RELAZIONE sugli ASPETTI ECOLOGICI AMBIENTALI E PAESAGGISTICI del ‘comparto di riuso e rigenerazione urbana Ex Sfir’.

COMMITTENTE: BERNARDI SRL

Arch. Paesaggista Marica Succi

Dott. Domenico Dipinto

Studio DipintoSucci

Viale Italia 47, Forlì

www.dipintosucci.com

INDICE

1 Analisi degli aspetti ambientali
1.1 Premessa
1.2 Vegetazione climax potenziale
1.3 Vegetazione attuale
1.4 Fauna
1.5 Rete ecologica

2 Caratteristiche del verde
2.1 Criteri generali di scelta della vegetazione
2.2 Categorie di verde
2.3 Compensazioni vegetazione arborea (Prima/dopo planimetria)
2.4 Descrizione della vegetazione
2.5 Percezione
2.6 Stoccaggio e assimilazione CO2
2.7 Abbattimento inquinanti

3 Indici
3.1 Definizione dell'ambito ed elementi costitutivi
3.2 Grana e matrice
3.2.1 Elementi incompatibili rispetto alla Matrice
3.3 Eterogeneità
3.4 Biopotenzialità territoriale
3.5 Tabella indicatori
3.6 Conclusioni

4 CONCLUSIONI

1 ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

1.1 Premessa

L'area oggetto di intervento si frappone fra l'ambito urbano di Forlimpopoli e quello agricolo. Il paesaggio circostante risulta fortemente antropizzato e banalizzato dalle linee ortogonali di campi e infrastrutture. Si evidenzia una bassa potenzialità biologica pur essendo in presenza di Rete ecologica di Fascia II e Fascia III.

1.2 Vegetazione climax potenziale

La vegetazione climax dell'area è il *Querco-carpinetum boreoitalicum* (*Ornithogalo-Carpinetum* Marincek, Poldini e Zupancic 1982, *Querco-Carpinetum boreoitalicum* Pignatti 1953), diffuso in tutta l'area padana.

Questa tipologia di vegetazione era caratterizzata da *Carpinus betulus* e *Quercus robur. Populus alba*, *Populus nigra*, *Fraxinus excelsior* e *F. oxycarpa* oltre a *Tilia cordata, Ulmus minor* e spesso anche *Prunus avium.* Oltre allo strato arboreo sopra descritto, lo strato vegetale veniva completato da *Corylus avellana, Crataegus monogyna, Viburnum opulus, Acer campestre, Cornus sanguinea e Sambucus nigra.*

Essendo nei pressi di corsi d'acqua e di zone umide si può affermare che la vegetazione potenziale è inoltre costituita da associazioni forestali tipiche delle aree fluviali quali All. Populion albae Br.-Bl. ex Tchou 1948 che rappresenta le comunità boschive sviluppatesi generalemente lungo gli alvei fluviali su deposito litoide fine su suolo idromorfo e falda affiorante. L'alleanza è legata ai geosigmeti ripariali individuati sul territorio italiano. Essendo inoltre un tipo di vegetazione azonale legata alle condizioni edafiche, quando le condizioni idriche lo consentono, si sviluppa come serie accessoria nell'ambito di molte altre serie di vegetazione. Si aggiungono infine CL. Salicetea purpureae Moore 1958 costituita da Boschi e boscaglie azonali prevalentemente di salici, che crescono negli ambienti ripari e golenali, sia planiziali.

1.3 Vegetazione attuale

L'area, data la forte antropizzazione, presenta sporadiche macchie di vegetazione ad esclusione delle porzioni coltivate. Il territorio agricolo circostante è caratterizzato prevalentemente da campi a seminativo. La vegetazione non agricola si concentra lungo le infrastrutture nelle aree pubbliche prevalentemente a *Populus alba* e *Tilia* spp. Oltre al verde privato si annovera il verde spontaneo a livello arbustivo presente nelle aree interstiziali.

All'interno dell'area oggetto di intervento è presente una vasta area incolta, un filare di *Celtis australis* (in allegato schede di rilevazione. Allegato 1) di scarso valore estetico, ma utile all'avifauna essendo tra i pochi ripari e fonte di cibo per l'avifauna.

1.4 Fauna

Essendo l'area posta in prossimità del Fiume Ronco e di diversi bacini artificali è frequentata dall'avifauna fluviale che trova riparo nelle comunità di pioppi e nella vegetazione sparsa.

1.5 **Rete ecologica**

La pressione antropica, tramite l'espansione dell'urbanizzato e l'estensione delle aree coltivate hanno frammentato molti ambienti naturali riducendo fortemente le aree atte ad ottemperare funzioni ecologiche e di collegamento ecosistemico.

Estratto Tav1a DISCIPLINA DEL TERRITORIO URBANO e RURALE – Regolamento Urbano Edilizio

L'area oggetto di intervento (Area definita dal margine tratteggiato blu) intercetta due Fasce della Rete ecologica definite dal RUE. Più dettagliatamente il RUE definisce i tre sub-ambiti in cui viene classificata la rete ecologica, come classificati dalla L.R. 20/2000 di cui se ne riporta il testo solo per quelli di interesse:

Rete ecologica Fascia II (Retino triangoli): costituita dalle parti di territorio a margine dei tessuti urbani spesso ricompresi in fasce di rispetto di assi infrastrutturali in condizioni di elevata criticità, per le quali è opportuno procedere con la costituzione di specifici elementi di mitigazione ambientale, sia continui che puntuali, con particolare attenzione a favorire condizioni idonee di insediamento e sopravvivenza della fauna selvatica. In tali ambiti il rafforzamento dei caratteri ambientali di base viene perseguita cercando di generare una rete interrelata di sufficiente estensione per garantire il supporto ai cicli biologici naturali, ma anche di natura tale da permettere una frequentazione più libera all'uomo.

Rete ecologica Fascia III (Retino puntinato): il R.U.E indica in linea di massima gli elementi di organizzazione degli spazi e delle funzioni in senso ambientale ai quali deve conformarsi l'attuazione delle previsioni di P.S.C. per i vari Ambiti sui quali si sovrappone l'indicazione di rete ecologica, e che al P.O.C. compete poi di dettagliare più compiutamente. Tali indirizzi di matrice ambientale sono:

- mantenimento della permeabilità dei suoli sino ad almeno il 50% delle superfici coinvolte;

- sviluppo di bordature verdi continue con essenze ad alto fusto dello spessore minimo di m 10;

- formazione di coperture vegetali con essenze ad alto fusto in ragione di un rapporto minimo di 200 alberi/Ha, avendo cura di programmare l'inserimento di almeno un 25% di essenze autoctone di pregio;

- formazione di aree a libera evoluzione in misura pari ad almeno un quarto delle quote di aree appartenenti a questa tipologia di sub ambito; - formazione di sottopassi alla viabilità carrabile che avesse a svilupparsi in aree agricole e/o attraverso aree appartenenti a questa tipologia di sub ambito, adeguati al transito in condizioni di incolumità della fauna selvatica. Le presenti modalità di allestimento valgono come riferimento anche per l'organizzazione degli spazi riservati agli usi considerati compatibili per la Rete ecologica di fascia I e II.

2 CARATTERISTICHE DEL VERDE

I criteri di scelta della vegetazione sono molteplici e di complessa entità, tra i principali troviamo la scelta di vegetazione autoctona, la massimizzazione della potenzialità produttiva della biomassa vegetale, l'aumento della biodiversità la mitigazione degli edifici di progetto e le variazioni stagionali. Alla base delle scelte progettuali c'è una profonda conoscenza dei luoghi e un'interpretazione delle potenzialità vegetazionali dell'area indagata, dedotte dalle analisi svolte in precedenza: analisi climatiche, geomorfologiche, pedologiche e analisi del paesaggio vegetale esistente nelle aree limitrofe. La vegetazione ha funzioni di collegamento, mitigazione, unione delle diverse aree del parco e di valorizzazione dell'area di progetto oltre che mitigare l'impatto dell'edificio aziendale, dandogli un valore aggiunto.

2.1 Criteri generali di scelta della vegetazione

La componente "verde" è parte integrante del progetto stesso, non solo in termini di riqualificazione di detto comparto, ma aspetto fondamentale del messaggio che la ditta Bernardi vuole trasferire e legare al suo marchio. Il verde di progetto, sarà scelto per soddisfare le esigenze prioritarie:

- arredo delle aree urbanizzate e qualità urbana;
- mitigazione diretta degli impatti (prevalentemente interferenza visiva)
- abbattimento delle emissione CO2 di altri inquinanti e di polveri sottili;
- mantenimento dei parametri quali-quantitativi relativi alla regolamentazione degli ambiti di rete ecologica, come previsti nella pianificazione vigente;

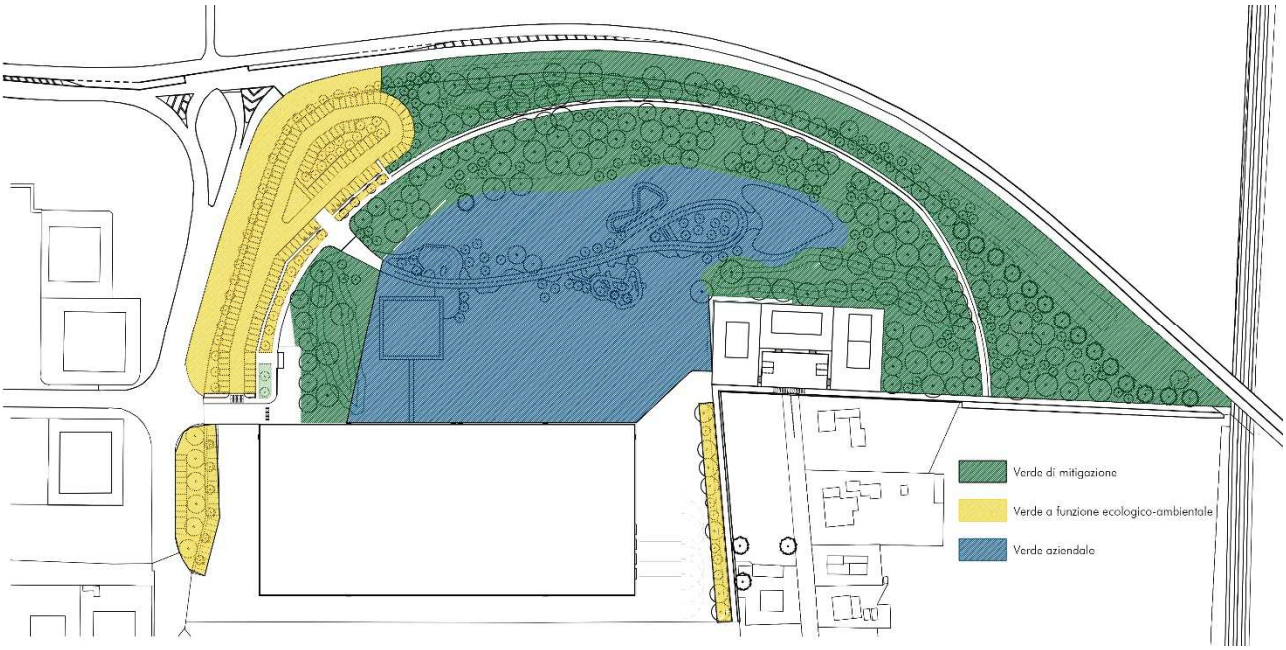
Le aree verdi sono state pensate per essere in armonia e coerenti con il paesaggio circostante. La progettazione si è adattata al luogo seguendo dei criteri ben precisi:

- **Scelta di vegetazione prevalentemente autoctona**. Le specie autoctone si adattano maggiormente alle condizioni climatiche dell'area e dei suoli, assicurando una più facile riuscita dell'intervento. Esse inoltre risultano più resistenti verso gli attacchi esterni (fattori biotici e abiotici) e necessitano in generale di una minore manutenzione, consentendo di ridurre al minimo, in fase d'impianto, l'utilizzo di concimi chimici o fertilizzanti.
- Massimizzare la **potenzialità produttiva di biomassa vegetale** allo scopo di **sfruttare i benefici offerti dal verde dal punto di vista ambientale (rimozione inquinanti)** tramite l'inserimento di una percentuale arborea a rapido accrescimento.
- **Aumento della biodiversità** attraverso l'utilizzo di una vasta diversità specifica essendo in presenza di Reti Ecologiche di Fascia II e di Fascia III.
- **Mitigazione dell'impatto dei fabbricati** previsti da progetto, tramite l'inserimento di bosco urbano che si inserisce come fascia di mitigazione.
- **Stagionalità** accentuata per scandire i ritmi delle stagioni e rendere attrattiva e poco monotona l'area oggetto d'intervento. Nel parco si alternano specie caducifolie con specie sempreverdi (*Quercus ilex*) per creare delle quinte di vegetazione e per mitigare al meglio l'impatto dell'edificio. Le specie sempreverdi creano lo 'scheletro' del parco mentre le specie caducifolie rappresentano le variazioni stagionali e 'coloreranno' il parco nelle diverse stagioni, creando diverse suggestioni.

2.2 Categorie di verde

La progettazione del verde si inserisce in tre categorie funzionali (visionabili nell'immagine che segue):

- Vegetazione di mitigazione
- Vegetazione paesaggistico-urbanistico
- Vegetazione aziendale



Schema dei tre tipi di verde presenti nel progetto (verde di mitigazione, verde a funzione ecologico-ambientale e verde aziendale)

Vegetazione di mitigazione

Lo scopo principale del verde di mitigazione è quello di creare una fascia buffer tra i flussi infrastrutturali e il fabbricato previsto dal progetto, creando un bosco urbano che si va a concatenare di elementi vegetali contigui tra il comparto di parco privato tematico di interesse pubblico e la fascia verde di mitigazione. Quest'area svolge funzioni ecologiche tra cui abbattimento degli inquinanti, stoccaggio di CO2 e mitigazione dei rumori. Le funzioni vengono esaltate dalla composizione della vegetazione arborea, composta due specie sempreverde (*Quercus ilex, Arbutus unedo*) e 13 specie decidue (*Acer campestre, Prunus cerasifera, Fraxinus ornus, Fraxinus angustifolia, Populus alba, Populus nigra* 'Italica'*, Carpinus betulus, Celtis australis, Zelkova carpinifolia, Quercus robur, Pyrus calleryana* 'Chanticleer').

La struttura del verde di mitigazione comprende specie a rapido accrescimento e specie a più lento accrescimento in modo da creare in pochi anni l'effetto di mitigazione desiderato senza precludere la qualità degli spazi.

Nel momento dell'impianto verranno inseriti, come da Regolamento recante disposizioni per la gestione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli (Art. 11 – dotazioni minime e caratteristiche generali del verde privato), alberi con circonferenza 14-16 cm misurati a un metro di altezza. Nel verde di mitigazione saranno presenti anche fascie arbustive di grande sviluppo così da formare una densa barriera vegetale.

Fascia verde di mitigazione vista dalla Via Emilia

Vegetazione paesaggistico-urbanistico

Il verde inserito nei parcheggi si connota come vegetazione paesaggistica-urbanistica. La vegetazione di queste aree è coerente con il contesto ecologico naturalistico circostante e garantisce, grazie al portamento a chioma espansa, buoni livelli di ombreggiamento delle autovetture. La vegetazione arborea del parcheggio pubblico di interscambio è caratterizzata da *Acer campestre* e *Prunus cerasifera*, mentre il parcheggio sito in Via Amendola fronte edificio presenta l'inserimento di *Quercus ilex* e *Acer campestre.*

Queste specie sono tolleranti all'inquinamento, hanno buone capacità di ombreggiamento, tolleranza agli agenti patogeni e richiedono una manutenzione limitata nel corso dell'anno. La distanza di impianto degli alberi varia da 6 a 10 m a seconda della specie e della posizione. La superficie non pavimentata sarà costituita da prati e da specie tappezzanti come l' *Hypericum Hidcote*, un arbusto sempreverde con basse esigenze idriche che fornirà colore tramite la sua fioritura prolungata per tutta l'estate.

Vista della vegetazione del parcheggio paesaggistico, nel quale sono stati utilizzati *Acer campestre* e *Prunus cerasifera*.

Verde aziendale

Il verde aziendale è l'area prossima all'edificio della ditta BRN SRL, caratterizzata prevalentemente da aree a prato per la maggior parte non irrigate e aree sviluppate con erbacee perenni. Le aree a prato prossime all'edificio aziendale saranno per lo più movimentate attraverso rilevati inerbiti e irrigati. Una delle dune che si andranno a creerare ospiterà l'insegna dell'azienda BRN SRL, che verrà sfruttata come componente integrante del parco tematico (arrampicata, sedute, gioco, etc).

Zona prativa limitrofa all’edificio aziendale BRN SRL, quest’area verrà irrigata attraverso pop up ad aspersione.

La vegetazione aziendale svolge il ruolo di buffer tra un’area estremamente antropizzata (edificio) e un’area seminaturale (bosco urbano) oltre ad avere un ruolo ecologico a livello di entomofauna. Le specie erbacee perenni che verranno inserite in prossimità della pista ciclabile del comparto privato tematico di interesse pubblico permettono di attirare un grande quantitativo di insetti utili e di valorizzare le transizioni stagionali.

Le graminacee scelte hanno basse esigenze idriche e verranno tagliate per il rinnovo della vegetazione una volta all’anno, in primavera. In questo modo le foglie secche proteggeranno l’apparato radicale delle piante dal freddo invernale, e aggiungeranno un aspetto decorativo. In quest’area è presente anche vegetazione arborea di 3 grandezza con funzioni prevalentemente decorative ed ecologiche. *Lagerstroemia indica, Acer campestre, Cornus mas* e il *Pyrus calleryana* 'Chanticleer' accompagnano la vegetazione erbacea e creano aree ombreggiate dove potersi soffermare e godersi il parco.

La vegetazione aziendale è caratterizzata principalmente da specie erbacee e specie arboree di 3 grandezza

2.3 Compensazioni vegetazione arborea

Durante la fase di analisi sono stati rilevati 17 elementi arborei da abbattere a fronte del progetto di riqualificazione che prevede aree in cui verranno utilizzate pavimentazioni tecniche (piste pump track) che si sovrappongono agli attuali alberi. Per ogni singolo abbattimento, come da regolamento del verde del Comune di Forlimpopoli (Art. 22 reimpianti), ha seguito il rimpianto nella stessa proprietà delle seguenti alberature:

- n. 1 albero di prima o seconda grandezza

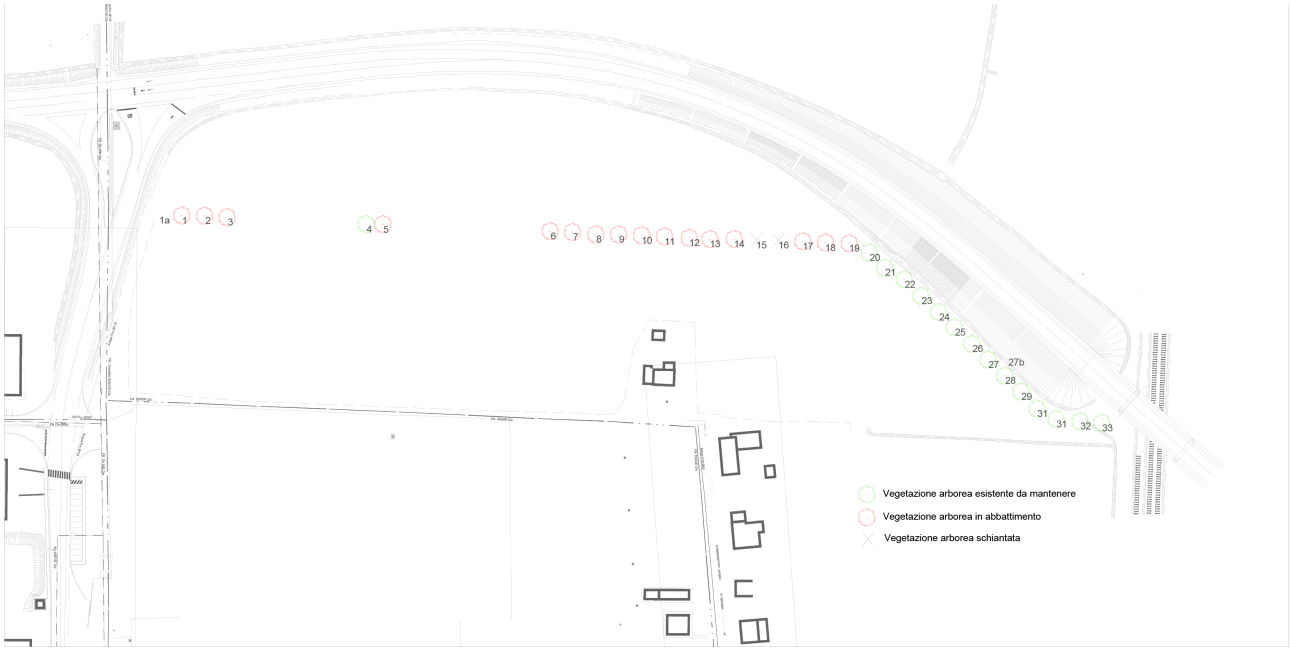
con circonferenza del tronco non inferiore a m. 0,16 misurata a m.1 di altezza da terra;

OVVERO

- n. 2 alberi di terza grandezza

circonferenza del tronco non inferiore a m. 0,14 misurata a m.1 di altezza da terra.

Nel progetto della vegetazione arborea sono stati inseriti in totale 382 alberi che consentono di compensare ampiamente gli abbattimenti che verranno eseguiti.



Rilievo della vegetazione arborea esistente, tavola degli abbattimenti (Rilievo nell'allegato 1)

Vegetazione di progetto_ identificazione alberi in compesazione (Tav. 9 elaborati)

2.4 Descrizione della vegetazione

Il grande vuoto attuale viene riempito attraverso una sequenza di spazi verdi. Si creeranno quinte vegetali che consentiranno l'armonizzazione degli interventi architettonici e consentiranno di unire percettivamente il comparto di parco privato con la fascia verde di mitigazione.

La metodologia e lo schema di impianto si strutturano tramite un'ossatura data da specie sempreverdi quali *Quercus ilex e Arbutus unedo* che garantiranno lungo il susseguirsi delle stagioni la mitigazione dell'impatto dell'edificio sia dalla pista ciclabile che dagli assi stradali via Emilia che via Amendola. Le specie sono state selezionate dall'elenco delle specie consigliate autoctone e naturalizzate (APPENDICE A Regolamento recante disposizioni per la gestione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli).

Le specie autoctone privilegiate sono resistenti alle fitopatie, a bassa intensità di manutenzione e integrata nel contesto ambientale ed urbanistico del territorio. Per agevolare la comprensione della vegetazione scelta, gli alberi sono stati divsi per classi di grandezza, intendendo l'altezza massima a maturità della specie secondo lo schema presente nel Regolamento recante disposizioni per la gesione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli:

Classe di grandezza	Altezza della pianta a maturità
I	> 18 ml
II	12-18 ml
III	< 12 ml

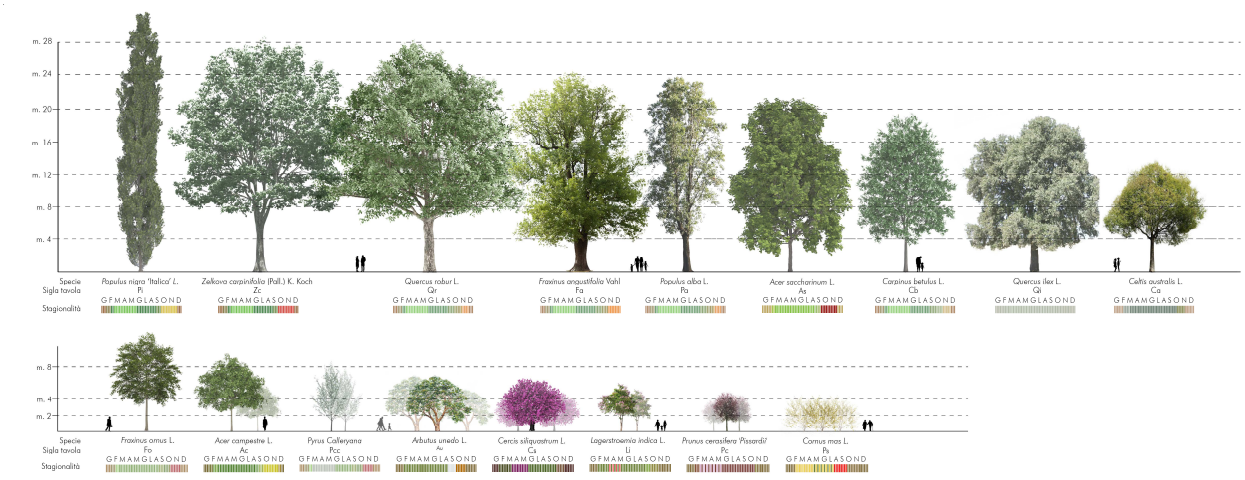
Schema delle classi presente nel Regolamento recante disposizioni per la gestione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli

Inoltre in fase di inserimento degli alberi in planimetria è stata rispettata la zona di pertinenza dell'albero (o ZPA), distinto in classe di grandezza in base all' APPENDICE A del Regolamento recante disposizioni per la gestione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli, basata sullo sviluppo dell'apparato aereo e di quello radicale, è definita dal raggio a terra a partire dal filo del tronco dell'albero secondo il seguente schema:

CLASSE DI GRANDEZZA	RAGGIO IN M
Alberi monumentali o di pregio con diametro > di 80 cm.	2,50 m
Alberi di 1^ grandezza (altezza a sviluppo completo > 25 m)	1,00 m
Alberi di 2^ grandezza (altezza a sviluppo completo 15- 25 m)	1,00 m
Alberi di 3^ grandezza (altezza a sviluppo completo < 15 m)	0,75 m

Schema delle classi presente nel Regolamento recante disposizioni per la gestione e la tutela del verde pubblico e privato del Comune di Forlimpopoli.

La vegetazione viene indicata nello schema che segue suddivisa per altezza in età adulta e per colorazione nelle stagioni. Si è creato un habitat piacevole in tutte le 4 stagioni alternando specie sempreverdi con specie decidue e inserendo specie arbustive ed erbacee nel comparto privato tematico che accentuano il susseguirsi delle stagioni.



Schema della vegetazione di progetto con indicata la specie, l'altezza in età adulta e le variazioni di colore nelle stagioni

Attraverso delle previsioni fotorealistiche è stato possibile comprende appieno il susseguirsi delle stagioni e l'evoluzione delle colorazioni. Seguono i render rappresentativi dell'autunno e dell'inverno, dove si nota come la componente vegetale sempreverde sia accentuata e ci permetta di mitigare tutto l'anno l'impatto dell'edificio aziendale del comparto privato. Inoltre le strutture arboree delle specie decidue contribuiranno alla mitigazione dell'impatto dell'edificio aziendale.

Vista del parco in autunno

Vista del parco in inverno

Inoltre sono state realizzate delle schede sintetiche delle specie arboree inserite che si allegano al presente elaborato (allegato 2). Nelle schede è presente la descrizione morfo-fisiologica della specie e le sue caratteristiche ecologiche.

Nell’immagine che segue è possibile vedere la posizione delle specie arboree e ritrovare le funzioni della vegetazione precedentemente descritte.

Planimetria della vegetazione presente negli allegati progettuali

2.5 Percezione e Mitigazione

Attraverso l’utilizzo di specie arboree e specie arbustive si andrà a mitigare l’impatto paesaggistico dell’edificio aziendale. Sono stati realizzati dei render progettuali nei quali è possibile comprendere appieno la percezione dell’autista che attraversa la Via Emilia e la Via Amendola.

Mappa di riferimento dei punti di vista renderizzati

Nelle immagini di sinistra gli alberi sono rappresentati con dimensioni al 1 anno di impianto (circonferenza 14-16 cm misurata a 1 metro da terra), nella seconda immagine di destra gli alberi sono rappresentati al loro massimo sviluppo dopo circa 20 anni dall’impianto.

1 – Vista dal cavalcavia. L'edificio viene completamente schermato dalla presenza di *Quercus ilex* e da una fascia arbustiva di *Nerium oleander* in primo piano.

2 – In questa vista dalla Via emilia si intravede la pista di Pump Track, ma l'edificio aziendale rimane mitigato dalla quinta verde creata da *Quercus ilex* e da *Arbutus unedo.*

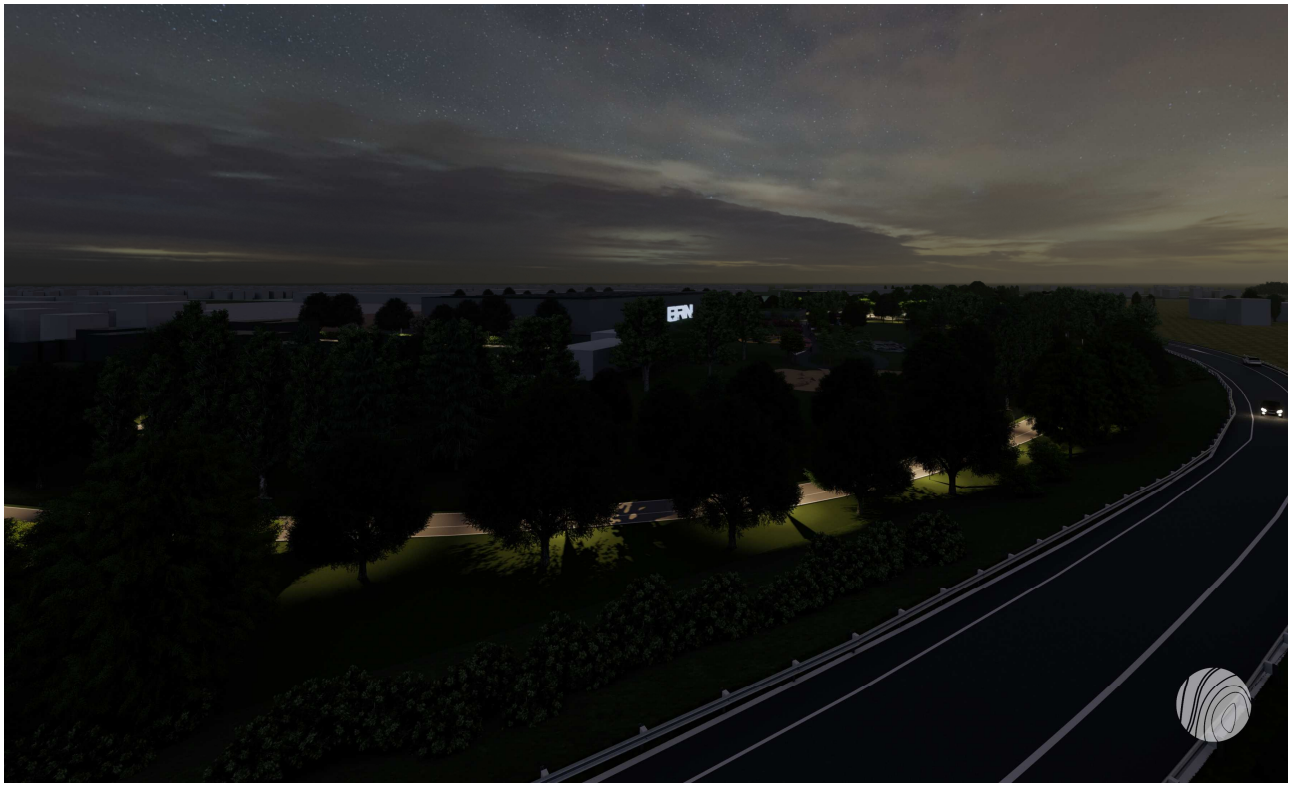
3 – In questo tratto della Via Emilia la vista si apre verso l'insegna BRN creando un piccolo scorcio sul parco interrompendo in un piccolo tratto la continuità della vegetazione arborea.

4 – Svoltando verso la Via Amendola il parcheggio paesaggistico di interscambio fa da filtro e mitiga l'impatto dell'edificio di progetto. Gli alberi utilizzati sono *Acer campestre* e *Cercis siliquastrum* nella piazzetta centrale.

5- Nel parcheggio paesaggistico di interscambio dalla Via Amendola è presente la fascia di vegetazione paesaggistico-urbanistica che mitiga l'impatto dell'edificio e svolge funzioni ecologiche.

6 – La facciata dell'edificio nel lato Via Amendola viene mitigata attraverso due filari. Un filare di *Quercus ilex* posto nell'aiuola pubblica e un filare di *Acer campestre* posto nella proprietà privata. Per creare un'effetto immediato si inseriranno alberi con circonferenza minima 25cm e con impalcato ad 2 m e una fascia arbustiva sottostante di specie sempreverdi e decidue dalla rapida crescita.

L'impatto sul paesaggio dell'intera area è stato curato anche durante le ore notturne. L'inserimento dei corpi illuminanti sarà minimo e atto solo alla sicurezza dell'area definendo la pista ciclabile, l'insegna di BRN SRL e il parcheggio pubblico di Via Amendola, segue un render fotorealistico.



Vista notturna a volo d'uccello

Vista notturna dalla pista ciclabile

2.6 Stoccaggio e assimilazione CO_2

Lo stoccaggio e l'assimilazione di CO_2 sono tra le caratteristiche positive funzionali al benessere umano principali delle specie vegetali. Di seguito i valori di riferimento delle specie utilizzate all'interno dell'area.

Valori di riferimento	CO2 Stoccata (kg)		CO2 assimilata (kg/anno)	
Vegetazione arborea	Nuovo impianto	Esemplare maturo	Nuovo impianto	Esemplare maturo
Acer campestre	8	499	3	120
Arbutus unedo	5	2337	5	154
Cercis siliquastrum	2	140	2	18
Cornus mas	4	79	79	26
Prunus cerasifera 'Pissardii'	5	599	5	77
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	6	412	8	84
Lagerstroemia indica	4	79	79	26
Fraxinus angustifolia	6	1665	5	168
Fraxinus ornus	3	972	2	59
Acer saccharinum	8	1644	7	238
Carpinus betulus	8	1644	4	358
Celtis australis	6	3730	5	325
Populus alba	6	1631	5	219
Populus nigra 'Italica'	8	3606	4	599
Quercus ilex	4	4068	4	226
Quercus robur	6	6918	5	436
Zelkova carpinifolia	6	3730	5	325

Fonte: *Università degli studi di Firenze*

Nel caso specifico si è calcolato l'apporto che il progetto può apportare alla comunità, riducendo l'impatto di emissioni dell'area. I valori complessivi si attestano a 663906 kg di CO_2 a esemplari maturi, con uno stoccaggio immediato di 2218 kg. Valori annui di CO_2 assimilata si attestano invece a 65191 kg/annui a esemplari maturi e a 4486 al primo anno d'impianto. Di seguito nel dettaglio i valori per singole specie e complessivi.

Valori di progetto	Num.	CO2 Stoccata (kg)		CO2 assimilata (kg/anno)	
Vegetazione arborea	Elementi totali	Nuovo impianto	Esemplare maturo	Nuovo impianto	Esemplare maturo
Acer campestre	93	744	46407	279	11160
Arbutus unedo	23	115	53751	115	3542
Cercis siliquastrum	11	22	1540	22	198
Cornus mas	30	120	2370	2370	780
Prunus cerasifera 'Pissardii'	28	140	16772	140	2156
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	28	168	11536	224	2352
Lagerstroemia indica	8	32	632	632	208
Fraxinus angustifolia	9	54	14985	45	1512
Fraxinus ornus	5	15	4860	10	295
Acer saccharinum	3	24	4932	21	714
Carpinus betulus	14	112	23016	56	5012
Celtis australis	5	30	18650	25	1625
Populus alba	29	174	47299	145	6351
Populus nigra 'Italica'	12	96	43272	48	7188
Quercus ilex	66	264	268488	264	14916
Quercus robur	12	72	83016	60	5232
Zelkova carpinifolia	6	36	22380	30	1950
Tot.	382	2218	663906	4486	65191

2.7 Abbattimento inquinanti

Gli inquinanti sono tra le principali problematiche delle aree urbane e periurbane, pertanto è stata posta attenzione agli effetti positivi che l'intervento apporta alla comunità anche in termini di abbattimento di questi. Nello specifico si sono presi in considerazione l'Ozono (O_3), Biossido di

Azoto(NO_2), Anidride solforosa (SO_2) e PM10. Di seguito i valori di riferimento delle specie utilizzate:

Valori di riferimento	Abbattimento inquinanti (kg/anno)			
Vegetazione arborea	O3	NO2	SO2	PM10
Acer campestre	0,1	<0.05	0,1	<0.05
Arbutus unedo	0,1	0,1	0,2	0,1
Cercis siliquastrum	0,1	<0.05	<0.05	<0.05
Cornus mas	<0.05	0,1	<0.05	<0.05
Prunus cerasifera 'Pissardii'	<0.05	<0.05	0,1	<0.05
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	<0.05	<0.05	0,1	<0.05
Lagerstroemia indica	<0.05	0,1	<0.05	<0.05
Fraxinus angustifolia	0,1	0,7	0,1	0,1
Fraxinus ornus	0,3	0,1	<0.05	0,1
Acer saccharinum	0,1	0,3	0,3	0,1
Carpinus betulus	0,1	0,1	0,2	0,1
Celtis australis	0,1	0,2	0,3	0,1
Populus alba	0,1	0,1	0,2	0,1
Populus nigra 'Italica'	0,1	0,1	0,3	0,1
Quercus ilex	0,6	0,3	0,1	0,4
Quercus robur	0,2	0,3	0,4	0,2
Zelkova carpinifolia	0,1	0,2	0,3	0,1

Fonte: *Università degli studi di Firenze*

Sono state prese in considerazione anche i composti organici volatili prodotti dalle specie inserite, per evitare effetti negativi di conversione in composti potenzialmente tossici e per evitare riduzioni significative del potere abbattente delle specie inserite (Allegato 2 - VOCs).

La seguente tabella enuncia i quantitativi di sostanze tossiche abbattibili mediamente in kg/anno dopo l'intervento.

Valori di progetto	Num.	Abbattimento inquinanti (kg/anno)			
Vegetazione arborea	Elementi totali	O3	NO2	SO2	PM10
Acer campestre	93	9,3	4,65	9,3	4,65
Arbutus unedo	23	2,3	2,3	4,6	2,3
Cercis siliquastrum	11	1,1	0,55	0,55	0,55
Cornus mas	30	1,5	3	1,5	1,5
Prunus cerasifera 'Pissardii'	28	1,4	1,4	2,8	1,4
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	28	1,4	1,4	2,8	1,4
Lagerstroemia indica	8	0,4	0,8	0,4	0,4
Fraxinus angustifolia	9	0,9	6,3	0,9	0,9
Fraxinus ornus	5	1,5	0,5	0,25	0,5
Acer saccharinum	3	0,3	0,9	0,9	0,3
Carpinus betulus	14	1,4	1,4	2,8	1,4
Celtis australis	5	0,5	1	1,5	0,5
Populus alba	29	2,9	2,9	5,8	2,9
Populus nigra 'Italica'	12	1,2	1,2	3,6	1,2
Quercus ilex	66	39,6	19,8	6,6	26,4
Quercus robur	12	2,4	3,6	4,8	2,4
Zelkova carpinifolia	6	0,6	1,2	1,8	0,6
Tot.	382	68,7	52,9	50,9	49,3

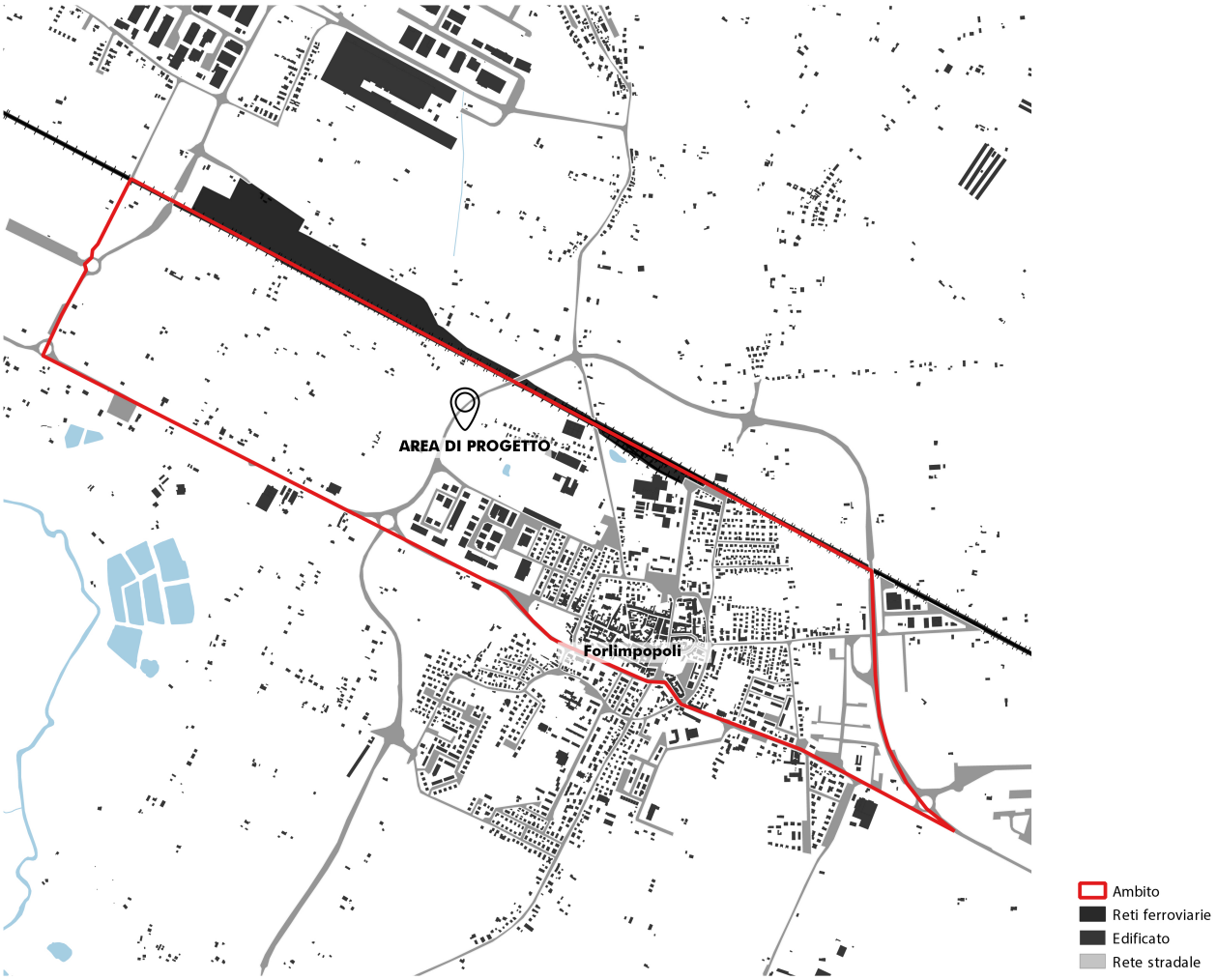
3 INDICI

3.1 Definizione dell'ambito ed elementi costitutivi

Al fine di valutare l'impatto diffuso dell'opera a scala territoriale si è proceduto a una serie di elaborazioni e calcoli volti a valutare lo stato ecologico dell'area interessata e la sua variazione in relazione alla realizzazione del progetto utilizzando i criteri dell'Ecologia del paesaggio.
L'analisi ecologica del mosaico territoriale si è effettuata tramite gli indicatori strutturali che seguono, scelti in base a ciò che occorreva evidenziare in questo specifico caso di studio e sulla base dei dati reperibili:
- Grana e matrice
- Elementi incompatibili rispetto alla matrice
- Eterogeneità
- Biopotenzialità Territoriale (BTC).

L'analisi ha affrontato due scenari:
lo stato attuale, funzionalità e connettività ecologica del mosaico territoriale in assenza dell'opera;
lo stato post intervento, la sua funzionalità e connettività ecologica dopo l'inserimento dell'opera e la messa in atto di tutte le strategie di mitigazione e compensazione ambientale.

Per analizzare lo stato ecologico dell'area pre e post intervento è necessario partire da una visione d'insieme rappresentata dall'intera **Unità di Paesaggio** (UdP).
Così facendo ci si può rendere conto, appunto, dell'importanza che l'ecotopo in esame può assumere all'interno dell'UdP, in relazione alla posizione che occupa al suo interno.
Per ecotopo si intende un unità spaziale elementare di un paesaggio omogenea, tanto nelle componenti strutturali quanto in quelle funzionali; costituisce la parte più piccola in cui si può dividere un paesaggio.
La definizione dell'ambito (circoscritta all'interno della linea continua rossa nell'immagine che segue) avviene necessariamente tramite l'individuazione degli elementi "barriera" che lo racchiudono.



Questi posso essere elementi morfologici (crinali, scarpate), elementi idrografici (fiumi, torrenti, canali artificiali, laghi, mare), infrastrutture (strade, autostrade, ferrovie) oppure il margine di uso del suolo (area urbana, area agricola, area boscata).
L'ambito di analisi in esame è stato quindi identificato tramite linee guida date dal territorio attuale in particolare da elementi infrastrutturali su tutti i lati, a Nord l'area è delimitata interamente dalla ferrovia, nella parte a Est dalla via Luciano Lama e infine a Sud e a Ovest dalla via Emilia SS9 direzione Forlì e direzione Cesena.
L'area in esame è prevalentemente pianeggiante e analizzando la carta dell'uso del suolo (Geoportale Regione EmiliaRomagna – Uso del Suolo, ETRS89 2004) si evince una presenza in eguale proporzione di aree agricole eterogenee predominanti a ovest e di aree urbanizzate anche ad alta densità nella parte est, data la presenza del centro storico di Forlimpopoli.
Alcune aree urbanizzate industriali si inseriscono nella parte agricola che presenta molti frutteti e seminativi semplici con case sparse, sono inoltre presenti, ma non significativi i vigneti e le aree incolte. Gli elementi naturali quali aree boscate e prati stabili allo stato di fatto sono scarsi. Si provvederà all'implementazione con l'intervento di progettazione paesaggistica integrante la realizzazione dell'opera strutturale.
L'area di progetto è tutt'ora zona abbandonata e classificata secondo l'uso di suolo come incolto e in parte in suolo rimaneggiato.

3.2 Grana e matrice

La grana delle tessere è un indicatore che indica la dimensione media delle tessere tramite il rapporto tra la superficie totale e il numero di tessere dello stesso tipo presenti nell'unità di paesaggio.
Per quanto riguarda la grana la dimensione media delle tessere totali è di 2.12 ha, il valore massimo riguarda le tessere degli elementi antropici mentre le tessere di minore dimensione sono quelle degli elementi naturali.
Le tessere ambientali sono il risultato della frammentazione del tessuto del paesaggio. Si tratta di porzioni non lineari di superficie territoriale, di ridotta dimensione e relativamente omogenee, poste all'interno della matrice e il cui aspetto differisce dall'ambiente circostante. La macchia è l'isola all'interno della matrice e rappresenta, in altri termini, la singola tessera del mosaico ambientale: la sua "**unità minima strutturale**".
La Matrice è l'elemento del paesaggio più estensivo e connesso fra tutti, che gioca un ruolo dominante per tipologia e funzionalità. Essa è costituita dall'elemento, o dall'abbinamento di più elementi, maggiormente rappresentativo dell'ambito spaziale esaminato.
La matrice è stabile se gli elementi che la compongono superano il 60%, altrimenti la matrice è vulnerabile e in fase di mutamento.
Nel caso specifico la matrice dell'area in esame prima dell'intervento è per il 57% urbanizzata, non può essere definita perciò stabile, ma tendente alla stabilità.
Analizzando la matrice post intervento si evince che non ci sarà una variazione nella percentuale bensì rimarrà urbanizzata al 57%.

3.2.1 Elementi incompatibili rispetto alla Matrice

È un indice di calcolo derivante dalla matrice e misura il rapporto tra la superficie degli elementi incompatibili rispetto alla matrice e la matrice stessa. Più aumenta il valore, più il contrasto all'interno dell'unità tra elementi incompatibili è elevato.
Il "contrasto" è una delle dimensioni dei sistemi territoriali ed è alto se gli elementi (ecosistemi) adiacenti al paesaggio considerato sono molto diversi l'uno dall'altro e la transizione tra di loro è repentina e brusca (negativo), è basso se gli elementi adiacenti sono relativamente simili l'un l'altro e se la transizione tra gli elementi è dolce (positivo).
L'aumento di contrasto è uno dei primi risultati delle attività antropiche come l'agricoltura, la gestione forestale, la suburbanizzazione del paesaggio. Più queste attività sono specializzate, più il contrasto aumenta.
Un aumento di contrasto si accompagna generalmente ad una perdita della qualità paesaggistica in senso tradizionale, ma anche ad una diminuzione delle possibilità di interazione degli ecosistemi, che limita la capacità di autoregolazione degli stessi. Il contrasto sempre più accentuato tra paesaggio antropico e naturale, prodotto dalle modifiche delle attività umane, è acutizzato da certe modalità gestionali che vedono una netta separazione tra i due tipi di paesaggio. Per esempio, l'eliminazione progressiva di ciò che è naturale dalle aree occupate dall'uomo e viceversa.
Nell'area caso di studio inserendo una fascia boscata di mitigazione apparentemente incompatibile con la matrice prevalente, si ha come effetto una riduzione dell'indice di contrasto, più precisamente si passa da 1.36 a 1.30 con una riduzione di 0.06 %.

3.3 Eterogeneità (Indice di Shannon- H)

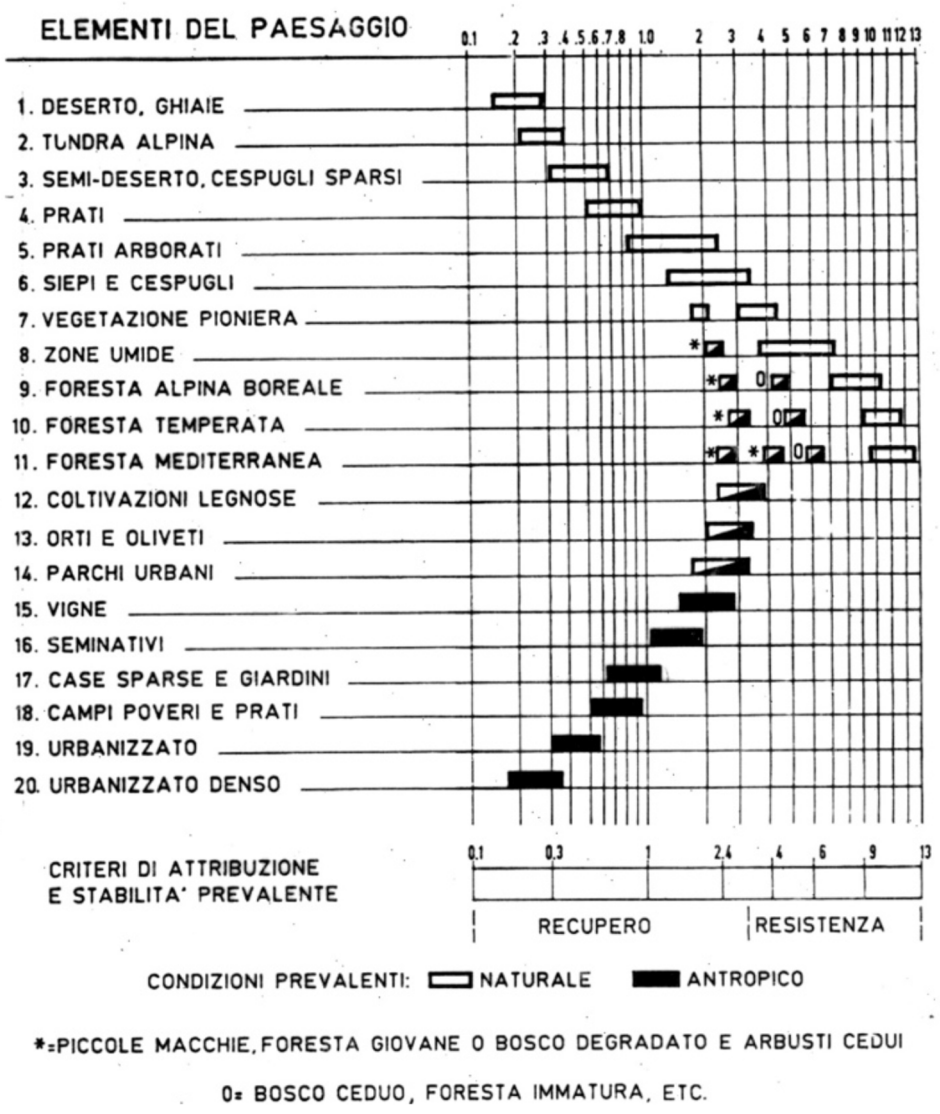
Si utilizza per lo studio delle strutture paesistiche e loro stabilità. E' tratto dall'indice di diversità biologica di Shannon-Wiener, ma viene applicato alle unità ecosistemiche o alle singole macchie, considerandone la superficie occupata, anziché il numero di individui.
Si calcola con la seguente formula:
$H=-\Sigma(Pi)\ln(Pi)$,
Pi= Area Elemento / Area Totale

È utile fare un analisi dei valori di dominanza, sia degli elementi antropici che di quelli naturali per valutare il contrasto presente tramite H/Hmax

dove Hmax = logaritmo naturale del numero degli elementi del paesaggio considerati.
Il grado di eterogeneità è in relazione con la capacità di mantenimento dell'equilibrio dei sistemi paesistici.
Nel nostro caso, sono stati confrontati i valori di H di tutte le UdP, ma soprattutto i valori di equiripartizione, quali H/Hmax, degli elementi antropici seminaturali e naturali, per valutare il contrasto presente.

3.4 Biopotenzialità territoriale (BTC)

La **Biopotenzialità Territoriale** rappresenta la **grandezza funzionale del metabolismo degli ecosistemi presenti in un certo territorio e delle capacità omeostatiche e omeoretiche** (di autoriequilibrio) **degli stessi**.
Misura quindi il grado di equilibrio di un sistema paesaggistico: **più è alto il valore di BTC, maggiore è la capacità di automantenimento del paesaggio**.
Ad ogni ambito omogeneo, sulla base della carta dell'uso del suolo è stata attribuita una classe di biopotenzialità deducubile dalla tabella elaborata dal Dott. Vittorio Ingegnoli (La bionomia del paesaggio e la capacità bionomico-territoriale della vegetazione, 2011).



L'indice di Biopotenzialità Territoriale viene restituito utilizzando le Classi Standard di BTC nella loro forma più aggiornata. Tali classi sono efficaci a scopo diagnostico e consentono di analizzare

efficacemente le trasformazioni dell'ecotessuto: rappresentano infatti una normalizzazione del range dei valori misurabili nei tipi di ecosistemi presenti nell'area di studio e sono di ampiezza non omogenea poiché corrispondente a un preciso significato ecologico (Ingegnoli, 2002; 2005).

I valori dell'indice di Biopotenzialità Territoriale, attribuiti a tutte le superfici ricadenti nell'area di studio, rappresentano il termine di riferimento per valutare l'impatto dell'opera a scala territoriale e l'efficacia delle opere di mitigazione e compensazione.
Il valore medio della BTC nello studio è di 1.19 Mcal/mq pre intervento e 1.29 Mcal/mq a opera ultimata, pertanto possiamo riscontrare un miglioramento dello 0,10 Mcal/mq

3.5 Tabella indicatori

Analisi stato di fatto – pre-intervento

	INDICATORI STRUTTURALI	AMBITO 1	
		mq	ha
	Area Totale AMBITO 1 (A tot)	2499200,00	249,92

					GRANA	MATRICE	ETEROGENEITA'			BIOPOTENZIALITA' TERRITORIALE	
ID	ELEMENTO DEL PAESAGGIO	Superficie totale elemento [Ae] (mq)	Superficie totale elemento [Ae] (Ha)	N° macchie [N]	Dimensione media delle tessere [A/N]	Matrice [Ae*100/A tot]	a: Ae/Atot	b: ln Ae/atot	H = - ∑(a*b)	valoreBTC	BTC*[Ae] (Ha)
2	Vegetazione arborea	8.000,00	0,80	1	0,80	0,32	0,003	-5,74	0,02	6	4,80
1	Prati stabili	2.400,00	0,24	1	0,24	0,10	0,001	-6,95	0,01	5	1,20
3	Fascia di mitigazione	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0	0,00
4	Siepi e boschetti	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0	0,00
TOT. ELEMENTI NATURALI		**2.400,00**	**0,24**	**1**	**0,26**	**0,42**			**0,01**		**1,20**
3	Incolti	124.000,00	12,40	11	1,13	4,96	0,050	-3,00	0,15	0,7	8,68
4	Frutteti	437.200,00	43,72	16	2,73	17,49	0,175	-1,74	0,30	1,8	78,70
5	Seminativo semplice	534.200,00	53,42	11	4,86	21,37	0,214	-1,54	0,33	2,5	133,55
6	Vigneti	35.000,00	3,50	3	1,17	1,40	0,014	-4,27	0,06	2	7,00
7	Parchi urbani	49.800,00	4,98	2	2,49	1,99	0,020	-3,92	0,08	2,5	12,45
8	Sistemi coltivati	46.900,00	4,69	3	1,56	1,88	0,019	-3,98	0,07	3	14,07
TOT. ELEMENTI SEMINATURALI		**1.227.100,00**	**122,71**	**46**	**2,32**	**49,10**			**1,00**		**254,45**
9	Rete stradale e ferroviaria	36.000,00	3,60	0	0,00	1,44	0,014	-4,24	0,06	0,2	0,72
10	Urbanizzato	398.400,00	39,84	49	0,81	15,94	0,159	-1,84	0,29	0,4	15,94
11	Urbanizzato denso	596.300,00	59,63	25	2,39	23,86	0,239	-1,43	0,34	0,2	11,93
12	Suoli rimaneggiati	231.000,00	23,10	2	11,55	9,24	0,092	-2,38	0,22	0,6	13,86
TOT. ELEMENTI ANTROPICI		**1.261.700,00**	**126,17**	**76**	**3,69**	**50,48**			**0,92**		**42,44**
TOTALE		**2.491.200,00**	**249,12**	**123**	**2,12**	**100,00**			**1,93**		**298,09**
	MEDIA										**1,19**

ETEROGENEITA' PAESISTICA		
H max elementi naturali	1,38	
	H nat	H nat/H max
ELEMENTI NATURALI	0,03	0,02
H max elementi seminaturali	1,79	
	H seminat	H seminat/H max
ELEMENTI SEMINATURALI	1,00	0,56
H max elementi antropici	1,38	
	H antr	H antr/H max
ELEMENTI ANTROPICI	0,92	0,66
H max totale	2,64	
	H tot	H/H max
TOTALE	1,93	0,73

Tabella stato di progetto – post-intervento

	INDICATORI STRUTTURALI	AMBITO 1									
		mq	ha								
	Area Totale AMBITO 1 (A tot)	2.499.200	249,92								
					GRANA	MATRICE	ETEROGENEITA'			BIOPOTENZIALITA' TERRITORIALE	
ID	ELEMENTO DEL PAESAGGIO	Superficie totale elemento [Ae] (mq)	Superficie totale elemento [Ae] (Ha)	N° macchie [N]	Dimensione media delle tessere [A/N]	Matrice [A e^100/A tot]	a: Ae/Atot	b: ln Ae/atot	H = - ∑(a*b)	valoreBTC	BTC*[Ae] (Ha)
1	Vegetazione arborea	20.006,00	2,00	2	1,00	0,80	0,008	-4,83	0,04	6	12,00
2	Prati stabili	18.118,00	1,81	3	0,60	0,72	0,007	-4,93	0,04	5	9,06
3	Fascia di mitigazione	11.866,00	1,19	1	1,19	0,47	0,005	-5,35	0,03	6	7,12
4	Siepi e boschetti	621,00	0,06	3	0,02	0,02	0,000	-8,30	0,00	5	0,31
TOT. ELEMENTI NATURALI		**50.611,00**	**5,06**	**9**	**0,70**	**2,03**			**0,10**		**28,49**
5	Incolti	68.500,00	6,85	10	0,69	2,74	0,027	-3,60	0,10	0,7	4,80
6	Frutteti	437.200,00	43,72	16	2,73	17,49	0,175	-1,74	0,30	1,8	78,70
7	Seminativo semplice	534.200,00	53,42	11	4,86	21,37	0,214	-1,54	0,33	2,5	133,55
8	Vigneti	35.000,00	3,50	3	1,17	1,40	0,014	-4,27	0,06	2	7,00
9	Parchi urbani	49.800,00	4,98	2	2,49	1,99	0,020	-3,92	0,08	2,5	12,45
10	Sistemi coltivati	46.900,00	4,69	3	1,56	1,88	0,019	-3,98	0,07	3	14,07
TOT. ELEMENTI SEMINATURALI		**1.171.600,00**	**117,16**	**45**	**2,25**	**46,88**			**0,95**		**250,56**
11	Rete stradale e ferroviaria	36.000,00	3,60	0	0,00	1,44	0,014	-4,24	0,06	0,2	0,72
12	Urbanizzato	418.956,00	41,90	50	0,84	16,76	0,168	-1,79	0,30	0,4	16,76
13	Urbanizzato denso	596.300,00	59,63	25	2,39	23,86	0,239	-1,43	0,34	0,2	11,93
14	Suoli rimaneggiati	225.733,00	22,57	2	11,29	9,03	0,090	-2,40	0,22	0,6	13,54
TOT. ELEMENTI ANTROPICI		**1.276.989,00**	**127,70**	**77**	**3,63**	**51,10**			**0,92**		**42,95**
TOTALE		**2.499.200,00**	**249,92**	**131**	**2,20**	**100,00**			**1,97**		**322,00**
	MEDIA										1,29

ETEROGENEITA'		
H max elementi naturali	*1,38*	
	H nat	H nat/H max
ELEMENTI NATURALI	0,10	0,07
H max elementi seminaturali	*1,79*	
	H seminat	H seminat/H max
ELEMENTI SEMINATURALI	0,95	0,53
H max elementi antropici	*1,38*	
	H antr	H antr/H max
ELEMENTI ANTROPICI	0,92	0,67
H max totale	*2,64*	
	H tot	H/H max
TOTALE	1,97	0,75

3.6 Conclusioni

L'area di studio nello specifico presenta quindi aree incolte e una porzione di suolo rimaneggiato. In seguito all'intervento paesaggistico l'uso di suolo verrà convertito interamente implementando alcuni elementi naturali già presenti come vegetazione arborea e i prati stabili, e inserendo nuovi elementi come la fascia di mitigazione, siepi e vegetazione arborea a macchia.
Studiando quindi i dati desunti dall'analisi grazie agli indicatori strutturali applicati si evince che l'intervento è migliorativo per quanto riguarda tutti gli aspetti analizzati.
La grana post intervento subisce una mutazione minima per quanto riguarda gli elementi seminaturali e antropici stabilizzando maggiormente i sistemi; la variazione degna di nota riguarda gli elementi naturali che da 0.2 ha il valore sale a 0.7 ha
La matrice dell'area pre-intervento, essendo il valore 57%, non è ben definita e rimane tale anche successivamente all'intervento in quanto l'area presenta sì delle caratteristiche migliorative ma ha comunque un potere influente relativamente basso rispetto all'intera udp.
La dimostrazione che risulta nel complesso un intervento positivo è data anche dalla riduzione di 0.06 degli elementi di contrasto.
L'intervento risulta molto positivo per quanto riguarda l'eterogeneità e la BTC. Il primo indicatore presenta delle variazioni, soprattutto per valori di equiripartizione degli elementi, e questo è indice di un buon equilibrio.
Per quanto riguarda la BTC in seguito all'inserimento di una fascia con vegetazione arborea, di una fascia di mitigazione dalla strada e di ulteriori prati stabili si evidenzia un valore di BTC di +1,29 Mcal/mq traducendosi in un incremento della Btc di +0,10 Mcal/mq. Il sistema avrà una maggiore capacità di automantenimento.
Dai risultati di pre e post opera si evince che il sistema è certamente capace di mantenere l'equilibrio.

CONCLUSIONI

In relazione alle anali effettuate dello stato attuale e le analisi degli impatti stimati dopo la realizzazione dell'opera si considera che l'impatto globale del progetto dal punto di vista paesaggistico ed ecologico possa migliorare l'area dando una nuova veste verde, migliorando la situazione ecologica e sociale.