



<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1 I primi obiettivi.....	4
1.2 I piani territoriali confinati: possibili sinergie e conflitti.....	5
1.3 La relazione con le nuove direttive per la generazione del PAT.....	7
1.4 Il percorso per arrivare al Piano del Verde : Organigramma generale.....	8
<b>2. SERVIZI ECOSISTEMICI DEL VERDE IN AREE URBANE.....</b>	<b>9</b>
2.1 Servizi ambientali.....	10
2.1.1 Riduzione dell'inquinamento atmosferico.....	10
2.1.2 Miglioramento del clima e riduzione dei gas climalteranti.....	11
2.1.3 Protezione idrogeologica.....	12
2.1.4 Tutela della biodiversità e del paesaggio.....	13
2.2 Servizi socio-culturali.....	14
2.2.1 Benefici per la salute dei cittadini.....	14
2.2.2 Benefici sociali.....	14
2.3 Servizi economici.....	15
2.3.1 Incremento del valore immobiliare.....	15
2.3.2 Valutazioni economiche.....	15
<b>3. LO STATO DI FATTO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Il censimento del verde.....	16
3.2 Tipologie di verde urbano.....	17
3.3 Il censimento delle alberature.....	19
3.4 Criticità generali del territorio.....	21
<b>4. LINEE PROGETTUALI .....</b>	<b>22</b>
4.1 Lo schema del Masterplan.....	22
4.2 Strategie ed interventi per il verde pubblico.....	23
4.2.1 Le Nature Based solutions.....	23
4.2.2 Parchi pubblici.....	24
4.2.3 Forestazione urbana.....	25
4.2.4 Zone umide.....	26
4.2.5 Verde di servizio: Arbusti ed erbacee .....	27
4.2.6 Verde di servizio: Alberature.....	28
4.2.7 Vegetazione in spazi periurbani.....	29
4.2.7 Tetti e pareti verdi.....	30
4.2.8 Rain garden.....	31
4.3 Il verde privato.....	32
4.3.1 Lo strumento del R.I.E.....	32
<b>5. CONCLUSIONI E RISULTATI ATTESI .....</b>	<b>37</b>

## PREMESSA

La città di Abano Terme è il più importante centro internazionale per il turismo termale e svolge un ruolo di leadership dell'Associazione Nazionale Comuni Termali (A.N.CO.T.) costituitasi senza scopo di lucro per la valorizzazione delle risorse termali italiane nonché la crescita dell'economia turistico-termale.

Il Piano che si propone, in linea con la vocazione internazionale della Città di Abano Terme, recepisce le linee di indirizzo delle nuove politiche per l'ambiente e lo sviluppo sostenibile promosse a livello internazionale, europeo e nazionale:

- ONU - Agenda Urbana (2016); Agenda 2030 e Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (2015).
- UE - Agenda Urbana (2016)
- UE - Strategia per le infrastrutture verdi (2013)
- UE - Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici (2013)
- UE - Strategia sulla biodiversità (2010)
- UE - 7° programma d'azione per l'ambiente (2014-2020).
- Consiglio d'Europa - Convenzione europea del paesaggio (2000) recepita dall'Italia con la L. 14/2006.
- Italia - Carta nazionale del paesaggio (2018)
- Italia - Rapporto sul capitale naturale (2018)
- Italia - Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile (2017)
- Italia - Strategia energetica nazionale (2017)
- Italia - Strategia nazionale per l'adattamento al cambiamento climatico (2015)
- Italia - Strategia nazionale per la biodiversità (2010)
- Italia - Piano d'azione nazionale per l'adattamento ai cambiamenti climatici (2017)
- Italia - Piano nazionale per l'efficienza energetica (2017)
- Italia - Piano d'azione nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (2014)
- Italia - Piano d'azione nazionale per gli acquisti verdi (2013)
- Italia - legge 10/2013 "Norme per lo sviluppo degli spazi urbani", "Linee guida per il governo sostenibile del verde urbano" approvate dal Ministero dell'Ambiente, della tutela del Territorio e del Mare (2017).

Il Piano riconosce il verde urbano e peri-urbano come un sistema complesso formato da un insieme di superfici e strutture vegetali eterogenee che concorrono a determinare l'impronta funzionale e paesaggistica del centro urbano di Abano in equilibrio ecologico con il territorio circostante.



## I PRIMI OBIETTIVI

In questa prospettiva il Piano del Verde non è solo uno strumento tecnico-prescrittivo, ma una risorsa strategica per orientare le politiche di sviluppo locale alla sostenibilità, alla qualità, alla resilienza, alla cura della salute e del benessere diffuso.

Il sistema del verde si configura come un bene di interesse collettivo e come un risorsa multifunzionale per la città, i suoi abitanti e i numerosi turisti ed ospiti accolti e richiede una visione integrata che tenga conto:

- del valore e dei benefici ambientali offerti dai c.d servizi ecosistemici (stabilità del suolo, mitigazione e adattamento al cambiamento climatico, riduzione inquinamento aria e acqua);
- del valore e dei servizi culturali e sociali, intesi come tutti quei benefici non materiali (estetici, spirituali, ricreativi, ecc.) che svolgono una funzione di integrazione e aggregazione sociale e che contribuiscono alla bellezza e al valore di un territorio;
- del valore e dei benefici socio-economici in termini di opportunità di sviluppo (turismo) e di green jobs, per la gestione e la manutenzione, ma anche di migliori condizioni igienico-sanitarie per stili di vita più salutistici, con significativi risparmi della spesa socio-sanitaria e di modelli economici di gestione che riducano la spesa pubblica.

Nella sua definizione il Piano riconosce ed integra le diverse funzioni del verde (mitigazione ambientale, arredo, produzione servizi, protezione da dissesto idrogeologico, bonifica di siti inquinati), definisce e sviluppa un piano degli indicatori per un governo del verde di qualità e ricerca le coerenze con gli impegni già adottati dal Comune di Abano.

Il Piano del Verde come una 'rete del verde' per mettere in relazione le aree rilevabili come esistenti allo stato di fatto o con previsioni di progetto e le aree naturalistiche esterne alla città, usando gli stessi componenti come elementi di giunzione ed interconnessione (viali alberati, zone di verde urbano, aree agricole urbane, canali d'acqua, percorsi ciclabili e pedonali, ecc). Una sinergia di relazioni che migliora la qualità del paesaggio e di conseguenza migliora la vita dei cittadini.

### PIANO DEL PAESAGGIO

"Paesaggio" designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni;

È il piano strategico per la realizzazione di una struttura verde articolata e composita che ha il fine di mitigare l'impatto ambientale dell'attività cittadina sul territorio, garantire un più razionale uso delle risorse ambientali, valorizzare il territorio agricolo, ottimizzare il ruolo sociale, estetico e ambientale degli spazi aperti intra e periurbane, ottimizzare lo sviluppo economico e sociale del territorio.



**II VERDE**  
come *ELEMENTO IDENTITARIO*



**II VERDE**  
come *INFRASTRUTTURA ECOSISTEMICA*



**II VERDE**  
come *BENESSERE*



**II VERDE**  
come *Strumento Urbanistico*



## I PIANI TERRITORIALI CONFINATI

### POSSIBILI SINERGIE E CONFLITTI

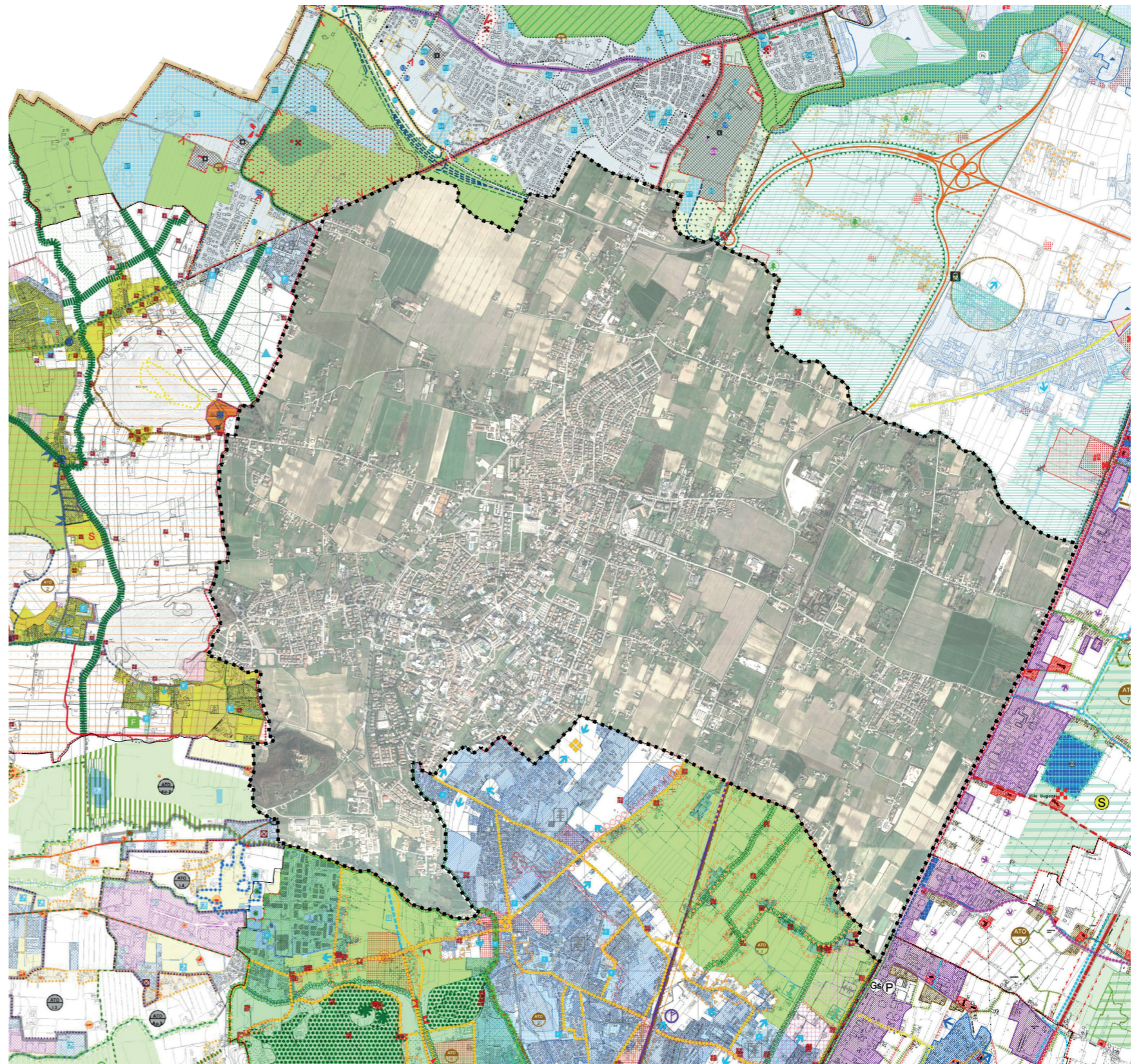
La natura ed il paesaggio non conoscono confini determinati dall'attività antropica.

Dallo sguardo unitario emergono possibili sinergie:





- corridoi ecologici unitari
- anelli di piste ciclabili
- azioni di sviluppo della biodiversità
- integrazioni delle politiche ambientali

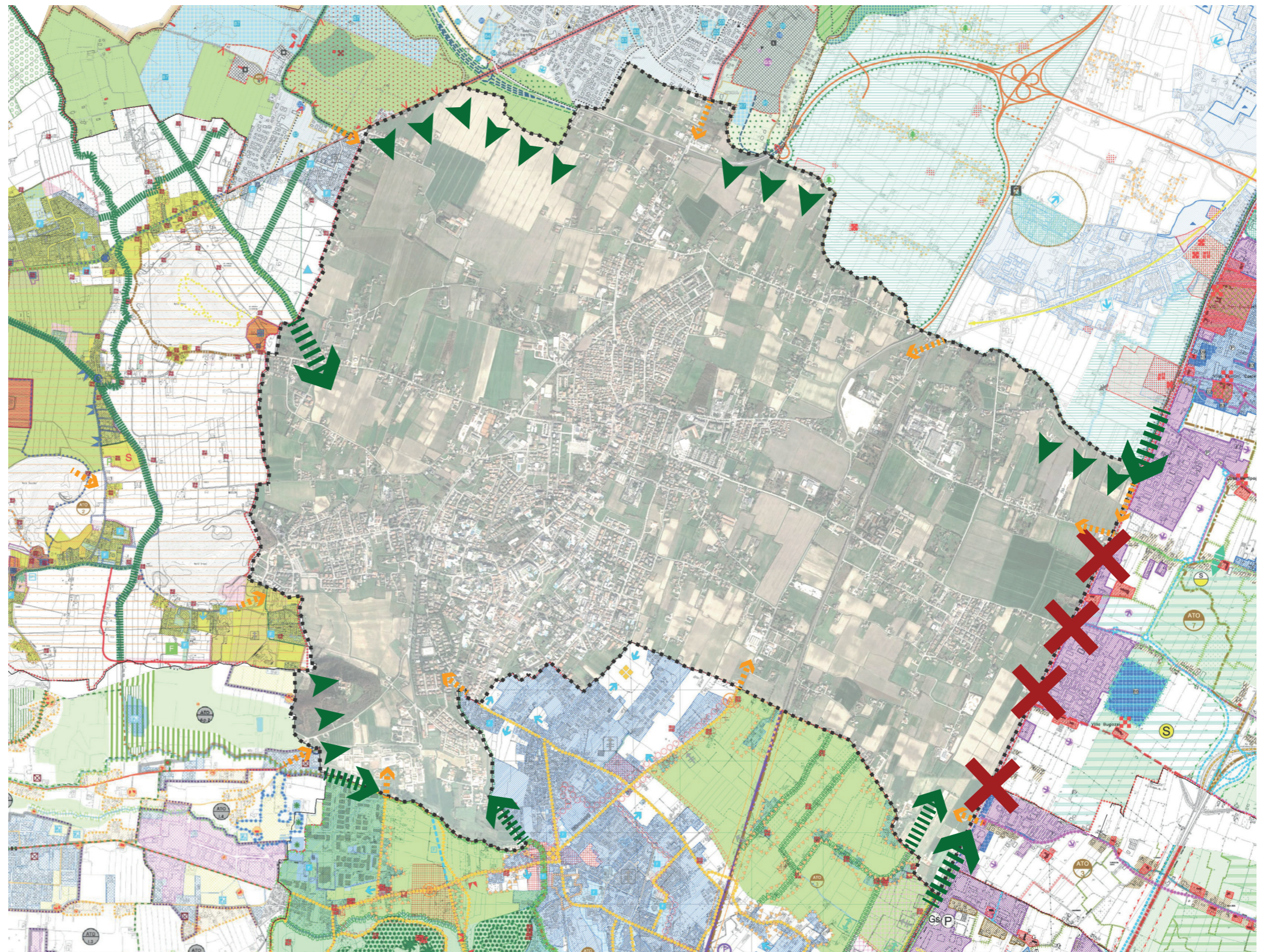
A fronte di conflitti che ricadono sul territorio di Abano:

- rete infrastrutturale territoriale
- aree industriali limitrofe

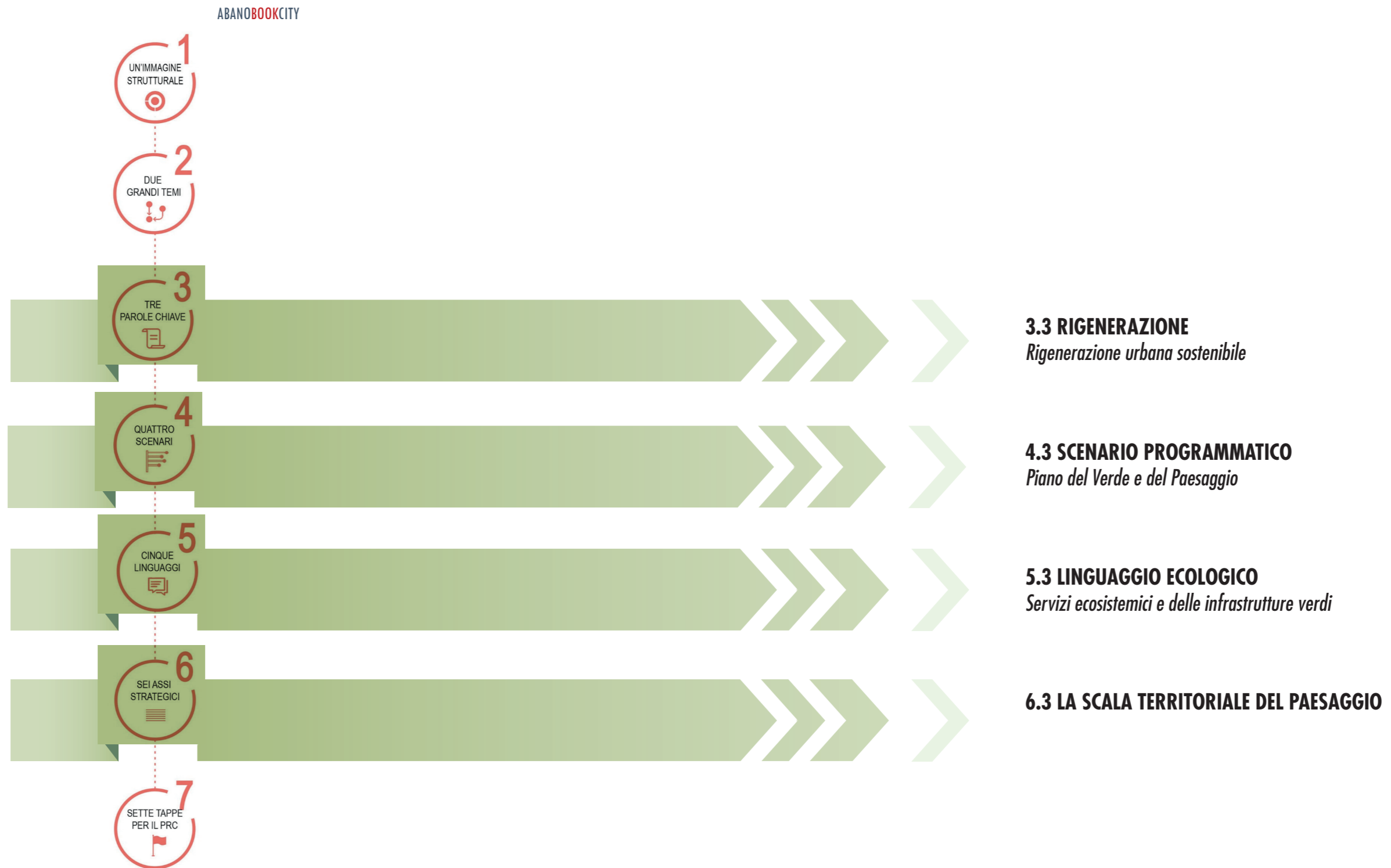


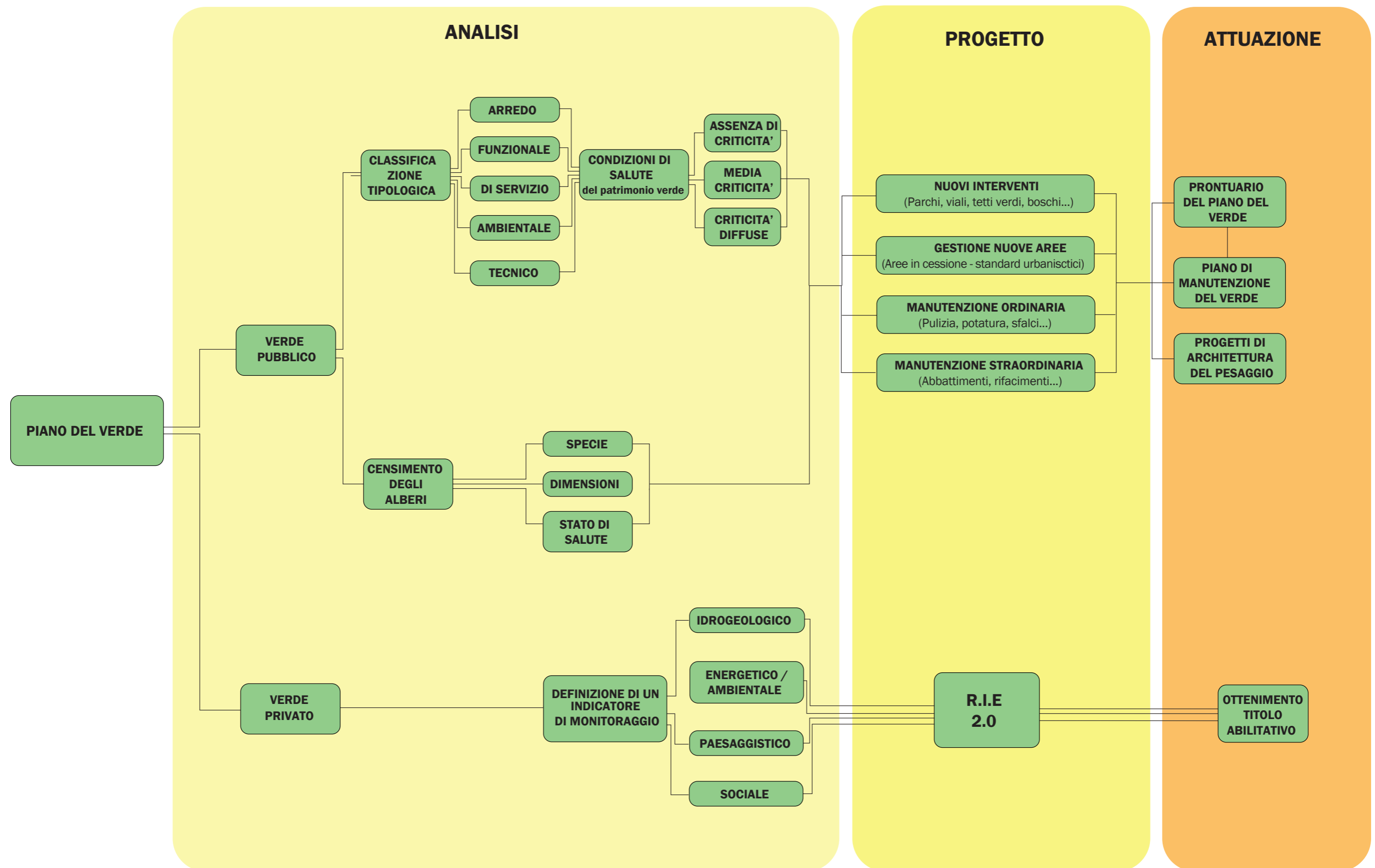
**I PIANI TERRITORIALI CONFINATI**  
*POSSIBILI SINERGIE E CONFLITTI*

-  Continuità elementi ecologici lineari  
(Corridoi ecologici, canali, fossati)
-  Aree ecologiche di continuità  
(Integrazioni delle politiche ambientali)
-  Continuità mobilità ciclabile  
(Integrazioni rete mobilità lenta)
-  Conflitti con i territori circostanti  
(Rete infrastrutturale - aree industriali limitrofe)



**LA RELAZIONE CON LE NUOVE LINEE DIRETTIVE PER LA RIGENERAZIONE DEL PAT**  
*SINERGIE CON LE NUOVE LINEE PROGRAMMATICHE*







## SERVIZI ECOSISTEMICI DEL VERDE IN AREE URBANE BENEFICI AMBIENTALI, SOCIALI ED ECONOMICI

Gli alberi, le aree verdi e gli ecosistemi più in generale svolgono innumerevoli funzioni vantaggiose per la salute pubblica e la qualità urbana, attraverso i relativi servizi ecosistemici.

Questi ultimi sono rappresentati dai numerosi benefici che spaziano dagli aspetti funzionali relativi al ciclo dei nutrienti ed a quello dell'acqua, al miglioramento della qualità dell'aria, alla caratterizzazione del paesaggio, fino agli aspetti ricreativi e sociali. Tra gli Obiettivi di sviluppo del Millennio delle Nazioni Unite vi è la gestione sostenibile dell'acqua, il miglioramento della qualità dell'aria nelle città, il potenziamento della progettazione urbana, il contrasto ai cambiamenti climatici; mentre secondo la Commissione europea (2016) i benefici sociali e per la salute apportati dalla biodiversità e della natura sono i seguenti:

### **Benefici ambientali:**

- migliore qualità dell'aria,
- migliori condizioni climatiche,
- protezione idrogeologica,
- tutela della biodiversità e del paesaggio

### **Benefici socio - culturali**

- benefici per la salute dei cittadini,
- benefici sociali

### **Benefici Economici:**

- Incremento del valore immobiliare
- Nuove Valutazioni economiche

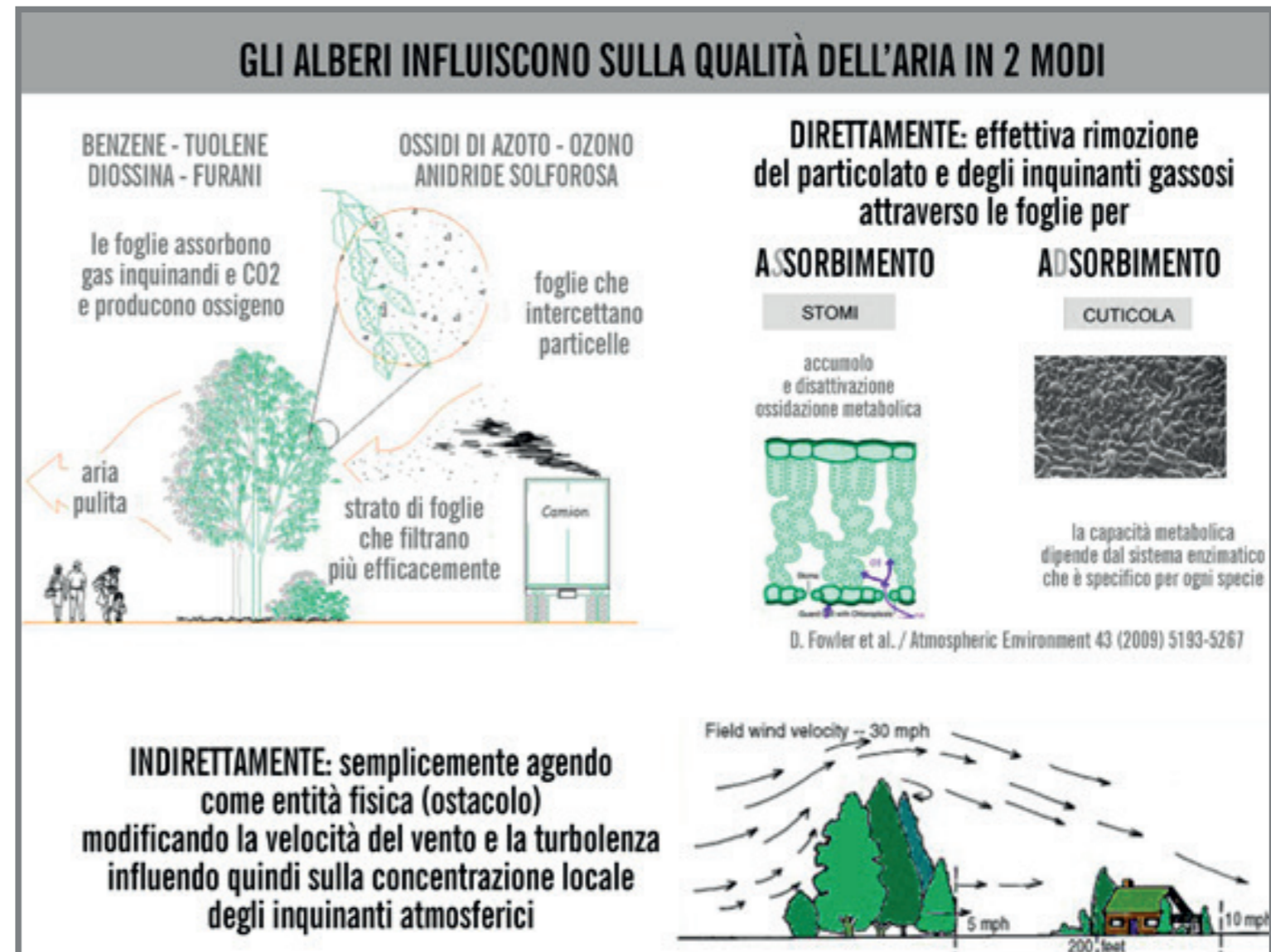
Un ruolo determinante ai fini dei servizi ecosistemici effettuati dal verde urbano viene svolto dalle foglie, poiché tanto più sono sviluppate le chiome di alberi e siepi, quanti più vantaggi riceviamo dalle piante. D'estate tutti vorrebbero parcheggiare l'auto sotto agli alberi, mentre le panchine all'ombra saranno le più ricercate per frescheggiare. Di seguito, riportiamo una breve rassegna delle caratteristiche dei servizi ecosistemici del verde urbano, tenendo presente che tali aspetti sono fortemente interrelati tra loro, pur potendoli suddividere tra funzioni ambientali, socio-culturali ed economiche.



## RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO BENEFICI AMBIENTALI

L'inquinamento dell'aria pone serie minacce alla salute umana, in tutto il mondo. Secondo i dati dell'Organizzazione mondiale della sanità (Who), ogni anno oltre 2 milioni di morti premature vengono attribuite all'inquinamento dell'aria nelle città. In Europa la Commissione europea ha stimato che nel 2010 sono morte prematuramente 420mila persone a causa della scarsa qualità dell'aria (Commissione europea, 2016), mentre in Italia, nel 2010, l'esposizione all'inquinamento generato dal traffico ha causato la morte di 34.143 persone. L'impatto sanitario dell'inquinamento atmosferico nelle città italiane è notevole, se si pensa che in media ogni anno 8.220 morti sono attribuibili a concentrazioni di Pm10 superiori ai  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , valore che equivale al 9% della mortalità per tutte le cause (escludendo gli incidenti) nella popolazione oltre i 30 anni di età (Martuzzi et al., 2007).

Il particolato (Pm) è il principale componente non-gassoso dell'inquinamento atmosferico e comprende una miscela di elementi quali metalli pesanti, carbone, policiclici aromatici, ecc. Un gran numero di studi ha valutato la capacità di cattura degli inquinanti atmosferici da parte delle piante: esse abbattano il particolato sospeso in atmosfera modificando i flussi d'aria, aumentando la turbolenza ma anche abbattendolo direttamente sulle proprie superfici, in particolare sulle foglie. La capacità di filtro della vegetazione aumenta con l'incremento di copertura del fogliame per unità di superficie ed i grandi alberi con chioma sviluppata intercettano un maggiore volume di aria, causando la caduta a terra delle polveri e del particolato. Le fasce verdi possono pertanto essere efficaci nel ridurre le polveri e le particelle generate dagli autoveicoli sulle strade, in particolare se sono poste vicino alle sorgenti dell'inquinamento e sono composte da vegetazione bassa e densa, così da offrire un'ampia superficie di deposizione per il particolato.

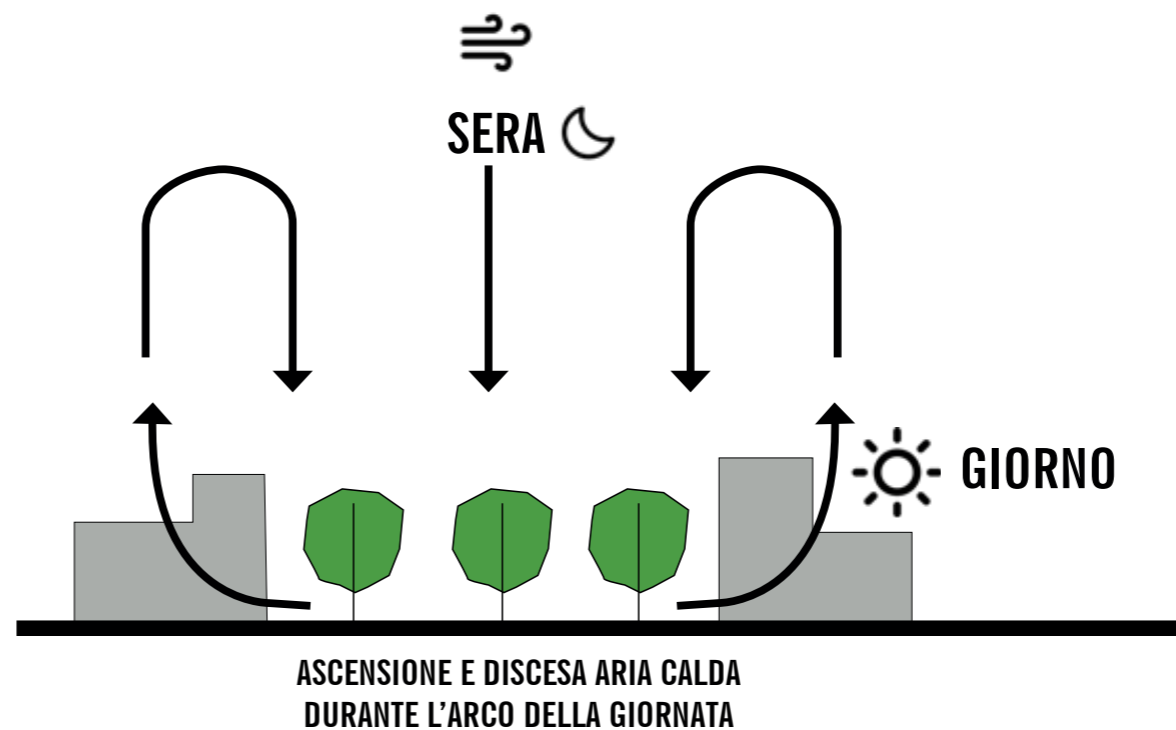
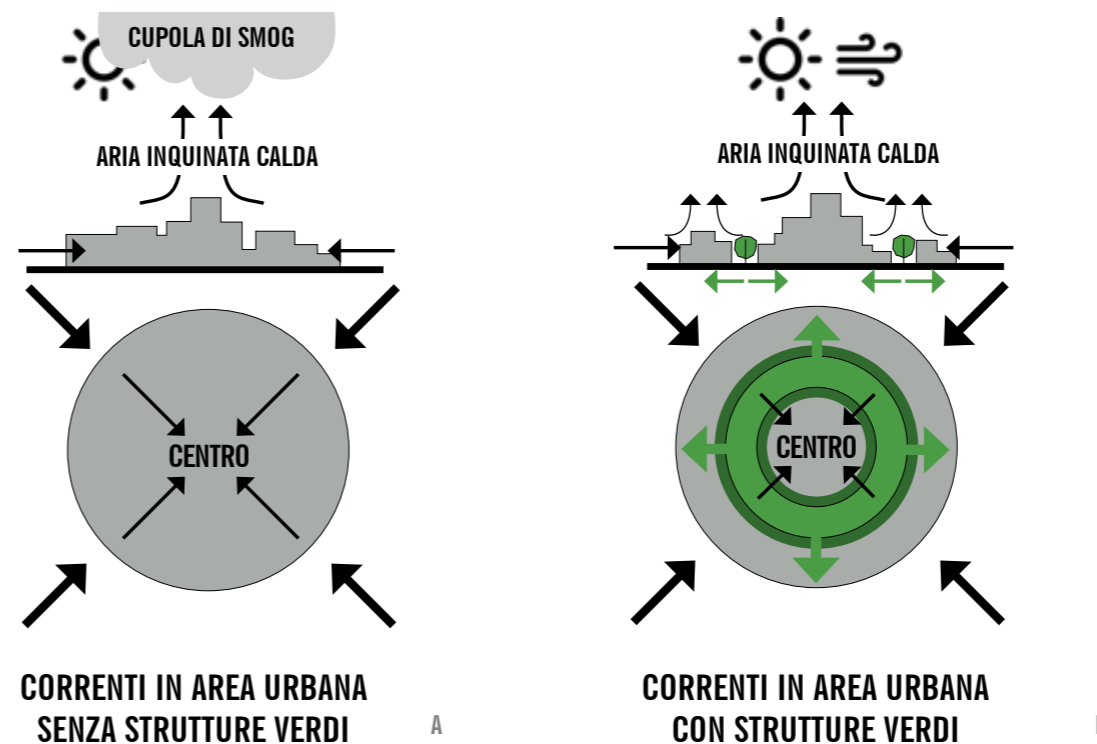


### MIGLIORAMENTO DEL CLIMA BENEFICI AMBIENTALI

Le aree urbane fanno registrare temperature superiori rispetto agli ambienti circostanti (in media tra 0,5 e 3 gradi centigradi), il che assume un rilievo particolare se si considerano anche i devastanti effetti dei cambiamenti climatici. A loro volta, essi sono innescati dallo stile di vita delle società moderne che, anche a causa del costante aumento della popolazione globale, consumano grandi quantità di energia, che porta al rilascio in atmosfera di anidride carbonica. L'aumento della superficie occupata da edifici e pavimentazioni porta quindi alla formazione di uno specifico "clima urbano", di cui le alte temperature diurne e notturne sono uno degli effetti principali.

Le aree verdi urbane e le piante sono in grado di esercitare un'influenza positiva sia sul clima che sulla qualità dell'aria nei dintorni, mitigando l'effetto "isola di calore" e aumentando l'umidità e mitigando gli eccessi microclimatici. Anche aree verdi di piccole dimensioni possono portare benefici ai residenti locali in quanto da una parte le piante utilizzano l'energia solare per i processi vitali (foto-sintesi) e forniscono ombra riducendo le superfici artificiali (quali gli edifici in materiale lapideo e laterizio e le strade asfaltate) che si riscaldano maggiormente, dall'altra raffreddano l'ambiente tramite l'evapotraspirazione.

Per quanto riguarda gli impatti climatici della vegetazione urbana, studi sperimentali sugli effetti termici delle piante dimostrano che le tipologie e i dettagli delle piante attorno ad un edificio privato, modificando la sua esposizione al sole ed al vento, favoriscono il comfort indoor e diminuiscono il fabbisogno energetico per il riscaldamento e soprattutto per la refrigerazione. Ad esempio, in giornate calde e assolate di tarda estate, la temperatura media su pareti ombreggiate da alberi si riduce di 13-15 gradi centigradi ed i rampicanti riducono la temperatura della superficie di 10-12 gradi centigradi. Il consumo energetico giornaliero per il condizionamento dell'aria, in giornate estive calde, si può ridurre da 5,56 kW a 2,28 kW.



Schemi dei flussi d'aria in una struttura urbana in condizioni meteorologiche di assenza di vento.

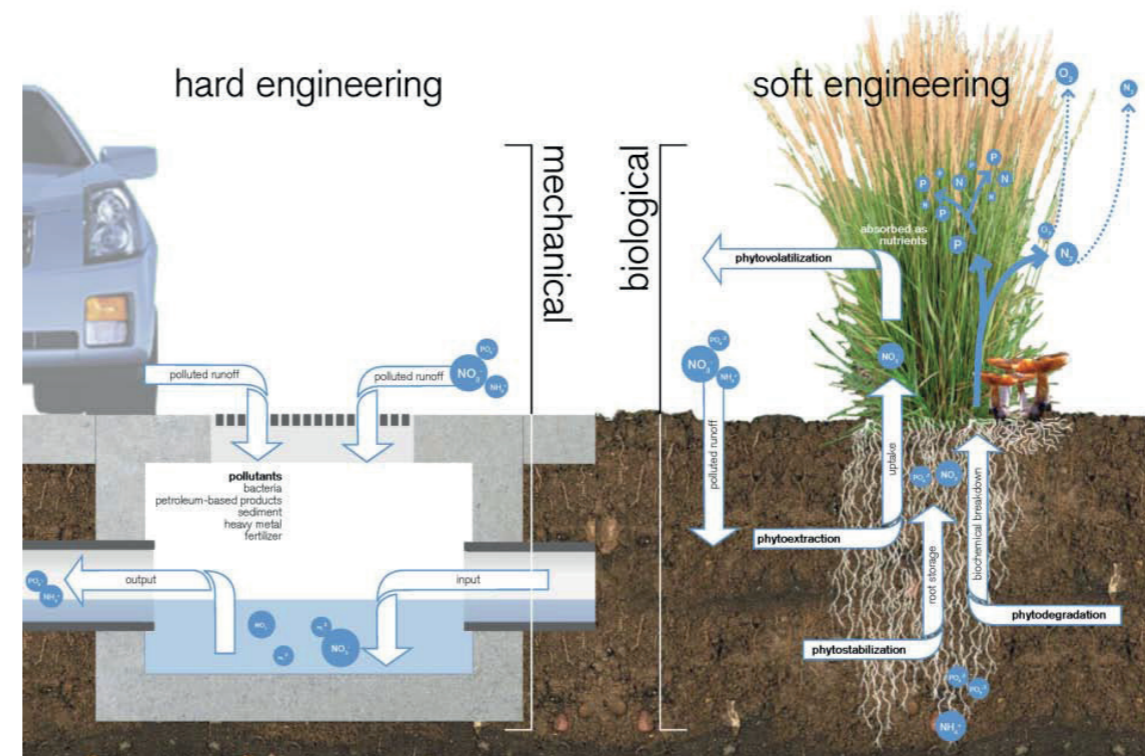
A) L'isola di calore del centro determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento.

B) Le strutture urbane verdi (concentriche e diffuse) puliscono e rinfrescano l'aria innescando brezze urbane che vanno dal verde al costruito.

C) Indicazione dei flussi giornalieri di circolazione dell'aria

## PROTEZIONE IDROGEOLOGICA BENEFICI AMBIENTALI

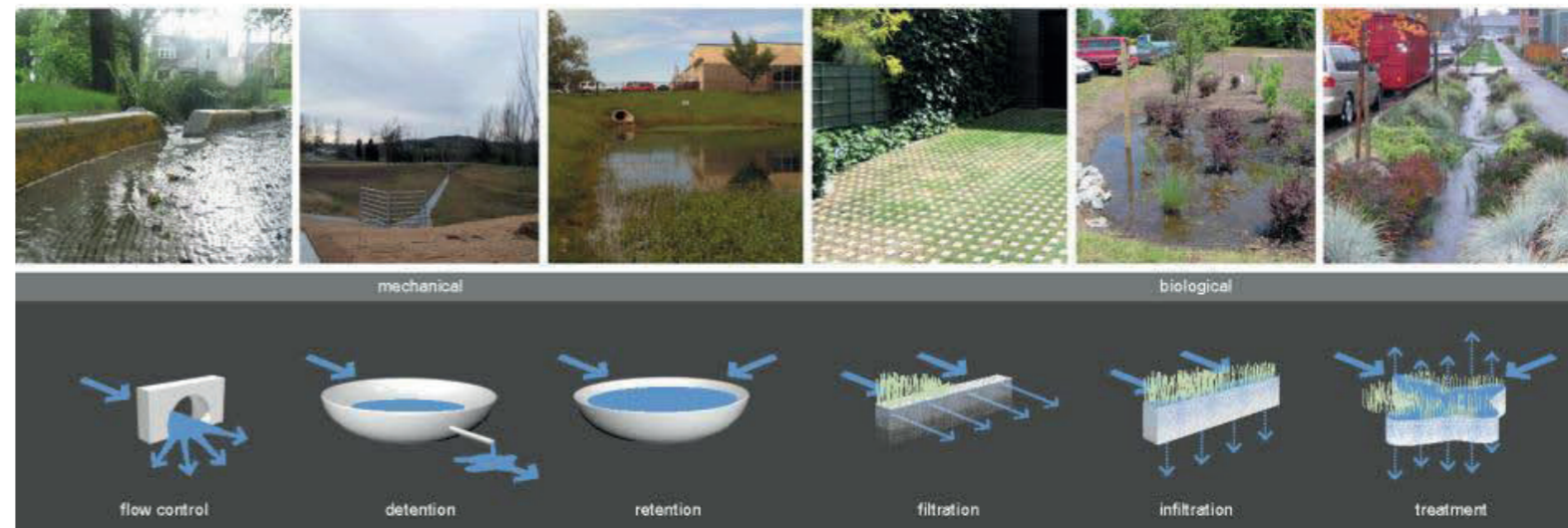
Le piante, con le loro radici, trattengono il terreno e contribuiscono alla stabilità dei versanti. Nelle aree urbane, dove il costante consumo di suolo provoca la progressiva impermeabilizzazione dei terreni, le acque meteoriche che non vengono assorbite scorrono rapidamente in superficie, inducendo frequentemente gravi problemi idraulici, con allagamenti e inondazioni. La presenza delle piante rende i suoli in grado di assorbire una parte delle piogge, che poi vengono rilasciate gradualmente sia nelle falde idriche sotterranee che nei corpi idrici superficiali. Ciò va a ridurre l'erosione idrica superficiale e il rischio idrogeologico, funzioni che vengono riconosciute anche dalla legge 10/2013 (Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, 2013). Al contempo il mantenimento dell'acqua nel territorio, con il ravvenamento delle falde ed il costante flusso d'acqua nei torrenti e fiumi, consente di avere una risorsa rinnovabile indispensabile per l'agricoltura e l'approvvigionamento idrico delle popolazioni. Per la prevenzione delle alluvioni dei medio-grandi fiumi sono previste le casse di espansione, ma potrebbe essere buona pratica l'allestimento di una serie di piccole zone umide attigue ai corsi d'acqua minori nelle aree periurbane, allo stesso scopo di prevenire le esondazioni. La vegetazione delle zone umide svolge un ruolo di filtro rispetto ai carichi inquinanti di natura organica, tanto che sono da favorire gli impianti di fitodepurazione per i Comuni con popolazione inferiore ai 2mila abitanti e ove possibile anche a livello di singoli palazzi condominiali. Tutto ciò avvantaggia la gestione sostenibile delle risorse idriche, migliorando le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e non ultimo offre un habitat a varie forme di animali, quali invertebrati e anfibi.



Schemi tratti dal manuale LID (Low Impact Development).

A) La differenza tra un approccio d'ingegneria tradizionale e quella Naturale

B) Esempi di differenti approcci per la gestione dei problemi idrogeologici.

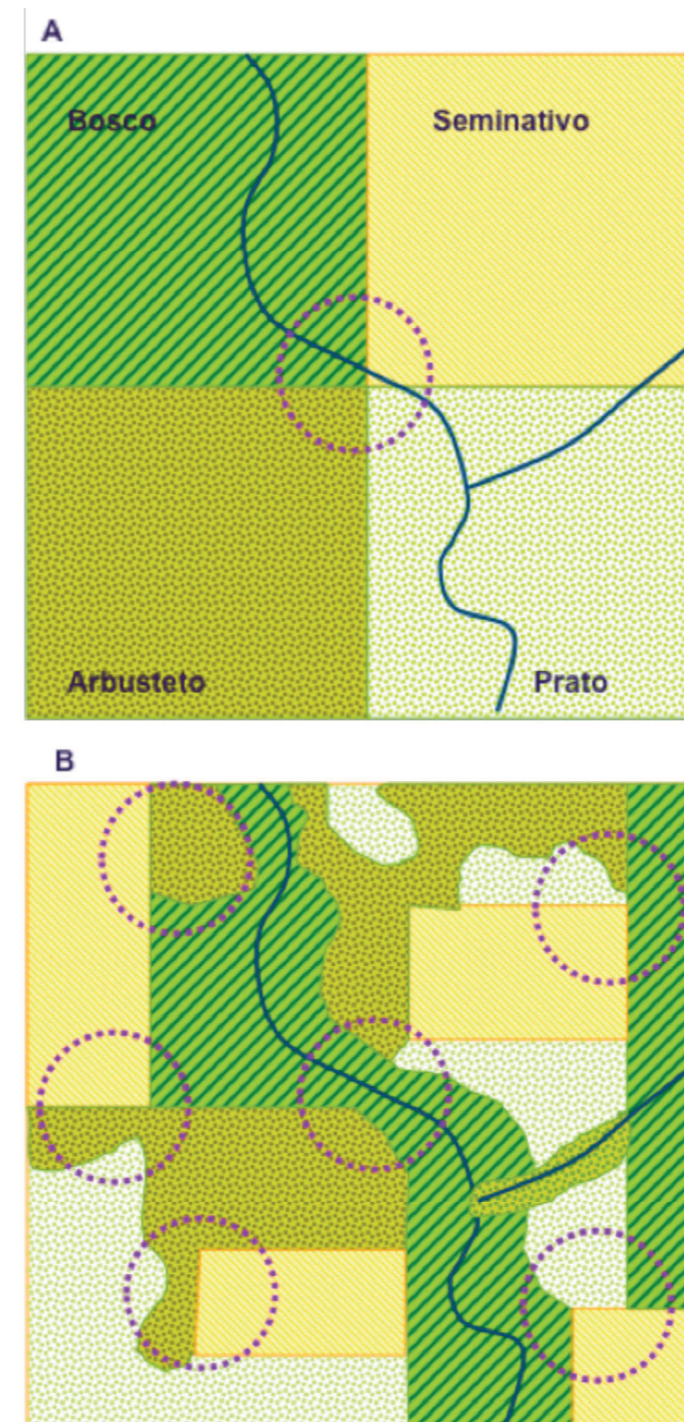


## TUTELA DELLE BIODIVERSITA' E DEL PAESAGGIO LOCALE BENEFICI AMBIENTALI

Le aree verdi urbane sono fondamentali per il mantenimento della biodiversità locale, formata da una gamma di habitat popolati da numerose specie di piante e animali selvatici. Gli ambienti urbani svolgono un ruolo nella conservazione della biodiversità globale, essendo di fatto dei mosaici di Habitat che ospitano una diversità di specie; quindi il paesaggio e la natura non finiscono dove inizia la città, ma la permeano. Sebbene soltanto una parte delle specie sia in grado di adattarsi a vivere in città o presso gli ambiti fortemente urbanizzati, il loro numero è elevato, tanto che sono disponibili -anche in Italia- numerosi studi che dimostrano la ricchezza di specie autoctone sia di piante che di animali che si sono inurbate. Nei paesaggi impoveriti con matrice rurale coltivate intensamente, le aree urbane possono addirittura rappresentare delle isole di biodiversità. I vantaggi della vita urbana per gli animali sono portati dalla presenza di una struttura della vegetazione e degli edifici che realizza ambienti surrogati di quelli naturali, dal clima mite soprattutto in inverno, dall'assenza dell'attività venatoria, l'uso ridotto di pesticidi, e la relativa sicurezza e tranquillità che si realizza in alcuni contesti (tetti, zone marginali all'interno di aree industriali, terreni incolti non ancora edificati, eccetera) nonché dall'elevata disponibilità di cibo di origine antropica.

La vegetazione inoltre, lungo le infrastrutture (autostrade, strade, ferrovie) ne migliora l'inserimento paesaggistico, contribuendo all'immagine del territorio, spendibile anche per la promozione delle attività legate al turismo.

La presenza di aree verdi migliora le caratteristiche estetiche della città, rendendola più appetibile come luogo per vivere e lavorare, e il valore paesaggistico di un territorio è strettamente legato alle caratteristiche della vegetazione, sia che si tratti sia del parco di una villa storica o di un'area archeologica, sia dei filari di alberi e delle siepi di un paesaggio rurale periurbano.



Schemi della diversità di mosaico paesistico e biodiversità

A) Il paesaggio tipico della campagna Veneta con poca biodiversità

B) Un paesaggio con elevata biodiversità

## BENEFICI PER LA SALUTE DEI CITTADINI

### BENEFICI SOCIO-CULTURALI

I benefici diretti apportati dal verde urbano alla salute dei cittadini sono messi in luce da una moltitudine di studi tra cui citiamo il lavoro svolto a Melbourne in Australia dove è stato calcolato che un incremento nella copertura della vegetazione dal 15% al 33% ridurrebbe la mortalità dovuta alle ondate di calore tra il 5 ed il 28% (Chen et al., 2014) e quello realizzato a New York che dimostra come la presenza degli alberi diminuisce l'insorgenza dell'asma nei bambini (Lovasi et al., 2008).

Oltre agli aspetti legati al miglioramento della qualità dell'aria, del clima e all'attenuazione dei rumori, che apportano indubbi vantaggi alla salute pubblica, va considerato che lo stress acuto e cronico assume un importante rilievo nella salute pubblica. Uno stress prolungato si associa ad altri disturbi quali infezioni e malattie cardiovascolari, immunologiche e dell'apparato digerente, oltre a diabete, aggressività e depressione.

Il contatto con la natura rigenera l'organismo e riduce lo stress, tanto che anche una breve pausa dal lavoro trascorsa in un'area verde porta benefici al benessere fisico e mentale: passeggiare tra gli alberi diminuisce l'ormone dello stress del 16% con effetti fisiologici misurabili già dopo 15 minuti di passeggiata.

Le ricerche classiche di Ulrich (1984) hanno dimostrato che nel caso di pazienti ricoverati che potevano vedere aree verdi dalle finestre dell'ospedale, il tempo di degenza si riduce con un decorso positivo della malattia più rapido, con ripercussioni positive sia sul piano sociale che sulla spesa sanitaria pubblica.

Vivere a contatto con la natura migliora la nostra creatività fino al 50% (Williams, 2016) e altri studi dimostrano che le aree verdi influenzano l'umore e la capacità di concentrazione.

## BENEFICI SOCIALI

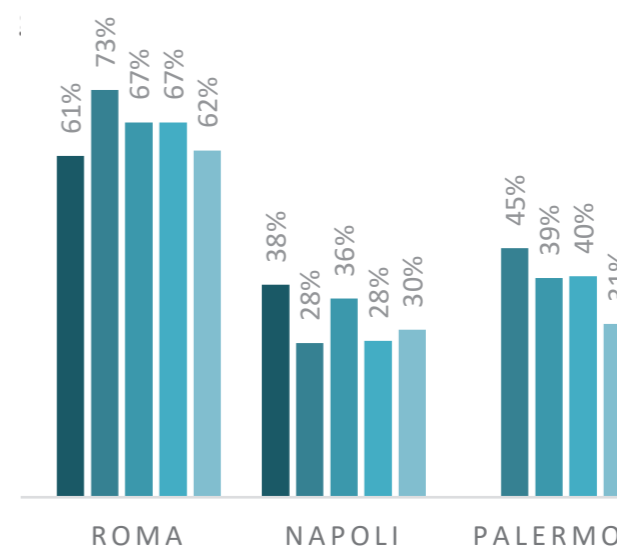
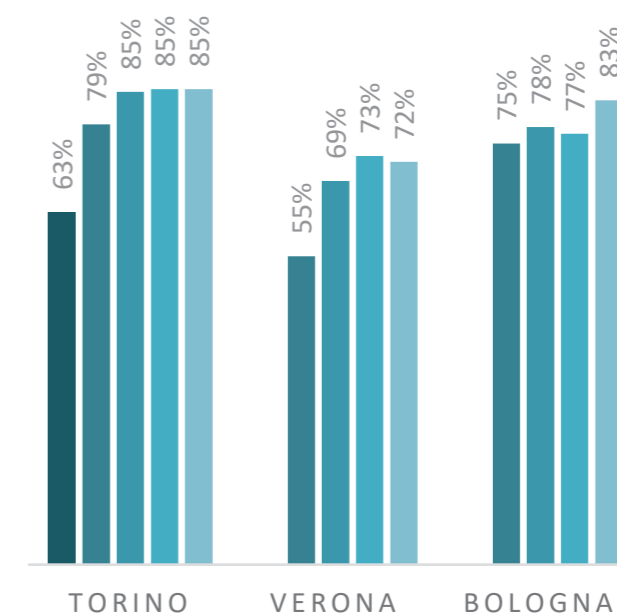
### BENEFICI SOCIO-CULTURALI

Insieme ai benefici sanitari, le aree verdi urbane apportano vantaggi di natura sociale che si ripercuotono positivamente anche come risparmio per le amministrazioni pubbliche e per i singoli cittadini. Tali cifre possono essere individuati nei costi evitati per il disinquinamento dell'aria e dell'acqua, nel risparmio dei costi sanitari, nella produzione di cibo e materie prime, nella promozione turistica dei territori ed attività indotte, quali la produzione florovivaistica e le attività ricreative, sportive, culturali e editoriali. Pertanto, gli investimenti nelle infrastrutture verdi sono caratterizzati da un elevato rendimento nel tempo, fornendo nuove opportunità di lavoro, tanto che si possono ritenere ottime alternative rispetto all'uso intensivo dei terreni ed alla conseguente trasformazione in infrastrutture grigie.

La combinazione di fattori quali la disoccupazione, un reddito basso, condizioni di salute precarie, la criminalità e la disintegrazione delle famiglie, possono portare all'esclusione sociale ed alla disgregazione delle comunità locali, con un conseguente abbassamento della qualità della vita. Le aree verdi urbane nelle zone di esclusione sociale possono aumentare la coesione sociale e l'inserimento degli individui in quattro maniere: accessibilità aperta a tutti, disponibilità di spazi per le interazioni umane, riduzione dell'aggressività in quanto le aree verdi attenuano lo stress e ristorano dalla fatica mentale, opportunità di partecipare ad attività di volontariato (Kazmierczak e James, 2007). È quindi importante diffondere la consapevolezza che l'esposizione alla natura aumenta il senso di benessere, sviluppa attitudini sociali positive verso la biodiversità, oltre a garantire effetti benefici a livello neuropsicologico.

Tra le criticità che possono essere evidenziate, sebbene il verde urbano fornisca alla gente una serie di benefici estetici, ecologici e psicologici, vi sono anche implicazioni legate alla percezione e al senso di sicurezza. Il senso di sicurezza dipende da fattori individuali e sociali, ma anche dalle caratteristiche della vegetazione, quali la manutenzione e il design. Gli aspetti della vegetazione che sono di particolare importanza includono l'assetto del paesaggio, la possibilità di visuale e di controllo, la densità della vegetazione. Una tipologia con caratteristiche aperte e con un sottobosco a bassa densità può avere un effetto positivo sulla sicurezza personale percepita, senza ridurre gli altri benefici.

■ 2004 ■ 2006 ■ 2009 ■ 2012 ■ 2015



Soddisfazione dei cittadini Italiani nel tempo per nuovi spazi verdi, giardini e parchi.

## INCREMENTO DEL VALORE IMMOBILIARE

### BENEFICI ECONOMICI

L'incremento di valore immobiliare apportato dalla presenza di alberi e aree verdi presso gli edifici residenziali è un altro dei servizi ecosistemici che riguarda direttamente l'interesse economico dei cittadini. È indubbio che i quartieri verdi sono quelli più appetiti come zone residenziali, così come è una costante vedere come viene valorizzata la presenza degli alberi nelle pubblicità delle agenzie immobiliari.

Su questo tema sono state effettuate numerose ricerche: a Philadelphia il valore immobiliare può essere influenzato fino al 33% dalla vicinanza di un grande parco (Hammet et al., 1974), ma aumenti di valore del 10% sono considerati canonici dalla letteratura.

Secondo altri lavori, in una zona alberata e attraente gli edifici possono essere valutati il 3-12% in più rispetto alle zone prive di alberi e più degradate.

## NUOVE VALUTAZIONI ECONOMICHE

### BENEFICI ECONOMICI

Oltre alla quantificazione dei servizi ecosistemici in termini di benefici svolti dal verde urbano, dagli anni Novanta del secolo scorso si sono affermate anche le valutazioni di tipo economico e monetario. Oggi esistono dei software in grado di determinare il valore economico ed ambientale dei benefici apportati dagli alberi e dalla foresta urbana, nonché i modelli dell'impatto economico derivante dai diversi scenari di gestione, in ambiente Gis.

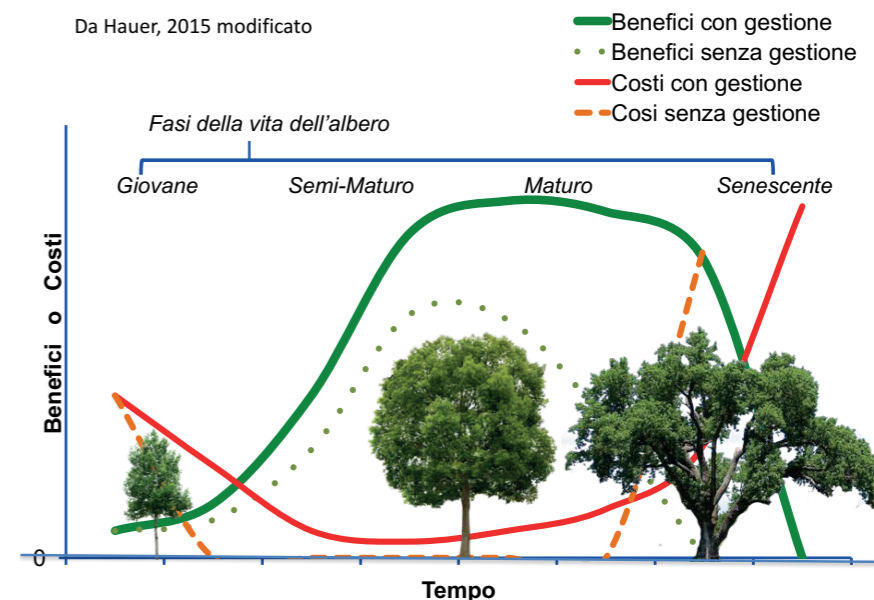
A Lisbona è stato applicato il programma i-Tree Stratum per quantificare la struttura e le funzioni degli alberi ed il valore dei servizi forniti. Sono stati censiti 41.247 alberi che insieme producono servizi valutati in 8,4 milioni di \$/anno. I costi di manutenzione ammontano a 1,9 milioni di \$/anno, quindi per ciascun dollaro investito i residenti ricevono 4,48 \$ di vantaggi. Il valore del risparmio energetico (6,16 \$/albero), la riduzione della Co2 (0,33 \$/albero), la riduzione dell'inquinamento atmosferico (5,40 \$/albero) e l'incremento di valore della proprietà immobiliare (145\$/albero), portano ad un beneficio complessivo annuale di 204 \$/albero, pari ad un beneficio netto di 159 \$/albero.

A Roma Attorre et al. (2005) stimano che i 704.720 alberi portino un vantaggio economico alla città, legato alla rimozione dell'inquinamento dall'aria, di Euro 1.674.942 l'anno (Euro 2.376/albero) e che gli alberi immagazzinano nella propria biomassa circa 320mila tonnellate di carbonio, sequestrando circa 2mila tonnellate di carbonio l'anno.

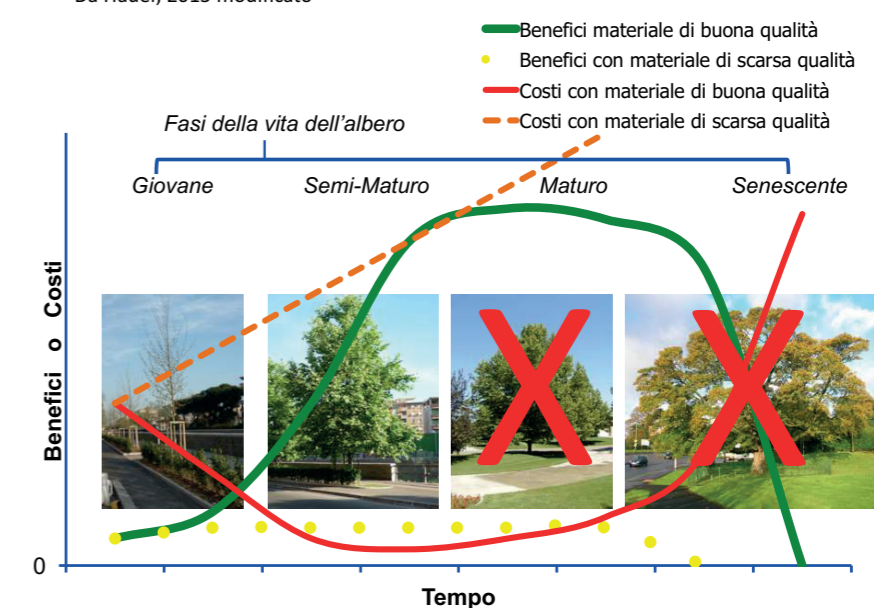
Una valutazione preliminare dei servizi ecosistemici compromessi in conseguenza di una potatura drastica in aree verdi del lungomare è stata effettuata a Livorno, dove è stata calcolata una presenza di alberi compresa tra 2.285 e 8.185. È stato ipotizzato che la potatura abbia asportato metà del volume di vegetazione che era presente, portando ad una perdita di servizi ecosistemici compresa in una forbice tra circa 160mila a oltre 590mila Euro/anno. A questa cifra sarebbero da aggiungere e quantificare le conseguenze negative al paesaggio, al valore immobiliare, la perdita di biodiversità e il danno in termini educativi, considerando che l'operato di un ente pubblico funge da esempio da seguire per la cittadinanza. Il valore di un albero può essere quantificato anche dal punto di vista economico (monetario), considerando il valore estetico e paesaggistico, quello emotivo e per il benessere dei cittadini, quello storico, sociale, ecologico, ed infine educativo.

A Bologna è stato realizzato un calcolo da Tugnoli (2010, 2012) riguardante alcuni degli esemplari più prestigiosi (Ippocastano, Cedro dell'Atlante, Bagolaro, Frassino, Platano, Leccio, ecc.) e le cifre risultano comprese tra un minimo di 3.635 ad un massimo di 27.732 euro. Applicando il metodo C.A.V.A.T. ad alberi monumentali, si raggiungono valori economici ornamentali fino a 806.539 euro.

Da Hauer, 2015 modificato



Da Hauer, 2015 modificato



Andamento del rapporto Costi/  
Benefici durante la vita degli alberi

## LO STATO DI FATTO IL CENSIMENTO DEL VERDE

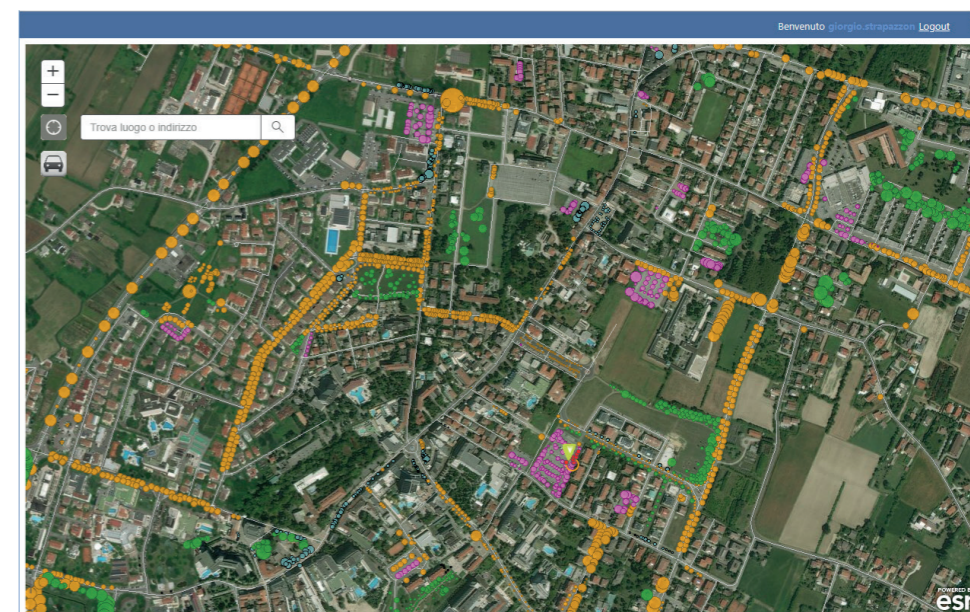
L'importante ruolo che la vegetazione urbana riveste nel controllo delle emissioni, nella protezione del suolo, nel miglioramento della qualità dell'aria, del microclima e della vivibilità delle città, rende strategica per qualsiasi amministrazione comunale la conoscenza dettagliata del proprio patrimonio vegetale, collocato nella rispettiva realtà.

Il censimento del verde si pone come strumento conoscitivo irrinunciabile per la programmazione del servizio di manutenzione del verde, la corretta pianificazione di nuove aree verdi, la progettazione degli interventi di riqualificazione del patrimonio esistente, nonché per la stima degli investimenti economici necessari al mantenimento e potenziamento della funzionalità del patrimonio verde. Redatto da professionisti abilitati ed eventuali esperti delle discipline tecnico-scientifiche, il censimento del verde rappresenta la base fondamentale per la costituzione di una banca dati di conoscenze e informazioni (preferibilmente georeferenziate), utili alla predisposizione dei diversi strumenti di pianificazione e gestione del verde urbano e costituisce premessa indispensabile anche per il "Piano di monitoraggio e gestione" di cui si tratterà in seguito.

Tramite l'utilizzo di sistemi di geolocalizzazione (GIS e GPS) e l'apposizione di un codice numerico (o alfanumerico) sullo stesso sistema e fisicamente ove possibile (ad es. sulla pianta), viene identificato il soggetto verde rilevato, che risulterà distinto da un elemento: puntuale per il singolo albero o arbusto, lineare per le siepi e areale per tutte le altre tipologie di vegetazione prevalentemente erbacea con evidenza, della tassonomia, delle caratteristiche biometriche (altezza, diametro del fusto, diametro del colletto, diametro della chioma e altezza del tronco, quantitative, qualitative e funzionali del patrimonio arboreo, arbustivo, erbaceo. La sovrapposizione col catasto terreni permetterà di verificare la proprietà pubblica e privata e le loro interazioni, di fatto esistenti e peraltro molto importanti, soprattutto se il privato è di entità tale da rappresentare un contributo complementare e significativo al verde pubblico in termini di servizi ecosistemici alla collettività.

Il migliore strumento atto a rendere confrontabili i dati raccolti su tutto il territorio attraverso il censimento in campo, è il sistema archivistico georeferenziato GIS che, qualsiasi sia l'applicativo utilizzato, permetterà, nel gestire l'informazione associata alla sua posizione, l'implementazione dei dati di rilievo assicurandone gestione, elaborazione e restituzione.

A supporto del censimento e conseguentemente degli strumenti di gestione del verde urbano di cui sopra, del tutto auspicabile si rivela il coinvolgimento dei cittadini finalizzato all'acquisizione delle informazioni attraverso – per esempio - l'uso di apposite piattaforme e applicazioni (ad esempio con smartphone), possono, infatti, dare il loro fattivo contributo nella segnalazione di oggetti e eventi, corredandoli di fotografie geo-referenziate o tramite comunicazione on-line dai siti dei Comuni (vedi anche gli aspetti di coinvolgimento e partecipazione pubblica trattati in seguito).



id	Toponimo	Specie	Diametro (cm)	Altezza (mt)	Raggio Chioma (mt)	Stato	Verticalità	Posizion
1354	VLE MAZZINI GIUSEPPE		5	4	2		SI	Alberatu...
1355	VLE MAZZINI GIUSEPPE		10	3	0,6		SI	Alberatu...
1312	VLE MAZZINI GIUSEPPE	Aesculus hippocastanum L.	31	9	2,5		SI	Alberatu...
1313	VLE MAZZINI GIUSEPPE		35	10	2,5		SI	Alberatu...
1314	VLE MAZZINI GIUSEPPE		35	10	2,5		SI	Alberatu...
1315	VLE MAZZINI GIUSEPPE	Aesculus hippocastanum L.	30	8	2		SI	Alberatu...
2201	Via San Giovanni Bosco	Tilia platyphyllos Scop.	33	10	3		SI	Alberatu...
2203	Via San Giovanni Bosco	Tilia platyphyllos Scop.	33	12	2		SI	Alberatu...
2204	Via San Giovanni Bosco	Tilia	33	12	2		SI	Alberatu...

Censimento delle alberature eseguito con piattaforma gis da parte di GEMLAB s.r.l



## TIPOLOGIE DI VERDE URBANO IL CENSIMENTO DEL VERDE

Una delle principali caratteristiche dell'ecosistema urbano è l'eterogeneità spaziale, tanto che sarebbe più corretto definire la città quale un insieme di sottoecosistemi (mosaico di habitat urbani).

Il verde urbano si compone di numerose tipologie, che hanno proprie caratteristiche ed il cui riconoscimento è importante per aspetti non solo scientifici (quali ad esempio l'attribuzione di una specie faunistica al proprio habitat) ma anche gestionali.

La definizione di verde urbano secondo Istat è quella di "patrimonio di aree verdi che insiste sul territorio dei Comuni gestito, direttamente o indirettamente, da enti pubblici quali i Comuni, le Province, le Regioni, lo Stato. In questo ambito sono compresi diversi tipi di aree verdi: verde attrezzato, parchi urbani, verde storico, aree di arredo urbano e aree speciali, che comprendono giardini scolastici, orti botanici, vivai, giardini zoologici e altre categorie residuali".

Si propone una classificazione del verde del territorio, suddivisa in:

- **Verde di Arredo:** Giardini storici,  
Parchi urbani,  
Spazi verdi di quartiere.
- **Verde Funzionale:** Sportivo,  
Scolastico,  
Sanitario.
- **Verde di Servizio:** Viali e piazzali alberati,  
Aiuole spartitraffico,  
Parcheggi.
- **Verde Privato:** Di maggior rilevanza, come giardini storici  
o strutture alberghiere.
- **Verde Ambientale:** Verde di mitigazione,  
Boschi,  
Green Ways.
- **Verde Tecnico:** Verde pensile,  
Verde verticale.

VERDE DI ARREDO



VERDE DI SERVIZIO



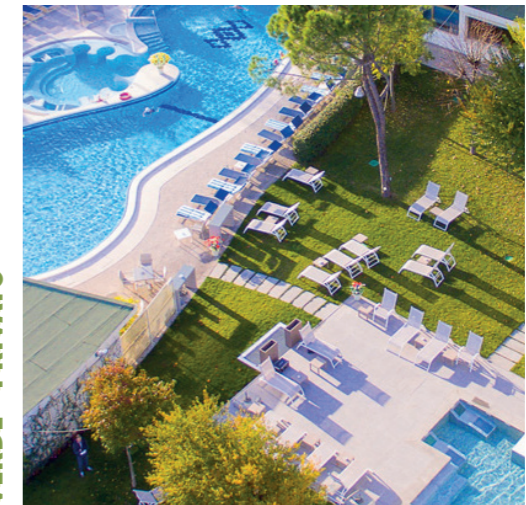
VERDE AMBIENTALE



VERDE DI FUNZIONALE



VERDE "PRIVATO"













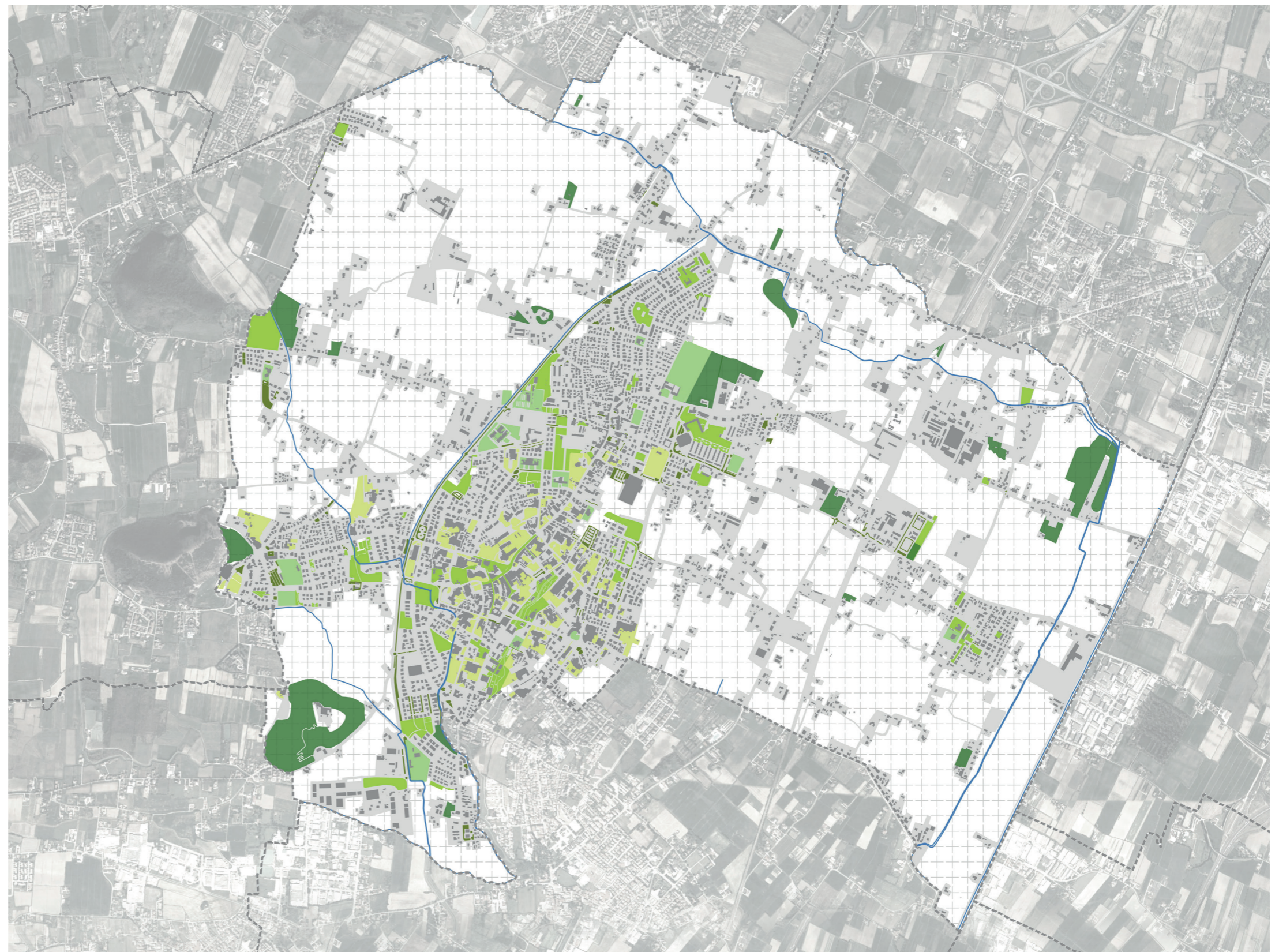
VERDE TECNICO



## TIPOLOGIE DI VERDE URBANO IL CENSIMENTO DEL VERDE

### LEGENDA:

-  Edifici
-  Zone urbanizzate
-  Zone agrarie
-  Idrografia Principale
-  Verde di Arredo: Giardini storici  
Parchi urbani  
Spazi verdi di quartiere
-  Verde Funzionale: Sportivo  
Scolastico  
Sanitario
-  Verde di Servizio: Viali e piazzali alberati  
Aiuole sparti traffico  
Parcheggi
-  Verde "Privato": Ville Storiche  
Strutture alberghiere
-  Verde Ambientale: Mitigazione  
Boschi  
Green ways
-  Verde Tecnologico: Verde pensile  
Verde verticale



## CENSIMENTO DEGLI ALBERI IL CENSIMENTO DEL VERDE

Il 16 febbraio 2013 è entrata in vigore la Legge Nazionale 10/13: "Norme per lo sviluppo degli Spazi Verdi Urbani": la Legge promuove l'incremento degli spazi verdi urbani adottando anche misure volte a favorire il risparmio e l'efficienza energetica, l'assorbimento delle polveri sottili e a ridurre l'effetto "isola di calore estivo".

E' previsto per i Comuni con una popolazione superiore ai 15.000 abitanti di provvedere al Censimento arboreo: difatti l'art. 2 comma 1 c stabilisce che «Entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente disposizione, ciascun comune provvede a censire e classificare gli alberi piantati, nell'ambito del rispettivo territorio, in aree urbane di proprietà pubblica. 2. Due mesi prima della scadenza naturale del mandato, il Sindaco rende noto il bilancio arboreo del Comune, indicando il rapporto fra il numero degli alberi piantati in aree urbane di proprietà pubblica rispettivamente al principio e al termine del mandato stesso, dando conto dello stato di consistenza e manutenzione delle aree verdi urbane di propria competenza. Nei casi di cui agli articoli 52 e 53 del testo unico delle leggi sull'ordinamento degli enti locali, di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267, e in ogni ulteriore ipotesi di cessazione anticipata del mandato del sindaco, l'autorità subentrata provvede alla pubblicazione delle informazioni di cui al presente comma».

Dal Rapporto dell'Ispra "Qualità dell'Ambiente Urbano 2016" risulta tuttavia che su 116 Comuni capoluoghi soltanto 89 di questi risultano aver realizzato un censimento degli alberi: alcuni di questi inoltre risalgono agli anni 90 e non sono stati aggiornati. Rimane quindi ancora tanto da fare, soprattutto per i Comuni non capoluogo ma con un patrimonio arboreo rilevante.

Il censimento degli alberi, oltre a rispondere ai termini di legge e a dichiarare l'impegno tangibile di un'amministrazione sui temi ambientali, può essere un'ottima opportunità per ciascun comune per fare un passo avanti nella buona e corretta gestione del Verde pubblico anche ai fini di una programmazione coordinata ed efficiente degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Via Appia Monterosso



Via Configliachi Luigi



Via Giuseppe Mazzini



Via Armando Diaz



Via dei Colli Euganei



Via Niccolò Tommaseo



**CENSIMENTO DEGLI ALBERI**  
*IL CENSIMENTO DEL VERDE*

LEGENDA:

-  Edifici
-  Zone urbanizzate
-  Zone agrarie
-  Idrografia Principale
-  Aree Verdi
-  Alberature di Parchi
-  Alberatura Stradale
-  Alberatura Parcheggi
-  Altre Alberature



## CRITICITA' GENERALI DEL TERRITORIO LO STATO DI FATTO

Lo scopo è quello di individuare le principali criticità ambientali esistenti nel territorio comunale, proponendo possibili risposte verso cui indirizzare le risorse.

Il contesto ambientale, ha bisogno di essere analizzato per le singole tematiche (clima, pericolosità di origine naturale, aria, biodiversità, suolo, ambiente antropico ed ecosistemi acquatici), tenendo conto dei più recenti segnali di criticità e delle informazioni riportate nei documenti della pianificazione regionale.

Tra le criticità emerse, sono state individuate quelle ritenute prioritarie sulla base dei criteri di estensione e dimensione del fenomeno sul territorio, dei suoi effetti/impatti sull'ambiente e sulla salute umana e degli obiettivi imposti dalle politiche europee, nazionali e regionali di settore.

Con riferimento alle criticità principali, si individueranno un set di possibili risposte atte a contribuire alla risoluzione (o miglioramento) delle singole problematiche. Tali risposte vanno intese come linee d'azione prioritarie, di carattere generale, entro le quali è auspicabile si collochino le proposte progettuali.

Il set proposto verrà calibrato in sinergia con gli obiettivi cardine della Strategia Europea 2020, della normativa nazionale e della pianificazione regionale di settore, nonché con una valutazione sulla capacità di intercettare le altre tematiche ambientali e sui possibili impatti positivi diretti sulla salute umana e sull'ambiente antropico in generale.

ISOLA DI CALORE - Centro urbano



INQUINAMENTO - Ferrovia



ELEMENTI INVASIVI - Viale dei Colli Euganei



INQUINAMENTO - Viabilità a scala territoriale



INQUINAMENTO - Zone industriali

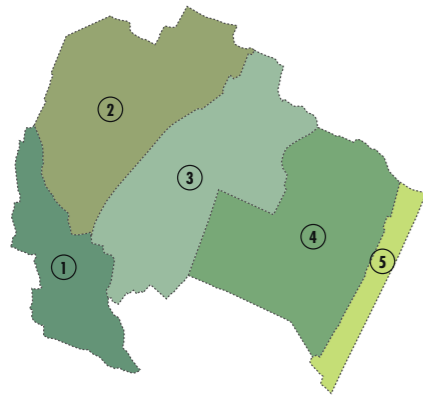


AGRICOLTURA INTENSIVA -



**IL MASTERPLAN**  
**LINEE PROGETTUALI**

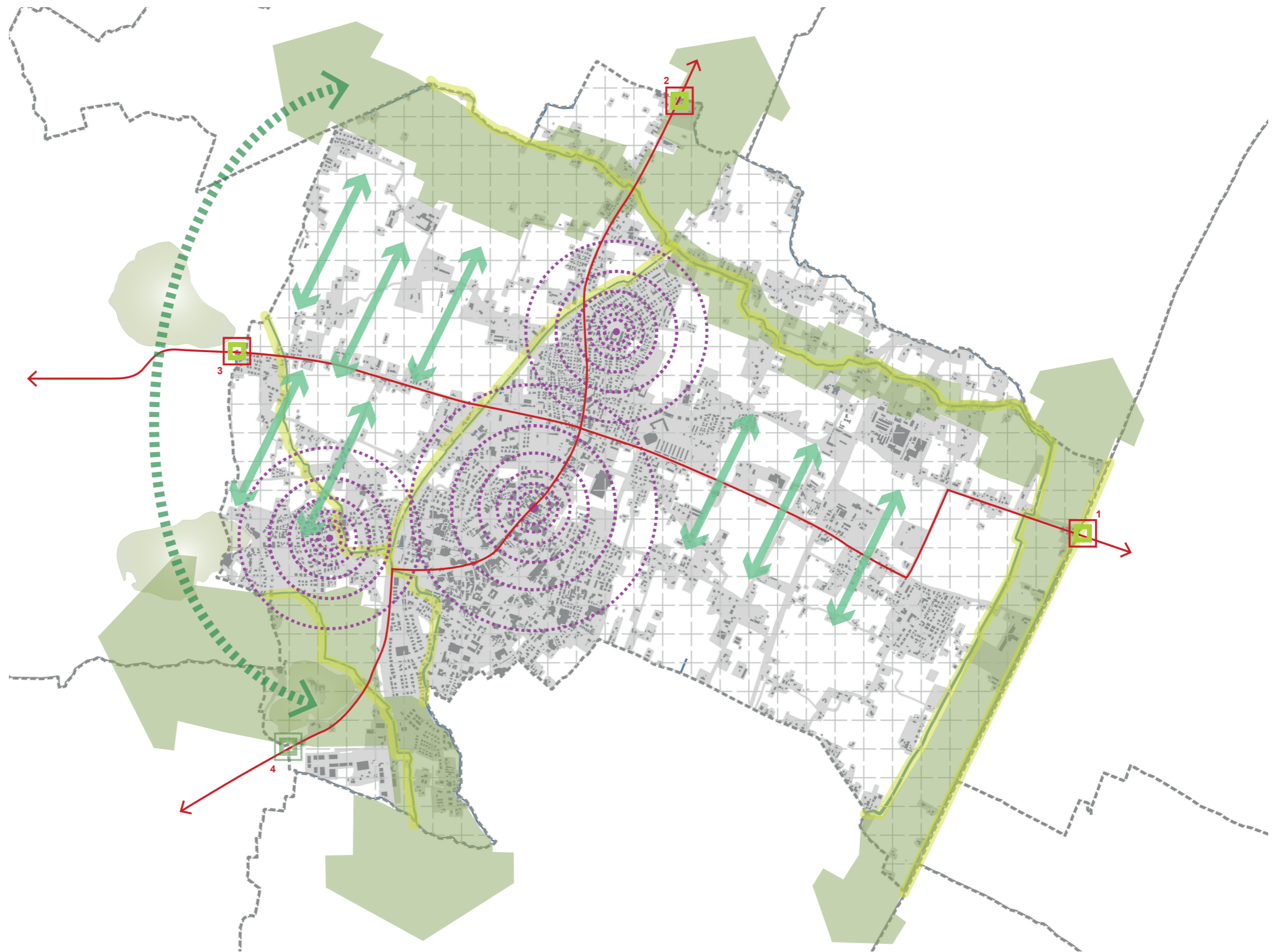
- AMBITI OMOGENEI D'INTERVENTO:



- 1. Ambito naturale protetto
- 2. Ambito agricolo ambientale
- 3. Ambito urbano
- 4. Ambito agricolo tradizionale
- 5. Ambito fluviale

LEGENDA:

- Edifici
- Zone urbanizzate
- Zone agrarie
- Idrografia Principale
- Infrastruttura verde
- Buffer BlueWay
- Riconessioni ambientali (Siepi campestri, corridoi ecologici)
- Infrastruttura dei colli Euganei
- Diretrici principali mobilità verde (Vedi Abano BikeCity)
- Porte d'accesso con valore paesaggistico (Vedi Abano BikeCity)
- Interventi verdi scala micro \*Vedi capitolo micro





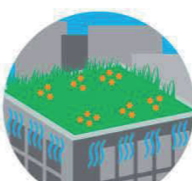




### NATURE BASED SOLUTIONS (NBS) STRATEGIE ED INTERVENTI PER IL VERDE PUBBLICO

Le Nature-based solutions (NBS), tradotto come soluzioni basate sulla natura, si riferiscono alla gestione e all'uso sostenibile della natura per affrontare sfide socio-ambientali come il cambiamento climatico, il rischio idrico, l'inquinamento dell'acqua, la sicurezza alimentare, la salute umana e la gestione del rischio di calamità ambientali.

L'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) definisce NBS l'insieme di soluzioni alternative per conservare, gestire in modo sostenibile e preservare la funzionalità di ecosistemi naturali o ristabilirla in ecosistemi alterati dall'uomo, che affrontino le sfide della società in modo efficace e flessibile: l'incremento del benessere umano e della biodiversità, i cambiamenti climatici, la sicurezza alimentare ed idrica, i rischi di catastrofi, lo sviluppo sociale ed economico.

Per decenni sono stati messi in atto approcci di salvaguardia e iniziative di gestione ambientale; solo di recente, però, i benefici apportati dalle NBS alla vita dell'uomo sono stati maggiormente approfonditi. Nonostante non sia ancora stata data una vera e propria definizione del termin, si trovano esempi di NBS in tutto il mondo che possono essere presi a modello. Le NBS sono sempre più presenti nelle politiche e nelle normative nazionali ed internazionali.

Agenda per la ricerca & innovazione sulle Nature-Based-Solutions e la Rinaturalizzazione delle città	
Obiettivi	Ricerca & Azioni Innovative
Migliore urbanistica sostenibile	 Rigenerazione urbana attraverso le Nature-based-solutions  Nature-based-solutions per migliorare il benessere delle aree urbane
Ricostituire gli ecosistemi degradati	 Stabilire delle Nature-based-solutions per la resilienza delle coste  Ricostituire l'ecosistema gestendo devierse Nature-based-solutions
Sviluppare mitigazioni e adattamenti al cambiamento climatico	 Nature-based-solutions per aumentare l'uso sostenibile di materiali ed energia
Migliorare la gestione dei rischi e la resilienza	 Nature-based-solutions per migliorare la qualità del nostro ecosistema  Aumento del sequestro di anidride carbonica attraverso le Nature-based-solutions

## PARCHI PUBBLICI NATURE BASED SOLUTIONS

I parchi urbani, soprattutto quelli ampi e di vecchio impianto, rappresentano le "aree centrali" (core areas) delle reti ecologica locale e del sistema delle aree verdi urbane e periurbane. In essi è opportuno mantenere e ripristinare gli elementi del paesaggio quali arbusti, alberi, siepi, boschetti, sistemazioni agricole tradizionali, stagni e laghetti.

Un parco urbano deve essere progettato con un criterio multifunzionale, per armonizzare la presenza della natura con quella degli esseri umani che fruiscono l'area verde; pertanto è opportuno individuare zone a uso diversificato, prevedendo tre fasce compenstrate:

- "residenziale", dove vi è una fruizione più intensa (ad esempio, per le aree ad uso sportivo), la vegetazione è più aperta ed i prati sono mantenuti bassi con sfalci frequenti;
- "transizione", dove la frequentazione è estensiva (passeggio, relax, attività ricreative quali disegno e fotografia). Qui la gestione è più informale, e gli sfalci saltuari permettono le fioriture. Sono presenti alberi e macchie di arbusti intervallate;
- "selvatica" (wild), nelle zone più tranquille. Questo è il rifugio della biodiversità e la manutenzione è ridotta al minimo, garantendo lo sviluppo spontaneo della vegetazione arbustiva ed arborea. Gli usi sono limitati (osservazione della natura, educazione ambientale) e si può prevedere un accesso regolamentato.

Nell'adottare questo approccio, occorre comunicare le scelte gestionali, spiegando ai cittadini l'efficacia e gli obiettivi della gestione naturalistica. Questo si può fare realizzando depliant, eventi ed altre iniziative informative, oltre ad allestire cartelli con messaggi chiari che illustrano perché la vegetazione viene mantenuta in maniera informale (in funzione frangivento, come filtro antinquinamento, rifugio per la piccola fauna ed altri servizi ecosistemici).



Esempi di possibili interventi nel territorio comunale



## FORESTAZIONE URBANA NATURE BASED SOLUTIONS

Per forestazione urbana si intendono quei progetti di realizzazione di nuovi parchi e veri e propri boschi su terreni di vaste superfici, in contesti periurbani. La realizzazione di interventi di forestazione urbana coincide spesso con il recupero ambientale di aree degradate.

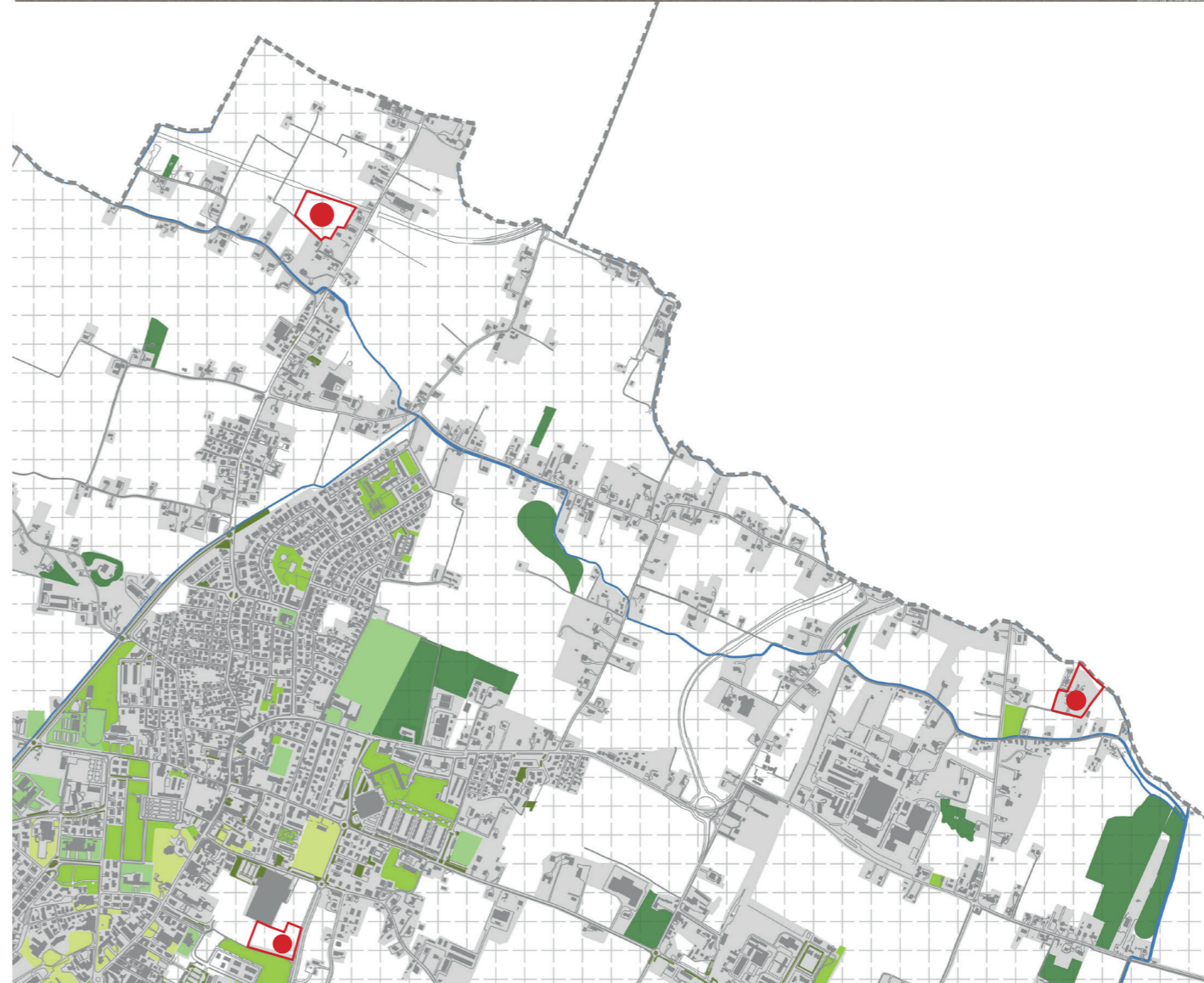
I primi e più importanti progetti realizzati in Italia di forestazione urbana sono avvenuti in Lombardia (Lassini et al., 1998), in particolare con il Boscoincittà di Milano i cui obiettivi sono stati fissati a partire dal 1973 (Italia Nostra, 1986).

### Benefici relativi alla mitigazione dell'inquinamento:

- Miglioramento degli estremi climatici e mitigazione delle isole di calore
- Stoccaggio e sequestro di carbonio
- Riduzione dell'inquinamento acustico
- Miglioramento della qualità dell'aria
- Miglioramento della qualità dell'acqua
- Riduzione della temperatura delle auto parcheggiate
- Riduzione del consumo di elettricità per riscaldamento e raffreddamento

### Altri benefici:

- Contributo estetico e amenità visiva
- Valorizzazione architettonica degli edifici
- Aumento del valore della proprietà
- Aumento della privacy, barriere contro viste spiacevoli o stressanti
- Controllo del riverbero urbano
- Miglioramento della vivibilità e della qualità della vita in città
- Aumento del turismo
- Aumento di opportunità per le attività ricreative outdoor
- Contributo alla salute umana, riduzione dello stress e del livello di ansietà
- Attrazione per avifauna e altri animali selvatici



Esempi di possibili interventi nel territorio comunale

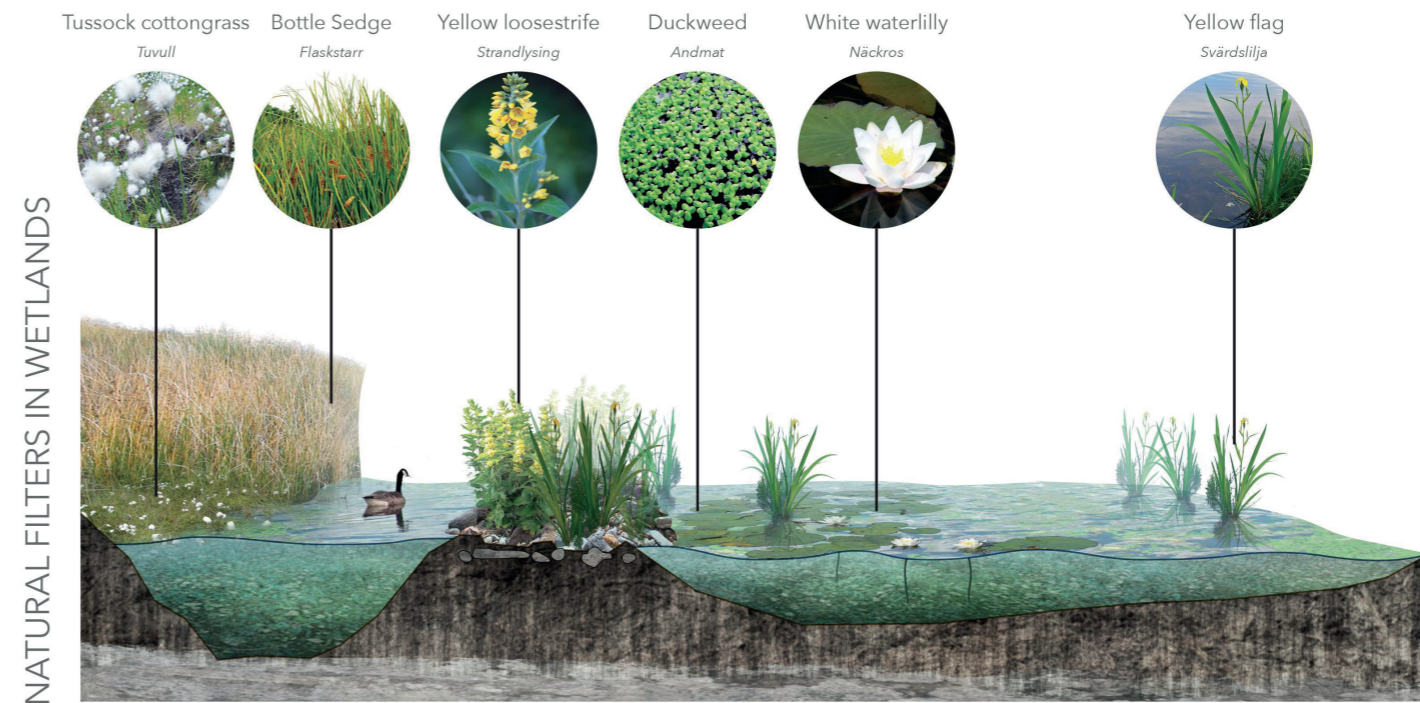
## ZONE UMIDE NATURE BASED SOLUTIONS

Le zone umide rappresentano, a livello globale, una delle categorie di habitat più ricche di vita ma al tempo stesso minacciati dal consumo di suolo e dall'inquinamento.

Nelle aree urbane possiamo trovare tratti di fiumi e torrenti che attraversano la città, sponde di laghi o coste marine. Inoltre, nelle zone periferiche possono sopravvivere relitti di paludi, mentre nei parchi e nei giardini ci possono essere laghetti e vasche.

Nelle nuove progettazioni è fondamentale considerare l'allestimento di qualche habitat di zona umida, con criteri naturalistici, che tengano presente quanto segue:

- ripristino della vegetazione attorno alle zone umide;
- gestione del livello delle acque per fini faunistici;
- mantenimento di un profilo irregolare degli argini di fiumi e stagni, con insenature e anfratti;
- progettazione di stagni e laghetti con zone di acqua bassa (15-25 cm) e rive con pendenza ridotta (< 5%) per una fascia di circa 5-10 metri;
- allestimento di spiagge, isole di ghiaia o di terra, e di zattere galleggianti ancorate al fondo, per favorire la nidificazione degli uccelli acquatici;
- creazione di scarpate e mucchi di terra per attirare la nidificazione di specie fossorie, quali il Gruccione *Merops apiaster* ed il Martin pescatore *Alcedo atthis*;
- limitazione in merito all'immissione di fauna ittica, per favorire la presenza di invertebrati acquatici e di anfibi.



Esempi di possibili interventi nel territorio comunale

### VERDE DI SERVIZIO: ARBUSTI ED ERBACEE NATURE BASED SOLUTIONS

Le nuove tecniche di progettazione del verde devono tenere presenti anche gli aspetti economici (risparmio nelle fasi di manutenzione) nonché i temi legati all'educazione dei cittadini ed alla tutela del paesaggio e della natura. È così che l'uso della flora spontanea può contribuire alla riduzione dei consumi idrici ed alle altre cure manutentive per le aiuole. In proposito si stanno diffondendo i primi progetti quali il Wildflowers, ovvero la piantagione di fiori spontanei (Comitato per lo sviluppo del verde pubblico, 2013). L'uso dei fiori spontanei nelle aiuole e lungo i bordi stradali, oltre a permettere la crescita a piante e fiori che una volta erano comuni nei campi ma adesso sono minacciate dall'uso dei pesticidi in agricoltura, può aiutare anche la sopravvivenza degli insetti impollinatori e di altre specie della entomofauna. Si può anche prevedere la semina di appezzamenti "a perdere" o comunque non gestiti intensamente, per offrire cibo e possibilità di nidificazione per gli uccelli.

Arbusti ed Erbacee sono dei filtri per l'aria, grazie al processo della fotosintesi clorofiliana assorbono anidride carbonica e producono ossigeno. Il particolato viene intercettato da quelle superfici fogliari che sono particolarmente rugose e ricche di peli. Una volta trattenuto, il particolato viene poi dilavato dalle piogge. I gas inquinanti vengono invece immagazzinati attraverso gli stomi. Più sono numerosi, maggiore è la capacità di purificare l'aria. Il processo di neutralizzazione degli inquinanti avviene poi attraverso una serie di processi chimici interni alla pianta.

La progettazione di aree dotate di questo tipo di vegetazione deve evitare che le specie utilizzate possano arrecare problemi di ordine pubblico limitando la visibilità, o creando siti di occultamento di persone o cose; in aree verdi attrezzate o destinate ad attività di svago va inoltre evitato il ricorso a specie potenzialmente dannose (per presenza di spine, parti tossiche, elementi di forte allergenicità). In considerazione degli elevati costi di manutenzione le siepi formali vanno utilizzate solo in caso di effettiva necessità, qualora per motivi funzionali, storici, paesaggistici, non possano essere preferite a bordure arbustive in forma libera.



Esempio di superficie prativa lungo un asse viario gestita con il WildFlowers



Esempio di superficie prativa lungo un asse viario Autostradale gestita con il WildFlowers



Buone pratiche ed alternative per la gestione di aiuole stradali



Esempio di aiuola stradale a bassissima manutenzione e consumo idrico

### VERDE DI SERVIZIO: ALBERATURE NATURE BASED SOLUTIONS

La componente arborea, è parte fondamentale della struttura verde di un apparato urbano. Per la sua sostituzione manutenzione e progettazione si devono considerare i seguenti aspetti:

- Gli alberi hanno un ciclo vitale variabile secondo la specie ma comunque non infinito ed in ambiente urbano spesso molto più ridotto che in condizioni normali;
- Il progressivo invecchiamento degli esemplari determina una riduzione dell'attività fotosintetica, una minore capacità di stoccaggio della CO<sub>2</sub>, una inesorabile perdita dei necessari parametri di stabilità meccanica legata a patogeni e danni meccanici reiterati a seguito di errata gestione;
- L'urbanizzazione incontrollata provoca la riduzione degli spazi fisici necessari allo sviluppo delle piante e la perdita di fertilità e degli altri requisiti agronomici del suolo che deve sostenerle ed alimentarle;
- il passaggio di reti tecnologiche ha comportato danni agli apparati radicali, hanno subito ripetute asfaltature al livello del colletto;
- la scarsità dello spazio disponibile determina una ridotta possibilità di sostituzione degli esemplari abbattuti, visto che soggetti giovani isolati in mezzo ai vecchi esemplari crescono in maniera stentata e non sono in grado di ripristinare l'omogeneità del filare e le sue caratteristiche paesaggistiche.

Il piano di rinnovo del patrimonio arboreo urbano richiede un'accurata progettazione che tenga conto di numerosi fattori legati all'albero, tra cui: l'adattabilità al clima, la biologia, lo sviluppo, il comportamento della parte aerea e dell'apparato radicale, le relazioni con gli altri elementi biotici e abiotici dell'ambiente, la sensibilità alle fitopatie, il potenziale allergenico, la capacità ornamentale, le esigenze gestionali. Fondamentale risulta individuare la modalità con cui si opera la sostituzione delle alberate stradali. La scelta di attuare il rinnovo per singoli alberi è un percorso semplice che minimizza i costi nel breve periodo e non crea conflitti sociali. Al contrario l'alberata e il viale devono essere considerati come un corpo unico e come tali devono essere trattati. Intervenire in modo non unitario, facendosi condurre dal naturale decadimento di singoli individui è una norma gestionale aleatoria che produce nel tempo un risultato esteticamente scarso il più delle volte non compatibile con il progetto originario dell'alberata. Inoltre intervenire per singoli siti rende difficoltosa la cura degli alberi e di conseguenza incrementa i costi.



Mappatura del completamento e rinnovo delle alberature stradali

## VEGETAZIONE IN SPAZI PERIURBANI NATURE BASED SOLUTIONS

L'evoluzione economica, sociale e tecnologica degli ultimi decenni ha messo in crisi i tradizionali usi delle siepi e delle alberature: basti pensare a come il miglioramento delle condizioni economiche abbia permesso di sostituire la legna con i combustibili fossili. Così, a partire dalla fine degli anni '50, in tutto il Paese è iniziata la distruzione generalizzata del sistema delle siepi campestri. Un grande peso nella sua eliminazione lo hanno avuto i nuovi criteri di gestione meccanizzata dei corsi d'acqua e l'allargamento delle strade di campagna. Il risultato è che in circa 30 anni è stato eliminato dal 70 al 90% delle siepi campestri e quanto oggi resta si presenta in condizioni precarie (discontinuità di copertura, generalizzato invecchiamento, presenza di specie infestanti, ecc.), sintomo di una pressoché totale perdita di interesse da parte dei proprietari.

Da qualche anno però assistiamo a un'inversione di tendenza dovuta sia ai risultati di molti studi e ricerche condotte in Italia e in Europa che hanno dimostrato l'utilità delle siepi sotto il profilo ecologico e ambientale, sia agli incentivi di natura economica che sono stati proposti al mondo agricolo.

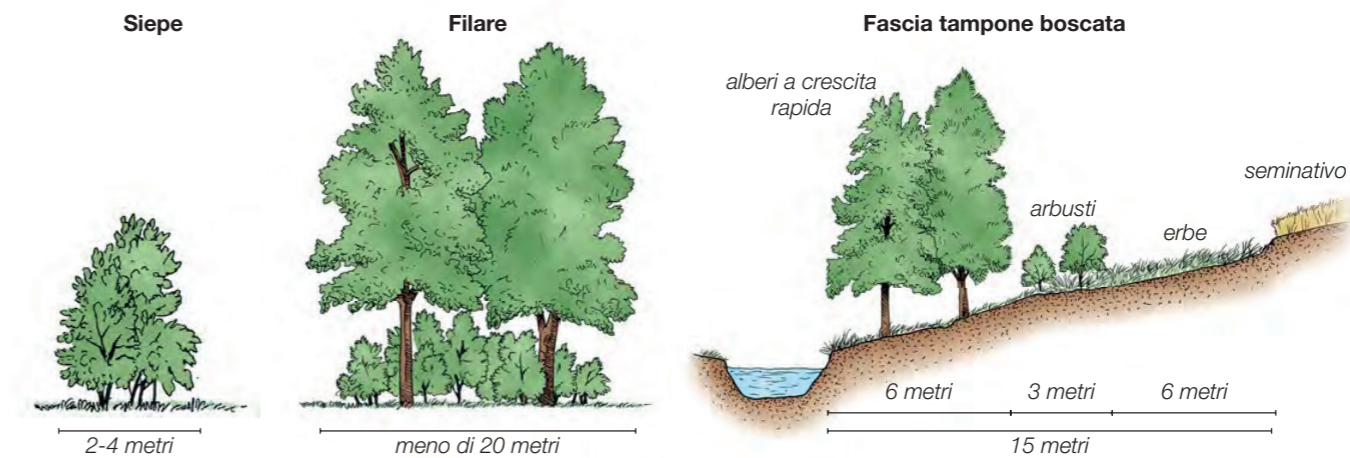
L'Unione europea stessa, a partire dal 1992 (con la cosiddetta riforma Mc Sharry), ha avviato una revisione della politica agricola (pac) che ha visto susseguirsi negli anni provvedimenti che hanno sempre più posto attenzione e risorse sul «pilastro dello sviluppo rurale».

pagina 50 di questa Guida.

Definire e individuare le funzioni di una siepe (così come di un filare o di una fascia boscata) è riduttivo poiché i benefici e le valenze che queste formazioni offrono sono molteplici, spesso presenti simultaneamente.

Le principali:

- limitare l'erosione delle particelle fini del suolo
- ridurre l'evaporazione
- favorire la formazione di rugiada
- difesa dagli inquinamenti del traffico
- protezione dei fossi
- difesa delle colture biologiche
- mantenimento di corridoi ecologici
- la difesa dall'erosione



Aree di possibili interventi nel territorio comunale

## TETTI E PARETI VERDI NATURE BASED SOLUTIONS

I tetti verdi rappresentano la soluzione tecnologica al problema della carenza di spazio per le aree verdi estese. Mediamente in una città moderna il 30% della superficie è costituita da tetti piani che potrebbero essere rinverditi, contribuendo ad una estesa reintroduzione del verde nelle città, sia con funzioni ecologiche/ambientale sia per finalità ricreative. La variazione all'interno dei range indicati dipende dalle condizioni meteorologiche, dalle specie vegetali impiegate ma anche, ed in modo molto rilevante, dalla morfologia di piante utilizzate: l'impiego di arbusti e prati naturali permette di aumentare la superficie fogliare ma anche di rendere la superficie scabra, di ridurre localmente la velocità del vento e di ottenere maggiori ratei di deposizione. Il verde pensile presenta anche la peculiarità di contribuire al risparmio energetico per la climatizzazione degli edifici sia in inverno che, soprattutto, in estate. Il risparmio energetico annuale può arrivare fino al 70% su coperture non isolate e con un rapporto di forma che esalti le dispersioni dal tetto. Dal punto di vista della riduzione dei deflussi e del ripristino del ciclo dell'acqua, si può notare che dallo studio di 260 eventi di pioggia in regioni dal clima temperato caldo (come l'Italia) le coperture a verde pensile hanno trattenuto mediamente il  $60\% \pm 30\%$  del volume d'acqua intercettato. Anche le pareti verdi permettono di sviluppare una elevata superficie vegetata, con un consumo di spazio relativamente limitato. Dal punto di vista della riduzione del carico di inquinanti atmosferici, il verde verticale ha il vantaggio di potersi collocare molto vicino alle fonti di inquinamento veicolari e di non limitare il naturale ricircolo dell'aria (anzi, similmente al verde pensile può aumentarlo favorendo movimenti discendenti di aria più fresca. Alcuni studi hanno riportato una riduzione della concentrazione di NO<sub>2</sub> fino al 35% e di PM<sub>10</sub> fino al 50%. Inoltre il verde verticale ha un importante effetto schermante della radiazione sulle facciate degli edifici e alcuni studi hanno dimostrato un risparmio energetico estivo attorno al 20% in seguito all'installazione di pareti verdi. Purtroppo gli studi sul verde verticale sono ancora piuttosto esigui e la tecnica risulta ancora poco diffusa. Va ricordato che il verde verticale può configurarsi come soluzioni di raffinata estetica ed alti costi di installazione e manutenzione, ma anche come tecnica relativamente economica quando si fa uso di rampicanti radicati a terra.



Abbattimento isola di calore: fotocamera termica



Esempio di tetto verde Hotel Mioni- Pezzato Via Marzia

## RAIN GARDEN NATURE BASED SOLUTIONS

Il bioretention è un sistema biologico adatto a trattenere elementi nutritivi ed inquinanti ed al cui interno avvengono processi come la sedimentazione, l'assorbimento e l'immagazzinamento dell'acqua.

Queste sistemazioni sono conosciute anche come rain gardens o giardini pluviali e sono realizzati allo scopo di gestire le acque derivanti da eventi piovosi, di trattenere e di trattare i deflussi superficiali provenienti da aree pavimentate.

Rispetto ai metodi tradizionali di drenaggio questo sistema permette una più efficace gestione delle acque meteoriche nonché di eliminare la gran parte degli inquinanti, presenti nell'acqua.

Il miglioramento della qualità dell'acqua raccolta viene garantito dal substrato e dalla vegetazione presente su di esso.

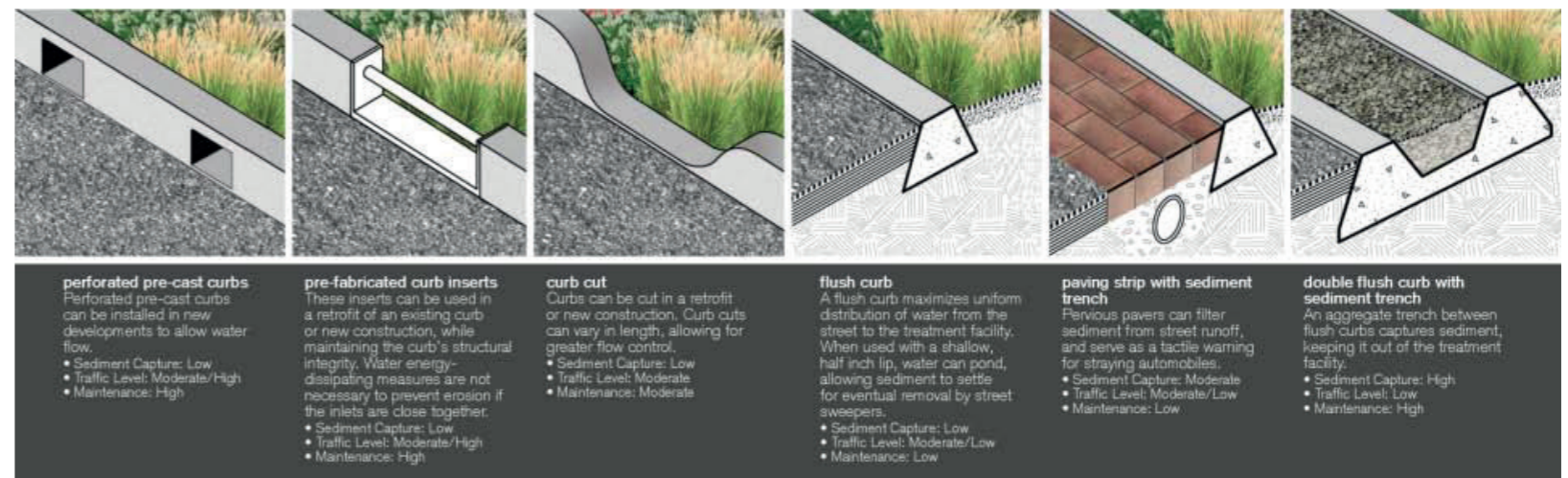
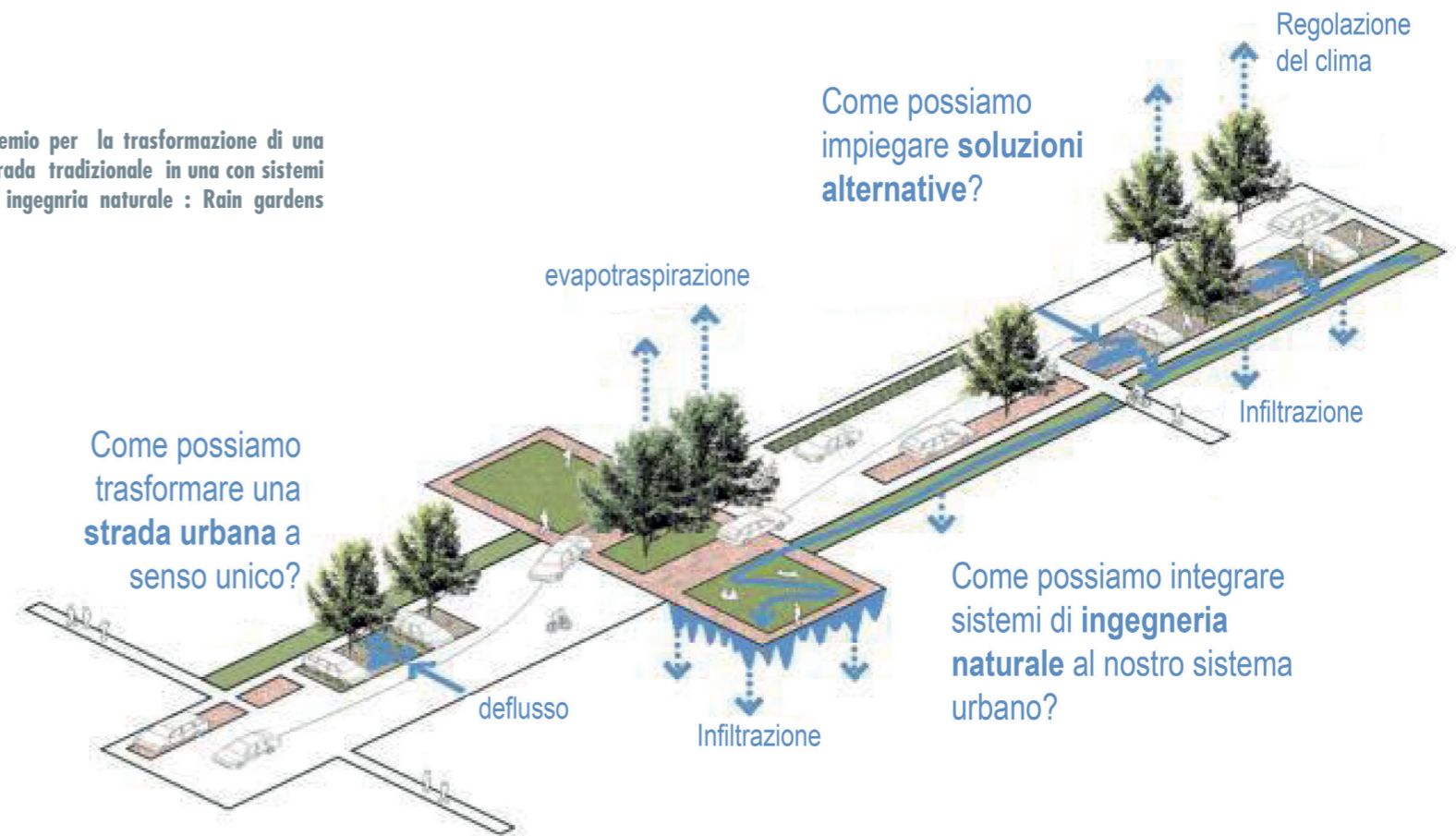
I giardini pluviali di norma sono situati in vicinanza della fonte del deflusso e hanno la funzione di rallentare il movimento dei volumi d'acqua provenienti da aree pavimentate, permettendo così a questa di infiltrarsi e di ridurre la sua forza erosiva.

Ad una prima vista ricorda molto un'aiuola di dimensioni più o meno grandi. La particolarità di questa struttura è quella di riuscire a ricreare tutta una serie di processi naturali, che vanno a ridurre gli effetti negativi del ciclo idrologico, come se ci si trovasse all'interno di una foresta.

Un rain garden è quindi un sistema pensato per interrompere il deflusso superficiale nel luogo in cui questo si verifica e dirottare in modo tale da favorire la percolazione nel suolo, permettendo l'eliminazione delle sostanze inquinate presenti in essa, attraverso l'assorbimento radicale eseguito dalle piante.

La conversione da finitura impermeabile a superficie di infiltrazione di marciapiedi e aree pedonali in generale, ma in taluni casi anche di piazzali e strade carrabili, porterebbe un enorme vantaggio non solo ai fini della mitigazione delle bombe d'acqua ma consentirebbe anche uno sviluppo più sano delle radici degli alberi, eliminando due dei maggiori problemi legati alla vita degli alberi (instabilità e danneggiamento delle pavimentazioni).

Esemio per la trasformazione di una strada tradizionale in una con sistemi di ingegneria naturale : Rain gardens



Diversi sistemi di cordolo per lo scorrimento delle acque verso i raingardens.

**IL VERDE PRIVATO****LO STRUMENTO DEL R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)**

Il R.I.E. - Riduzione dell'Impatto Edilizio - è un indice di qualità ambientale che serve per certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde. Una parte dei processi di degradazione macroe microclimatica del nostro ambiente è causata ed alimentata dalla sigillatura e impermeabilizzazione dei suoli. Le superfici impermeabilizzate e sigillate provocano un riscaldamento della massa d'aria sovrastante e i moti convettivi portano al ricircolo delle polveri. Il calore del sole accumulato e irradiato ha, come diretta conseguenza, un aumento delle temperature nelle nostre città, venendo a mancare il naturale effetto mitigatorio dato dal processo di evapotraspirazione della vegetazione. Il veloce deflusso delle precipitazioni nei corsi d'acqua, essendo stata eliminata o fortemente ridotta la naturale infiltrazione attraverso gli orizzonti del suolo, porta disordine nella regimazione delle acque meteoriche sottratte al naturale ciclo di captazione e restituzione all'ambiente mediante l'infiltrazione, l'evaporazione e l'evapotraspirazione. In questo quadro, utili strumenti di mitigazione e compensazione ambientale sono rappresentati dall'applicazione integrata delle tecnologie di gestione e recupero delle acque meteoriche: infiltrazione e smaltimento in superficie, tecnologie per il verde pensile, tecnologie di ingegneria naturalistica e ovviamente, ove ancora possibile, del verde tradizionale. Elemento importante e caratterizzante di quest'algoritmo è lo stretto legame tra quantità, qualità e rapporto con la gestione del patrimonio idrico del verde. Per l'applicazione del modello occorre, in via preventiva, determinare le categorie di elementi da considerare e da inserire al numeratore e denominatore del rapporto. Con l'elaborazione dell'indice l'Amministrazione comunale potrà definire quali sono, per ogni singolo quartiere, gli obiettivi da mantenere o raggiungere in fase di modificazione della struttura urbana esistente, oppure definire gli standard minimi da rispettare per le zone di nuova edificazione. L'applicazione del modello consente di prescrivere il mantenimento o il raggiungimento di determinati standard qualitativi del verde lasciando un notevole margine di progettazione. Il modello di calcolo consente di attribuire alle diverse categorie un peso. Questa procedura consente di individuare gli interventi che, da un punto di vista ecologico o paesaggistico, sino da penalizzare o incentivare.

**Ritenzione delle  
acque riducendo i  
deflussi di piena**

**OBIETTIVO:  
Strumento urbanistico  
per la mitigazione  
e compensazione  
ambientale**

**Miglioramento  
del microclima  
urbano**

**Controllo e  
censimento del  
verde privato**

**R.I.E.  
Riduzione  
Impatto  
Edilizio**



### R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO) STRUMENTI PER IL VERDE PRIVATO

L'indice di Riduzione dell'Impatto Edilizio, RIE, è un indice numerico di qualità ambientale applicato al lotto edificiale al fine di certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo ed al verde.

Si tratta, sinteticamente, del rapporto tra gli elementi che concorrono a modificare il territorio rispetto alla gestione delle acque meteoriche. Questa modificazione può avvenire sia in senso positivo, una maggiore captazione, sia in senso negativo, una minore captazione e conseguentemente un maggiore deflusso idrico.

Più elevato è l'indice "R.I.E" migliore è la gestione del territorio, anche dal punto di vista edificatorio, in relazione alla quantità di acqua meteorica afferente e ai benefici derivanti per il microclima e il benessere ambientale. Elemento importante e caratterizzante di quest'algoritmo è lo stretto legame tra quantità, qualità e rapporto con la gestione del patrimonio idrico e del verde.

LEGENDA:

**RIE** = Indice di riduzione dell'impatto edilizio

**S<sub>v<sub>i</sub></sub>** = i-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata  
Trattata a verde

**S<sub>i<sub>j</sub></sub>** = j-esima superficie permeabile, impermeabile o sigillata  
Non trattata a verde

**Ψ**  
= coefficiente di deflusso

**Se** = Superfici equivalenti

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{v_i} \frac{1}{\Psi_i} + (Se)}{\sum_{i=1}^n S_{v_i} + \sum_{j=1}^m S_{i_j} \Psi_j}$$

## SUPERFICI VERDI - $S_{v,+}$ $\Psi$ LO STRUMENTO DEL R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)

L'uso di superfici verdi riveste molteplici valenze di tipo ecologico, ambientale, estetico e psicologico. Caricare la copertura di nuove funzionalità, ed nello specifico collocare uno strato colturale al di sopra di una copertura preesistente, significa avvicinarsi ad una situazione di naturalità che è stata persa con l'atto di impermeabilizzazione.

L'introduzione del verde pensile, rappresenta uno strumento di notevole importanza al fine di migliorare la situazione microclimatica in città mitigando il fenomeno dell'urban warming, riequilibrando il ciclo dell'acqua meteorica, regimentando l'afflusso delle acque piovane verso le reti di drenaggio urbano, riducendo il fabbisogno energetico dell'edificio e le emissioni di CO<sub>2</sub>, filtrando una quota delle polveri inquinanti oltre che incrementare la biodiversità e riqualificare lo skyline urbano.

Della crescente importanza che il verde pensile sta acquistando, è un chiaro esempio il progetto di

Renzo Piano per la nuova California Academy of Sciences. La nuova Accademia di San Francisco, inaugurata a fine maggio, si ispira a principi di ecocompatibilità ed un esempio del suo impegno ambientale è espresso dalla copertura dell'edificio stesso: rivestito da un manto di oltre 10.000 mq di verde pensile, riesce ad ospitare quattro diverse specie di graminacee e oltre due milioni di piccole piante autoctone adatte alle condizioni di scarsità di acqua. La struttura, quindi, non solo concilia bellezza estetica con sensibilità ecologica, ma rappresenta inoltre un esempio di coibentazione, riciclo idrico, sistema antisismico ed modello di edilizia eco ed autosostenibile.

N.rif.	Categoria di superficie	Sezione indicativa o immagine tipo	Specifiche o varianti	Norme di riferimento, valori limite o indicazioni	$\Psi$
N10	Copertura a verde pensile con spessore totale <b>del substrato medio 25 &lt; s ≤ 35 cm</b> Fino ad un'inclinazione di 12°		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" Realizzato in difformità alle norme sopra indicate oppure quando le superfici, in conformità alle norme sopra indicate, siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	0,25 Valore da determinare analiticamente e documentare
			Sistema monostrato	Non idoneo. Coefficiente $\psi$ applicato pari a 1,0	1,00
N11	Copertura a verde pensile con spessore totale <b>del substrato medio 35 &lt; s ≤ 50 cm</b> Fino ad un'inclinazione di 12°		Sistema a tre strati	Realizzato secondo normativa di riferimento: UNI 11235:2007 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde" Realizzato in difformità alle norme sopra indicate oppure quando le superfici, in conformità alle norme sopra indicate, siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	0,20 Valore da determinare analiticamente e documentare
			Sistema monostrato	Non idoneo. Coefficiente $\psi$ applicato pari a 1,0	1,00



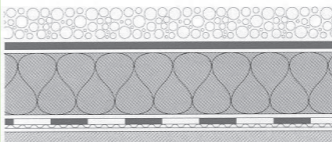
Esempi tabella categorie superfici trattate a verde da inserire al numeratore

### SUPERFICI NON TRATTATE A VERDE - $\Psi$ LO STRUMENTO DEL R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)

Dagli anni sessanta ad oggi, insieme ad un forte sviluppo economico, si è avuta una rapida ed incisiva affermazione degli interessi speculativi di trasformazione dei terreni agricoli in terreni edificabili sul territorio nazionale, come risultato una fortissima impennata edilizia con pochi precedenti ed una massiccia conversione urbana del suolo, a causa della quale milioni di ettari di superfici, in gran parte agricole, ma appartenenti anche ad altre categorie, sono scomparsi e divenuti aree "artificializzate" e impermeabilizzate a vario titolo (F.A.I., 2012). Quando si parla di superfici "artificializzate", ci si riferisce a tutte quelle parti di suolo che perdono la propria caratteristica pedologica per essere asportate ed ivenire urbanizzate, cioè sostituite da edifici, spazi di pertinenza, parcheggi, aree di stoccaggio, strade e spazi accessori. Alcune stime danno un aumento tra il 1956 e il 2001 dell'ordine del 500% delle superfici artificializzate, anche in regioni con limitata attività economica, quale il Molise. Nonostante la crescita demografica in Italia sia rimasta pressoché immutata dal 1961 ad oggi, si è assistito ad una costante perdita di territorio naturale.

N.rif.	Categoria di superficie	Sezione indicativa o immagine tipo	Specifiche o varianti	Norme di riferimento, valori limite o indicazioni	$\Psi$
--------	-------------------------	------------------------------------	-----------------------	---	--------

#### Categorie di superfici da inserire al denominatore: superfici permeabili, impermeabili o sigillate non trattate a verde

N.rif.	Categoria di superficie	Sezione indicativa o immagine tipo	Specifiche o varianti	Norme di riferimento, valori limite o indicazioni	$\Psi$
D1	Coperture metalliche con inclinazione > 3°			Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	0,95 Valore da determinare analiticamente e documentare
D2	Coperture metalliche con inclinazione < 3°			Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	0,90 Valore da determinare analiticamente e documentare
D3	Coperture continue con zavoratura in ghiaia			Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	0,70 Valore da determinare analiticamente e documentare

Esempi tabella categorie superfici non trattate a verde da inserire al denominatore.

### SUPERFICI EQUIVALENTI DELLE ALBERATURE -Se LO STRUMENTO DEL R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)

Elemento importante della formula del RIE sono gli elementi arborei. Nei vegetali è presente un flusso continuo di acqua che procede dal terreno all'atmosfera chiamato continuum suolo – pianta – atmosfera. La pianta è in grado di controllare questo flusso e può indirizzare una parte dell'acqua verso le radici attraverso il trasporto floematico. Il movimento dell'acqua tra il suolo, la pianta e l'atmosfera si basa sul potenziale idrico, determinata da componenti osmotiche (che sono dovute alla concentrazione dei soluti), di matrice, idrostatiche e di altitudine. Il potenziale idrico causa lo sviluppo di vere proprie correnti la cui velocità supera largamente quella dei semplici fenomeni di diffusione. La traspirazione avviene in maniera controllata tramite aperture presenti sulla superficie delle foglie (stomi) e dei fusti (lenticelle), che consentono gli scambi gassosi con l'atmosfera necessari per la fotosintesi e la respirazione. Le piante solitamente durante la loro vita necessitano di elevati quantitativi di acqua che assorbono dal terreno tramite le radici. Si è calcolato che una pianta di grano tenero (*Triticum aestivum*) durante la sua vita assorba e traspiri fino a 115 litri di acqua ed una pianta di pomodoro (*Lycopersicon esculentum*) fino a 150 litri, mentre un girasole (*Helianthus annuus*) assorbe 1 litro di acqua al giorno ed una quercia (*Quercus*) 100 litri di acqua al giorno. Si è calcolato inoltre che un bosco esteso per un km quadrato, costituito da alberi adulti, immetta in una giornata estiva 7500 tonnellate di acqua nell'atmosfera. L'inserimento nell'algoritmo matematico delle specie arboree, per la loro capacità di evapotraspirazione dell'acqua, sta a significare che gli alberi diventano strumenti urbanistici per la mitigazione e la compensazione ambientale.



1 ALBERO  
DI PRIMA GRANDEZZA  
> 18m

SUPERFICIE  
EQUIVALENTE:  
115mq



1 ALBERO  
DI SECONDA GRANDEZZA  
< 18m > 12m

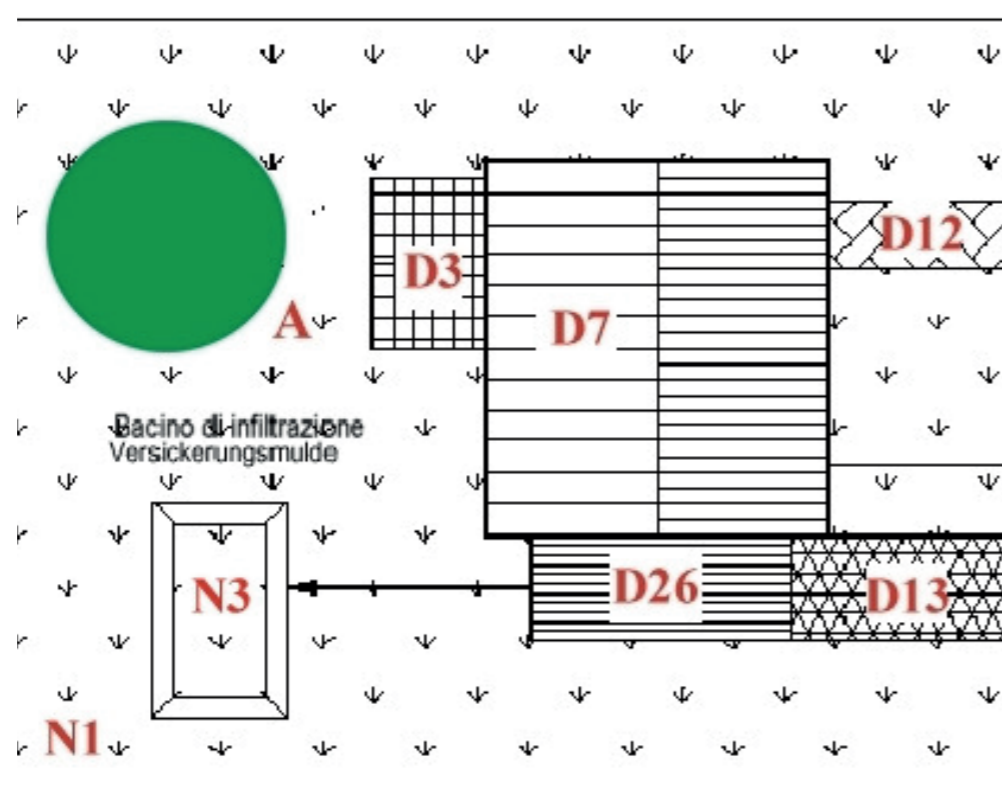
SUPERFICIE  
EQUIVALENTE:  
65mq



1 ALBERO  
DI TERZA GRANDEZZA  
< 18m

SUPERFICIE  
EQUIVALENTE:  
20mq

**ESEMPIO PER IL CALCOLO DELL' INDICE**  
**LO STRUMENTO DEL R.I.E. (RIDUZIONE IMPATTO EDILIZIO)**



Compilazione tabella riassuntiva R.I.E. 2

Numerazione rif.	Descrizione superficie	Sup. m <sup>2</sup>	Ψ
N1	Superficie a giardino	697,60	0,10
N3	bacino di infiltrazione a fondo naturale	30,00	0,1
D3	Copertura piana con zavorrata in ghiaia	27,00	0,7
D7	Copertura discontinua con tegole marsigliesi	162,00	0,90
D12	Pavimentazione in cubetti di porfido a fuga sigillata	16,20	0,80
D13	Pavimentazione in piastre di cls con fuga in sabbia	30,80	0,7
D26	Copertura con zavorrata in ghiaia collegata a un bacino di infiltrazione a fondo naturale con sistema di recupero e riutilizzo dell'acqua per scopi irrigui	36,40	0,19
<b>Area totale superficie considerata</b>		<b>1.000 m<sup>2</sup></b>	
A	Alberi di prima categoria, come da lista allegata	1	

$$RIE = \frac{\sum_{i=1}^n S_{vi} \frac{1}{\Psi_i} + (Se)}{\sum_{i=1}^n S_{vi} + \sum_{j=1}^m S_{ij} \Psi_j}$$

$$RIE = \frac{(697.60/0.1)+(30.00/0.1)+115}{(697.60+30,00)+(27.00 \times 0.70)+(162.00 \times 0.90)+(16.20 \times 0.80)+(30.80 \times 0.70)+(30.40 \times 0.19)} = 7.92$$