 8. cinta di Ravenna nel sec. V d. C. La zona in bianco a occidente di Ravenna è area lagunare.

Schema della presumibile topografia originale della zona di Classe ↑

Le aree umide e le pinete sono il risultato della mediazione tra opere di controllo delle acque, il processo di bonifica per favorire l'agricoltura e la necessità di strutturare un paesaggio di transizione non netto tra terra e mare. La loro evoluzione è stata costantemente controllata e determinata dall'azione dell'uomo sin da epoche antiche.

Per lungo tempo il sistema "piallasse Bationa e Piomboni" ha rappresentato l'indispensabile bacino di ripulsa del porto canale al fine (influenzando sulla velocità delle correnti di marea in ingresso ed in uscita) di limitare al massimo la formazione di una barra sabbiosa all'imboccatura portuale, che ne avrebbe ridotto la navigabilità. Sistema che fino a tempi molto recenti ha assicurato anche un sufficiente ricambio delle acque, poi compromesso dall'ampliamento del canale portuale.

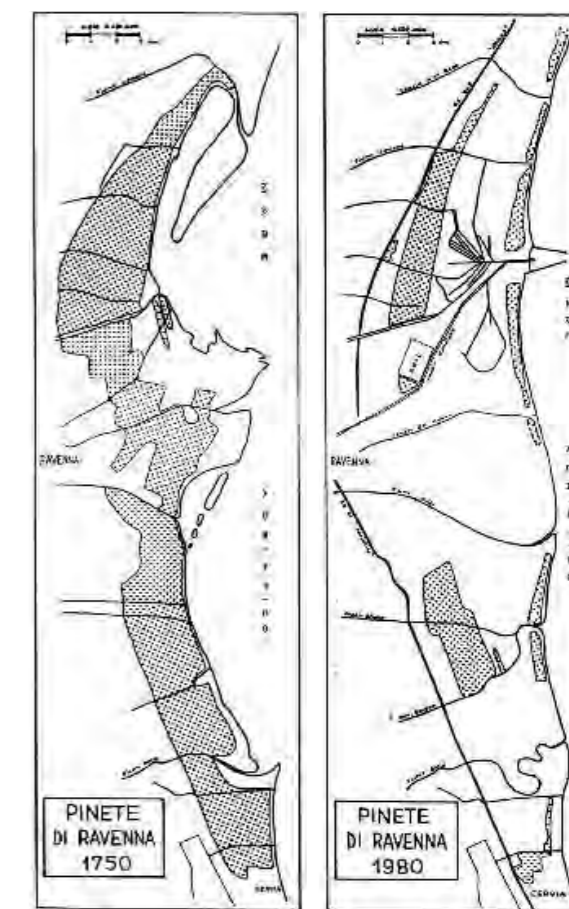
Anche gran parte delle pinete storiche hanno un'origine strettamente funzionale alle esigenze antropiche di produzione di pinoli, legname, pascolo e caccia. La massiva introduzione del pino domestico in sostituzione dei boschi planiziali di latifoglie precedenti ha seguito una logica prettamente commerciale che si è consolidata in un nuovo paesaggio culturale.

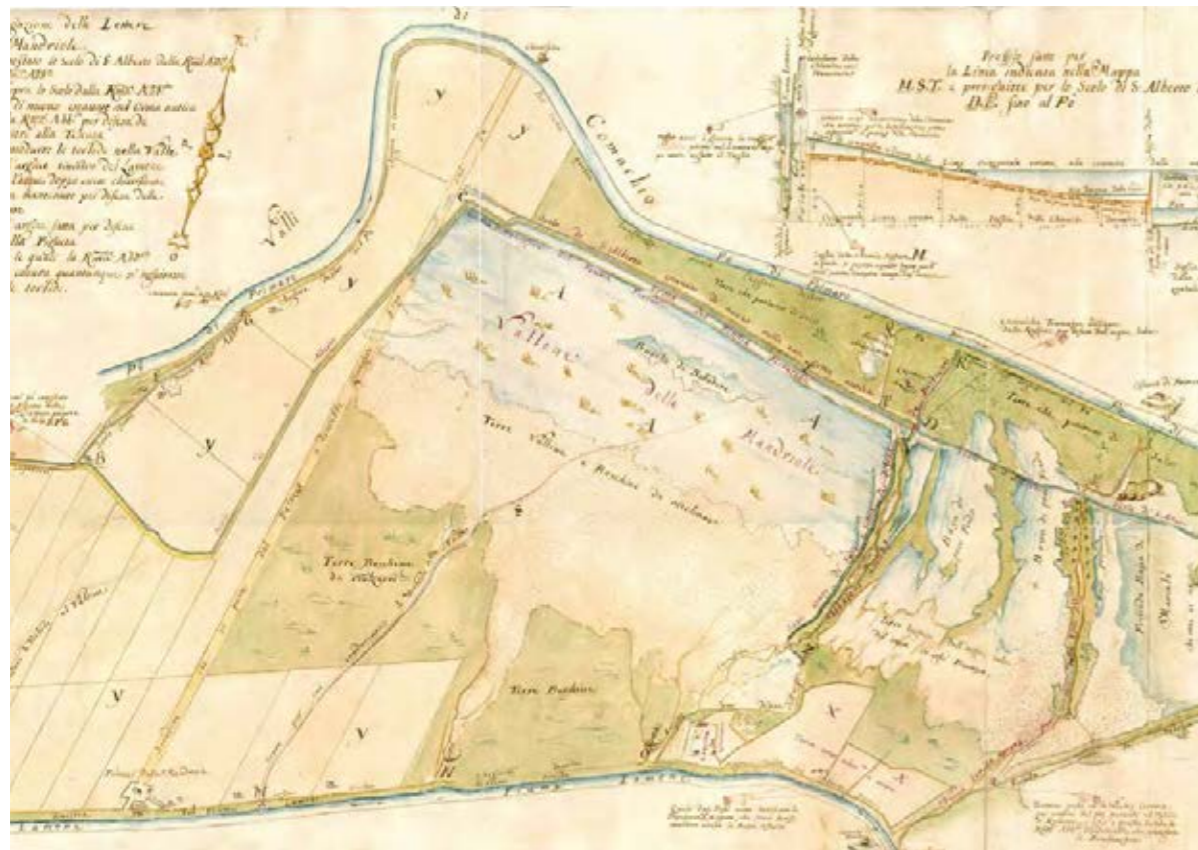


↗ Cartografia schematica dell'evoluzione delle aree umide, riferita all'anno 1868



Carta Storica Regionale del territorio comunale a nord dei Fiumi Uniti, riferita all'anno 1851 ↖  
Evoluzione delle Pinete, riferita al periodo 1750-1980 ↑





↑ Carta di Antonio Farini del 1741 che rappresenta la zona tra il Lamone e il Primaro, con valli, pinete e vari stadi di bonificazione gregoriana

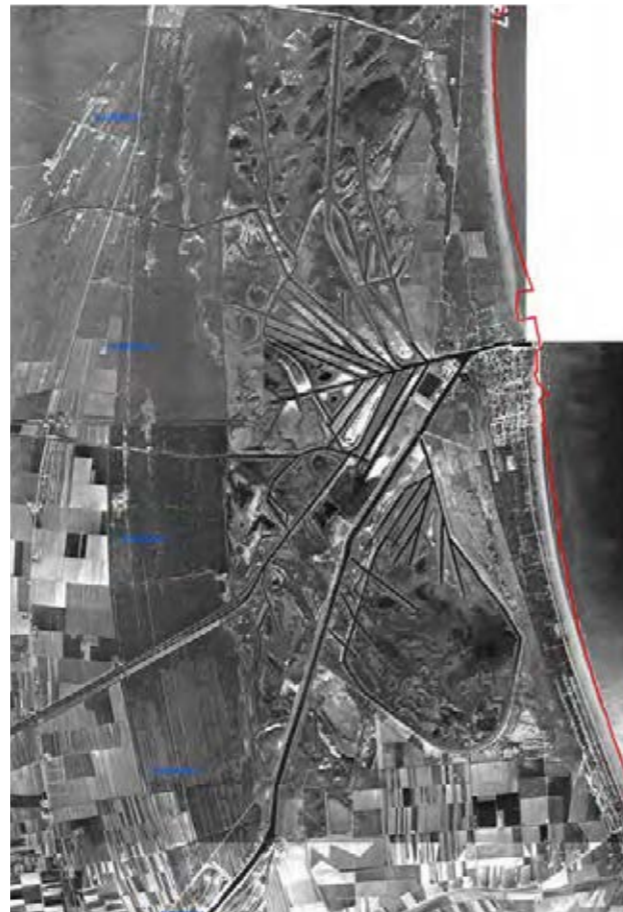


Carta del 1769 che rappresenta le prime risaie nelle valli della bonifica gregoriana di proprietà dei Guccioli, dei Rasponi e dell'Abbazia di San Vitale ↑

L'avvento dell'industrializzazione, con lo sviluppo di nuove tecniche di bonifica e regimazione delle acque, ha determinato una progressiva cristallizzazione del paesaggio in funzione dell'agricoltura e della crescita urbana legata anche al turismo.

Quello che prima era un paesaggio estremamente dinamico, in cui i diversi ecosistemi si compenetravano generando zone di particolare instabilità, in breve tempo ha subito una compartimentazione molto netta accentuata dalle politiche di conservazione e zonizzazione del territorio. In questo modo, molti degli antichi sistemi hanno potuto essere preservati, ma hanno perso gran parte delle caratteristiche di resilienza innate nel loro essere ambienti dinamici e in trasformazione.

L'esempio più evidente di questo processo è visibile sulla costa dove il paesaggio dunale ha subito una crescente degrado. L'aggressione antropica ha relegato in uno spazio confinato e troppo ristretto l'ecosistema dinamico per eccellenza. Il mantenimento delle dune è diventato dunque un esercizio di ingegneria naturalistica, senza la quale difficilmente potrebbero sopravvivere.



➤ Montaggio di foto aeree RAF (Royal Air Force); sono evidenti la linea di costa, le Pialasse, il canale Candiano, la Pineta San Vitale e il mosaico di aree agricole, 1943-44



Foto aerea RAF (Royal Air Force); da destra la Pialassa Baiona, la Pineta di San Vitale e le aree agricole, 1943-44 ↑

Se le nuove conoscenze e le più avanzate pratiche di gestione dell'ambiente possono, in molti casi, compensare la perdita di dinamicità degli ecosistemi garantendone la sopravvivenza, spesso le pressioni dovute ai cambiamenti climatici non sono contrastabili.

Su molti tratti del litorale tutto questo è particolarmente evidente. Soprattutto in corrispondenza delle foci dei fiumi si concentrano una serie di forze che amplificano le criticità e determinano, talvolta, la scomparsa di interi pezzi di territorio, come nel caso della foce del fiume Reno. Altre volte la risposta a tali forze porta all'irrigidimento delle difese, in maniera simile a quanto avvenuto per la foce del Savio.

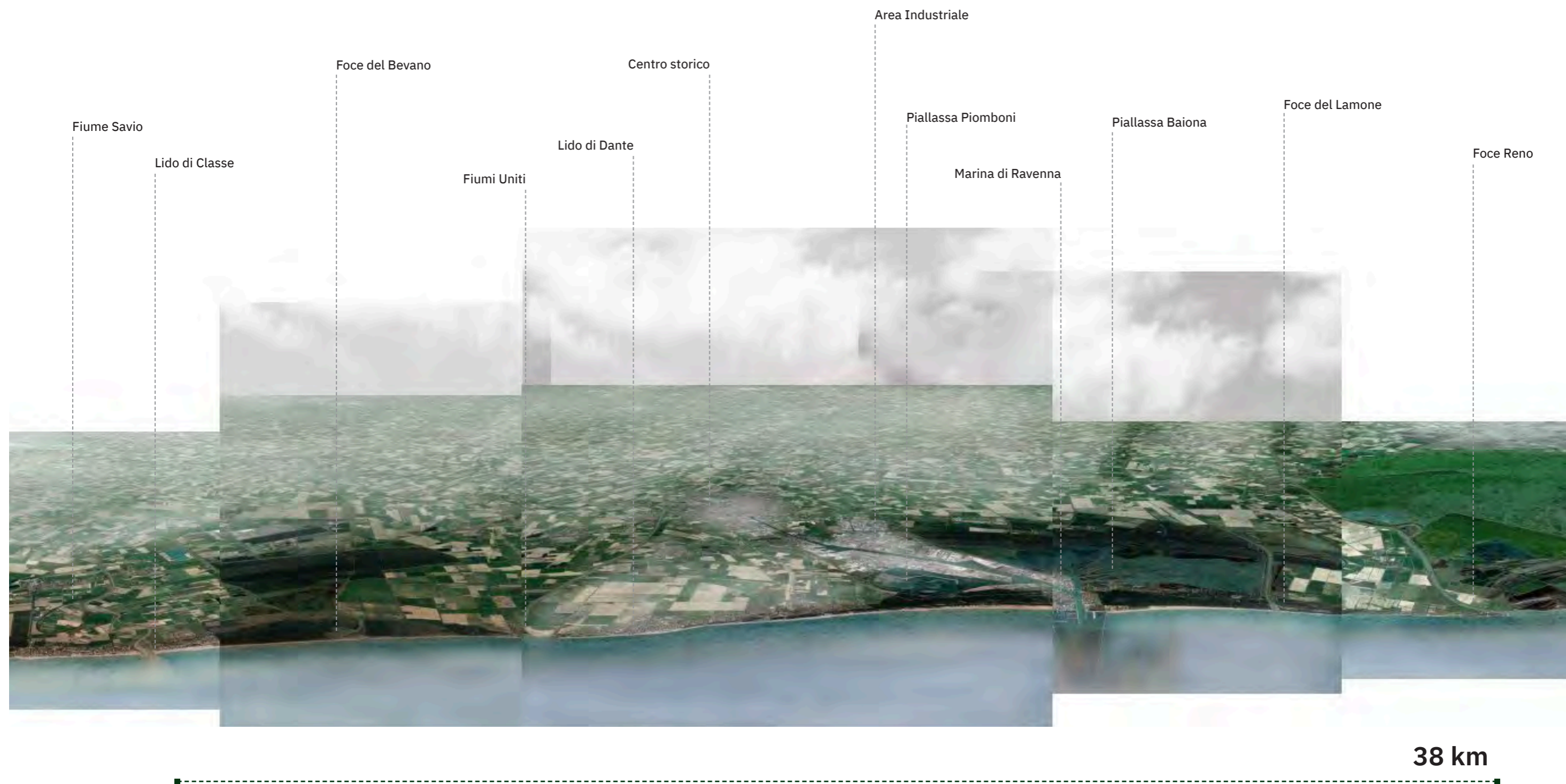
Questa tendenza all'irrigidimento del territorio, paradossalmente, non fa che accelerare i processi di trasformazione rendendoli più percepibili sul breve periodo e dunque meno gestibili. Ne derivano un effettivo aumento del rischio e della fragilità del paesaggio; una maggiore esposizione agli eventi estremi e una crescente difficoltà a conciliare le attività produttive, che hanno plasmato questo territorio, con i cambiamenti climatici agenti sul suo futuro assetto.



➤ Foto aerea della Foce del fiume Reno del 1986



Immagine satellitare della Foce del Fiume Reno del 2019 ↑



Fotomontaggio a scala territoriale dell'attuale assetto di Ravenna, da immagini satellitari del 2019 ↑

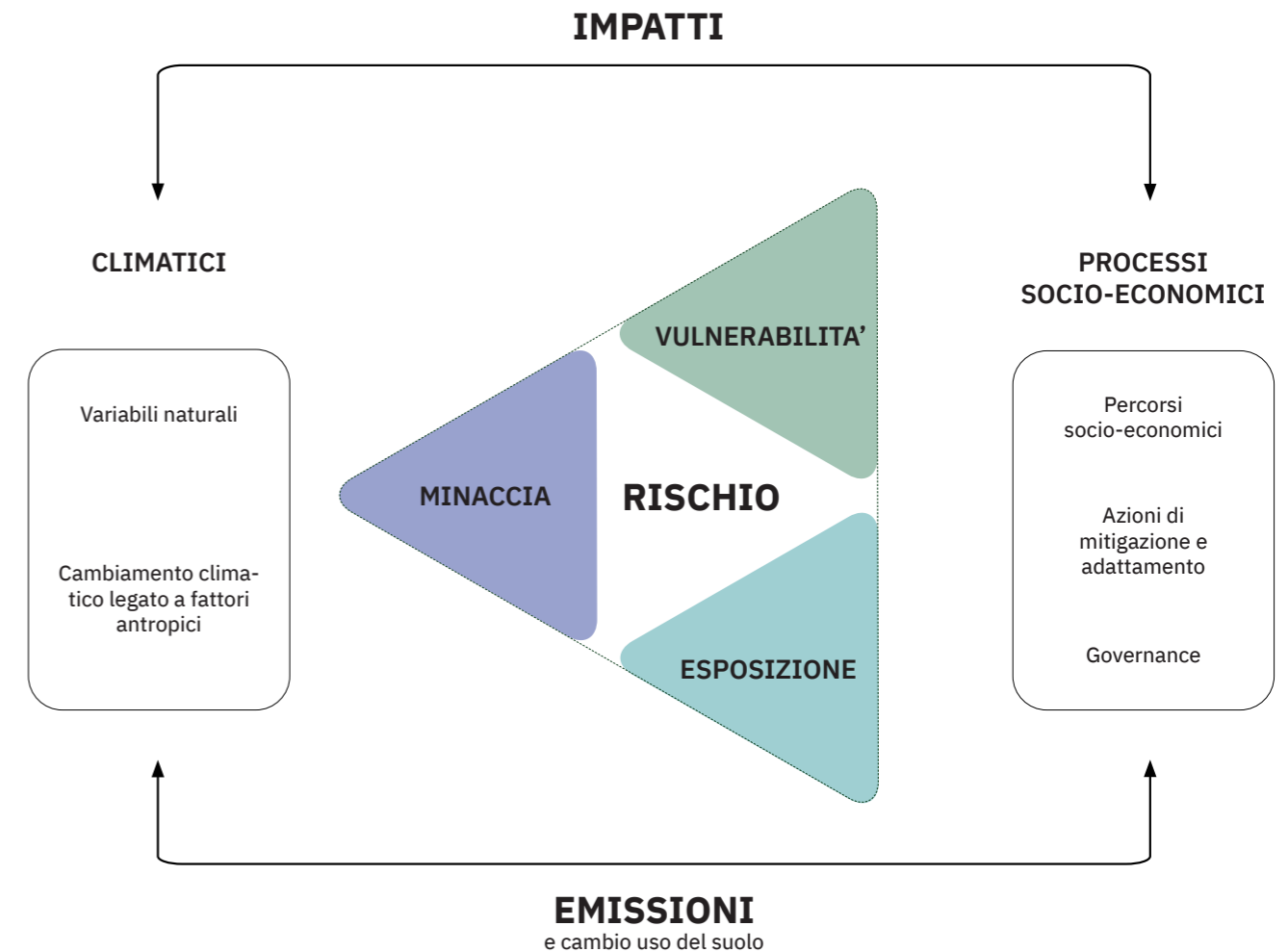


# RISCHIO

Il concetto di rischio riguarda la probabilità che un certo fenomeno, superata una determinata soglia, produca degli impatti definiti negativi, come perdite in termini di vite umane, di proprietà e capacità produttive, impatti sull'ambiente. Nello schema alla pagina successiva si evidenziano i fattori che incidono sugli impatti dei rischi di natura ambientale.

Esso viene espresso in funzione di tre fattori: pericolosità ambientale (hazards), ossia la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi in un certo territorio e in un determinato intervallo di tempo; vulnerabilità territoriale (vulnerability), ossia l'insieme della popolazione, delle infrastrutture, delle attività economiche che può subire danni materiali ed economici a seguito dell'evento; l'esposizione (exposure), dato dalla sensibilità in cui ci si colloca rispetto a determinate minacce.

Il rischio ambientale può essere mitigato attraverso strategie di prevenzione, con azioni mirate alla riduzione della vulnerabilità e dell'esposizione, coerenti ai progressi delle ricerche sulla pericolosità ambientale.



L'analisi del rischio rappresenta una sorta di fotografia delle condizioni di un territorio effettuata in un dato momento sui dati e le previsioni disponibili.

La comprensione dell'interazione di diversi fattori che incidono sulla definizione del *rischio* è fondamentale per gestire il tema dell'adattamento da un punto di vista strategico nella previsione di azioni adattive e di mitigazione.

Si tratta dunque di un quadro temporaneo che può variare nel momento in cui si acquisiscono nuove conoscenze sull'andamento del clima o in funzione di esigenze specifiche e programmi di sviluppo che agiscono sul territorio. Tale consapevolezza serve a indirizzare la progettazione strategica e richiede un continuo aggiornamento degli strumenti e delle azioni in relazione alle previsioni sul cambiamento climatico a lungo termine.

*Rappresentazione concettuale fornita dall'IPCC dei fattori che incidono sul concetto di rischio ambientale in relazione al cambiamento climatico, rielaborazione e traduzione in italiano ↑*

## I rischi presenti nel territorio ravennate

Nelle pagine che seguono sono state raccolte e analizzate le cartografie relative ai principali rischi che incidono sul territorio ravennate al 2020, la cui sommatoria rappresenta una geografia di riferimento per programmare le azioni sul paesaggio nel prossimo futuro. Alcune delle cartografie riportate sono in fase di aggiornamento. I rischi in esame sono: idraulico, ingressione marina, incendi, ondate di calore, idropotabile eventi meteorici estremi, subsidenza, cuneo salino, erosione costiera.

### PRINCIPALI RISCHI CLIMATICI

RISCHIO	EFFETTI	CAUSE
<b>IDRAULICO</b>	- esondazione fiumi - regime torrentizio fiume li rende soggetti a piene improvvise e magre estreme	- sommato a fenomeno subsidenza - pelo libero medio igrometrico più alto di piano di campagna aree limitrofe ad arginatura
<b>INGRESSIONE MARINA</b>	- mareggiate	- condizioni meteoriche sfavorevoli soprattutto nei mesi invernali - aggravato da fenomeno subsidenza
<b>INCENDI</b>	- aree boschive non ad alto rischio in quanto ambito fitoclimatico intermedio, sufficiente fresco e umido - Piano Provinciale di Emergenza Rischio Incendi Boschivi	- elevata presenza umana - rete fitta di infrastrutture viarie - scarsa piovosità - forte ventosità
<b>ONDATE DI CALORE</b>	- afa - rischio bolle di calore in un certi periodi dell'anno	- urban canyon effect (concentrazione persone, edifici aumentano ristagno aria) - riverbero cemento nelle costruzioni - asfalto manto strada le
<b>IDROPOTABILE</b>	- interruzione o riduzione erogazione acqua potabile	- siccità - evento calamitoso
<b>EVENTI METEORICI ESTREMI</b>	- forti temporali - forti nevicate - trombe d'aria - neve - grandine - colpi di vento	- pelo libero medio igrometrico più alto di piano di campagna aree limitrofe ad arginatura - sommato a fenomeno subsidenza

*Tabelle riportanti l'analisi dei rischi del territorio ravennate* ↑ ↗

I rischi in oggetto sono stati suddivisi in due categorie: le criticità ambientali già esistenti sul territorio e i principali rischi climatici. Le cause riconducibili ad esse sono sia di carattere ambientale che di tipo antropico. Il fenomeno del cambiamento climatico è un amplificatore di entrambe le categorie di rischio. Per le ondate di calore e rischio idropotabile non si è fatto riferimento a una cartografia, ma a dati forniti dalla Regione Emilia Romagna come scenari climatici per aree omogenee, riportati al capitolo successivo.

### CRITICITA' AMBIENTALI GIA' ESISTENTI SUL TERRITORIO

RISCHIO	EFFETTI	CAUSE
<b>SUBSIDENZA</b>	- accentuazione processi erosivi - perdita definitiva di quota rispetto al livello del mare - aumento rischio ingressione marina - aumento rischio esondazioni fluviali	FATTORE NATURALE + FATTORE ANTROPICO - estrazione acque dolci dal sottosuolo - estrazione idrocarburi
<b>EROSIONE COSTIERA</b>	- perdita di porzioni di spiaggia - ingressione acqua salata	- diminuito apporto di sedimenti da parte dei corsi d'acqua - erosione eolica - subsidenza - variazioni climatiche ed ambientali - variazione del regime del trasporto solido longitudinale (porti, moli, ecc) - rapida e intensa urbanizzazione negli anni '60-'70
<b>CUNEO SALINO</b>	- acqua salata che si infiltra nella falda freatica lungo fascia litoranea, aree retrostanti la costa e le pinete - minaccia anche le falde artesiane	FATTORE NATURALE + FATTORE ANTROPICO: - falde artesiane fortemente depressurizzate dallo sfruttamento, richiamano lateralmente l'acqua salina che è insediata nelle falde stesse verso il mare

Le maggiori criticità si riscontrano, sulla fascia costiera che rappresenta il luogo di più alta concentrazione dei diversi fenomeni, talvolta sincroni. Qui le caratteristiche ambientali ed ecosistemiche particolarmente delicate contribuiscono ad aumentare il livello di vulnerabilità del territorio, che viene incrementato anche per la presenza delle infrastrutture legate al settore produttivo del turismo, estremamente importante per l'economia locale.

Nell'entroterra i fattori di più alto rischio riguardano l'azione combinata di alluvioni e subsidenza che agiscono sul livello di sicurezza dei centri abitati vicini ai corsi d'acqua e sul sistema agricolo produttivo. Quest'ultimo, in particolare, si ritrova ad affrontare una serie di problematiche che dipendono dall'intensificarsi dei trend di siccità che determinano forti scompensi nella pianificazione delle colture.

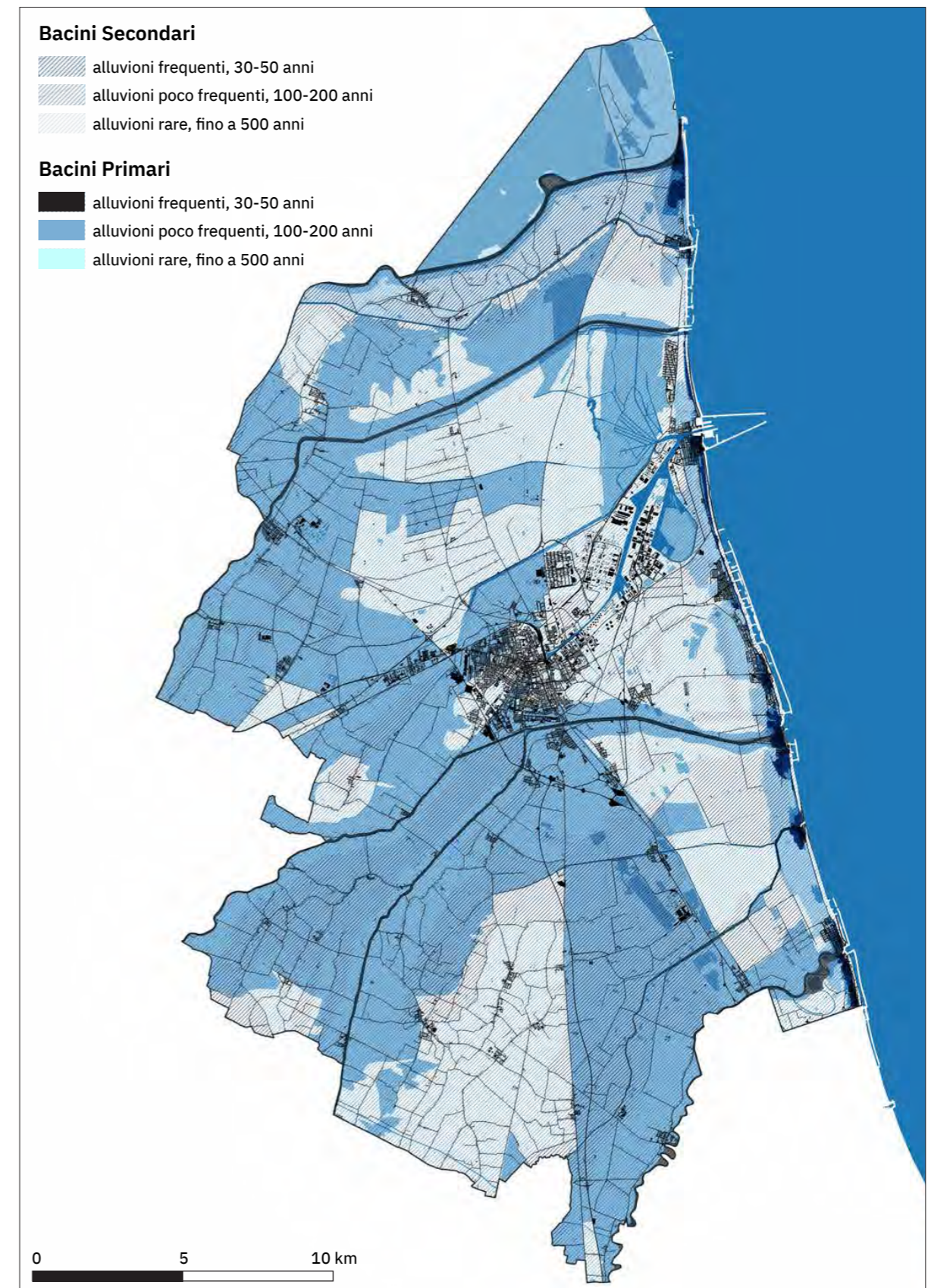
**RISCHIO****Idraulico | Eventi meteorici estremi**

Il rischio idraulico riguarda l'allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua; può essere provocata da fiumi, torrenti, canali, laghi e, per le zone costiere, dal mare in seguito ad eventi meteorici estremi come temporali. Esso è direttamente connesso alla pericolosità idraulica e all'assetto morfologico del territorio, che, ai fini del nostro ragionamento, viene rappresentato in cartografia aggregando i dati riguardanti i bacini primari e quelli secondari. Il fenomeno può causare ingenti danni alle persone, alle attività produttive, tra cui l'agricoltura, e ai sistemi infrastrutturali provocando disservizi, ad esempio, sulle reti fognarie con conseguenze sanitarie non trascurabili.



↑ Campi allagati dopo le forti piogge dell'autunno a Ravenna, 2019

Tempo di ritorno delle alluvioni. Elaborazione dati 2019 dal Quadro conoscitivo del PUG di Ravenna ↗



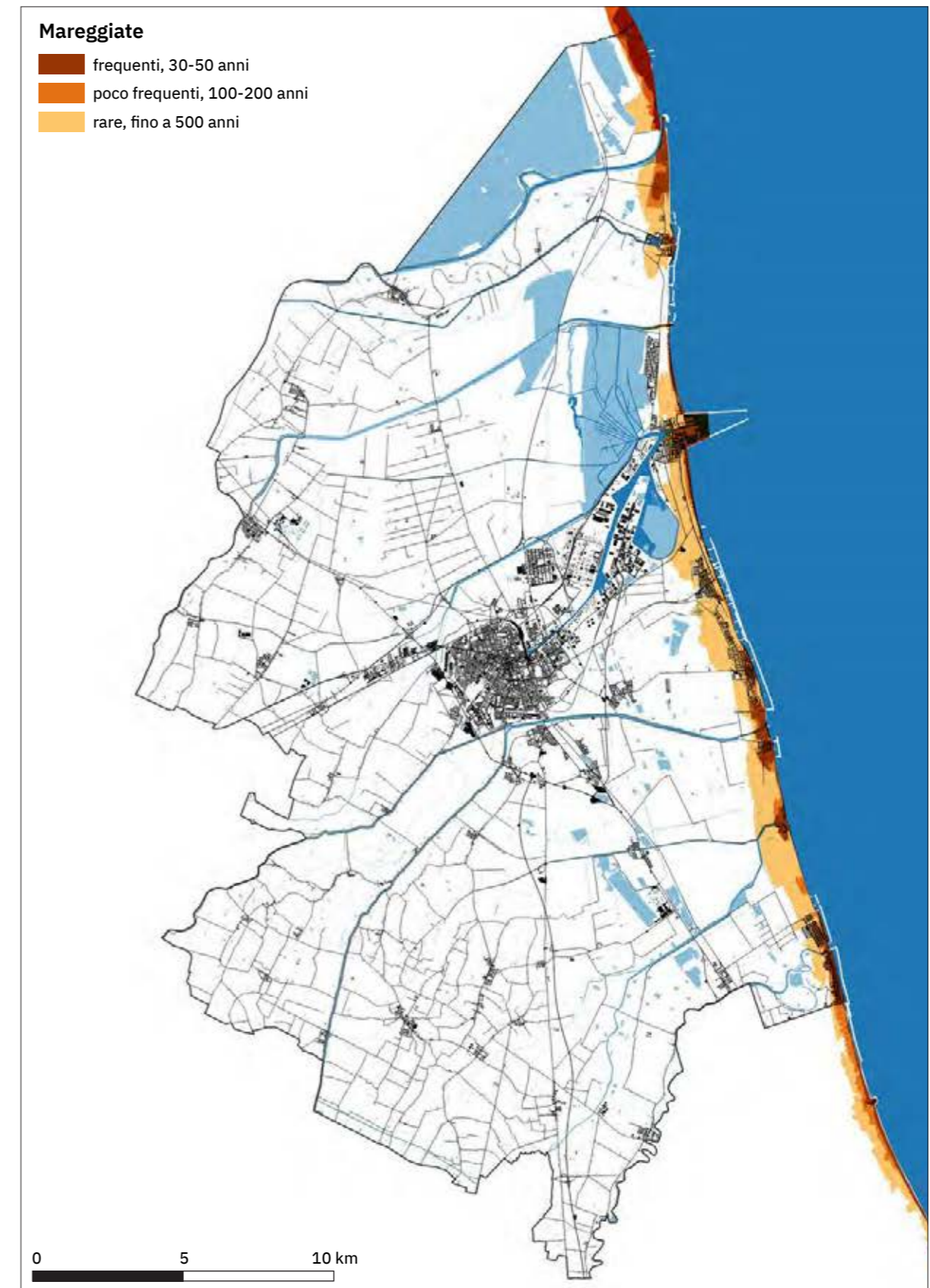
**RISCHIO****Ingressione marina**

In questo contesto il rischio di ingressione marina si intende direttamente correlato all'azione delle mareggiate che sul territorio ravennate incidono su circa 38 chilometri di costa. Tale rischio è presente tutto l'anno, ma si accentua nei mesi invernali, quando condizioni atmosferiche sfavorevoli di bassa pressione producono perturbazioni con venti assai intensi verso costa, mare molto mosso e onde alte a riva. Questo fenomeno, oltre ad accelerare l'erosione, causa danni ingenti alle attività turistiche e all'equilibrio degli ecosistemi dunali e retrocostieri, come le aree umide, su cui si riversano periodicamente ingenti quantità di acque salate.



↑ Mareggiata del 2019, Marina Romea

Tempo di ritorno delle mareggiate. Elaborazione dati 2019 dal Quadro conoscitivo del PUG di Ravenna ↗



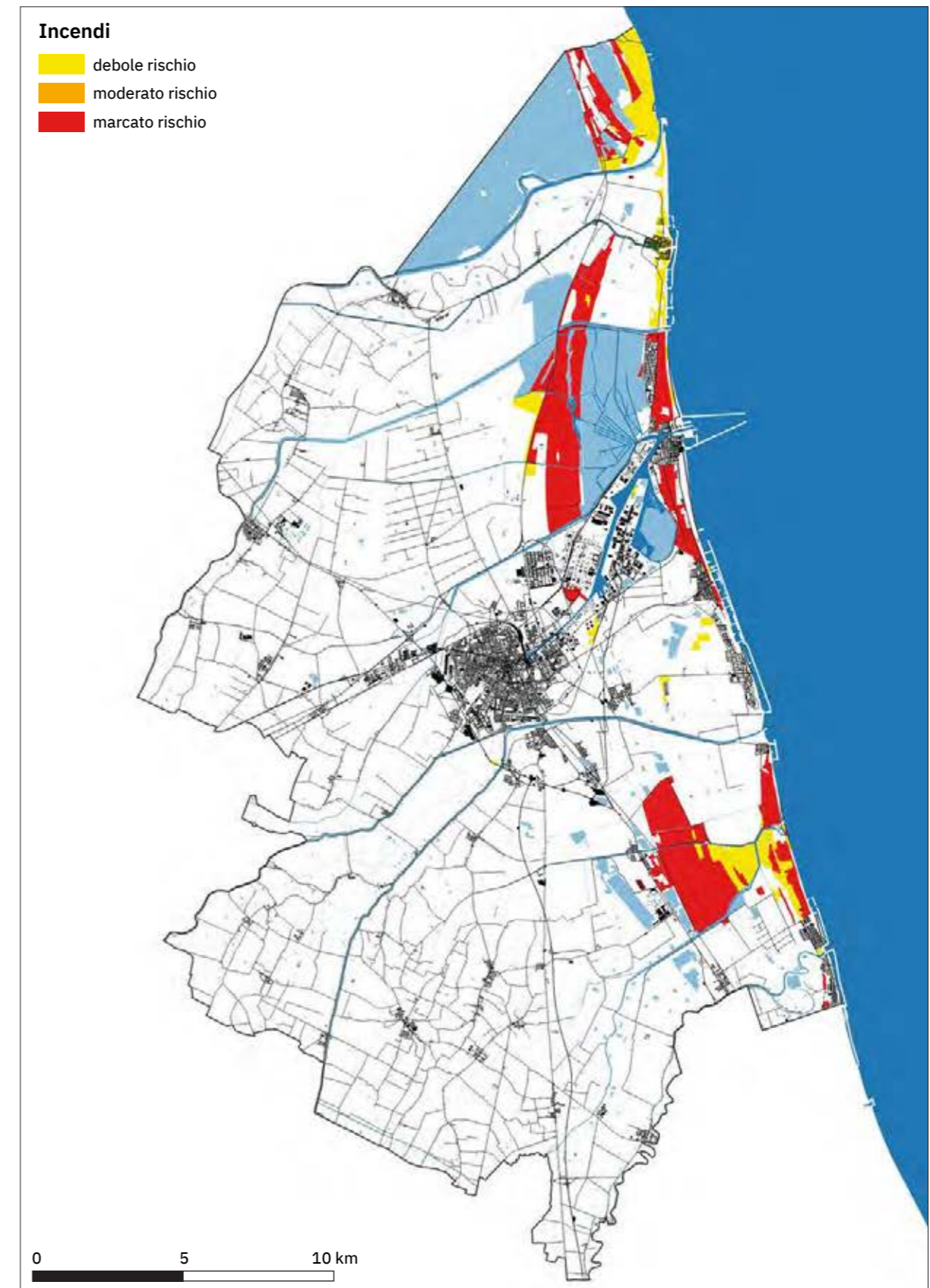
**RISCHIO****Incendi**

Per rischio di incendio si intende la somma delle variabili che rappresentano la propensione delle diverse formazioni vegetali a essere percorse più o meno facilmente dal fuoco. Il rischio è un fattore statico che caratterizza il territorio nell'ambito della zonizzazione attuale, può cambiare solo sul lungo termine e deve essere mantenuto distinto dal concetto di pericolo che è per definizione variabile nel tempo, in relazione al verificarsi di un insieme di fattori di insorgenza, di propagazione e di difficoltà nel contenere il fenomeno. Relativamente a Ravenna il rischio incendi interessa principalmente le zone delle Pinete e dei boschi planiziali presenti nella fascia costiera.



↑ La Pineta di Classe dopo l'incendio del 19 luglio 2012

Zone a rischio incendi. Cartografia estratta dal Piano di Emergenza Provinciale del 2005 ↗



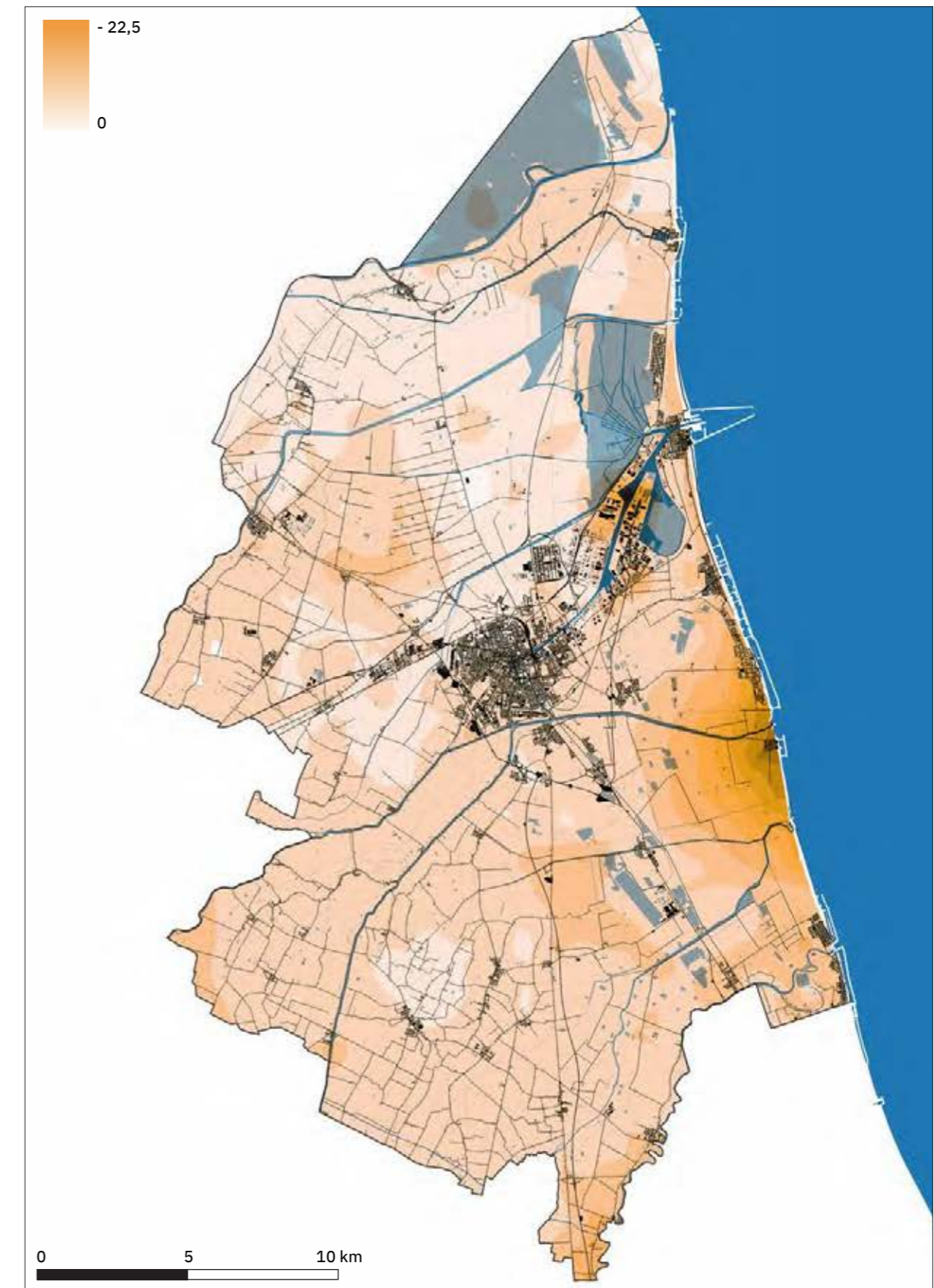
**RISCHIO****Subsidenza**

Per subsidenza si intende ogni movimento di abbassamento verticale del suolo legato a cause naturali o antropiche. Alcuni aspetti dell'attività umana, infatti, possono influenzarlo in modo considerevole o addirittura determinarne l'insacco. Le cause più diffuse sono essenzialmente lo sfruttamento eccessivo delle falde acquifere, l'estrazione di idrocarburi e le bonifiche idrauliche. Il fenomeno, pressoché irreversibile, nel territorio di Ravenna ha raggiunto il suo picco negli anni '80. Secondo il rapporto di ARPAE riferito al 2016-17 la città di Ravenna è sostanzialmente stabile presentando abbassamenti massimi intorno a 2-3 mm/anno compatibili con una subsidenza di tipo naturale. Il litorale ravennate presenta abbassamenti generalmente fino a circa 5 mm/anno, fatta eccezione per un'area di depressione che interessa il paraggio costiero da Lido Adriano fino alla Bocca del torrente Bevano, con un massimo di oltre 15 mm/anno in corrispondenza della foce dei Fiumi Uniti ed un'estensione massima verso l'entroterra di circa 5 km. Quest'ultima area, storicamente subsidente, presenta una tendenza alla riduzione del fenomeno.



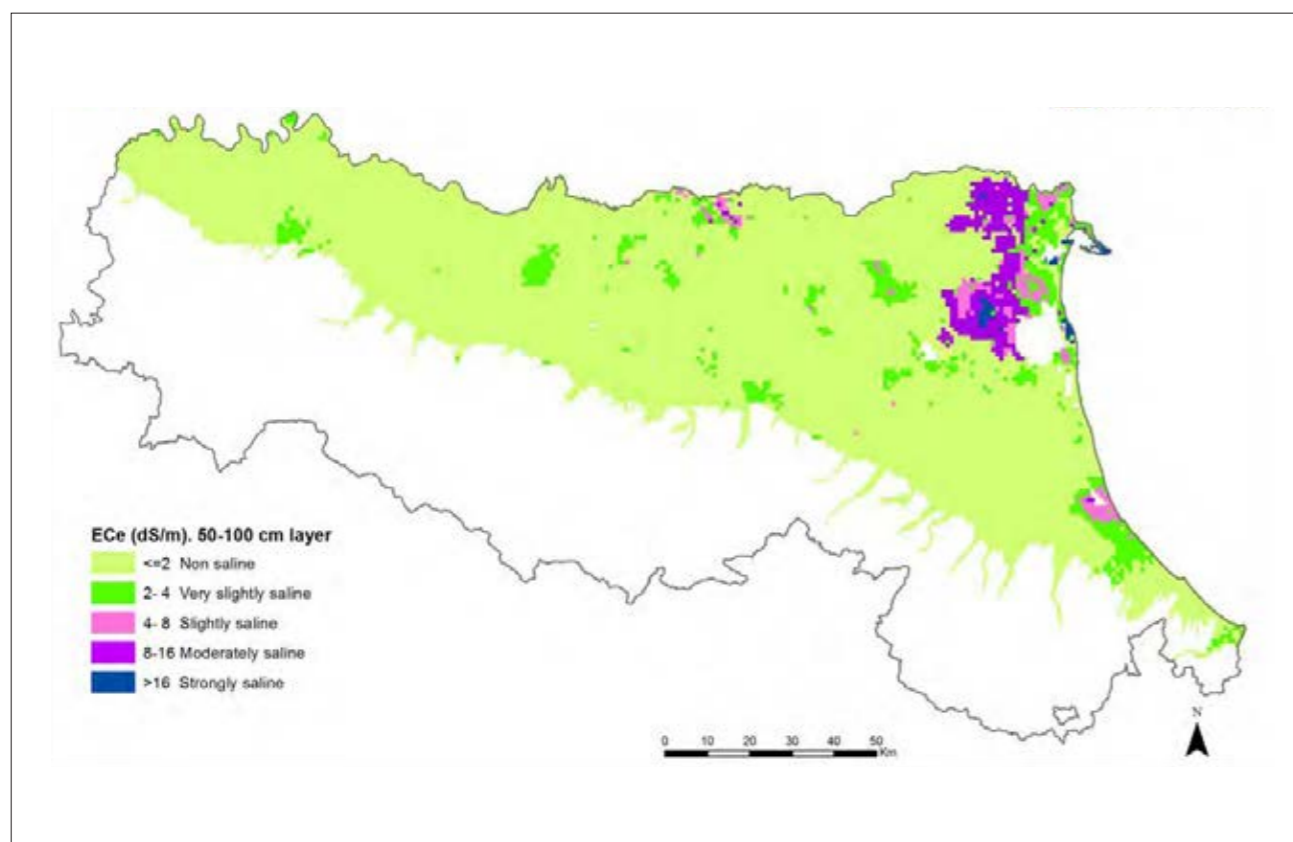
↑ Effetti della subsidenza con affioramento della falda nelle zone agricole prossime alla strada statale Romea

Velocità di subsidenza in mm/anno. Elaborazione dati 2019 dal Quadro conoscitivo del PUG di Ravenna ↗



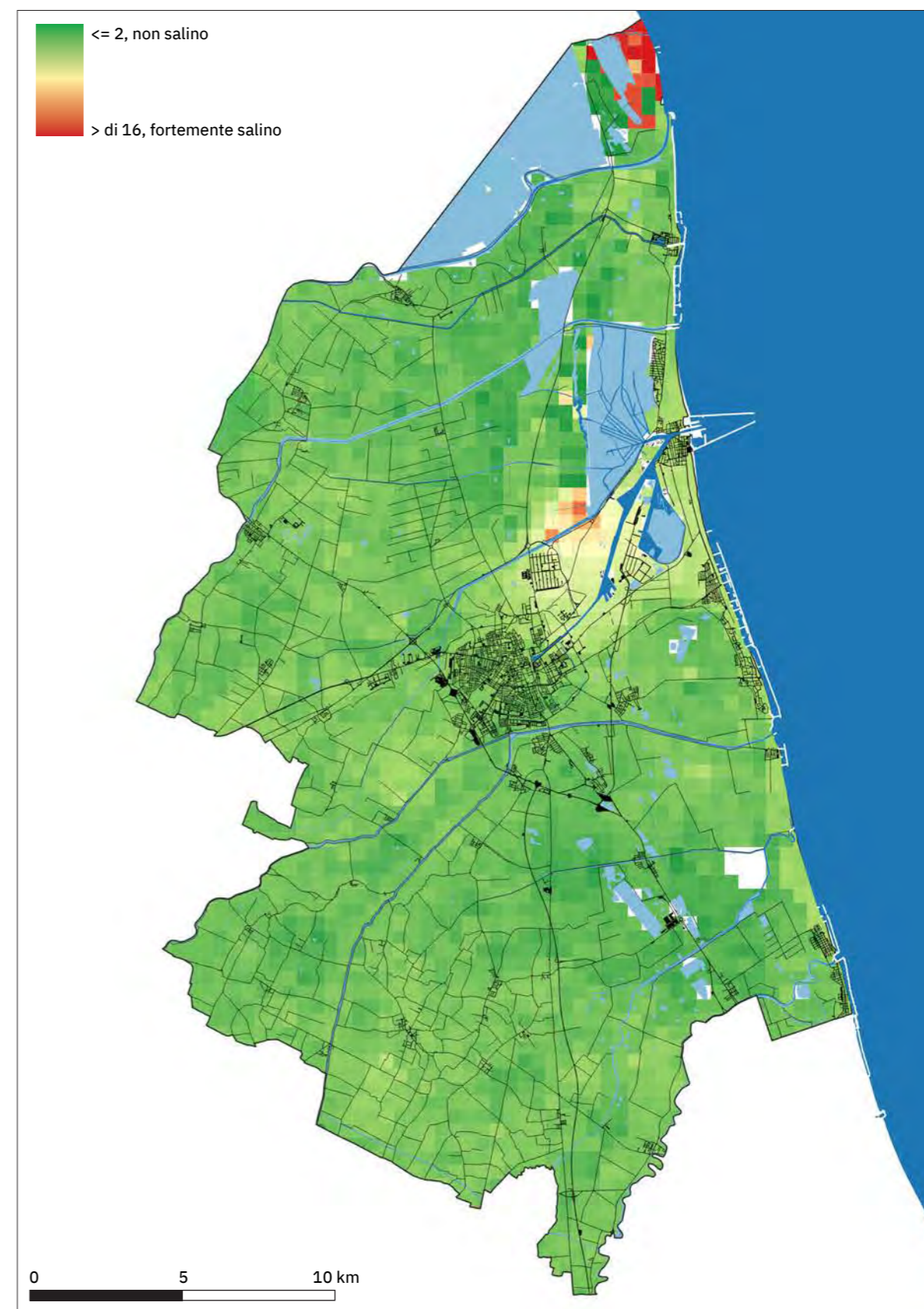
**RISCHIO****Cuneo salino**

L'intrusione del cuneo salino comporta il movimento di acqua salata dal mare verso l'entroterra attraverso il sottosuolo. Le acque sotterranee dolci, essendo meno dense dell'acqua del mare, tendono a "galleggiarci" sopra. Semplificando molto, si può dire che la linea di interfaccia tra i due sistemi, in certe condizioni, tende a spostarsi perpendicolarmente alla costa. Le condizioni che possono favorire il fenomeno riguardano principalmente le fluttuazioni del livello del mare, l'eterogeneità dei suoli, la topografia locale e, indirettamente, gli eccessivi prelievi delle acque di falda. A Ravenna, tutta la costa è interessata dal fenomeno con picchi verso il Delta del Po.



↑ Salinità dei terreni a livello regionale

Conducibilità elettrica ECe (dS/m), strato 0-50 cm. Elaborazione dati 2019 dal Quadro conoscitivo del PUG di Ravenna ↗



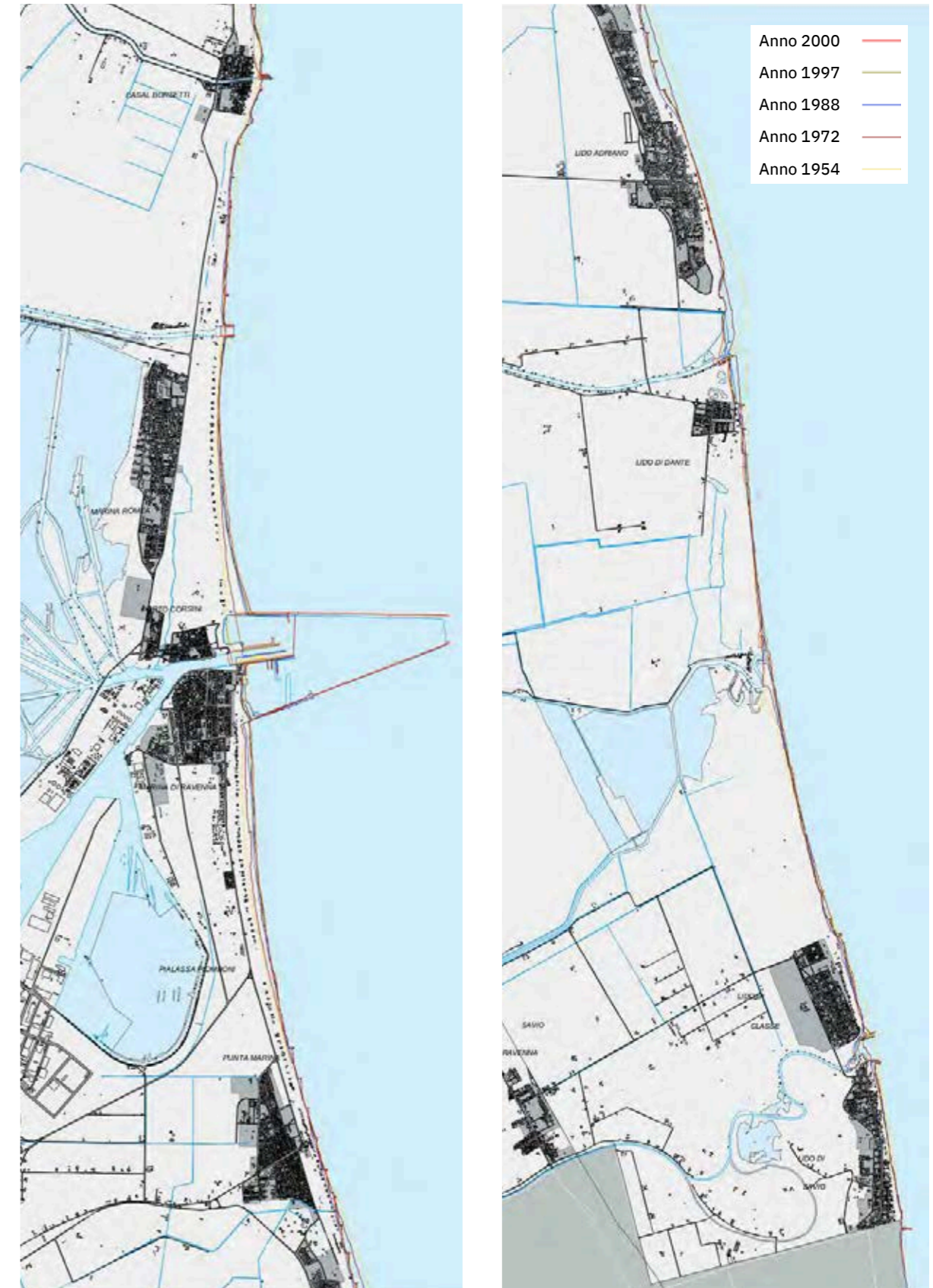
**RISCHIO****Erosione costiera**

Le mareggiate costituiscono un notevole rischio per il territorio che conta circa 38 chilometri di costa. Tale rischio è presente tutto l'anno ma si accentua nei mesi invernali, quando condizioni atmosferiche sfavorevoli di bassa pressione producono perturbazioni con venti assai intensi verso costa, che causano mare molto mosso con onde alte a riva. Il fenomeno della subsidenza, inoltre, causando un generale abbassamento del piano campagna e amplificando la percentuale di zone depresse, aggrava la situazione poiché aumenta le probabilità di ingressione del mare e la persistenza di ristagni.



↑ Tracce di erosione costiera sul litorale, Marina Romea

*Evoluzione del litorale. Cartografia estratta dal PSC del 2003 ↗*





# SCENARI A LUNGO TERMINE

La terza parte del documento si concentra sulla costruzione dei possibili scenari alternativi di adattamento al cambiamento climatico sul lungo termine per individuare quali strategie mettere in atto da subito.

Il primo capitolo analizza le previsioni di evoluzione dei fenomeni climatici a scala globale e regionale valutandone gli impatti sulla costa e l'entroterra di Ravenna al 2100.

Il secondo capitolo sviluppa, sulla base di queste informazioni e dei dati raccolti nelle parti precedenti, due scenari di adattamento che corrispondono ad altrettanti possibili approcci alla gestione delle trasformazioni del paesaggio: uno "rigido-conservativo" e l'altro "morbido-evolutivo".

Il terzo capitolo tratta la comparazione dei due scenari e ne ricava le possibili strategie a medio termine (2050) su cui impostare le azioni di adattamento del territorio da implementare nei prossimi anni.

Il cambiamento climatico apporta variazioni sostanziali alle condizioni fisiche, economiche e sociali di un territorio. Per anticipare e indirizzare tali modifiche è necessario generare degli scenari a lungo termine basandosi su proiezioni globali e regionali che mostrano sviluppi futuri diversi sulla base delle variabili considerate, del livello di dettaglio raggiunto e dei diversi fattori di incertezza applicati.

L'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), gruppo intergovernativo di esperti sui cambiamenti climatici, studia gli impatti e i rischi da essi generati a scala globale prendendo in considerazione specifici modelli di aumento della temperatura terrestre. Analizzando i due scenari più estremi, in positivo e in negativo, proposti dall'IPCC, l'incremento di temperatura atteso al 2100 varia da 1 a 3,7 °C, con conseguenze notevolmente diverse sulle previsioni di innalzamento del mare.

Scenario mondiale di innalzamento del livello del mare al 2100

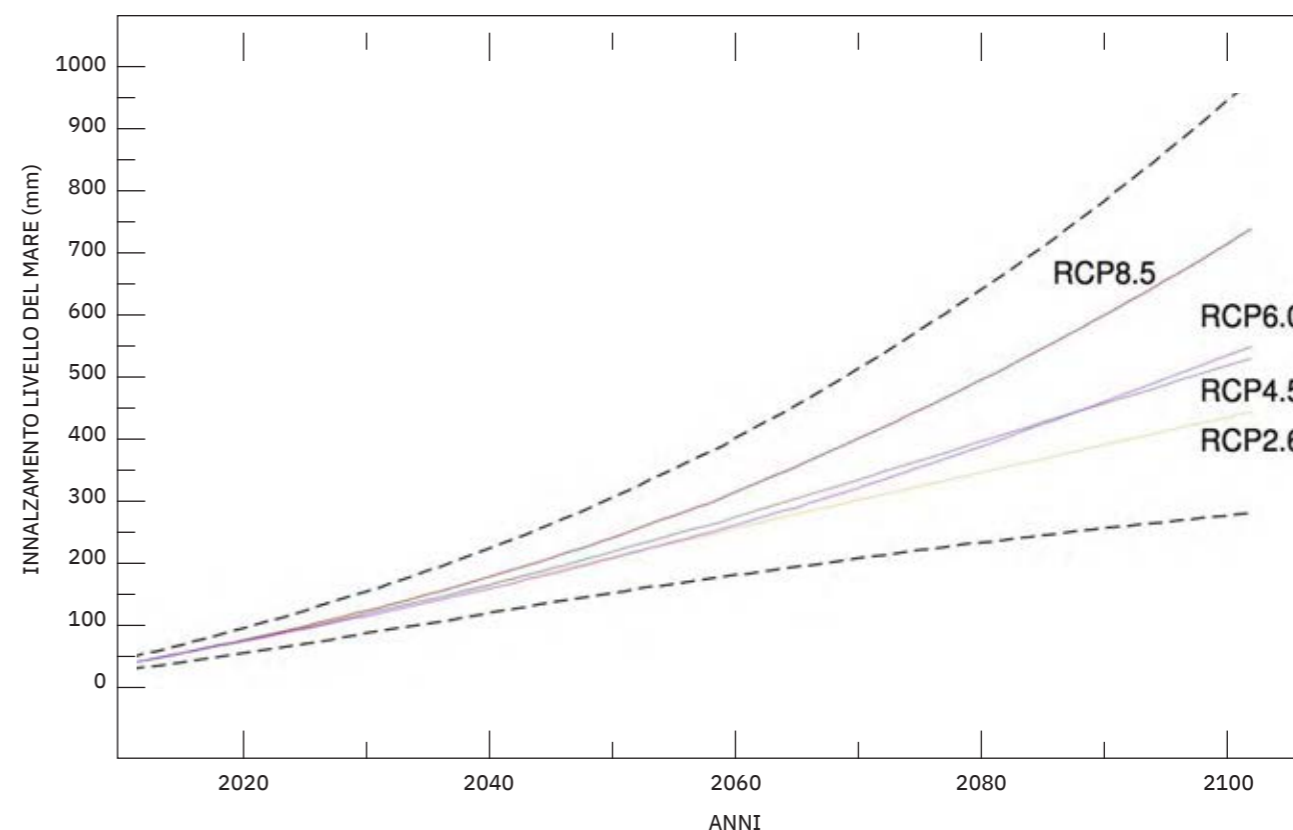


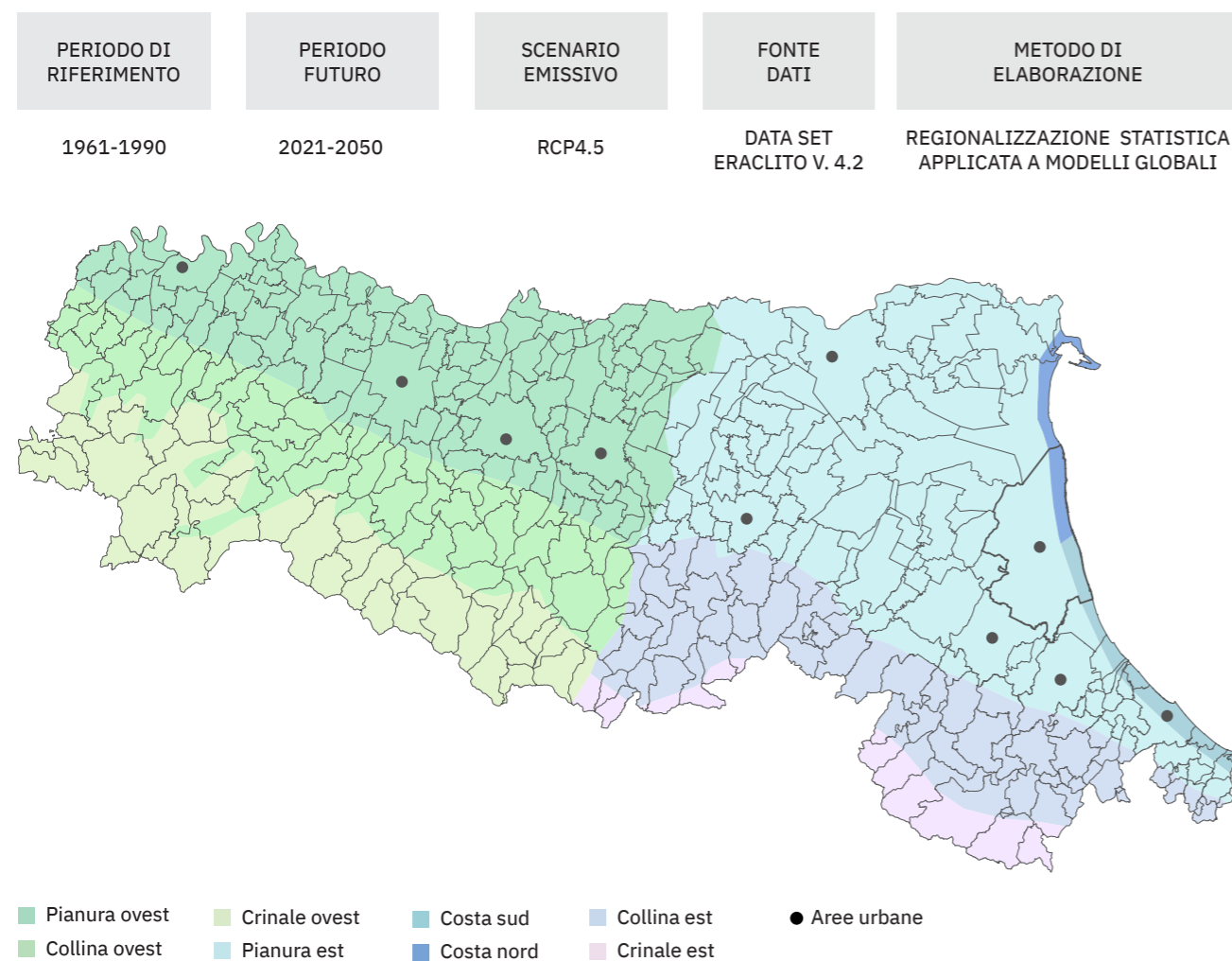
Diagramma delle previsioni IPCC di innalzamento del livello del mare relative allo scenario di emissioni RCP (Representative Concentration Pathway) usati nel 5° rapporto IPCC per il periodo 2008-2014. Le linee tratteggiate in nero indicano il range delle proiezioni climatiche riferite agli scenari più estremi. Rielaborazione dell'autore. ↑

## Proiezioni climatiche 2021-2050 in Emilia Romagna

Nell'ambito della Strategia regionale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, insieme all'Osservatorio Clima di ARPAE e ad ART-ER sono state prodotte delle Schede di Proiezione Climatica 2021-2050 per aree omogenee nella Regione Emilia Romagna.

Le proiezioni climatiche si riferiscono a proiezioni nel periodo 2021-2050, basandosi sullo scenario emissivo IPCC RCP4.5, elaborate tramite regionalizzazione statistica applicata a modelli globali. Tali proiezioni sono disponibili e scaricabili liberamente sul sito della Regione a partire dal mese di Maggio 2020.

Informazioni e dati generali a cui si riferiscono le proiezioni basate sugli indicatori.



↑ Risultato delle simulazioni di downscaling delle previsioni IPCC in ambito Adriatico per aree territoriali omogenee. Rielaborazione dei dati forniti dalla Regione Emilia Romagna  
 → Indicatori di vulnerabilità climatica utilizzati per descrivere le proiezioni climatiche 2021-2050.

Le aree in esame sono poi state suddivise per una migliore proiezione in: settore Est, settore Ovest, settore Nord e settore Sud. Il risultato è ben evidenziato nella mappa alla pagina precedente, che individua quindi 8 Aree Omogenee e 10 Aree Urbane.

Per quest'attività il territorio regionale è stato suddiviso in 'aree territoriali omogenee':

- . Area di Crinale che include i Comuni a quota superiore agli 800 metri
- . Area di Collina che include i Comuni a quota compresa tra i 200 e gli 800 metri
- . Area di Pianura che include i Comuni a quota inferiore ai 200 metri
- . Area costiera che include i Comuni che si affacciano sul mare o che distano da esso meno di 5 km.
- . Area urbana che include i Comuni con un numero di abitanti > 30.000

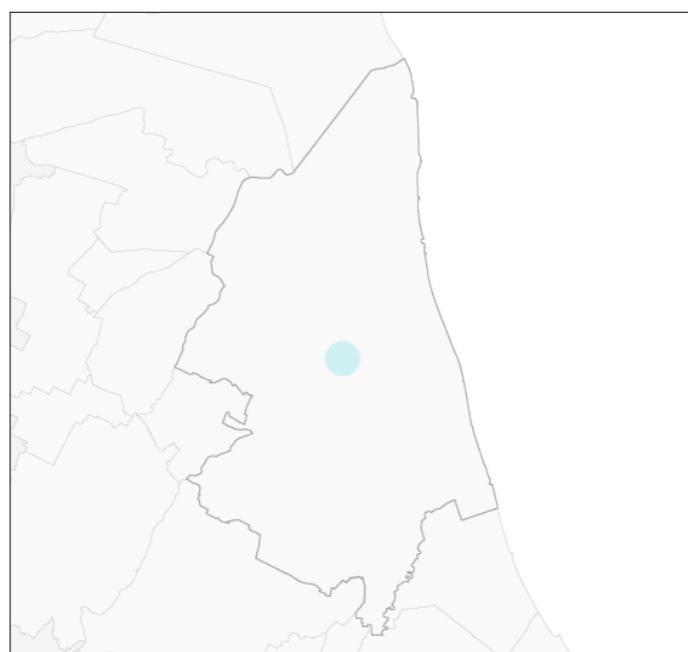
Per ogni area omogenea, sono fornite le Proiezioni Climatiche 2021-2050 per gli *Indicatori di vulnerabilità climatica* indicati nella seguente tabella:

### INDICATORI DI VULNERABILITA' CLIMATICA

INDICATORE	UNITA' DI MISURA	DEFINIZIONE
TEMPERATURA MEDIA ANNUA	Gradi centigradi	Media annua delle temperature medie giornaliere
TEMPERATURA MASSIMA ESTIVA	Gradi centigradi	Valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva
TEMPERATURA MINIMA INVERNALE	Gradi centigradi	Valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale
NOTTI TROPICALI ESTIVE	-	Numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva
DURATA ONDE DI CALORE ESTIVE	-	Numero massimo di giorni consecutivi registrato durante l'estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990)
PRECIPITAZIONE ANNUA	mm	Quantità totale di precipitazione annua
GIORNI SECCHI ESTIVI	-	Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l'estate

Nelle seguenti pagine si riportano i risultati dello studio climatologico sulle proiezioni di temperatura e precipitazioni, campi medi ed eventi estremi, per le 4 macroaree che interessano il comune di Ravenna: Pianura est, Aree urbane, Costa nord, Costa sud.

### RAVENNA CENTRO URBANO



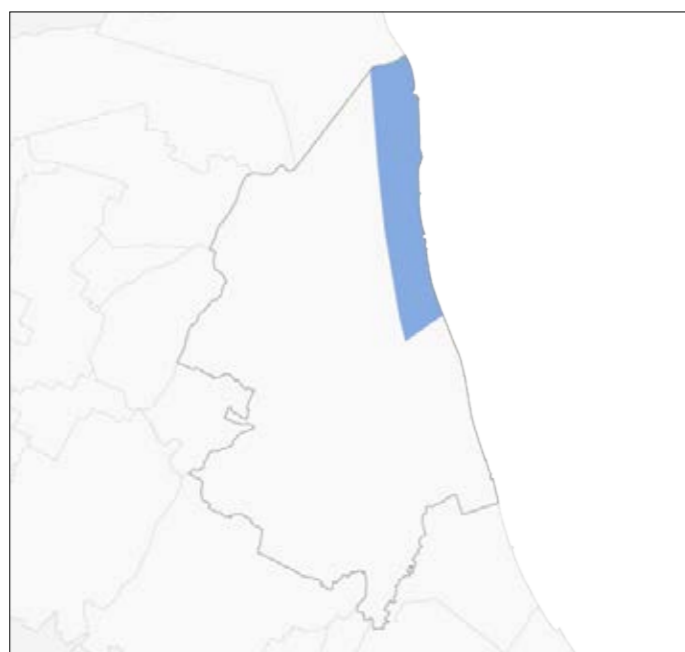
INDICATORE	DEFINIZIONE	VALORE CLIMATICO DI RIFERIMENTO	VALORE CLIMATICO FUTURO
TEMPERATURA MEDIA ANNUA	Media annua delle temperature medie giornaliere	12.9 C°	14.5 C°
TEMPERATURA MASSIMA ESTIVA	Valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva	28 C°	30.3 C°
TEMPERATURA MINIMA INVERNALE	Valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale	-0.4 C°	0.9 C°
NOTTI TROPICALI ESTIVE	Numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva	11	22
ONDATE DI CALORE ESTIVE	Numero massimo di giorni consecutivi registrato durante l'estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990)	3	7
PRECIPITAZIONE ANNUALE	Quantità totale di precipitazione annua	640 mm	670 mm
GIORNI SENZA PRECIPITAZIONE ESTATE	Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l'estate	22	27

### PIANURA EST

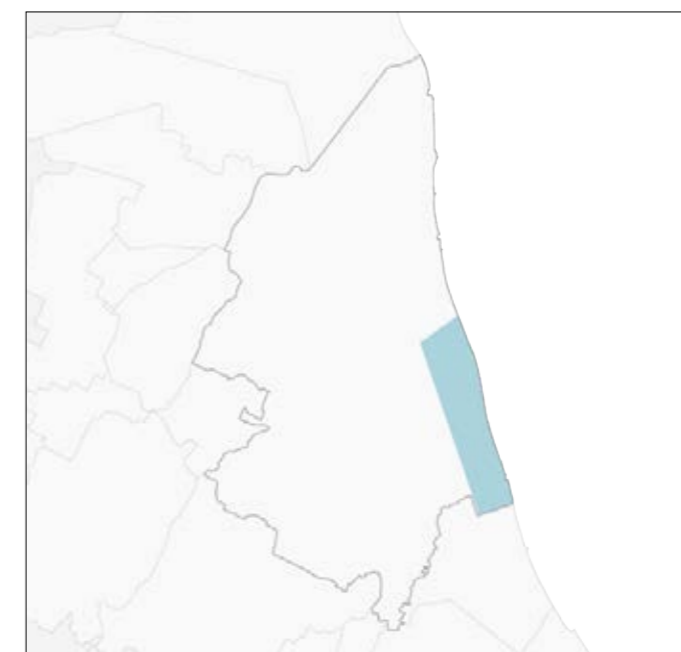


INDICATORE	DEFINIZIONE	VALORE CLIMATICO DI RIFERIMENTO	VALORE CLIMATICO FUTURO
TEMPERATURA MEDIA ANNUA	Media annua delle temperature medie giornaliere	12.9 C°	14.5 C°
TEMPERATURA MASSIMA ESTIVA	Valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva	28.2 C°	31 C°
TEMPERATURA MINIMA INVERNALE	Valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale	-0.3 C°	1.3 C°
NOTTI TROPICALI ESTIVE	Numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva	8	18
ONDATE DI CALORE ESTIVE	Numero massimo di giorni consecutivi registrato durante l'estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990)	3	7
PRECIPITAZIONE ANNUALE	Quantità totale di precipitazione annua	710 mm	650 mm
GIORNI SENZA PRECIPITAZIONE ESTATE	Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l'estate	21	28

**COSTA NORD**



**COSTA SUD**



INDICATORE	DEFINIZIONE	VALORE CLIMATICO DI RIFERIMENTO	VALORE CLIMATICO FUTURO
TEMPERATURA MEDIA ANNUA	Media annua delle temperature medie giornaliere	13.1 C°	14.5 C°
TEMPERATURA MASSIMA ESTIVA	Valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva	27.4 C°	29.8 C°
TEMPERATURA MINIMA INVERNALE	Valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale	0 C°	1.7 C°
NOTTI TROPICALI ESTIVE	Numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva	14	26
ONDATE DI CALORE ESTIVE	Numero massimo di giorni consecutivi registrato durante l'estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990)	3	7
PRECIPITAZIONE ANNUALE	Quantità totale di precipitazione annua	630 mm	600 mm
GIORNI SENZA PRECIPITAZIONE ESTATE	Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l'estate	22	27

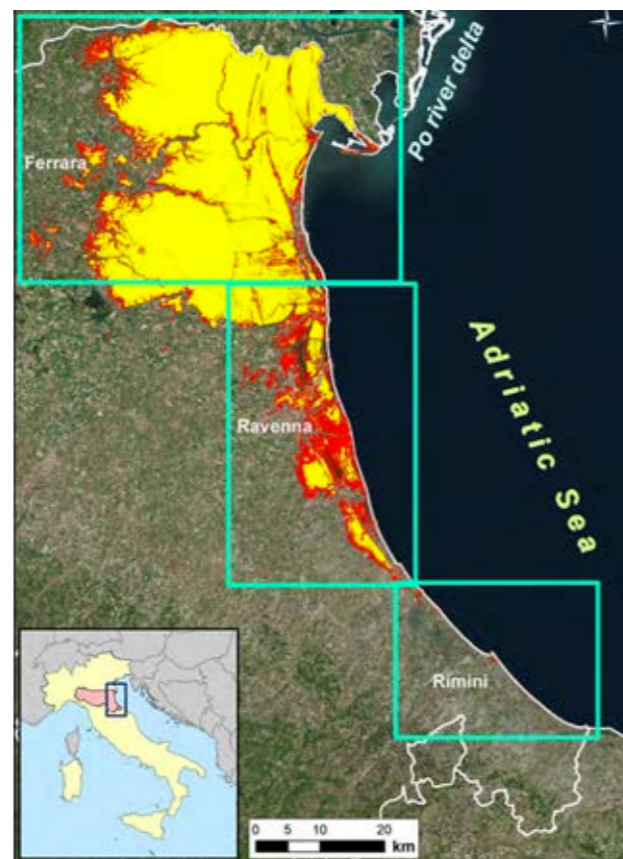
INDICATORE	DEFINIZIONE	VALORE CLIMATICO DI RIFERIMENTO	VALORE CLIMATICO FUTURO
TEMPERATURA MEDIA ANNUA	Media annua delle temperature medie giornaliere	13 C°	14.5 C°
TEMPERATURA MASSIMA ESTIVA	Valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva	27.3 C°	29.7 C°
TEMPERATURA MINIMA INVERNALE	Valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale	0.2 C°	1.6 C°
NOTTI TROPICALI ESTIVE	Numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva	9	23
ONDATE DI CALORE ESTIVE	Numero massimo di giorni consecutivi registrato durante l'estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990)	3	9
PRECIPITAZIONE ANNUALE	Quantità totale di precipitazione annua	720 mm	710 mm
GIORNI SENZA PRECIPITAZIONE ESTATE	Numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l'estate	22	28

## Previsioni innalzamento del livello del mare 2100 in Adriatico

### Dagli scenari globali a quelli locali

Come anticipato, il lavoro di costruzione degli scenari di adattamento, in linea con l'approccio IPCC, prende in considerazione le previsioni al 2100; un orizzonte temporale abbastanza dilatato da consentire di valutare come la stabilizzazione delle trasformazioni che verranno operate sul paesaggio possano influire sulla resilienza del territorio. Su tali tempistiche il livello di incertezza sui dati climatici è, però, assai consistente e le previsioni non tengono conto di eventuali azioni antropiche di mitigazione o adattamento.

Gli scenari del "Quinto Rapporto di Valutazione" IPCC sono assunti, comunque, come base per la creazione di modelli previsionistici nazionali e regionali dettagliati come quello elaborato da Perini et al. (2017) in cui si analizzano gli effetti dell'innalzamento del livello del mare sulla costa dell'Emilia Romagna. Questo studio trasporta i dati globali su scala locale valutando due fattori: quali aree saranno sotto il livello del mare nel 2100; e quali saranno soggette al pericolo di inondazione periodica.

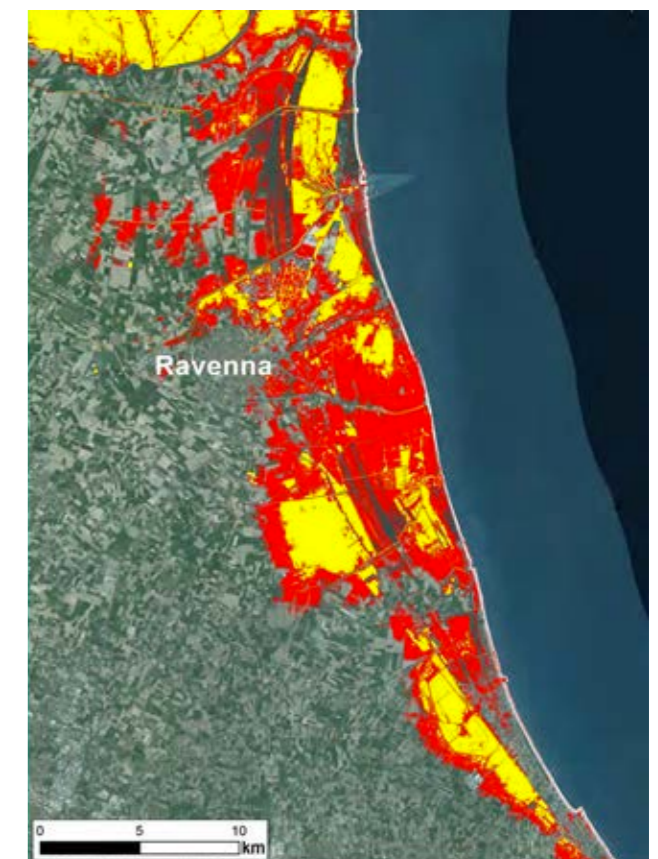


➤ Risultato delle simulazioni di downscaling delle previsioni IPCC in ambito Adriatico. In giallo, le aree attualmente sotto il livello del mare; in rosso le aree sotto il livello del mare al 2100 nello scenario peggiore di aumento della temperatura (RCP8.5); fonte: Perini et al. (2017)

### Effetti dell'innalzamento del livello del mare

Il primo risultato della ricerca mostra dunque come cambierà la topografia del territorio per l'azione combinata della subsidenza e dell'innalzamento del mare. Solo a Ravenna, nello scenario che assume un innalzamento relativo del medio-mare di 55 cm, ben 224 km<sup>2</sup> di territorio saranno depresse. Rispetto agli attuali 72 km<sup>2</sup>, si registrerà dunque un aumento notevolissimo delle condizioni di rischio per gran parte dei terreni della pianura costiera. Sebbene gran parte di questi non siano direttamente collegati al mare e quindi non necessariamente interessati dall'ingressione marina, tale condizione renderà sempre più complesse le operazioni di scolo delle acque verso il mare e aumenterà il tasso di intrusione del cuneo salino nelle zone retrocostiere.

La produttività agricola dei suoli subirà un drastico calo e la gestione degli eventi climatici estremi legati alle alluvioni e/o alla mareggiate richiederà la realizzazione di opere eccezionali di difesa necessarie per proteggere centri abitati, attività turistiche e aree naturalistiche.



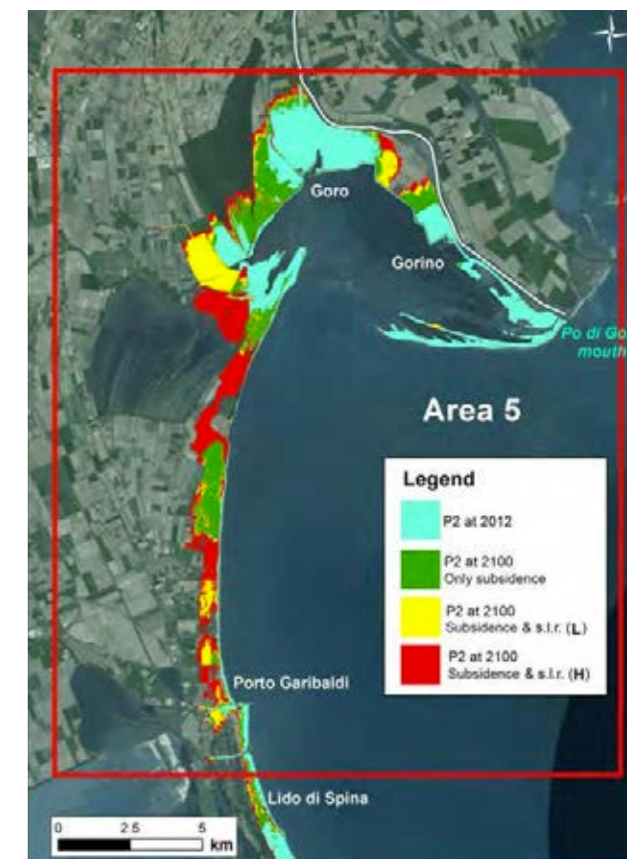
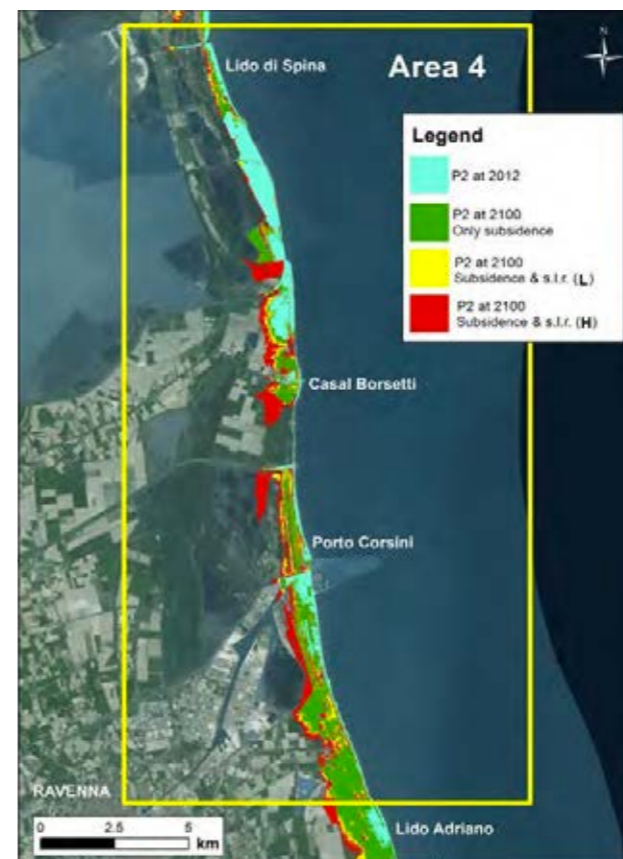
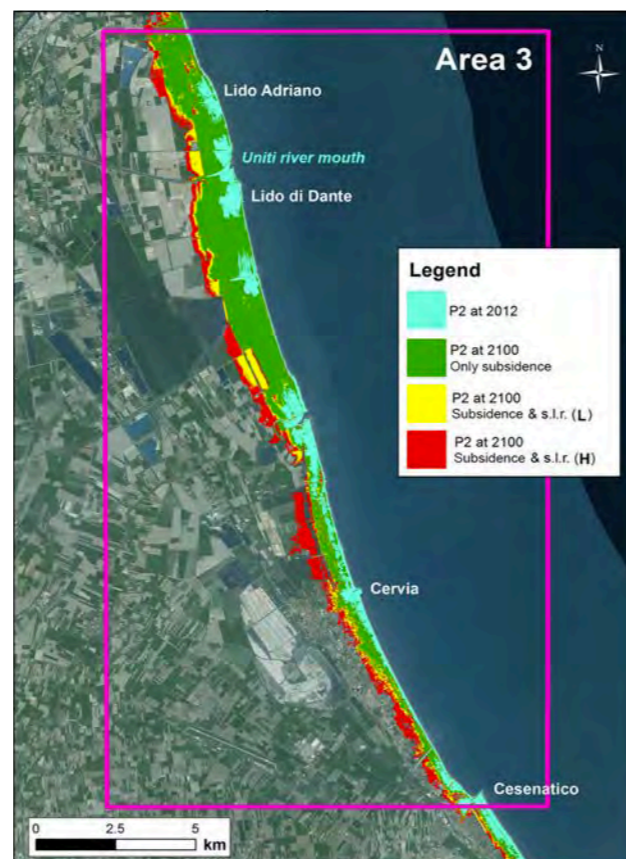
Risultato delle simulazioni di downscaling delle previsioni IPCC in ambito Adriatico. Zoom sul territorio ravennate, con evidenziate le aree sotto il livello del mare ad oggi (in giallo) e al 2100 (in rosso) nello scenario RCP8.5; fonte: Perini et al. (2017) ↑

### Amplificazione del rischio idraulico

Il secondo risultato dello studio si concentra quindi, più nello specifico, sul rischio di inondazione in caso di eventi eccezionali di mareggiata rivedendo sulla base della futura topografia al 2100 il loro impatto sul litorale. Le aree che potenzialmente potranno subire allagamenti di media frequenza (descritti con la sigla “P2” e un periodo di ritorno a 100 anni) sono enormemente più estese di quelle attuali.

Nel territorio di Ravenna, il tratto di costa più critico è quello situato a sud di Porto Corsini fino al confine comunale. Qui, le aree esposte aumenteranno in un range che va dal +308% a +404% in base allo scenario climatico considerato.

In generale, nei prossimi decenni, si prevede che gli effetti combinati della subsidenza e dell’innalzamento del livello del mare - sempre in un’ipotesi di assenza dell’intervento antropico - aumenteranno l’instabilità del litorale, causando un ulteriore ritiro della linea di costa stimabile, a seconda delle condizioni locali, in un intervallo compreso tra 500 m e 1 km.



3 zoom sul territorio ravennate, con evidenziate le aree esposte ad allagamenti dal mare di “media frequenza” negli scenari RCP2.6 (in giallo) e RCP8.5 (in rosso) al 2100; fonte: Perini et al. (2017)

### Il rischio nel territorio ravennate, una visione d'insieme

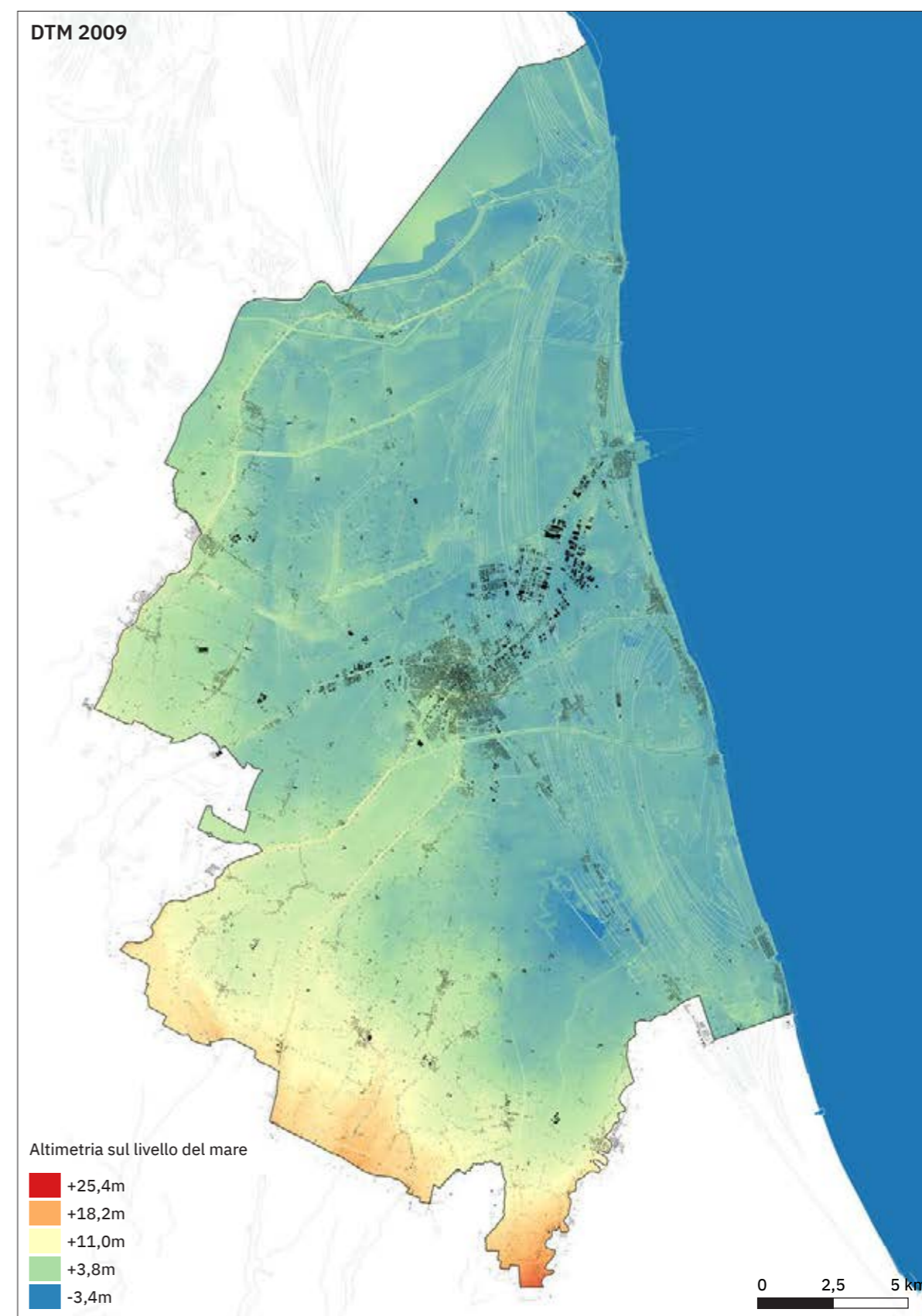
A tale prospettiva si andranno a sommare una serie di altri fattori di rischio connessi alla disponibilità della risorsa idrica e agli effetti della siccità o della sovrabbondanza d'acqua sui sistemi urbani, agricoli ed ambientali.

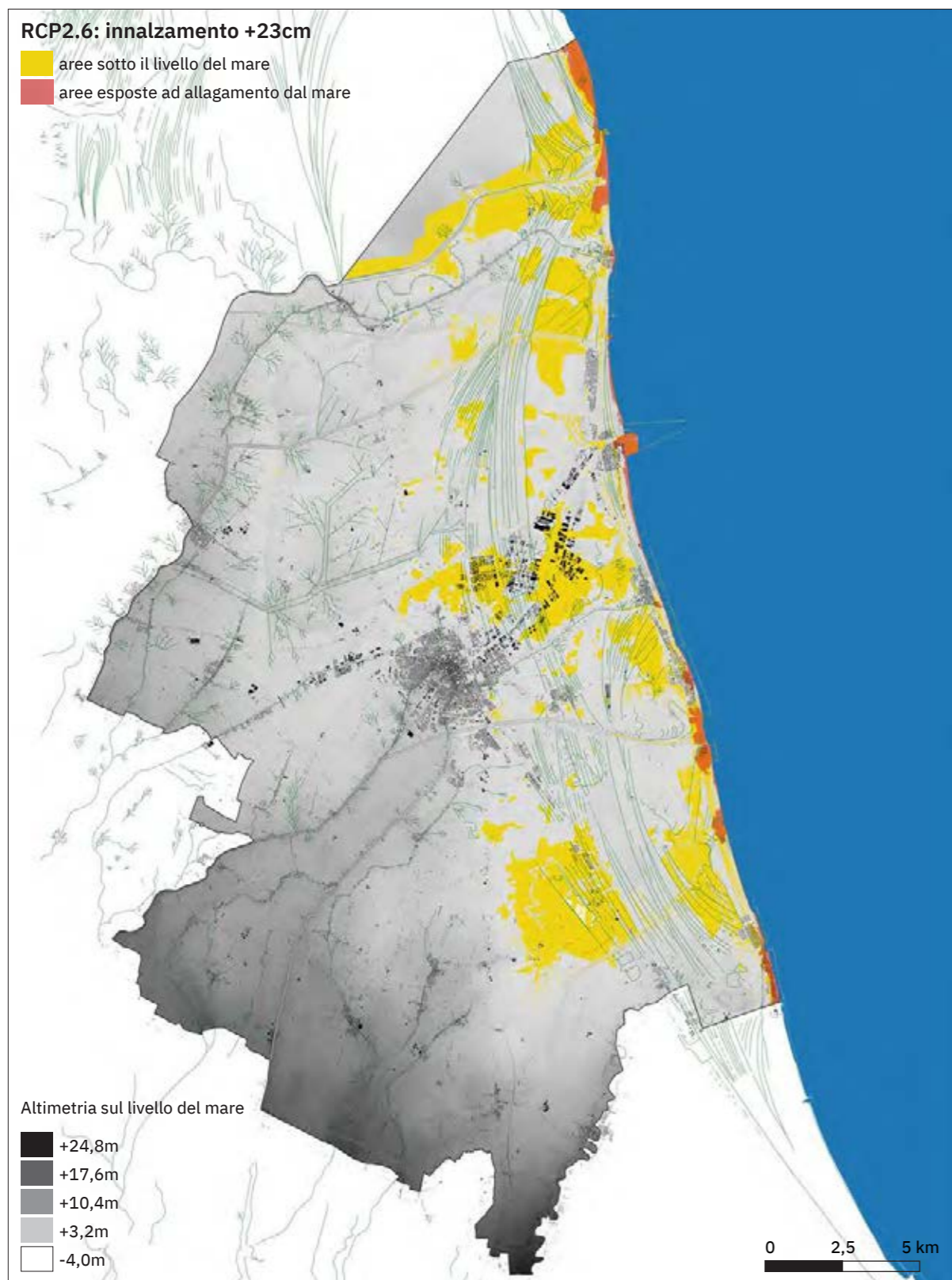
Secondo lo scenario IPCC che contempla l'aumento maggiore della temperatura terrestre (denominato RCP8.5), il numero di giorni all'anno con precipitazioni molto intense (20 mm o più) aumenterà di circa 8 unità. Allo stesso modo, i periodi di siccità prolungata aumenteranno da 40 a 60 giorni consecutivi. La combinazione di questi fattori causerà un incremento della desertificazione per una più alta evapotraspirazione del suolo e renderà più probabili gli incendi. Per praticare l'agricoltura e altre attività produttive idroesigenti potrebbe essere necessario attingere ulteriormente alle risorse degli acquiferi nel sottosuolo con conseguente aumento della subsidenza.

Allo stesso modo la sempre più frequente presenza di eventi straordinari agirà sul rischio di esondazione dei corpi idrici con conseguenze dirette sul sistema infrastrutturale di scolo, attualmente non dimensionato rispetto agli ingenti volumi di acqua da recepire durante periodi di precipitazioni eccezionali in previsione. Anche nel territorio ravennate, dunque, i veri effetti del cambiamento climatico si manifesteranno nella variazione della distribuzione stagionale di temperatura e piogge, con un'accentuazione degli eventi intensi; ciò implica la necessità di stoccare la risorsa idrica nei momenti di sovraccarico per poterla redistribuire durante quelli siccitosi attraverso azioni dirette sul sistema infrastrutturale.

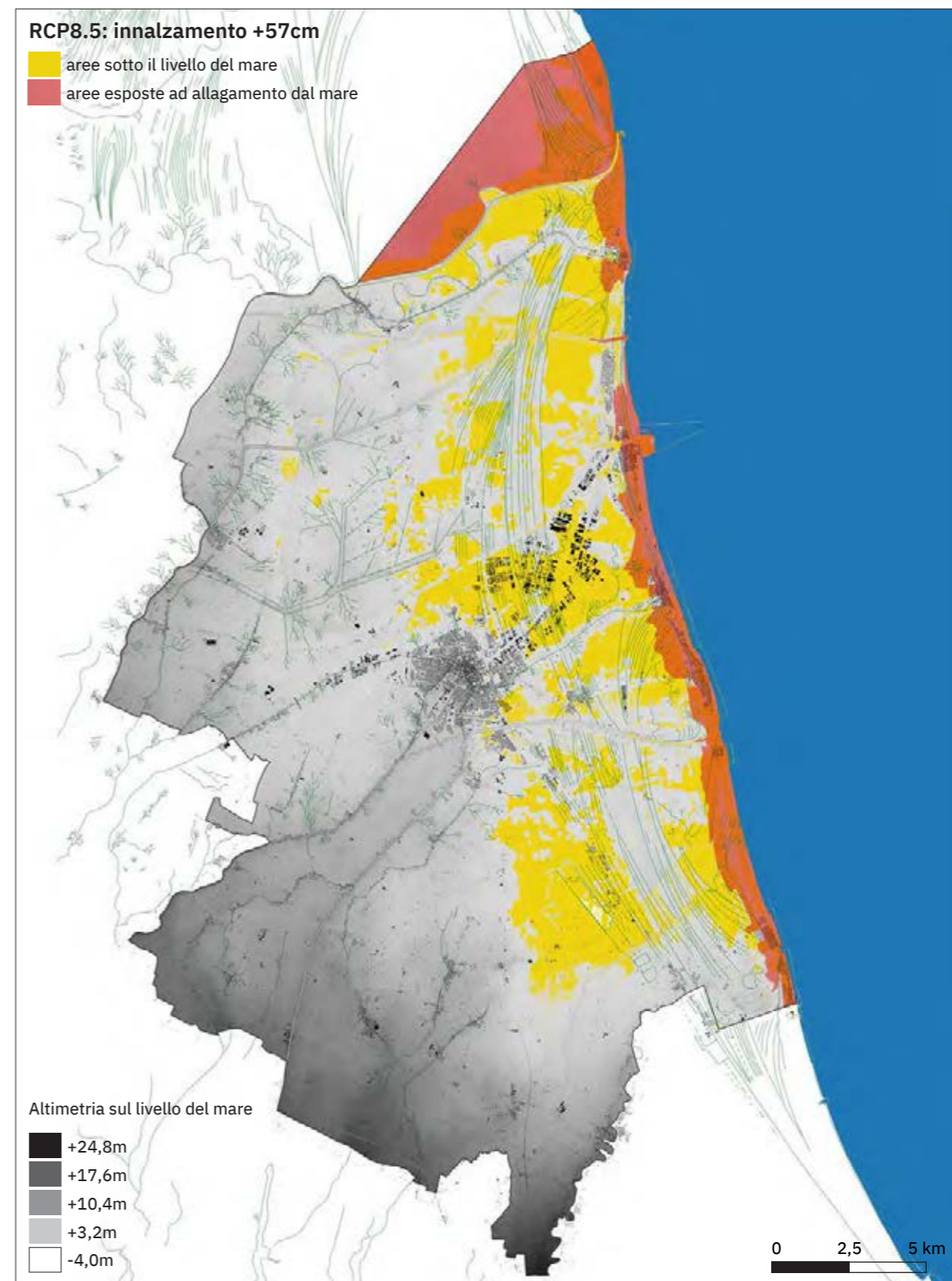
Tali misure rientrano nel campo delle azioni di adattamento che possono agire sull'effettiva configurazione di uno scenario territoriale a lungo termine capace di rappresentare, contemporaneamente, le implicazioni del cambiamento climatico e della conseguente risposta antropica; delineando le possibili trasformazioni del paesaggio utili a raggiungere un futuro equilibrio e una nuova stabilità ambientale. La costruzione degli scenari alternativi al 2100, trattata nel prossimo capitolo, individua due possibili traiettorie che il territorio di Ravenna può perseguire in questa prospettiva.

→ Modello DTM (Digital Elevation Model) della topografia comunale aggiornato al rilievo Lidar 2009





Elaborazione cartografica aggregata degli effetti di subsidenza e innalzamento del livello del mare sulla topografia e sul rischio di allagamenti dal mare nello scenario RCP2.6 al 2100 ↑



Elaborazione cartografica aggregata degli effetti di subsidenza e innalzamento del livello del mare sulla topografia e sul rischio di allagamenti dal mare nello scenario RCP8.5 al 2100 ↑



La ricerca di un nuovo assetto del territorio ravennate rispetto agli scenari di cambiamento climatico richiede un cambio di paradigma nella pianificazione del paesaggio e delle sue componenti: dalla logica della mitigazione occorre passare a quella dell'adattamento. Le azioni da intraprendere a breve termine non possono non riferirsi a possibili scenari futuri più lontani nel tempo.

A tal fine, sono stati elaborati due scenari alternativi al 2100 che rappresentano, in maniera estrema, due possibili configurazioni del territorio a lungo termine. Entrambi rispondono alla necessità di adattamento al Cambiamento Climatico, ma secondo una logica opposta: rigidità e conservazione delle strutture esistenti che devono pertanto essere rafforzate; o al contrario, evoluzione delle forme del paesaggio verso un sistema più morbido, mobile e duttile alla pressione degli eventi climatici.

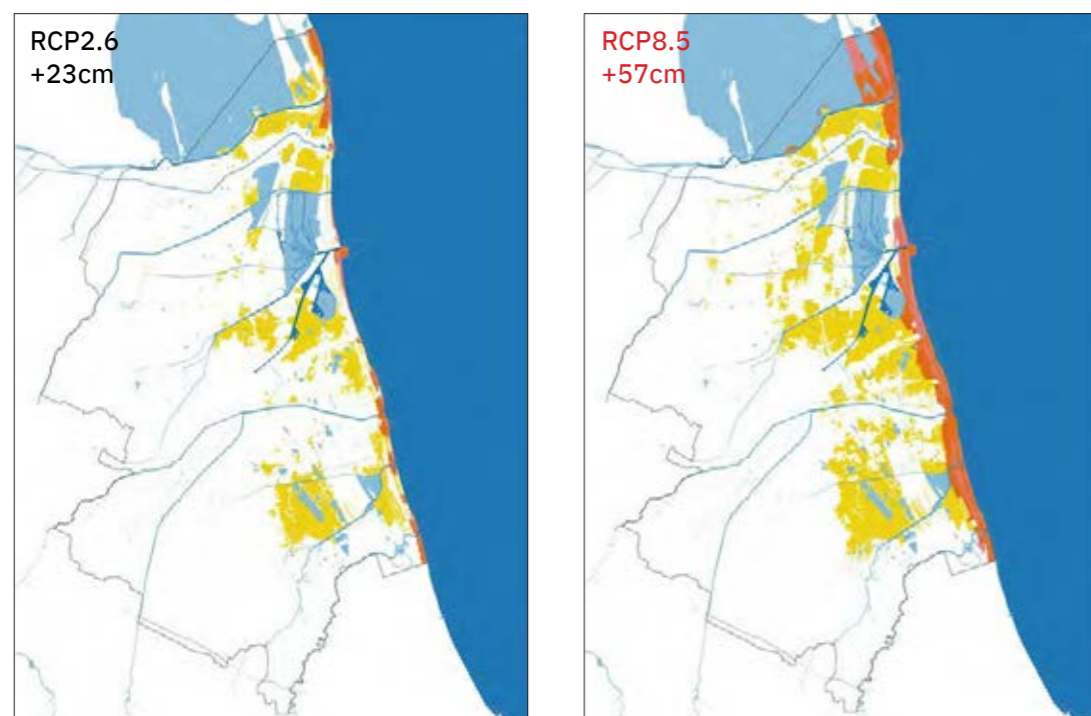
		PROSPETTIVE DI ASSETTO TERRITORIALE	
		RIGIDO-CONSERVATIVO	MORBIDO-EVOLUTIVO
PREVISIONI CAMBIAMENTO CLIMATICO	RCP2.6 = +23cm	RCP2.6 + RIGIDO-CONSERVATIVO	RCP2.6 + MORBIDO-EVOLUTIVO
	RCP8.5 = +57cm	RCP8.5 + RIGIDO-CONSERVATIVO	RCP8.5 + MORBIDO-EVOLUTIVO

Matrice di generazione degli scenari al 2100: in rosso le variabili scelte per la creazione dei due scenari successivamente approfonditi ↑

### Definizione dello scenario di partenza a partire dai modelli IPCC

Seguendo la metodologia SEbD, per giungere alla definizione di questi due scenari, sono state prese in considerazione due principali variabili di incertezza e sono state studiate le loro possibili interazioni. La prima riguarda le previsioni sul clima sintetizzate nella sezione precedente. Rifacendosi alla letteratura scientifica, si è scelto, infatti, di analizzare gli effetti sottesi dalle due proiezioni più estreme dell'IPCC: il modello RCP2.6 che determina un innalzamento relativo del livello del mare di +23cm; e il modello RCP8.5, secondo il quale questo valore si attesterebbe invece a +57cm. Tra i due, quello ritenuto più significativo per le finalità di questa ricerca e per le possibili implicazioni sull'assetto del territorio è il secondo. Inoltre, i più recenti dati a livello globale circa l'innalzamento della temperatura terrestre mostrano una tendenza più orientata al RCP8.5. Tali considerazioni hanno portato a concentrarsi sugli effetti e le possibili risposte che un aumento di questa entità potrebbe determinare sul territorio ravennate.

Come abbiamo visto anche dalle cartografie presentate in precedenza, il realizzarsi di questa previsione implicherà l'esacerbarsi di una serie di rischi a cui il territorio è già esposto. In primo luogo la frequenza e l'impatto delle mareggiate sulla costa metteranno in serio pericolo i centri abitati e le attività turistiche sulla costa. Le pinete, le aree naturalistiche e i campi agricoli retrocostieri risentiranno enormemente dell'intrusione del cuneo salino accentuata dal maggior differenziale tra la quota di giacitura dei suoli e quella del medio mare. Allo stesso modo, fiumi, canali di bonifica e i sistemi di scambio dinamico delle acque con il mare, come le Piassse, subiranno forti ripercussioni: infatti, aumentando il livello del mare si riduce il tirante idrico e di conseguenza il deflusso delle acque dolci verso il mare è rallentato. In caso di forti precipitazioni, la capacità di scolo del sistema idrico sarà molto più bassa e comporterà una maggiore probabilità di allagamenti e alluvioni nelle zone agricole e abitate dell'entroterra.

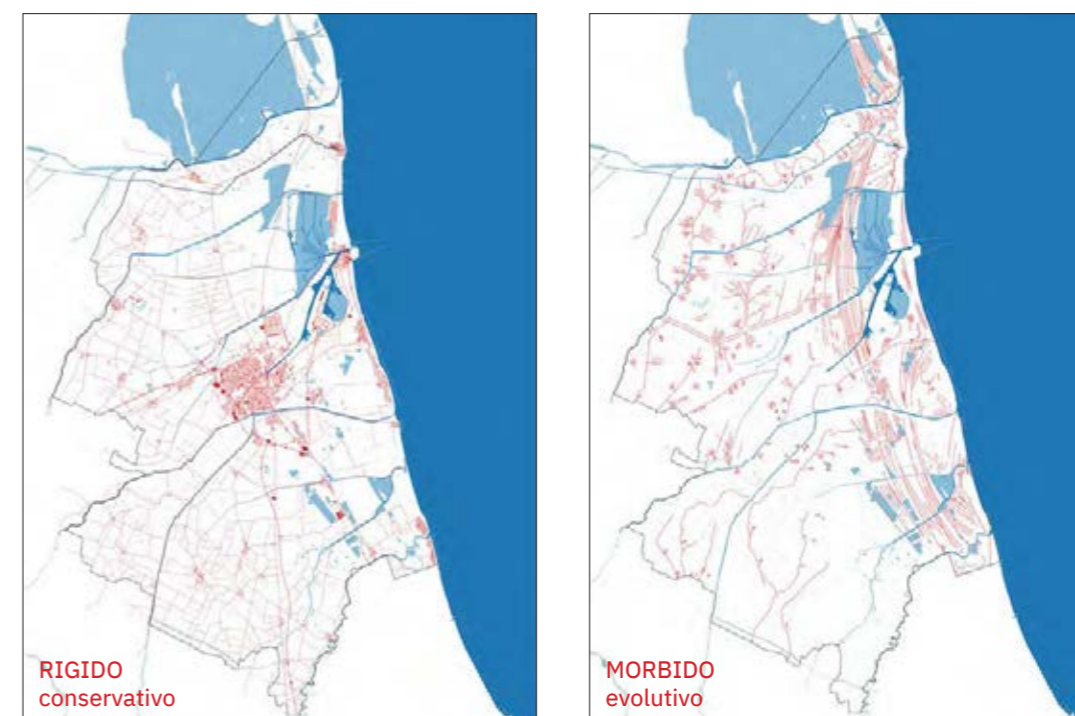


Proiezione dei dati relativi alle previsioni RCP2.6 e RCP8.5 al 2100: in giallo le zone sotto il livello del mare e in arancio le aree esposte a inondazioni dal mare

### Introduzione agli scenari di adattamento al 2100

Le possibili risposte a tale condizione climatica e ai rischi che ne deriveranno sono molteplici e dipendono non solo da valutazioni tecniche, ma soprattutto dal tipo di approccio strategico all'adattamento del territorio. Su un orizzonte temporale così ampio come il 2100, è estremamente difficile prevedere una linea univoca e certa: i fattori che possono influire sugli indirizzi politici e gli atti di pianificazione variano in ragione di molteplici componenti legate, ad esempio, alla programmazione sovraordinata (nazionale e comunitaria), alle future condizioni economico-sociali del territorio, allo sviluppo o meno di importanti investimenti infrastrutturali su Ravenna e, non ultima, all'attitudine culturale rispetto i temi ambientali ed ecologici. Alla luce di queste considerazioni, la seconda variabile di incertezza presa in considerazione per generare gli scenari riguarda le prospettive di assetto paesaggistico e territoriale verso cui Ravenna potrà potenzialmente tendere in futuro. Sono state identificate due alternative che sintetizzano altrettanti approcci tra loro molto differenti.

La prima alternativa prefigura un atteggiamento il più possibile conservativo dell'attuale configurazione del contesto territoriale. Questo comporterebbe un tendenziale irrigidimento del sistema paesaggistico sulla presente articolazione delle infrastrutture antropiche e ambientali che dovranno essere potenziate per rispondere ai cambiamenti climatici in misura tale da mantenere il più possibile stabili l'uso e le destinazioni funzionali del suolo nonché la loro localizzazione sul territorio. La seconda alternativa fa riferimento ad una visione più dinamica ed evolutiva del paesaggio per cui si ipotizza una maggiore flessibilità e "morbidezza" dei sistemi infrastrutturali ed ecologici rispetto alle attuali configurazioni. Secondo questa diversa attitudine, il futuro assetto del territorio potrebbe seguire più liberamente le caratteristiche geomorfologiche dei suoli e su queste basare un diversa articolazione delle attività antropiche e lo sviluppo di nuovi ecosistemi resilienti. L'interazione di queste due alternative con le previsioni RCP8.5 ha generato gli scenari di riferimento al 2100 che sono di seguito esposti in dettaglio.



Schemi che rappresentano le due variabili di assetto territoriale: a sinistra, l'ipotesi conservativa con evidenziate le infrastrutture antropiche; a destra, l'ipotesi evolutiva con evidenziate le caratteristiche geomorfologiche del suolo

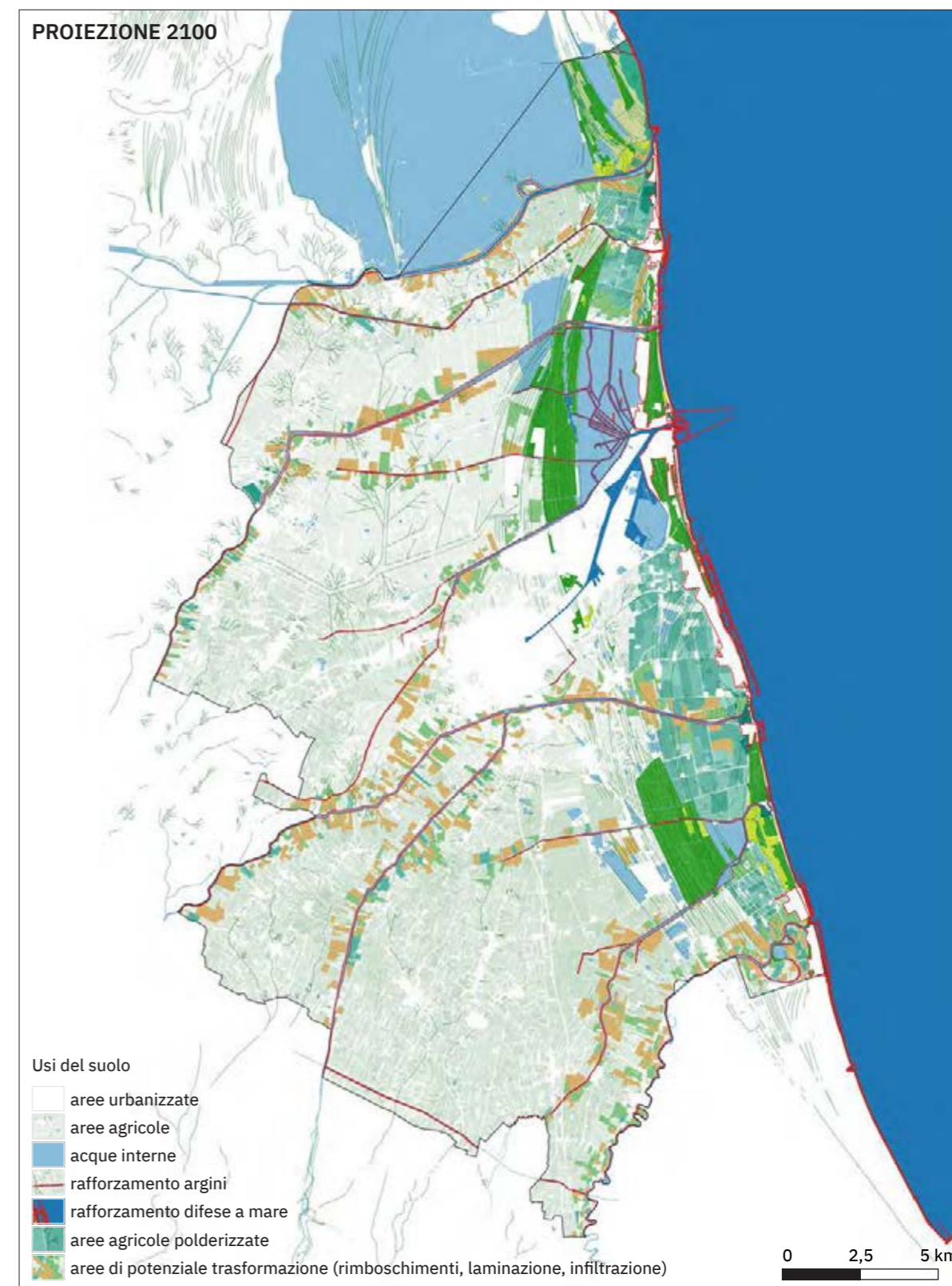
# RIGIDO / CONSERVATIVO

Lo scenario “rigido-conservativo” ha lo scopo di mantenere il più possibile invariato il paesaggio anche a fronte dell’impatto dei cambiamenti climatici. Tale obiettivo è perseguibile concentrando le azioni di adattamento in prossimità dei sistemi di difesa che si trovano all’interfaccia tra i diversi ambienti ed ecosistemi.

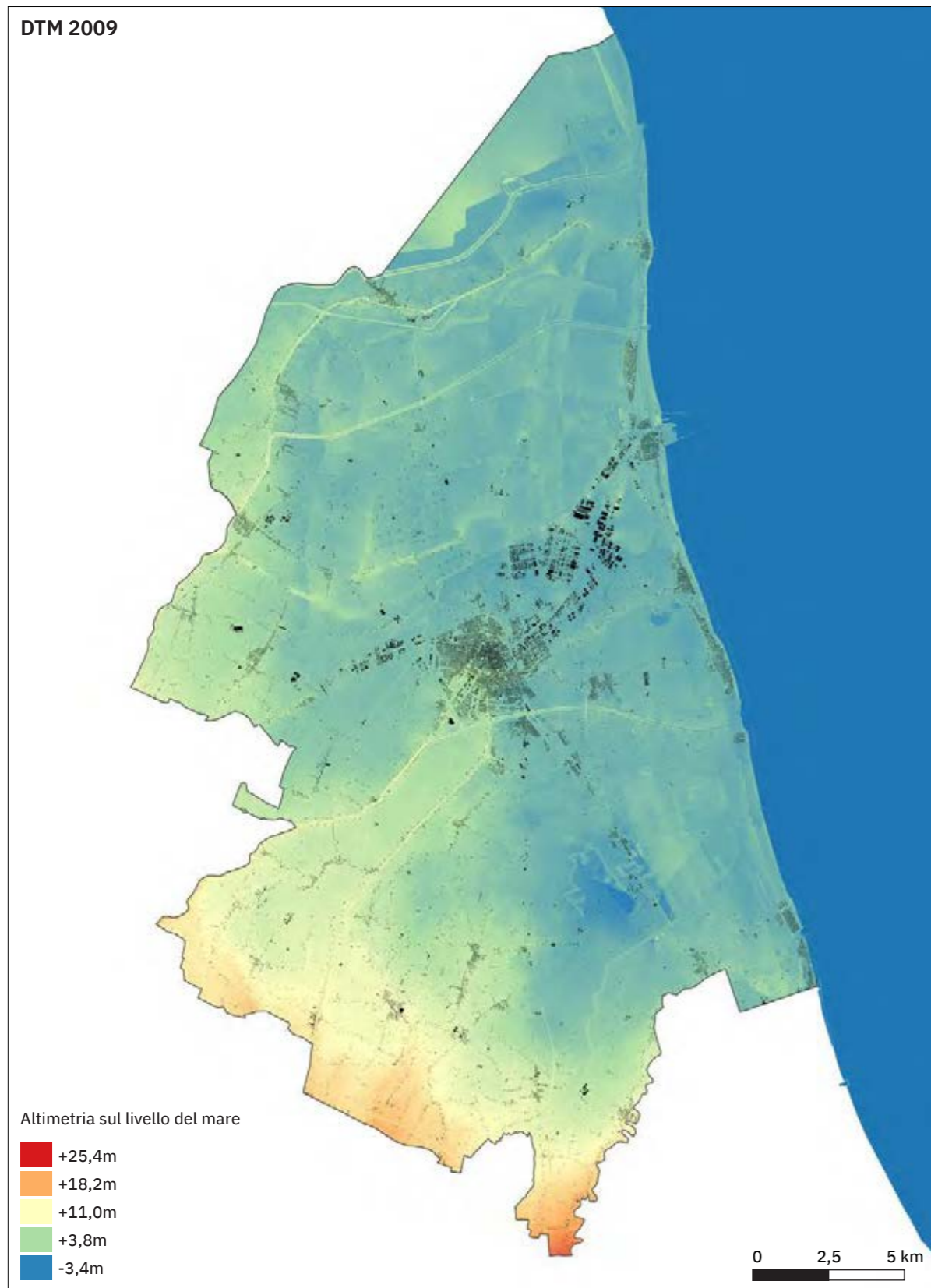
Ne deriverà il rafforzamento e l’innalzamento delle barriere a mare, degli argini fluviali e il potenziamento del sistema di scolo meccanico delle acque di bonifica.

Tali interventi agiranno in maniera diretta e significativa sulla topografia del territorio. La sezione idraulica dei fiumi dovrà essere aumentata ed integrata con aree di stoccaggio ad essi adiacenti.

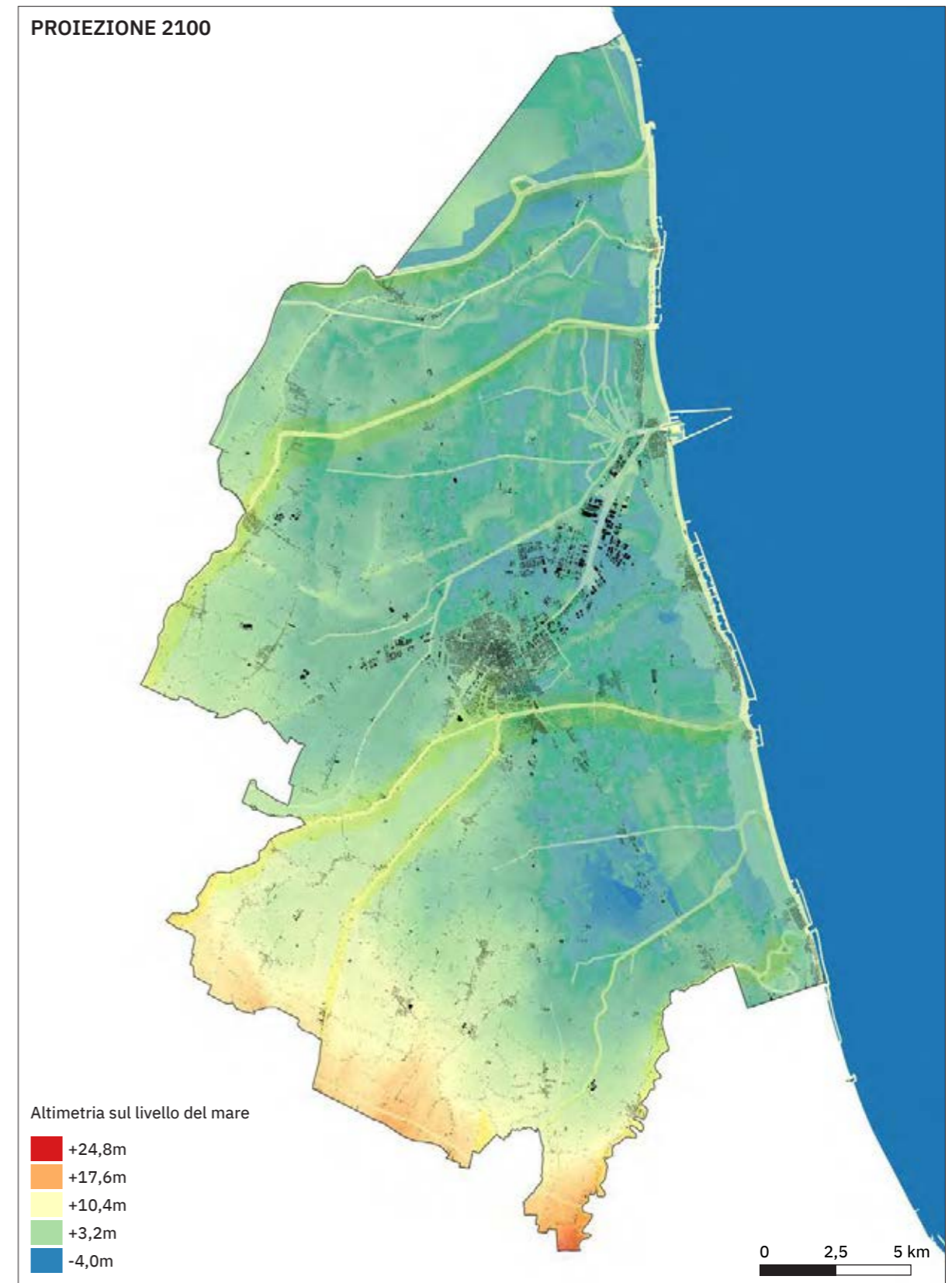
Lungo la linea di costa sarà necessario sviluppare un sistema di difesa - dalle mareggiate e dal cuneo salino - composto da dighe e una rete di canali inframezzati alle zone drenate artificialmente secondo lo schema classico del polder.



Il possibile assetto del paesaggio al 2100 nello scenario “rigido-conservativo” ↑



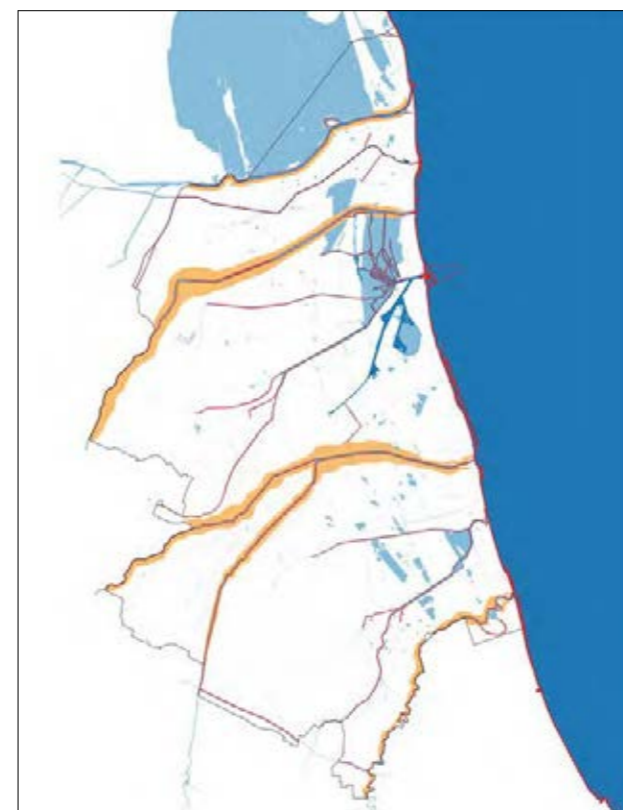
Comparazione della topografia allo stato attuale e al 2100 nello scenario analizzato ↑ →



Lo scenario e gli elaborati presentati nelle pagine precedenti sono stati generati sulla base dell'interazione di diversi tematismi cartografici con le previsioni climatiche RCP8.5 al 2100. I tre principali sistemi considerati riguardano: l'uso del suolo; le infrastrutture di difesa costiera e le arginature dei fiumi; la rete idrica di scolo e gestione delle acque interne. La priorità di difendere i centri abitati e le zone produttive ha guidato la scelta delle aree di compensazione del rischio da inondazioni che, nell'entroterra, sono state localizzate all'interno delle fasce di rispetto fluviali su cui bisognerà intervenire con nuovi argini e casse di espansione. Le aree retrocostiere, protette dall'innalzamento artificiale della fascia litoranea, per conservare una vocazione agricola necessiteranno di un sistema idrico in grado di apportare acqua dolce contro il cuneo salino e di drenare le zone depresse per mezzo di idrovore. L'estensione dei sistemi di movimentazione meccanica delle acque comporterà un notevole aumento del fabbisogno energetico.



➤ Sistema del suolo urbanizzato con evidenziate in rosso le aree costiere più esposte alle mareggiate



Le difese costiere e le arginature di fiumi e canali principali con evidenziate in arancio le fasce di rispetto fluviali ↖  
La rete idrica di scolo e gestione delle acque interne ↑

SCENARIO RIGIDO - CONSERVATIVO 2100



Usi del suolo

- aree urbanizzate
- aree agricole
- acque interne
- rafforzamento argini
- rafforzamento difese a mare
- aree agricole polderizzate
- aree di potenziale trasformazione (rimboschimenti, laminazione, infiltrazione)

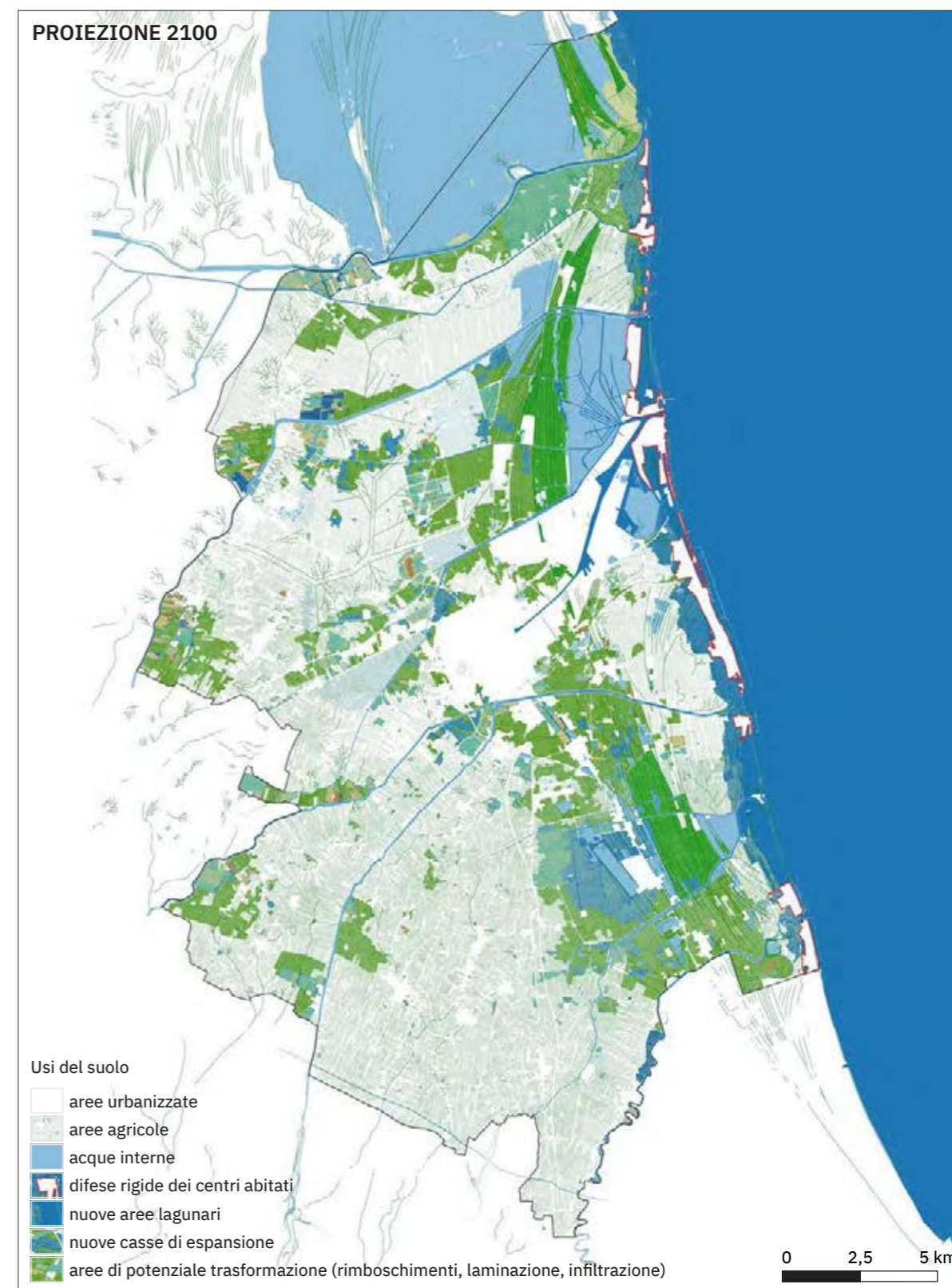
*Modello topografico dello scenario al 2100, la scala sull'asse "z" è aumentata di 10 volte*

# MORBIDO / EVOLUTIVO

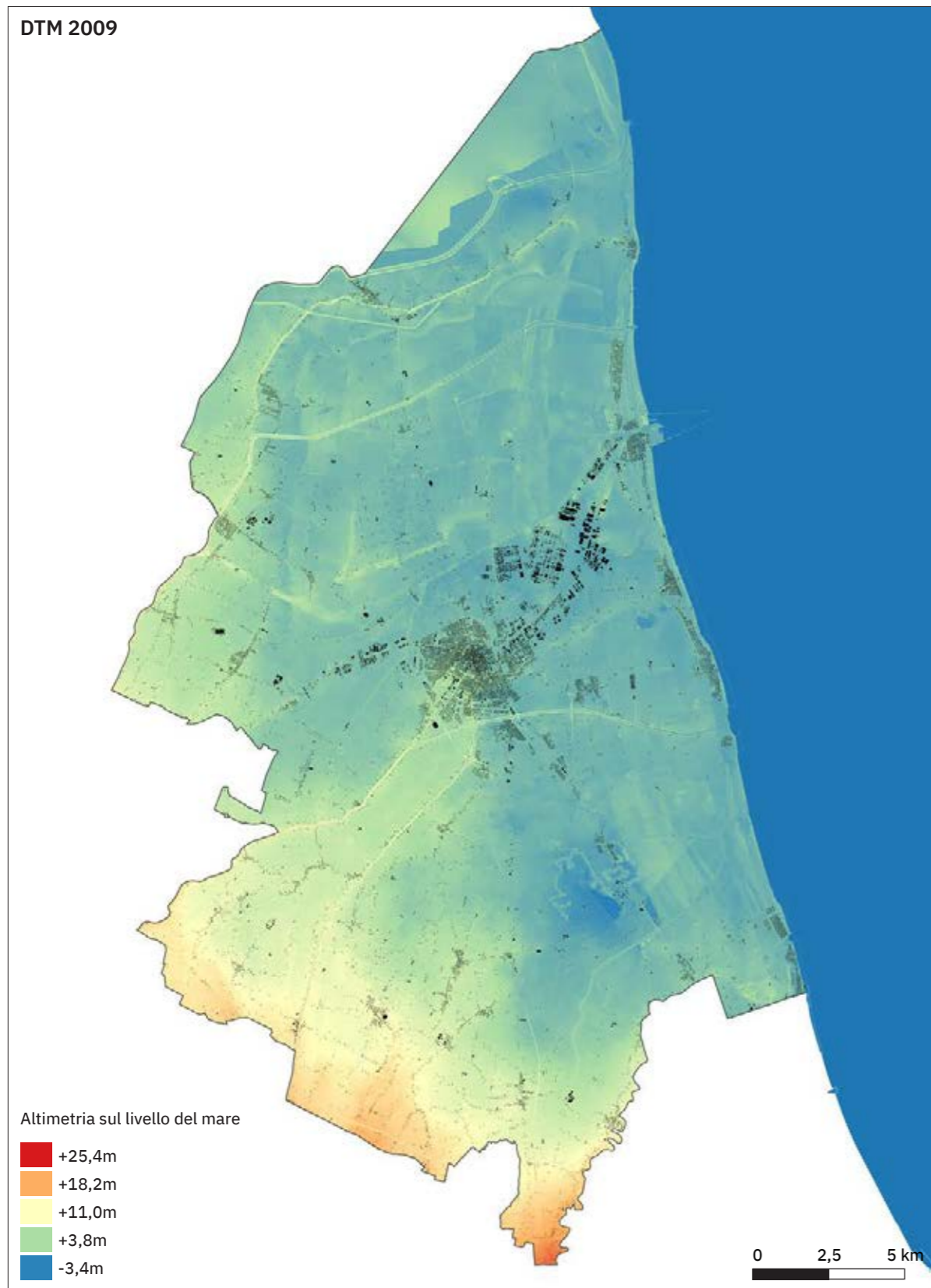
Lo scenario “morbido-evolutivo” sintetizza un approccio dinamico del territorio al tema dell’adattamento ai cambiamenti climatici. In questa prospettiva, le trasformazioni del paesaggio sono funzionali a stabilire un nuovo equilibrio tra sistemi antropici e ambientali senza limitazioni conservative.

L’assetto ipotizzato si basa sulla selezione delle aree che presentano le maggiori criticità potenziali in termini di allagamento, salinizzazione e subsidenza; queste, a seconda della loro localizzazione, vengono adibite a zone di arretramento progressivo della costa o in ambiti di trasformazione dell’attuale vocazione agricola per sviluppare estesi sistemi umidi e boscati.

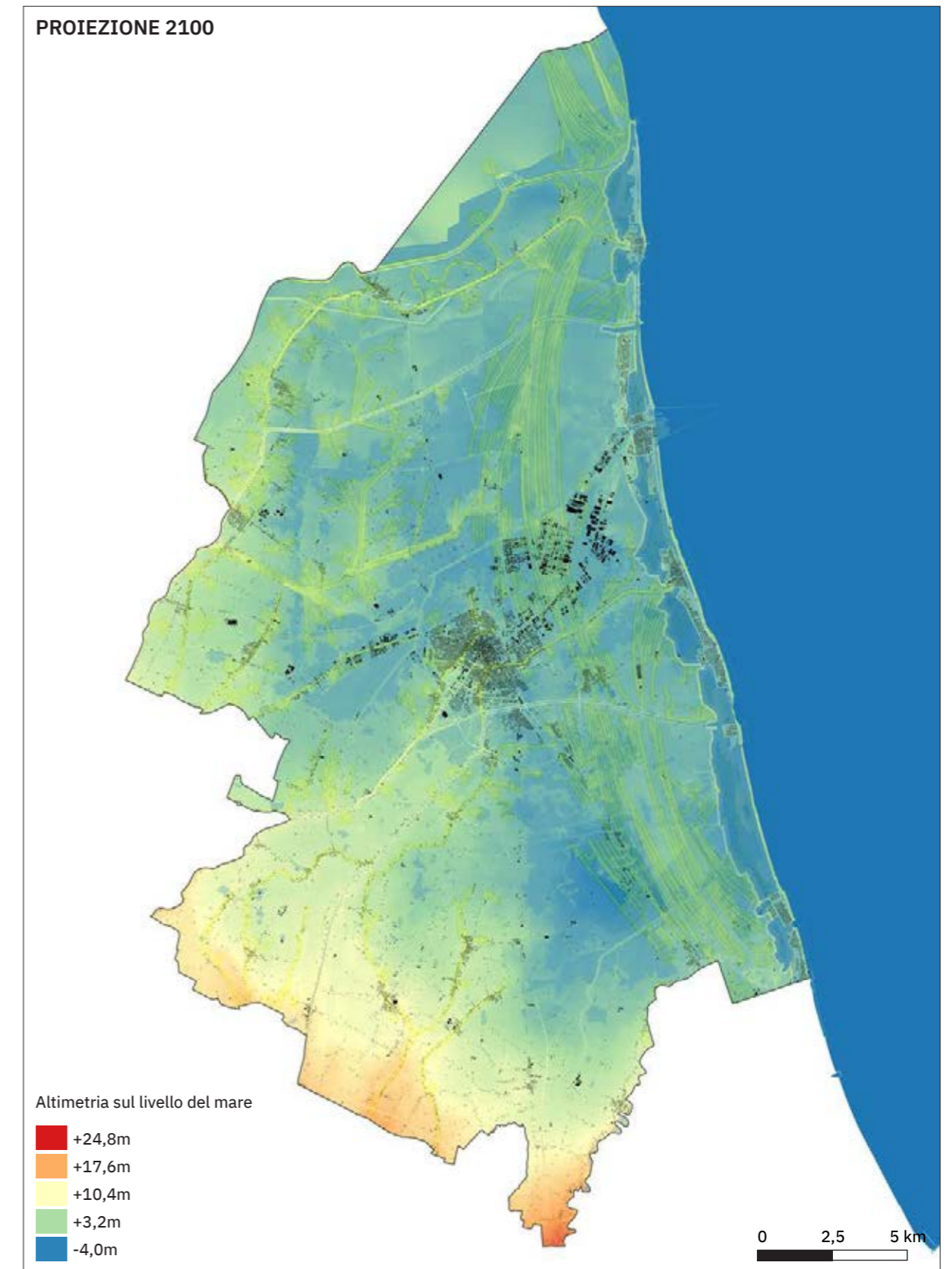
Attraverso tali operazioni la resilienza del territorio rispetto ai rischi viene raggiunta appoggiandosi alle strutture storiche della geomorfologia del paesaggio, minimizzando l’intervento sulle infrastrutture antropiche di difesa.



Il possibile assetto del paesaggio al 2100 nello scenario “morbido-evolutivo” ↑



Comparazione della topografia allo stato attuale e al 2100 nello scenario analizzato ↑ →

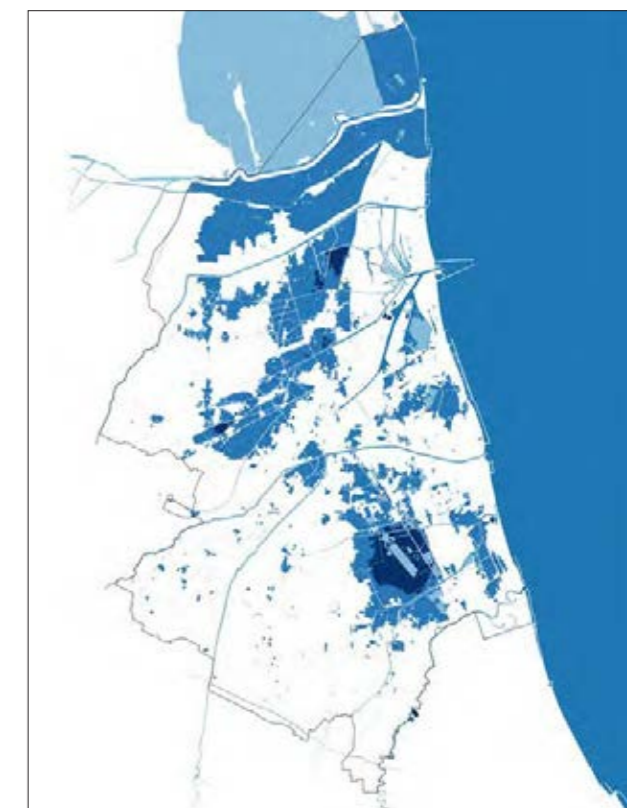




La costruzione dello scenario ha preso come principale riferimento tre tematismi cartografici che sono stati processati in base alle previsioni climatiche RCP8.5 al 2100. I sistemi considerati riguardano: le aree urbanizzate; la composizione dei suoli; la microtopografia del terreno da cui sono stati desunti i tiranti idrici. La protezione dei centri abitati esposti all'ingresso di mareggiate o alluvioni si ottiene tramite lo sviluppo di "zone buffer" in grado di assorbirne l'impatto funzionando come ecosistemi di difesa e transizione tra territorio urbanizzato e rurale. In base alla composizione dei suoli e alla topografia, tali aree assumeranno la funzione di infiltrazione e ricarica delle falde, oppure di laghi costieri e bacini di laminazione. L'arretramento selettivo del litorale permetterà di ricreare sistemi dunali e boschi planiziali di estensione adeguata alla sostituzione degli habitat costieri oggi in crisi che saranno definitivamente abbandonati. L'impegno energetico legato alla gestione delle acque sarà probabilmente minore di quello attuale.

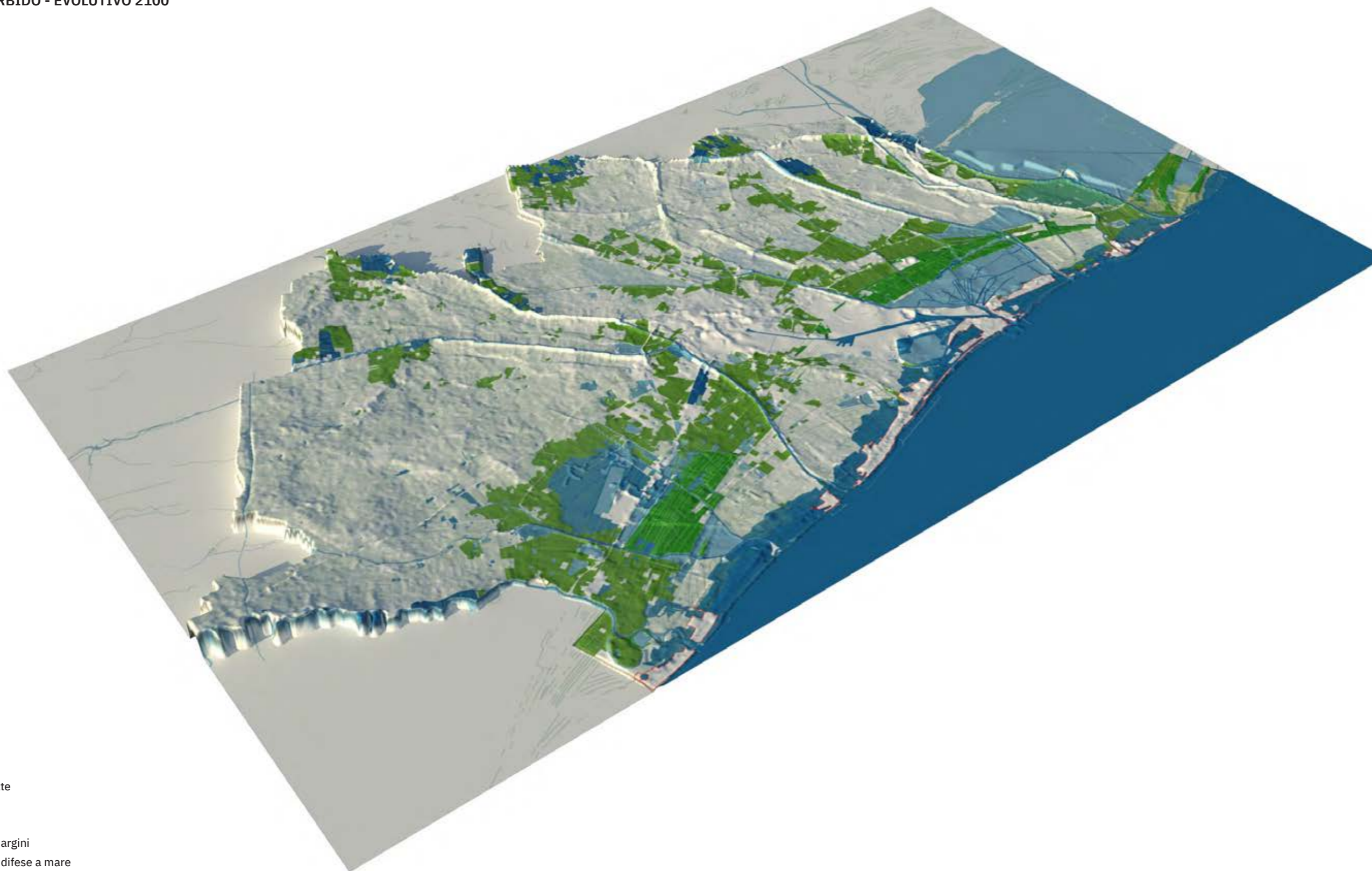


➤ Sistema del suolo urbanizzato con evidenziate in rosso le aree costiere più esposte alle mareggiate



Le difese costiere e le arginature di fiumi e canali principali con evidenziate in arancio le fasce di rispetto fluviali ↖  
La rete idrica di scolo e gestione delle acque interne ↑

SCENARIO MORBIDO - EVOLUTIVO 2100



Usi del suolo

- aree urbanizzate
- aree agricole
- acque interne
- rafforzamento argini
- rafforzamento difese a mare
- aree agricole polderizzate
- aree di potenziale trasformazione (rimboschimenti, laminazione, infiltrazione)

*Modello topografico dello scenario al 2100, la scala sull'asse "z" è aumentata di 10 volte*

# STRATEGIE 2050

*Le motivazioni che porteranno verso lo sviluppo di uno scenario a lungo termine più simile a quello “rigido” o “morbido” sono sottoposte a fattori di incertezza, ad oggi, imprevedibili. Occorre però mettere in campo da subito strategie a breve termine che siano in grado di rispondere alle istanze poste dal cambiamento climatico. Per prepararsi al futuro - o meglio, ai possibili futuri - bisogna attivare processi di trasformazione e progettare un nuovo paesaggio che si possa ugualmente evolvere in entrambe le direzioni rispondendo in maniera efficace ai rischi a cui è esposto il territorio.*

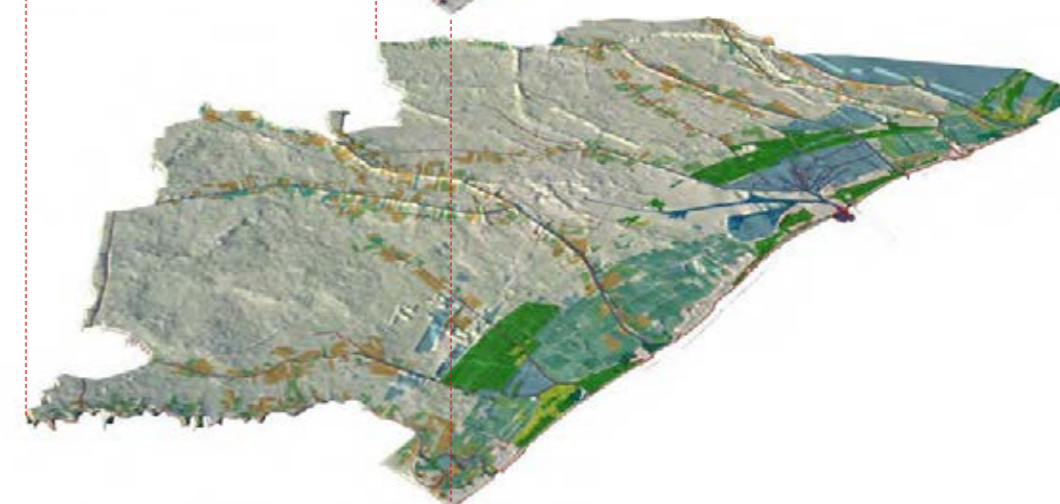
*L’orizzonte temporale per la realizzazione di queste strategie è stato individuato al 2050; in un periodo di 30 anni è infatti possibile attuare molteplici misure di adattamento e verificarne l’efficacia anche sulla base di come realmente evolverà il clima.*

*La ricerca ricava le linee strategiche per uno sviluppo resiliente del territorio dalla comparazione e sovrapposizione dei due scenari a lungo termine precedentemente analizzati.*

SCENARIO  
MORBIDO  
2100



SCENARIO  
RIGIDO  
2100



SCENARIO  
TRANSFER  
2050



Rappresentazione diagrammatica dell’operazione di “scenario transfer” fra gli scenari “rigido-conservativo” e “morbido evolutivo” ↑

Questa operazione di “scenario transfer” ha consentito di isolare i sistemi e le zone del territorio più sensibili ai fenomeni di degrado legati al cambiamento climatico. Per queste aree, le ipotesi formulate nei due scenari al 2100 sono in alcuni casi coincidenti, mentre in altri totalmente opposti. Ad esempio, la necessità di difendere gli abitati costieri dall’ingressione marina è una priorità strategica comune ad entrambi. Dall’altro lato, le modalità di gestione delle zone agricole costiere e dei sistemi ambientali litoranei, come le pinete retrodunali, sono declinate in maniera differente. Se il presupposto concettuale è quello che entrambi gli scenari a lungo termine hanno pari “dignità” e possibilità di realizzarsi, la visione strategica a breve-medio termine, per essere davvero resiliente, deve prevedere diversi gradi di libertà potenziali: in sostanza, deve rappresentare un paesaggio di transizione tra l’attuale assetto territoriale - di cui abbiamo certezze e informazioni - e quello futuro - rispetto al quale avanziamo ipotesi e previsioni. Seguendo tale ragionamento, possiamo affermare che il paesaggio al 2050 si configura come uno scenario intermedio capace di agire sulla riduzione dei rischi e al contempo preparare il campo ad ulteriori azioni di adattamento. Nel concreto, questo approccio si realizza nel territorio di Ravenna con l’individuazione di due principali sistemi che potremmo definire come “attivamente difensivi”.

Il primo corrisponde alla prima fascia costiera, alle aree direttamente interessate dall’innalzamento del livello del mare e dall’avanzata del cuneo salino. Qui la necessità primaria è rafforzare i sistemi dunali e portare acqua dolce a ridosso della costa per fermare la desertificazione dei suoli e il degrado degli habitat. Tale soluzione, in prospettiva, è funzionale sia alla formazione dei sistemi lagunari preconizzati dallo scenario “morbido” che alla polderizzazione ipotizzata in quello “rigido”.

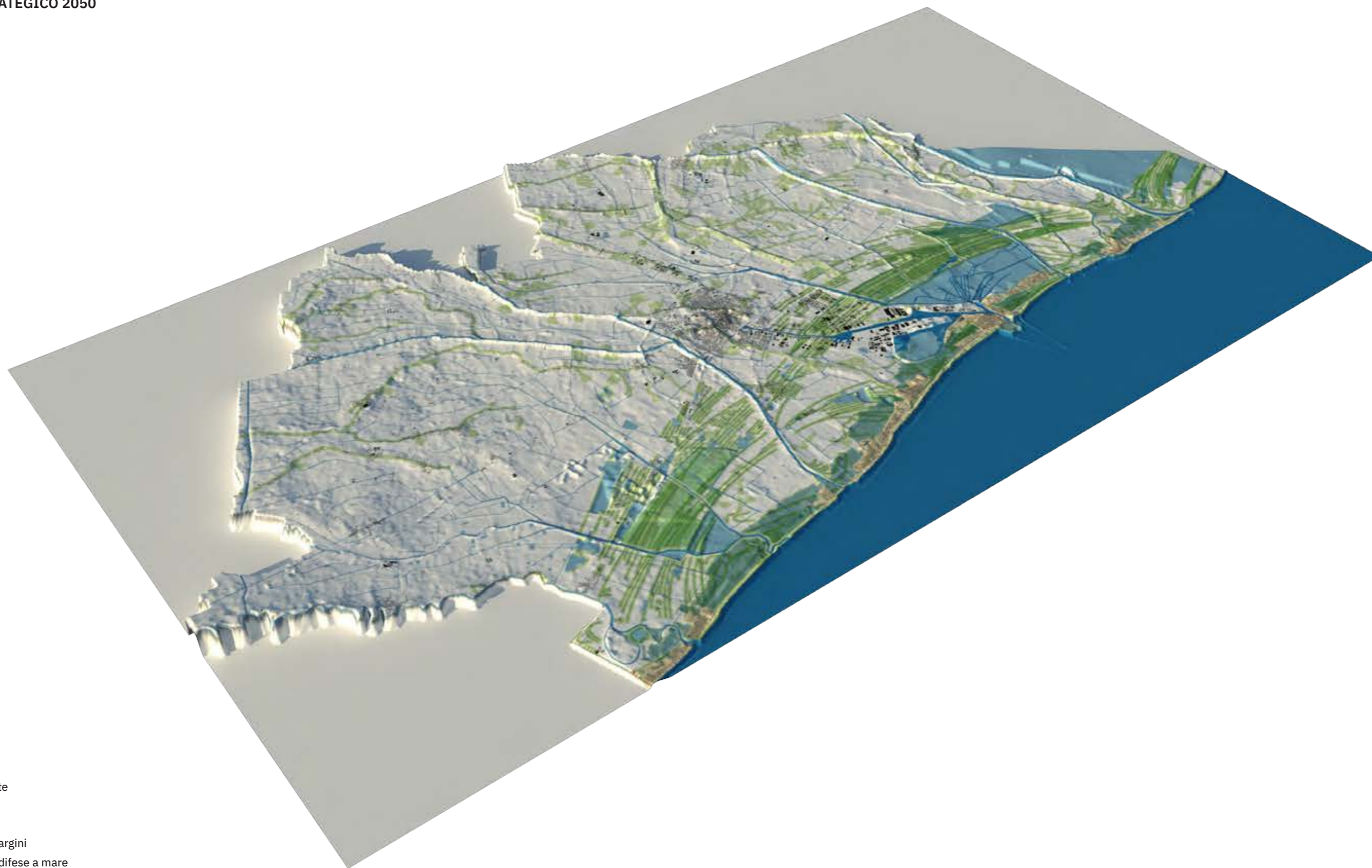
Il secondo dispositivo difensivo, più arretrato, si appoggia alla topografia articolandosi in parte lungo la rete idrica esistente e in parte lungo le tracce degli antichi cordoni litoranei o delle opere di bonifica per colmata realizzate nei secoli scorsi. Ne deriva una trama all’interno della quale si individuano le zone di raccolta, laminazione e infiltrazione delle acque che potranno poi essere implementate - a seconda si decida di tendere verso lo scenario “rigido” o “morbido” - lungo le fasce di rispetto dei fiumi o in ambiti agricoli particolarmente depressi e meno produttivi.

Risultato dell’operazione di “scenario transfer” che informa la visione strategica di adattamento sull’orizzonte temporale del 2050 ↗

STRATEGIA 2050



SCENARIO STRATEGICO 2050



Usi del suolo

- aree urbanizzate
- aree agricole
- acque interne
- rafforzamento argini
- rafforzamento difese a mare
- aree agricole polderizzate
- aree di potenziale trasformazione (rimboschimenti, laminazione, infiltrazione)

*Modello topografico dello scenario strategico al 2050, la scala sull'asse "z" è aumentata di 10 volte*

# FOCUS

*La quarta ed ultima parte del documento è dedicata ad approfondire il campo di azioni di adattamento a breve termine, presentate attraverso potenziali casi applicativi particolarmente significativi.*

*Nella prima sezione si inquadrano la scelta delle aree individuate per i focus progettuali, gli ambiti di applicazione, i lineamenti strategici proposti e un abaco di operazioni progettuali, in gran parte già messe in atto.*

*La seconda parte prende in esame due diverse tipologie di ambiti costieri su cui vengono sviluppati altrettanti progetti di trasformazione del paesaggio.*

*La terza sezione affronta le tematiche legate alla gestione del rischio idraulico e della siccità in un ambito rurale che, in futuro, potrebbe vedere la realizzazione di un'opera infrastrutturale strategica per il territorio.*

*L'ultima sezione si concentra sul potenziale di transizione energetica di Ravenna analizzando, con ipotesi meta-progettuali, l'incidenza spaziale che lo sviluppo di fonti alternative può avere sul territorio e il paesaggio.*

# INQUADRAMENTO

Gli approfondimenti progettuali presentati in questa sezione del documento hanno la finalità di individuare, più nello specifico, le azioni concrete di adattamento al cambiamento climatico. Riferendosi alle linee guida formulate nella strategia generale al 2050, i casi studio applicativi, che saranno di seguito analizzati, trasferiscono e verificano i passaggi logici, fin qui enunciati a scala comunale, in ambiti più circoscritti dal punto dimensionale o tematico. Sono stati presi in esame tre tipi di paesaggio che sintetizzano la varietà del territorio ravennate e la molteplicità delle possibili azioni da intraprendere per aumentarne la resilienza; sono i paesaggi costieri, i paesaggi rurali ed infine i paesaggi energetici che attraversano i precedenti capitoli riportando in conclusione la scala del ragionamento a livello comunale.

La scelta delle aree di progetto ha avuto come criterio basilare la volontà di confrontarsi con molteplici fattori di rischio in ambiti caratterizzati da diverse condizioni ecologiche, ambientali e antropiche.



Zone umide Valle del Mandriole, estate 2019 ↑

## Focus progettuali

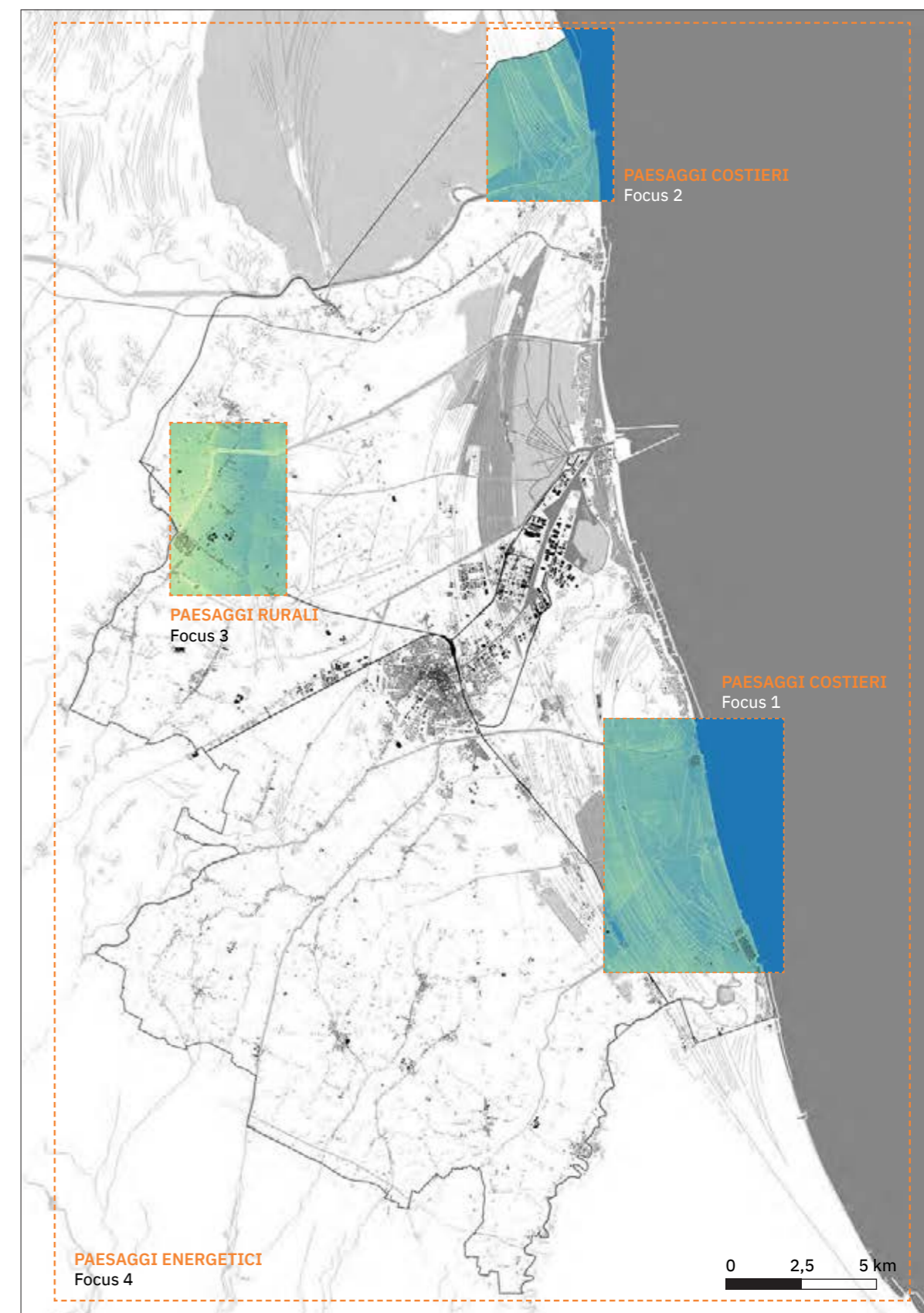
Per i paesaggi costieri, la ricerca si focalizza su due aree particolarmente esposte agli effetti dell'innalzamento del livello del mare: la fascia litoranea compresa tra i Lidi di Dante e Classe; e il lato sinistro dell'attuale Foce di Reno fino al limite comunale con Comacchio. Sono due zone di grande valenza naturalistico-ambientale i cui habitat e le attività legate al turismo e all'agricoltura sono fortemente minacciate. Il progetto di trasformazione del paesaggio, come vedremo, si articola nei due ambiti secondo una strategia coerente, ma con azioni a breve termine differenti da un caso all'altro.

L'adattamento richiesto ai paesaggi rurali è affrontato attraverso lo studio di un contesto particolarmente rappresentativo delle problematiche di molte aree della pianura ravennate. L'ambito di progetto si trova lungo il corso del fiume Lamone, tra le località di Mezzano e Torri. Qui i temi della difesa idraulica e della valorizzazione degli ecosistemi fluviali si intrecciano con il possibile passaggio, in futuro, dell'autostrada E55. L'incertezza circa lo sviluppo di questa infrastruttura diventa l'input per organizzare un assetto del territorio più resiliente e creare nuove connessioni ecologiche.

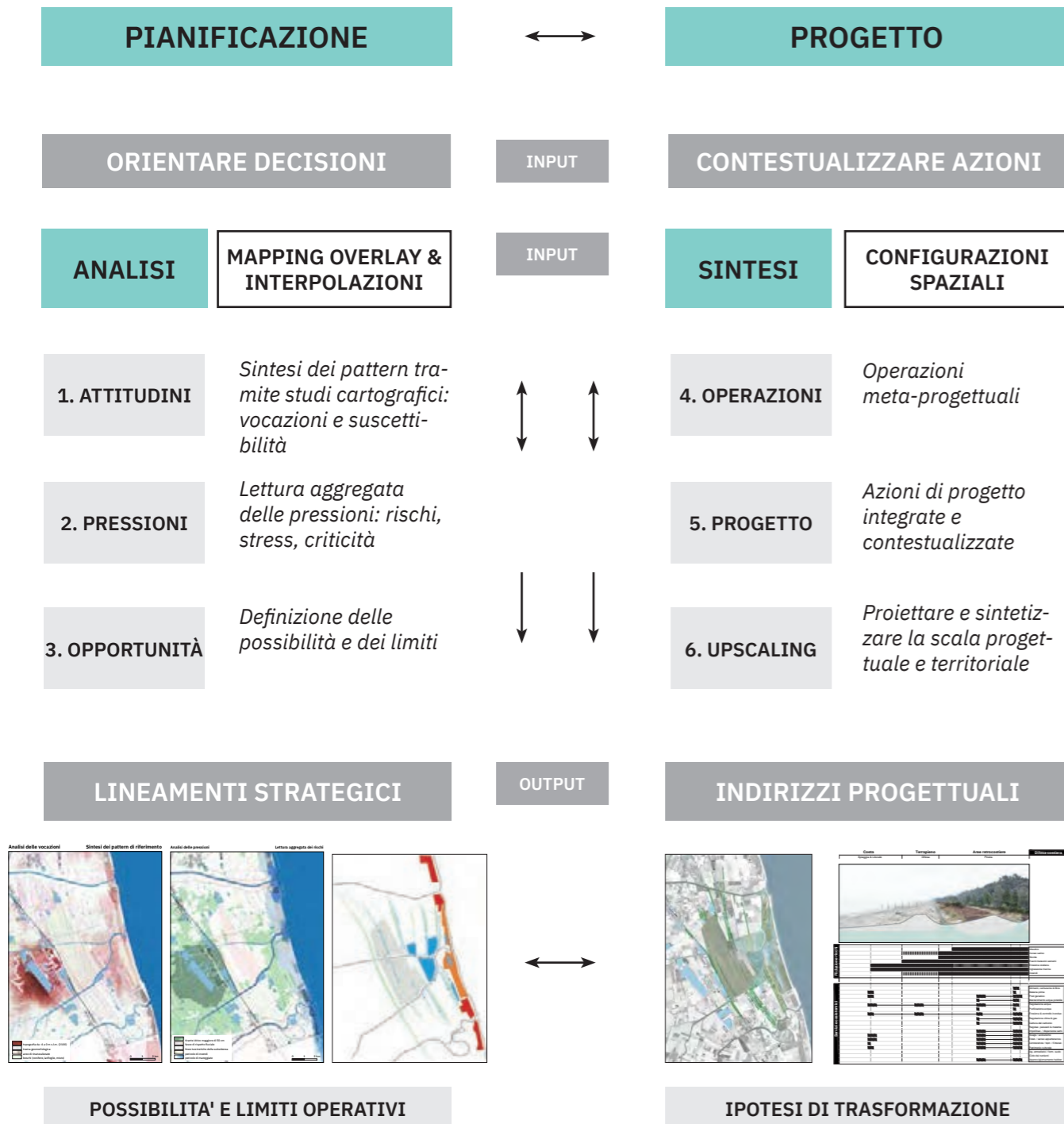
Dal punto di vista del metodo e della rappresentazione, i casi-studio appena descritti sono stati affrontati in modo omogeneo secondo uno stesso schema logico: ad una sintetica descrizione delle aree segue l'analisi dei rischi e delle caratteristiche morfologico-ambientali; vengono individuati i principali riferimenti cartografici esaminati e gli stessi vengono poi condensati in due letture aggregate che descrivono i pattern territoriali e i fattori di criticità; successivamente, si presentano le fasi della strategia di adattamento e le proiezioni a lungo termine di trasformazione del paesaggio sintetizzate negli scenari "rigido" e "morbido" al 2100; sulla base di questi si elabora il paesaggio di transizione al 2050 a cui corrispondono le azioni di adattamento a breve termine; infine si analizza il potenziale impatto di queste sulla riduzione del rischio e dei fenomeni di degrado ambientale.

Il metodo adottato per individuare le azioni legate ai paesaggi energetici ha visto un approccio alternativo, dettato dalla diversa scala del ragionamento che comprende tutto il territorio comunale. I passaggi sono sostanzialmente due: prima si analizza il potenziale di transizione energetica di Ravenna rispetto alle diverse fonti rinnovabili; quindi si ipotizza uno scenario di transizione monoenergetico al 2050 in cui le diverse componenti contribuiscono all'abbattimento del 100% delle emissioni di CO2.

*Inquadramento delle aree individuate per lo sviluppo dei focus progettuali ↗*



### Approccio metodologico, dalla pianificazione al progetto

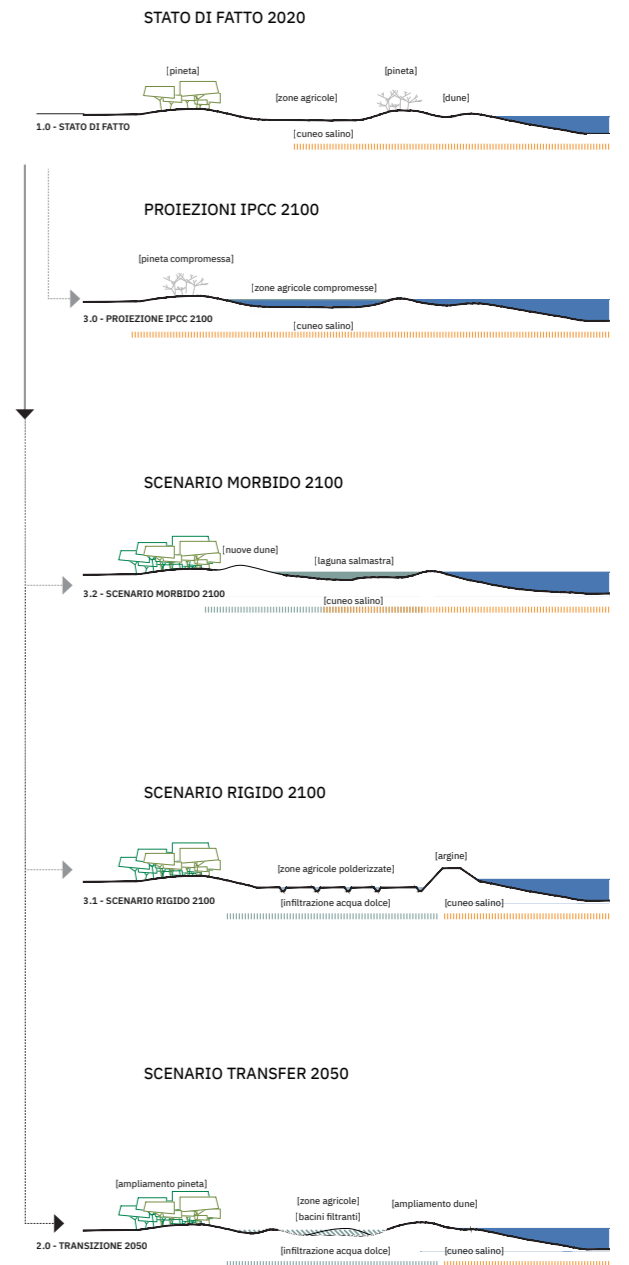
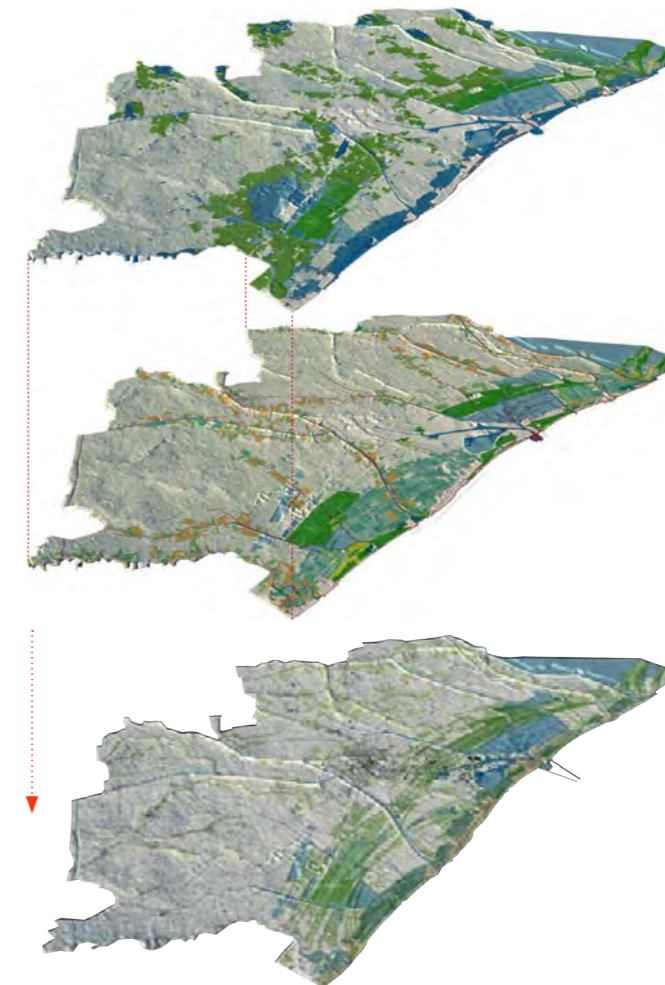


Rappresentazione schematica dell'approccio metodologico utilizzato per mettere in relazione la scala territoriale a carattere pianificatorio con quella progettuale. Metodo sviluppato nella tesi di dottorato "Moving horizon, landscape design praxis through soil transformations" ↑

Attraverso un approccio *trans-scalare* si individuano le azioni concrete di adattamento rapportando la scala territoriale e pianificatoria con quella di progetto trattandoli come due momenti complementari e contrapposti della riflessione in un rapporto dialettico di *analisi* e *sintesi*.

**ANALISI:** partendo dall'analisi dei rischi e delle caratteristiche morfologico-ambientali sulla dimensione territoriale si definiscono attitudini e pressioni attraverso lo studio dei principali riferimenti cartografici esaminati e condensati in due letture aggregate che descrivono i pattern territoriali e i fattori di criticità e le opportunità per la definizione delle possibilità e dei limiti di intervento a scala pianificatoria.

**SINTESI:** sulla base degli studi a carattere territoriale si elabora il paesaggio di transizione al 2050 a cui corrispondono le azioni progettuali di adattamento a breve termine; su questa ipotesi vengono sintetizzate le operazioni progettuali ipotizzando il potenziale impatto sulla riduzione del rischio e dei fenomeni di degrado ambientale con un approccio multidimensionale e volto al miglioramento dei servizi ecosistemici.



↑ Rappresentazione del passaggio dagli scenari di trasformazione ad azioni locali sulle aree studio, qua costa sud. In alto le due fasi della strategia di adattamento e le proiezioni a lungo termine sintetizzate negli scenari "rigido" e "morbido" al 2100; in basso scenario transfer al 2050.



## Ambiti di applicazione

La metodologia verrà applicata a delle strategie di adattamento in forma integrata nello sviluppo di focus progettuali che rappresentano gli ambiti in cui operano i grandi filoni di ricerca che interessano la progettazione e la pianificazione del paesaggio nell'epoca contemporanea: *geografia del rischio, waterflood management, landscape ecology, transizione energetica*.

Si propone l'elaborazione di strategie di adattamento e mitigazione per aumentare la resilienza urbana e territoriale, inscrivibili nelle quattro macroaree descritte che coinvolgono la risoluzione di più scenari di rischio in forma integrata, multidimensionale e sistemica ed in misura più o meno diretta. In proposito è stato associato un valore indicativo identificato dal colore in relazione all'impatto che la strategia proposta possa rispondere positivamente e risolvere il fattore di rischio individuato. L'obiettivo è inglobare in visioni strategiche scenari e parametri legati a fattori di rischio ambientale ed antropico a cui le città e i territori sono sempre più esposti, anche in relazione al fattore del cambiamento climatico che risulta un amplificatore delle vulnerabilità già presenti.

A partire da questa complessità si possono tracciare delle strategie di adattamento in grado di includere l'incertezza come parametro progettuale. Si definisce così un campo d'azione verificato e contestualizzato rispetto lo scenario di rischio, in cui poter operare efficacemente per risolvere le criticità emerse.

RISCHIO	AMBITI DI APPLICAZIONE STRATEGIE DI ADATTAMENTO			
	GEOGRAFIA DEL RISCHIO	LANDSCAPE ECOLOGY	WATERFLOOD MANAGEMETN	TRANSIZIONE ENERGETICA
SUBSIDENZA	■	■	■	■
EROSIONE COSTIERA	■	■	■	■
CUNEO SALINO	■	■	■	■
IDRAULICO	■	■	■	■
INGRESSIONE MARINA	■	■	■	■
INCENDI	■	■	■	■
ONDATE DI CALORE	■	■	■	■
IDROPOTABILE	■	■	■	■
EV. METEORICI ESTREMI	■	■	■	■

↑ Tabella in cui vengono messe in relazione gli ambiti di applicazione delle strategie di adattamento con i rischi presenti nel territorio in esame, già descritti nel capitolo precedente

## Geografia del rischio

Riguarda l'inclusione di parametri di rischio nella progettazione e trasformazione del paesaggio. Partendo dalla lettura delle carte dei rischi (idraulico, subsidenza, ecc) si fornisce una lettura sul come queste possano diventare la base per la riconfigurazione del paesaggio integrandovi infrastrutture di difesa, quali argini, bacini di laminazione, pennelli, divenendo il paesaggio stesso infrastruttura. Si vuole offrire una strategia metodologica nell'uso razionale e consapevole dell'utilizzo di questi parametri, per chi si occupa di pianificazione a vari livelli, cercando di trasformare i limiti in opportunità.

## Waterflood management

Si intende il controllo e la gestione dei flussi di acque sia superficiali sia sotterranee, con accezione ampia e articolata. Il waterflood management ha l'obiettivo di ridurre i rischi legati alla gestione poco razionale delle acque e aumentarne le potenzialità come risorsa, reintroducendola per esempio nel ciclo idrico spesso interrotto da fenomeni di antropizzazione, come l'impermeabilità dei suoli e la canalizzazione delle acque nella rete di infrastrutture grigie. Il sistema di gestione delle acque si può ripensare e combinare a dispositivi ed espedienti che collaborino con la rete esistente definiti green-blue infrastructure (rain garden, pavimentazioni permeabili, aree umide, bacini di laminazione vegetati, ecc). Se l'obiettivo primario è contrastare e ridurre il rischio idraulico, idropotabile ed erosivo, questo approccio porta con sé altri benefici indiretti, come la ricarica delle falde acquifere (diminuzione subsidenza), l'abbassamento di temperature (contrasto fenomeno isola di calore), l'aumento della biodiversità anche in ambito urbano, la riduzione di sprechi idrici e la diminuzione dei rischi legati fenomeni estremi come alluvioni ed erosione.

## Landscape ecology

Riguarda l'inclusione di parametri di ecologia del paesaggio, cosiddetta landscape ecology, nella progettazione e trasformazione del territorio e dei complessi urbani attraverso azioni di adattamento chiamato adaptive design. Questi studi sono estremamente utili per capire l'interazione tra i sistemi antropici e quelli ambientali e come gli aspetti spaziali siano diretta conseguenza di questa interdipendenza. L'obiettivo è comprendere come essi possono interfacciarsi, integrarsi e sovrapporsi e sul come procedere operativamente nella costituzione di opere in ambiti di connessione e contatto tra gli ecosistemi in questione (dalle arginature e meandri dei fiumi, alle opere di riforestazione urbana e territoriale, all'interpretazione delle riserve come sistemi dinamici, ecc). Ci si rifà a studi sulla geomorfologia dei luoghi, sul suolo, sui bilanci idrici, sul clima la flora e la fauna di un determinato contesto per capire le relazioni tra i vari componenti.

## Transizione energetica

La transizione energetica è il passaggio dall'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili a fonti rinnovabili e fa parte della più estesa transizione verso economie sostenibili attraverso l'uso di energie rinnovabili, l'adozione di tecniche di risparmio energetico e di sviluppo sostenibile. Che sia di origine eolica, fotovoltaica, idrica, l'energia rinnovabile richiede supporti fisici per poter essere prodotta, stoccata e trasferita agli utenti. Accettare la transizione energetica significa riconoscere la necessità di individuare luoghi adatti ospitare questo cambiamento che inevitabilmente porta con sé trasformazioni in un territorio, aprendosi ad un aggiornamento rispetto un utilizzo razionale e rinnovabile delle risorse.

## Lineamenti strategici

Dalla definizione degli ambiti di applicazione descritti al paragrafo precedente, sono stati individuati dei lineamenti strategici associati all'impatto potenziale che possono generare sui rischi in esame e in settori ben definiti. L'effetto determinato dai lineamenti strategici può essere diretto o indiretto, come descritto nella tabella sottostante.

I rischi riportati nella tabella si riferiscono a quelli indicati nel documento "Strategia di mitigazione e adattamento per i cambiamenti climatici della Regione Emilia Romagna" come i principali rischi per i settori fisico-biologici e socio-economici determinati dal cambiamento climatico in Emilia-Romagna. Per esteso si intendono: incendi boschivi, dissesto idrogeologico (frane, alluvioni) e subsidenza, degrado del suolo e innesco di processi di desertificazione, perdita produzione agricola, minore disponibilità e qualità idrica, arretramento della linea di costa, intrusione salina, effetti negativi sulla salute, aumento dei consumi energetici, perdita di biodiversità e modifica degli ecosistemi, effetti negativi sulle attività economiche (industria, commercio, turismo).

Nella pagina affianco si riportano delle operazioni progettuali associabili ai lineamenti strategici che verranno descritte più nel dettaglio nelle pagine successive in termini di buone pratiche trasferibili nel territorio di Ravenna.

L'obiettivo in questa fase è orientare le decisioni degli stakeholder e avere una panoramica di insieme delle potenzialità e dei limiti operativi con cui confrontarsi in un processo di adattamento territoriale al cambiamento climatico. Si propone un'applicazione di tali misure nei focus progettuali introdotti all'inizio del capitolo articolati nelle prossime pagine.

RISCHI E IMPATTI	LINEAMENTI STRATEGICI							
	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8
INCENDI BOSCHIVI			■	■	■			
DISSESTO IDROGEOLOGICO	■	■	■	■	■	■	■	
PERDITA PRODUZIONE AGRICOLA		■	■		■	■	■	
DISPONIBILITÀ E QUALITÀ IDRICA		■	■		■	■	■	■
DEGRADO DEL SUOLO		■	■	■	■	■	■	■
ARRETRAMENTO LINEA DI COSTA	■	■	■	■				
INTRUSIONE SALINA	■	■	■	■	■	■	■	■
EFFETTI SULLA SALUTE	■							■
AUMENTO CONSUMI ENERGETICI	■				■		■	
PERDITA BIODIVERSITÀ			■	■	■	■	■	■
EFFETTI SULL'ECONOMIA	■	■	■		■	■	■	

■ Impatto diretto    ■ Impatto indiretto

↑ In tabella viene riportata la relazione tra lineamenti strategici e i principali rischi e impatti per i settori fisico-biologici e socio-economici determinati dal cambiamento climatico in l'Emilia-Romagna

LINEAMENTI STRATEGICI	OPERAZIONI PROGETTUALI
<b>S.1</b> PROTEZIONE CENTRI ABITATI	BARRIERE DI DIFESA IDRAULICA/ACUSTICA BACINI DI LAMINAZIONE E FITODEPURAZIONE AUMENTO SEZIONE ALVEI BACINI DI INFILTRAZIONE MICRO LAMINAZIONE/AREE ALLAGAMENTO PROGRAMMATO
<b>S.2</b> INCREMENTO DIFESE RIGIDE	BARRIERE DI DIFESA IDRAULICA/ACUSTICA BACINI DI LAMINAZIONE E FITODEPURAZIONE AUMENTO SEZIONE ALVEI
<b>S.3</b> ESTENSIONE SISTEMA DUNALE	RINATURAZIONE ARENILE IMMISSIONE ACQUA DOLCE RIMBOSCHIMENTI
<b>S.4</b> RAFFORZAMENTO TRAME GEOMORFOLOGICHE	BACINI DI INFILTRAZIONE RINATURAZIONE ARENILE CAMBIO COLTIVAZIONI IMMISSIONE ACQUA DOLCE
<b>S.5</b> POTENZIAMENTO CONNESSIONE IDRAULICA	IMMISSIONE ACQUA DOLCE AUMENTO SEZIONE ALVEI MICRO LAMINAZIONE/AREE ALLAGAMENTO PROGRAMMATO BACINI DI LAMINAZIONE E FITODEPURAZIONE CONNESSIONE IDRAULICA
<b>S.6</b> GESTIONE IDRAULICA INTEGRATA	AREE FORESTALI DI INFILTRAZIONE BACINI DI INFILTRAZIONE CAMBIO COLTIVAZIONI MICRO LAMINAZIONE/AREE ALLAGAMENTO PROGRAMMATO AUMENTO SEZIONE ALVEI
<b>S.7</b> RAZIONALIZZAZIONE RISORSA IDRICA	BACINI DI LAMINAZIONE E FITODEPURAZIONE AREE FORESTALI DI INFILTRAZIONE BACINI DI INFILTRAZIONE CAMBIO COLTIVAZIONI MICRO LAMINAZIONE/AREE ALLAGAMENTO PROGRAMMATO
<b>S.8</b> IMPLEMENTAZIONE CORRIDOIO ECOLOGICO	RIMBOSCHIMENTI AREE FORESTALI DI INFILTRAZIONE BACINI DI INFILTRAZIONE BACINI DI LAMINAZIONE E FITODEPURAZIONE FASCE TAMPONE AUMENTO SEZIONE ALVEI RINATURAZIONE ARENILE IMMISSIONE ACQUA DOLCE

In tabella viene riportata la relazione tra lineamenti strategici e operazioni progettuali, descritte nelle pagine seguenti ↑

## Azioni progettuali della strategia di adattamento

La strategia di adattamento proposta è qui sintetizzata da una serie di operazioni esemplificative che descrivono le possibili azioni progettuali di trasformazione del territorio associabili ai lineamenti strategici già descritti. Nelle pagine successive questi passaggi saranno ulteriormente specificati nelle loro implicazioni di adattamento degli ambiti approfonditi nei focus progettuali.

L'abaco è una sintesi di buone pratiche già ampiamente testate sia nel territorio ravennate sia realtà analoghe. Per semplicità le azioni vengono presentate in maniera schematica e coincisa, ma possono essere combinate tra loro. Per una panoramica completa delle metodologie attuabili si rimanda alla consultazione di manuali e linee guida presi a riferimento redatti da numerosi enti come la Regione, ISPRA, Consorzi di Bonifica, rispetto ai quali il lavoro in oggetto si presenta come un estratto metodologico contestualizzato al perimetro comunale di Ravenna.

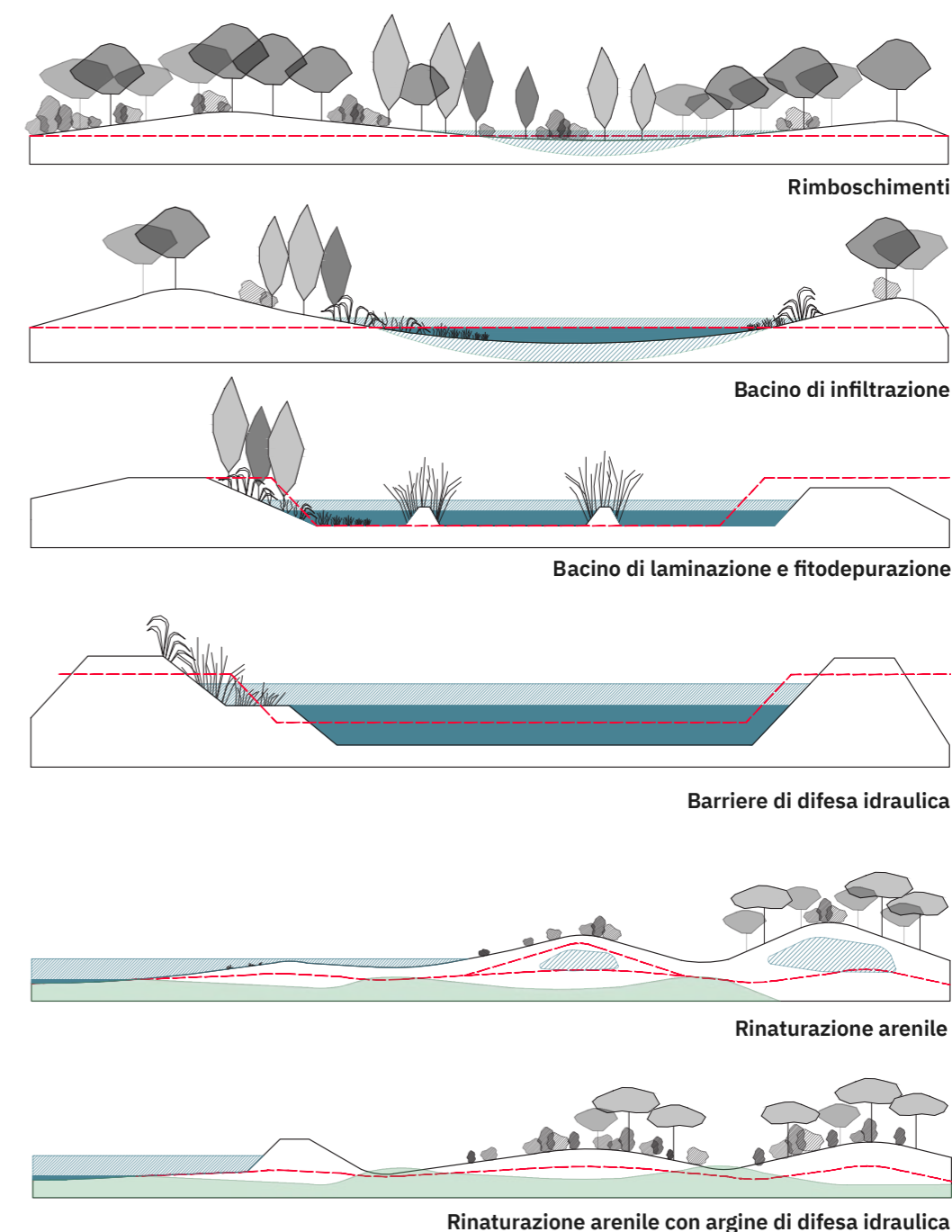
**Rimboschimenti:** adatti a migliorare le dotazioni ecologiche ambientali in termini di salute del suolo (capacità di infiltrazione e depurazione dell'acqua, stock di carbonio organico, regolazione del ciclo di nutrienti, ecc), di miglioramento della qualità dell'aria, ricreazione di habitat con valore naturalistico.

**Bacino di infiltrazione:** utile a convogliare le acque in zone in cui i suoli presentano buone caratteristiche di permeabilità e infiltrazione. Collabora significativamente alla gestione delle acque superficiali attraverso un'efficace ricarica degli acquiferi. Prevede una modellazione del terreno idonea a convogliare le acque senza necessità di grandi opere di scavo e riporto.

**Bacino di laminazione e fitodepurazione:** i bacini di laminazione sono zone in scavo ricavate per poter immagazzinare l'acqua in caso di eventi eccezionali. Prevedono una sagomatura del terreno performante a concentrare un dato volume di acqua che potrà defluire in punti dedicati o essere reimpresso nella rete idrica scolante. Può essere abbinato a meccanismi di fitodepurazione, prevedendo ulteriori interventi di modellazione del terreno e predisposizione di un apparato vegetale igrofilo. La combinazione dei due sistemi permette di migliorare la qualità dell'acqua stoccata e l'aumento di biodiversità e creazione di habitat.

**Barriere di difesa idraulica / acustica:** opere normalmente finalizzate al solo contenimento e regimazione delle acque o di protezione acustica a seguito della creazione di infrastrutture. Abbinato ad altre azioni, come i rimboschimenti o bacini di infiltrazione, può contribuire ad aumentare le dotazioni ecologiche oltre alla mera gestione del rischio idraulico.

**Rinaturazione arenile:** rinaturazione dei settori dunali degradati, con impianti di specie erbacee e arbustive autoctone, il cui lo scopo è quello di ricostituire la vegetazione dunale laddove siano evidenti fenomeni di degrado e depauperamento della stessa. La componente morfologica dunale che caratterizzerebbe naturalmente l'arenile può esercitare un'azione sostanziale sul contrasto all'erosione costiera, contrasto del cuneo salino e ingressione marina. I processi di rinaturazione possono essere anche indotti attraverso una ricostruzione morfologica parziale, innescando un meccanismo che procederà spontaneamente nella sua evoluzione. Per avere una reale efficacia sui rischi menzionati le dune dovrebbero svilupparsi come un sistema continuo, diffuso ed esteso immaginabile come una grande infrastruttura naturale di difesa. Si può pensare di preservare e ricostruire fasce dunose in maniera circoscritta, con effetti significativi ma puntuali sul potenziamento di habitat e limitata capacità di protezione dai rischi menzionati.



Legenda	Morfologia		Acqua - superficie		Acqua - sottosuolo	
	—	sezione ipotizzata	■	acqua livello costante	■	falda salina
- - -	sezione attuale	■	acqua livello eccezionale	■	acqua dolce	

Abaco schematico delle operazioni progettuali descritte. Per approfondire si rimanda a manuali come "Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica dell'Emilia Romagna", "Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua" e "Aree forestali di infiltrazione per la ricarica delle falde idriche" ↑

**Aree forestali di infiltrazione:** finalizzate a organizzare la superficie del terreno in modo tale da permettere la coltivazione per produzione di biomassa e industria forestale e sfruttare l'elevato tasso di infiltrazione che contraddistingue questi suoli, allo scopo di provvedere alla ricarica delle falde idriche. L'infrastrutturazione e la successiva gestione devono seguire e rispettare una serie di principi di tipo idraulico, ambientale, agronomico e selvicolturale, tra loro devono essere strettamente interconnessi. Questa operazione consente di massimizzare le funzioni ambientali ed economico-produttive e si possono accompagnare alla produzione agricola sfruttando la rete di scoline esistenti.

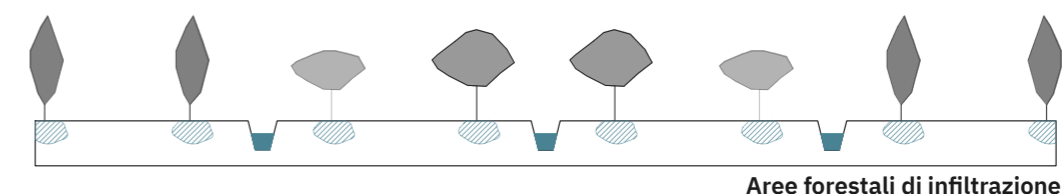
**Microlaminazione / aree ad allagamento programmato:** aree in cui è previsto l'accumulo provvisorio di acqua piovana a seguito di eventi meteorici estremi in terreni permeabili, solitamente agricoli. Viene comunemente pensata come sistema diffuso in aree rurali conciliando la laminazione delle acque con le coltivazioni presenti. Questa pratica consente di ridurre il carico idrico della rete scolante e la reimmissione in falda delle acque di prima pioggia. Le implicazioni progettuali sono connesse alla morfologia dei luoghi, alla gestione idrica e al tipo di coltivazioni.

**Cambio coltivi:** individuare specie vegetali resistenti a stress idrici prolungati e a un livello critico di salinità dei suoli. Cambiare il tipo di coltivi può risultare efficace in zone in cui il suolo ha subito o potrebbe subire processi di degradazione come salinizzazione, inquinamento, impoverimento dei nutrienti e della sostanza organica e in aree soggette a periodi di siccità prolungata. È importante mantenere una relazione tra la copertura vegetata e le caratteristiche del sistema idro-geologico nel rispetto della produttività agricola e dei servizi ecosistemici. Si fa particolare riferimento alle zone caratterizzate da acque di transizione e al sedime di cordoni dunosi presenti fino alle secolari opere di bonifica di terreni che tutt'ora mantengono alcune delle criticità descritte.

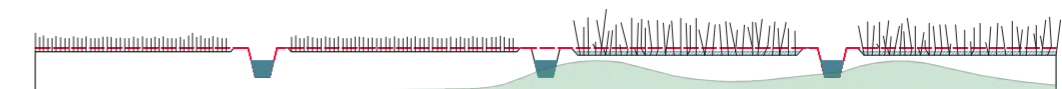
**Aumentare sezione alvei:** interventi di miglioramento dell'ecosistema dei canali e dei fiumi, grazie all'ampliamento della sezione e alla sua diversificazione ambientale, attuando una sinergia tra obiettivi idraulici ed ecologici. Scopo principale di questi interventi è rallentare il deflusso delle acque, aumentando la capacità di laminazione delle piene dei canali e del territorio posti a monte dei centri abitati e delle aree dove le esondazioni possono causare danni ingenti agli insediamenti e alle persone.

**Fasce tampone:** strisce di vegetazione erbacea, arborea o arbustiva, generalmente poste lungo i corsi d'acqua del reticolo idrografico minore, lungo le scoline che raccolgono le acque dai campi per veicarle verso i canali. Sono in grado di agire come filtri per la riduzione degli inquinanti generati dalle attività agricole che le attraversano, grazie all'azione combinata di diversi processi: assimilazione, trasformazione e immagazzinamento dei nutrienti presenti nel terreno; ritenzione del sedimento e degli inquinanti ad esso adsorbiti; azione di sostegno all'attività metabolica dei microrganismi presenti nel suolo.

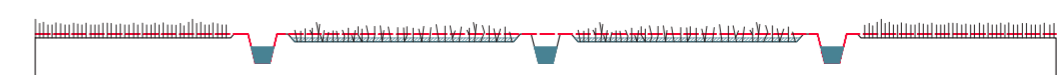
**Immissione acqua dolce:** diversione di una portata di acqua dolce attraverso la revisione di opere di regimazione idraulica e interventi di tipo geomorfologico in aree che presentano livelli di criticità legati alla salinizzazione ed eutrofizzazione delle acque, dovute al mancato ricircolo e al carico di inquinanti. È utile alla ricreazione dell'ambiente ecotonale tipico della fascia di transizione laguna-terraferma per la conservazione degli habitat di valore naturalistico e in generale per le aree retrocostiere anche a carattere produttivo.



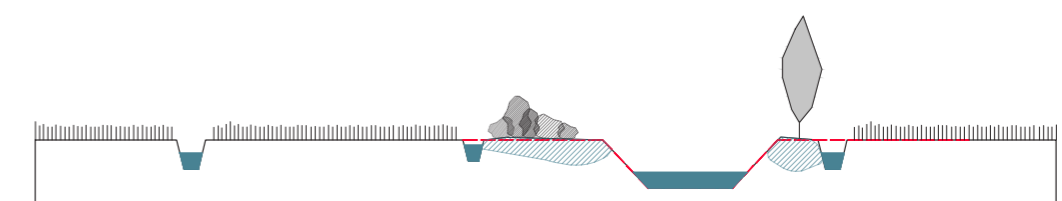
Aree forestali di infiltrazione



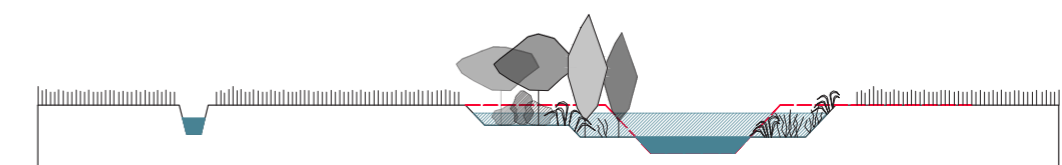
Cambio coltivazioni



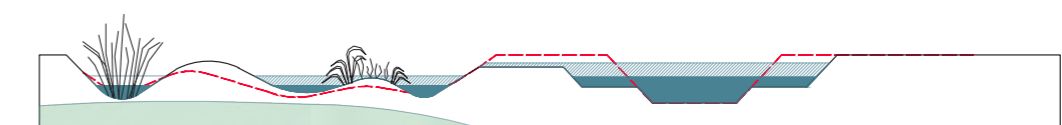
Microlaminazione / aree ad allagamento programmato



Fasce tampone



Aumento sezione alvei



Immissione acqua dolce

Legenda	Morfologia		Acqua - superficie		Acqua - sottosuolo	
	—	sezione ipotizzata	■	acqua livello costante	■	falda salina
- - -	sezione attuale	■	acqua livello eccezionale	■	acqua dolce	

Abaco schematico delle operazioni progettuali descritte. Per approfondire si rimanda a manuali come "Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica dell'Emilia Romagna", "Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua" e "Aree forestali di infiltrazione per la ricarica delle falde idriche" ↑

## Servizi ecosistemici

Con il termine *servizi ecosistemici*, dall'inglese *Ecosystem services*, si considerano "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano". Tale definizione è stata proposta nel 2005 in occasione della *Valutazione degli Ecosistemi del Millennio* (Millennium Ecosystem Assessment, MEA), un'iniziativa promossa dalle Nazioni Unite a partire dal 2000.

L'ambito riguarda l'intera gamma di ecosistemi, da quelli relativamente indisturbati da dinamiche antropiche, come le foreste primarie, ai territori con modelli misti di uso umano e naturale, agli ecosistemi intensivamente gestiti e modificati dall'uomo, come i terreni agricoli e le aree urbane. L'obiettivo del MEA era valutare le conseguenze del cambiamento degli ecosistemi per il benessere umano e stabilire la base scientifica delle azioni necessarie per migliorare la conservazione e l'uso sostenibile degli ecosistemi stessi, definendo i contributi per la conservazione degli habitat e delle attività umane nel tentativo di attribuire un valore intrinseco espresso in termini monetari, morali, estetici o attraverso criteri di tipo qualitativo.

Per *ecosistema* si intende un complesso dinamico di comunità vegetali, animali, microrganismi e non viventi che interagisce come unità funzionale in un determinato ambiente costituendo un sistema autosufficiente e in equilibrio dinamico.

Negli ultimi 50 anni, gli esseri umani li hanno trasformati in maniera più rapida e intensa che in qualsiasi periodo comparabile di tempo nella storia umana, con l'obiettivo di soddisfare le richieste in rapida crescita di cibo, acqua dolce, suolo, materie prime, combustibili. Questo ha portato a una perdita sostanziale e in gran parte irreversibile nella varietà e condizione di salute degli ecosistemi sulla Terra, in particolare nei luoghi fortemente antropizzati, industrializzati e oggetto di grandi trasformazioni territoriali, tra cui rientrano anche le pratiche agricole intensive.

I cambiamenti apportati hanno contribuito a sostanziali guadagni netti per il benessere umano e lo sviluppo dell'economia di mercato, ma molto spesso questi profitti sono stati raggiunti con la crescita di costi sotto forma di degrado e depauperamento di molti *servizi ecosistemici*, che indirettamente rappresentano un onere per la collettività sia in termini finanziari che in forme non monetizzabili ma con grande valore per la conservazione degli habitat sia naturali, sia antropici mettendo in crisi la stessa protezione degli spazi di vita umani.

Questo fenomeno si manifesta su diverse scale spazio-temporali.

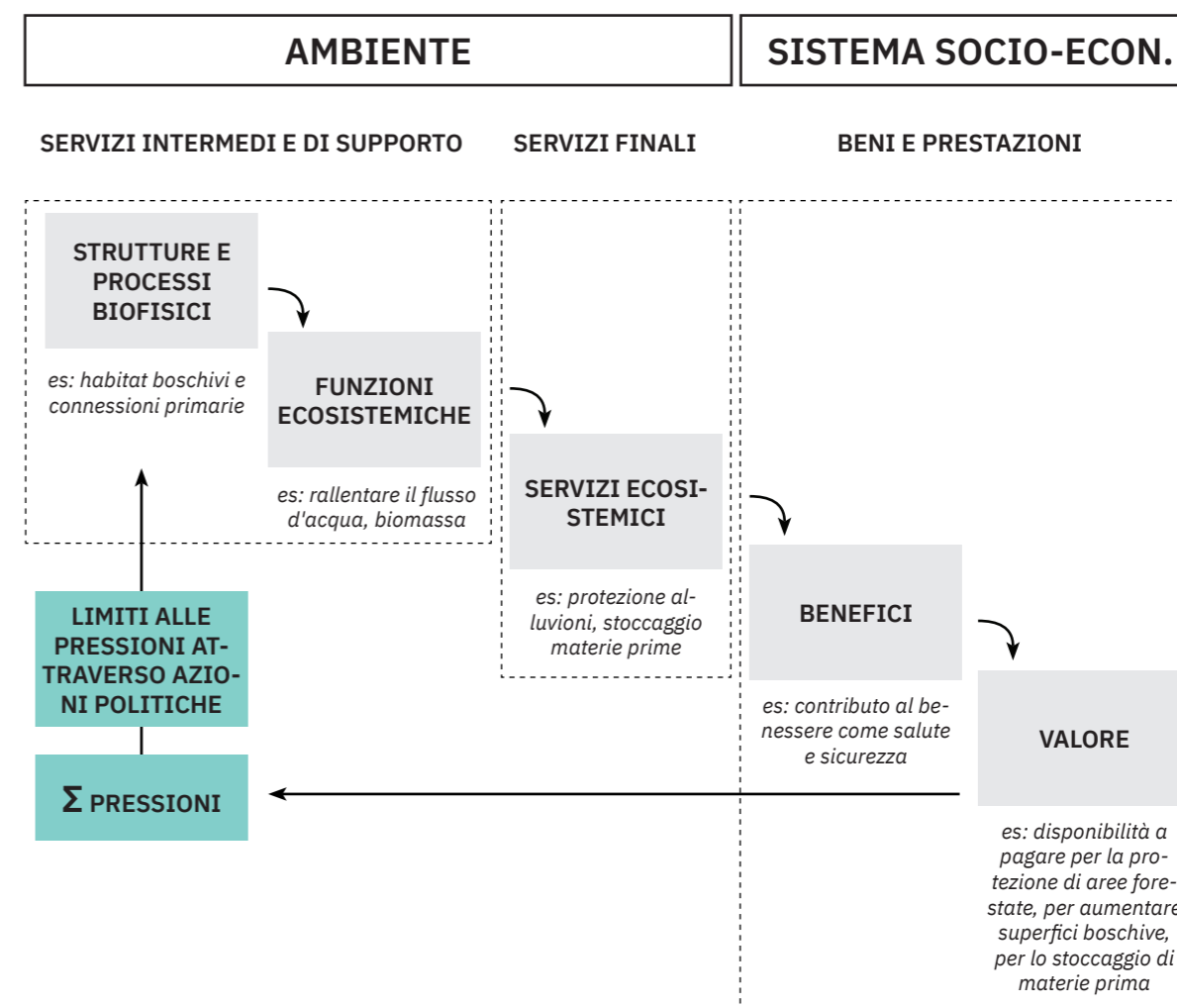
Per citare un esempio, una domanda internazionale di legname può portare a una perdita regionale di copertura forestale, che aumenta la magnitudo del rischio idraulico lungo un tratto locale di un fiume, traducendosi potenzialmente in ingenti costi collettivi a beneficio di pochi. La presenza del bosco in questo caso si definisce un servizio ecosistemico poiché fornisce direttamente un'operazione di difesa contrastando fenomeni di erosione e gestione delle acque.

In altre parole, riprendendo ISPRA, la questione dei *servizi ecosistemici* e della loro relazione con le attività antropiche che li contrastano o li valorizzano rientra nell'ampio campo dell'analisi delle esternalità, legato al disallineamento fra benefici (o costi) dei singoli privati e del pubblico.

L'argomento è trattato dagli economisti all'interno della categoria dei fallimenti del mercato, nel momento in cui questi servizi si caratterizzano come esternalità che non trovano adeguata remunerazione dal mercato stesso. In generale è difficile valutare le implicazioni dei cambiamenti degli ecosistemi e la loro gestione in modo efficace, sia perché gli effetti sono lenti nel diventare evidenti (e generalmente possono essere espressi solo ad una certa distanza da dove l'ecosistema è stato modificato), sia perché i costi e i benefici dei cambiamenti spesso maturano per diversi gruppi di soggetti interessati.

Nel contesto italiano, come in larga parte dei paesi dell'Unione Europea, i servizi ecosistemici sono stati nel passato prevalentemente tutelati con strumenti di regolamentazione. Attualmente l'attenzione è posta anche su altri strumenti economici, tra cui gli strumenti di mercato. Al momento non esiste un'applicazione generale e coerente nella concertazione di strumenti in grado di stabilire una corrispondenza univoca nell'attribuire un valore al servizio ecosistemico.

Infatti gli strumenti economici definiti nell'ambito delle politiche ambientali per la gestione delle esternalità sono molto diversificati. Una prima fondamentale classificazione si basa sulla distinzione tra strumenti di regolamentazione (politica fiscale; definizione di vincoli, soglie e obblighi) e strumenti basati su incentivi e meccanismi di mercato, generalmente ad adesione volontaria.



Modello a cascata delle relazioni tra cinque punti che definiscono il paradigma dei servizi ecosistemici adattato da Potschin and Haines-Young, 2011. Rielaborazione e traduzione degli autori. ↑

Inoltre la dinamicità che fa da sfondo a tale contesto comporta il riconoscimento che il collegamento tra le relazioni e i benefici siano in continua evoluzione, richiedendo adeguati approcci in aggiornamento e miglioramento per la loro conoscenza, valutazione e gestione.

Un aspetto da sottolineare per comprendere la complessità della situazione è il fatto che non esistono solo la componente umana e naturale che interagiscono nell'ambito del cosiddetto socio-ecosistema (concetto di ecosistema ampliato a considerare in modo integrato e dinamico la componente antropica), ma anche una serie di forzanti (o determinanti) esterne che ne condizionano le dinamiche e quindi l'evoluzione. È il caso delle variabili climatiche e delle loro variazioni nell'ambito dei fenomeni di cambiamento globale.

Il concetto generale di servizi ecosistemici e della loro gestione va inteso quindi in un'ottica di medio-lungo periodo, nella quale la valorizzazione dei servizi e degli interventi conservativi e, più in generale gestionali, devono adeguatamente tenere conto da un lato della proiezione delle forzanti, considerando molteplici possibili scenari futuri, e dall'altro, degli effetti collaterali e delle retroazioni degli interventi proponibili sugli scenari stessi. Ad esempio, eventuali effetti negativi di alcune politiche ambientali, come quelli delle emissioni di gas serra e della gestione dei rischi territoriali e ambientali, a cui si chiedono risposte urgenti.

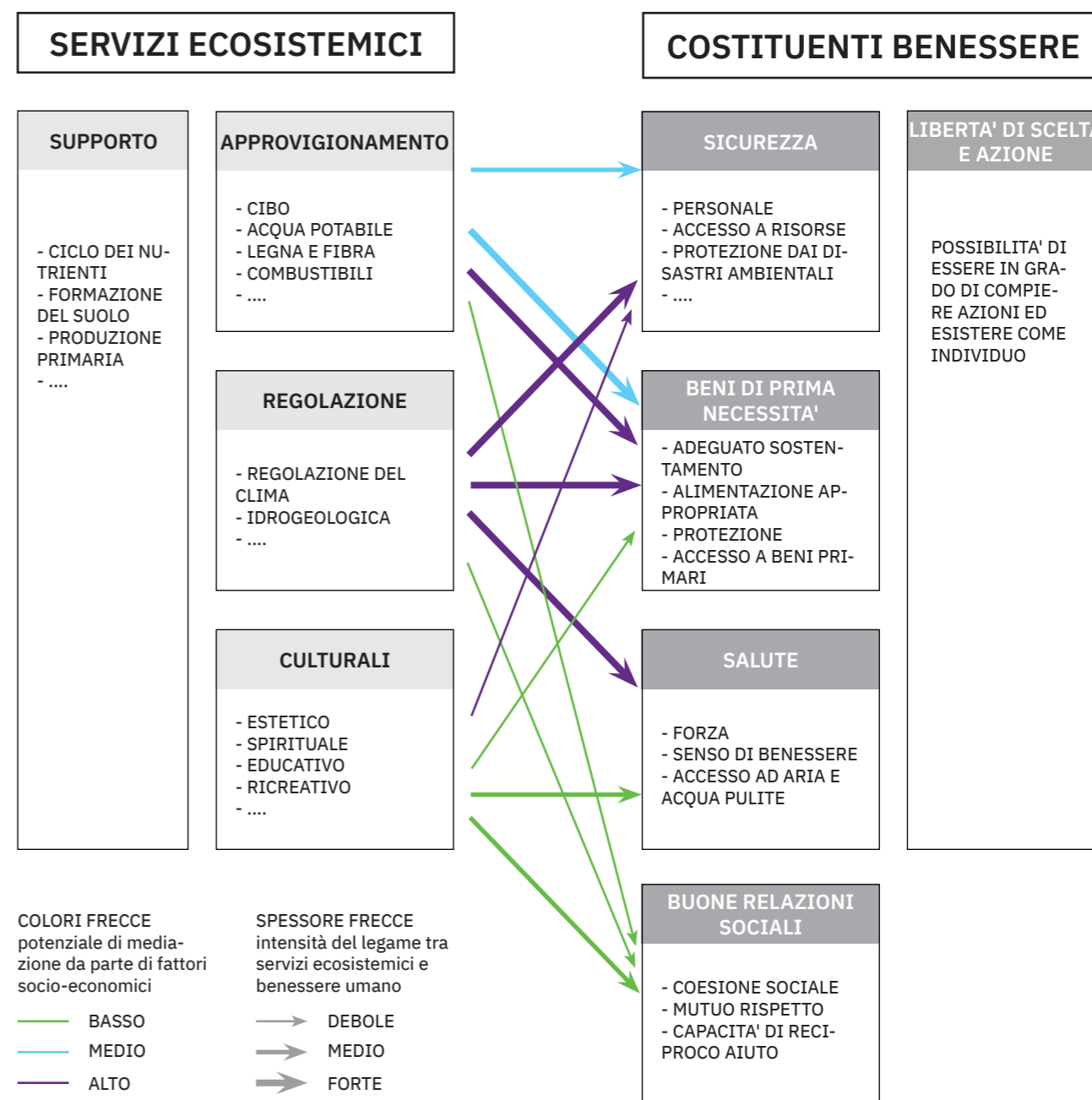
Tabella a pag. 123

Secondo quanto proposto dal "Millenium Ecosystem Assessment", i servizi ecosistemici, si possono distinguere in quattro grandi categorie:

- supporto alla vita (es. formazione del suolo, ciclo dei nutrienti, produzione primaria),
- approvvigionamento (es. produzione di cibo, disponibilità di acqua potabile, materie prime),
- regolazione (es. controllo dell'erosione, regolazione del clima, depurazione dell'acqua),
- valori culturali (es. estetici, spirituali, ricreativi, educativi)

Questa sintesi è organizzata intorno alle domande fondamentali poste all'origine della valutazione: Come sono cambiati gli ecosistemi e i servizi che offrono? Cosa ha causato questi cambiamenti? In che modo questi cambiamenti hanno influenzato il benessere umano? Come potrebbero gli ecosistemi cambiare nel futuro e quali sono le implicazioni per il benessere umano? E quali opzioni esistono per migliorare la conservazione degli ecosistemi e il loro contributo al benessere umano?

Oltre all'influenza dei servizi ecosistemici, altri fattori- tra cui quelli ambientali, economici, sociali, tecnologici e culturali- influenzano benessere umano, e gli ecosistemi sono a loro volta influenzati da cambiamenti nella nostra percezione di benessere. Lo schema illustra la forza dei collegamenti tra categorie di servizi ecosistemici e componenti del benessere umano e comprende indicazioni sulla misura in cui è possibile per i fattori socioeconomici mediare il collegamento. I cambiamenti nei driver che influenzano indirettamente la biodiversità, come la popolazione, la tecnologia, e lo stile di vita, possono portare a cambiamenti nei driver che incidono direttamente sulla biodiversità, come la cattura di pesci o l'applicazione di fertilizzanti.



Visione d'insieme della relazione tra servizi ecosistemici e le componenti del benessere umano secondo il rapporto del Millennium Ecosystems Assessment, 2005. Rielaborazione e traduzione dell'autore. ↑

# PAESAGGI COSTIERI

*Le azioni di adattamento ai cambiamenti climatici nella fascia costiera di Ravenna comprendono una serie di interventi volti a migliorare la risposta dei sistemi antropici e ambientali ai crescenti rischi legati a mareggiate, inondazioni, intrusione del cuneo salino e subsidenza.*

*Nei due casi studio presi in esame, la risposta a questi fenomeni si articola coerentemente alla strategia generale che prevede il rafforzamento di una doppia linea di difesa in corrispondenza dell'attuale spiaggia e dei cordoni litoranei storici più arretrati. A questa operazione si somma la necessità di portare acqua dolce nelle aree di transizione comprese tra i due sistemi, in modo tale da limitare la salinizzazione dei suoli agricoli e delle aree umide interne.*

*L'applicazione di queste misure varia però in base al contesto e richiede un'analisi dettagliata delle caratteristiche ambientali e geomorfologiche tipiche di ogni area. Le due esemplificazioni progettuali presentate affrontano queste tematiche considerando le specifiche vocazioni territoriali e i differenti paesaggi.*



*Immagini del territorio costiero di Ravenna da cui si può apprezzare la varietà dei sistemi antropici e ambientali, volo in elicottero 1986 ↑*

## FOCUS

**La costa tra i Lidi di Dante e Classe**

L'area studio, compresa tra il Lido di Dante e il Lido di Classe, si estende dalla costa all'entroterra fino alla Riserva Naturale Pineta di Classe. Il reticolo idrografico principale è caratterizzato dalla presenza dei Fiumi Uniti a nord, più a sud il Torrente Bevano e quindi il Fiume Savio. Al suo interno si trovano diversi ecosistemi di riconosciuto valore paesaggistico-ambientale (le pinete, la Riserva Statale Duna Costiera Ravennate e Foce Torrente Bevano, le valli dell'Ortazzo) alternati a zone agricole in gran parte sotto il livello del mare.

L'approfondimento progettuale in questo contesto punta a definire una strategia di adattamento in grado di mantenere, sul medio termine (2050), la commistione di funzioni attuali favorendo lo sviluppo di pratiche più resilienti al cambiamento climatico. Tale assetto intermedio del territorio dovrà essere in grado di evolvere indifferentemente verso uno dei due scenari, "rigido o morbido", che a lungo termine (2100) assicurano la sicurezza e l'equilibrio del territorio.

*Ortofoto dell'area studio allo stato di fatto; fonte Google Earth ↗*





### Inquadramento

L'area di intervento è soggetta a una serie di alterazioni ambientali che stanno seriamente compromettendo la salute di alcuni ecosistemi - come la pineta costiera - e la sopravvivenza di attività economiche importanti come il turismo e l'agricoltura. Gli effetti delle mareggiate e dell'innalzamento del livello del mare causano in questa zona estremamente depressa una forte salinizzazione dei suoli e mettono a rischio gli abitati più prossimi alla costa.

Considerando i dati disponibili sui rischi, si sono individuate le caratteristiche morfologiche su cui far leva per localizzare gli interventi di adattamento. Si è scelto di concentrarsi su due carte principali: l'evoluzione della linea di costa e la struttura geomorfologica dei suoli.

Sovrapponendo queste informazioni allo stato di fatto si è definito un pattern di riferimento per stabilire, ad esempio, eventuali linee di difesa o arretramento compatibili con l'uso dei suoli e la loro attitudine alla trasformazione. Questa rappresentazione è stata comparata ad una lettura aggregata dei principali rischi al fine di individuare una precisa consequenzialità tra problemi e azioni, sia nel breve che nel lungo periodo.



➤ La spiaggia attrezzata di Lido di Classe

➤ La foce del torrente Bevano dopo gli ultimi interventi di sistemazione idraulica

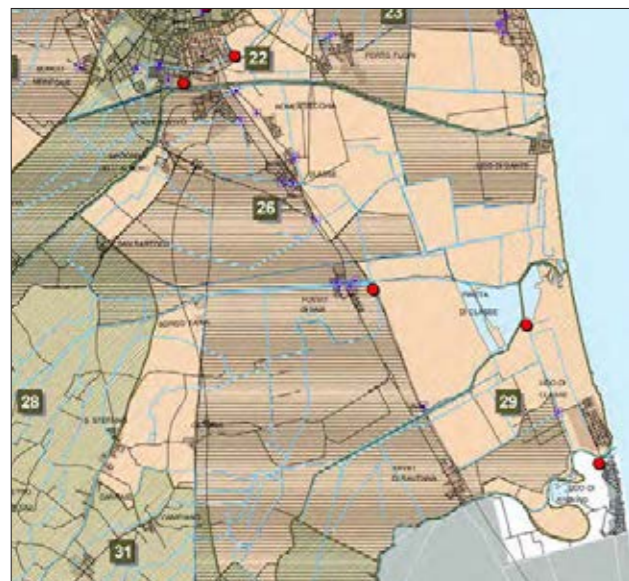


Il sistema costa-spiaggia-argine-pineta a Lido di Dante. Dalla foto in alto, scattata ad agosto 2019, si nota il pessimo stato del transetto vegetazionale della pineta; quella in basso ritrae lo stesso punto dopo una mareggiata del novembre 2018 ↑

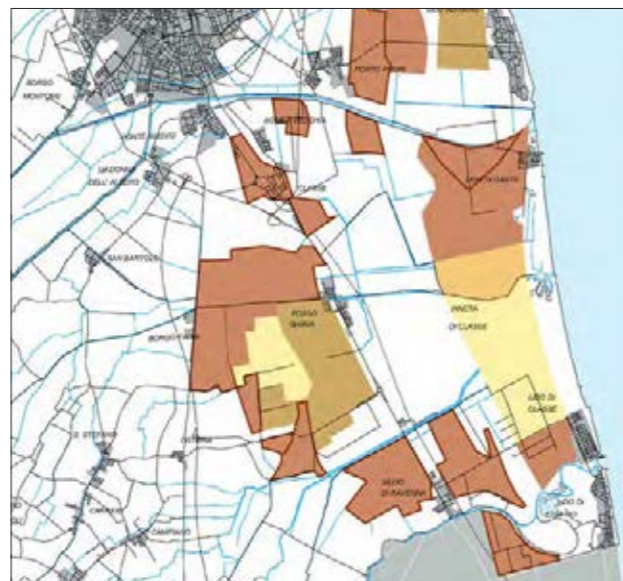
**Riferimento Cartografico I**

Per l'analisi suddetta ci si rifà a studi sulla geomorfologia dei luoghi, sul suolo, sulla gestione idrica, sulle dotazioni ecologiche e insediative di un determinato contesto per capire le relazioni tra i vari componenti in funzione delle sue attitudini a reagire a una certa sollecitazione esterna (come i rischi territoriali e le infrastrutture) con l'obiettivo di tracciare delle opportunità di intervento tradotte in forma di proposta progettuale.

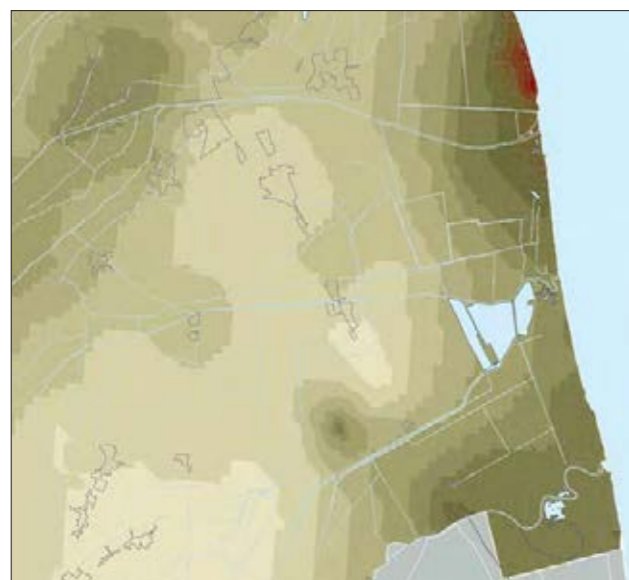
**Evoluzione del paesaggio**



PSC - acque superficiali: carta del drenaggio



PSC - carta storica dell'uso del suolo: bonifiche

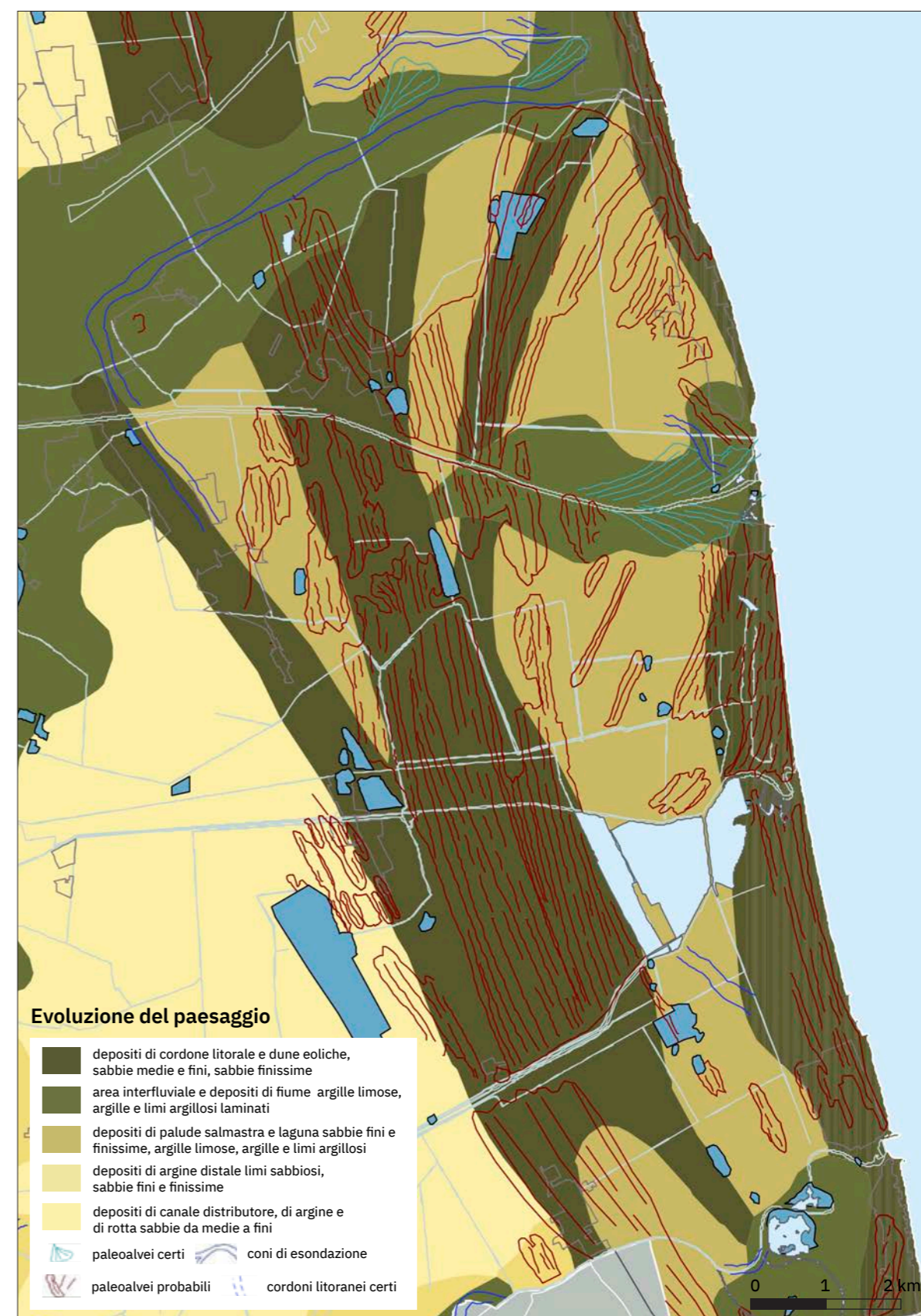


PSC - carte dei rischi di origine naturale: subsidenza



PSC - caratteristiche dei suoli: carta del microrilievo

Carta geologica-geomorfologica - Piano Strutturale Comunale del Comune di Ravenna, caratteristiche dei suoli ↗

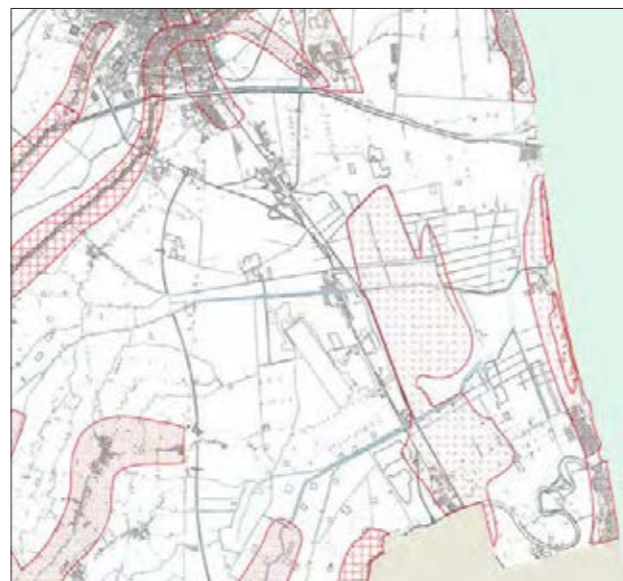


**Riferimento Cartografico II**

Per comprendere i fattori da tenere in considerazione nella definizione delle strategie e delle azioni progettuali di trasformazione del territorio, sono state prese in esame diverse cartografie che tracciano sia una descrizione dello stato attuale e dei rischi oggi presenti, sia una serie di indirizzi e di prescrizioni che la interessano su scala comunale e regionale. Questi studi sono estremamente utili per capire l'interazione tra i sistemi antropici e quelli ambientali e come gli aspetti spaziali siano diretta conseguenza di questa interdipendenza.



PAI - area a rischio idrogeologico



PSC - ambiti di tutela del PTCP, dossi e sistemi dunosi



PAI - tiranti idrici di riferimento



Carta delle criticità costiere

*Evoluzione storica della costa RUE del Comune di Ravenna, piano dell'arenile ↗*



## Analisi delle vocazioni

## Sintesi dei pattern di riferimento



## Analisi delle pressioni

## Letture aggregata dei rischi



### Fasi della strategia di adattamento

La strategia di adattamento proposta per l'area è qui sintetizzata da una serie di sezioni esemplificative che descrivono le fasi di trasformazione del territorio dallo stato di fatto ai due possibili scenari futuri al 2100, presi come riferimento per determinare la strategia al 2050. Nelle pagine successive questi passaggi saranno ulteriormente specificati e descritti nelle loro implicazioni.

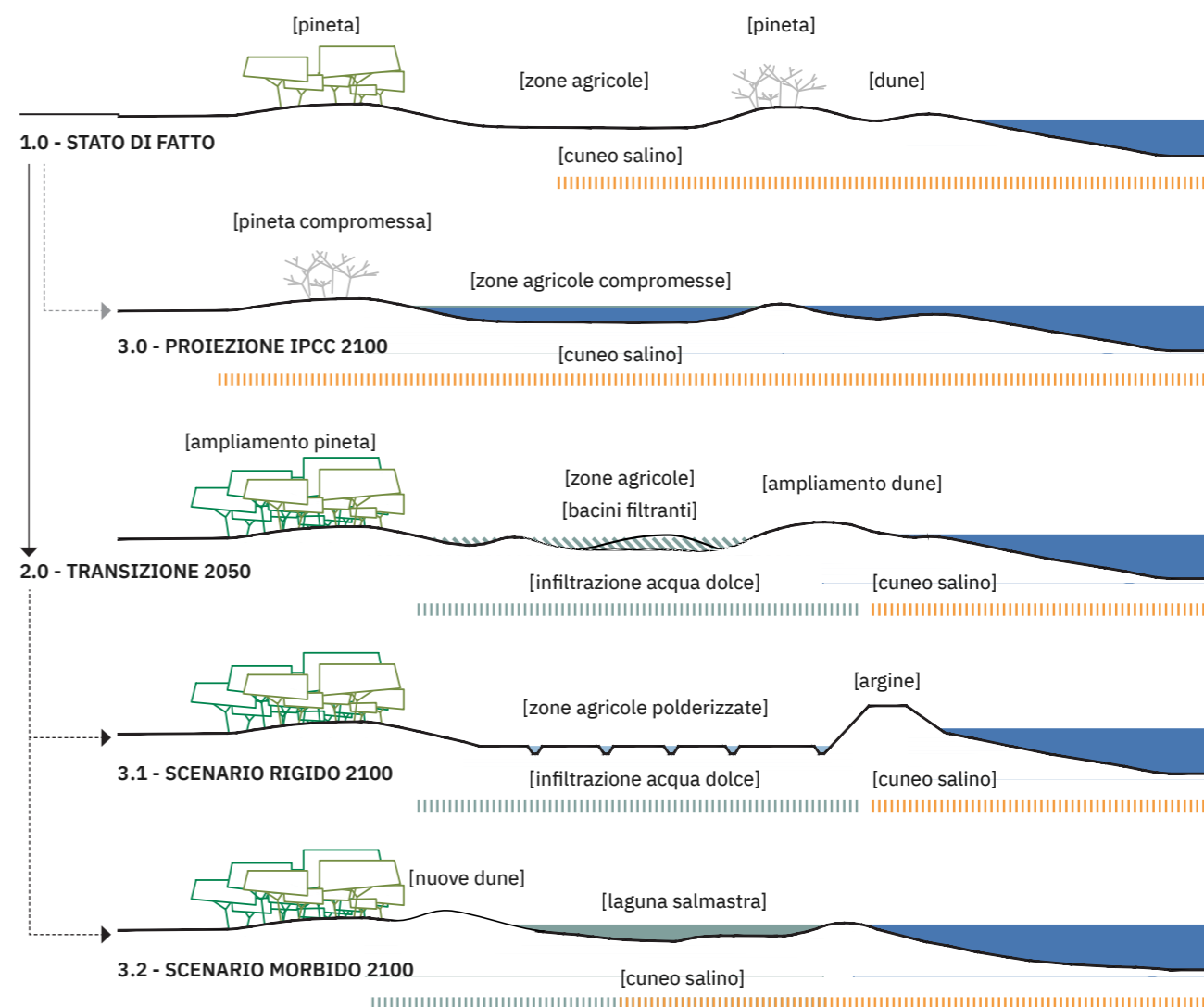
**Schema 1.0 – Stato di fatto:** riassume la situazione attuale che vede una forte intrusione del cuneo salino nella prima fascia costiera fino alle zone retrostanti la pineta litoranea. Questo determina la progressiva salinizzazione dei suoli, una forte diminuzione della produttività agricola e mette in crisi l'ecosistema stesso della pineta aumentando il rischio di incendi che già si verificano in maniera ricorrente.

**Schema 3.0 – Proiezione IPCC al 2100:** rappresenta sinteticamente quello che potrebbe succedere al 2100, secondo le previsioni IPCC di innalzamento del mare, qualora non venissero messe in atto azioni efficaci di adattamento del territorio. Una sorta di “worst-case scenario” rispetto al quale bisogna agire.

**Schema 2.0 – Transizione al 2050:** sintetizza la strategia di adattamento proposta al 2050. Prevede lo sviluppo di un “paesaggio di transizione” tra la costa e la Pineta di Classe composto essenzialmente da aree agricole alternate a zone con presenza più o meno costante di acqua dolce il cui compito è contrastare il cuneo salino. Parallelamente si dovrà agire sul rafforzamento del sistema dunale litoraneo e sulla seconda linea di difesa rappresentata dal sistema paleodunale che sottende la Pineta di Classe.

**Schema 3.1 – Scenario rigido 2100:** descrive la possibile evoluzione di questo paesaggio verso lo “scenario rigido” di mantenimento dell'attuale linea di costa attraverso la trasformazione del cordone dunale in una barriera rigida all'ingressione marina e l'evoluzione delle aree retrostanti verso un sistema di polder.

**Schema 3.2 – Scenario morbido 2100:** presenta l'evoluzione verso lo “scenario morbido” che si caratterizza per l'arretramento della costa alla linea di difesa più interna. L'apporto del sedimento derivante dall'erosione dell'attuale fascia litoranea andrà a costituire un esteso sistema dunale di transizione tra la Pineta di Classe e l'ambiente lagunare risultante dall'allagamento controllato delle aree agricole.



Rappresentazione diagrammatica delle fasi che compongono la strategia di adattamento ↗

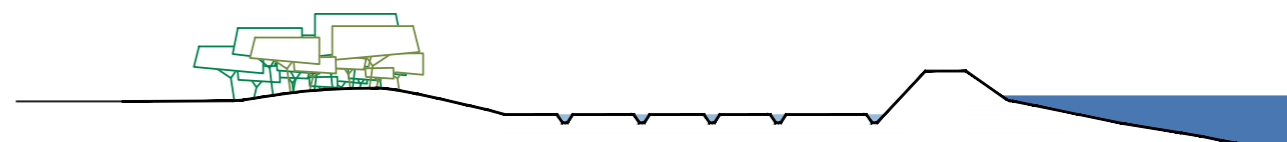
### Scenario rigido | 2100

Lo “scenario rigido” - elaborato sulle proiezioni di innalzamento del livello del mare fornite dall’IPCC e degli studi successivi che ne analizzano gli effetti sulla costa emiliano-romagnola - ha lo scopo di presentare una delle possibili configurazioni verso le quali questo paesaggio potrebbe tendere qualora si decidesse, a livello politico, di investire sulla conservazione integrale dell’attuale linea di costa e mantenere nelle aree retrostanti un assetto di utilizzo del suolo principalmente finalizzato all’agricoltura. Tale opzione comporterebbe la necessità di sviluppare “retroattivamente” un sistema di gestione del territorio molto simile a quello impiegato nelle aree polderizzate del nord-europa.

I principali elementi che lo compongono sono qui sintetizzati nella rappresentazione di un paesaggio completamente protetto dal mare per mezzo di una infrastruttura difensiva assimilabile ad una diga foranea. Verso l’entroterra sarà necessario prevedere un articolato sistema di movimentazione idrica calibrato sulla duplice necessità di drenare i terreni e assicurare comunque la presenza di acqua dolce per contrastare il cuneo salino soprattutto in corrispondenza delle zone più depresse e contigue alla barriera a mare.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo “scenario rigido-conservativo”



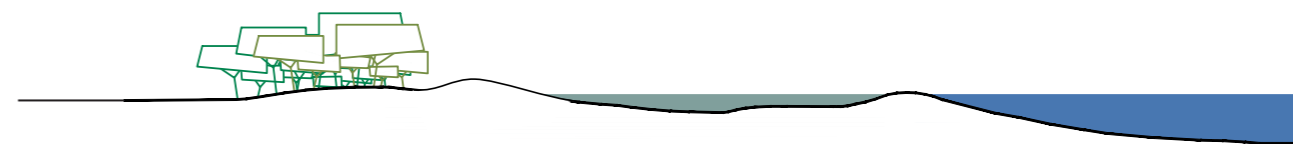
### Scenario morbido | 2100

L'elaborazione dello "scenario morbido" prende in considerazione gli stessi dati e le stesse previsioni utilizzate nel caso precedente proiettandole però su un tipo di scelta diametralmente opposta. In questo caso, infatti, si ipotizza che venga presa la decisione di assorbire l'impatto dell'innalzamento del livello del mare adottando una strategia più selettiva: ovvero proteggendo integralmente solo i centri abitati sulla costa e programmando, in maniera controllata, l'arretramento della linea litoranea compresa tra i Lidi di Dante e Classe secondo uno schema diverso di uso del suolo.

Il paesaggio che risulta da questo scenario è caratterizzato da una laguna salmastra che potrà svilupparsi nelle aree depresse comprese tra l'attuale arenile e il nuovo sistema dunale che verrà formandosi nelle zone prospicienti la Pineta di Classe in corrispondenza dei cordoni paleodunali esistenti. L'efficienza di questo assetto rispetto alle future condizioni meteo-marine si baserà su un equilibrio dinamico tra erosione e accumulo dei sedimenti garantito dall'ampiezza della fascia dunale di nuova formazione, dal suo posizionamento arretrato rispetto ai due Lidi e dalle quote significativamente maggiori a cui già si trovano queste aree rispetto al medio mare.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo "scenario morbido-evolutivo"



### Paesaggio di transizione | 2050 – Lineamenti strategici

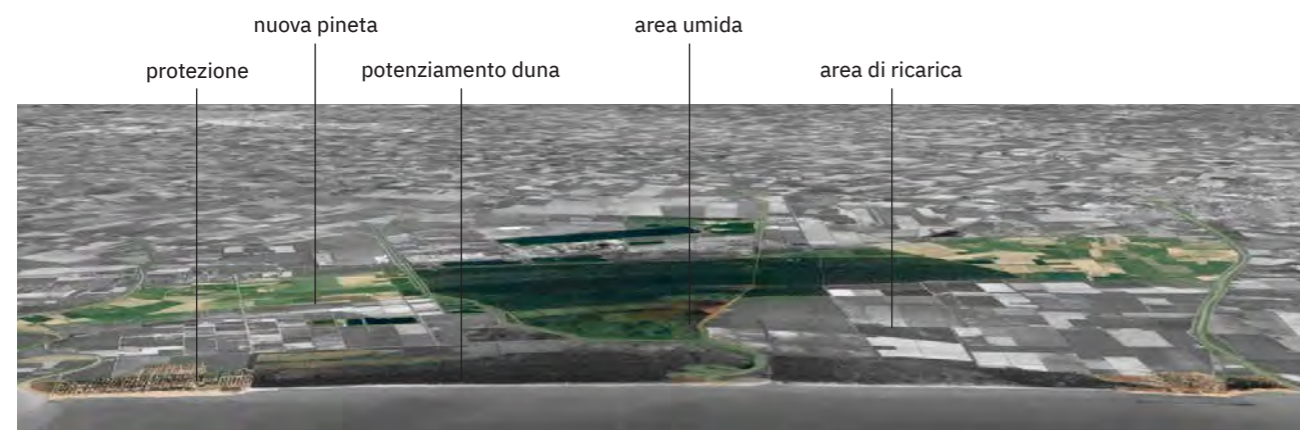
La strategia a breve-medio termine prevede 4 tipi di lineamenti strategici che possano essere credibilmente sviluppati nei prossimi 30 anni per contrastare i trend climatici già in atto e preparare il territorio ai successivi adattamenti.

**S.1: Protezione dei centri abitati** – riguarda la messa in sicurezza delle zone abitate dei Lidi di Dante e Classe dai fenomeni di arretramento della costa e dai pericoli di inondazione dai fiumi connessi all’innalzamento del livello del mare. Occorrerà per questo sviluppare progressivamente attorno ad essi una nuova topografia capace di funzionare efficacemente da barriera contro gli eventi più estremi.

**S.3: Estensione sistema dunale** – si concentra sulla gestione integrata della fascia litoranea tra le due località e prevede il rafforzamento degli interventi in corso sul sistema dunale. L’obiettivo è fornire una protezione più resiliente alle mareggiate e contrastare l’intrusione salina attraverso l’intrinseca capacità del sistema di favorire la formazione di lenti di acqua dolce. Per riattivare efficacemente tali dinamiche occorre aumentare lo spessore del cordone dunale prevedendo l’arretramento della pineta costiera soprattutto in corrispondenza delle zone più degradate e per questo più esposte a incendio.

**S.4: Rafforzamento trame geomorfologiche** – punta a consolidare e far riemergere le principali strutture geomorfologiche del territorio concentrandosi sulle tracce degli antichi cordoni litoranei e delle paleodune che sottendono la Pineta di Classe e altre zone attualmente occupate dall’agricoltura. Attraverso lo sviluppo di pratiche colturali meno erosive, interventi di ricomposizione topografica e di forestazione mirata, si imposta la creazione di una nuova infrastruttura ambientale a larga scala che, oltre a fungere da corridoio ecologico e riserva di biodiversità, pone le basi per implementare una seconda linea di difesa più interna alla costa.

**S.5: Potenziamento connessione idraulica** – è rivolta alla costituzione di una zona buffer, tra la Pineta di Classe e la fascia costiera, dove sviluppare tra i campi agricoli un sistema di accumulo più o meno temporaneo delle acque dolci composto da aree umide, laghi costieri e zone di infiltrazione. Il loro scopo è fungere da barriera all’intrusione salina e da laminazione contro il rischio alluvioni migliorando la produttività dei suoli e la falda superficiale. Il processo di formazione di questo nuovo paesaggio si basa sul meccanismo della colmata di alcune zone depresse che progressivamente saliranno di quota grazie al deposito del materiale solido portato in sospensione dai fiumi. Le acque in eccesso andranno ad alimentare, attraverso il reticolo dei canali, ulteriori aree di allagamento controllato che a seconda della permeabilità dei suoli potranno evolvere verso ecosistemi differenti e zone produttive legate all’orticoltura.





### Incidenza sui fattori di rischio

Vengono qui estrapolati i rischi individuati dalla “Strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna” e analizzata l’incidenza sull’area-studio delle azioni proposte per contenere e limitare le loro manifestazioni, nonché per adattare questo paesaggio alle mutazioni fisiche che comporteranno.

Nello schema a lato sono localizzati gli interventi sul territorio, mentre in tabella si identificano le interazioni potenziali di ogni azione rispetto alla riduzione dei rischi sull’orizzonte temporale al 2050.

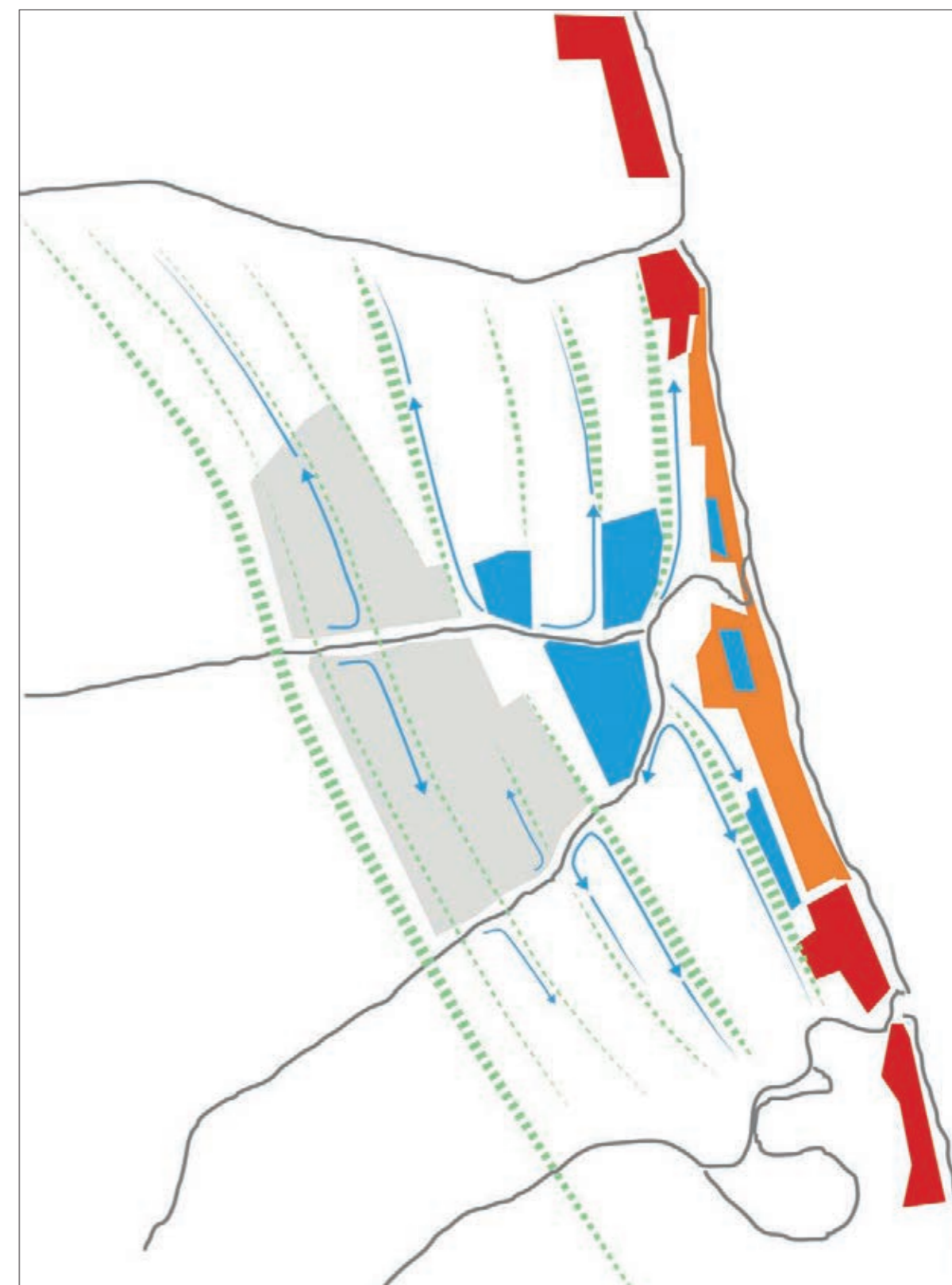
Come risulta da questa analisi, l’insieme delle misure contribuisce alla resilienza complessiva di questa parte del territorio senza snaturarne la vocazione produttiva e ambientale; inoltre, si pongono le basi affinché il paesaggio sia pronto ad evolversi verso scenari di adattamento più estremi che, sul lungo periodo, saranno probabilmente necessari qualora si confermassero i trend di cambiamento climatico a lungo termine forniti dai modelli previsionali.

Rischi	Lineamenti strategici			
	S.1	S.3	S.4	S.5
Incendi boschivi			■	■
Dissesto idrogeologico	■			■
Perdita produzione agricola				■
Disponibilità e qualità idrica		■		■
Degrado del suolo		■	■	■
Arrestramento linea di costa	■	■		
Intrusione salina	■	■	■	■
Effetti sulla salute	■			
Aumento consumi energetici				■
Perdita biodiversità		■	■	■
Effetti sull'economia	■	■		■

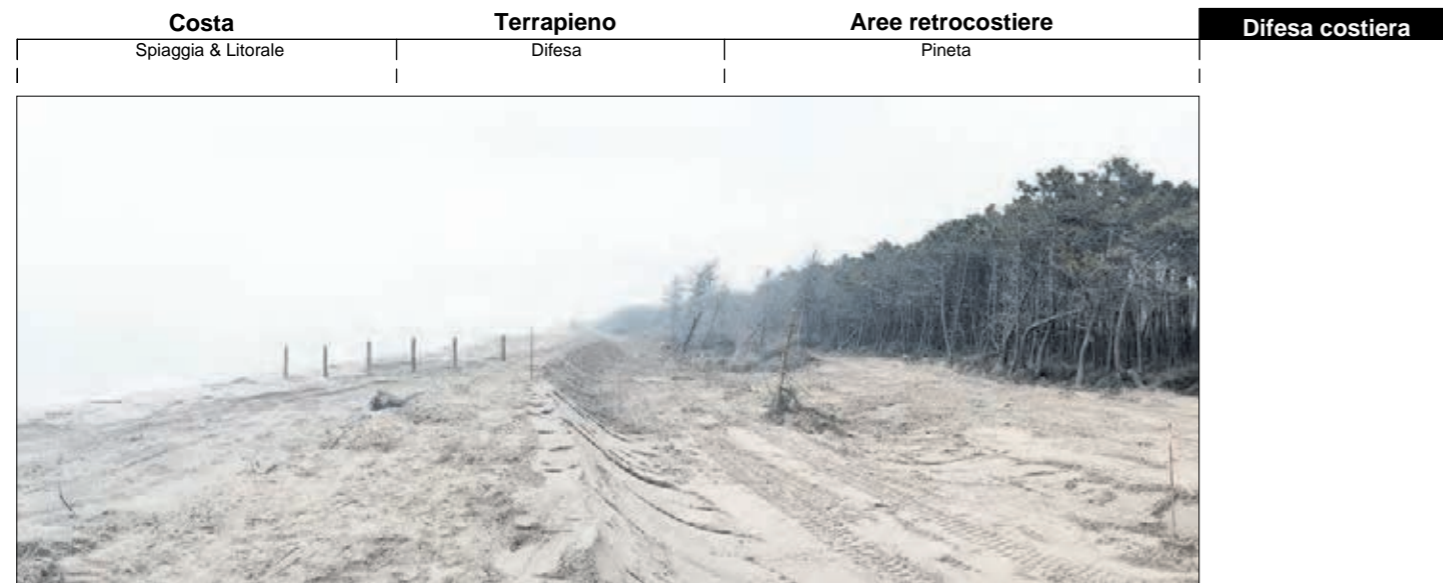
  

Lineamenti strategici	
■ S.1 protezione centri abitati costieri	■ S.4 rafforzamento trame geomorfologiche
■ S.3 estensione sistema dunale	■ S.5 potenziamento connessione idraulica

↑ Tabella di sintesi dell’incidenza delle azioni di adattamento proposte al 2050 sui fattori di rischio presenti nell’area



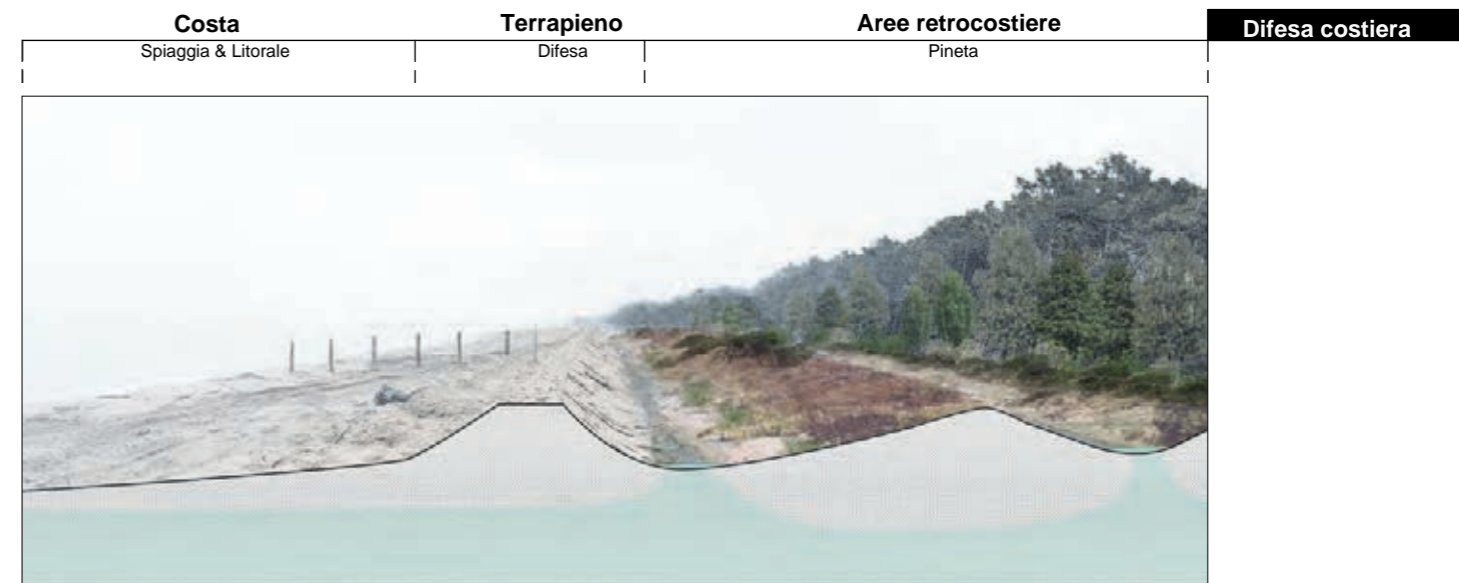
Rappresentazione schematica planimetrica delle azioni di adattamento relative al paesaggio di transizione al 2050. I colori fanno riferimento al lineamento strategico previsto, descritto nella pagina precedente ↑



	Costa Spiaggia & Litorale	Terrapieno Difesa	Aree retrocostiere Pineta	Difesa costiera	
<b>Riduzione rischi</b>					Idraulico
					Cuneo salino
					Siccità
					Eventi meteorici estremi
					Erosione costiera
					Ingressione marina
					Incendi
<b>Servizi ecosistemici</b>					Alimenti, carburante & fibre
					Materie prime
					Pool genetico
					Mantenimento acqua potabile
					Regolazione acqua
					Purificazione acqua
					Erosione & controllo inondaz.
					Regolazione clima & gas
					Cattura del carbonio
					Regolaz. parassiti & malattie
					Impollinaz. / dispersione semi
					Svago / ecoturismo
				Estet. / senso appartenenza	
				Conoscenza / Ispir. / Educaz.	
				Patrimonio culturale	
				Ag. atmosferici / form. suolo	
				Ciclo dei nutrienti	
				Approvvigionamento habitat	

Stato attuale | 2020

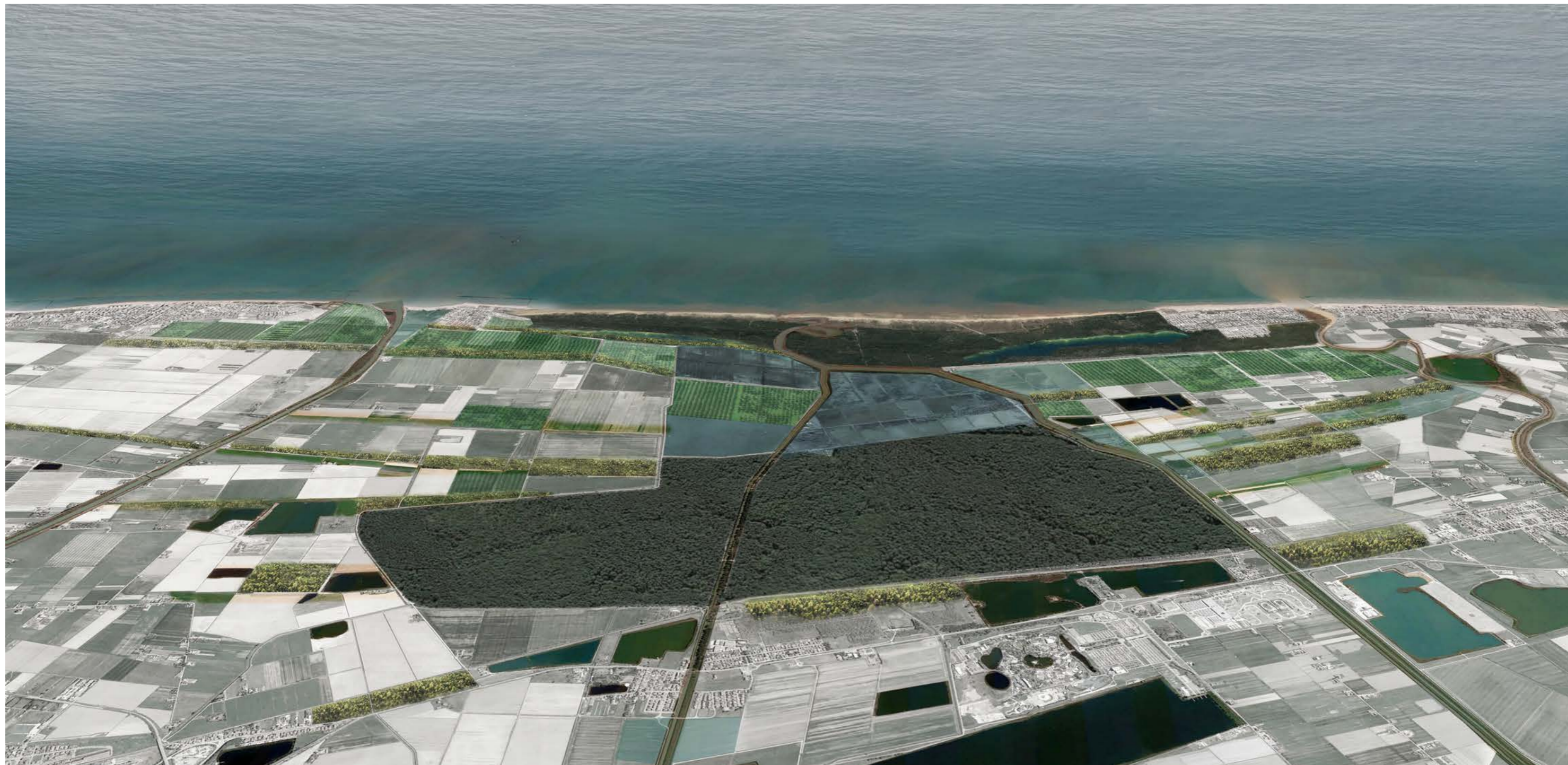
↗ Una panoramica dello stato attuale  
 → Una rappresentazione fotorealistica dell'esito degli interventi ipotizzati attraverso il concetto di multifunzionalità, resilienza e gestione integrata dei rischi



	Costa Spiaggia & Litorale	Terrapieno Difesa	Aree retrocostiere Pineta	Difesa costiera	
<b>Riduzione rischi</b>					Idraulico
					Cuneo salino
					Siccità
					Eventi meteorici estremi
					Erosione costiera
					Ingressione marina
					Incendi
<b>Servizi ecosistemici</b>					Alimenti, carburante & fibre
					Materie prime
					Pool genetico
					Mantenimento acqua potabile
					Regolazione acqua
					Purificazione acqua
					Erosione & controllo inondaz.
					Regolazione clima & gas
					Cattura del carbonio
					Regolaz. parassiti & malattie
					Impollinaz. / dispersione semi
					Svago / ecoturismo
				Estet. / senso appartenenza	
				Conoscenza / Ispir. / Educaz.	
				Patrimonio culturale	
				Ag. atmosferici / form. suolo	
				Ciclo dei nutrienti	
				Approvvigionamento habitat	

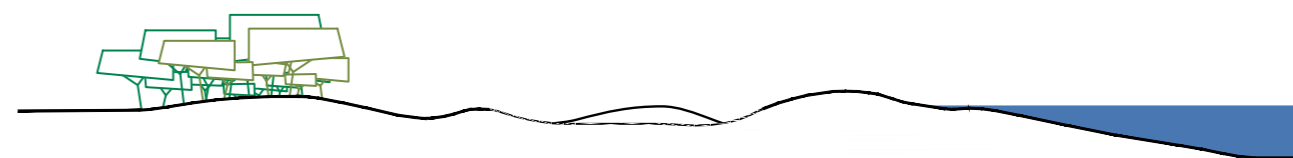
Scenario transfer | 2050

Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050 in un tratto di costa in cui è prevista la realizzazione di un argine di difesa. Vengono messi in evidenza in maniera schematica i Servizi Ecosistemici forniti e la gestione dei rischi che l'area è in grado di assolvere nella condizione attuale e nella trasformazione ipotizzata.



Scenario transfer | 2050

↑ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050



## FOCUS

**La foce del Fiume Reno**

L'area studio si trova sul confine settentrionale del Comune e comprende la zona che dalla foce del Reno si estende fino al Lago di Spina, tra le Valli di Comacchio e il mare. Il sito presenta un'elevata diversità ambientale che si articola, a partire dalla strada Romea, in una successione di cordoni litoranei - su cui si trovano pinete e coltivi - inframezzati da vaste depressioni salmastre, valli e zone umide. La fascia litoranea è caratterizzata dalla palude delle Vene di Ancona che formano parte integrante della Riserva Naturale ZCS-ZPS di Bellocchio.

Il focus progettuale punta a definire una strategia di adattamento in grado di garantire, sul medio termine (2050), il mantenimento della biodiversità e delle condizioni ambientali favorevoli al peculiare assetto faunistico-vegetazionale dell'area. Tale configurazione intermedia dovrà poter evolversi indifferentemente verso uno dei due scenari che, a lungo termine (2100), assicurano la sopravvivenza dell'area naturalistica in condizioni ambientali e climatiche molto diverse da quelle attuali.

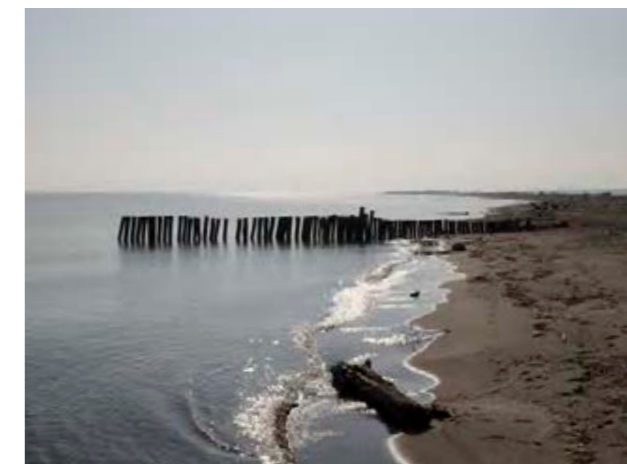
*Ortofoto dell'area studio allo stato di fatto; fonte Google Earth* ↗



### Inquadramento

L'area di intervento è fortemente soggetta agli effetti delle mareggiate e dell'erosione costiera, accelerata dal progressivo innalzamento del livello del mare e dalla notevolissima diminuzione di apporto solido del fiume Reno. Le Vene di Ancona sono destinate a scomparire determinando l'attestamento della linea di costa in corrispondenza dell'opera di difesa rigida costruita ad est del cordone paleodunale che le divide dalla Sacca di Bellocchio. Tale condizione amplifica l'intrusione del cuneo salino incidendo sull'equilibrio biotico delle aree umide e degli specchi d'acqua salmastra in cui si pratica l'itticoltura. Allo stesso modo risultano sempre più a rischio gli ecosistemi sottesi dalle pinete e dai boschi planiziali che in gran parte ricoprono le parti emerse.

Il progetto, per definire su quali caratteristiche morfologico-ambientali far leva per localizzare gli interventi di adattamento, ha preso in considerazione due principali tematismi cartografici: la struttura geomorfologica dei suoli e l'evoluzione della linea di costa. Da queste si è estrapolato un pattern di riferimento che, messo in relazione alla lettura aggregata dei rischi, ha permesso di indirizzare le azioni strategiche sia nel breve che nel lungo periodo.



➤ La Foce del fiume Reno

➤ La zona delle Vene di Bellocchio e Ancona al confine con il Lago di Spina, già nel Comune di Comacchio

Due immagini scattate presso la Riserva di Bellocchio nel settembre 2019 ↖  
Il paesaggio delle Vene nei pressi delle arginature rigide e un'area a destinazione agricola ai confini della Riserva ↑

**Riferimento cartografico I**

Per comprendere il dinamismo della Foce del Fiume Reno è utile osservare e comparare cartografie storiche e foto aeree scattate nel corso di diversi decenni, riportate di seguito. E' evidente come la linea di costa (in rosso) è soggetta a continui mutamenti apprezzabili già nell'arco di qualche anno legati al movimento di sedimenti che rende alcune aree soggette ad accumulo, altre ad erosione. Nella pagina accanto è stata sovrapposta all'immagine satellitare attuale l'evoluzione della linea di costa di cui si ha traccia documentata.

**Evoluzione del paesaggio**



Carte storiche ER, 1580-1852



Carte storiche ER, 1895

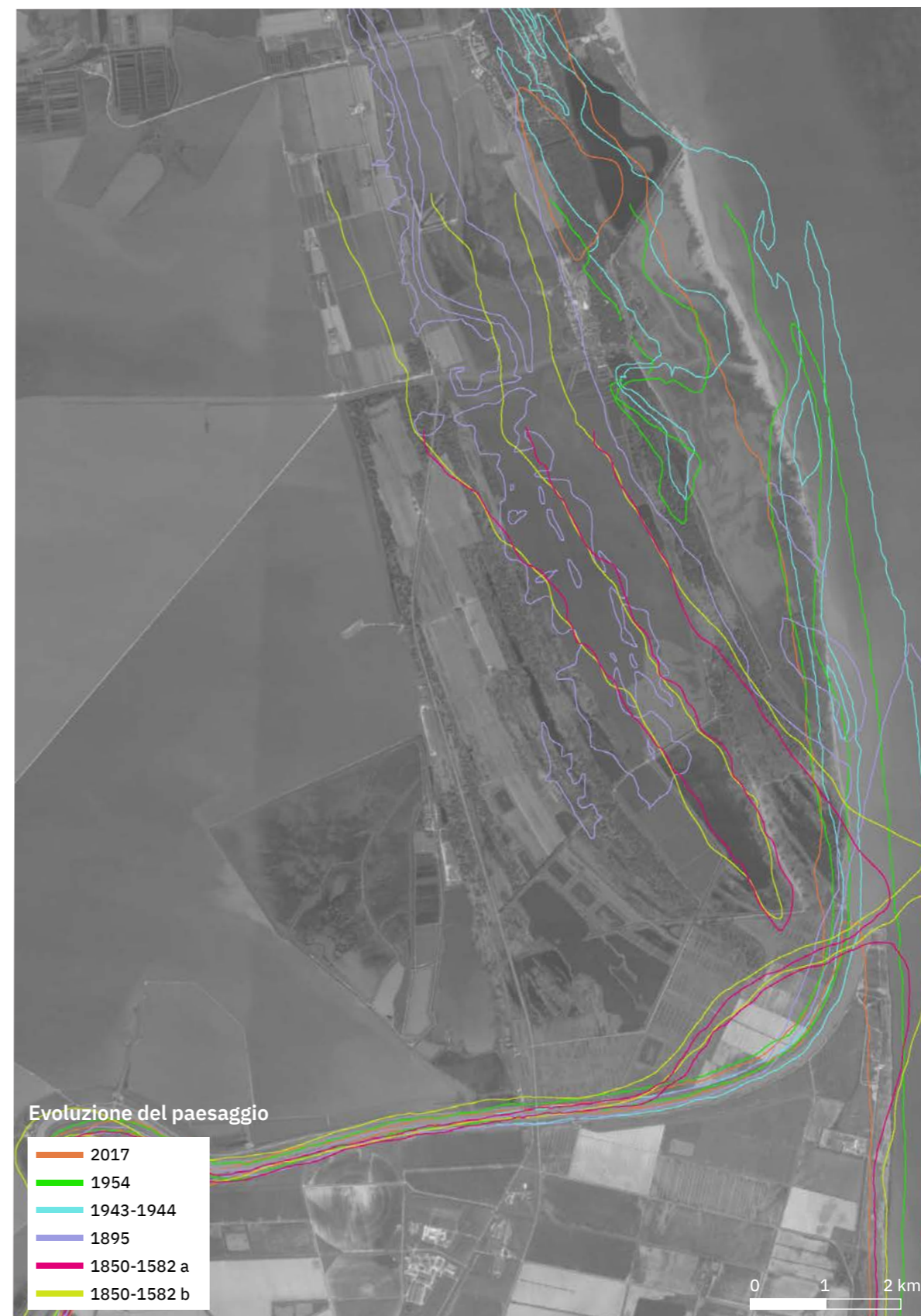


RAF volo aereo, 1943-1944



IGM GAI volo aereo, 1954

*Carta geologica-geomorfologica - Piano Strutturale Comunale del Comune di Ravenna, caratteristiche dei suoli ↗*



**Riferimento cartografico II**

I riferimenti cartografici che abbiamo a disposizione riguardo la natura geologica e topografica dell'area ci aiutano a comprendere l'attuale configurazione che si traduce da un lato in una certa attitudine a ospitare un certo tipo di attività e infrastrutture, dall'altra in una data predisposizione al rischio. Allo stesso tempo dobbiamo considerare che l'estremo dinamismo dell'area è una sua qualità intrinseca e che la pianificazione e la progettazione devono inglobare questo il carattere di mutevolezza.



Carta delle criticità costiere



PSC - caratteristiche dei suoli: carta del microrilievo

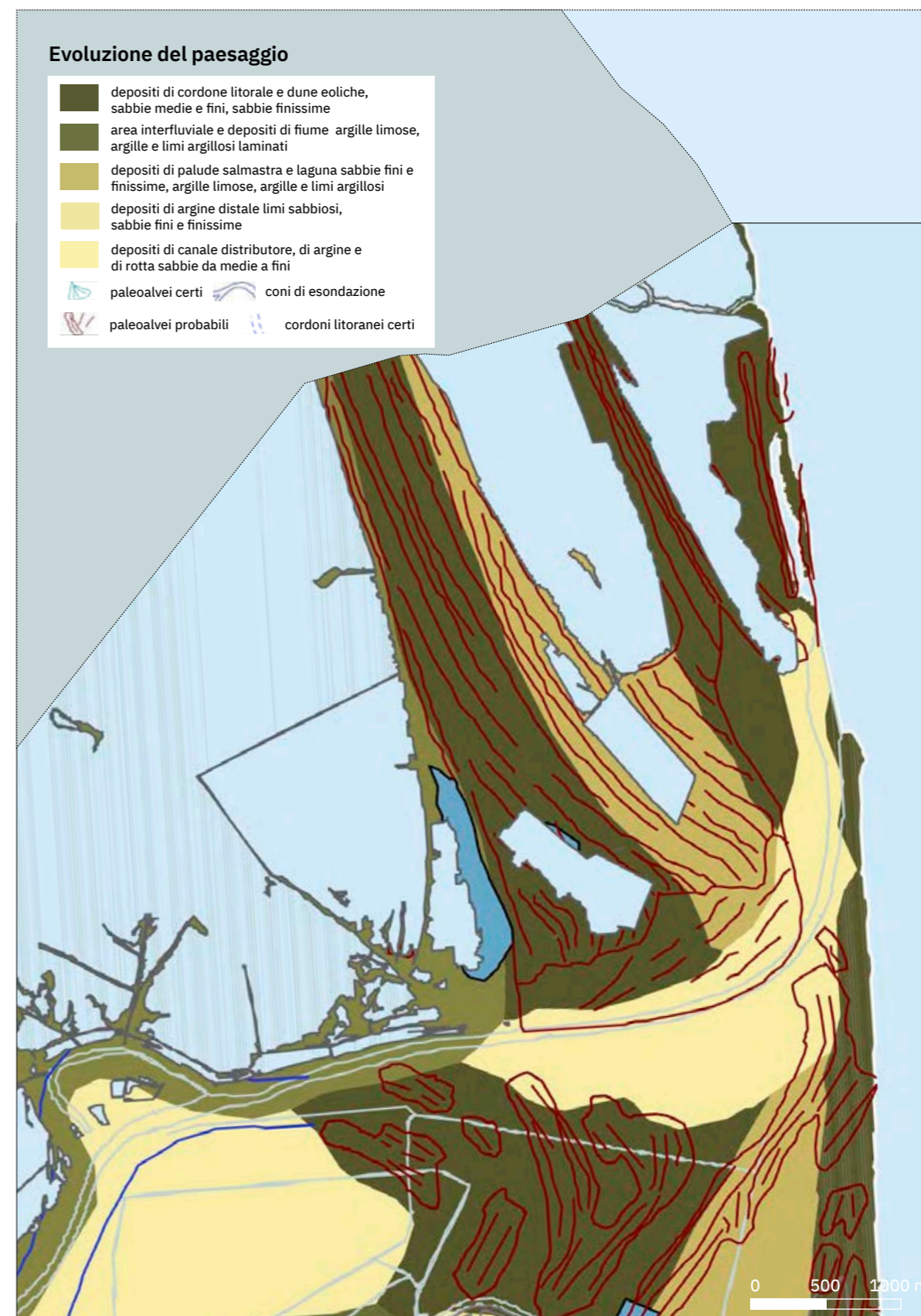


PSC - carte dei rischi di origine naturale: subsidenza



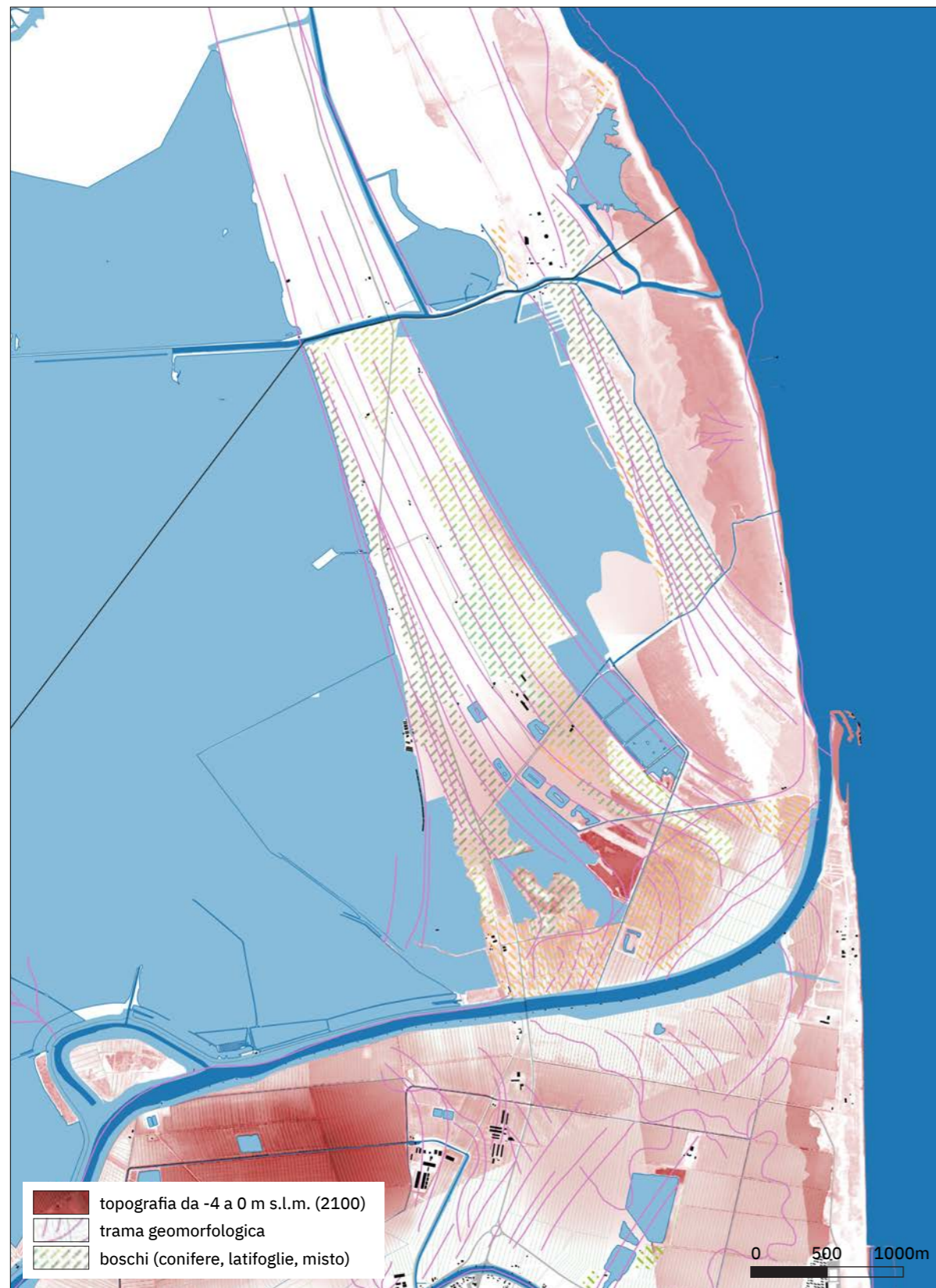
PSC - ambiti di tutela del PTCP, dossi e sistemi dunosi

Carta geologica-geomorfologica - Piano Strutturale Comunale del Comune di Ravenna, caratteristiche dei suoli ↗



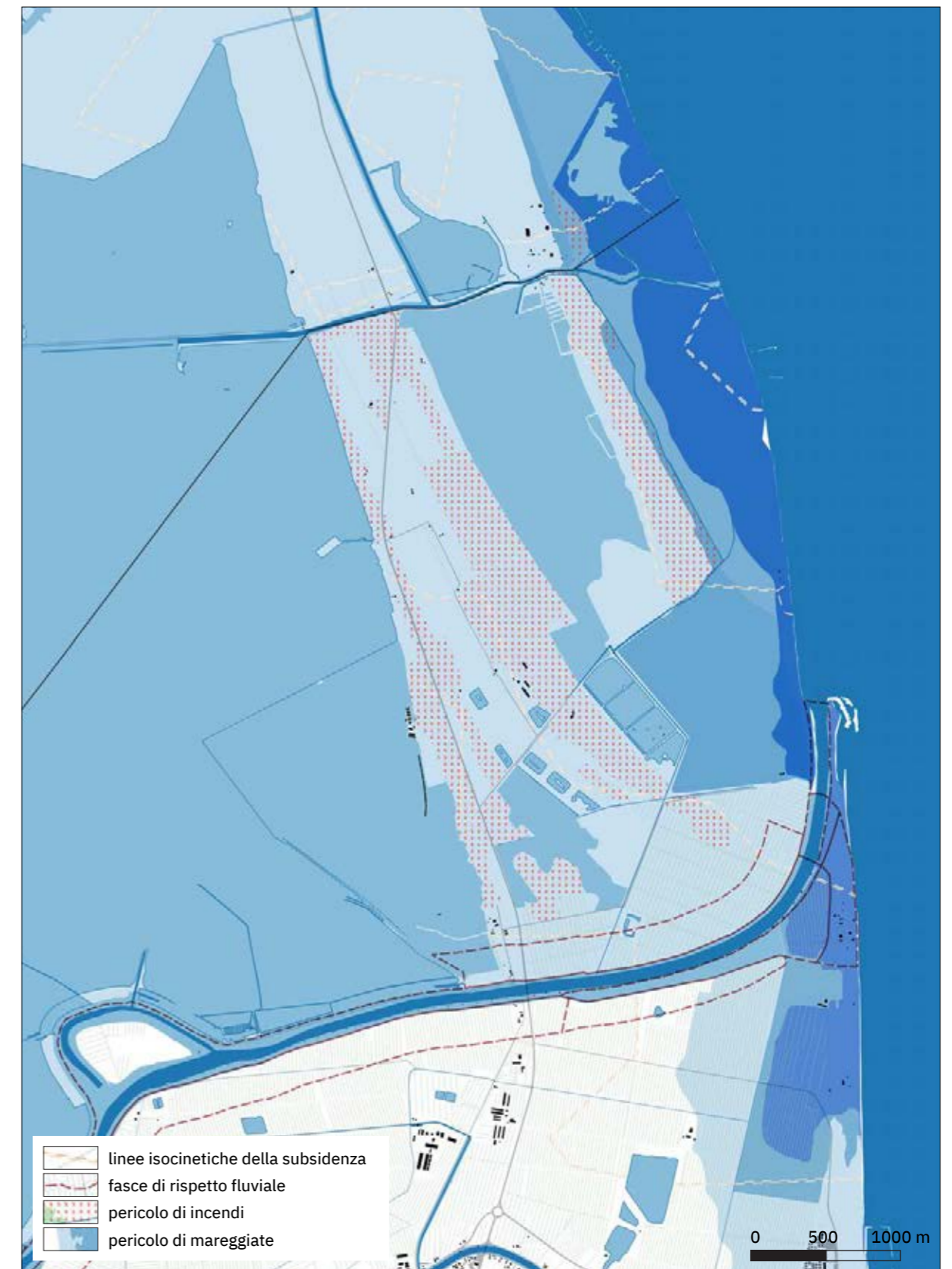
## Analisi delle vocazioni

## Sintesi dei pattern di riferimento



## Analisi delle pressioni

## Letture aggregata dei rischi





### Fasi della strategia di adattamento

La strategia di adattamento proposta per l'area è qui sintetizzata da una serie di sezioni esemplificative che descrivono le fasi di trasformazione del territorio dallo stato di fatto ai due possibili scenari futuri al 2100, presi come riferimento per determinare la strategia al 2050. Nelle pagine successive questi passaggi saranno ulteriormente specificati e descritti nelle loro implicazioni.

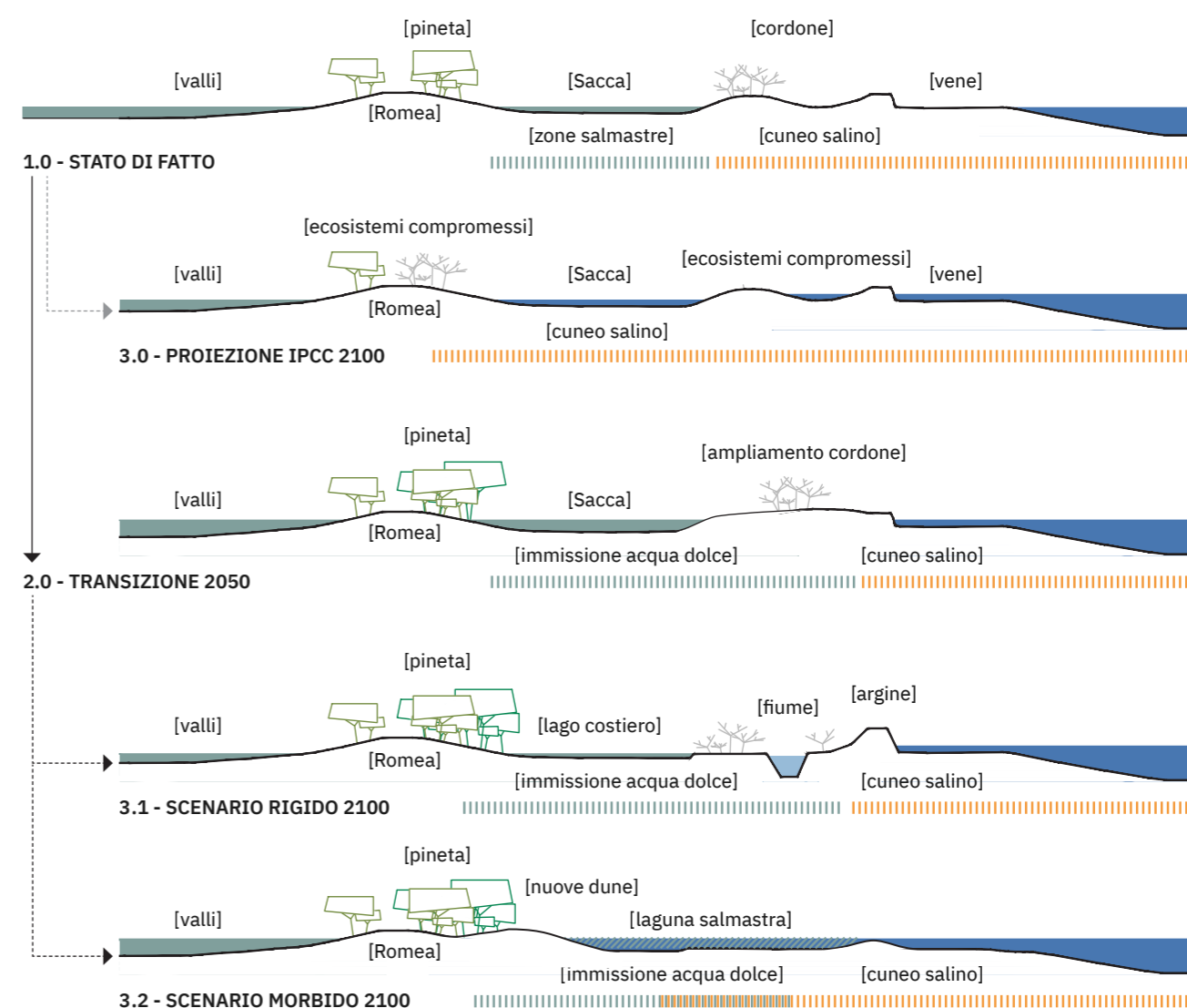
**Schema 1.0 – Stato di fatto:** riassume la condizione attuale del sistema, minacciato dalle mareggiate che intensificano il processo di erosione delle Vene di Ancona e determinano una progressiva salinizzazione del primo cordone dunale su cui insiste la pineta costiera retrostante l'argine difensivo. Le frequenti ingressioni di acque marine incidono inoltre sull'equilibrio ecologico della Sacca di Bellocchio.

**Schema 3.0 – Proiezione IPCC 2100** rappresenta sinteticamente la proiezione delle previsioni IPCC al 2100 nel caso in cui non si intervenisse sulle difese a mare. I fenomeni di ingressione nella Sacca aumenterebbero fino a determinarne la completa salinizzazione.

**Schema 2.0 – Transizione al 2050** sintetizza la strategia di adattamento proposta al 2050 per creare un "paesaggio di transizione" in grado di garantire le condizioni utili al mantenimento dell'ecosistema della Sacca di Bellocchio proteggendola dall'ingressione marina. Un obiettivo raggiungibile con l'innalzamento del cordone dunale retrostante le Vene di Ancona e per mezzo di una connessione idraulica della Sacca con il Reno per apportare acqua dolce in compensazione al cuneo salino.

**Schema 3.1 – Scenario rigido 2100** descrive l'evoluzione di questo paesaggio verso lo "scenario rigido" di mantenimento della linea di costa in prossimità dell'opera di difesa del primo cordone dunale. Tale configurazione comporta la deviazione del Reno verso nord, riportando la foce all'altezza di Spina e creando una barriera all'innalzamento del mare e alla salinizzazione della Sacca di Bellocchio.

**Schema 3.2 – Scenario morbido 2100** presenta l'evoluzione verso lo "scenario morbido" che si caratterizza per l'arretramento della linea di costa e la trasformazione della Sacca in un sistema lagunare prospiciente la nuova spiaggia che verrà a crearsi col trasporto dei sedimenti verso il cordone dunale più interno.



Rappresentazione diagrammatica delle fasi che compongono la strategia di adattamento ↗

### Scenario rigido | 2100

L'elaborazione dello "scenario rigido" è stata effettuata tenendo in considerazione gli effetti dell'innalzamento del livello del mare prospettato dalle previsioni RCP8.5. In tale condizione la volontà di mantenere pressoché invariata l'attuale linea di costa preservando allo stesso tempo le caratteristiche ecologiche della Sacca di Bellocchio, richiederebbero l'innalzamento di una difesa rigida capace di fermare le mareggiate. A tale dispositivo occorre sommare una serie di interventi tramite i quali si riesca ad evitare il degrado degli habitat litoranei per effetto del cuneo salino.

Queste istanze sono state sintetizzate in un paesaggio futuro che riprende grosso modo l'andamento del fiume Reno così come era fino agli anni '50, con la foce più a nord, poco sotto il Lago di Spina. Attraverso questa deviazione del corso, le nuove arginature del fiume diventano una barriera all'innalzamento del mare e agli eventi eccezionali; inoltre, il suo letto funziona da "lente" di acqua dolce contro l'ingressione del cuneo. Il problema della salinizzazione della Sacca viene ulteriormente attenuato dalla realizzazione di un bypass in corrispondenza dell'attuale foce che permette allagamenti controllati e quindi l'immissione di acqua dolce a seconda delle necessità.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo "scenario rigido-conservativo"



### Scenario morbido | 2100

La costruzione dello “scenario morbido” prende in considerazione gli stessi dati e le stesse previsioni utilizzate nel caso precedente proiettandole però su un tipo di scelta diametralmente opposta, ipoteticamente informata da un diverso atteggiamento nei confronti della protezione delle aree naturalistiche. Infatti, gli ecosistemi e gli habitat che attualmente insistono sull’area verrebbero progressivamente arretrati seguendo l’evoluzione della linea di costa rispetto la quota del medio-mare.

In questo tipo di scenario, il processo di trasformazione del paesaggio si innesca dall’abbandono e dallo smantellamento delle difese rigide più avanzate, in corrispondenza delle Vene di Bellocchio e Ancona. Tale operazione comporta una progressiva erosione della prima fascia litoranea che, libera da arginature retrostanti, diventa una riserva di materiale per la costituzione di un sistema lagunare più arretrato. In questo modo verrebbero a crearsi le condizioni per la formazione di nuove spiagge e cordoni dunali in aderenza alla pineta attraversata dalla statale Romea. La nuova foce di Reno, anch’essa più arretrata, contribuirebbe al bilanciamento della salinità lagunare e permetterebbe il ricrearsi degli habitat salmastri scomparsi in uno nuovo settore del territorio.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo “scenario morbido-evolutivo”



### Paesaggio di transizione | 2050 – Lineamenti strategici

La strategia a breve-medio termine prevede 4 lineamenti strategici che potranno essere credibilmente sviluppate nei prossimi 30 anni per contrastare i trend climatici già in atto e preparare il territorio ai successivi adattamenti.

**S2 – Incremento difese rigide:** riguarda l'aggiornamento strutturale delle difese rigide costiere. L'innalzamento dell'argine esistente retrostante le Vene di Ancona dovrà essere commisurato al crescente livello del mare e al rischio di alluvioni. A questo si somma il rafforzamento dei sistemi infrastrutturali potenzialmente esposti ai fenomeni estremi di ingressione marina come la strada statale Romea.

**S3 – Estensione sistema dunale:** gestione integrata del cordone dunale litoraneo compreso tra le difese rigide più avanzate e la Sacca di Bellocchio. In questa zona, su cui insiste attualmente una pineta fortemente compromessa dalla salinizzazione del suolo, si interviene per aumentare la quota del terreno e l'estensione delle aree emerse. Tale operazione comporta nei punti più degradati la sostituzione della pineta con nuove dune artificiali. L'obiettivo è fornire una protezione più resiliente alle mareggiate e contrastare l'intrusione salina attraverso l'intrinseca capacità del sistema di favorire la formazione di lenti di acqua dolce.

**S4 – Rafforzamento trame geomorfologiche:** consolidare e far riemergere le principali strutture geomorfologiche del territorio concentrandosi sulle tracce degli antichi cordoni litoranei e delle paleodune che sottendono la zona compresa tra la Sacca di Bellocchio e la strada statale Romea dove attualmente sono presenti, oltre alla Pineta, diverse aree coltivate. Attraverso lo sviluppo di pratiche agricole meno erosive, interventi di ricomposizione topografica e di forestazione mirata, si imposta la creazione di una nuova infrastruttura ambientale a larga scala che, oltre a fungere da corridoio ecologico e riserva di biodiversità, pone le basi per implementare una seconda linea di difesa più interna alla costa.

**S5 – Potenziamento connessione idraulica:** connettere direttamente la Sacca di Bellocchio e il Reno. La foce del fiume viene sdoppiata seguendo le tracce dell'antico alveo fluviale in modo tale da creare un bypass in grado di alimentare con acqua dolce e sedimento la Sacca. Tale operazione permette di contrastare la salinizzazione dell'area e regolare in maniera più efficace le periodiche ondate di piena sfruttandola come cassa di espansione. Il materiale solido che si riversa nella Sacca costituisce una riserva per l'innalzamento della topografia in corrispondenza della prima e della seconda linea di difesa dal mare che verranno in seguito alternativamente sviluppate a seconda dello scenario a lungo termine verso il quale si deciderà di tendere.



### Incidenza sui fattori di rischio

Vengono qui estrapolati i rischi individuati dalla “Strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna” e analizzata l’incidenza sull’area-studio delle azioni proposte per contenere e limitare le loro manifestazioni, nonché per adattare questo paesaggio alle mutazioni fisiche che comporteranno.

Nello schema a lato sono localizzati gli interventi sul territorio, mentre in tabella si identificano le interazioni potenziali di ogni azione rispetto alla riduzione dei rischi sull’orizzonte temporale al 2050.

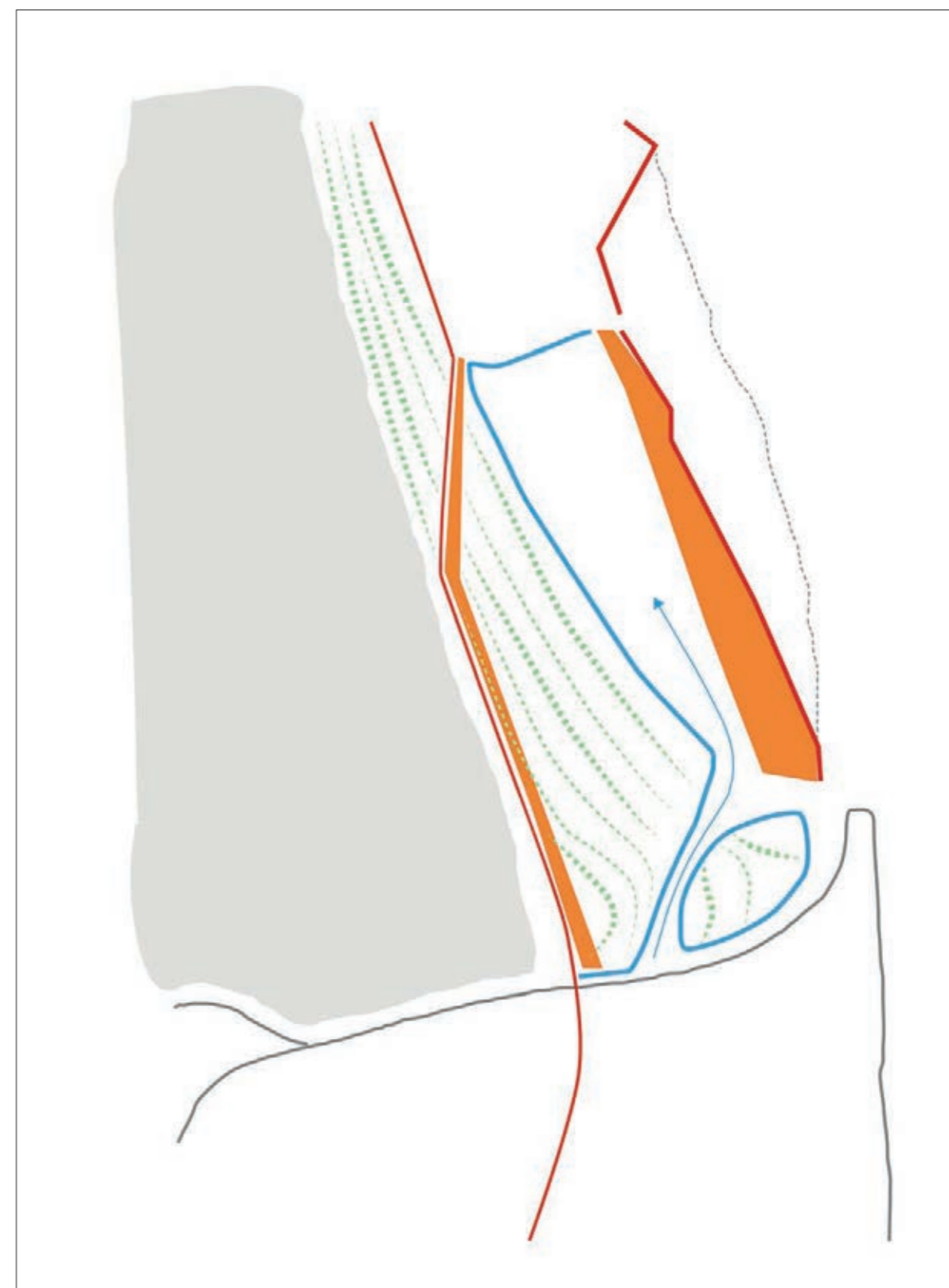
Come risulta da questa analisi, l’insieme delle misure contribuisce alla resilienza complessiva di questa parte del territorio caratterizzata da un’importante valenza ecologica; inoltre, si pongono le basi affinché il paesaggio sia pronto ad evolversi verso scenari di adattamento più estremi che, sul lungo periodo, saranno probabilmente necessari qualora si confermassero i trend di cambiamento climatico a lungo termine forniti dai modelli previsionali.

Rischi	Lineamenti strategici			
	S.2	S.3	S.4	S.5
Incendi boschivi		■	■	■
Dissesto idrogeologico	■	■		■
Perdita produzione agricola				
Disponibilità e qualità idrica				■
Degrado del suolo		■	■	
Arrestramento linea di costa	■	■		
Intrusione salina	■	■	■	■
Effetti sulla salute				
Aumento consumi energetici				■
Perdita biodiversità		■	■	■
Effetti sull'economia				■

<b>Lineamenti strategici</b>			
■ S.2 incremento difese rigide	■ S.4 rafforzamento trame geomorfologiche		
■ S.3 estensione sistema dunale	■ S.5 potenziamento connessione idraulica		

↑ Rappresentazione schematica delle azioni di adattamento relative al paesaggio di transizione al 2050



Rappresentazione schematica planimetrica delle azioni di adattamento relative al paesaggio di transizione al 2050. I colori fanno riferimento al lineamento strategico previsto, descritto nella pagina precedente ↑

Costa	Dune	Apporti idrici retrocostieri	Dune	Estensione fiume
Litorale & habitat	Habitat & Difesa	Connettività idraulica	Habitat & Difesa	



Costa	Dune	Apporti idrici retrocostieri	Dune	Estensione fiume
Litorale & habitat	Habitat & Difesa	Connettività idraulica	Habitat & Difesa	



Riduzione rischi	Costa	Dune	Apporti idrici retrocostieri	Dune	Estensione fiume	
						Idraulico Cuneo salino Siccità Eventi meteorici estremi Erosione costiera Ingressione marina Incendi
Servizi ecosistemici					Alimenti, carburante & fibre Materie prime Pool genetico Mantenimento acqua potabile Regolazione acqua Purificazione acqua Erosione & controllo inondaz. Regolazione clima & gas Cattura del carbonio Regolaz. parassiti & malattie Impollinaz. / dispersione semi Svago / ecoturismo Estet. / senso appartenenza Conoscenza / Ispir. / Educaz. Patrimonio culturale Ag. atmosferici / form. suolo Ciclo dei nutrienti Approvvigionamento habitat	Approvig. Regolazione Culturali Support.

Riduzione rischi	Costa	Dune	Apporti idrici retrocostieri	Dune	Estensione fiume	
						Idraulico Cuneo salino Siccità Eventi meteorici estremi Erosione costiera Ingressione marina Incendi
Servizi ecosistemici					Alimenti, carburante & fibre Materie prime Pool genetico Mantenimento acqua potabile Regolazione acqua Purificazione acqua Erosione & controllo inondaz. Regolazione clima & gas Cattura del carbonio Regolaz. parassiti & malattie Impollinaz. / dispersione semi Svago / ecoturismo Estet. / senso appartenenza Conoscenza / Ispir. / Educaz. Patrimonio culturale Ag. atmosferici / form. suolo Ciclo dei nutrienti Approvvigionamento habitat	Approvig. Regolazione Culturali Support.

**Stato attuale | 2020**

**Scenario transfer | 2050**

➤ Una panoramica dello stato attuale  
 ➤ Una rappresentazione fotorealistica dell'esito degli interventi ipotizzati attraverso il concetto di multifunzionalità, resilienza e gestione integrata dei rischi

Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050 in un'area tutelata fortemente soggetta a erosione costiera. Vengono messi in evidenza in maniera schematica i Servizi Ecosistemici forniti e la gestione dei rischi che l'area è in grado di assolvere nella condizione attuale e nella trasformazione ipotizzata.



**Scenario transfer | 2050**

↑ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050



# PAESAGGI RURALI

---

*I paesaggi rurali dell'entroterra comunale risentono in maniera crescente degli effetti legati al cambiamento climatico, specialmente per quanto riguarda la gestione del rischio idrogeologico e dei sempre più prolungati periodi di siccità. La combinazione di questi fattori incide pesantemente sulla produttività dei suoli agricoli oltre che sulla sicurezza delle zone abitate.*

*Le azioni di adattamento in risposta a questi fenomeni sono indirizzate dalla strategia generale verso la creazione di aree di laminazione e accumulo delle acque per alleggerire la pressione sulla rete di scolo durante le precipitazioni intense e stoccare la risorsa idrica in vista dei mesi siccitosi. Queste operazioni richiedono interventi e opere capaci di integrare la funzione irrigua e drenante delle reti esistenti. In questa prospettiva il caso-studio individuato dimostra come l'interazione tra i diversi tipi di infrastruttura possa contribuire a realizzare un paesaggio resiliente e multifunzionale in grado di valorizzare dal punto di vista ecologico, percettivo e produttivo gli ambiti di pianura.*



*Immagini del territorio di pianura che mostrano l'articolazione del sistema idrico e i rapporti tra paesaggio agricolo e zone abitate ↑*



## FOCUS

**Lamone, zona del Mezzano**

L'area-studio interessa la zona tra Mezzano e Torri, a circa 15km di distanza dall'attuale linea di costa, in adiacenza al tratto in cui gli argini del fiume Lamone tracciano una brusca deviazione della traiettoria verso est. La zona è caratterizzata da una forte vocazione agricola e da alcuni elementi di naturalità in prossimità delle arginature fluviali e della ZPS istituita presso i bacini di decantazione dell'ex zuccherificio di Mezzano. Vi insistono diverse reti infrastrutturali che lo attraversano in maniera lineare, come il fiume Lamone e la ferrovia a cui si sommerà il potenziamento della E55.

La strategia di adattamento punta, sul medio termine (2050), a rafforzare il sistema di difesa idraulica integrandolo con la creazione di un corridoio ecologico - tra il fiume e l'area ZPS dell'ex zuccherificio - impostato sulla fascia di pertinenza della futura E55. Tale sistema sarà in grado di evolvere e rafforzarsi ulteriormente secondo uno dei due scenari, "rigido o morbido", che a lungo termine (2100) assicurano la sicurezza e l'equilibrio del territorio.

*Ortofoto dell'area studio allo stato di fatto; fonte Google Earth ↗*



### Inquadramento

L'area è particolarmente soggetta a rischio idrogeologico, subsidenza e a frequenti episodi di siccità dannosi per la sua vocazione agricola. A queste problematiche si sommano gli effetti che potrebbero comportare sull'ecosistema fluviale le future opere di regimentazione del fiume. Il Lamone, che scorre pensile rispetto all'intorno, è stato l'agente modificatore principale del paesaggio; la sua deviazione verso est in località Torri ha determinato una netta distinzione nell'assetto idrografico a sinistra e destra del nuovo alveo. La rete dei canali di bonifica serve ad ovest un sistema di scolo meccanico, mentre ad est lo scolo per gravità.

Per localizzare gli interventi di adattamento sono state considerati due ulteriori fattori: il sistema delle acque sotterranee e l'indicazione da PSC delle nuove connessioni ecologiche. Sovrapponendo queste informazioni si è definito un pattern di riferimento su cui impostare opere di laminazione, accumulo e infiltrazione compatibili con l'uso e il tipo di suoli. Tale cartografia è stata poi messa in relazione ad una lettura aggregata dei rischi al fine di individuare una precisa consequenzialità tra problemi da affrontare e azioni.



➤ Vista dal piede dell'argine del Fiume Lamone all'altezza di Via delle Valli, maggio 2020



Foto scattata dall'argine destro del Fiume Lamone, in prossimità della Pialassa Baiona, nello sfondo a destra, maggio 2020 ↑  
Una ripresa dall'alto dell'area golenale del fiume ↑

## Riferimento Cartografico II

## Evoluzione del paesaggio

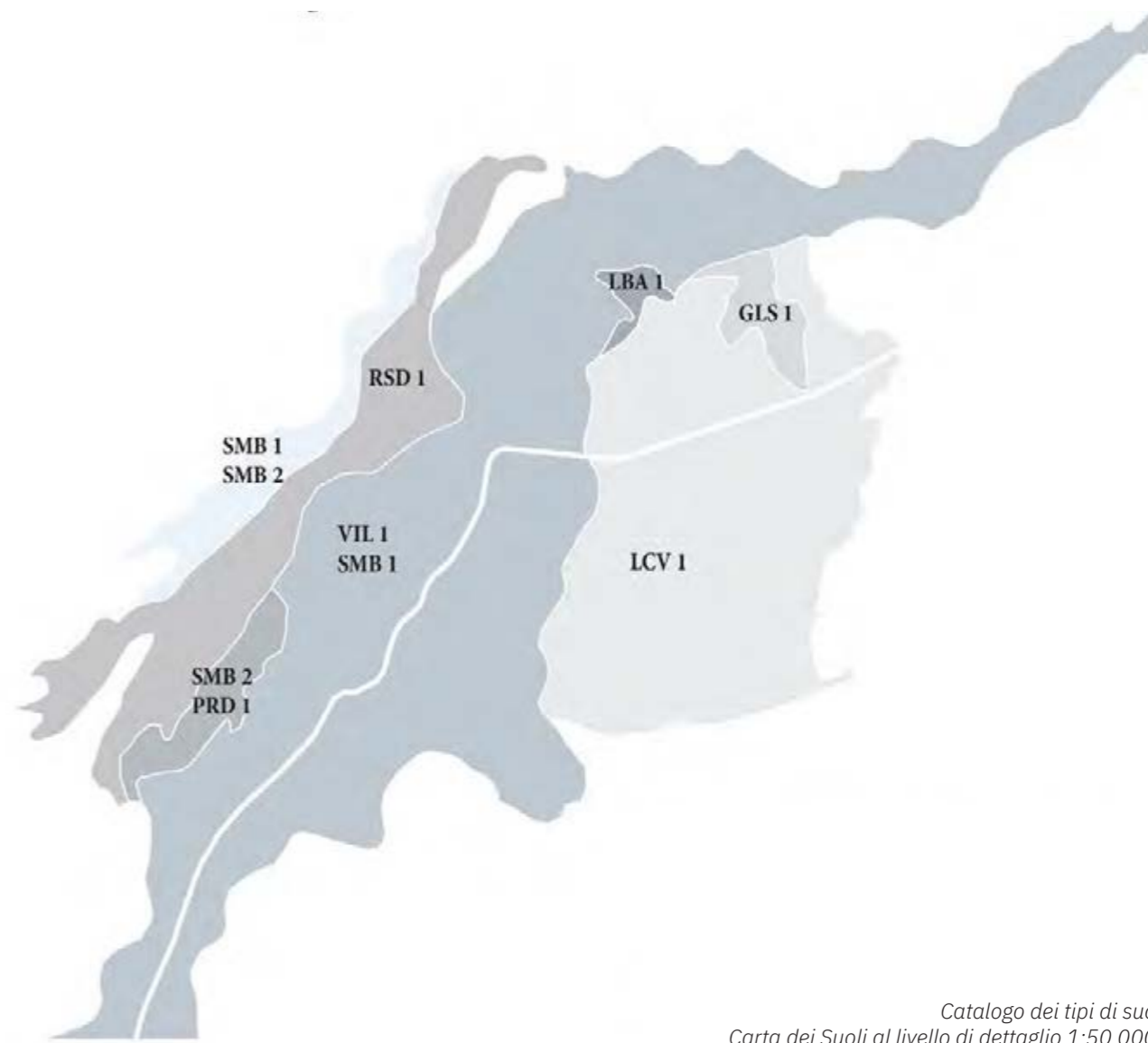


*Paesaggio e caratteristiche dei suoli  
Elaborazione da Google earth, con evidenziati i tipi di  
suolo riportati nello schema a pagina successiva ↗*

Il tipo di suolo caratterizza il paesaggio agricolo sia nella scelta delle colture che nel tipo di lavorazioni del terreno, relativo alla programmazione del reticolo idrico. In questo senso il paesaggio agrario si presenta come un vero e proprio sistema infrastrutturale, organizzato per elementi e dispositivi che compongono, collegano e intermediano i rapporti tra le varie componenti finalizzata al controllo e la gestione dei flussi di acque sia superficiali sia sotterranee, con accezione ampia e articolata attraverso operazioni di trasformazione dei suoli. Si pensi agli scoli, ai canali irrigui alle idrovore.

Il coordinamento di queste azioni è indirizzato all'utilizzo del suolo con finalità produttive. Tali operazioni devono misurarsi da un lato con le tecniche di lavorazione dei terreni sempre in aggiornamento, dall'altro con delle attitudini che i suoli mantengono dai caratteri geomorfologici originari e che condizionano ancora il tipo di trasformazioni possibili, evidenziate negli schemi riportati.

La gestione delle acque passa sempre attraverso operazioni di trasformazione del suolo. Le condizioni descritte dettano infatti i limiti e le opportunità entro cui si evolve un paesaggio agrario.



*Catalogo dei tipi di suolo.  
Carta dei Suoli al livello di dettaglio 1:50.000 ↗*

GLS 1	GALISANO franco argilloso limosi	SMB 1	SANT'OMOBONO franco limosi
LBA 1	LA BOARIA argilloso limosi	RSD 1	RISAIA DEL DUCA argilloso limosi
LCV 1	LA CAVALLINA franco limosi	SMB 2	SANT'OMOBONO franco argilloso limosi
PRD 1	PRADONI franco argilloso limosi	VIL 2	VILLALTA franco sabbiosi molto fini
		SMB 1	SANT'OMOBONO franco limosi

**Riferimento cartografico II**

Dagli estratti proposti di seguito si può evincere come questa zona sia fortemente condizionata da due forti tensioni che generano una chiara asimmetria nella gestione e definizione delle dinamiche territoriali: i caratteri morfologico-ambientali elementi non visibili ma presenti e significativi (suoli, dossi, ecc), che seguono il vecchio corso del fiume di cui rimane traccia; e l'imponente opera di arginatura e deviazione del Lamone. Questi elementi si comportano come dei grandi attrattori nelle forze in gioco per la comprensione di quest'area, marcando i limiti e le opportunità per tutte quelle operazioni pianificatorie e progettuali che si intendono proporre per la traduzione di una chiara idea di evoluzione di questo territorio.

**Rete ecologica**

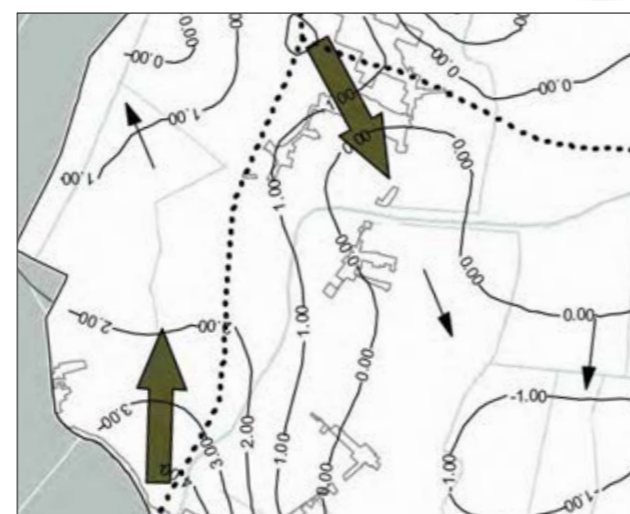
- matrice secondaria
- connessione primaria
- connessione primaria di progetto
- agrosistemi a cui attribuire funzione di riequilibrio ecologico

**Acque Sotterranee**

- isofreatiche
- spartiacque sotterraneo
- direzione di drenaggio
- direzione di deflusso
- corso d'acqua alimentante
- corso d'acqua drenante



PSC - sistema paesaggistico ambientale



PSC - acque sotterranee - carta delle isofreatiche



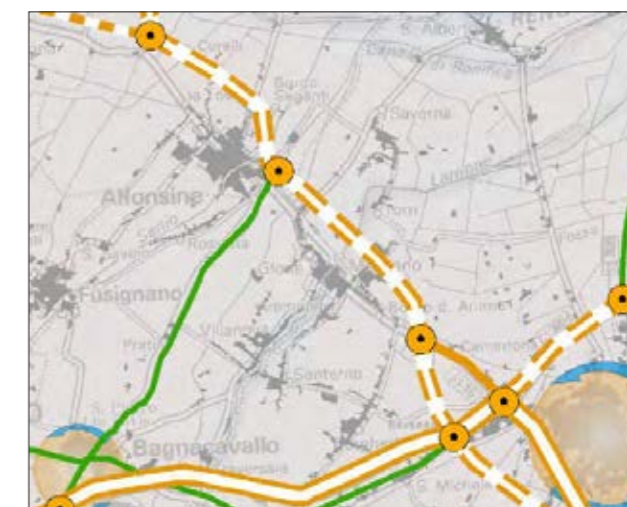
PAI - tiranti idrici di riferimento



PSC - vincoli ambientali vigenti: ambiti di tutela



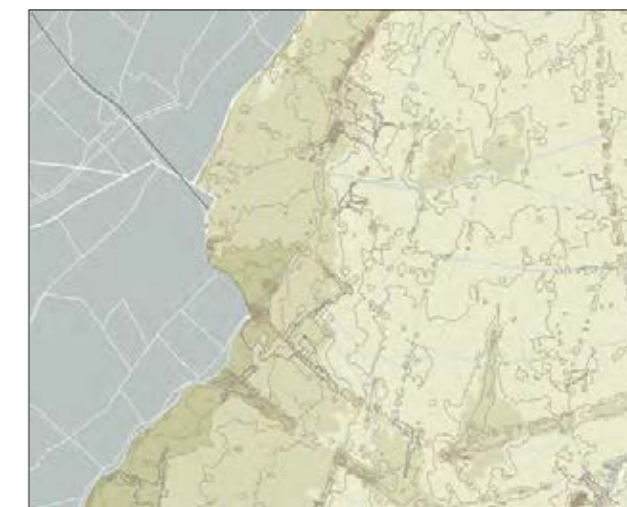
PSC - ambiti di tutela del PTCP, dossi e sistemi dunosi



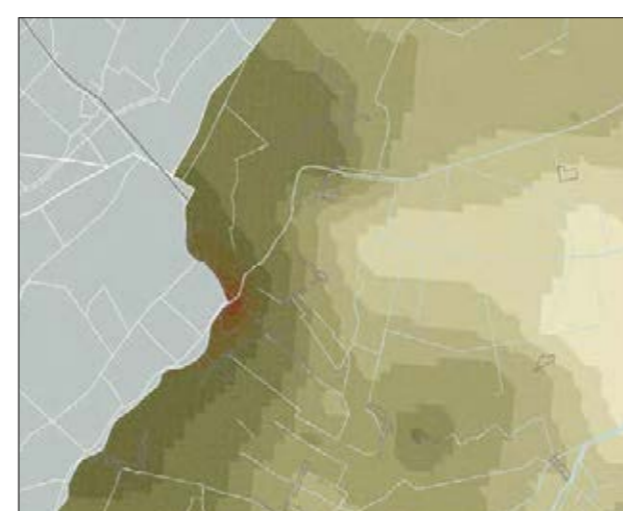
PRIT 2025 - previsioni di implementazione della rete



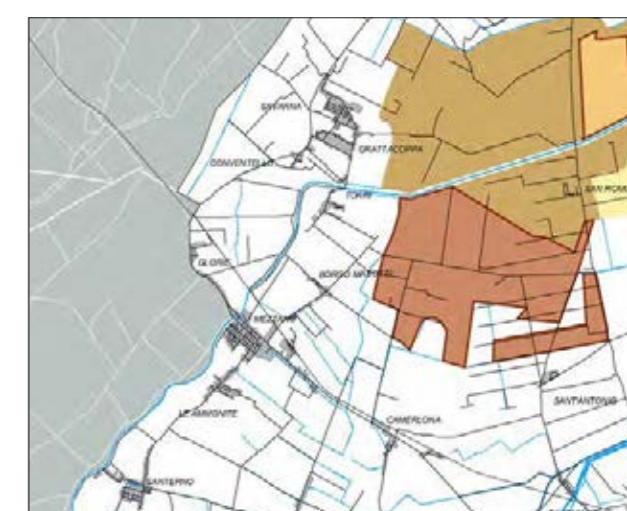
PSC - acque superficiali: carte del drenaggio



PSC - caratteristiche dei suoli: carta del microrilievo



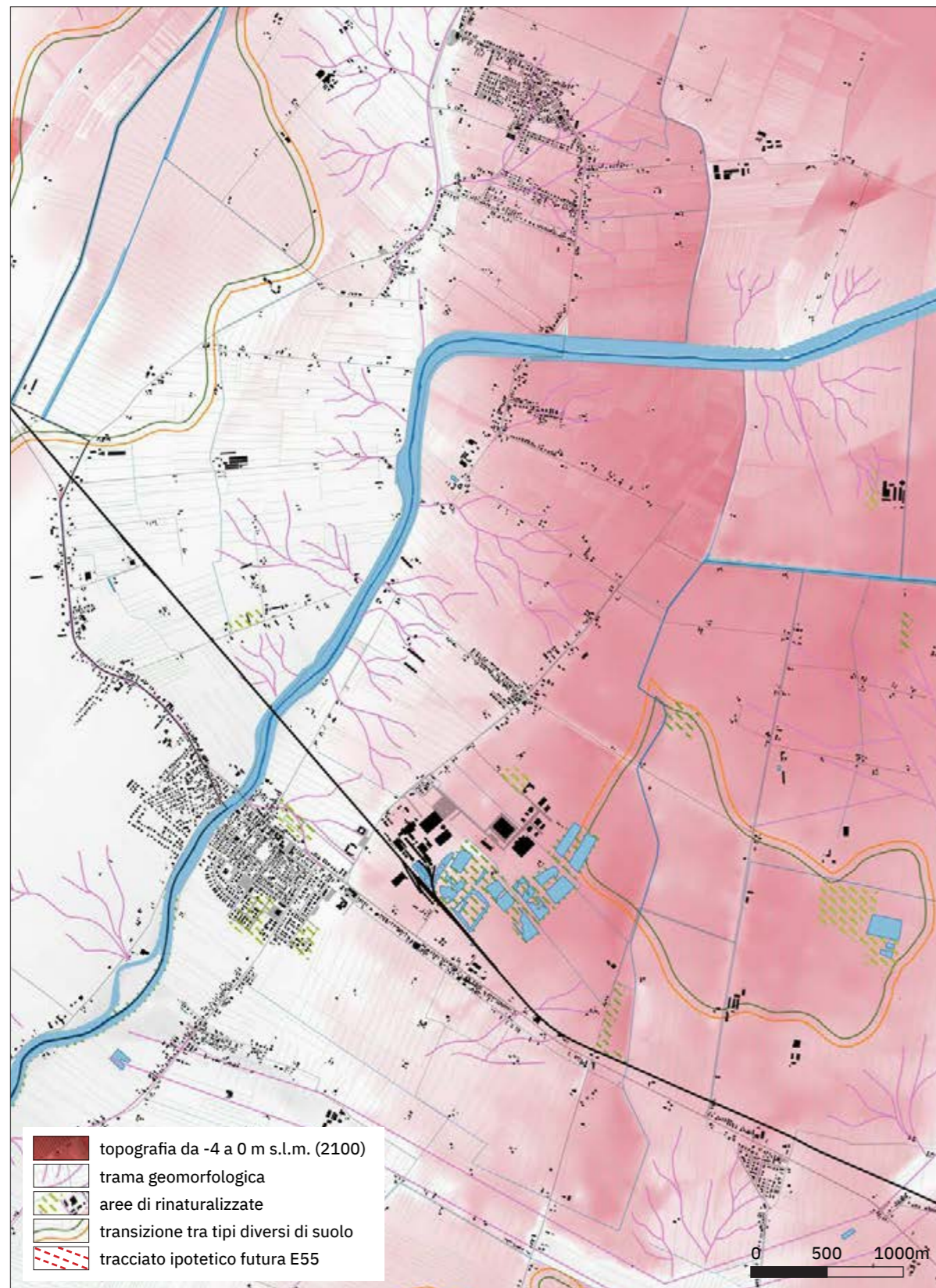
PSC - carte dei rischi di origine naturale: subsidenza



PSC - carta storica dell'uso del suolo: bonifiche

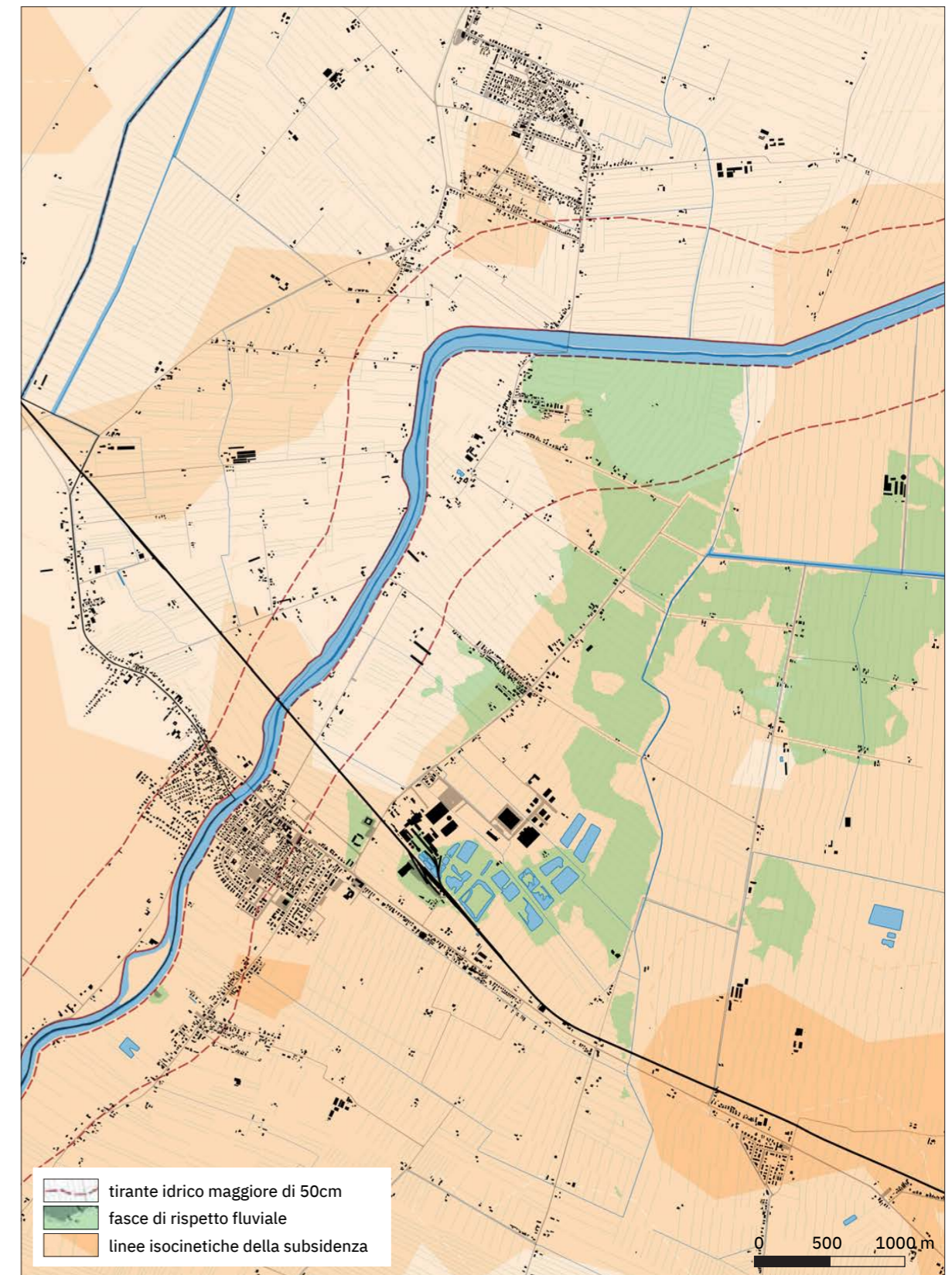
## Analisi delle vocazioni

## Sintesi dei pattern di riferimento



## Analisi delle pressioni

## Letture aggregata dei rischi



### Fasi della strategia di adattamento

La strategia di adattamento proposta per l'area è qui sintetizzata da una serie di diagrammi esemplificativi che descrivono le fasi di trasformazione del territorio dallo stato di fatto ai due possibili scenari futuri al 2100, presi come riferimento per determinare la strategia al 2050. Nelle pagine successive questi passaggi saranno ulteriormente specificati e descritti nelle loro implicazioni.

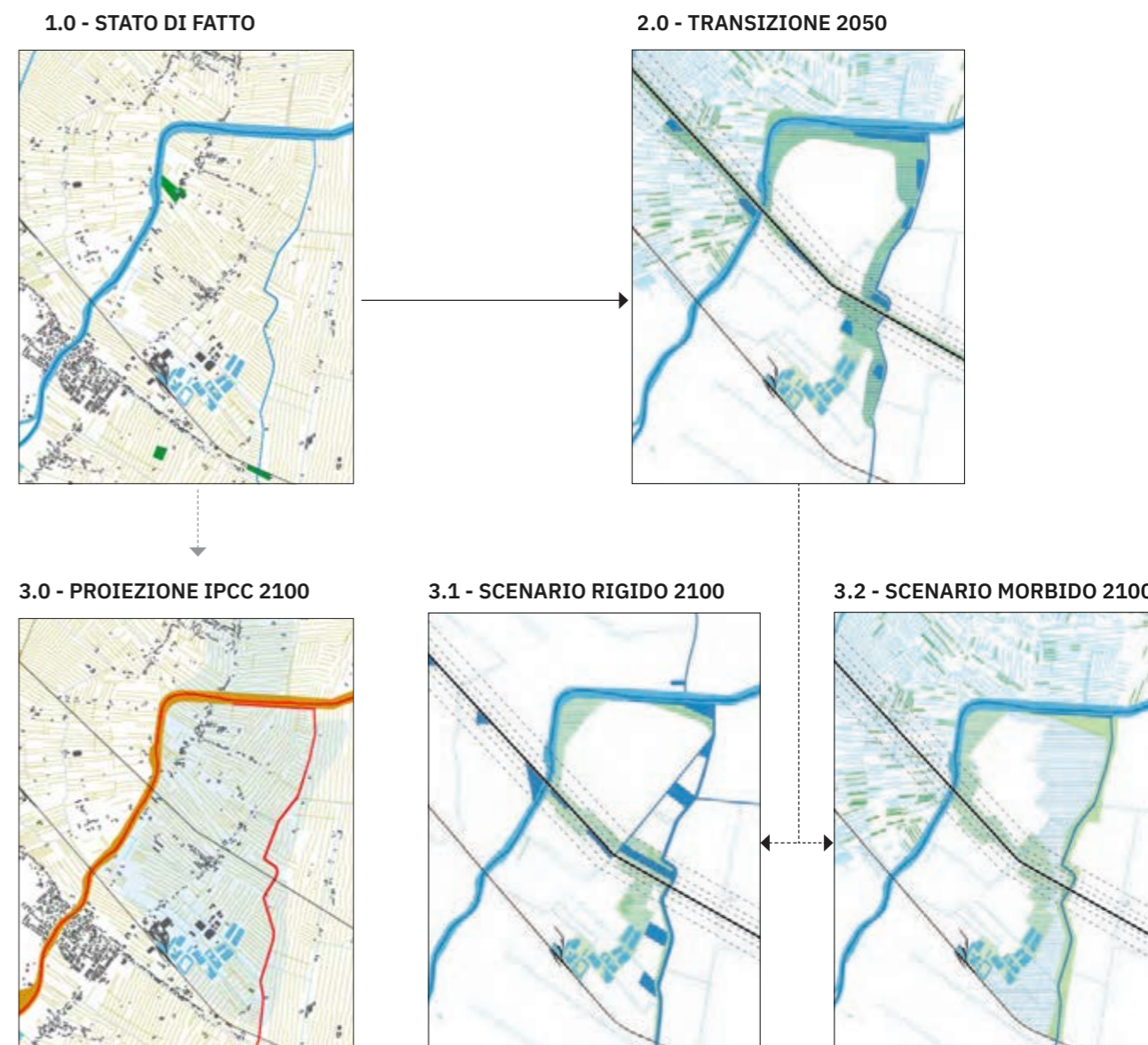
**Schema 1.0 – Stato di fatto:** rappresenta la situazione attuale caratterizzata dall'alveo pensile del Lamone il cui tracciato individua sul lato destro del fiume un'ampia area, morfologicamente confinata a sud dalla ferrovia e ad est dal canale di compartimentazione della cassa di colmata dell'antica Valle Savarna, verso cui si concentrano i tiranti idrici maggiori in caso di alluvione e forti piogge.

**Schema 3.0 – Proiezione IPCC 2100:** sintetizza quello che potrebbe succedere al 2100, con l'aumento della portata del fiume dovuto a periodi di precipitazione più intense mantenendo l'attuale assetto degli argini e considerando la presenza di un'ulteriore barriera in corrispondenza del rilevato della E55.

**Schema 2.0 – Transizione al 2050:** sintetizza la strategia di adattamento al 2050. Prevede lo sviluppo di un "paesaggio di transizione" che gestisca lo scorrimento delle acque superficiali e delle piene del Lamone. Il sistema, integrandosi con il futuro tracciato della E55 e sfruttandone la topografia, funge da scolmatore del fiume, zona di laminazione, depurazione e corridoio ecologico verso la ZPS dell'ex-zuccherificio. L'infrastruttura e le sue pertinenze diventano così un dispositivo di difesa del territorio.

**Schema 3.1 – Scenario rigido 2100:** descrive la possibile evoluzione verso lo "scenario rigido" che cerca di compensare il trend di aumento del rischio idrogeologico con interventi puntuali per l'accumulo, la laminazione e il deflusso delle acque nei canali mantenendo il più possibile invariata la vocazione agricola.

**Schema 3.2 – Scenario morbido 2100:** presenta l'evoluzione verso lo "scenario morbido" che si caratterizza per una più radicale trasformazione del paesaggio nelle aree maggiormente depresse e di confluenza degli scoli. In corrispondenza del canale est, al confine con la cassa di colmata dell'antica Valle Savarna, si sviluppa al posto dell'agricoltura, un ampio sistema di aree dedicate alla laminazione, ad allagamenti programmati e all'infiltrazione.



*Rappresentazione diagrammatica delle fasi che compongono la strategia di adattamento ↗*

### Scenario rigido | 2100

Lo “scenario rigido” prende in considerazione le proiezioni sugli effetti del cambiamento climatico che descrivono un tendenziale aumento degli eventi estremi legati alle precipitazioni. Questo porterà ad intense piogge intervallate da lunghi periodi di siccità, con aumento del rischio di alluvioni e perdita dei raccolti per carenze nel sistema irriguo. Nell'ipotesi di mantenere il più possibile l'attuale assetto produttivo del territorio agricolo, un possibile scenario di evoluzione del paesaggio sarà caratterizzato dall'implementazione della sezione idraulica di fiumi e canali combinata con la creazione di invasi per la laminazione, l'infiltrazione e lo stoccaggio delle acque.

In tale configurazione, la pensilità del sistema idrico sarà notevolmente accentuata per concentrare maggiori volumi d'acqua in minore superficie. A questo scopo, saranno massimizzate le aree di pertinenza delle infrastrutture; in particolare, il tracciato della E55 consentirà di sviluppare un duplice sistema capace di lavorare sia come cassa di espansione lineare del Lamone che come collettore puntuale degli scoli agricoli. A seconda delle caratteristiche dei suoli sarà possibile prevedere il trattenimento dell'acqua per i periodi di siccità o la sua infiltrazione per ricaricare le falde.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo “scenario rigido-conservativo”

### Scenario morbido | 2100

L'elaborazione dello "scenario morbido" si riferisce alle stesse previsioni utilizzate per lo scenario rigido, proiettate, però, su un tipo di vocazione territoriale molto differente. In questo caso, infatti, si ipotizza che, per contrastare il pericolo di alluvioni e siccità, si decida di convertire ampie zone del tessuto agricolo in aree ad allagamento programmato o in sistemi colturali meno idro-esigenti e più idro-resistenti. Tale scelta incide sulla domanda del distretto irriguo, sull'impiego di fitofarmaci e permette di individuare vaste zone di allagamento controllato durante i picchi di precipitazioni.

In tale scenario, le porzioni di territorio più depresse, ad est del comparto, assumeranno una funzione di captazione delle acque superficiali e di quelle provenienti dal sistema di laminazione individuato in adiacenza al tracciato della E55. All'interno di questo nuovo paesaggio potranno trovare collocazione, a seconda del tipo di suolo, anche colture di alberi da frutto, foreste di infiltrazione e boschi commerciali. Le aree umide assolveranno ad un'importante funzione di difesa idrogeologica, diminuendo il carico sulla rete dei canali di scolo; a questa si sommano i benefici derivanti dall'aumento della biodiversità in relazione alle aree agricole e abitate.



➤ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2100 secondo lo "scenario morbido-evolutivo"



### Paesaggio di transizione | 2050 – Lineamenti strategici

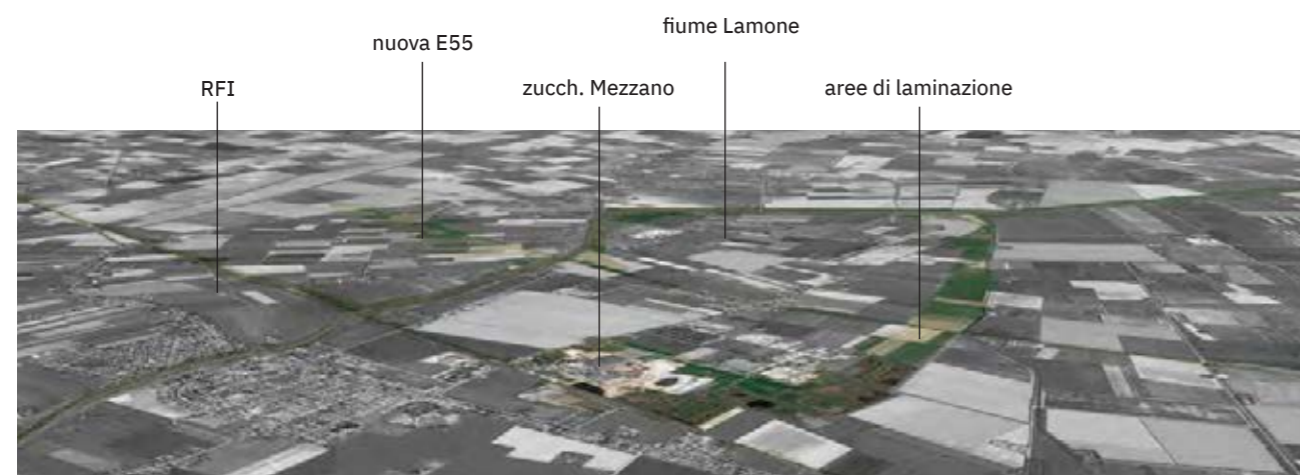
La strategia a breve-medio termine prevede 4 tipi di lineamenti strategici che dovranno essere sviluppati nei prossimi 30 anni per contrastare i trend climatici già in atto e preparare il territorio ai successivi adattamenti secondo una delle due traiettorie descritte per gli scenari al 2100.

**S1 – Protezione centri abitati:** messa in sicurezza idraulica delle zone abitate che ricadono all'interno della perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico nel caso di esondazione del Lamone. A tal scopo si prevedono una serie di interventi di manutenzione e rafforzamento degli argini di difesa idraulica. L'opera di maggior rilievo riguarda la realizzazione di una cassa di espansione sul lato destro del fiume in corrispondenza della deviazione a nord di località Torri. In questo modo si punta a diminuire la spinta idrodinamica sull'argine sinistro difendendo l'abitato di Savarna dall'altra parte del fiume.

**S6 – Gestione idraulica integrata:** si concentra sulla fascia di pertinenza e le aree sottese dalla futura autostrada E55, il cui tracciato passa a nord di Borgo Masotti e taglia in due il comparto racchiuso tra il fiume, la ferrovia e il canale di bonifica delle Valli di Savarna. Il naturale andamento topografico del terreno e delle isofreatiche favoriscono in questo punto lo sviluppo di un sistema di raccolta delle acque di scorrimento superficiale composto da canali, zone di laminazione e fitodepurazione. A questo si somma la possibilità di regolare il livello della cassa di espansione a nord, e quindi del fiume, predisponendo in questa fascia dei bacini di raccolta in grado di immagazzinare acqua per i periodi di siccità.

**S7 – Razionalizzare risorsa idrica:** punta a diminuire i fattori di rischio nelle aree agricole ad ovest del Lamone caratterizzate da un sistema di drenaggio meccanico che dovrà essere adeguato a portate sempre maggiori. Per diminuire il carico sulla rete di scolo e di conseguenza i consumi energetici delle idrovore (aumentando il loro ciclo di vita funzionale), si prevede di incentivare la piantumazione di colture idroresistenti che permettano lo sviluppo su vasti areali della microlaminazione. Tale misura consentirà di compensare il trend climatico agendo indirettamente sull'abbattimento di emissioni in atmosfera.

**S8 – Implementazione corridoio ecologico:** integrato all'infrastruttura autostradale la cui costruzione diventa un'occasione per aumentare la resilienza del territorio. Le aree precedentemente descritte costituiranno un sistema continuo di aree di laminazione e allagamento programmato in grado di collegare i due principali elementi di naturalità ancora presenti nell'area: la zona goletale del Lamone e la ZPS presso i bacini di decantazione dell'ex zuccherificio di Mezzano. In questo modo verrà a crearsi un importante dispositivo di tutela della biodiversità, di potenziamento dei percorsi naturalistico-ricreativi presenti sul territorio e di valorizzazione del patrimonio storico-ambientale.



### Incidenza sui fattori di rischio

Vengono qui estrapolati i rischi individuati dalla “Strategia di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna” e analizzata l’incidenza sull’area-studio delle azioni proposte per contenere e limitare le loro manifestazioni, nonché per adattare questo paesaggio alle mutazioni fisiche che comporteranno.

Nello schema a lato sono localizzati gli interventi sul territorio, mentre in tabella si identificano le interazioni potenziali di ogni azione rispetto alla riduzione dei rischi sull’orizzonte temporale al 2050.

Come risulta da questa analisi, l’insieme delle misure contribuisce alla resilienza complessiva di questa parte del territorio senza snaturarne la vocazione produttiva e ambientale; inoltre, si pongono le basi affinché il paesaggio sia pronto ad evolversi verso scenari di adattamento più estremi che, sul lungo periodo, saranno probabilmente necessari qualora si confermassero i trend di cambiamento climatico a lungo termine forniti dai modelli previsionali.

Rischi	Lineamenti strategici			
	S.1	S.6	S.7	S.8
Incendi boschivi				
Dissesto idrogeologico	■	■	■	
Perdita produzione agricola		■	■	
Disponibilità e qualità idrica	■	■		■
Degrado del suolo		■	■	■
Arrestramento linea di costa				
Intrusione salina				
Effetti sulla salute	■			■
Aumento consumi energetici	■		■	
Perdita biodiversità		■	■	■
Effetti sull'economia	■	■	■	

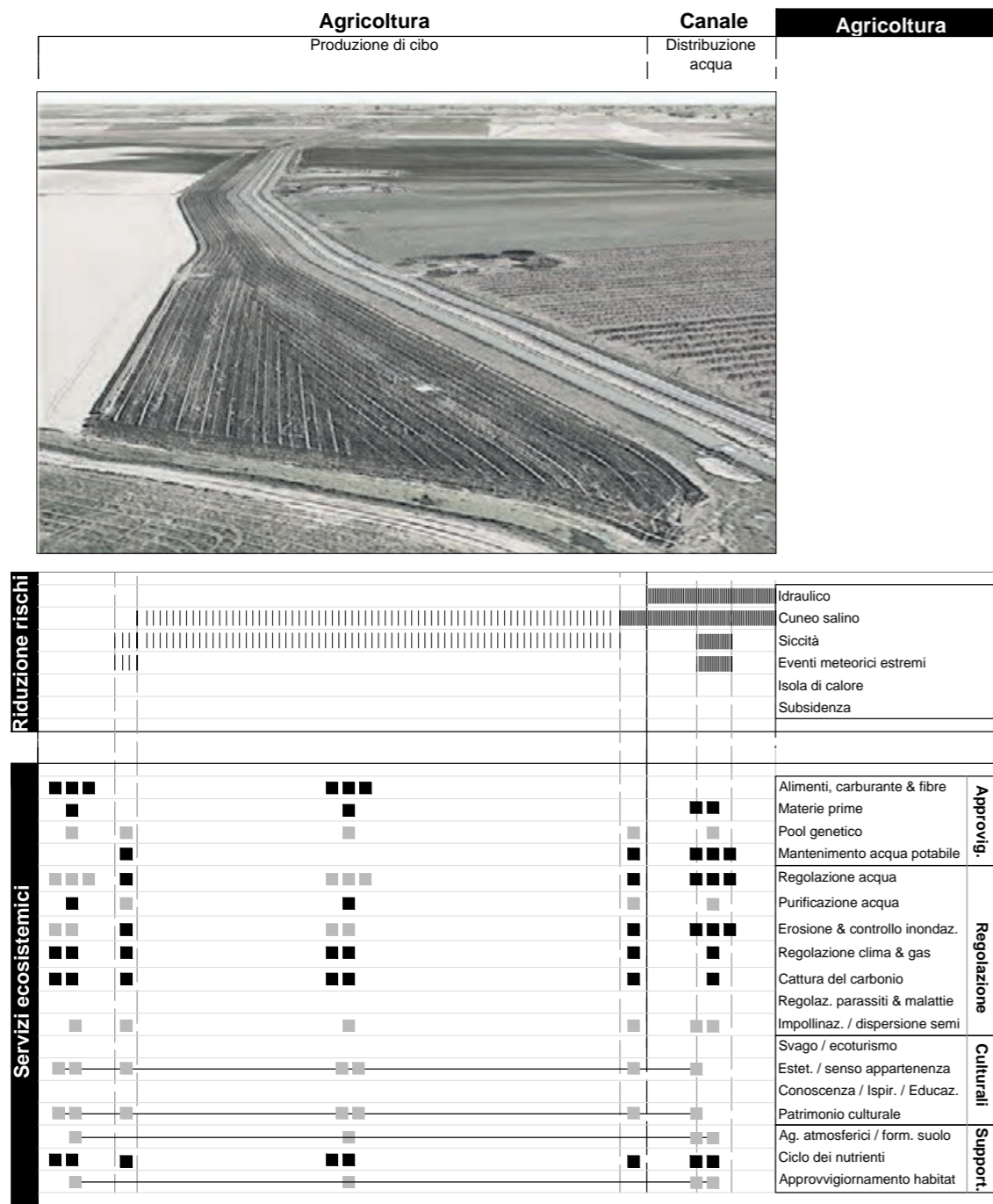
  

Lineamenti strategici			
■ S.1 protezione centri abitati costieri	■ S.7 rafforzamento trame geomorfologiche		
■ S.6 estensione sistema dunale	■ S.8 potenziamento connessione idraulica		

↑ Rappresentazione schematica delle azioni di adattamento relative al paesaggio di transizione al 2050

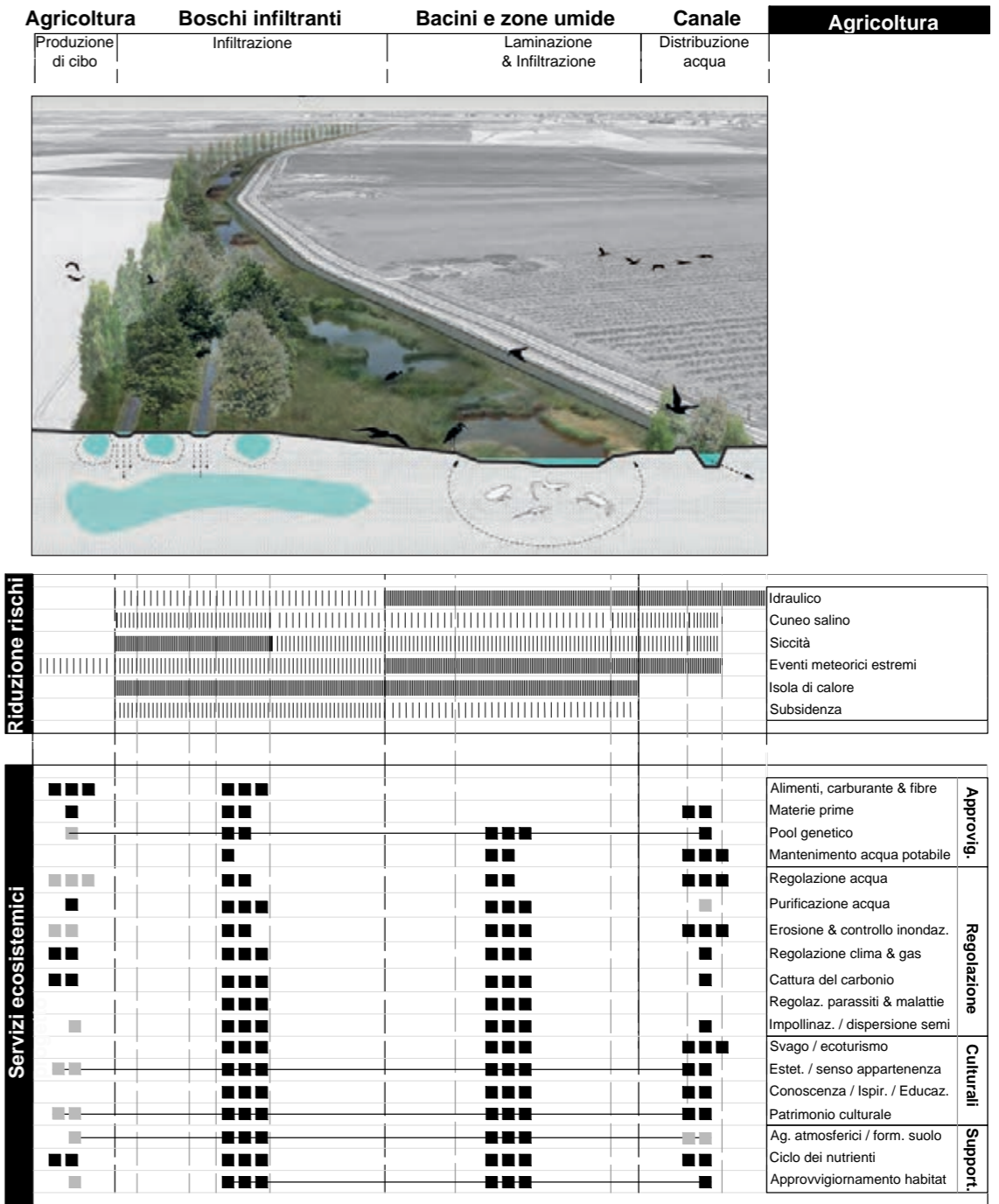


Rappresentazione schematica planimetrica delle azioni di adattamento relative al paesaggio di transizione al 2050. I colori fanno riferimento al lineamento strategico previsto, descritto nella pagina precedente ↑



Stato attuale | 2020

↑ Una foto satellitare dello stato attuale  
 → Una rappresentazione fotorealistica dell'esito degli interventi ipotizzati attraverso il concetto di multifunzionalità, resilienza e gestione integrata dei rischi

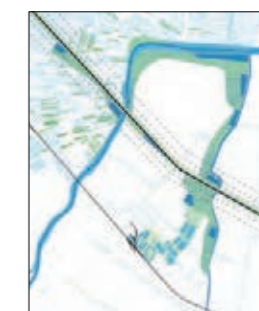


Scenario transfer | 2050

Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050 in area demaniale agricola in prossimità di uno scolo. Vengono messi in evidenza in maniera schematica i Servizi Ecosistemici forniti e la gestione dei rischi che l'area è in grado di assolvere nella condizione attuale e nella trasformazione ipotizzata. Lavoro sviluppato in collaborazione con il Consorzio di Bonifica della Romagna e il CESTHA (Centro di ricerca e tutela degli habitat).



**Scenario transfer | 2050**



↑ Vista rappresentativa della possibile evoluzione del paesaggio al 2050

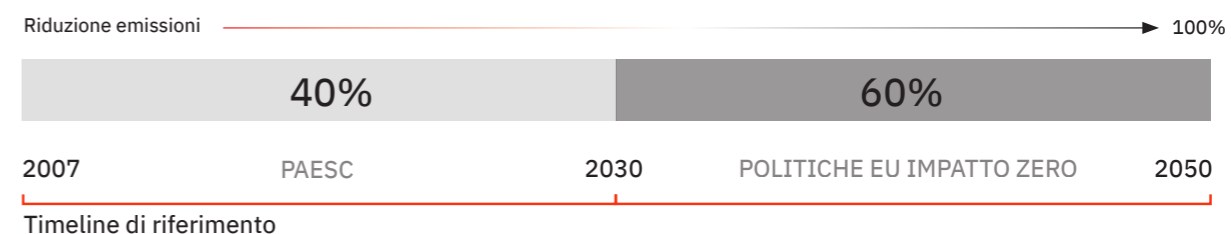
# PAESAGGI ENERGETICI

Uno degli obiettivi sottoscritti con il “Patto dei Sindaci” riguarda la diminuzione entro il 2030 del 40% delle emissioni di CO2. Il presente PAESC individua le azioni di mitigazione e monitoraggio che il territorio ravennate mette in campo per raggiungere questa soglia descritte nel volume riguardante la Mitigazione.

Nel presente volume, trattando la tematica in termini di Adattamento del territorio, ci concentreremo su un ulteriore ambizioso obiettivo del previsto dall’Europa nei recenti programmi in cui si prospetta un “impatto zero“, ossia l’abbattimento del 100% delle emissioni di CO2 entro il 2050, definita all’interno dello scenario low carbon economy, ribadito nel Green New Deal a inizio 2020.

In quest’ultima sezione cercheremo di prefigurare, in che misura e con quale incidenza sul territorio, lo sviluppo di infrastrutture energetiche sostenibili possa contribuire a tali richieste con scopo illustrativo e didascalico. A tal fine, la ricerca analizza il potenziale di transizione energetica associabile a una singola tipologia di infrastruttura energetica di tipo rinnovabile in base alla sua effettiva impronta sul territorio e all’attuale livello di efficienza tecnologica.

Nella parte conclusiva di questa sezione vengono presentati due focus progettuali di due progetti che interessano il territorio ravennate, uno per la produzione di energia da fonti rinnovabili offshore (progetto AGNES) e l’altro per lo stoccaggio di CO2.

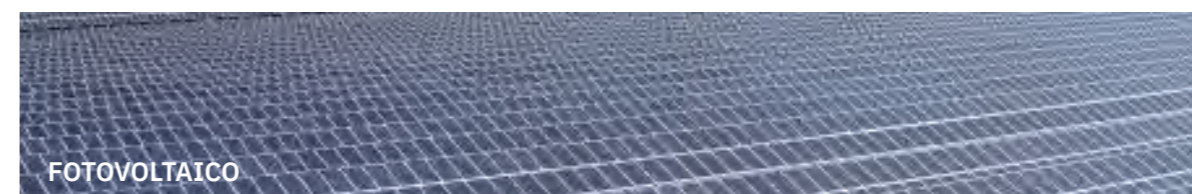


FOCUS**Potenziale di transizione energetica**

L'analisi del potenziale di transizione energetica del Comune di Ravenna ha lo scopo di mettere in evidenza quanto e come le diverse fonti rinnovabili, prese in esame singolarmente, possono incidere sulle trasformazioni del paesaggio. In questo modo è possibile far emergere limiti e opportunità associate ad ognuna di esse così da indirizzare le scelte strategiche e le azioni necessarie per rispettare l'impegno di abbattimento totale delle emissioni entro il 2050. Questa operazione ha comportato diversi passaggi:

- 1 - individuazione delle fonti di energia rinnovabile per la definizione del potenziale di transizione energetica nel territorio di Ravenna: eolico, fotovoltaico, biomassa
- 2 - calcolo delle tonnellate di CO2 da compensare con la produzione energetica da fonti rinnovabili;
- 3 - conversione di questo valore nel dato spaziale corrispondente all'estensione teorica dei diversi sistemi energetici considerati;
- 4- per ognuno di essi, l'individuazione di criteri di localizzazione misurati sull'effettiva propensione del territorio ad accoglierli
- 5 - la conseguente stima dell'incidenza potenzialmente associabile a ciascuna fonte.

Il rapporto tra l'energia prodotta e l'abbattimento di emissioni di CO2 che viene considerato in questo studio si basa su casi studio analoghi.



*Le fonti di energia rinnovabile considerate nel potenziale di transizione energetica ↗*



Il calcolo della CO<sub>2</sub> da ridurre entro il 2050 è stato effettuato sull’inventario delle emissioni all’anno 2007 che costituisce la base-line del PAESC. Il dato preso come riferimento corrisponde dunque a 1.683.317,65 tonnellate totali. Di queste, in fase di traduzione in azioni di mitigazione, si presuppone una riduzione del 40% entro il 2030, per complessive 673.327,06 tonnellate. In questo focus ci si concentra sul periodo 2030 e il 2050, per il quale l’ammontare di CO<sub>2</sub> da mitigare, corrisponde a 1.009.990,59 tonnellate, ossia il 60% del totale.

Ai fini della ricerca, tale cifra è stata considerata nella sua interezza ipotizzando che la riduzione di emissioni correlata all’uso di fonti di energia rinnovabili contribuissero in toto al suo raggiungimento, definendo uno scenario mono-energetico. Con questo presupposto, si è cercata una correlazione tra questo dato quantitativo e valori di estensione spaziale associati allo sviluppo di infrastrutture che consentissero una produzione energetica sostenibile. Avvalendosi dei parametri di conversione forniti dalla “Strategia regionale per il clima” è stato possibile trasformare le tonnellate di CO<sub>2</sub> in corrispondenti ettari di territorio necessari allo sviluppo di sistemi dedicati.

↗ Diagramma che individua, in rosso, la quota di CO<sub>2</sub> da compensare nel periodo 2030-2050 per raggiungere il 100% di riduzione delle emissioni

## Scenario mono-energetico 2030 – 2050

FONTI energia rinnovabile	TARGET di riduzione CO <sub>2</sub> (a)	FATTORE di conversione (b)	IMPRONTA in ettari (a / b)
<b>FOTOVOLTAICO</b> <small>assumendo che 1ha di pannelli sviluppi 0,94 MW di potenza*</small>	<b>1.009.990,59</b> tonnellate di	<b>380 t/ha</b>	<b>2.658</b> ha
<b>BIOMASSA</b> <small>assumendo che 1ha di biomassa sviluppi 0,01 MW di potenza*</small>	<b>1.009.990,59</b> tonnellate di CO <sub>2</sub>	<b>0,38 t/ha</b>	<b>2.656.199</b> ha
<b>EOLICO</b> <small>assumendo che 1 turbina eolica sviluppi 11,8 MW di potenza*</small>	<b>1.009.990,59</b> tonnellate di CO <sub>2</sub>	<b>112,22 t/ha</b> con 0,006 turbine ogni ha	<b>9.000</b> ha

\* stime calcolate su impianti installati nel territorio di Ravenna e comuni limitrofi o con caratteristiche analoghe

Tabella comparativa dei procedimenti di conversione adottati per individuare l’impronta spaziale teorica delle singole fonti rinnovabili rispetto al target di riduzione delle emissioni nel periodo 2030-2050 ↑

## Scenario 2030 – 2050 mono-energetico

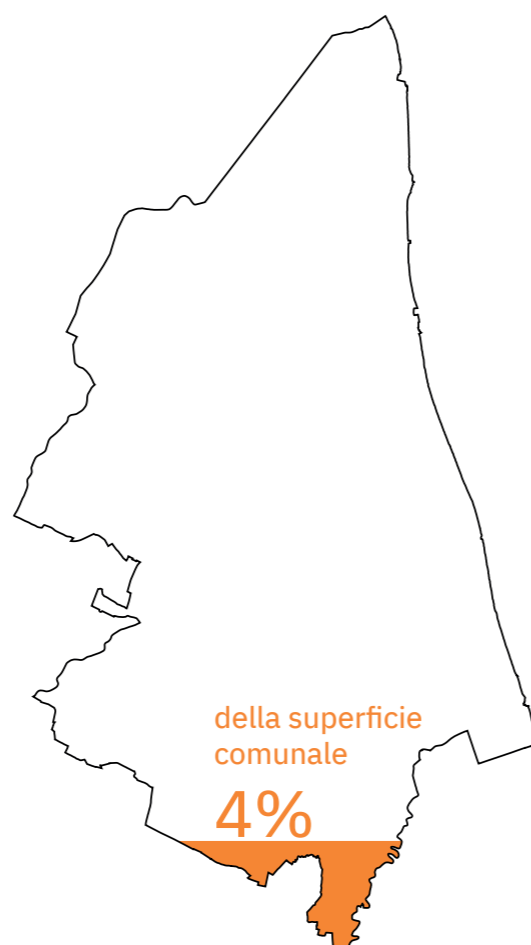
Le tecnologie energetiche rinnovabili ritenute compatibili con il territorio e le risorse del Comune di Ravenna sono: fotovoltaico, eolico e biomassa. L'operazione di conversione, della CO<sub>2</sub> da ridurre in ettari di territorio infrastrutturato, ha visto l'applicazione di un fattore cautelativo: l'efficienza produttiva degli impianti è stata desunta dai parametri attuali senza considerare migliorie tecnologiche.

I risultati ottenuti mostrano una notevole differenza riguardo all'impronta teorica di ogni singolo "paesaggio energetico"; ognuno di essi corrisponde all'estensione di territorio necessaria per passare, nel periodo 2030-2050, da una riduzione del 40% a una riduzione del 100% di emissioni di CO<sub>2</sub>. Nel caso della biomassa, ad esempio, occorrerebbe una superficie pari a circa 41 volte quella comunale.

Tali dati sono stati verificati sulla base dell'effettiva disponibilità di aree in cui l'installazione degli impianti fosse plausibile, efficiente e meno impattante. Le schede che seguono analizzano, per ognuna delle fonti energetiche in esame, i criteri di localizzazione e le conseguenze di 3 azioni successive di colonizzazione del paesaggio da parte dell'infrastruttura. Nella realtà, l'obiettivo di riduzione delle emissioni del 100% entro il 2050 è credibilmente raggiungibile solo attraverso un mix ponderato delle diverse fonti rinnovabili che tenga conto degli impatti paesaggistici e ambientali associati alle infrastrutture utili al loro sviluppo.

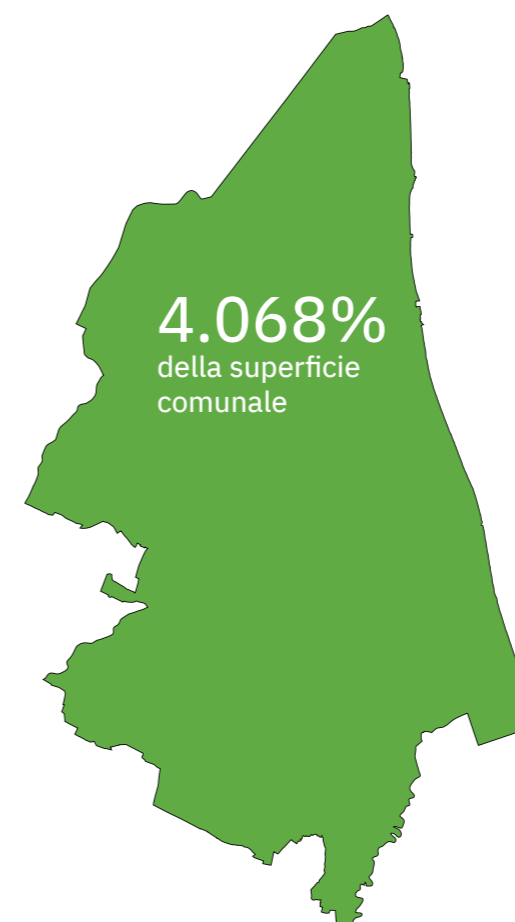
### FOTOVOLTAICO

FOTOVOLTAICO  
area necessaria per il 100%: 2.658 ha



### BIOMASSA

BIOMASSE  
area necessaria per il 100%: 2.656.199 ha



### EOLICO

EOLICO  
area necessaria per il 100%: 0 ha a terra

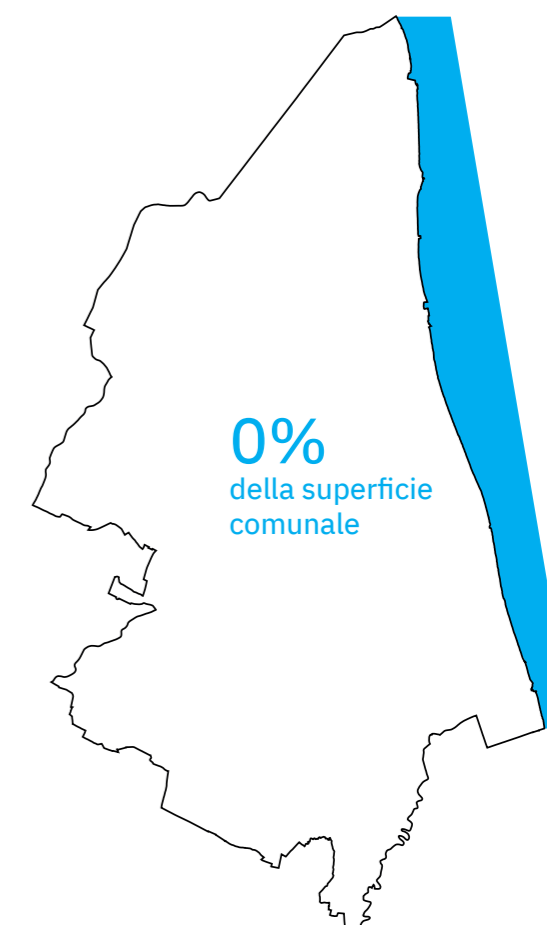


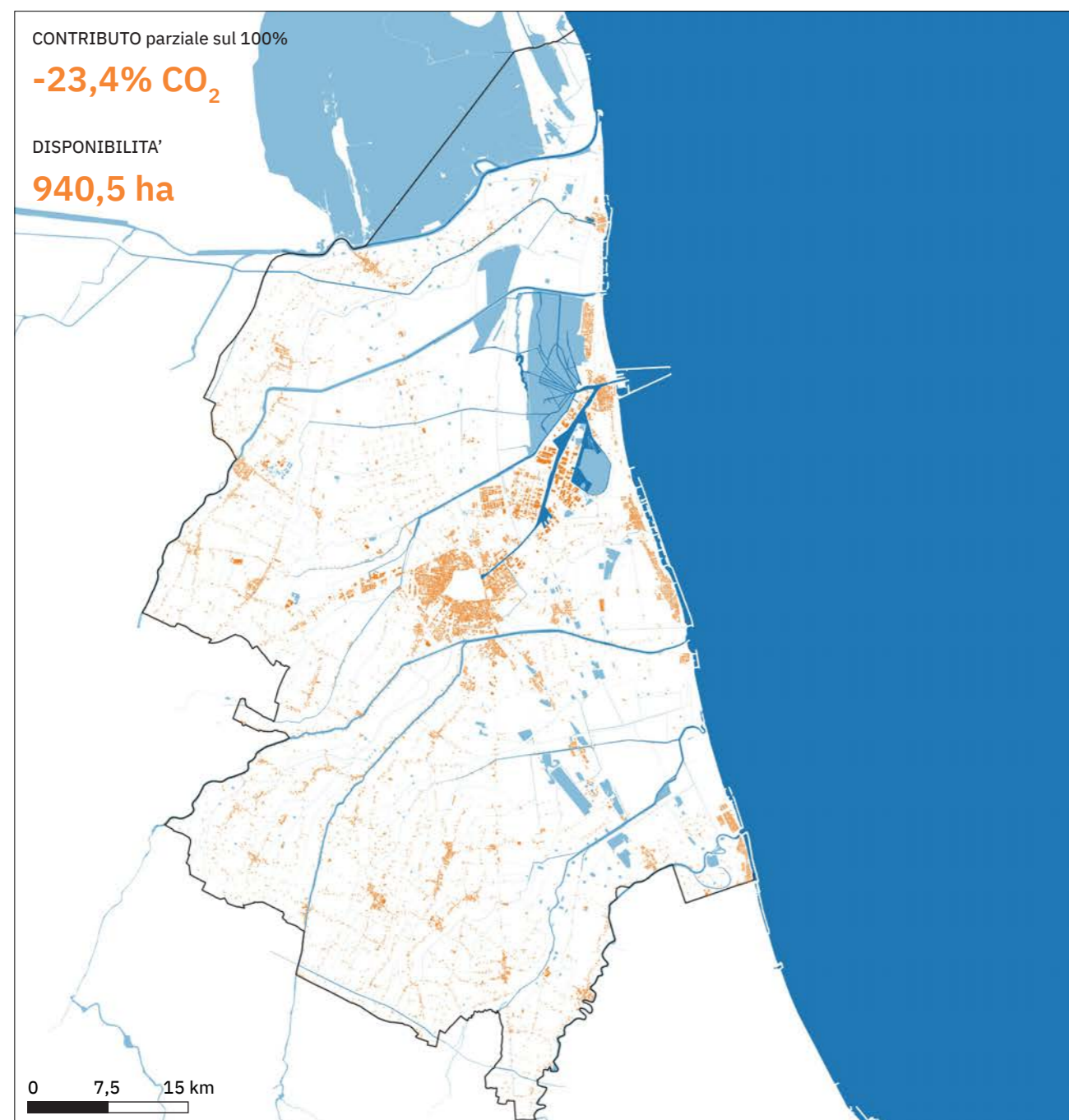
Diagramma comparativo dell'impronta spaziale teorica relativa a fotovoltaico, eolico e biomasse per raggiungere il target di riduzione delle emissioni nel periodo 2030-2050 rapportata alla superficie comunale (65.290 ha)

la superficie offshore richiesta corrisponde al 13,8% dell'estensione del territorio comunale



## Fotovoltaico 2030 - 2050 | Azione I

## Copertura edifici



## Criteri di selezione

La superficie fotovoltaica rappresentata in pianta è stata ottenuta prendendo in considerazione tutti gli edifici - ad esclusione del centro storico di Ravenna e delle aree vincolate in genere - la cui superficie in pianta è maggiore di 100mq. Questa scelta consente di includere nel calcolo solo impianti di medio-grandi dimensioni compensando statisticamente l'incidenza negativa del fattore geometrico legato alla giacitura delle falde dei tetti. Il valore unitario di conversione tra estensione del fotovoltaico e riduzione di emissioni corrisponde a: 1 ettaro = -376,59 t di CO<sub>2</sub>. La superficie totale degli edifici esistenti oggi nel territorio comunale che presentano i criteri riportati è pari a 1.144,5ha. Per calcolare la disponibilità per lo scenario 2030-2050 pari di 940,5ha sono stati sottratti 141ha di fotovoltaico installato tra il 2007-2020 per una potenza pari a 133,05MW, e quelli previsti nel decennio 2020-2030 per una potenza di 57,61MW che corrispondono a una superficie stimabile di 61,3ha.



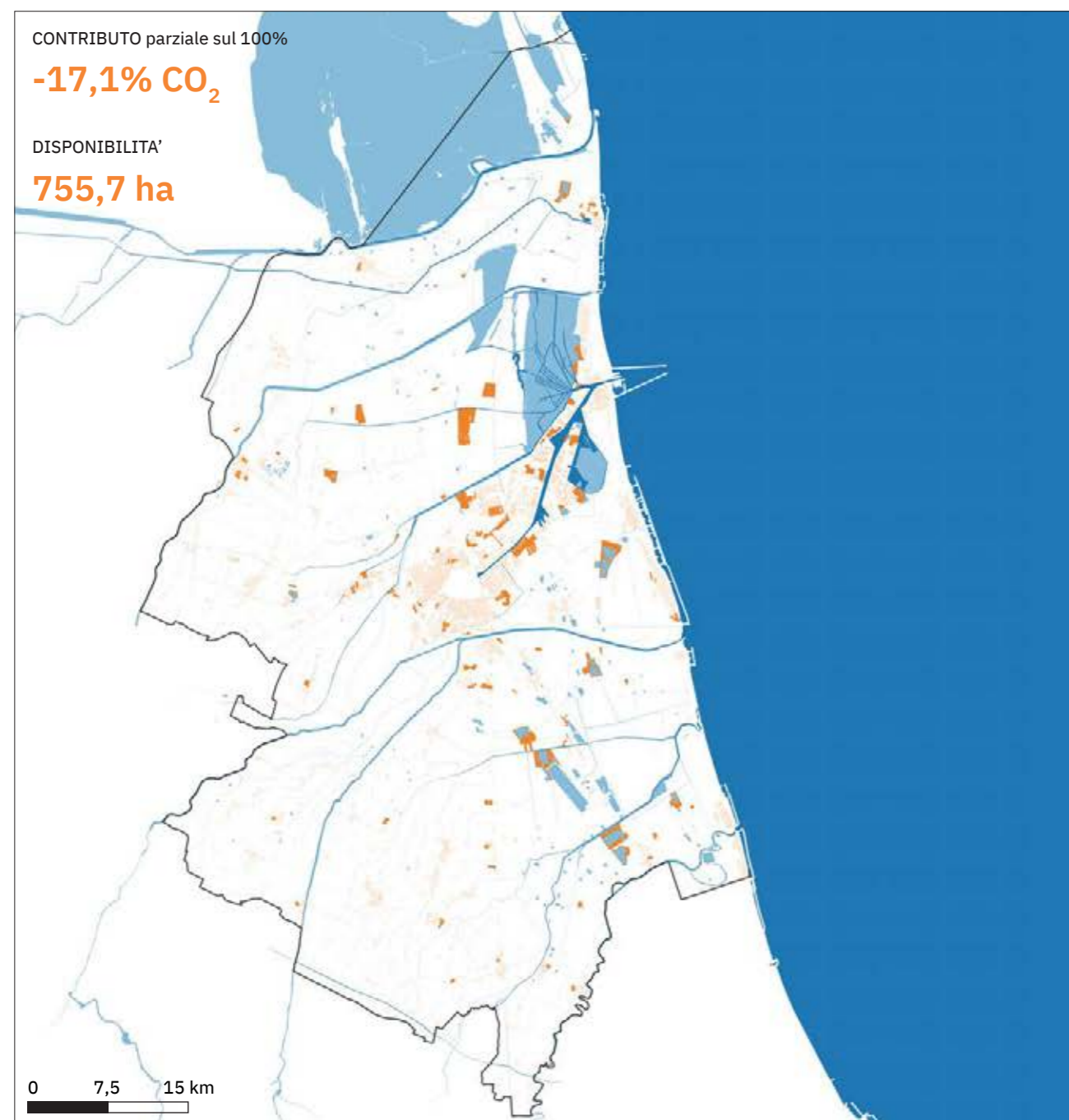
Impianti fotovoltaici su edifici industriali ↑



Impianti fotovoltaici su edifici commerciali ↑

## Fotovoltaico 2030 - 2050 | Azione II

## Copertura cave e miniere



## Criteri di selezione

Il secondo criterio adottato per localizzare aree di possibile sviluppo per nuovi parchi fotovoltaici ha visto la selezione, sul territorio comunale, delle zone interessate da attività di cava, miniera e discarica non più attive e quindi disponibili ad essere convertite in un paesaggio energetico. Da queste sono state escluse anche le aree che ricadono in ambiti tutelati dal punto di vista ambientale ed ecologico. Il valore unitario di conversione utilizzato per determinare il fattore di riduzione delle emissioni è lo stesso considerato nell'ambito del primo step.



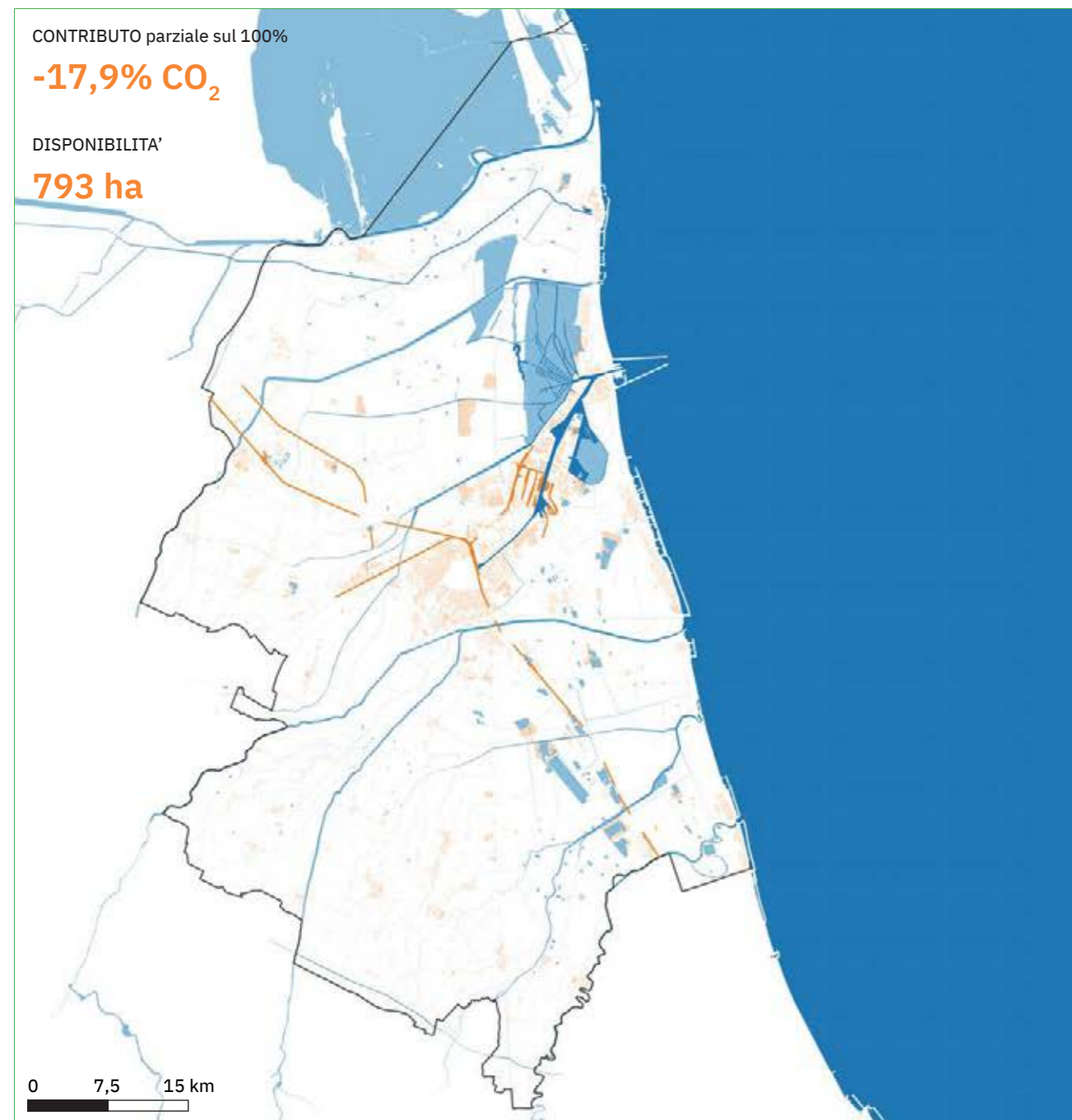
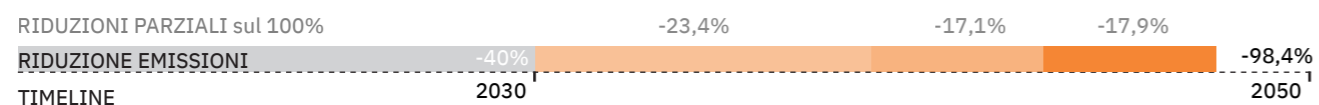
Esempio di parco fotovoltaico in una cava dismessa ↑



Esempio di parco fotovoltaico sui terreni di una discarica ↑

Fotovoltaico 2030 - 2050 | Azione II

**Copertura fasce di rispetto nuove infrastrutture**



**Criteri di selezione**

Il criterio di selezione applicato per la terza fase di ipotetico sviluppo del fotovoltaico considera le fasce di rispetto (60m) relative alle infrastrutture stradali di futura costruzione o potenziamento. All'interno di queste aree sono stati presi in considerazione solo i terreni più improduttivi, individuati in base alla mappatura del carbonio organico presente nel suolo, considerando un valore soglia di 50 CO Mg\*ha<sup>-1</sup>. La sommatoria di queste aree con quelle descritte negli step precedenti determina nel complesso il raggiungimento del 100% di abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub>.



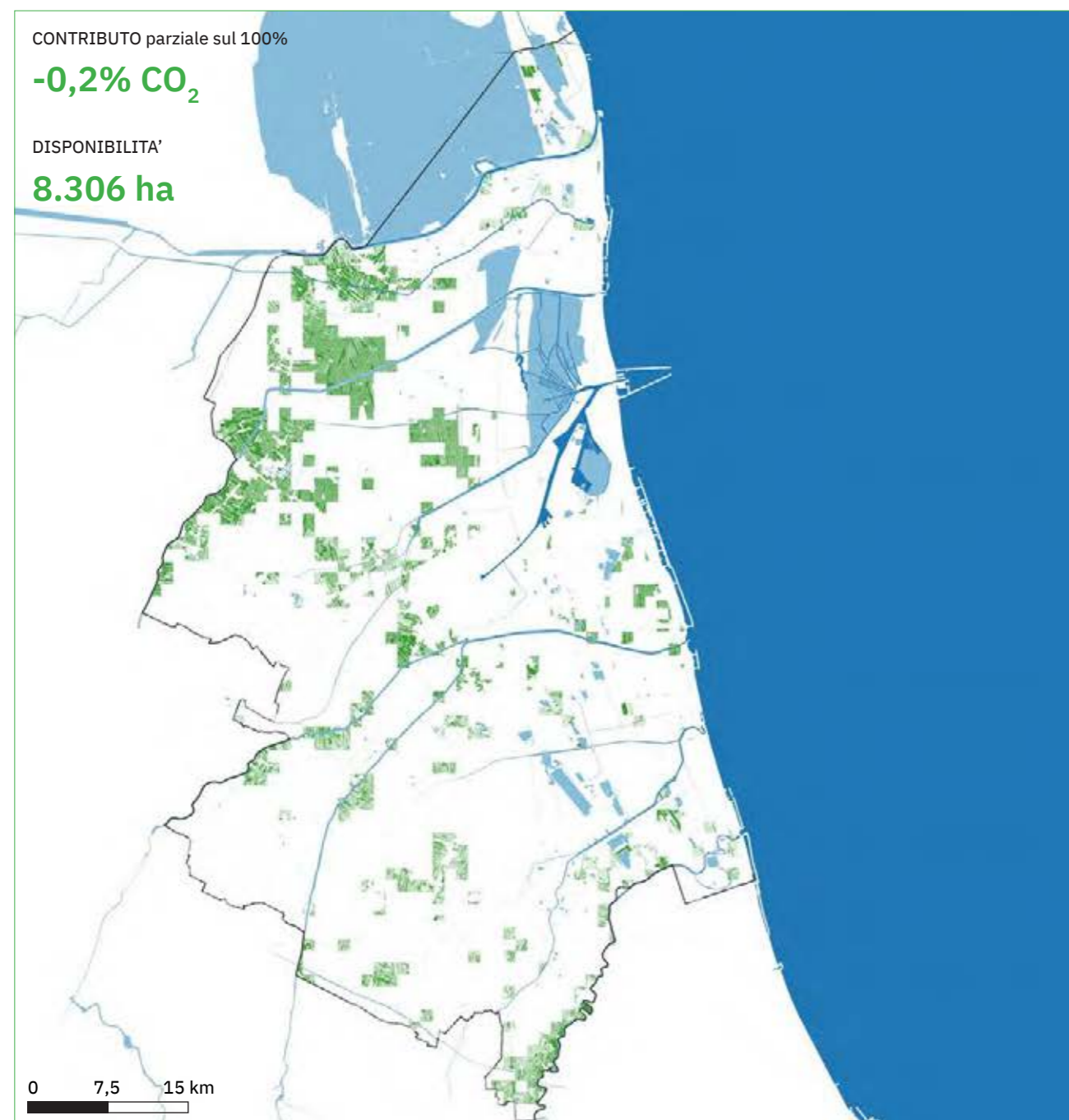
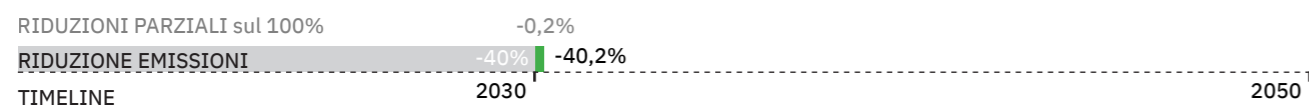
Esempio di integrazione tra attività rurali e una Solar Farm a Sant'Alberto di Ravenna ↑



Impianto fotovoltaico sull'autostrada del Brennero ↑

Biomasse 2030 - 2050 | Azione I

## Aree agricole a basso contenuto di carbonio organico



### Criteria di selezione

La superficie destinabile a biomassa è qui commisurata alle aree agricole il cui contenuto di carbonio organico è inferiore a 40 CO Mg\*ha<sup>-1</sup>. Tali suoli, intrinsecamente poco produttivi, necessitano di un uso molto abbondante di fertilizzanti. Nell'ipotesi che vengano destinati alla produzione di biomassa (cippato ligneo), sarebbero soggetti a processi di nuova forestazione che ne migliorerebbero la composizione chimica e la permeabilità complessiva. Tutti fattori positivi che compensano lo scarso apporto in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, stimato in -0,37 tonnellate ad ettaro.



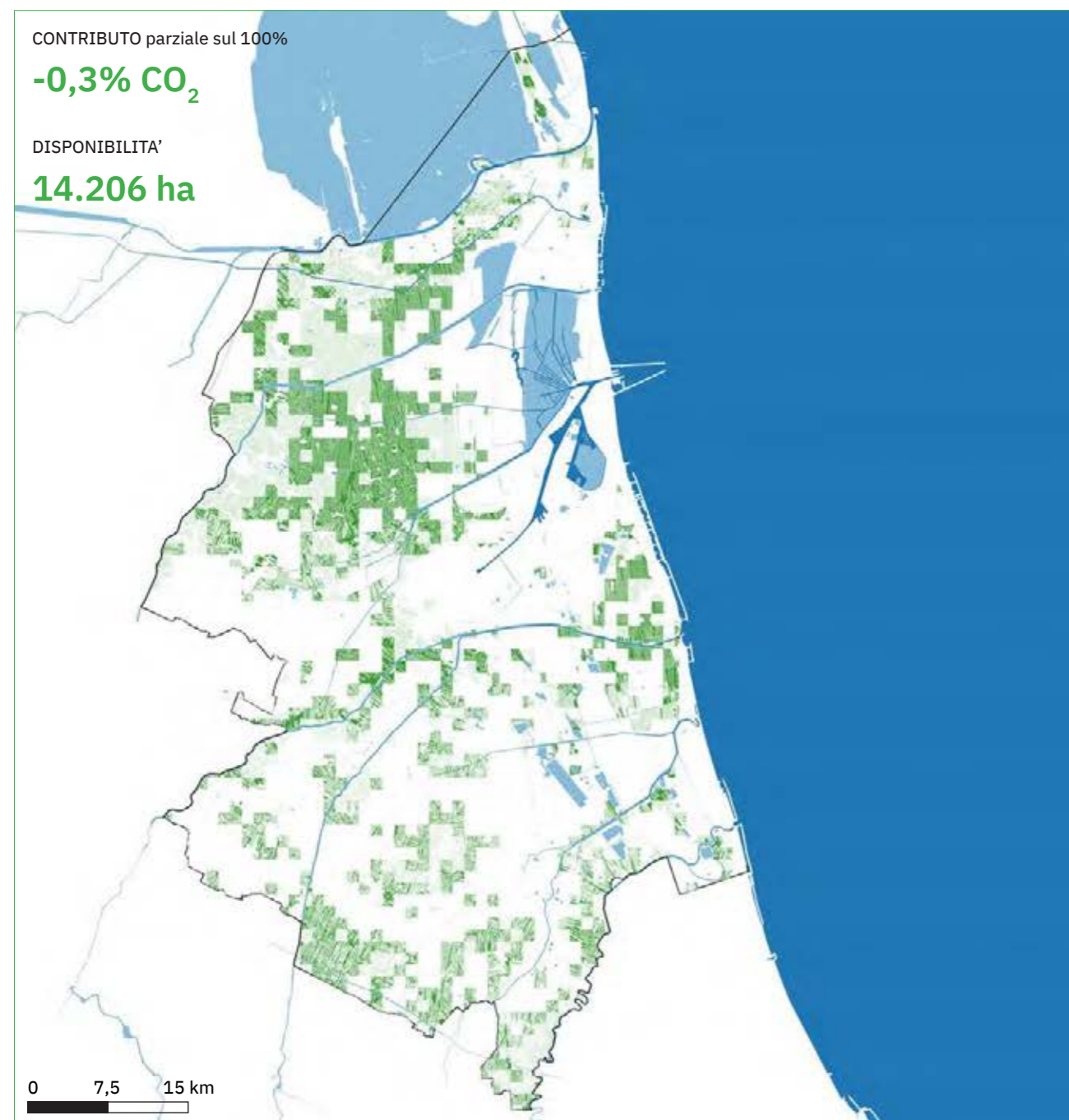
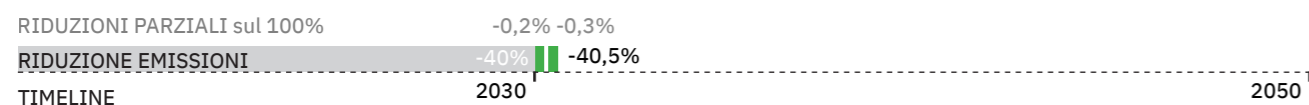
Area agricola in corso di forestazione a Ravenna ↑



Boschetti da biomassa nella cintura periurbana di Ravenna, novembre 2017 ↑

## Biomasse 2030 - 2050 | Azione II

## Aree agricole a medio-basso contenuto di carbonio organico



## Criteri di selezione

Il secondo criterio di selezione applicato allo sviluppo di aree per la produzione di biomasse comprende i terreni agricoli il cui valore di carbonio organico è stimato tra i 40 e i 50 Mg\*ha<sup>-1</sup>, quindi con un contenuto medio-basso. Tale condizione ne fa supporre la conversione in zone miste che alternino nuovi boschi - per la produzione del cippato ligneo - a colture da cui ricavare il cosiddetto "insilato di mais" da destinare anch'esso alla filiera energetica. Anche in questo caso, lo scarso impatto diretto sull'abbattimento di CO<sub>2</sub> è compensato dall'azione benefica sulla qualità del suolo.



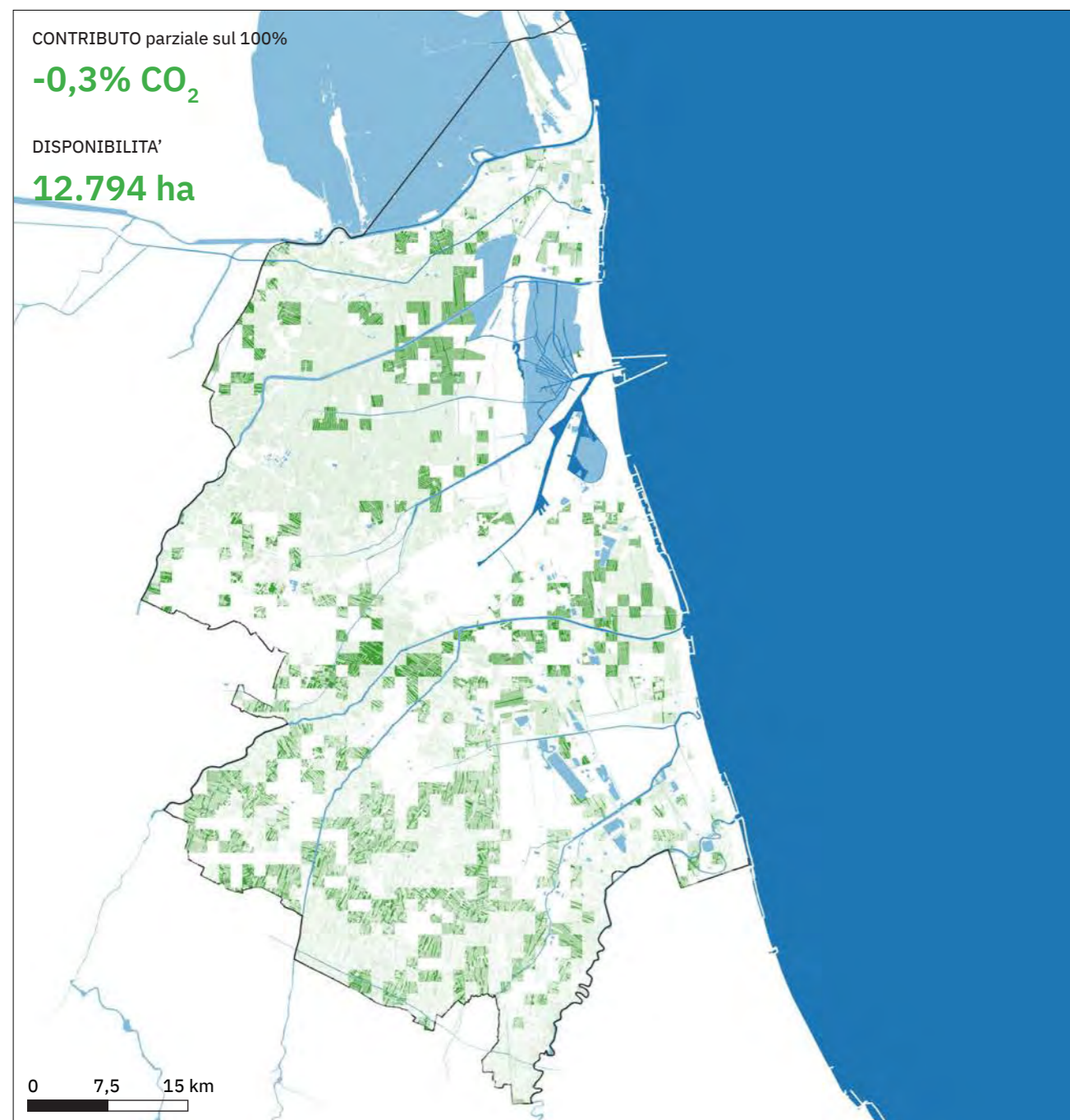
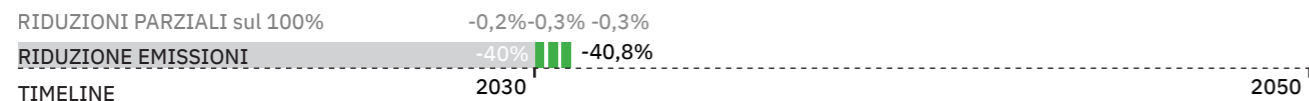
Campo agricolo bordato da un'area di forestazione ↑



Campo agricolo bordato da un'area di forestazione ↑

## Biomasse 2030 - 2050 | Azione III

## Aree agricole a medio contenuto di carbonio organico



## Criteri di selezione

La superficie da destinare alla produzione di biomassa si riferisce, in questo terzo passaggio, ai terreni agricoli il cui contenuto di carbonio organico è compreso tra i 50 e i 60 Mg\*ha<sup>-1</sup>. Tali suoli sono ritenuti mediamente produttivi e necessitano dunque di moderate quantità di fertilizzanti chimici. In queste aree si ipotizza principalmente lo sviluppo di coltivazioni estensive di mais ed altri cereali da cui ricavare la materia prima destinata alla produzione energetica di biomasse. In questo caso le azioni si limiterebbero ad un'ottimizzazione della filiera e con riduzione degli scarti agricoli.



Esempio di area agricola estensiva ↑



Area agricola in prossimità di un'area forestata a bosco ceduo per la biomassa ↑

Eolico 2030 - 2050 | Azione I

## Parco eolico oltre i 15 Km

RIDUZIONI PARZIALI sul 100%



### Criteria di selezione

Il parco eolico consiste in 65 turbine con capacità installata di 11,8 MW, ciascuna in grado di generare annualmente circa 26GWh di energia e garantire una conseguente diminuzione delle emissioni CO<sub>2</sub> pari a circa 15540 tonnellate. Le turbine sono situate oltre i 18 chilometri dalla linea di costa, posizionate in modo da rispettare una interdistanza tra esse di circa 1,5 chilometri. L'insieme di tutti i vincoli che insistono sul tratto di mare interessato ha fatto sì che si optasse in fase di progettazione per il numero minore possibile di turbine eoliche, aumentando la loro potenza nominale nonostante questa sarà disponibile sul mercato successivamente, tenendo anche conto dell'orizzonte temporale a lungo termine su cui si basa il progetto.

*Il layout del parco ha seguito come criteri di localizzazione: la scarsa profondità del fondale, la mitigazione dell'impatto visivo, le rotte di navigazione, il rispetto delle zone di tutela ambientale e le basse interferenze con attività preesistenti, come ad esempio la pesca e le infrastrutture dell'oil&gas.*

*Per calcolare il contributo in termini di risparmio di emissioni di CO<sub>2</sub> di un kWh eolico sono stati utilizzati i parametri e le stime della Iea (International Energy Agency): per ogni chilowattora prodotto da eolico il risparmio di CO<sub>2</sub> è pari a circa 600 kg.*

## FOCUS

## Stoccaggio CO2

## Carbon Capture and Storage: Hub di Ravenna

Nell'ambito della strategia di neutralità carbonica di lungo termine di Eni, particolare rilievo assumono i progetti per la cattura della CO2. Catturare la CO2 per stoccarla permanentemente o riutilizzarla in altri cicli produttivi è, infatti, una delle azioni indispensabili per ridurre l'emissione in atmosfera e dunque diminuire l'impatto sui cambiamenti climatici, come affermato dall'*International Energy Agency* e sostenuto dalla Comunità Europea. All'interno della propria strategia di lungo termine, a febbraio 2020, Eni ha annunciato l'avvio di progetti per la cattura e lo stoccaggio della CO2, sia in Italia che all'estero, per oltre 10 milioni di tonnellate annue al 2050. In Italia è stato avviato il progetto, ora in fase di studio, *Adriatic Blue* afferente all'hub di Ravenna dove sarà possibile stoccare nei campi a gas ormai maturi dell'offshore Adriatico la CO2 proveniente da attività industriali energivore caratterizzate da significative emissioni che altrimenti continuerebbero ad essere rilasciate in atmosfera. Oggi questi giacimenti esauriti o in via di esaurimento, potranno essere riempiti con volumi inferiori di CO2 e a pressioni più basse rispetto a quelli originari che hanno contenuto il gas naturale ed essere riconvertiti velocemente e in sicurezza in siti di stoccaggio. Il progetto *Adriatic Blue* si articolerà attraverso una prima fase dimostrativa che prevede la cattura e lo stoccaggio nel giacimento offshore di Porto Corsini Mare Ovest di parte delle emissioni di CO2 provenienti dalla centrale a gas naturale di Casalborgsetti e di una parte di quelle emesse da una parte dell'impianto del polo chimico di Ravenna.

In una fase successiva di sviluppo industriale il contributo alla cattura di CO2 verrà dagli impianti Eni di Ravenna, di Ferrara e Mantova oltre ad eventuali altri siti in fase di valutazione.

La capacità di stoccaggio sarà messa a disposizione di terzi facilitando pertanto lo sviluppo di progetti di cattura di CO2 nell'area del ravennate, fattore chiave per la decarbonizzazione dell'economia nazionale, in particolare delle attività industriali *hard to abate*. Nel medio termine si prevede di riuscire a stoccare un quantitativo annuo di 4 milioni di tonnellate di CO2.

Il progetto promuove la produzione di energia *Blue*, ossia prodotti energetici decarbonizzati e consente di rendere ambientalmente sostenibili quelle attività indispensabili per l'economia del Paese ma altamente energivore con elevate emissioni come ad esempio l'industria pesante - acciaierie, cementifici, etc. - il trasporto, la generazione di energia elettrica programmabile.

Con una capacità di stoccaggio superiore a 350 milioni di tonnellate, il progetto *Adriatic Blue* si configura come uno dei più grandi hub di stoccaggio al mondo.

Schema funzionale del progetto AGNES Adriatic Green Network of Energy Sources ↗

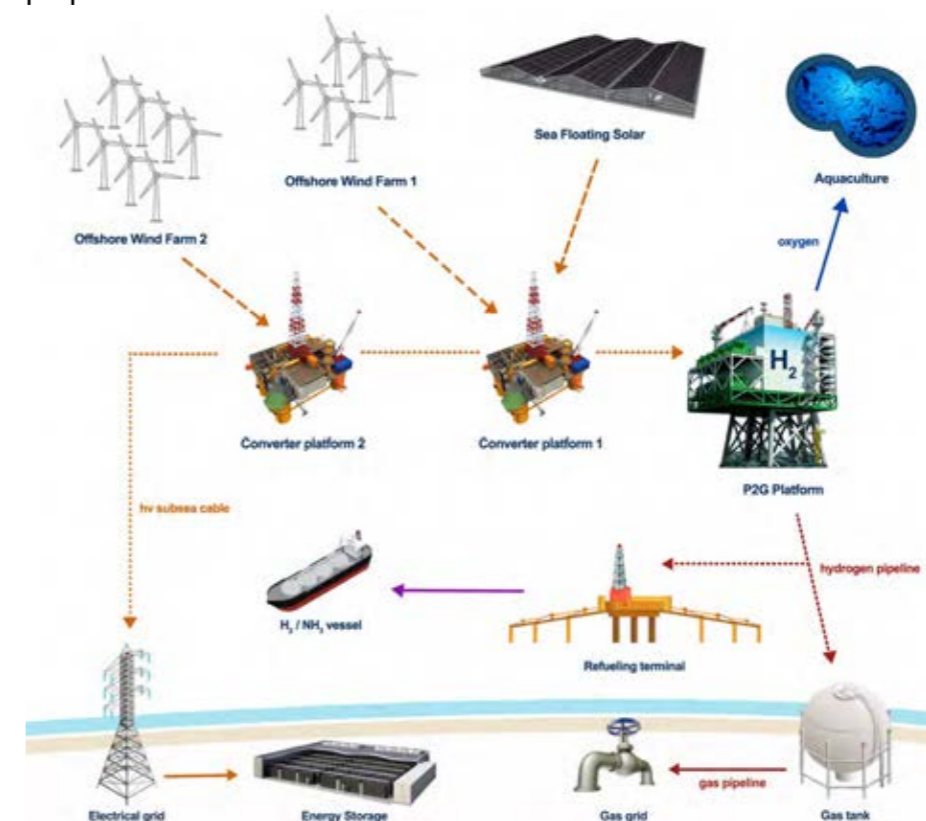
## FOCUS

## Hub energetico off-shore

## AGNES Adriatic green network of energy sources

Il Progetto *AGNES* (Adriatic Green Network of Energy Sources) consiste in un hub energetico innovativo localizzato nel tratto di mare antistante la costa di Ravenna. In questo hub verranno integrate in modo armonico e sinergico diverse tecnologie per sfruttare simultaneamente più fonti di energia rinnovabile come il sole, il vento e l'idrogeno. *Agnes* si distribuisce in due parchi offshore, rispettivamente a 10 miglia nautiche dalla costa di Lido Adriano e 13 miglia nautiche dalla costa di Porto Corsini. L'ubicazione dei due parchi è stata progettata per ridurre al minimo l'impatto visivo delle turbine eoliche e non interferire con le infrastrutture, le attività marittime esistenti e le aree protette. Il primo parco è costituito da una serie curvilinea di 15 aerogeneratori per una potenza installata totale di 120 MW, più un impianto fotovoltaico galleggiante da 100 MW. Si prevede inoltre la possibilità di utilizzare alcune delle piattaforme limitrofe in dismissione per produrre idrogeno verde tramite il processo di elettrolisi.

Il secondo parco è costituito esclusivamente da un impianto eolico con layout a *cluster*, che conta 50 aerogeneratori per una potenza installata totale di 400 MW. La parte a terra del progetto invece prevede la realizzazione di un sistema di accumulo dell'energia di potenza installata pari a 50 MW, per ovviare alla produzione intermittente dell'eolico e del solare, ed una serie di elettrolizzatori per la produzione di idrogeno verde su scala commerciale, da utilizzare nei trasporti per renderli a emissioni zero. E' infine presente anche la stazione elettrica di trasformazione per l'immissione dell'energia nella rete ad alta tensione. Il *Progetto Agnes* è stato ideato nel 2019 dall'azienda ravennate *Qint'x* Srl, che vanta circa 20 anni di esperienza nel settore delle rinnovabili. Da Luglio 2020 la multinazionale leader *Saipem* Spa si è affiancata a *Qint'x* nello sviluppo dell'hub energetico innovativo. Le società proponenti contano di concludere l'iter autorizzativo entro il 2022.





# CONCLUSIONI

---

Su un orizzonte a lungo termine (2100), le caratteristiche di questo nuovo paesaggio sono difficilmente prevedibili, ma oscilleranno sostanzialmente tra due principali scenari che abbiamo definito come “rigido-conservativo” e “morbido-evolutivo”. Le motivazioni politiche, economiche e sociali che faranno propendere per una o l'altra direzione di sviluppo rappresentano oggi un fattore di incertezza che si somma alla variabilità delle previsioni climatiche fornite sia a livello globale che locale. Come abbiamo visto, quando si costruiscono i modelli climatici futuri si tiene conto di un ampio “range” di probabilità di innalzamento della temperatura; allo stesso modo, nel costruire una strategia di adattamento non si può prescindere dal considerare che le risposte da mettere in campo potranno variare in base a contingenze e orientamenti di cui oggi non si può essere certi.

La costruzione degli scenari alternativi a lungo termine è dunque funzionale ad integrare programmaticamente l'incertezza nel processo decisionale; la loro comparazione permette di elaborare una visione a breve termine (2050) aperta a sviluppi alternativi e dunque più resiliente ai possibili futuri che si prospettano.

Il documento fornisce una visione complessiva, a scala comunale, delle azioni di adattamento principali che potranno essere implementate; quindi approfondisce, su casi-studio esemplificativi di alcune unità di paesaggio ricorrenti nel territorio, la potenziale efficacia degli interventi. È importante chiarire nuovamente che i focus presentati avanzano delle soluzioni meta-progettuali e la loro funzione principale è quella di avviare una riflessione sulla necessità di operare scelte di gestione integrata del paesaggio in grado di incidere significativamente sul territorio.

Le proposte, come abbiamo visto, si concentrano molto su settori del territorio esterni alle aree urbanizzate. Questa scelta deriva dalla semplice considerazione che questi settori rappresentano la gran parte dell'estensione comunale e il loro potenziale di trasformazione è sicuramente più elevato perché meno vincolato da limitazioni normative o dalla frammentazione delle proprietà. A tale caratteristica si contrappone però un altro genere di limitazioni che occorre superare attraverso il dialogo con i portatori di interessi e i diversi organi di governo del territorio.

La sovrapposizione di competenze sulla gestione del paesaggio e delle reti infrastrutturali che lo plasmano continuamente richiede l'apertura di un dialogo più intenso tra le istituzioni amministrative e gli attori che concretamente trasformano e mantengono l'assetto del territorio. I consorzi di bonifica, le società - pubbliche, private o partecipate - che gestiscono le infrastrutture idriche, di comunicazione e dell'energia, solo per citarne alcune, rappresentano una componente fondamentale per il successo del processo di adattamento ai cambiamenti climatici. La loro capacità di incidere sulla reale forma del territorio e monitorarne le trasformazioni è un'opportunità da cogliere e valorizzare affinché la visione strategica comunale si sostanzi in opere e processi resilienti.

Il Patto dei Sindaci e la redazione del PAESC possono rappresentare la base su cui rafforzare questa collaborazione e costruire una visione condivisa sul futuro.

Nell'ambito di questo documento si è cercato di innescare tale meccanismo per delineare una strategia capace di rispondere ai rischi e lasciare aperta la possibilità di un'evoluzione del territorio verso i due scenari a lungo termine individuati. L'obiettivo principale è stato fornire agli organi competenti uno strumento di supporto alle scelte strategiche che potrà essere implementato in futuro tramite ulteriori approfondimenti e lo sviluppo di ulteriori casistiche.

Allo stesso modo, il risultato di questi studi può essere inteso come il riferimento per una piattaforma di discussione tra Comune, attori del territorio e cittadinanza. Un dispositivo per comunicare la portata delle sfide rispetto alle quali Ravenna, come molte altre città, è chiamata a rispondere e a fornire il proprio contributo affinché le tematiche ambientali restino al centro dell'agenda politica e culturale.

# TASSONOMIA INFRASTRUTTURE

---

I rischi e le previsioni legate al cambiamento climatico sono le forze principali che dovrebbero agire sul ripensamento del sistema ecologico su cui si basa il territorio. Gli strumenti più efficaci che abbiamo a disposizione per incidere sulla resilienza del territorio sono i sistemi infrastrutturali: siano essi legati alla manutenzione “ordinaria” del paesaggio o alla creazione di opere “eccezionali” che in prospettiva si intenderà sviluppare. Nelle pagine che seguono è presentata una tassonomia, non esaustiva, di questi sistemi e delle loro potenziali interazioni con un ambiente che deve adattarsi a nuove condizioni e scenari climatici. Per ogni tipologia di infrastruttura sono individuati uno o più elementi che caratterizzano il territorio ravennate e potrebbero, in futuro, diventare dei dispositivi di gestione del paesaggio.

Il capitolo è organizzato in schede omogenee composte da quattro sezioni. La prima riguarda l'inquadramento a scala territoriale dell'attuale consistenza dell'elemento infrastrutturale. Nella seconda sezione - rifacendosi a casi studio, esempi, studi e ricerche - sono individuate “per immagini” le sue possibili interazioni con l'ambiente. La terza sezione mette in evidenza i settori di incidenza potenziale, rispetto ai rischi, su cui l'infrastruttura, così sviluppata, può agire positivamente. La quarta ed ultima sezione elenca i referenti e gli stakeholders già coinvolti o in futuro interessati alla prospettiva di sviluppare sistemi infrastrutturali più aperti e multi-funzionali.

Quest'ultimo punto rappresenta uno dei temi principali su cui si gioca l'efficacia delle strategie: il coinvolgimento diretto dei soggetti promotori e gestori delle infrastrutture nel processo di adattamento del territorio è una condizione essenziale affinché le visioni progettuali e gli indirizzi politici trovino un canale concreto di realizzazione. In ambito ravennate, la forte presenza e il dinamismo dei soggetti che operano in questi campi è un fattore sicuramente positivo; il PAESC si configura in questo senso come un'importante occasione per costruire una piattaforma condivisa attorno ad obiettivi comuni.

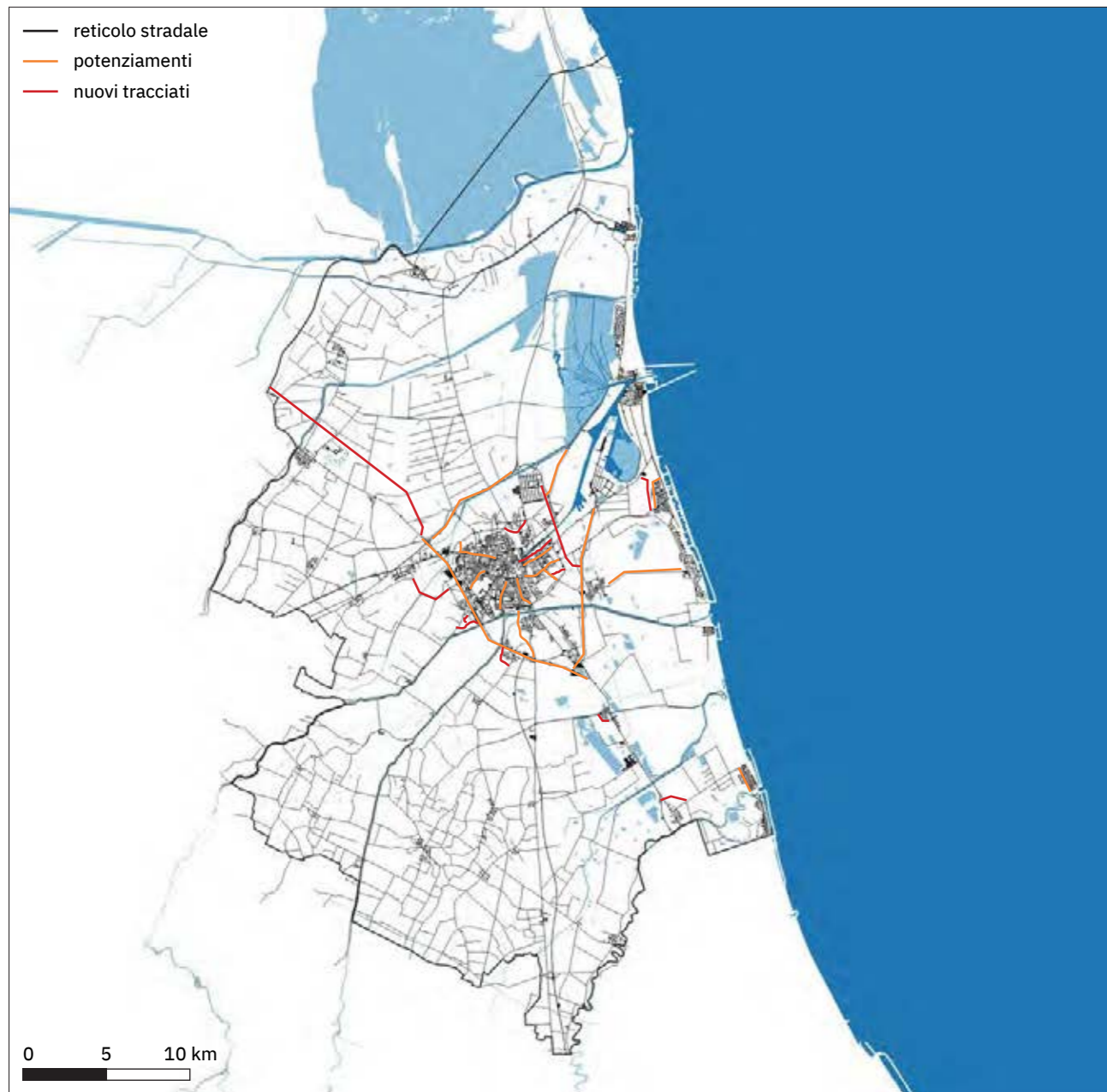
Anche per questo motivo, le schede che seguono vanno intese come uno strumento continuamente aggiornabile ed implementabile. La loro funzione nell'ambito di questa ricerca è offrire una panoramica dei mezzi concreti attraverso i quali si può agire sul paesaggio e l'ambiente integrando azione antropica e risposta degli habitat. In futuro, probabilmente, la loro efficienza sarà maggiore e lo sviluppo di nuove tecnologie permetterà di ampliarne il campo di interazione con le dinamiche ecologiche. Ragionare su scenari a lungo termine è dunque funzionale anche a stimolare una riflessione su come gli strumenti di cui ci avvaliamo nella gestione del paesaggio e dell'ambiente possano evolvere verso quel concetto di ipernaturale già richiamato nella prima parte del documento.

**INFRASTRUTTURE PER I TRASPORTI**

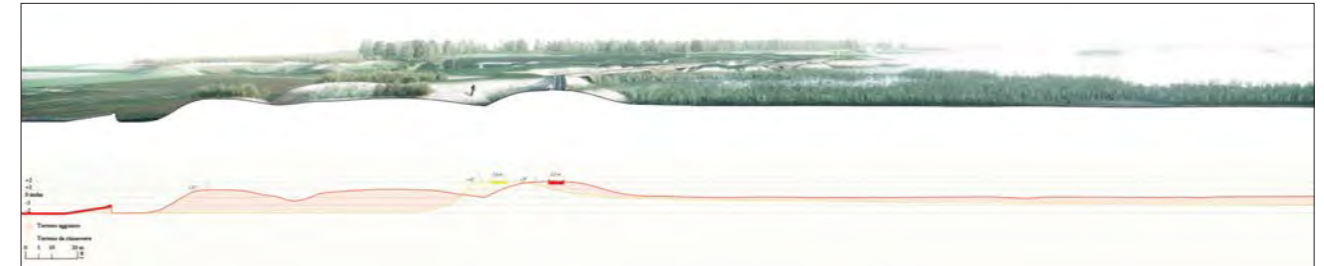
**Strade**

La costruzione di nuove strade comporta un'azione diretta sul suolo; il reticolo che esse definiscono assume, soprattutto nei paesaggi di pianura, le caratteristiche di una nuova topografia che incide fortemente sulla compartimentazione idrica e il deflusso delle acque. Intesa come un sistema di contenimento e di difesa dalle inondazioni, l'infrastruttura stradale diventa un elemento progettuale che può contribuire ad una migliore gestione del rischio idrogeologico.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



Nuova topografia ↑



Funzione di difesa e contenimento acque ↑

incendi boschivi  
dissesto idrogeologico  
subsidenza  
degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
arretramento costa  
intrusione salina  
consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

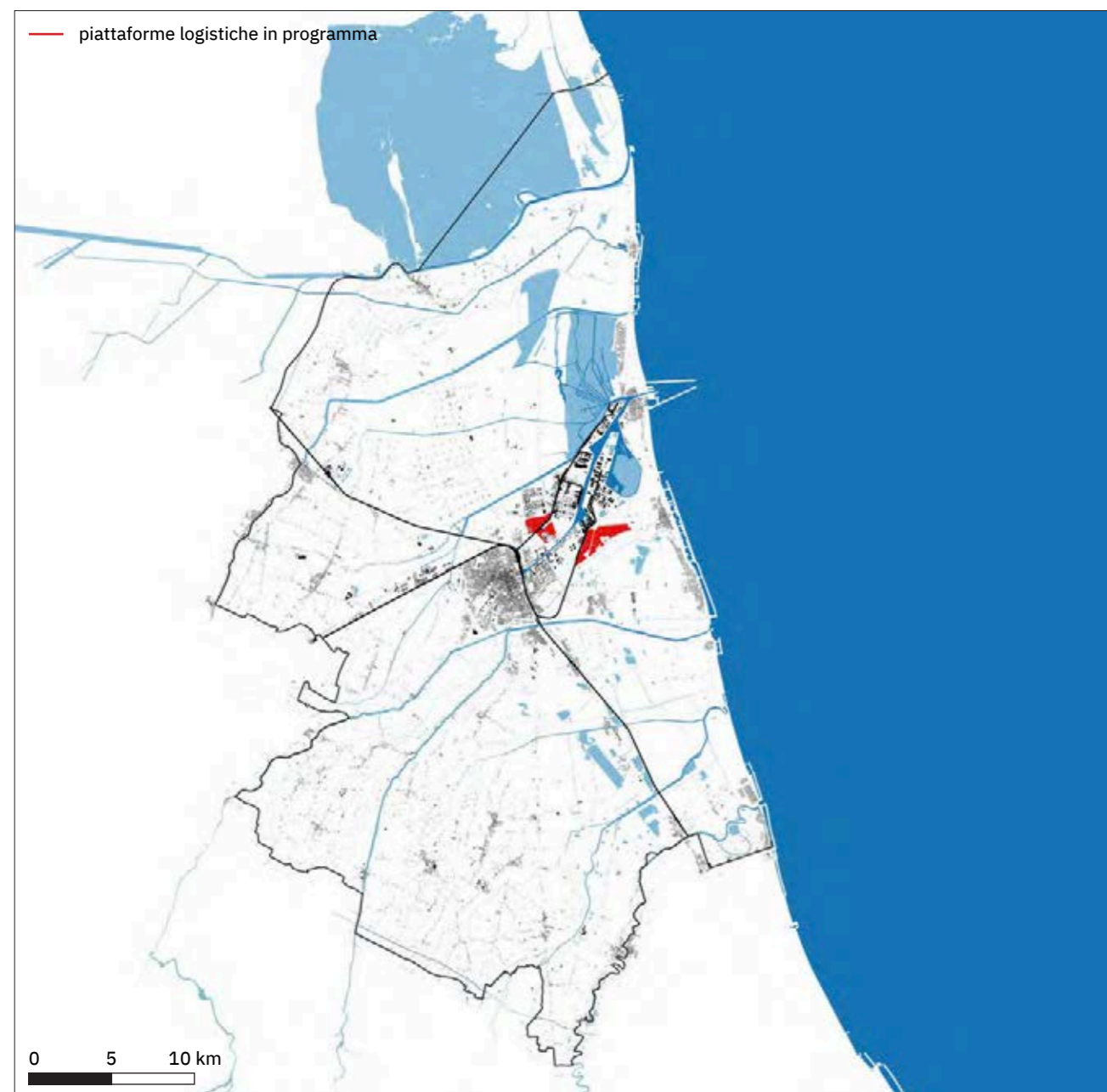
Ufficio Mobilità | Ufficio LLPP | ANAS | Società Autostrade

**INFRASTRUTTURE PER I TRASPORTI**

**Piattaforme logistiche**

I piani di sviluppo del porto industriale di Ravenna individuano diverse aree per la costruzione di nuove piattaforme logistiche. Trattandosi, dal punto di vista tipologico, di grandi spazi necessariamente impermeabili, con il trend di aumento delle precipitazioni intense diventeranno importanti bacini di raccolta delle acque meteoriche; un'occasione per sviluppare nelle aree verdi di pertinenza sistemi di fitodepurazione e infiltrazione per la ricarica delle falde.

**CONSISTENZA**



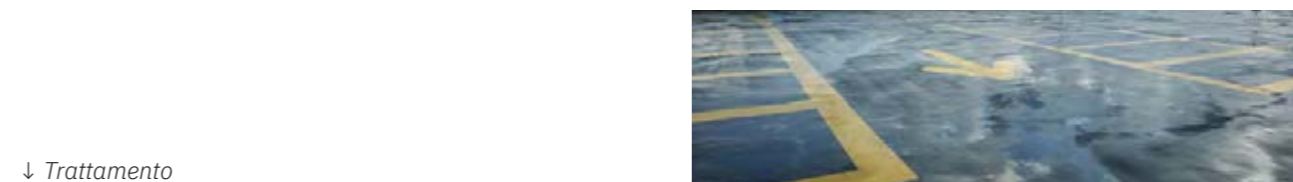
**Grandi superfici impermeabili con aree verdi marginali**

**Interazioni**



↑ Grandi superfici impermeabili con aree verdi marginali

Accumulo acque superficiali ↓



↓ Trattamento



Immissione in falda ←

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
**subsidenza**  
**degrado del suolo**

**disponibilità e qualità idrica**  
 arretramento costa  
**intrusione salina**  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
**effetti sulla salute**  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

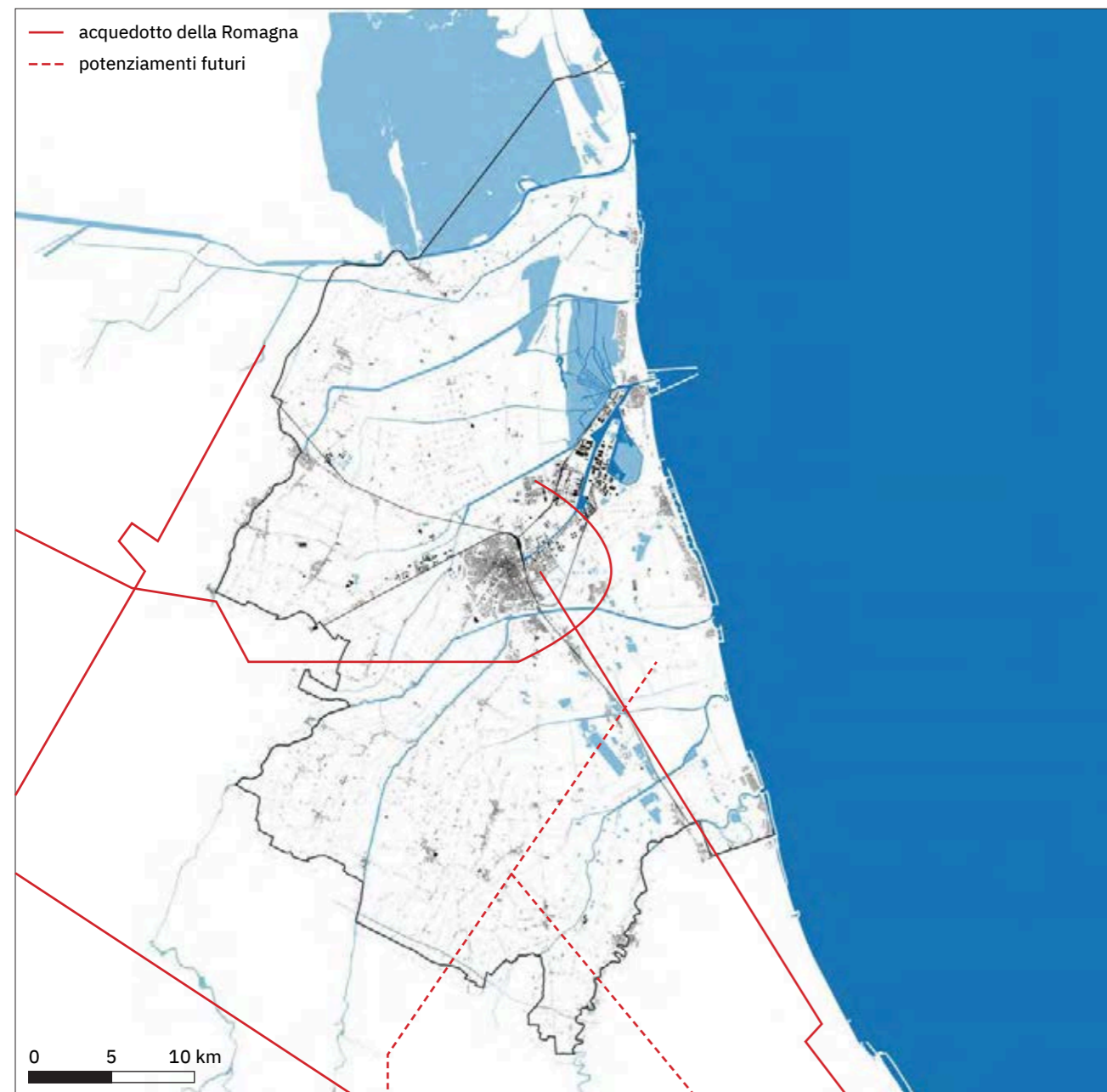
Ufficio LLPP | Autorità portuale

**INFRASTRUTTURE PER L'ACQUA**

**Rete idrica**

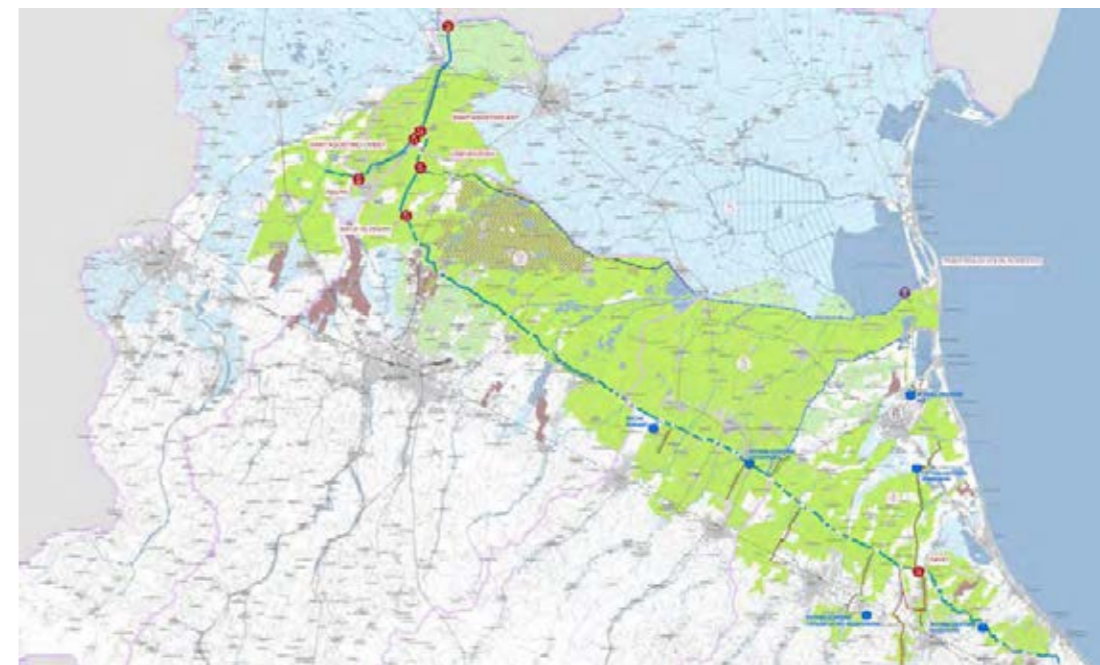
Lo sviluppo della rete idrica ha storicamente contribuito a diminuire i prelievi di acqua dai pozzi e ad abbassare il tasso di subsidenza del territorio. La costruzione di nuove reti ad uso industriale, oltre che agricolo, permetterebbe di contrastare ulteriormente la subsidenza e ottimizzare la risorsa in vista di periodi di siccità che si prospettano sempre più prolungati. E' il caso di opere come il CER (Canale Emiliano Romagnolo) che consentono sia il prelievo (dal Fiume Po, in questo caso), trasporto e distribuzione della risorsa idrica lungo il territorio che la riduzione dell'emungimento delle falde.

**CONSISTENZA**



**Creazione rete per usi irrigui**

**Interazioni**



La superficie irrigabile con l'acqua del CER è di circa 200.000 ettari. In verde nella cartina. ↑



Il passaggio del CER - Canale Emiliano Romagnolo in un tratto di campagna ↑

incendi boschivi  
dissesto idrogeologico  
**subsidenza**  
degrado del suolo

**disponibilità e qualità idrica**  
arretramento costa  
intrusione salina  
consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

biodiversità e ecosistemi  
**effetti sulla salute**  
**attività economiche (turismo)**  
attività economiche (agricola)

**Referenti / Stakeholders**

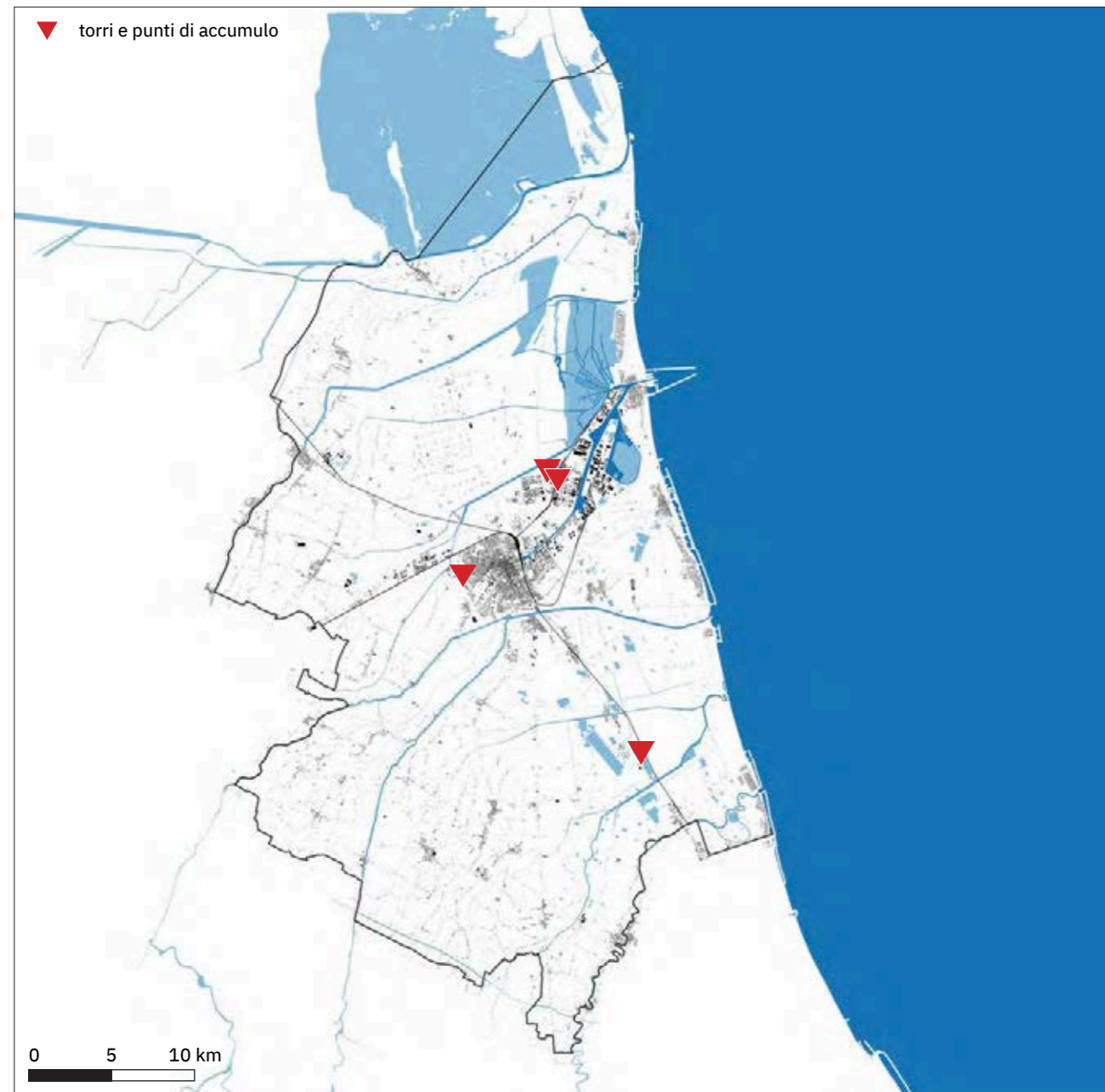
Regione ER | CER | Consorzi di Bonifica | HERA | ATESIR | Ufficio LLPP | Ufficio Ambiente | Romagna Acque

**INFRASTRUTTURE PER I TRASPORTI**

**Accumuli**

Legati alla gestione delle acque potabili e per l'irrigazione, i dispositivi di accumulo - come le torri piezometriche esistenti o i nuovi bacini e le vasche di stoccaggio che i prolungati periodi di siccità porteranno a realizzare - sono elementi che caratterizzeranno sempre più in futuro il territorio di pianura. Interpretati come landmark nel paesaggio, possono assumere una funzione comunicativa contribuendo ad aumentare la consapevolezza del cambiamento climatico nei cittadini.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



*Landmark da valorizzare (consapevolezza, monitoraggio) ←*

*Nuovi accumuli ↓*



**Settori di incidenza potenziale**

**incendi boschivi**  
**dissesto idrogeologico**  
 subsidenza  
 degrado del suolo

**disponibilità e qualità idrica**  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
 consumi energetici

**biodiversità e ecosistemi**  
**effetti sulla salute**  
 attività economiche (turismo)  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

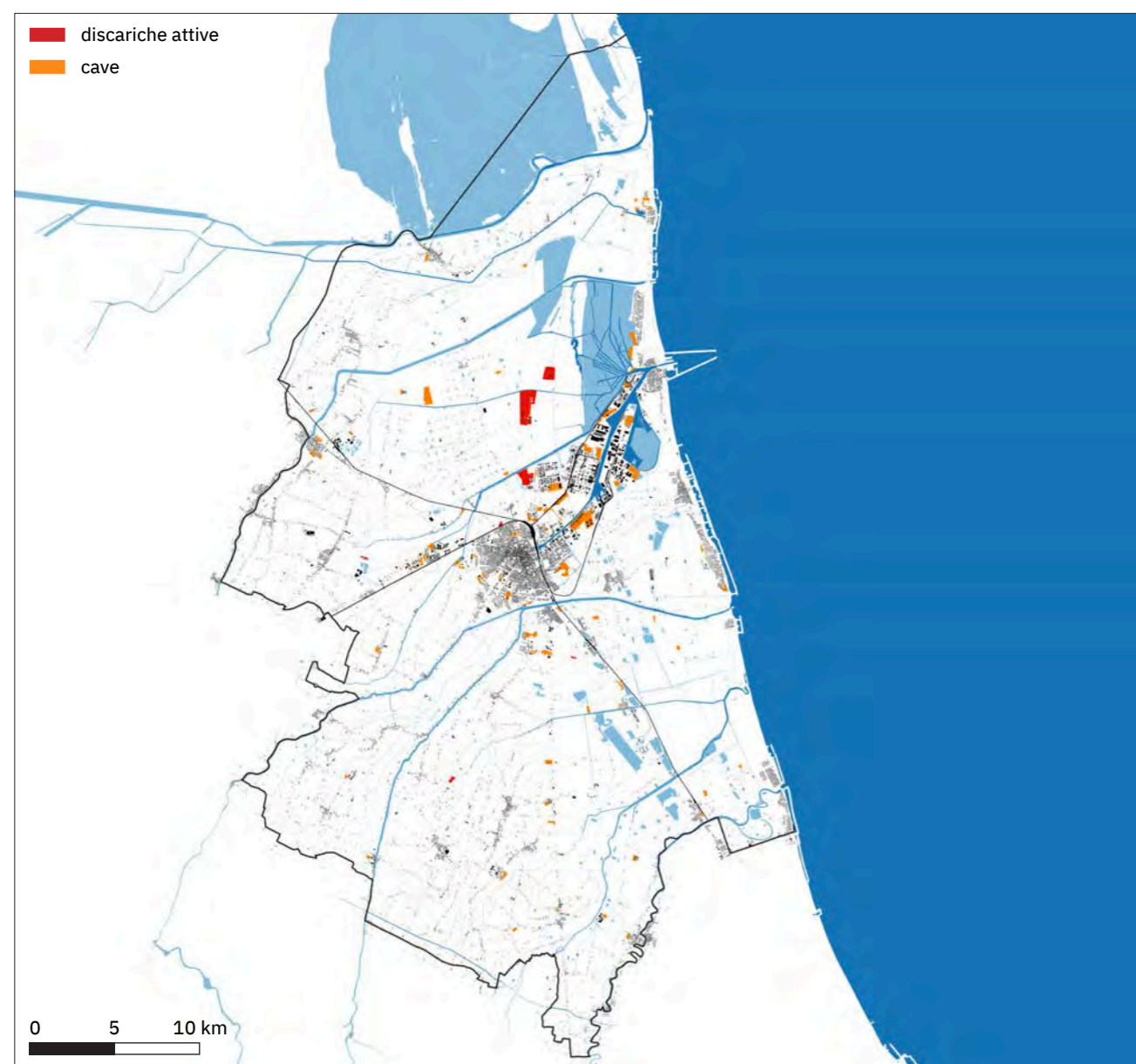
Regione ER | Ufficio LLPP | Ufficio Ambiente | Romagna Acque | Consorzi di Bonifica

**INFRASTRUTTURE PER LA GESTIONE E LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI**

**Discariche**

Il trattamento dei rifiuti è un settore in costante evoluzione tecnologica per ottimizzarne la gestione e darne un taglio multifunzionale. Infatti le discariche possono essere fonte di biometano partendo dal biogas per la produzione di energia elettrica, prodotto dalla decomposizione dei rifiuti in discarica. Nel 2019 è stato inaugurato un impianto sperimentale a Ravenna da Herambiente all'interno del progetto Biomether. Un altro esempio è la gestione delle discariche attraverso il cosiddetto "landfill mining" - recupero di materiali ed energia dai siti di deposito - permetterà di liberare i siti esistenti per una loro riconversione ad altre funzioni; ottimizzare il consumo di suolo legato alla loro realizzazione; di continuare lo stoccaggio in situ senza ulteriori ampliamenti.

**CONSISTENZA**



**Creazione rete per usi industriali**

**Interazioni**



Nuove discariche sul sito di quelle precedenti ↑



Realizzazione della copertura della discarica di rifiuti non pericolosi ↑

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
**degrado del suolo**

disponibilità e qualità idrica  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

biodiversità e ecosistemi  
**effetti sulla salute**  
 attività economiche (turismo)  
 attività economiche (agricola)

**Referenti / Stakeholders**

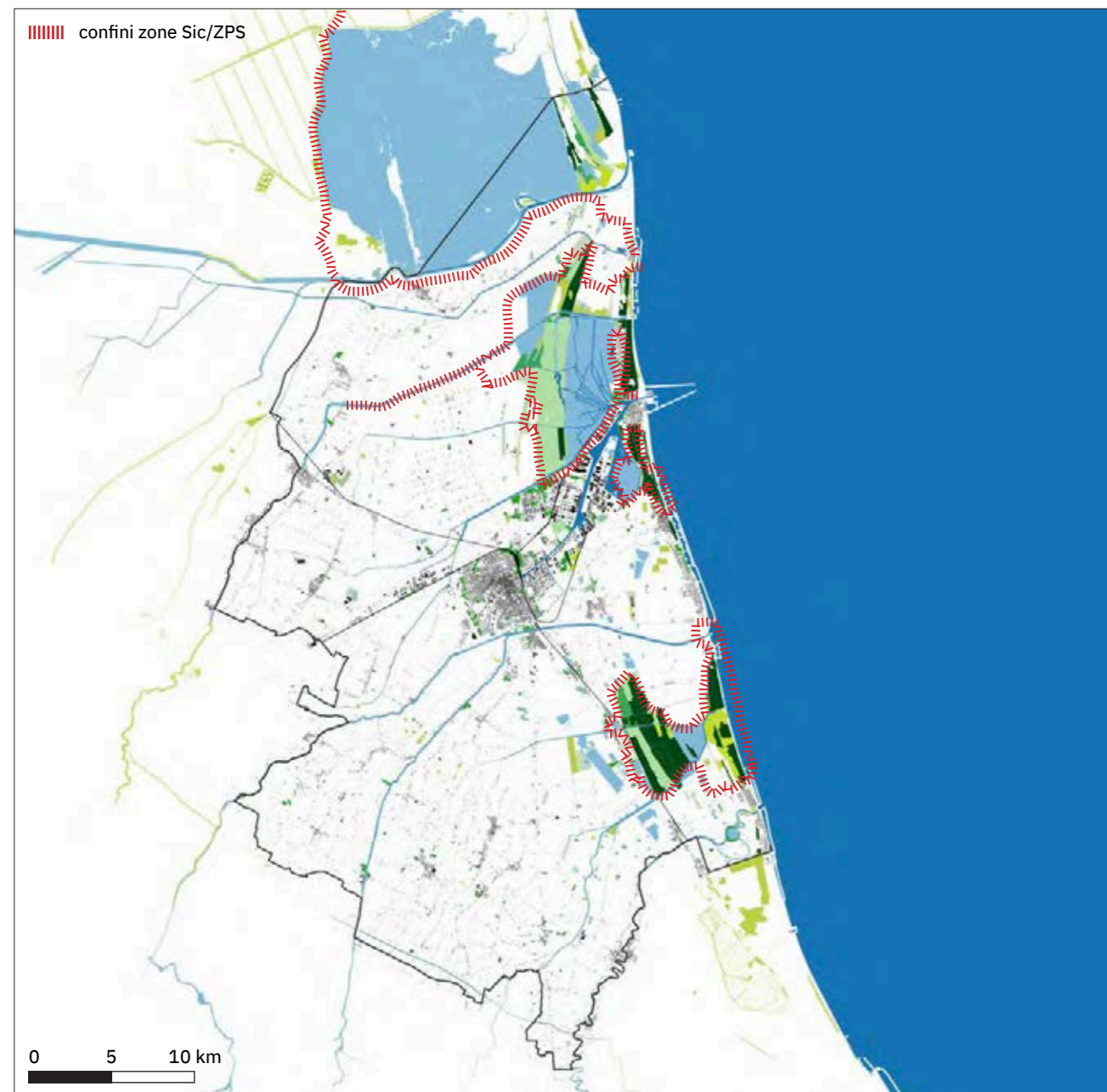
Regione ER | ATERSIR | Ufficio LLPP | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Hera

**INFRASTRUTTURE AMBIENTALI**

**Aree protette**

Le molteplici funzioni ecosistemiche delle aree naturalistiche sono minacciate da fenomeni di degrado legati al cambiamento climatico. La loro protezione richiede un ripensamento in funzione della crescente dinamicità ambientale. Per questo occorrerà sviluppare sinergicamente tre tipi di strategie alternative: il loro radicale isolamento dal contesto; lo spostamento dei loro confini verso zone del territorio meno minacciate; la loro trasformazione in nuovi e differenti ecosistemi.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



Erosione costiera nelle dune in area di riserva ↑



← Confinare e isolare gli ecosistemi



← Spostare gli ecosistemi



← Individuare nuovi ecosistemi

**incendi boschivi**  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
 degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
**arretramento costa**  
**intrusione salina**  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

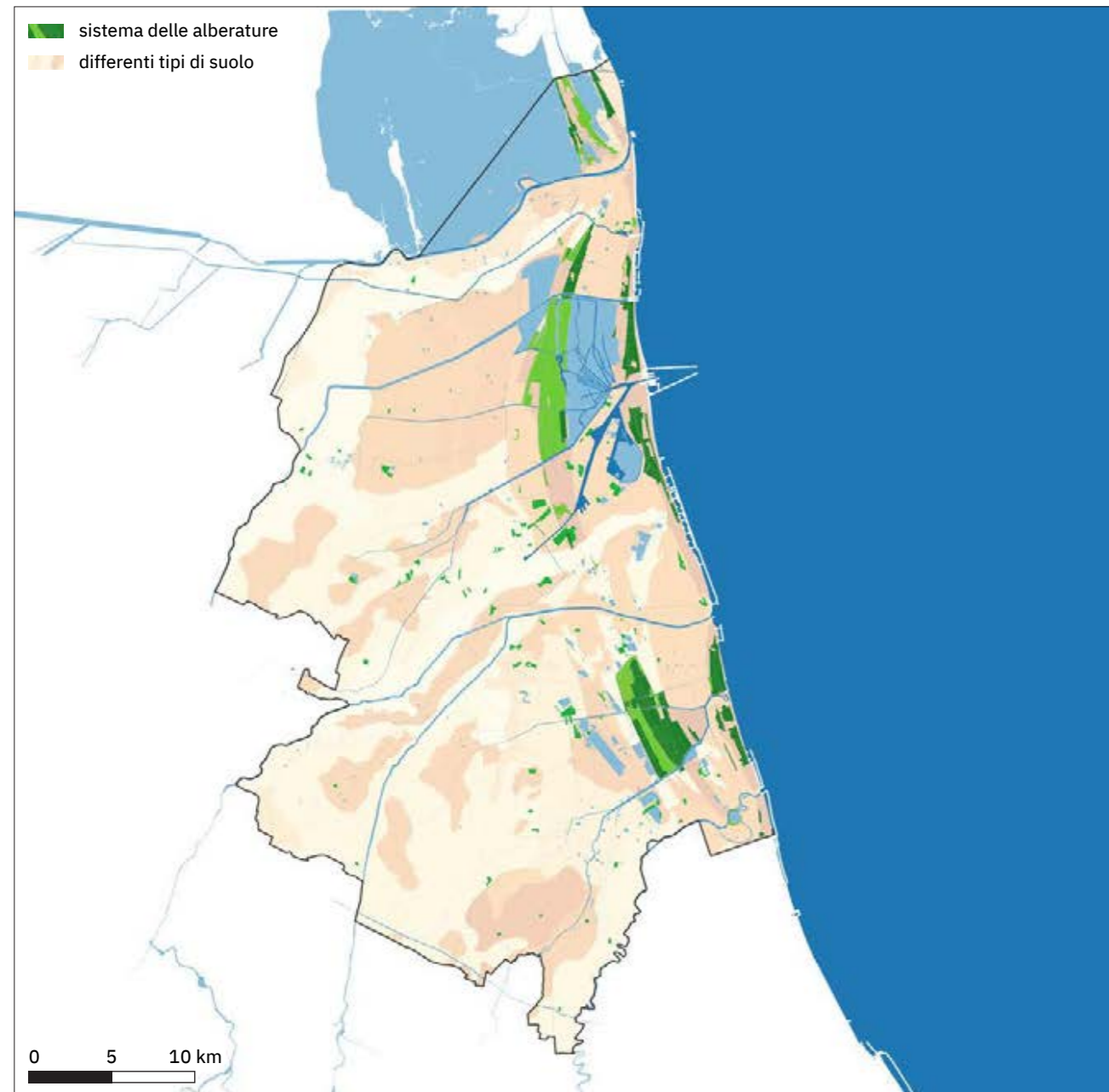
Ufficio Ambiente | Ente Parco

**INFRASTRUTTURE AMBIENTALI**

**Urban canopy**

Il sistema delle foreste e delle alberature urbane che caratterizzano il territorio dovrà adattarsi a nuove condizioni climatiche e ad una disponibilità di acqua progressivamente minore. Seguendo i normali cicli di manutenzione, si potrà procedere ad un rinnovamento del patrimonio arboreo con specie più resilienti alle nuove condizioni ambientali, disposte in funzione delle caratteristiche dei suoli per evitare pericoli di caduta e aumentarne la resistenza agli eventi meteorologici estremi.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



*La cintura del verde di Ravenna, l'urban canopy come infrastruttura lineare ↑*



*Zone periurbane a Ravenna con boschetti a biomassa, l'urban canopy come salute dell'aria e dei suoli ↑*

**Settori di incidenza potenziale**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>incendi boschivi</li> <li>dissesto idrogeologico</li> <li>subsidenza</li> <li>degrado del suolo</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>disponibilità e qualità idrica</li> <li>arretramento costa</li> <li>intrusione salina</li> <li>consumi energetici</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>biodiversità e ecosistemi</li> <li>effetti sulla salute</li> <li>attività economiche (turismo)</li> <li>attività economiche (agricola)</li> </ul> |
|---|---|--|

**Referenti / Stakeholders**

Regione ER | Parco Delta | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Soprintendenza

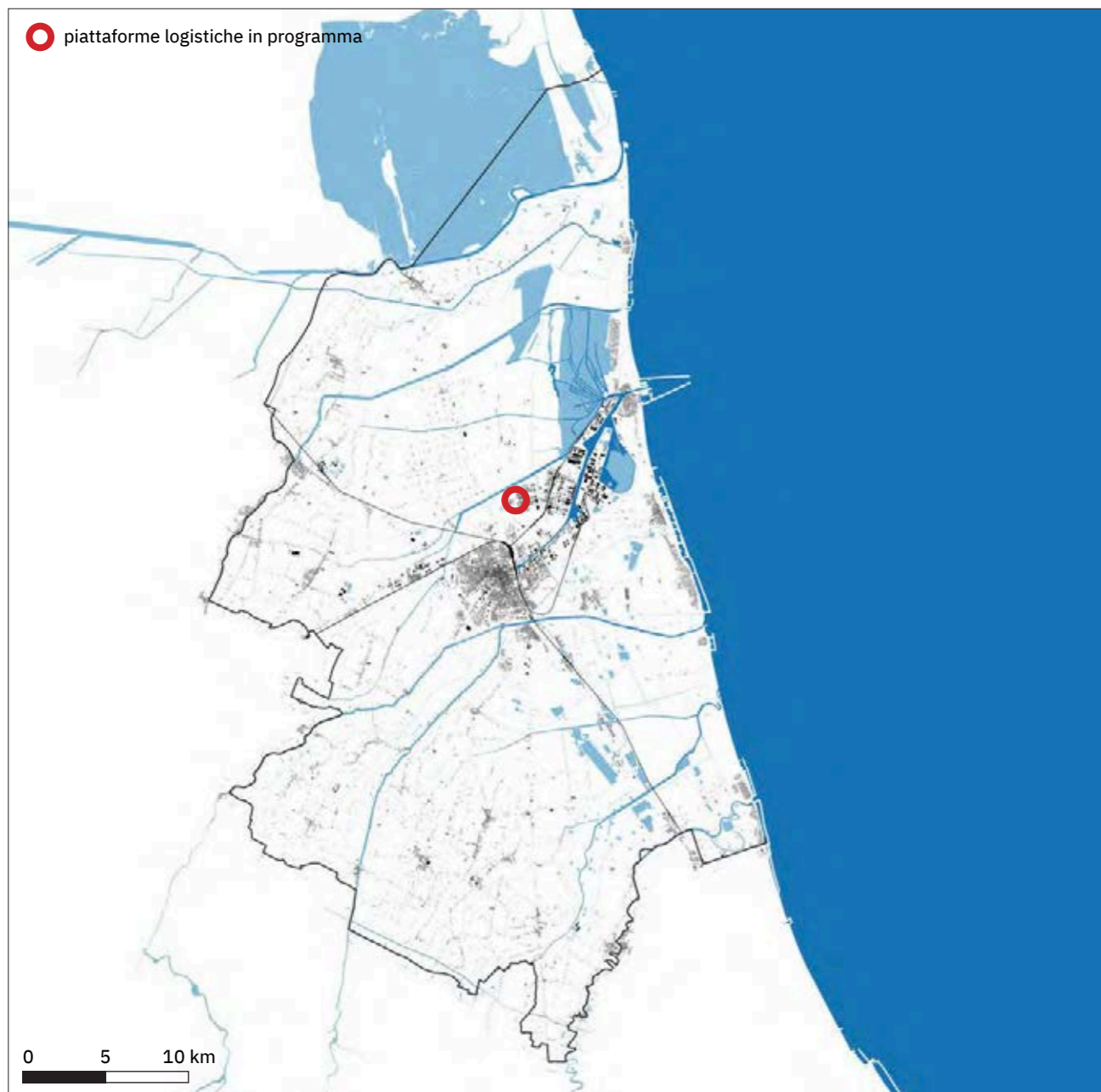


**INFRASTRUTTURE PER LE TELECOMUNICAZIONI E LA RICERCA**

**Datacenter**

I datacenter sono infrastrutture fondamentali per la competitività del territorio; la “Strategia nazionale per lo sviluppo digitale” ne incentiva la creazione e fissa alcuni criteri per la localizzarli. Le necessità di isolamento, legate alla sicurezza, si intrecciano con il tema della loro sostenibilità ambientale per l’impiego massivo di energia nel raffreddamento. L’integrazione di questi grandi edifici con i paesaggi d’acqua apre scenari interessanti di metabolismo urbano già sperimentati all’estero.

**CONSISTENZA**



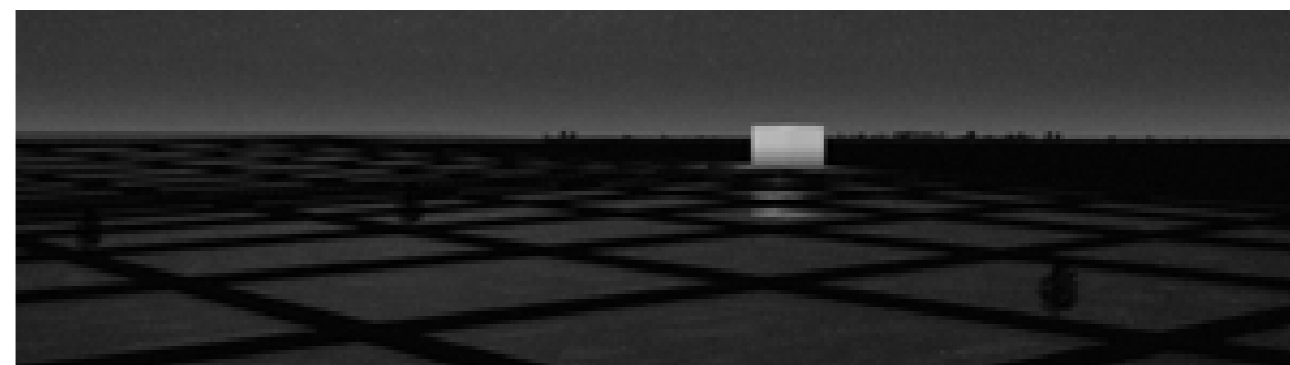
**Interazioni**



↑ *Necessità strategiche datacenter*



↑ ↗ *Isolamento / sicurezza*



↑ *Raffreddamento per calare consumi energetici*

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
**degrado del suolo**

disponibilità e qualità idrica  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
 attività economiche (agricola)

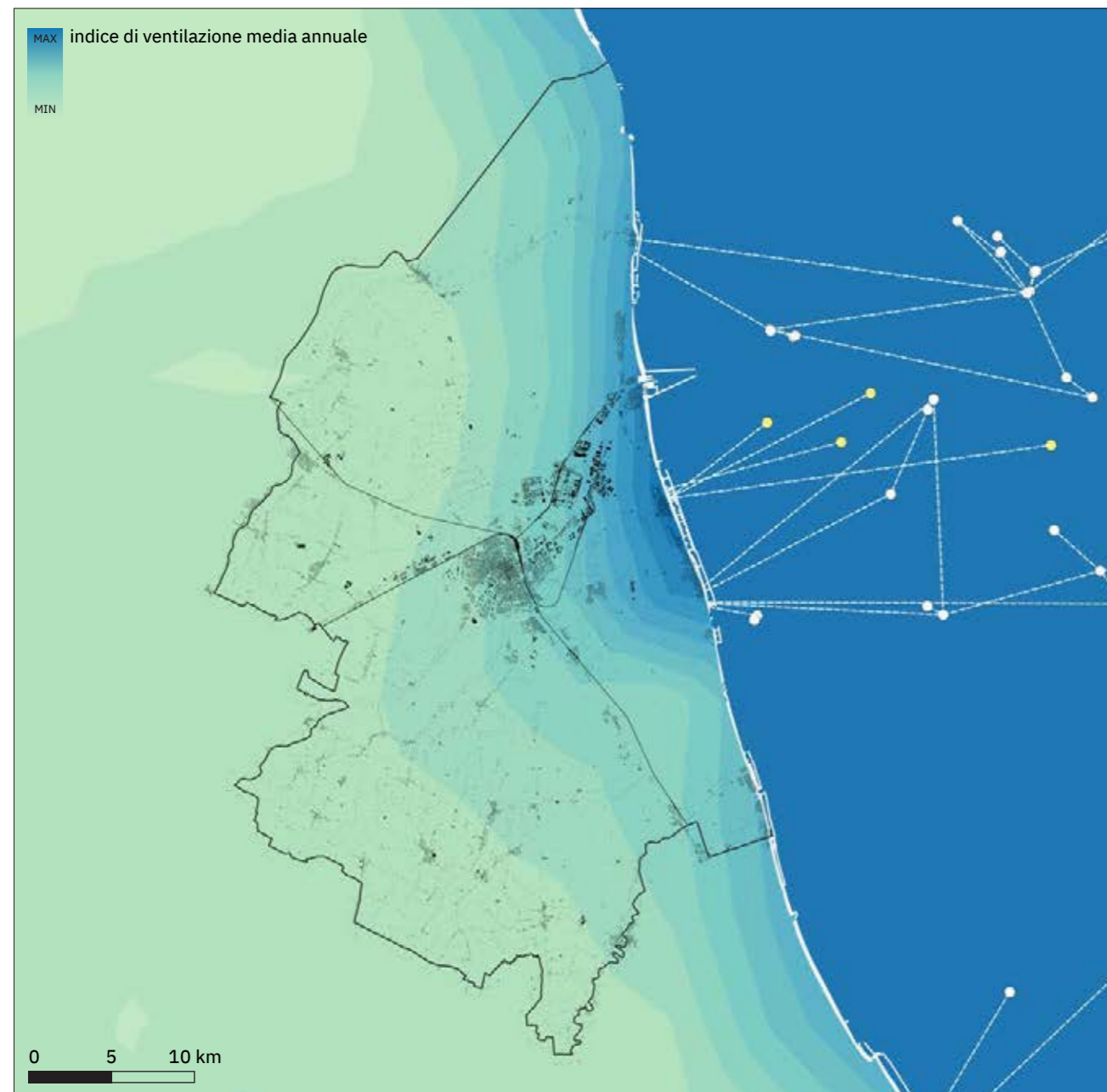
**Referenti / Stakeholders**

**INFRASTRUTTURE PER L'ENERGIA**

**Campi eolici**

La risorsa eolica è tra le più efficienti, ma allo stesso tempo più dibattute per l'impatto paesaggistico. Lo sviluppo di sistemi off-shore galleggianti permetterà in futuro di prevedere campi praticamente invisibili dalla costa appoggiandosi alle pipelines delle piattaforme di estrazione del gas. Altri scenari di sviluppo a terra possono essere considerati in relazione alla produzione agricola, forestale e alle necessità energetiche per la movimentazione delle acque nelle zone sotto il livello del mare.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



↑ Sistemi offshore



↑ Sistemi integrati con opere di difesa e movimentazione meccanica acque



↑ Sistemi in zone forestate

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
 degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
**arretramento costa**  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

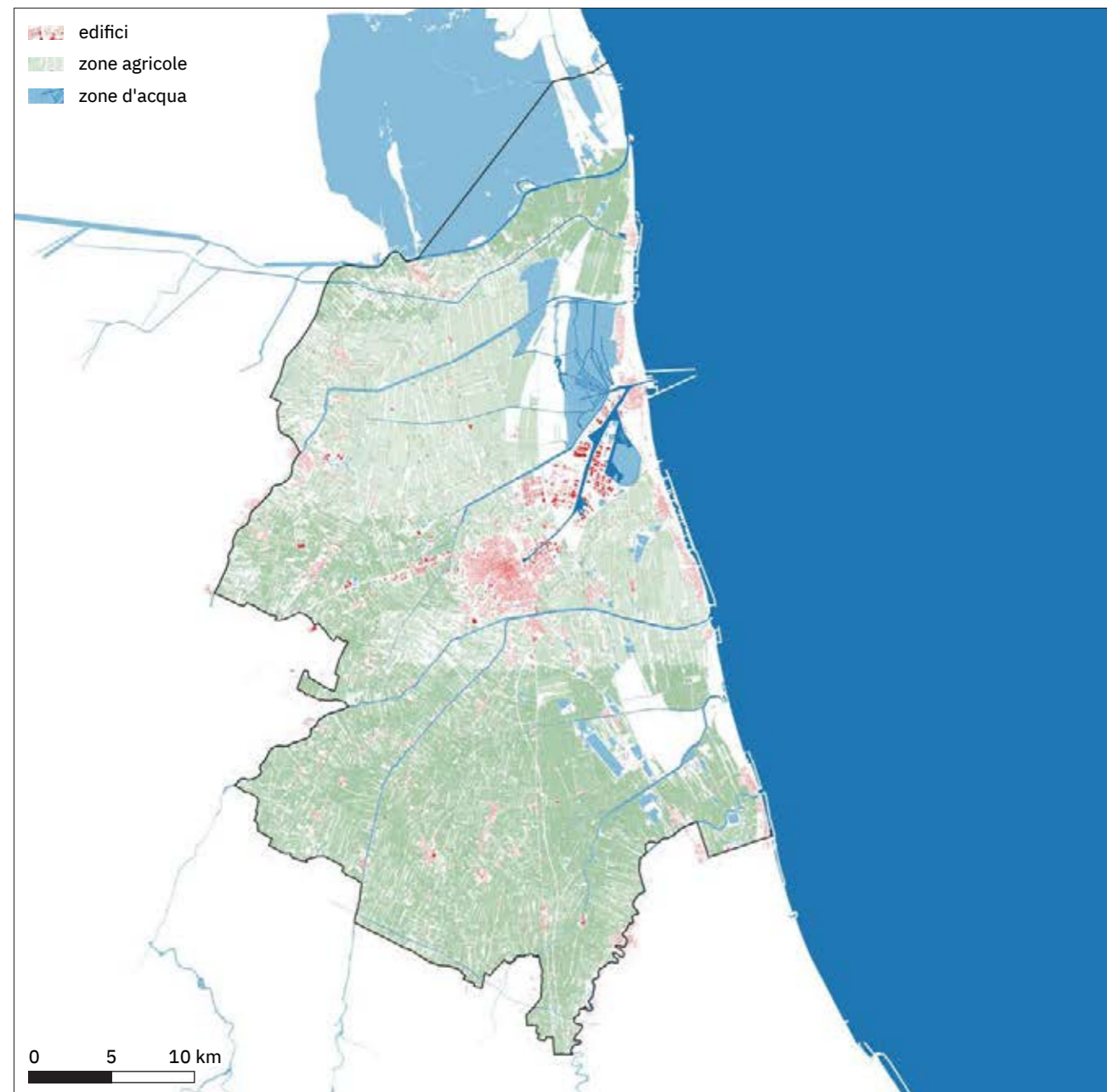
**Referenti / Stakeholders**

**INFRASTRUTTURE PER L'ENERGIA**

**Campi fotovoltaici**

La realizzazione di campi fotovoltaici in zone urbane e agricole è una pratica sempre più comune. A questa potranno essere aggiunti sistemi integrati al funzionamento della rete per lo scolo meccanico delle acque, la cui domanda energetica crescerà in maniera esponenziale. A tal scopo i campi fotovoltaici potranno essere posizionati in prossimità delle stazioni di rilancio e direttamente sui bacini di accumulo e laminazione sfruttando nuovi pannelli che captano anche la radiazione riflessa.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



Sistemi integrati con opere di difesa ↵ ↑



Sistemi integrati con opere idrauliche e colture ↑

incendi boschivi  
dissesto idrogeologico  
subsidenza  
degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
arretramento costa  
intrusione salina  
consumi energetici

biodiversità e ecosistemi  
effetti sulla salute  
attività economiche (turismo)  
attività economiche (agricola)

**Settori di incidenza potenziale**

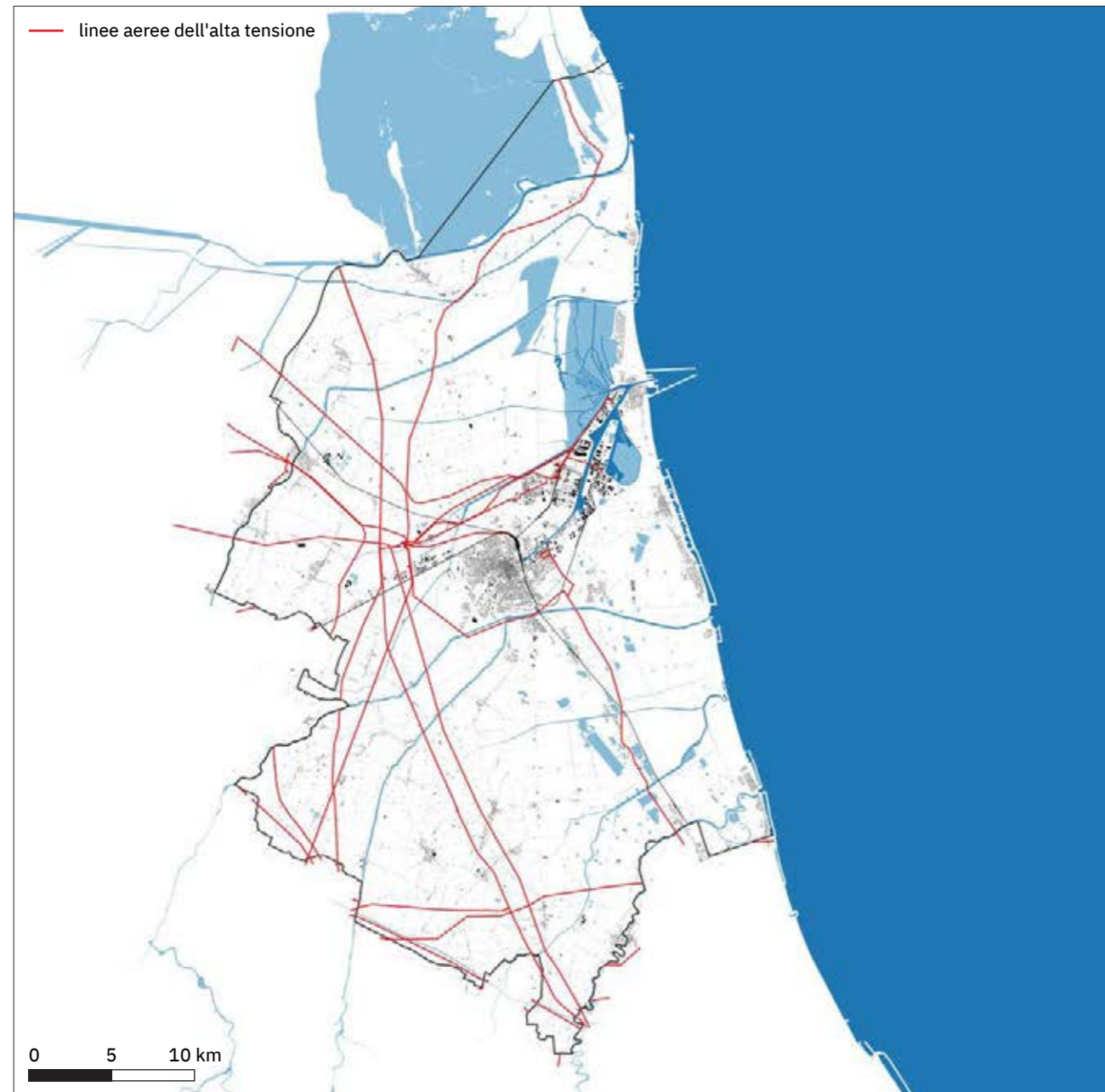
**Referenti / Stakeholders**

**INFRASTRUTTURE PER L'ENERGIA**

**Elettrodotti**

Gli elettrodotti dell'alta tensione sono infrastrutture che si sviluppano ad una scala molto ampia e comportano una serie di potenziali interazioni con il paesaggio spesso tralasciate nella loro progettazione. I tralicci, ad esempio, possono essere reinterpretati come veicolo di comunicazione delle peculiarità di un territorio. Gli scavi, realizzati per l'interramento di lunghe tratte che attraversano aree boscate, possono funzionare da elementi di discontinuità contro la propagazione di incendi.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



↑ Reti aeree



Landmark ↑



Interramento e creazione di barriere alla propagazione di incendi ↑

**incendi boschivi**  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
**degrado del suolo**

disponibilità e qualità idrica  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

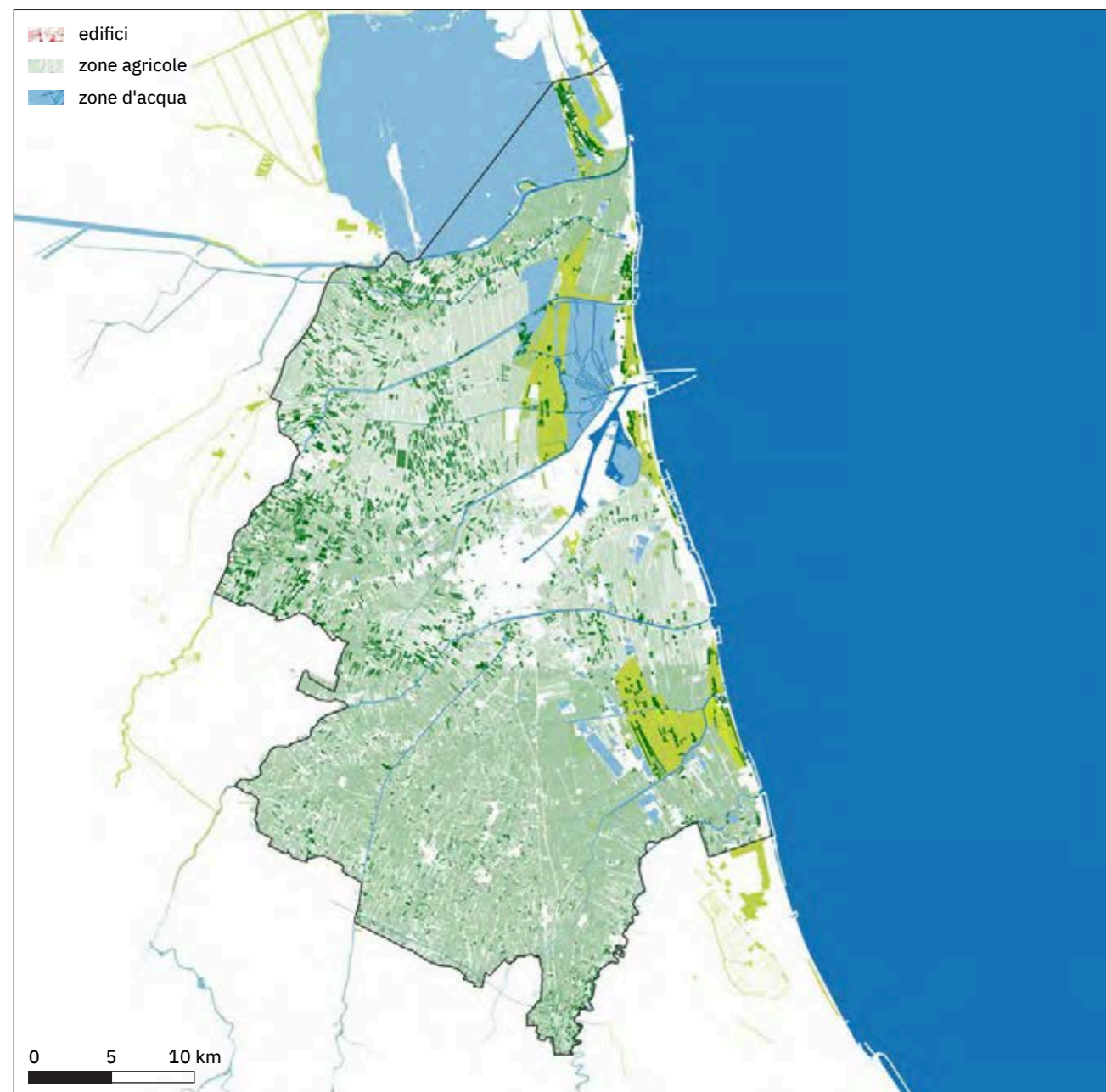
TERNA | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Soprintendenza | Enel

**INFRASTRUTTURE PER L'ENERGIA**

**Biomasse**

Il recupero e il trattamento delle biomasse identifica una potenziale infrastruttura diffusa su tutto il territorio. Gli scarti dell'agricoltura, di alcune produzioni industriali e delle operazioni di manutenzione del verde urbano possono integrare i volumi di combustibile ottenuti attraverso l'implementazione di colture dedicate che, in prospettiva, possono essere sviluppate in terreni salinizzati o esposti ad inondazione, mantenendo la funzione agricola delle zone soggette a maggior rischio.

**CONSISTENZA**



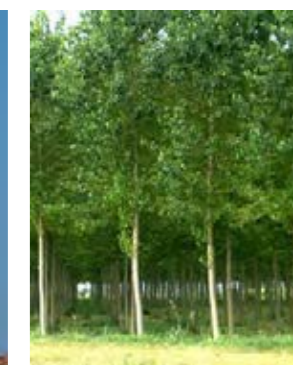
**Interazioni**



↑ *Recupero biomasse*



↑ *Materie di scarto*



↑ *Colture dedicate*

**incendi boschivi**  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
 degrado del suolo

**disponibilità e qualità idrica**  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

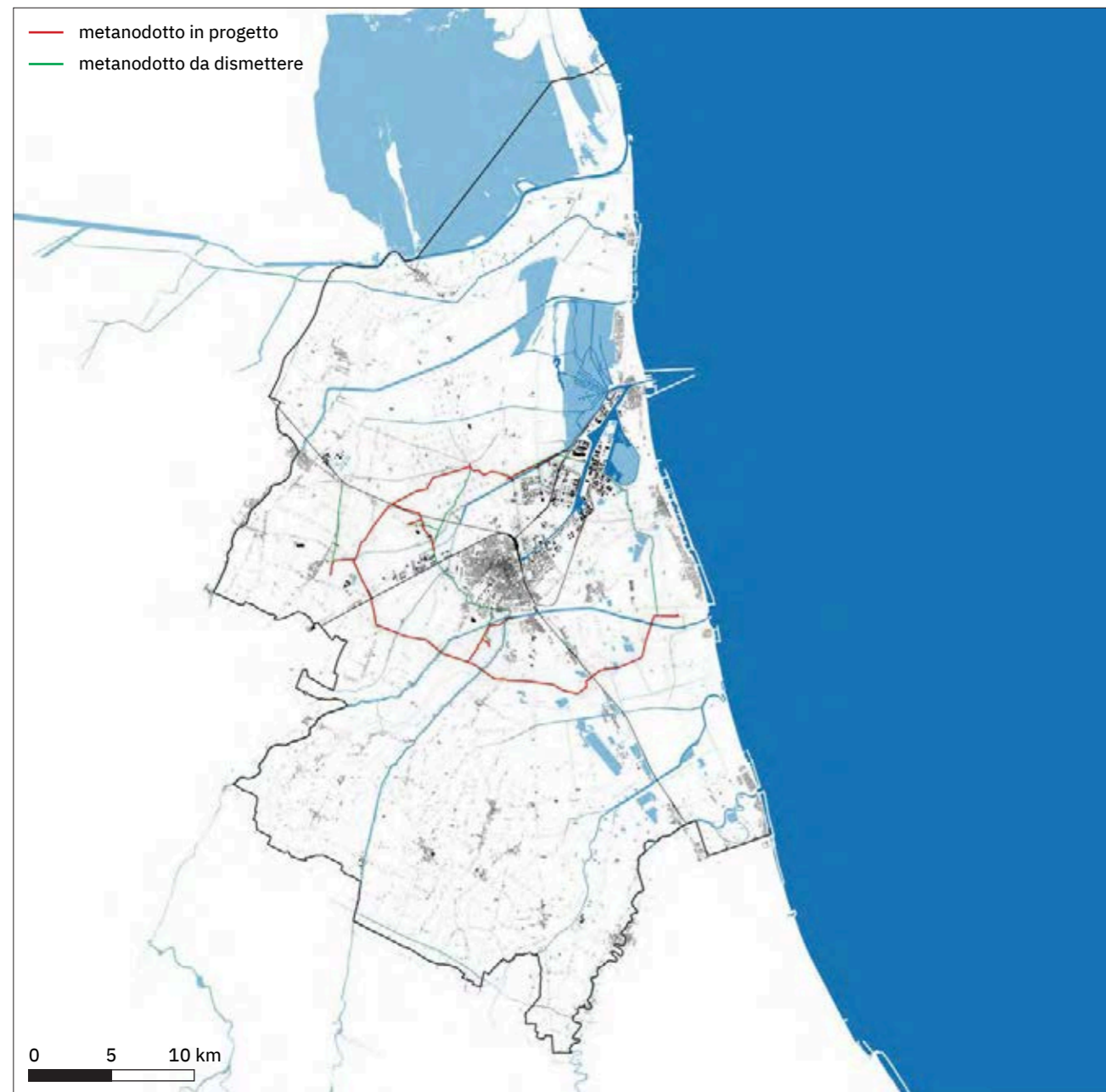
Regione ER | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Consorzi di bonifica

**ATTIVITÀ ESTRATTIVE (OIL & GAS) E DI STOCCAGGIO**

**Gasdotti**

La realizzazione dei gasdotti comporta una serie di operazioni che spesso portano alla scoperta di beni archeologici e patrimoniali importanti. La stratificazione storica del territorio ravennate richiede un'attenta progettazione del tracciato di queste infrastrutture in quanto rappresentano un'occasione unica di valorizzazione turistico-culturale. In quest'ottica, l'archeologia preventiva può informare la definizione del tracciato con finalità più ambiziose dalla semplice valutazione degli impatti.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



↑ Fasce di rispetto e opzioni di ripristino



↑ Riciclo aree cantiere



↑ Scoperta patrimonio

**incendi boschivi**  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
 degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

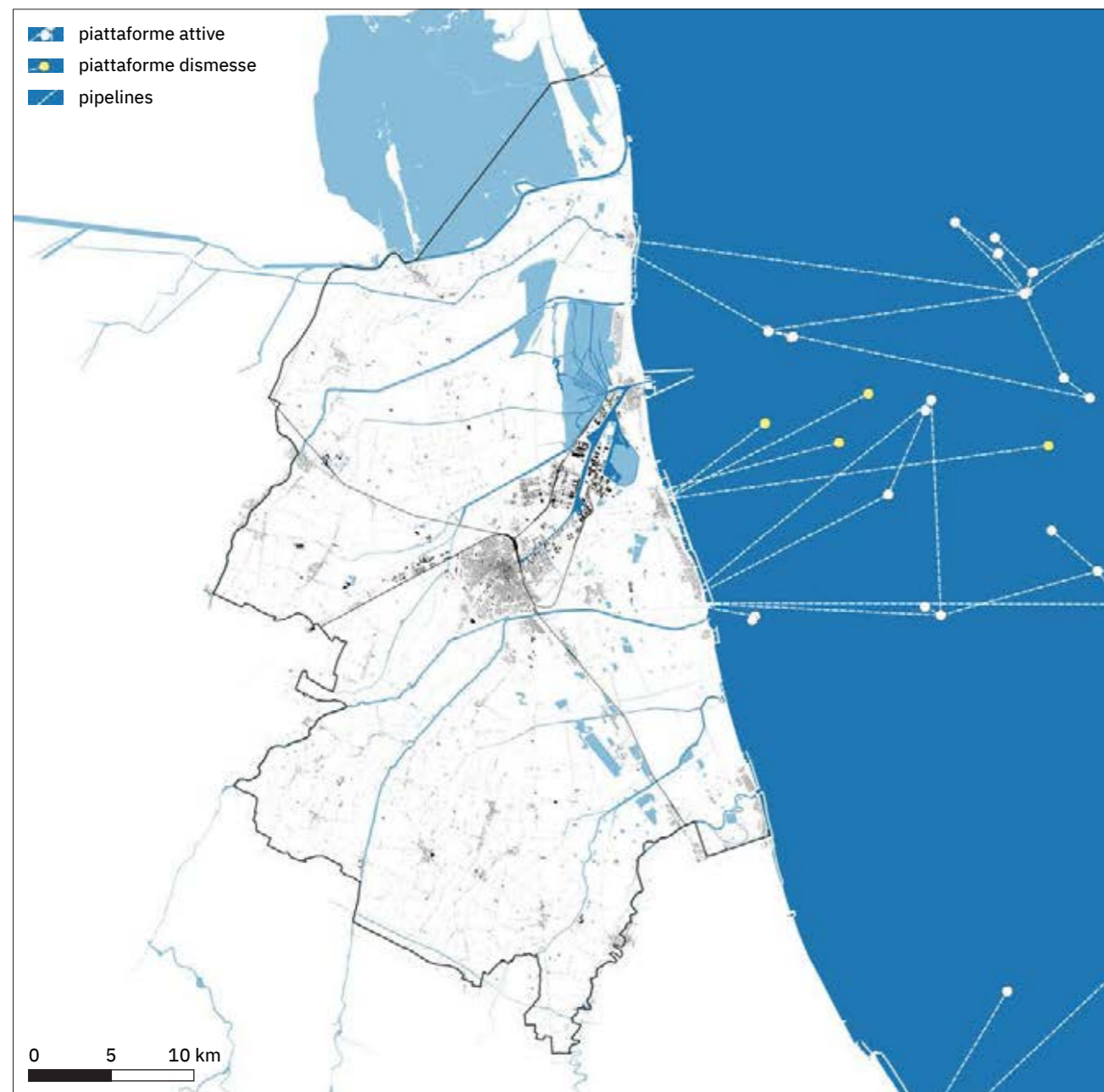
Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Snam

ATTIVITÀ ESTRATTIVE (OIL & GAS) E DI STOCCAGGIO

Piattaforme

Il decommissioning delle piattaforme di estrazione a largo della costa ravennate è un tema che diventerà di grande attualità visto l'esaurimento dei pozzi e delle concessioni in essere. Per alcune di esse si può pensare ad un riuso parziale per funzioni legate alla produzione energetica (eolico) o al turismo ambientale. Tali strutture, specialmente nei fondali sabbiosi dell'Adriatico, si comportano infatti come aggregatori di biodiversità estremamente attrattivi per chi fa immersioni.

CONSISTENZA



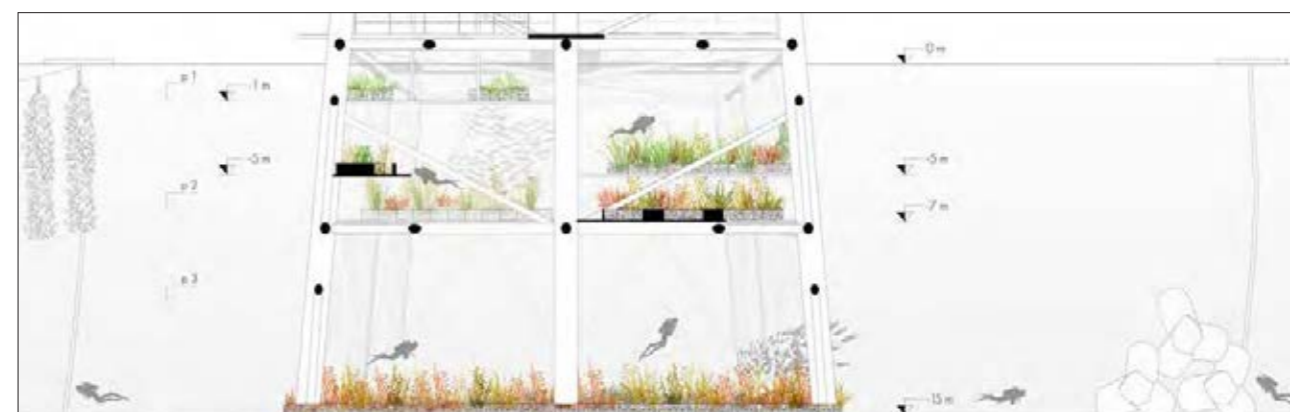
Interazioni



↑ Programma di decommissioning per esaurimento concessioni



↑ Reef artificiali: funzioni turistiche e ambientali



Settori di incidenza potenziale

- incendi boschivi
- dissesto idrogeologico
- subsidenza**
- degrado del suolo
- disponibilità e qualità idrica
- arretramento costa
- intrusione salina
- consumi energetici
- biodiversità e ecosistemi**
- effetti sulla salute
- attività economiche (turismo)**
- attività economiche (agricola)

Referenti / Stakeholders

MISE | UNMIG | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Eni

**ATTIVITÀ ESTRATTIVE (OIL & GAS) E DI STOCCAGGIO**

**Stoccaggio**

Lo stoccaggio di gas nel sottosuolo è una pratica che riutilizza giacimenti esauriti come stazioni di deposito della rete per garantire continuità di fornitura. Oltre che per i combustibili fossili, questa tecnica è utilizzabile per favorire il sequestro di CO2 dall'ambiente e ridurre la presenza di gas serra nell'atmosfera. Alcuni importanti porti del nord Europa, tra cui Rotterdam, la stanno sperimentando su depositi off-shore come misura compensativa e con prospettive di riduzione della subsidenza.

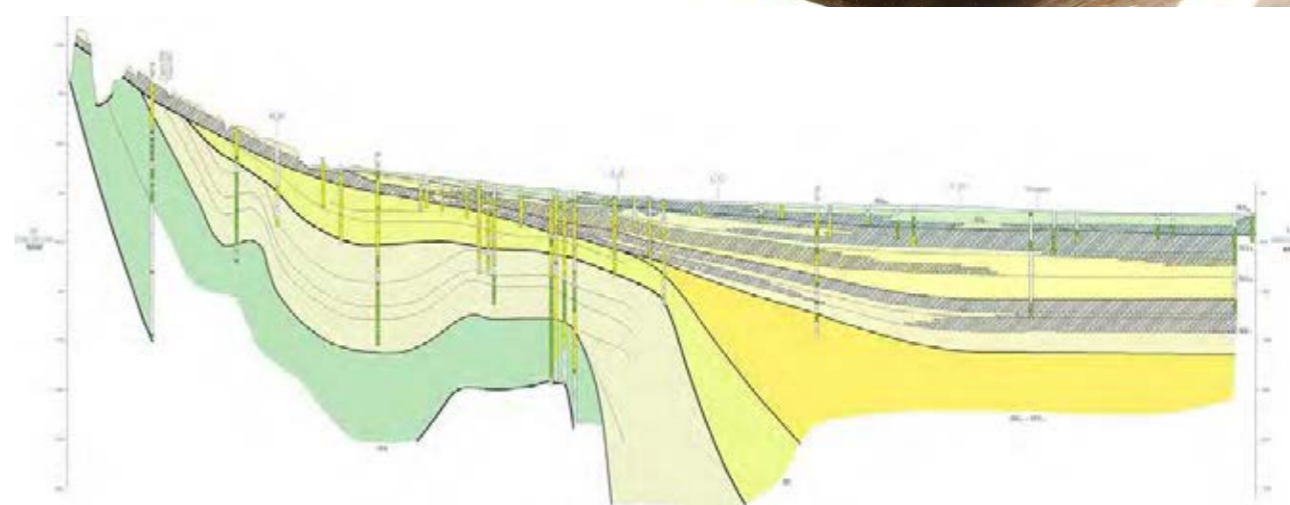
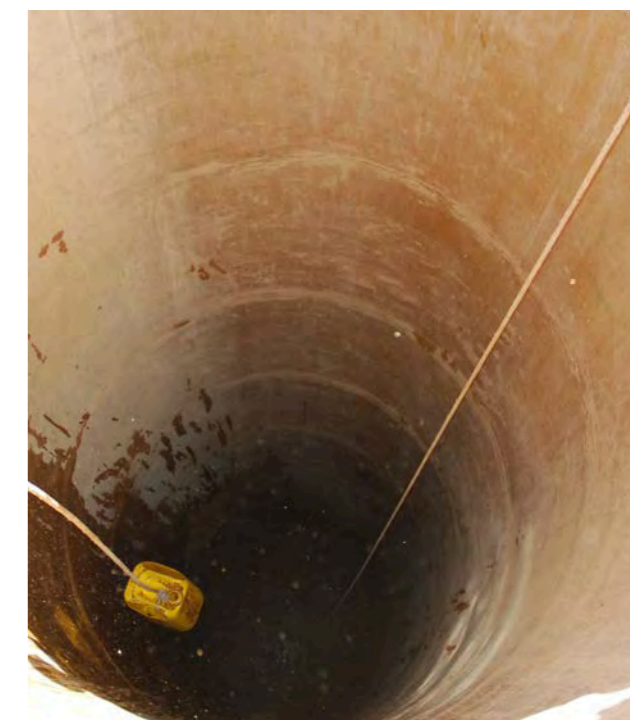
**CONSISTENZA**



**Interazioni**



↑ Impianti



↑ Ricarica falda profonda

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
**subsidenza**  
 degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

biodiversità e ecosistemi  
**effetti sulla salute**  
 attività economiche (turismo)  
 attività economiche (agricola)

**Referenti / Stakeholders**

Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Stogit | Edison Stoccaggio

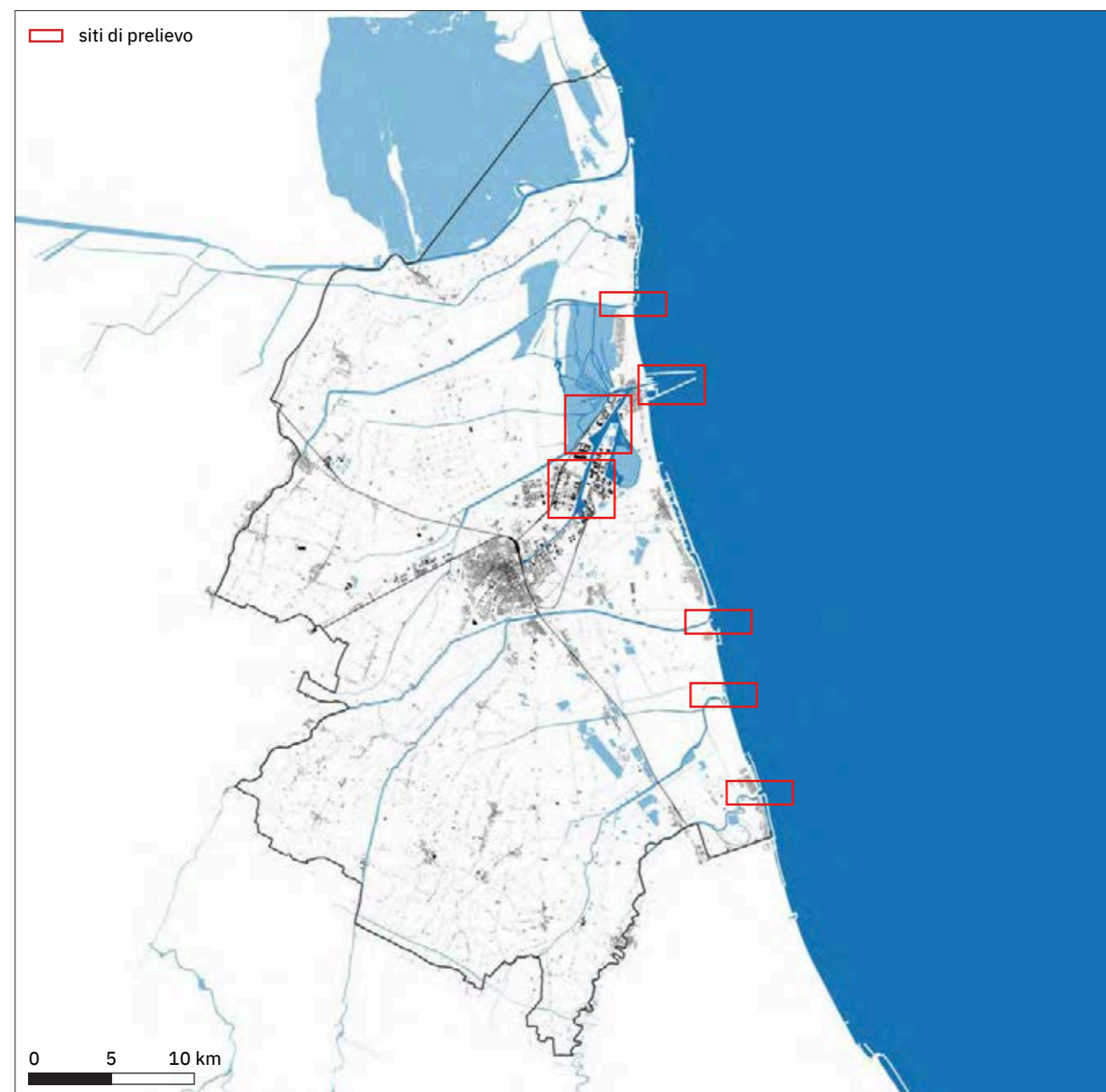


**BONIFICA DEI SITI INQUINATI**

**Dragaggi**

La movimentazione artificiale dei terreni è uno strumento di modellazione del territorio che, in un contesto di bassa pianura come quello ravennate, può rappresentare una risorsa strategica contro gli effetti della subsidenza e come difesa dalle mareggiate. I fenomeni di interrimento che interessano le darsene rendono disponibile, attraverso i dragaggi, un ingente stock di materiale che, opportunamente bonificato, può essere re-investito in operazioni di trasformazione della topografia.

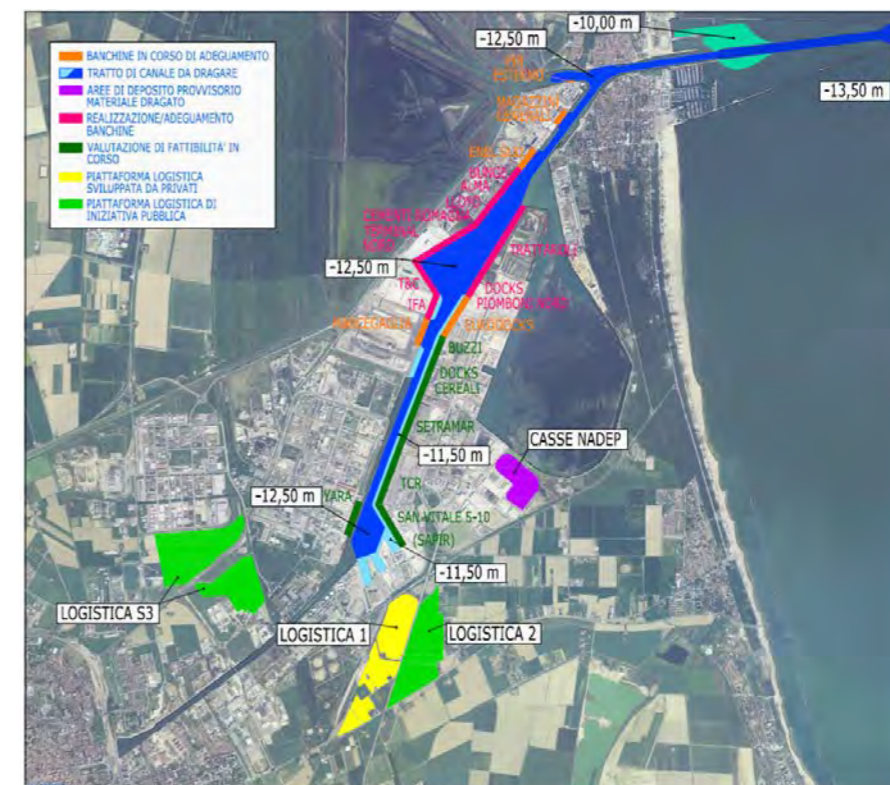
**CONSISTENZA**



**Interazioni**



↑ Prelievi continui



↑ Piano di utilizzo dei sedimenti del Canale Candiano

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
**subsidenza**  
**degrado del suolo**

disponibilità e qualità idrica  
**arretramento costa**  
 intrusione salina  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

biodiversità e ecosistemi  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
 attività economiche (agricola)

**Referenti / Stakeholders**

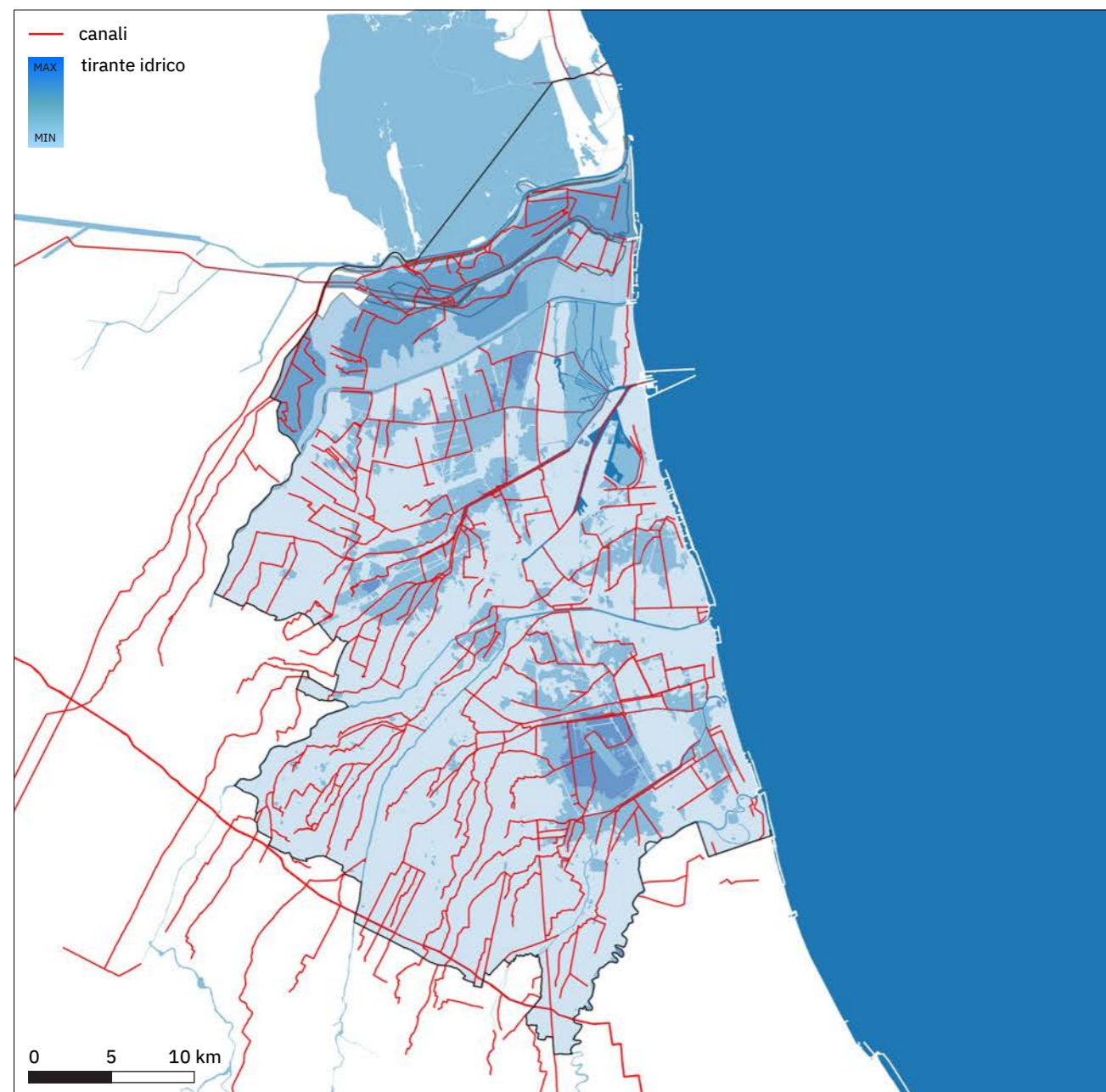
Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Autorità portuale

**OPERE DI BONIFICA INTEGRATA**

**Scolo**

La rete di scolo che serve la bonifica sarà sempre più in crisi con il concentrarsi delle precipitazioni in periodi brevi. Un modo per alleggerire il sistema è portarla subito in falda attraverso sistemi di infiltrazione (boschi o pozzi infiltranti). Questo richiede una conoscenza specifica delle aree che conviene "sacrificare". L'analisi satellitare permette di valutare la produttività dei campi agricoli che combinata con le caratteristiche dei suoli può indicare le zone più adatte a questo scopo.

**CONSISTENZA**



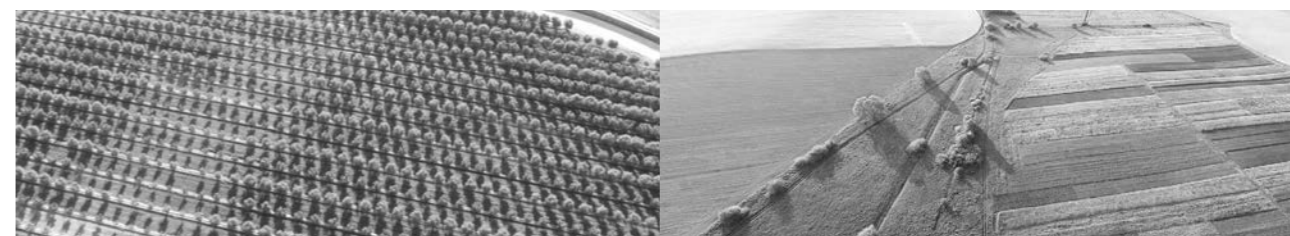
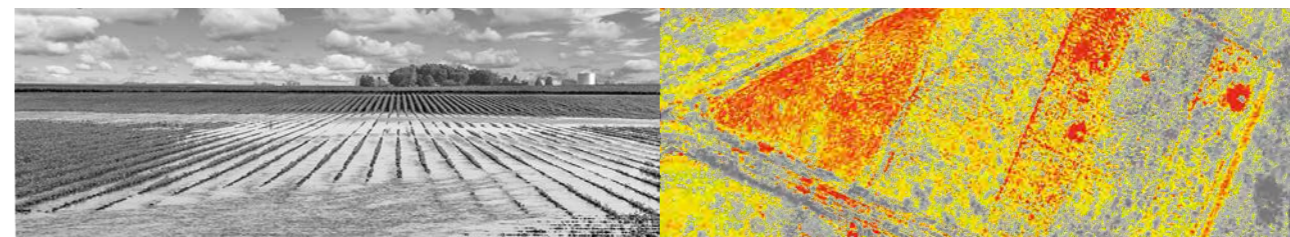
**Interazioni**



Mappatura zone improduttive ↑



Operazioni di allagamento e infiltrazione secondo le attitudini dei suoli ↑



incendi boschivi  
**dissesto idrogeologico**  
**subsidenza**  
 degrado del suolo

**disponibilità e qualità idrica**  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

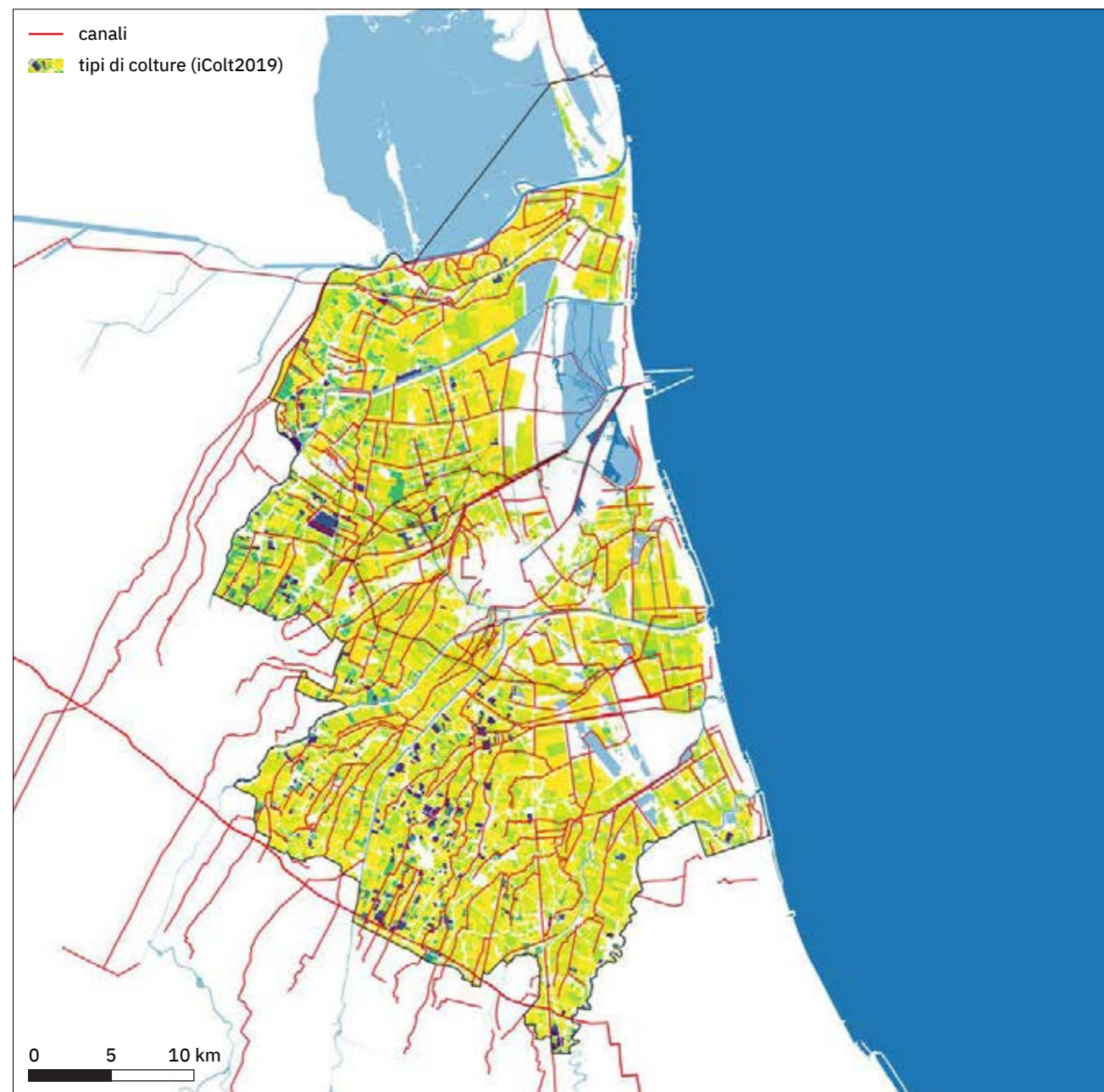
Agricoltori | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Consorzi di bonifica

OPERE DI BONIFICA INTEGRATA

**Irrigazione**

L'aggiornamento dei sistemi di irrigazione è un ulteriore fattore il cui sviluppo può influire indirettamente sulla resilienza al fenomeno delle alluvioni. L'irrigazione in pressione consente di impiantare colture idroresistenti (ad esempio alberi da frutto e vite) in zone prima impensabili. Qui è dunque possibile effettuare la microlaminazione, ossia contenere grandi volumi d'acqua su vaste superfici con un tirante idrico molto basso senza danneggiare la produttività agricola.

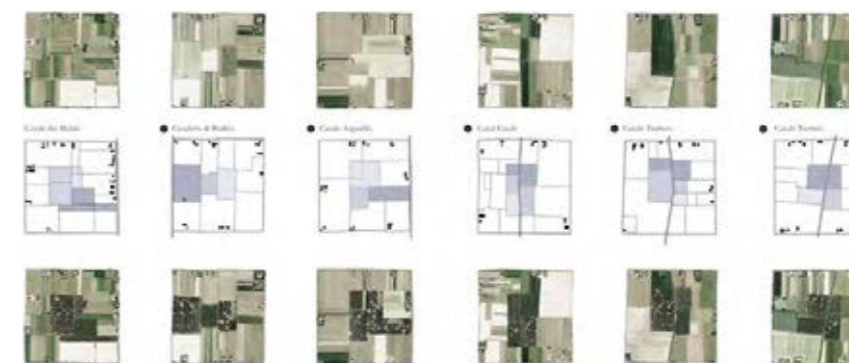
CONSISTENZA



Interazioni



↑ Sviluppo irrigazione in pressione



↑ Possibilità di microlaminazione



incendi boschivi  
**dissesto idrogeologico**  
**subsidenza**  
**degrado del suolo**

**disponibilità e qualità idrica**  
 arretramento costa  
 intrusione salina  
**consumi energetici**

Settori di incidenza potenziale

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
 attività economiche (turismo)  
**attività economiche (agricola)**

Referenti / Stakeholders

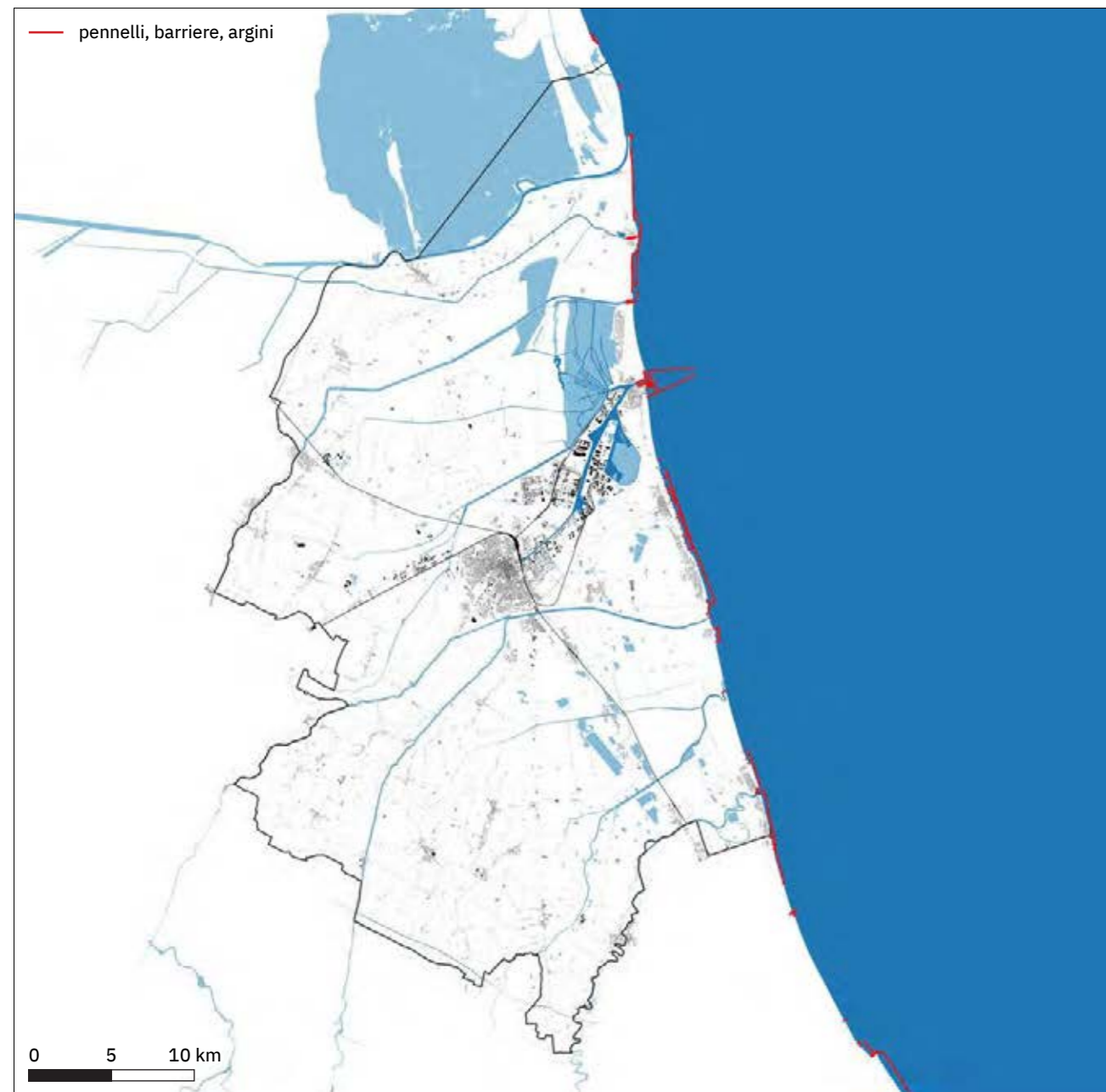
Agricoltori | Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Consorzi di bonifica

**OPERE DI DIFESA DELLA COSTA**

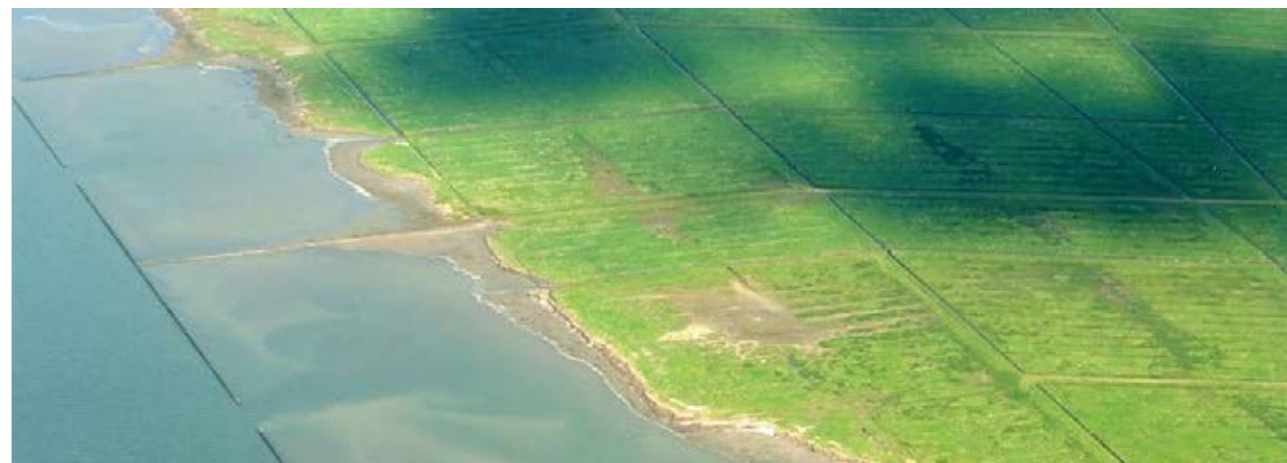
**Difese rigide**

Tra i sistemi di difesa della costa, le opere rigide sono quelle che più caratterizzano l'aspetto del paesaggio. Una loro ulteriore implementazione, per far fronte all'innalzamento del livello del mare, richiederà un ripensamento del turismo balneare e del tipo di stabilimenti oggi diffusi sul litorale. In questo caso, anche le attività agricole retrocostiere dovranno evolvere verso un modello più simile a quello dei polder capace di compensare la salinità con ampi apporti di acqua dolce dai fiumi.

**CONSISTENZA**



**Interazioni**



Land reclaiming ↑



Polderizzazione ↑

incendi boschivi  
 dissesto idrogeologico  
 subsidenza  
 degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
**arretramento costa**  
 intrusione salina  
 consumi energetici

**Settori di incidenza potenziale**

**biodiversità e ecosistemi**  
 effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
**attività economiche (agricola)**

**Referenti / Stakeholders**

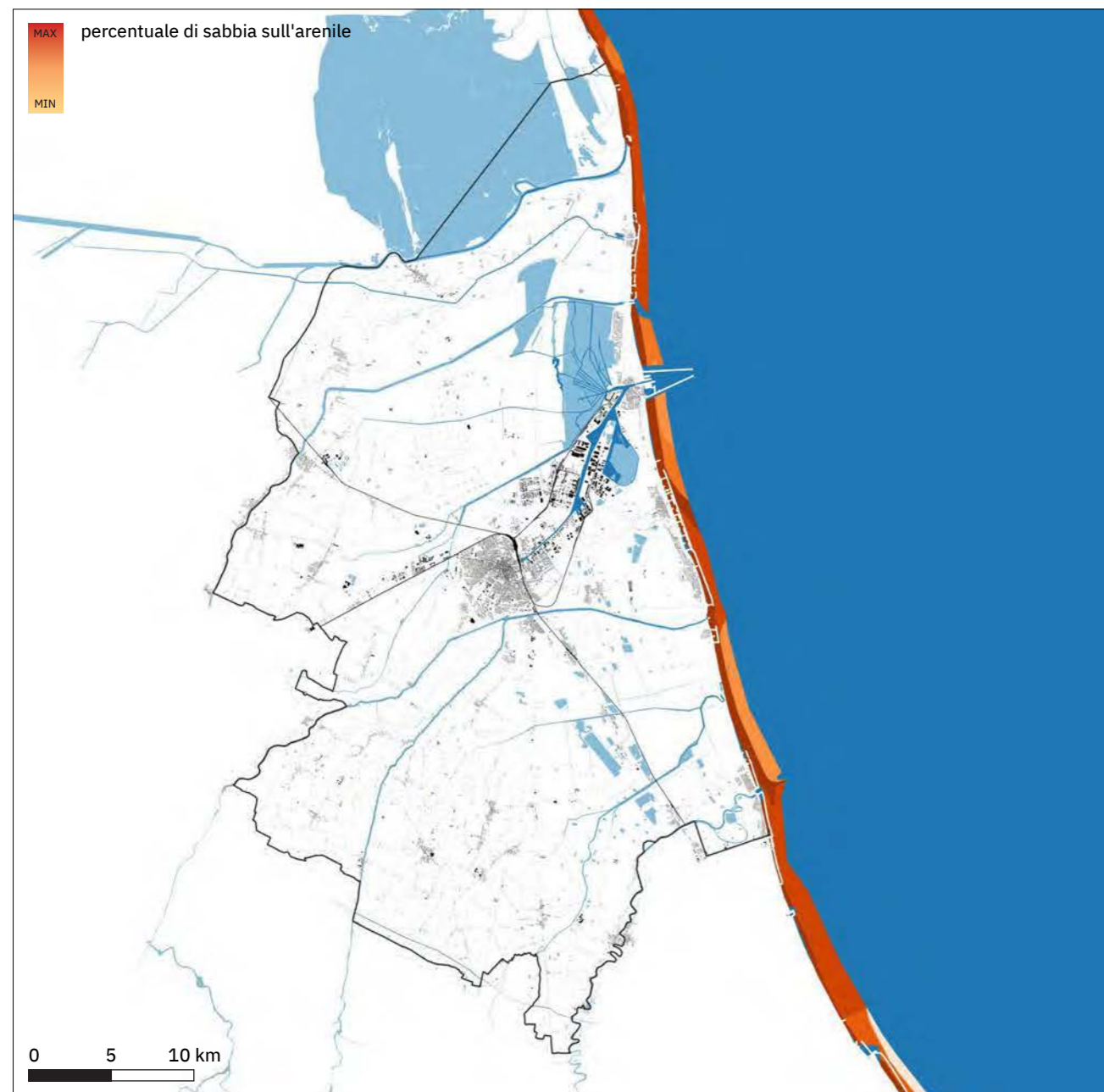
Ufficio Ambiente | Ufficio Urbanistica | Regione

OPERE DI DIFESA DELLA COSTA

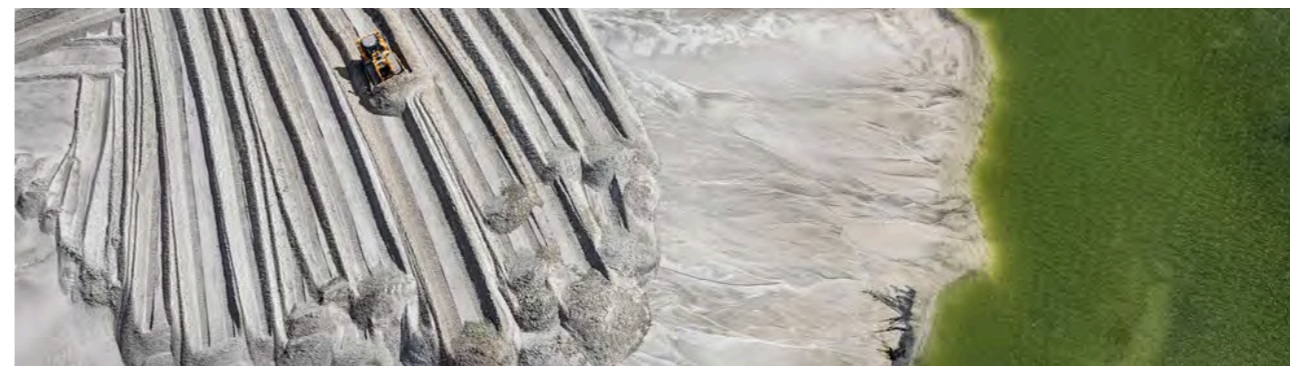
**Difese morbide**

Le difese morbide della costa comportano una costante gestione e movimentazione di sabbie il cui apporto è garantito principalmente dai ripascimenti con materiale proveniente da depositi off-shore. Ne deriva un paesaggio in costante movimento per l'azione combinata del mare e dell'uomo che interviene per preservare una risorsa preziosa a fini sia ambientali che turistici. Gli scenari futuri consentiranno il mantenimento di questo sistema solo in un'ottica di arretramento della linea di costa.

CONSISTENZA



Interazioni



↑ Ripascimenti



↑ Paesaggi temporanei



incendi boschivi  
dissesto idrogeologico  
subsidenza  
degrado del suolo

disponibilità e qualità idrica  
**arretramento costa**  
**intrusione salina**  
consumi energetici

Settori di incidenza potenziale

**biodiversità e ecosistemi**  
effetti sulla salute  
**attività economiche (turismo)**  
attività economiche (agricola)

Referenti / Stakeholders

Ufficio Mobilità | Ufficio LLPP | ANAS | Società Autostrade

# RIFERIMENTI

---

*Il lavoro presentato si è basato su una serie di riferimenti legislativi, cartografici e dati desunti da fonti internazionali, nazionali e locali.*

*L'eterogeneità di queste fonti ha reso necessario rielaborare gran parte delle informazioni disponibili, e in alcuni casi semplificarle, per omogeneizzare la rappresentazione. Di seguito sono citati i documenti da cui sono state tratte. In particolare, le analisi sul territorio ravennate devono molto ai piani comunali, provinciali e regionali che hanno reso possibile una conoscenza estremamente approfondita del contesto.*

*A questi si rimanda per ulteriori approfondimenti che, per ovvie ragioni di spazio, non si è potuto includere in questo documento. Il Comune ha fornito gran parte della cartografia non reperibile su i geo-portali nazionali e regionali permettendo al presente studio di basarsi su materiale dettagliato e di ottima qualità.*

## **/ CARTOGRAFIA STORICA /**

MOKA GIS EMILIA ROMAGNA

[http://www.mokagis.it/html/applicazioni\\_mappe.asp](http://www.mokagis.it/html/applicazioni_mappe.asp)

CARTE STORICHE IN EMILIA ROMAGNA DAL 1580-1852 / CARTE STORICHE IN EMILIA ROMAGNA DAL 1853-1895 /

VOLO RAF DEL 1943-44 / VOLO IGM GAI DEL 1954

Volo in elicottero 1986

CONSULTAZIONE ORTOFOTO REGIONE EMILIA ROMAGNA: 2008-2011-2014-2017

GOOGLE EARTH - 2019

CONVEGNO PER LO STUDIO DELLA ZONA ARCHEOLOGICA DI CLASSE A MEZZO DELL'AEROFOTOGRAFIA

Studi storici, topografici ed archeologici del "Portus Augusti" di Ravenna e sul territorio classicano, 1961, Ravenna

## **/ CARTOGRAFIA TERRITORIALE /**

GEOPORTALE EMILIA ROMAGNA

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI / URBANIZZATO CONTINUO - SPARSO – RINATURALIZZABILE

AGRICOLO ARTIFICIALIZZATO - INTERCLUSO - EXTRAURBANO – PRODUTTIVO

NATURALE SEMINATURALE - SEMINATURALE IN EVOLUZIONE - SEMINATURALE INDUSTRIALE

## **/ PIANI – NORMATIVE A SCALA NAZIONALE E REGIONALE /**

DLGS 152/06 Normative in materia ambientale

[http://www.isprambiente.gov.it/it/garante\\_aia\\_ilva/normativa/normativa-ambientale/Dlgs\\_152\\_06\\_TestoUnicoAmbientale.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/it/garante_aia_ilva/normativa/normativa-ambientale/Dlgs_152_06_TestoUnicoAmbientale.pdf)

LR24-17\_Disciplinazione regionale sulla tutela e uso del territorio

<https://bur.regione.emilia-romagna.it/bur/area-bollettini/bollettini-in-lavorazione/n-340-del-21-12-2017-parte-prima.2017-12-21.5187908668/disciplina-regionale-sulla-tutela-e-l2019uso-del-territorio/l-r-21-12-2017-n.24>

## **/ PIANIFICAZIONE TERRITORIALE /**

PUG 2020 - PIANO URBANISTICO GENERALE COMUNE DI RAVENNA

IL PIANO DELLE AZIONI CONSAPEVOLI E INTEGRATE- Nuova energia per rigenerare la città e il suo porto. Documento strategico, 2019

PTCP - PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE

<http://www.provincia.ra.it/Argomenti/Territorio/PTCP-Piano-Territoriale-di-Coordinamento-Provinciale/Elaborati-grafici>

Elaborati grafici (pdf + shp):

TAVOLA 1 – UNITÀ DI PAESAGGIO

TAVOLA 2 – TUTELA DEI SISTEMI AMBIENTALI E DELLE RISORSE STORICO-CULTURALI – TAV 2.1, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9, 2.12, 2.13, 2.17, 2.18

TAVOLA 3 - CARTA DELLA TUTELA DELLE RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE – TAV 3.1, 3.5, 3.9, 3.13

TAVOLA 6 – PROGETTO RETI ECOLOGICHE IN PROVINCIA DI RAVENNA

CARTA FORESTALE DELLA PROVINCIA DI RAVENNA

PSC – PIANO STRUTTURALE COMUNALE RAVENNA - 2003

Elaborati Quadro Conoscitivo:

B. SISTEMA NATURALE E AMBIENTALE

B.1 ASPETTI FISICI B.1.1 CARTA DELLE EMERGENZE NATURALISTICHE B.1.2 UNITA' DI PAESAGGIO

B.2 CARATTERI MORFOLOGICI

B.2 CARATTERI MORFOLOGICI

B.2.1 ACQUE SUPERFICIALI: carta del drenaggio

B.2.2 ACQUE SOTTERRANEE

B.2.2.a carta delle isofreatiche B.2.2.b carta delle isobate della superficie freatica B.2.2.c carta delle isopieze

B.2.3 CARATTERISTICHE DEI SUOLI

B.2.3.a carta litologica B.2.3.b carta geologica - geomorfologica B.2.3.c carta pedologica B.2.3.d carta del microrilievo

B.3 RISCHI B.3.1 CARTE DEI RISCHI DI ORIGINE NATURALE

B.3.1.a subsidenza B.3.1.b erosione

B.3.2 CARTE DEI RISCHI DI ORIGINE ANTROPICA

B.3.2.a aree a rischio di incidente rilevante

S.V.B CARTA DI SINTESI SISTEMA NATURALE AMBIENTALE

C. SISTEMA TERRITORIALE

C.0 USO DEL TERRITORIO

C.0.1 CARTE STORICHE DELL'USO DEL SUOLO

C.0.1.a bonifiche C.0.1.b principali elementi al 1600 C.0.1.c principali elementi al 1850

C.0.2 CARTA DELL'USO DEL SUOLO

C.0.2 CARTA DELL'USO DEL SUOLO

C.1.4 DOTAZIONI TERRITORIALI C.1.4.1 IMPIANTI E RETI TECNOLOGICHE  
C.1.4.1.a rete acqua C.1.4.1.b rete gas C.1.4.1.c elettrodotti C.1.4.1.d fognature territorio C.1.4.1.e fognature capoluogo  
1 C.1.4.1.f fognature capoluogo 2 C.1.4.1.g antenne (tel. mobile - radio - TV) C.1.4.1.h gasdotti - oleodotti  
D.1.1 CARTE DEI VINCOLI SOVRAORDINATI  
D.1.1.a sintesi del PTCP D.1.1.b ambiti di tutela del PTCP: dossi e sistemi dunosi D.1.1.c piani stralcio di bacino-zone a rischio di inondabilità  
D.1.2 CARTE DEI VINCOLI AMBIENTALI VIGENTI  
D.1.2.a ambiti di tutela D.1.2.b zone vulnerabili D.1.2.c Parco Delta del Po e aree di protezione degli habitat  
D.1.3 CARTE DEI VINCOLI INDOTTI  
D.1.3.a fasce di rispetto elettrodotti - impianti e servizi

**/ INFRASTRUTTURE /**

PRIT 2025 PIANO REGIONALE INTEGRATO DEI TRASPORTI - Delibera n. 214 del 10/07/2019 elaborati:  
CARTA B – SISTEMA STRADALE  
CARTA C.1 – SISTEMA INFRASTRUTTURALE FERROVIARIO  
<http://mobilita.regione.emilia-romagna.it/prit-piano-regionale-integrato-dei-trasporti/sezioni/prit-2025-fase-di-adozione>

**/ RISCHI /**

**/ SUBSIDENZA**  
ARPAE RILIEVO DELLA SUBSIDENZA 2016-17  
[https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=3986&idlivello=1423](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3986&idlivello=1423) <https://www.arpae.it/cartografia/>  
AMBIENTE REGIONE EMILIA ROMAGNA  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/subsidenza/i-metodi-di-studio>  
**/ EROSIONE COSTIERA**  
CARTA DELLE CRITICITÀ COSTIERE 2015 – IN RISK - Sistema Informativo del Mare e della Costa della Regione Emilia-Romagna  
[https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in\\_risk](https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa/in_risk)  
Tavola 05 Foce Reno - Tavole 06 Casalborsetti – 07 Marina di Ravenna – 08 Lido Adriano – 09 Lido di Classe  
**/ CUNEO SALINO**  
CSI PROJECT – COASTAL SALT INTRUSION – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA COMUNE DI RAVENNA  
Volume 1: Inquadramento e definizione delle strategie di studio  
Volume 2: Monitoraggio e caratterizzazione dell' acquifero  
Volume 3: Modellistica analitica e numerica 2D dell'intrusione salina e relativo sviluppo in diversi scenari climatici per la costa ravennate  
Volume 4: Modellistica numerica 3D dell'intrusione salina e del suo sviluppo in un determinato scenario climatico in due zone di dettaglio  
Volume 5: Effetti della salinizzazione dell'acqua sulla vegetazione e sulla fauna  
Vol. 6: Effetti della salinizzazione delle acque sul suolo  
Vol. 7: Sviluppo delle linee guida per la gestione del problema e di eventuali strumenti di supporto Sintesi non Tecnica  
ASTERIS - ADAPTATION TO SALTWATER INTRUSION IN SEA LEVEL RISE SCENARIOS - Interreg Italia-Croazia  
**/ INONDAZIONI**  
PAI – PIANO STRALCIO PER IL RISCHIO IDROGEOLOGICO –VARIANTE DI PIANO 2016  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/pianificazione/autorita-bacini-romagnoli/varian-te-pai-pgra>  
Zonizzazione della pericolosità idrogeologica: Tavole 240o – 240e – 223o – 223e  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/pianificazione/autorita-bacini-romagnoli/varian-te-pai-pgra/cartovar-piano>  
Tavole direttiva idraulica: Tavole 223o – 223e – 240o – 240e  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/pianificazione/autorita-bacini-romagnoli/varian-te-pai-pgra/cartovar-diret>  
Relazione  
<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/sezioni/pianificazione/autorita-bacini-romagnoli/varian-ti-1/Relazione.pdf>  
**/ INCENDI BOSCHIVI**  
PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE – COMUNE DI RAVENNA  
Piano Specifico di Emergenza Rishio Incendi Boschivi – Tav. 1  
<http://www.comune.ra.it/Aree-Tematiche/Polizia-Locale-e-Protezione-Civile/Protezione-Civile/Piano-di-Protezione-Ci-vile-Comunale/Piani-Operativi/Piani-Operativi-di-Emergenza/Piano-di-Emergenza-Rischio-Incendi-Boschivi>  
CATASTO INCENDI BOSCHIVI 2008-2018 - MOKA GIS EMILIA ROMAGNA  
[http://www.mokagis.it/html/applicazioni\\_mappe.asp](http://www.mokagis.it/html/applicazioni_mappe.asp)

**/ CAMBIAMENTO CLIMATICO /**

MINISTERO DELL'AMBIENTE  
STRATEGIA NAZIONALE DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI  
<https://www.minambiente.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0>  
PNAC – Piano Nazionale Adattamento ai Cambiamenti climatici  
[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio\\_immagini/adattamenti\\_climatici/documento\\_pnacc\\_luglio\\_2\\_017.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2_017.pdf)  
IPCC - INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE  
<https://www.ipcc.ch/>  
CLIMATE CHANGE AND LAND – REPORT 2019  
<https://www.ipcc.ch/report/srccl/>

**/ ARTICOLI E SCENARI /**

ENEA - SCENARI LOCALI  
CAMBIAMENTI CLIMATICI E VARIAZIONI DEL LIVELLO DEL MAR MEDITERRANEO – WORKSHOP 2018 [http://www.enea.it/it/seguici/events/cambiamenticlimatici\\_5-6lug18/cambiamenti-climatici-e-variazioni-del-livello-del-mar-mediterraneo](http://www.enea.it/it/seguici/events/cambiamenticlimatici_5-6lug18/cambiamenti-climatici-e-variazioni-del-livello-del-mar-mediterraneo)  
VARIAZIONI RELATIVE DEL LIVELLO DEI MARI - PREVISIONI DEGLI IMPATTI DELLE COSTE ITALIANE E DEL MONDO\_2016  
IPCC - SCENARI GLOBALI  
IPCC REPORT - OCEAN AND CRYOSPHERE – REPORT 2019 [https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC\\_FinalDraft\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/srocc/pdf/SROCC_FinalDraft_FullReport.pdf)  
REGIONE EMILIA ROMAGNA  
SCENARI CLIMATICI REGIONALI PER AREE OMOGENEE <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/gli-strumenti/forum-regionale-cambiamenti-climatici/scenari-climatici-regionali-per-aree-omogenee-1>

**/ NORMATIVE E ACCORDI /**

PATTO DEI SINDACI PER CLIMA ED ENERGIA  
<https://www.pattodeisindaci.eu/it/>  
REGIONE ER  
Forum Regionale  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/forum-regionale-cambiamenti-climatici/forum-regionale-permanente-sui-cambiamenti-climatici>  
Piani clima  
<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/piani-clima>  
Strategia Regionale  
[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/materiali-vari/documenti\\_vecchia\\_versione/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/materiali-vari/documenti_vecchia_versione/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici)  
Atlante climatico regionale 2017  
[https://www.arpae.it/dettaglio\\_generale.asp?id=3811&idlivello=1591](https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=3811&idlivello=1591)  
Percorso strategia unitaria mitigazione e adattamento ai cc: Delibera di Giunta 2200/2015 Strategia regionale adattamento e mitigazione

**/ MANUALI, LINEE GUIDA, REPORT, PROGETTI /**

ISPRA  
Rapporto 2019 “Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici”, <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/soilo-e-territorio/il-consumo-di-suolo/i-servizi-ecosistemici-del-suolo>  
LIFE Lagoon Refresh <http://www.lifelagoonrefresh.eu>  
REGIONE ER e consorzio di bonifica  
Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonificain Emilia-Romagna  
REGIONE VENETO E VENETO AGRICOLTURA  
Aree forestali di infiltrazione per la ricarica delle falde idriche - <http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureAFI-IT.pdf>  
Manuale per la gestione ambientale dei corsi d'acqua a supporto dei Consorzi di bonifica - <https://www.venetoagricoltura.org/upload/pubblicazioni/Manuale%20Gestione%20Ambientale%20E418/Manuale%20Gestione%20Acque%20Web.pdf>

**/ SERVIZI ECOSISTEMICI /**

MEA MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESTMENT  
<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>  
ISPRA  
Definizione del metodo per la classificazione e quantificazione dei servizi ecosistemici in Italia. Esiti del tavolo tecnico

# BIBLIOGRAFIA

---

*Si riportano qui affianco i principali riferimenti bibliografici consultati nella formulazione di questa ricerca.*

*Teniamo a precisare che si tratta di una bibliografia essenziale. L'elenco non è esaustivo, ma si riferisce a libri, articoli e pubblicazioni che hanno ispirato la metodologia impiegata e supportato la costruzione degli scenari, nonché la formulazione delle proposte progettuali e la definizione degli ambiti di applicazione.*

*Ai fini di assicurare una lettura più agile del documento e assolvere il più possibile ad una funzione divulgativa, si è scelto di non appesantire il corpo di testo con citazioni e rimandi in nota.*

*Alcune delle immagini utilizzate nel documento sono riprese dalle pubblicazioni di seguito riportate; per un'esaustiva descrizione delle fonti iconografiche si rimanda comunque alla sezione "Crediti".*

- Adhikari, K. & Hartemink, A. E., 2016. Linking soil to ecosystem services - A global review. *Geoderma*, Issue 262, pp. 101-111.
- Amorosi, A., Maselli, V. & Trincardi, F., 2016. Onshore to offshore anatomy of a late Quaternary source-to-sink system (Po Plain-Adriatic Sea, Italy). *Earth-Science Review*, Issue 153, pp. 212-237.
- Antonellini, M., Baluganil, E., Gabbianelli, G., Laghi, M. & Mollema, P., 2010. Lenti d'acqua dolce nelle dune della costa Adriatico-Romagnola. *Studi Costieri*, Issue 17, pp. 85-106.
- Antonellini, M., Giambastiani, B., Greggio, N., Bonzi, L., Calabrese, L., Luciani, P., Perini, L. & Severi, P., 2019. Process governing natural land subsidence in the shallow coastal aquifer of the Ravenna coast, Italy. *Catena*, Issue 172, pp. 76-86.
- Antonellini, M. & Mollema, P., 2010. Impact of groundwater salinity on vegetation species richness in the coastal pine forests and wetlands of Ravenna, Italy. *Ecological Engineering*, Issue 36, pp. 1201-1211.
- Antonioli, F. et al., 2017. Sea-level rise and potential drowning of the Italian coastal plains: Flooding risk scenarios for 2100. *Quaternary Science Reviews*, Issue 158, pp. 29-43.
- Barbarella, M., De Giglio, M. & Avataggiato, A., 2012. Studio degli effetti dell'intrusione del cuneo salino sulla vegetazione costiera mediante dati satellitari. Vicenza, s.n.
- Belanger, P., 2016. *Landscape as Infrastructure*. London: Routledge.
- Bondesan, A., 2019. L'importanza della quota in un territorio sotto il livello del mare, Bologna: s.n.
- Bonzi, L., Calabrese, L., Severi, P. & Vincenzi, V., 2010. L'acquifero freatico costiero della Regione Emilia Romagna: modello geologico e stato della salinizzazione. *Il Geologo*, Issue 39, pp. 21-36.
- Cozzolino, D., Greggio, N., Antonellini, M. & Giambastiani, M. S., 2017. Natural and anthropogenic factors affecting freshwater lenses in coastal dunes of the Adriatic coast. *Journal of Hydrology*, Issue 551, pp. 804-818.
- Di Giulio, R., Emanuelli, L. & Lobosco, G., 2018. Scenarios' Evaluation by Design, Un approccio per scenari al tema della resilienza. *Techne*, Issue 15, pp. 92-100.
- Emanuelli, L. & Lobosco, G., 2016. HyperNatural Landscapes. In: *Albanian Riviera, An alternative model of Progress and Development for a Next Generation Albania*. Tirana: POLIS University, pp. 42-45.
- Farina, A., 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. 2nd edition a cura di Dordrecht: Springer.
- Farina, A., 2008. The Landscape as a Semiotic Interface between Organisms and Resources. *Biosemiotics*, Issue 1, pp.75-83.
- Felloni, D., Magagnoli, B., Tinti, L., 2019. Symbiotic landscape: a dynamic strategy between water management and land aptitudes, the Ferrara reclamation ground case study. Tesi di laurea. Supervisors: Luca Emanuelli, Gianni Lobosco ; tutors: Carmela Vaccaro, Alessandro Bondesan.
- Greggio, N., Mollema, P., Antonellini, M. & Gabbianelli, G., 2012. Irrigation management in Coastal Zones to Prevent Soil and Groundwater Salinization. In: V. A. Broil, a cura di *Resource Management for Sustainable Agriculture*. s.l.:IntechOpen, p. Chapter 2.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. *Climate Change and Land*, s.l.: IPCC.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. *Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, s.l.: IPCC.
- Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M., 2012. Landfill mining: A critical review of two decades of research. *Waste management*, 32(3), 513-520.
- Lister, N. M., 2015. Resilience Designing is the New Sustainability. *Topos, Resilient cities and landscapes* (90), pp. 14-20.
- Lister, N. M. & Reed, C., 2014. Ecology and Design: parallel Genealogies. *Places journal*, Aprile.
- Lobosco, G., 2017. *SIZING LANDSCAPES. A Scenario-Based Approach Addressing Landscape Changes due to Infrastructure Developments Learning from Touristic Contexts*. Tesi di Dottorato
- Mencarini, V., 2020. *MOVING HORIZON. Landscape design praxis through soil transformation*. Tesi di Dottorato
- Mollema, P., Antonellini, M., Gabbianelli, G. & Laghi, M., 2010. The influence of surface water evaporation on salt water intrusion in Ravenna, Italy. Implications for climate change. *Azores, Portugal*, s.n., pp. 285-288.
- Perini, L., Calabrese, L., Luciani, P., Olivieri, M., Galassi, G., & Spada, G., 2017. Sea-level rise along the Emilia-Romagna coast (Northern Italy) in 2100: scenarios and impacts. *Natural Hazards and Earth System Sciences (NHES)*.
- Simeoni, U., 2004. *Evoluzione morfosedimentaria dell'area costiera di Foce Reno*, Bologna.
- Simeoni, U., Bonora, N., Gabbianelli, G. & Gonella, M., 2002. *Integrated Management Study of Comacchio Coast (Italy)*. *Journal of Coastal Research, Special Issue(36)*, pp. 686-693.
- Stive, M. et al., 2013. *The sand engine: A solution for vulnerable deltas in the 21st century?*. Arcachon, France.
- Todman, L. C. et al., 2018. Evidence for functional state transitions in intensively-managed soil ecosystems. *Scientific Reports*, Issue 8.
- Vandenbohede, A., Mollema, P., Greggio, N. & Antonellini, M., 2014. Seasonal dynamic of a shallow freshwater lens due to irrigation in the coastal plain of Ravenna, Italy. *Hydrogeology Journal*, pp. 893-909.
- Wack, P., 1985. *Scenarios: uncharted waters ahead* i *Harvard Business Review*.



*In questa sezione sono elencate le fonti delle immagini impiegate per la ricerca e presentate nel documento. Occorre precisare che gli schemi e gli elaborati specificamente prodotti non sono riportati in questo elenco in quanto fanno parte integrante della ricerca e delle sue revisioni e ampliamenti di concerto con la Pubblica Amministrazione e gli uffici preposti alla redazione del documento.*

*Alcune fotografie sono state reperite sul web; dove si è potuto risalire all'autore questo è stato citato, diversamente è stata indicata la fonte da cui sono tratte oppure, con la sigla N.N. (Nomen nescio), si precisa che l'autore non è noto. L'elenco è organizzato seguendo le diverse Parti del documento. Sulla sinistra è indicato il numero di pagina dove è stata inserita la foto, seguito dalla didascalia e quindi dall'autore.*

*Chiunque riconoscesse un'immagine come propria o non opportunamente citata è pregato di segnalarlo agli autori che provvederanno ad aggiornare il documento.*

---

## **/ PROGETTO GRAFICO-EDITORIALE /**

Amedeo Mencarini

### **/ PARTE I: LA RICERCA /**

- 13 / Rinaturazione di un'area umida in prossimità del fiume Bevano / aprile 2019 / Vittoria Mencarini
- 15 / Pialassa Baiona / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 15 / Argine di protezione dell'arenile, Marina di Ravenna / gennaio 2020 / Vittoria Mencarini
- 18 / Lido di Dante, pescatore e piattaforma di estrazione Angela Angelina / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 16 / Lido di Dante, argine di protezione invernale di uno stabilimento balneare / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 17 / Lido di Dante, zona umida retrocostiera / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 17 / Argine pensile dei Fiumi Uniti / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 18 / Attraversamento di un metanodotto sul torrente Bevano / ottobre 2019 / Vittoria Mencarini
- 18 / Porto Corsini, molo. Sullo sfondo l'area industriale / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 19 / La centrale Teodora ripresa dal margine est della Pialassa Baiona / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 19 / Capanni da pesca nella Pialassa Baiona. Sullo sfondo la centrale Teodora e l'area industriale / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 20 / Savio. Zona agricola fotografata da via Canale Pergami / estate 2019 / Vittoria Mencarini
- 20 / Zona agricola fotografata dall'argine del fiume Montone / marzo 2020 / Vittoria Mencarini
- 21 / Modellazione morfologica in ex area agricola, in prossimità del fiume Bevano, favorevole allo sviluppo di una zona umida / estate 2019 / Vittoria Mencarini
- 21 / Zona agricola a Lido di Dante / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 22 / Rinaturazione di un'area umida in prossimità del fiume Bevano / estate 2019 / Vittoria Mencarini
- 22 / Rinaturazione dunale a Punta Marina / estate 2018 / Vittoria Mencarini
- 23 / Pialassa Baiona e zona industriale / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 23 / Lavori sul Canale Magni / marzo 2019 / Vittoria Mencarini
- 24 / Bassa marea, Marina di Ravenna / inverno 2019 / Vittoria Mencarini
- 24 / Zona umida Valle Mandriole / estate 2019 / Vittoria Mencarini
- 27 / Diagramma sintetico delle fasi di sviluppo della metodologia SEbD / Gianni Lobosco

### **/ PARTE II: IL TERRITORIO /**

- 32 / Evoluzione della linea di costa dal secolo VI a.C. fino ad oggi / Giorgio Lazzari
- 33 / Foto aerea della Foce del Fiume Savio del 1950 / Regione ER
- 33 / Foto aerea della Foce del Fiume Savio del 2011 / Regione ER
- 36 / Affioramenti nella zona di Classe del "Portus Augusti" prima della campagna di scavi archeologici, 1960 / "Studi storici, topografici ed archeologici sul "Portus Augusti" di Ravenna e sul territorio classicano"
- 37 / Schema della presumibile topografia originale della zona di Classe / "Studi storici, topografici ed archeologici sul "Portus Augusti" di Ravenna e sul territorio classicano"
- 38 / Cartografia schematica dell'evoluzione delle aree umide, riferita all'anno 1868 / N.N.
- 39 / Carte Storica Regionale del territorio comunale a nord dei Fiumi Uniti, riferita all'anno 1851 / Regione ER
- 39 / Evoluzione delle Pinete, riferita al periodo 1750-1980 / WWF
- 40 / Carta di Antonio Farini del 1741 che rappresenta la zona tra il Lamone e il Primaro, con valli, pinete e vari stadi di bonificazione gregoriana / Antonio Farini
- 41 / Carta del 1769 che rappresenta le prime risaie nelle valli della bonifica gregoriana di proprietà dei Guccioli, dei Rasponi e dell'Abbazia di San Vitale / N.N.
- 42 / Montaggio di foto aeree RAF (Royal Air Force); sono evidenti la linea di costa, le Pialasse, il canale Candiano, la Pineta San Vitale e il mosaico di aree agricole 1943-44 / Regione ER
- 43 / Foto aerea RAF (Royal Air Force); da destra la Pialassa Baiona, la Pineta di San Vitale e le aree agricole 1943-44 / Regione ER
- 44 / Foto aerea della Foce del fiume Reno volo in elicottero del 1986 / MOKA Emilia Romagna
- 45 / Immagine satellitare della Foce del Fiume Reno del 2019 / Google
- 52 / Campi allagati dopo le forti piogge dell'autunno 2019 / Google: N.N.
- 54 / Effetti di una delle mareggiate del 2019 / Vittoria Mencarini
- 56 / La Pineta di Classe dopo l'incendio del 19 luglio 2012 / Google: N.N.
- 58 / Effetti della subsidenza nelle zone agricole prossime alla strada statale Romea / settembre 2019 / Vittoria Mencarini
- 60 / Salinità dei terreni a livello regionale / ARPA ER
- 62 / Tracce di erosione costiera sul litorale, Marina Romea / novembre 2018 / Vittoria Mencarini

**/ PARTE III: GLI SCENARI A LUNGO TERMINE /**

72 / Risultato delle simulazioni di downscaling delle previsioni IPCC in ambito Adriatico. In giallo, le aree attualmente sotto il livello del mare; in rosso le aree sotto il livello del mare al 2100 nello scenario peggior e di aumento della temperatura (RCP8.5) / Perini et al. (2017)

73 / Risultato delle simulazioni di downscaling delle previsioni IPCC in ambito Adriatico. Zoom sul territorio ravennate, con evidenziate le aree sotto il livello del mare ad oggi (in giallo) e al 2100 (in rosso) nello scenario RCP8.5 / Perini et al. (2017)

74-75 / Dalla pagina precedente, 3 zoom sul territorio ravennate, con evidenziate le aree esposte ad allagamenti dal mare di “media frequenza” negli scenari RCP2.6 (in giallo) e RCP8.5 (in rosso) al 2100 / Perini et al. (2017)

**/ PARTE IV: LE AZIONI A BREVE TERMINE /**

107 / Zone umide Valle del Mandriole / estate 2019 / Vittoria Mencarini

125 / Immagini del territorio costiero di Ravenna da cui si può apprezzare la varietà dei sistemi antropici e ambientali, volo in elicottero del 1986 / MOKA Emilia Romagna

128 / Nella foto in alto la spiaggia attrezzata di Lido di Classe; l'immagine in basso inquadra la foce del torrente Bevano dopo gli ultimi interventi di sistemazione idraulica / Google: N.N.

129 / Il sistema costa-spiaggia-argine-pineta a Lido di Dante. Dalla foto in alto, scattata ad agosto 2019, si nota il pessimo stato del transetto vegetazionale della pineta; quella in basso ritrae lo stesso punto dopo una mareggiata del novembre 2018 / Vittoria Mencarini

152 / Nella foto in alto la Foce del fiume Reno; l'immagine in basso inquadra la zona delle Vene di Bellocchio e Ancona al confine con il Lago di Spina, già nel Comune di Comacchio / Regione ER

153 / Sulla destra due immagini scattate presso la Riserva di Bellocchio; sulla sinistra, dal basso: il paesaggio delle Vene nei pressi delle arginature rigide e un'area a destinazione agricola ai confini della Riserva / settembre 2019 / Vittoria Mencarini

175 / Immagini del territorio di pianura che mostrano l'articolazione del sistema idrico e i rapporti tra paesaggio agricolo e zone abitate / Regione ER

178 / Vista ai piedi dell'argine del Fiume Lamone all'altezza di Via delle Valli / maggio 2020 / Vittoria Mencarini

179 / Foto scattata dall'argine destro del Fiume Lamone, in prossimità della Pialassa Baiona, nello sfondo a destra / maggio 2020 / Vittoria Mencarini

179 / Ripresa dall'alto dell'area golenale del fiume Lamone / Google N.N.

201 / Energy sources / Shell energy transition report

203 / Le tre fonti di energia rinnovabile prese in considerazione nella definizione del “potenziale di transizione energetica” del Comune di Ravenna / Google N.N.

209 / Impianti fotovoltaici su edifici industriali / Google N.N.

209 / Impianti fotovoltaici su edifici commerciali / Google N.N.

211 / Esempio di parco fotovoltaico in una cava dismessa / Google N.N.

211 / Esempio di parco fotovoltaico sui terreni di una discarica / Google N.N.

213 / Esempio di integrazione tra attività rurali e una Solar Farm a Sant'Alberto di Ravenna / Google N.N.

213 / Impianto fotovoltaico sull'autostrada del Brennero / Società Autostrade del Brennero

215 / Area agricola in corso di forestazione a Ravenna / Google N.N.i

215 / Boschetti da biomassa nella cintura periurbana di Ravenna / novembre 2017 / Vittoria Mencarini

217 / Campo agricolo bordato da un'area di forestazione a Ravenna / novembre 2017 / Vittoria Mencarini

217 / Campo agricolo bordato da un'area di forestazione a Ravenna / novembre 2017 / Vittoria Mencarini

219 / Esempio di area agricola estensiva / Google N.N.

219 / Area agricola in prossimità di un'area forestata a bosco ceduo per la biomassa a Ravenna / Vittoria Mencarini

221 / Parco eolico offshore / Google N.N.

227 / Progetto AGNES Adriatic Green Network of Energy Sources / novembre 2020 / Qynt'x S.r.l.

**/ TASSONOMIA INFRASTRUTTURE /**

227 / Sacca di Scardovari, progetto di trasformazione paesaggistica / tesi di laurea / Giuseppe Dotto

227 / Sistema di dighe nella regione di Westflinge in Frisia occidentale, Paesi Bassi / Google: N.N.

229 / Sistemi di accumulo, trattamento e infiltrazione delle acque / Google: N.N.

229 / La Darsena e l'area industriale di Ravenna / Google: N.N.

231 / Mappa con la superficie irrigata con acqua del CER / CER e ANBI

231 / CER Canale Emiliano Romagnolo / CER e ANBI

233 / Torre piezometrica a Ravenna / Google: N.N.

233 / Sistemi di accumulo dell'acqua superficiali (a San Francisco) e sotterranei (a Barcellona) / Google: N.N.

235 / Foto aerea dei rimboschimenti su discarica nel territorio ravennate / Google Earth

235 / DIscarica HERA a Ravenna - Realizzazione della copertura definitiva dei settori 5° e 6° della discarica di rifiuti non

pericolosi presso il Comparto Impianti HERAmbiente di Ravenna / Cooperativa braccianti di Rimini

237 / Erosione costiera delle dune di Lido di Dante / Vittoria Mencarini

237 / La Pialassa Piomboni a Ravenna dopo gli ultimi lavori di sistemazione / Nautilus Venezia

237 / Percorsi su aree umide protette / Google: N.N.

237 / Valle Mandriole, Ravenna / Vittoria Mencarini

239 / Cintura verde di Ravenna / novembre 2017 / Vittoria Mencarini

239 / Boschi da biomassa nelle aree periurbane di Ravenna / novembre 2017 / Vittoria Mencarini

241 / Progetto di integrazione tra datacenter e paesaggio del Delta del Po / tesi di laurea / Gregorio Gonnella.

241 / Immagine interna di un datacenter / Google: N.N.

243 / Diversi tipi di parchi eolici a mare, sulla costa e nell'entroterra / Google: N.N.

245 / Diversi tipi di parchi fotovoltaici in altrettanti paesaggi / Google: N.N.

247 / Linea dell'alta tensione a Ravenna / Vittoria Mencarini.

247 / Interpretazione creativa del rapporto tra le linee dell'alta tensione e il territorio che attraversano, in Finlandia / idealista.it

247 / Operazione di interrimento di una linea dell'alta tensione / Google: N.N.

249 / Impianto di produzione di energia da biomasse a Russi / Google: N.N.

249 / Diverse fonti di recupero delle biomasse ai fini della produzione energetica / Google: N.N.

251 / Immagini del cantiere per la costruzione del gasdotto TAP / tap-ag.it

253 / Riconversione di piattaforme dismesse a largo di Ravenna / tesi di laurea / Virginia Melandri, Alessio Ghiselli

255 / Impianti di stoccaggio dell'anidride carbonica / Google: N.N.

257 / Immagine delle fasi di dragaggio del porto canale di Ravenna / Autorità Portuale di Ravenna

257 / Piano di riutilizzo dei materiali di dragaggio a Ravenna / Autorità Portuale di Ravenna

259 / Ottimizzazione del paesaggio agricolo in vista dei cambiamenti climatici e dello sviluppo dell'agricoltura di precisione / tesi di laurea / Davide Felloni, Beatrice Magagnoli, Lorenzo Tinti

261 / Difesa idrogeologica integrata allo sviluppo dell'irrigazione in pressione nel territorio di Lugo / tesi di laurea / Maria Elisa Grosoli, Virginia Gualazzi

263 / Immagine che rappresenta una delle fasi di land reclaiming per la formazione dei polder nei Paesi Bassi / Wikipedia

265 / Il paesaggio dei polder presso Beemster nei Paesi Bassi / Google: N.N.

265 / Operazioni di ripascimento / Google: N.N.

265 / Immagini di alcune spiagge di Ravenna durante il periodo invernale quando la sabbia viene stoccata lontano dalla battigia / Vittoria Mencarini

*Nelle pagine seguenti sono riportate le definizioni di alcuni dei principali termini e concetti impiegati nel documento.*

*Queste sono desunte dalla letteratura scientifica e dai report internazionali elaborati dai più importanti istituti che a livello mondiale si occupano di cambiamento climatico. Tra questi, si fa particolare riferimento all'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) che periodicamente presenta un "Rapporto di Valutazione" su gli impatti potenziali dei mutamenti climatici e delle alternative di mitigazione e adattamento disponibili per le politiche pubbliche.*

*I rapporti finora pubblicati sono cinque ed è atteso il sesto per il 2022. I rapporti IPCC sono ampiamente citati in qualsiasi dibattito sul mutamento climatico e rappresentano dunque la base su cui viene stabilita la terminologia comune a tutti gli Stati e i territori impegnati sul fronte ambientale.*

## **/ Adattamento /**

Nei sistemi umani, l'adattamento al clima attuale e atteso e ai suoi impatti cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima atteso e ai suoi impatti. Si può intendere come:

- (i) Adattamento incrementale, azioni di adattamento in cui l'obiettivo principale è quello di mantenere l'essenza e l'integrità di un sistema o di un processo su una certa scala;
- (ii) adattamento trasformativo, adattamento che cambia gli attributi fondamentali di un sistema in risposta al clima e dei suoi effetti. Inoltre, si possono distinguere:
- (iii) adattamento preventivo, adattamento che avviene prima che si osservino gli impatti dei cambiamenti climatici; definito anche come adattamento proattivo;
- (iv) adattamento autonomo, adattamento che non costituisce una risposta cosciente agli stimoli climatici, ma è attivato da cambiamenti ecologici nei sistemi naturali e da cambiamenti del mercato o del benessere nei sistemi umani; definito anche come adattamento spontaneo;
- (v) adattamento pianificato, adattamento che è il risultato di una deliberata decisione politica, basato sulla consapevolezza che le condizioni sono cambiate o stanno per cambiare e che è necessario agire per tornare a, mantenere o raggiungere uno stato desiderato.

## **/ Anidride carbonica /**

Gas presente in tracce nell'atmosfera, denominato più correttamente biossido di carbonio e formato da due atomi di ossigeno e uno di carbonio (CO<sub>2</sub>); di importanza essenziale per la vita delle piante, che l'assimilano per fotosintesi, e degli animali che di esse si nutrono. È anche un importante gas serra, che si libera nelle combustioni e nei processi di decomposizione organica, la cui concentrazione atmosferica si è portata dal livello di 280 parti per milione dell'epoca preindustriale alle attuali 402 (2016).

## **/ Cambiamenti climatici /**

Il termine cambiamenti climatici per l'IPCC si riferisce ad ogni cambiamento del clima nel tempo, dovuto sia alla variabilità naturale sia come risultato dell'attività umana.

Questa interpretazione differisce da quella della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC) dove per cambiamenti climatici s'intende ogni cambiamento del clima che sia direttamente o indirettamente attribuito all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale e che è addizionale alla variabilità naturale del clima osservata su un periodo di tempo confrontabile. Un cambiamento di stato del clima che può essere identificato (ad esempio, utilizzando test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà e che persiste per un lungo periodo, tipicamente decenni o più. I cambiamenti climatici possono essere dovuti a processi naturali interni o forzanti esterni, o a cambiamenti persistenti di origine antropica della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo.

## **/ Capacità d'adattamento (agli impatti dei cambiamenti climatici) /**

La capacità di un sistema di adattarsi ai cambiamenti climatici (inclusendo la variabilità climatica e gli eventi estremi) per ridurre i potenziali danni, per sfruttare le opportunità, o per far fronte alle loro conseguenze.

## **/ Condizione di pericolosità /**

Il potenziale verificarsi di un evento o di un trend naturale o provocato dall'uomo, o di un impatto fisico, che potrebbe causare perdite umane o altri impatti sulla salute, così come pure il danneggiamento e la perdita di proprietà, infrastrutture, mezzi di sostentamento, fornitura di servizi e risorse ambientali. Nel rapporto IPCC WGII AR5 il termine hazard si riferisce di solito a eventi o trend fisici correlati al clima, o ai loro impatti fisici.

## **/ Evento meteorologico estremo /**

Un evento meteorologico estremo è un evento che è raro in un determinato luogo o periodo dell'anno. Le definizioni della parola raro variano, ma un evento meteorologico estremo sarebbe definito in questo modo se è raro in misura uguale o maggiore al decimo o novantesimo percentile di una funzione di densità della probabilità stimata sulla base delle osservazioni. Per definizione, le caratteristiche di quello che è chiamato tempo meteorologico estremo possono variare da un luogo all'altro in senso assoluto. Quando un pattern di tempo meteorologico estremo persiste per un certo periodo di tempo, come per esempio una stagione, può essere classificato come evento climatico estremo, specialmente se produce una media o un totale che è esso stesso estremo (per esempio, siccità o intense precipitazioni in una stagione).

## **/ Impatti (dei cambiamenti climatici) /**

Gli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi naturali e umani. In considerazione dell'adattamento, si possono distin-

guere impatti potenziali e residui. Nel Rapporto WGII AR5 dell'IPCC, il termine impatti è usato principalmente per riferirsi agli effetti degli eventi meteorologici e climatici estremi e dei cambiamenti climatici, sui sistemi naturali e umani. Gli impatti generalmente si riferiscono agli effetti su persone, abitazioni, salute, ecosistemi, beni e risorse economiche, sociali e culturali, servizi (inclusi quelli ambientali) e infrastrutture dovuti all'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si presentano entro uno specifico periodo di tempo, e alla vulnerabilità di una società o di un sistema esposti ai cambiamenti climatici stessi. Ci si riferisce inoltre agli impatti come a conseguenze ed esiti. Gli impatti dei cambiamenti climatici sui sistemi geofisici, compresi alluvioni, siccità e innalzamento del livello del mare, rappresentano un sottoinsieme di impatti denominati impatti fisici.

#### **/ Incertezza /**

Espressione del grado al quale un valore (ad esempio, lo stato futuro del sistema climatico) è sconosciuto. L'incertezza può derivare dalla mancanza di informazioni o dal disaccordo su ciò che è conosciuto o anche conoscibile. Può avere molti tipi di fonti, da errori quantificabili nei dati a concetti o terminologia definiti in modo ambiguo, o a proiezioni ipotetiche del comportamento umano. L'incertezza può quindi essere rappresentata da misure quantitative (ad esempio, un intervallo di valori calcolati da diversi modelli) o da dichiarazioni qualitative (ad esempio, che riflettono il giudizio di un gruppo di esperti.)

#### **/ Mitigazione (dei cambiamenti climatici) /**

Qualsiasi tipo di intervento umano che riduca le fonti di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento dei gas serra.

#### **/ Resilienza /**

La capacità di un sistema socio-ecologico di far fronte a un evento pericoloso, o ad anomalie, reagendo o riorganizzandosi in modi che ne preservano le sue funzioni essenziali, l'identità e la struttura, mantenendo anche le capacità di adattamento, apprendimento, trasformazione.

#### **/ Rischio /**

La combinazione della probabilità di un evento e le sue conseguenze negative. La definizione segue la Guida ISO/IEC nr.73. La parola "rischio" ha due distinte connotazioni: nell'uso popolare l'enfasi è generalmente posta sul concetto di probabilità (chance) o possibilità, ad esempio nel "rischio di un incidente"; al contrario in un contesto tecnico l'enfasi è generalmente posta sulle conseguenze, in termini di "perdite potenziali" per una qualche possibile causa, posto o pericolo. Si può notare come le persone non necessariamente condividono la percezione del significato e le cause di rischi molteplici. Le potenziali conseguenze laddove sia in gioco qualcosa di valore per l'uomo (inclusi gli stessi esseri umani) e laddove l'esito sia incerto. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o trend pericolosi, moltiplicata per le conseguenze che si avrebbero se questi eventi si verificassero. Il rapporto WGII AR5 dell'IPCC valuta i rischi correlati al clima.

#### **/ Rischio di disastri /**

Il rischio di disastri indica la probabilità in un periodo di tempo specificato di gravi alterazioni nel normale funzionamento di una comunità o di una società a causa di eventi fisici pericolosi che, interagendo con condizioni sociali vulnerabili, portano a effetti avversi diffusi di tipo umano, materiale, economico o ambientale che richiedono un'immediata risposta di emergenza per soddisfare i bisogni umani fondamentali e che possono richiedere un supporto esterno per il recupero. Il concetto di riduzione del rischio di disastri indica sia un obiettivo politico, sia le misure strategiche e strumentali impiegate per prevenire il rischio di catastrofi; riduzione dell'esposizione, del pericolo o della vulnerabilità esistenti e miglioramento della resilienza.

#### **/ Sensività /**

Il grado con cui un sistema o una specie sono influenzati, sia sfavorevolmente che in modo benefico, dalla variabilità climatica o dai cambiamenti climatici. L'effetto può essere diretto (per esempio, un cambiamento nella resa dei raccolti in risposta a un cambiamento della media, del range e della variabilità della temperatura), o indiretto (per esempio, i danni causati da un aumento della frequenza di inondazioni costiere, dovute all'innalzamento del livello del mare).

#### **/ Servizi ecosistemici /**

Processi o funzioni ecologici dotati di un valore monetario o non monetario, per gli individui o in generale per la società. Sono frequentemente classificati come: (i) servizi di supporto, come per esempio la produttività o il mantenimento della biodiversità; (ii) servizi di fornitura o approvvigionamento, quali cibo, fibre, pesce; (iii) servizi di regolazione, come la regolazione del clima e il sequestro o stoccaggio del carbonio, e (iv) servizi culturali, come il turismo o l'arricchimento spirituale ed estetico.

#### **/ Sistema climatico /**

Il sistema climatico è il sistema altamente complesso costituito da cinque componenti principali: atmosfera, idrosfera, criosfera, litosfera, biosfera, e le interazioni fra loro. Il sistema climatico evolve nel tempo sotto l'influenza di proprie dinamiche interne, e per effetto di forzanti esterni, come eruzioni vulcaniche, variabilità solare, e forzanti antropogenici come la variazione di composizione dell'atmosfera e il cambiamento di uso del suolo.

#### **/ Scenari (climatici e di cambiamento climatico) /**

Uno scenario climatico è una rappresentazione plausibile e spesso semplificata del clima futuro, basata su un insieme internamente coerente di relazioni climatologiche, che è stata costruita per l'utilizzo esplicito nello studio delle potenziali conseguenze dei cambiamenti climatici antropogenici, spesso usati come input per i modelli di impatto. Spesso le proiezioni climatiche sono usate come materia prima per la costruzione degli scenari climatici, ma solitamente gli scenari climatici richiedono informazioni supplementari, come quelle sul clima corrente osservato. Uno scenario di cambiamento climatico è la differenza tra uno scenario climatico e il clima attuale.

#### **/ Vulnerabilità /**

La propensione o la predisposizione a essere influenzati sfavorevolmente. Il termine vulnerabilità abbraccia una molteplicità di concetti, tra cui la sensibilità o suscettibilità al danno, e la mancanza di capacità a resistere e adattarsi.



*La Regione Emilia-Romagna ha promosso, diffuso e sostenuto l'iniziativa europea "Patto dei Sindaci" sin dal 2012 attraverso contributi finanziari e strumenti operativi a supporto degli Enti locali, riconoscendone il ruolo e valorizzando i diversi territori nell'attuazione del Piano energetico regionale, che riconosce l'energia come questione centrale per l'ambiente e per la qualità della vita. Dal 2014 la Regione è struttura di coordinamento territoriale della proposta europea.*

*Con Delibera di Giunta regionale n. 379/2019 la Regione ha approvato il "BANDO RIVOLTO AGLI ENTI LOCALI PER SOSTENERE L'ADESIONE AL PATTO DEI SINDACI PER IL CLIMA E L'ENERGIA E IL PROCESSO DI REDAZIONE DEL "PIANO DI AZIONE PER IL CLIMA E L'ENERGIA SOSTENIBILE (PAESC)".*

*Oggetto del bando è il sostegno finanziario al processo di redazione del Piano d'Azione per il Clima e l'Energia Sostenibile con cui i firmatari, a seguito dell'adesione al nuovo Patto dei Sindaci, traducono in azioni e misure concrete gli obiettivi di riduzione del 40% di gas serra con orizzonte temporale al 2030 e di crescita della resilienza dei territori adattandosi agli effetti del cambiamento climatico. Il Comune di Ravenna ha partecipato al bando ed è stato selezionato tra gli enti ammessi al contributo (DGR n. 19418 del 25 ottobre 2019)*



Comune di Ravenna



