

---

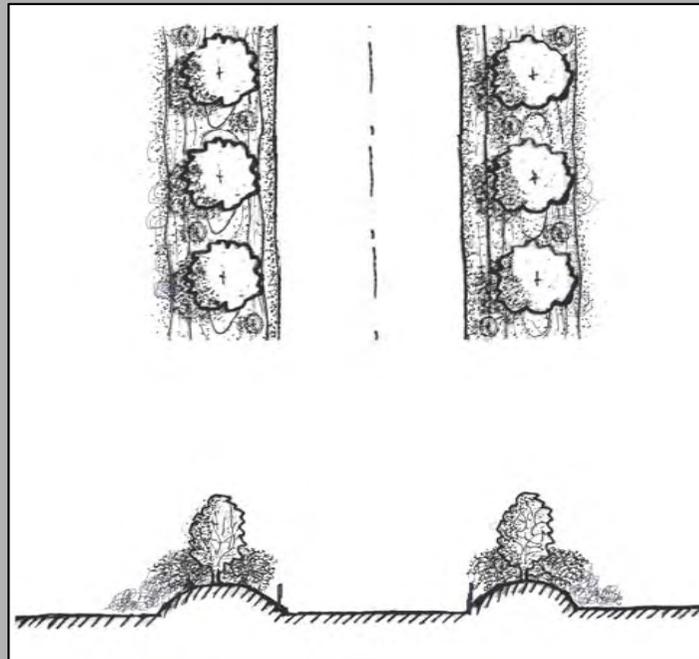
**Repertorio sulle misure di mitigazione  
e compensazione  
paesistico ambientali**

**PARTE D – QUADERNO degli INTERVENTI e delle OPERE TIPO di  
mitigazione e compensazione**

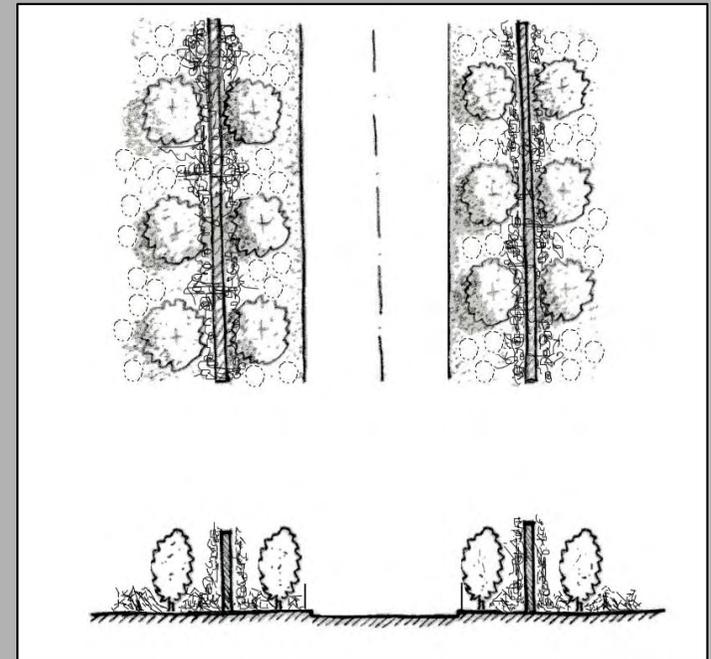
TITOLO	SIGLA
<b>BARRIERE ANTIRUMORE</b>	
Barriere antirumore - diverse tipologie	Ba*
Barriera antirumore in rilevato e posizionamento pista ciclabile	Ba 1*
Barriera antirumore realizzata con elementi in cls e terra armata	Ba 2*
<b>ELETTRODOTTI</b>	
Mitigazioni visive - Indirizzi localizzativi	E*
Mitigazioni visive - Indirizzi localizzativi	E 1*
Mitigazioni visive - Indirizzi localizzativi	E 2*
Mitigazioni visive - Indirizzi localizzativi	E 3*
Mitigazioni visive - Indirizzi localizzativi	E 4*
Mitigazioni visive e per avifauna in aree naturali - Indirizzi localizzativi	E 5*
Mitigazioni visive e faunistiche - Cavo Elicord	E 6*
Mitigazioni faunistiche - Traliccio della corrente con isolanti	E 7*
Mitigazioni faunistiche - Linea elettrica: spirali e maker in plastica	E 8*
Mitigazioni faunistiche - Traliccio della corrente con isolanti	E 9*
<b>FITODEPURAZIONE / ECOSISTEMA FILTRO</b>	
Processo di fitodepurazione della cascina	FT*
Ecosistema filtro a valle del depuratore	EF*
<b>INSEDIAMENTI</b>	
Mitigazioni visive in ambiente rurale	Mv
Verde pensile	Vp*
Recupero acque piovane	Ra
Cisterna per recupero acque piovane	Ra 1*
Verde urbano multifunzionale - Indirizzi localizzativi	Vu
Verde urbano multifunzionale	Vu 1
Verde urbano multifunzionale	Vu 2
Riuso aree dismesse	Rd
Aree produttive / commerciali - Mitigazione consumo di suolo	Ap 1
Aree produttive - Inserimento nel tessuto urbano di inceneritore	Ap 2
Aree produttive / commerciali - Pannelli fotovoltaici	Pf 1*
Esempio di centro sportivo	Pf 2*
Esempio di abitazione	Pf 3*
Esempio di ricomposizione urbanistica in presenza di rete ecologica	Re 1
Esempio di ricomposizione urbanistica in presenza di rete ecologica	Re 2
Esempio di intervento - margine città/campagna	Re 3
<b>INTERVENTI DI DEFRAMMENTAZIONE</b>	
Ponte attrezzato 1	Pa 1*
Ponte attrezzato 2	Pa 2*
Ponte attrezzato 2 - sezione tipo	Pa 2*
Ponte verde 1	Pv 1*
Ponte verde su strada o ferrovia a raso o in rilevato	Pv 2*
Ponte verde su strada o ferrovia a raso o in rilevato, con grata viva	Pv 2*
Galleria artificiale 1	G 1*

TITOLO	SIGLA
Galleria artificiale 2	G 2*
Collina artificiale	Cl*
Attraversamento con mensola	Am*
Passerella	Ps*
Sottopasso faunistico	Sf 1*
Sottopasso faunistico per piccoli animali	Sf 2*
Riqualficazione scatolare - Passaggio fauna terrestre e ittica	Rs*
Riqualficazione scatolare - Particolare sistemazioni miste	Rs*
Attraversamento con tronco	At*
Attraversamento strada interpodereale / forestale di pianura	As*
Attraversamento strada interpodereale / forestale di pianura - particolare	As*
Superamento muro	Mu*
Viadotto	V
Ridefinizione viabilità per riaccorpamento fondiario	Rv
Mitigazione pista ciclabile	Pc*
<b>PONTI E VIADOTTI STRADALI</b>	
Integrazioni nel paesaggio naturale	In*
Integrazioni nel paesaggio urbano	Iu*
<b>RECUPERO CAVE</b>	
Recupero cava - sezioni spondali	Ca*
Rinaturalizzazione cava - sezione isolotto	Ca 1*
Successione vegetazionale ambiente ripariale	Ca 2
<b>RINATURALIZZAZIONE CORSI D'ACQUA</b>	
Rinaturalizzazione fluviale - Esempi in ambito urbano	Rf 1*
Rinaturalizzazione fluviale - Esempi in ambito naturale	Rf 2*
Rinaturalizzazione fluviale - Esempi in ambito naturale, sezione tipo e particolare	Rf 2*
Rinaturalizzazione fluviale	Rf 3*
Rinaturalizzazione testa di fontanile - Pianta / sezione tipo	Rf 4*
Rinaturalizzazione canali	Rc*
<b>TIPOLOGIE VEGETAZIONALI</b>	
Siepe modello	S
Siepe modello / schema di impianto	Sm*
Siepe modello con funzione di fascia tampone/ filtro	Sm*
Riqualficazione siepe tipo A	Sm 1
Riqualficazione siepe tipo B	Sm 2
Riqualficazione siepe tipo C	Sm 3
Macchia modello	M
Schema di sesto di impianto per macchie o fasce boscate	Mm 0
Macchia modello - schema di impianto	Mm*
Macchia modello - Impianto a file con andamento sinusoidale	Mm*
Riqualficazione macchia tipo A	Mm 1
Riqualficazione macchia tipo B	Mm 2
Filare modello	F
Impianto filare modello	Fm*

<b>TITOLO</b>	<b>SIGLA</b>
Riqualificazione filare esistente	Fm 1
Trasformazione di filare in siepe	Fm 2*
Schema di impianto	Bm*
Formazione boschiva ripariale	S 1
Formazione boschiva igrofila	S 2
Formazione boschiva mesofila	S 3
Formazione arbustiva termo-eliofila di mantello ( <i>Prunetalia</i> )	S 4
Cotico erbaceo	S 5
Erbaio di idrofite	S 6
Canneto	S 7
<b>VEGETAZIONE LUNGO STRADA</b>	
Impianto di biomasse lungo strada	Vs 1
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale a raso	Vs 2
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale in trincea	Vs 3
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale in mezzacosta	Vs 4
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale in rilevato alto	Vs 5
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale in viadotto	Vs 6
Fascia di vegetazione lungo infrastruttura lineare - Sezione stradale in galleria	Vs 7
<b>INGEGNERIA NATURALISTICA</b>	
Talee di salici	Ts
Fascinata viva di salici	Fs
Rullo di cocco	Rc
Viminata viva di salici	Vv
Copertura diffusa di salici	Cs
Gradonata viva di salici e piantine radicate	Gv
Palificata doppia viva	Pd
<b>GESTIONE AZIENDALE AGRICOLA COMPATIBILE</b>	



1 rilevati antirumore vegetati



2 mitigazione di barriera antirumore



Immagine A



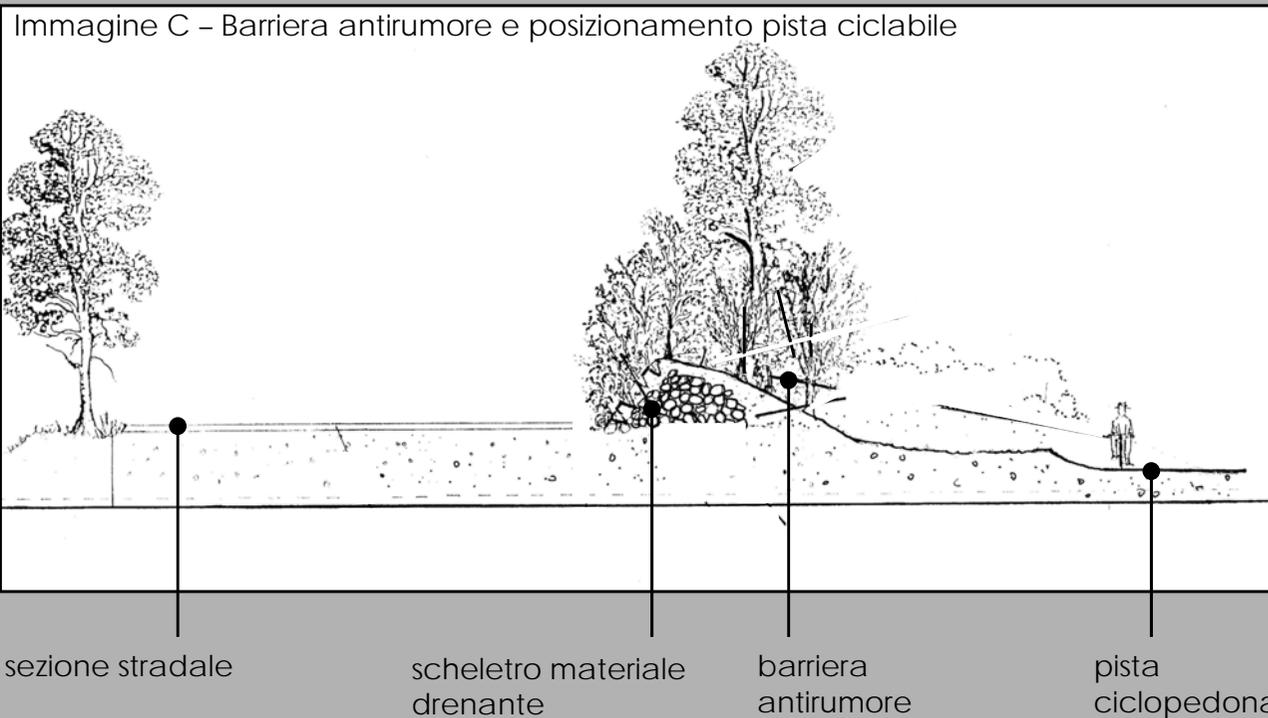
Immagine B

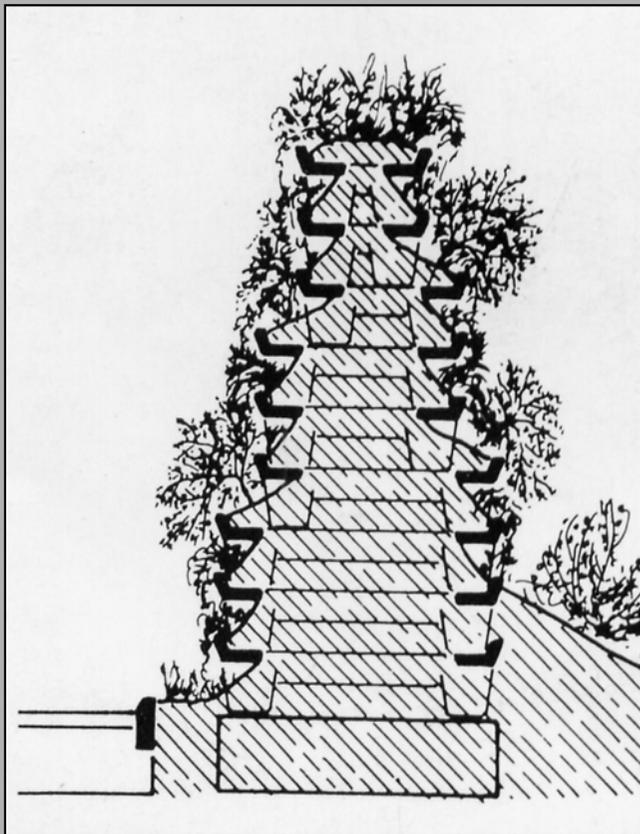
**NOTE:**

Immagine A - Barriera antirumore in rilevato, realizzata con tasche in geotessuto di cocco. Tra le tasche sono posizionate piantine radicate e talee di salice (Gaggiano).

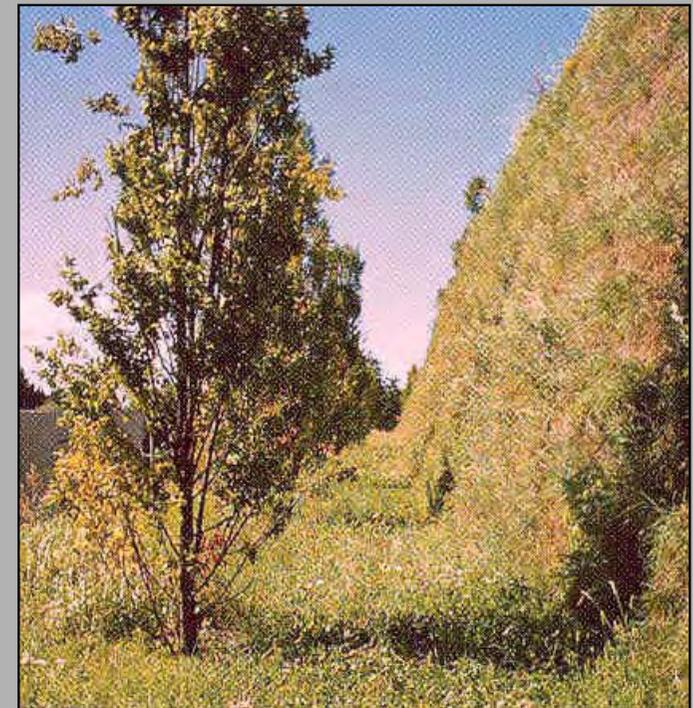
Immagine B - Barriera antirumore in rilevato, lungo strada con inserimento di vegetazione ornamentale (Cambiago).

Immagine C - La barriera antirumore protegge il ciclista dal disturbo visivo e dal rumore.





sezione barriera fono-assorbente



barriera antirumore con pendenza pari a 70°  
realizzata tramite terra armata. (FOTO Tenax)

**NOTE:**

Esempi di barriere antirumore lungo strada. Le tipologie d'intervento variano a seconda dello stato di fatto, dello spazio disponibile, della infrastruttura da mitigare.

**BARRIERE ANTIRUMORE**

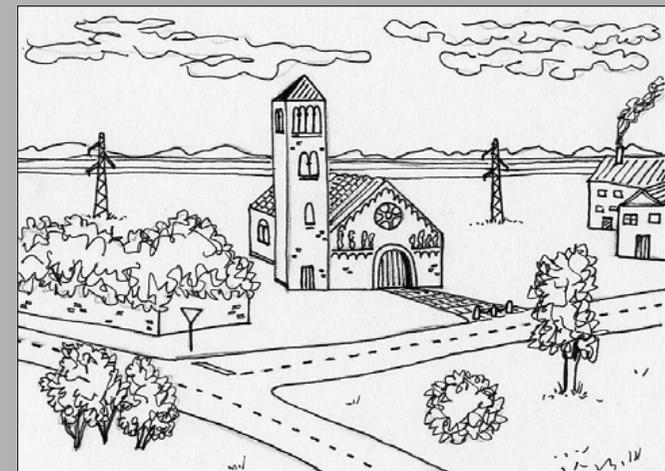
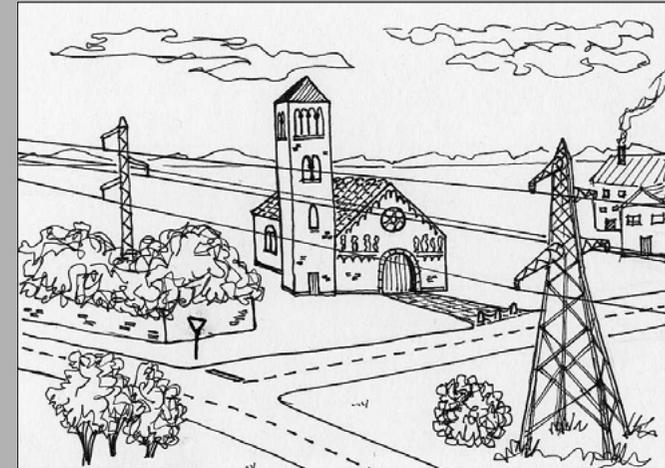
Barriera antirumore realizzata con elementi in cls o terra armata

**Ba 2\***

## INDIRIZZI

- Seguire gli andamenti naturali del terreno, conformandosi il più possibile al disegno di altre linee fisiche di partizione del territorio;
- evitare la presenza di piloni nei coltivi;
- nelle zone boschive non tagliare di netto il bosco ma assecondare la morfologia del luogo rivolgendosi di preferenza nelle zone in cui il bosco è più povero di essenze;
- in presenza di strade panoramiche, centri abitati, zone verdi evitare impatti bruschi e incidenti fra assi e linee;
- nella scelta della localizzazione dei tracciati dare preferenza alle aree già compromesse, occupate da insediamenti industriali, da usi marginali o impropri e comunque scegliere una collocazione tale da non compromettere la visualità delle strade panoramiche;
- nelle zone collinari e pedecollinari, lungo le strade che seguono i versanti, collocare la palificazione a monte;
- in presenza di alberi secolari, chiese, cappelle, dimore rurali, e altri elementi di valore storico e monumentale, i piloni di grandi dimensioni devono essere collocati in una posizione che non disturbi il campo visivo.

cattiva pratica



buona pratica

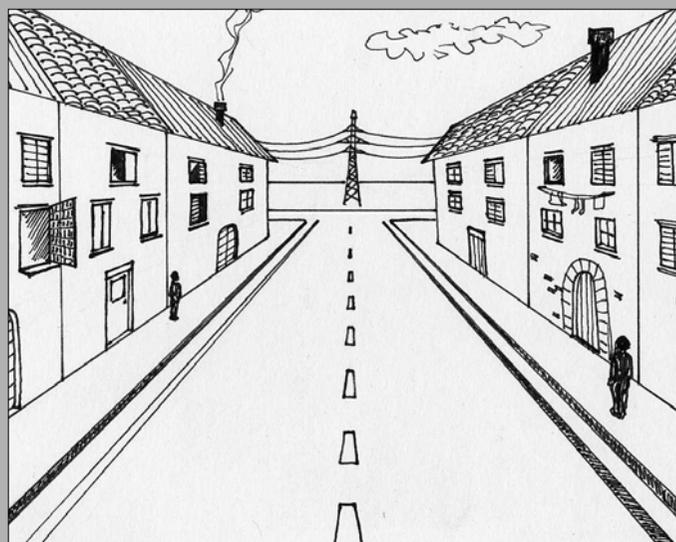
## NOTE:

Nella progettazione degli elettrodotti è opportuno osservare alcuni orientamenti in modo da rendere il tracciato delle linee il più possibile adeguato alla conformazione del territorio attraversato.

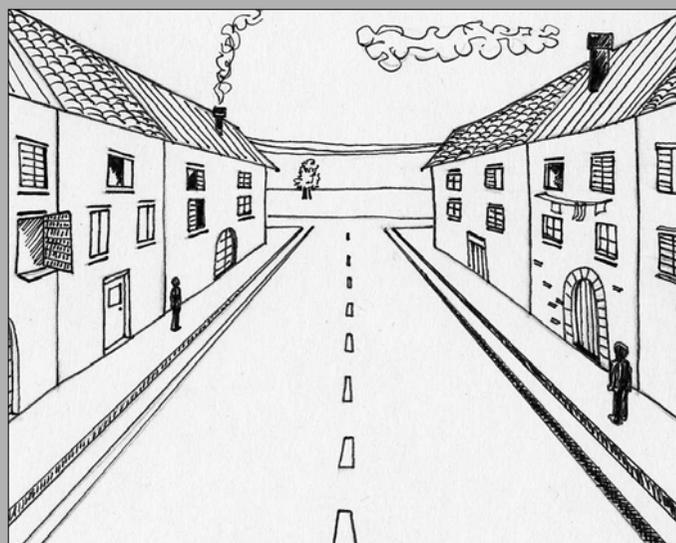
ELETTRODOTTI

Mitigazioni visive – Indirizzi localizzativi

E\*



cattiva pratica

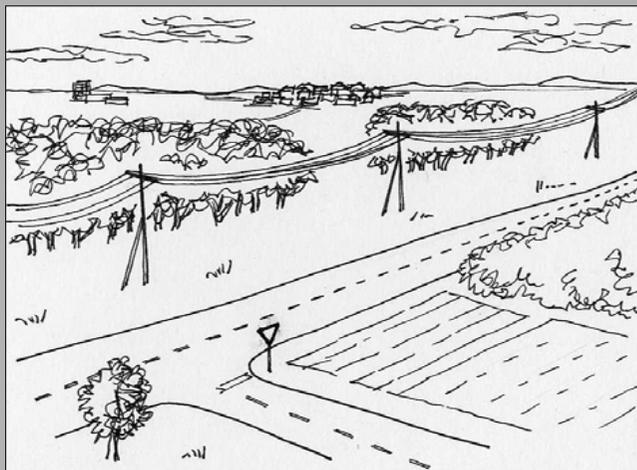


buona pratica

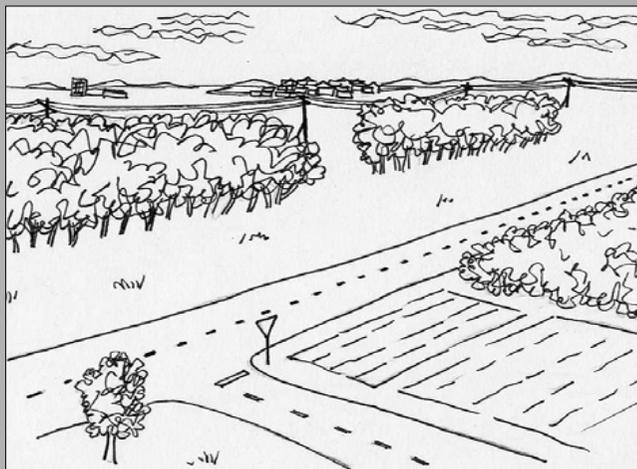
NOTE:

Evitare sostegni sovrapposti ai punti focali di assi viari rettilinei.

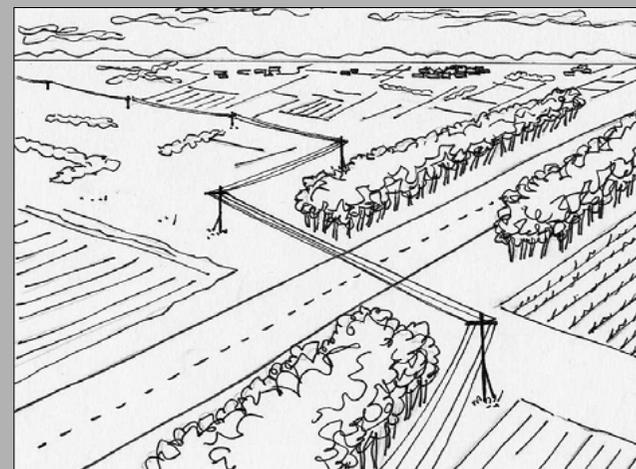
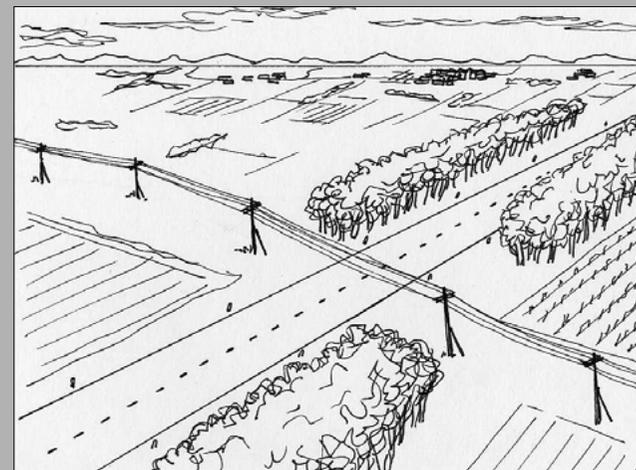
cattiva pratica



buona pratica



posizionare le infrastrutture dietro ai margini visivi

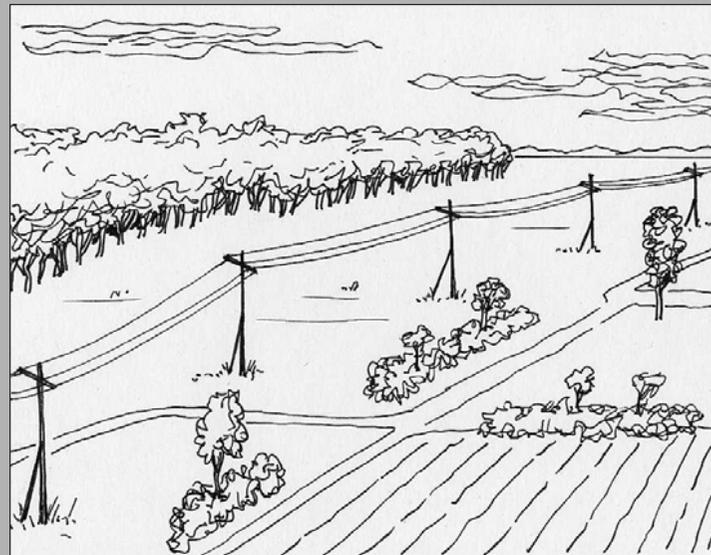


schermare gli elettrodotti

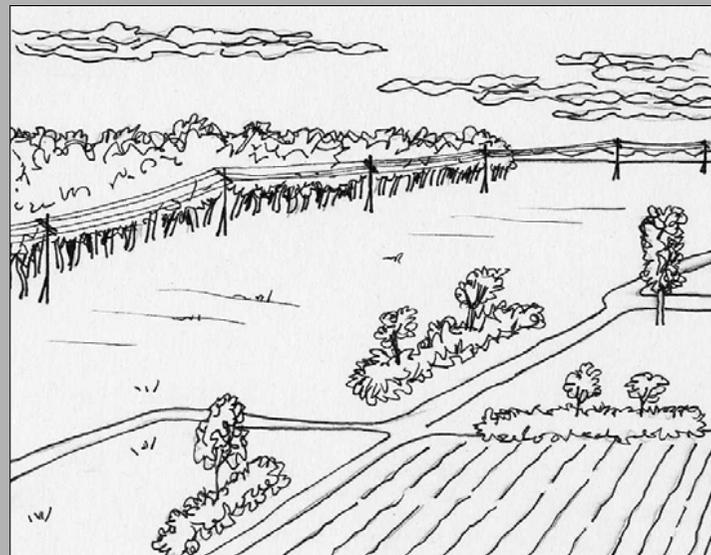
**NOTE:**

Nei luoghi dotati di elevata visibilità e fruizione, è possibile localizzare le linee elettriche, schermate dalla vegetazione esistente, facendo attenzione a mantenere una distanza di sicurezza per l'avifauna e a inserire i dissuasori sui fili. (Cfr. E11 e E 12)

impatto visivo alto,  
maggiore  
salvaguardia  
dell'avifauna



impatto visivo  
minore, ma  
minaccia grave per  
l'avifauna

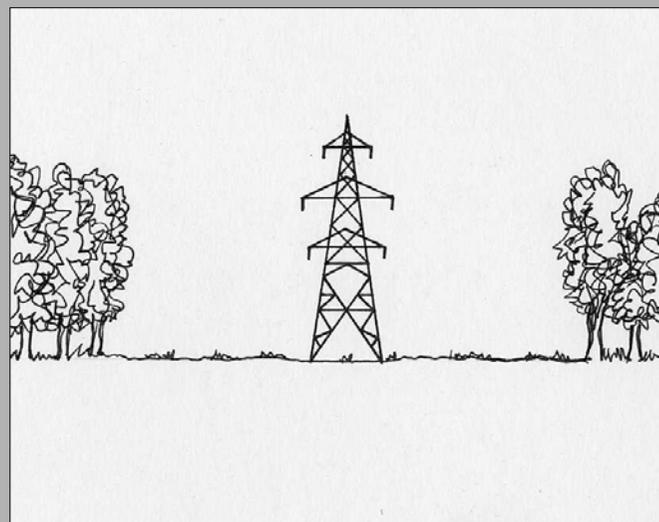


NOTE:

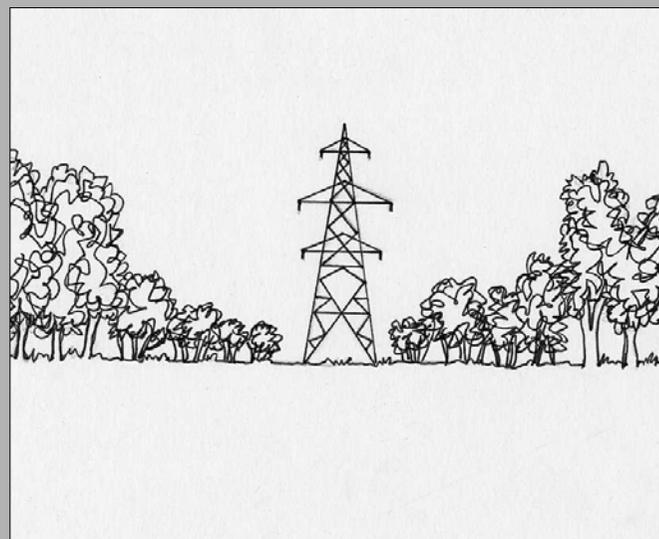
Lo sfondo scuro riduce  
l'impatto visivo, ma è  
necessario mantenere  
distanze di sicurezza dalle  
formazione arboree per la  
tutela dell'avifauna.

NOTE:

Nei boschi, foreste e aree naturaliformi, in presenza di elettrodotti dovrà essere previsto l'impianto di vegetazione arbustiva in attesa di una collocazione alternativa degli elettrodotti stessi. Può essere utile seguire la tessitura e la morfologia del territorio nel tracciamento delle linee elettriche.



cattiva pratica

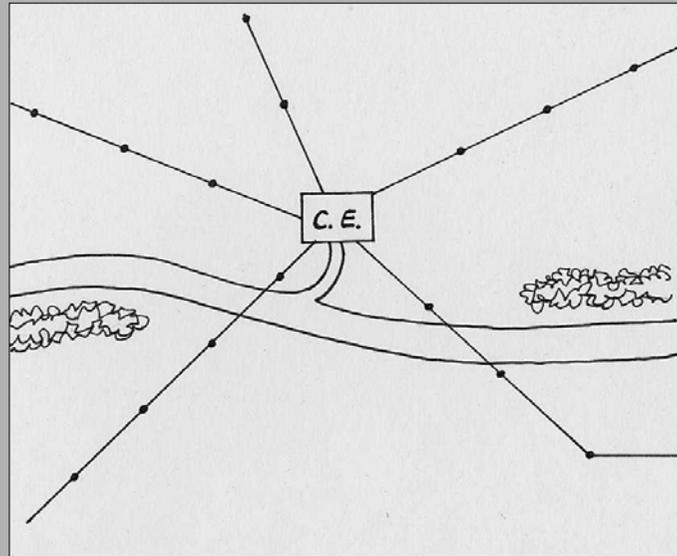


buona pratica

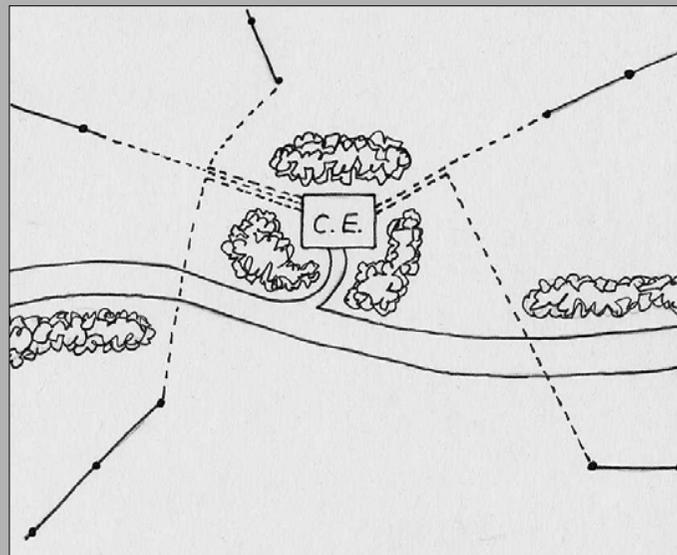
NOTE:

Interramento delle linee nei pressi delle cabine elettriche di trasformazione, nelle aree di tutela ambientale caratterizzate da zone umide, aree forestali diffuse, che presentano abbondanza di specie ornitiche. In particolare vanno isolati i conduttori, per evitare elettrocuzione che può, tra l'altro, attivare incendi boschivi.

cattiva pratica



buona pratica

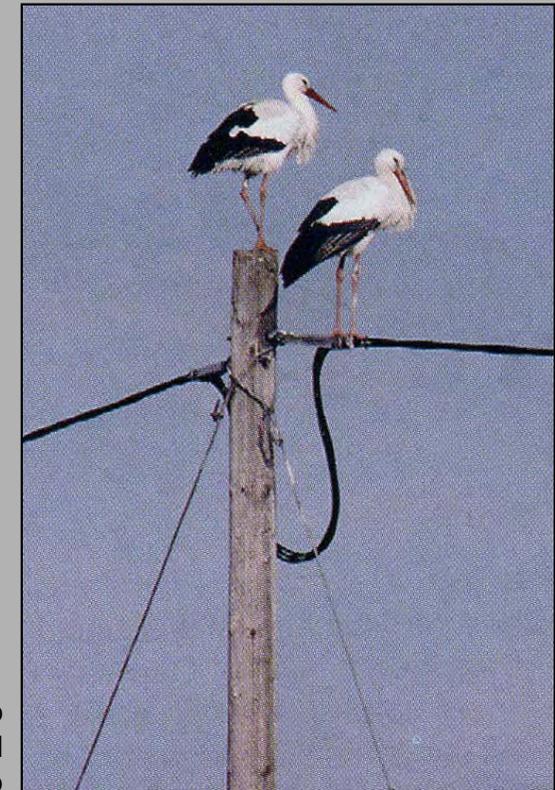


NOTE:

Questo cavo è formato dall'intreccio di tutti i cavi necessari. Riduce quindi l'impatto visivo del fascio di cavi e raggiunge uno spessore sufficiente per essere visibile, riducendo il rischio di collisione da parte degli uccelli, anche grazie alla presenza di una guaina nera che ne migliora la visibilità. Inoltre il conduttore è isolato e previene i fenomeni di elettrocuzione anche per pipistrelli e piccoli mammiferi che si arrampicano rischiando ustioni, e provocando anche danni alla rete stessa.

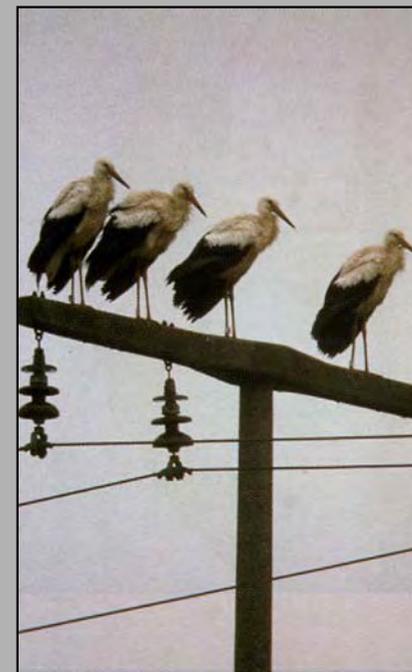
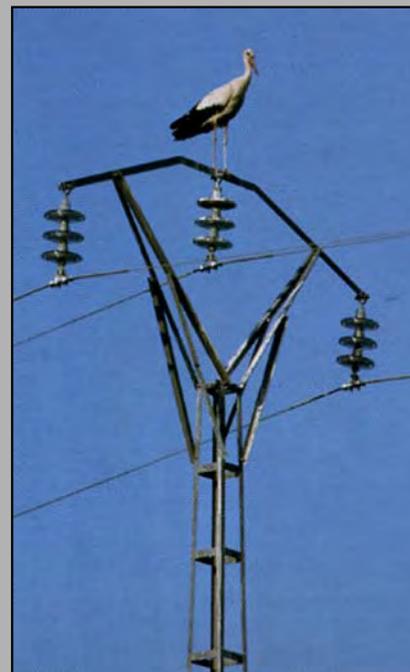
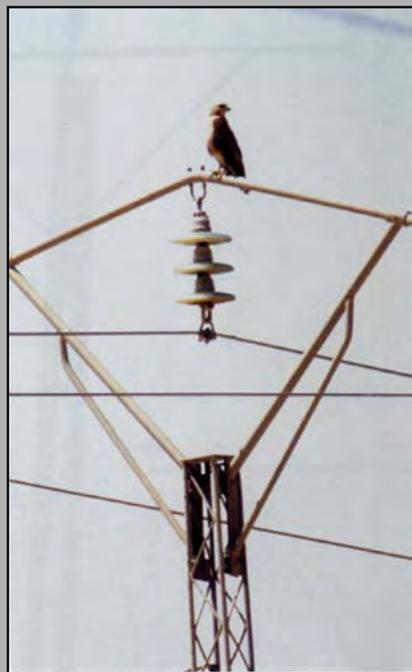


particolare



il cavo conduttore è isolato e attaccato direttamente al palo

situazione di pericolo,  
dovuta a conduttori non  
isolati, vicini tra loro, posti  
su pali in materiale  
conduttore



NOTE:

La configurazione dei cavi  
rende sicuro il palo per gli  
uccelli che vi si posano,  
grazie alla presenza di  
conduttori isolati sospesi.

ELETTRODOTTI

Mitigazioni faunistiche - Traliccio della corrente con isolanti

E 7\*

NOTE:

Immagine A - Spirali per la prevenzione nei confronti del rischio di collisione da parte dell'avifauna: funzionano come evidenziatori visivi e acustici (vibrano col vento) dei cavi.

Immagini B e C - Marker per rendere ben visibile agli uccelli la presenza di cavi dell'alta tensione. Si tratta di bandierine di plastica che brillano e ruotano con il vento.

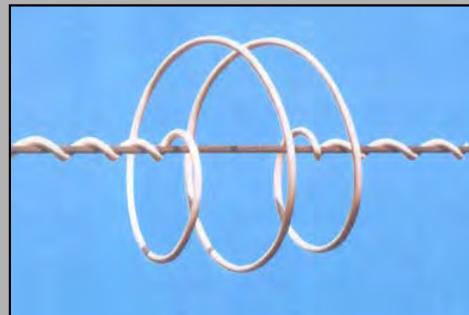
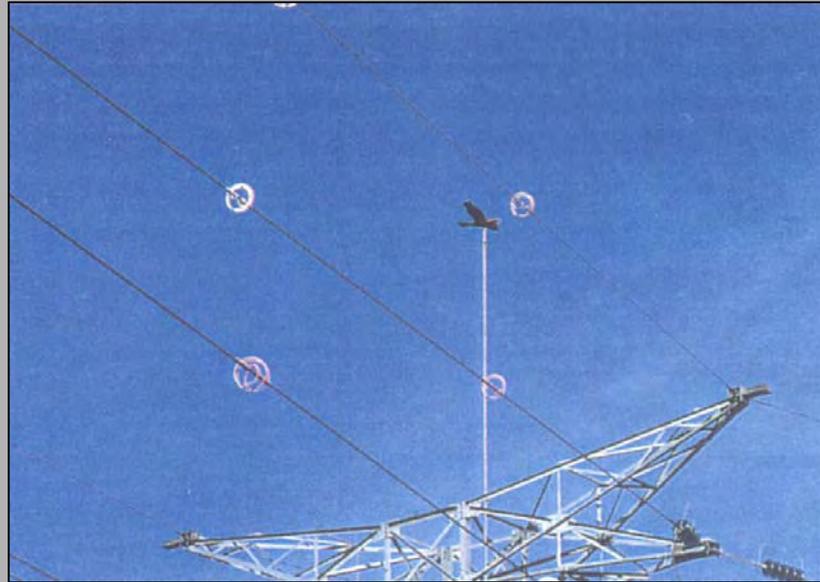


Immagine A

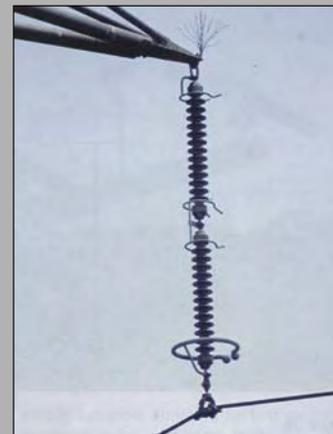


Immagine B



Immagine C

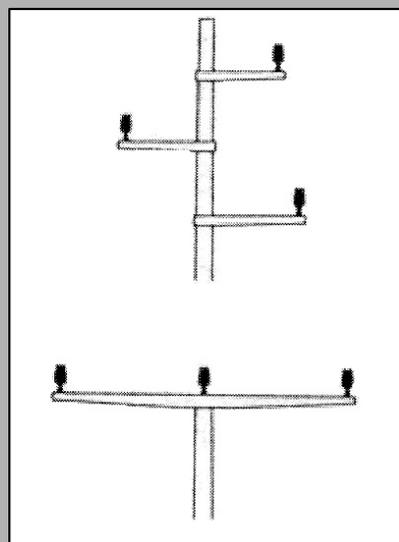
**NOTE:**

Nella situazione attuale, la distanza tra il cavo e la struttura è minima e rappresenta un elevatissimo fattore rischio per l'avifauna.

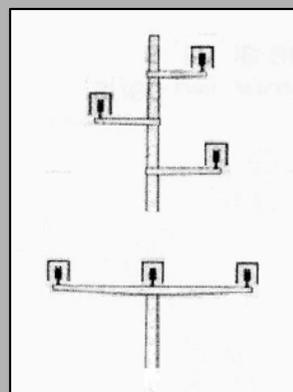
La mitigazione è possibile utilizzando capsule isolanti in plastica per esterno o applicando al conduttore un involucro isolante della lunghezza di 130 cm. In quest'ultimo caso il conduttore deve trovarsi ad una distanza massima di 140 cm rispetto al palo.

Gli isolanti sospesi rendono i tralicci sicuri se la distanza tra i punti di appoggio degli uccelli e il conduttore è almeno di 60 cm. Ciascun conduttore può sporgere, al massimo, di 140 cm rispetto al palo.

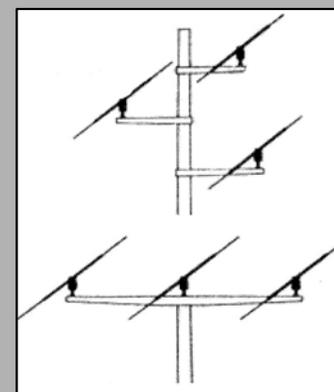
Configurazioni compatte e a singolo livello, inoltre, riducono ulteriormente il rischio di collisione.



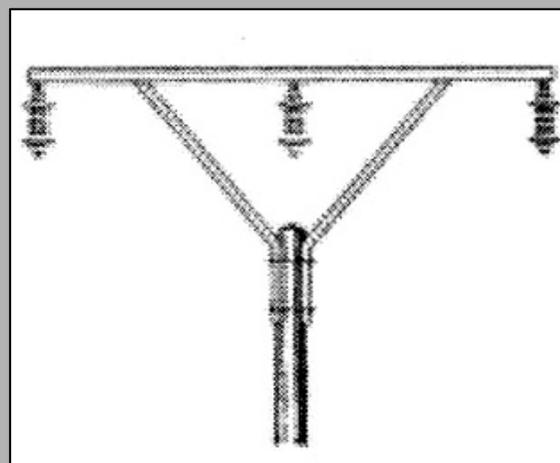
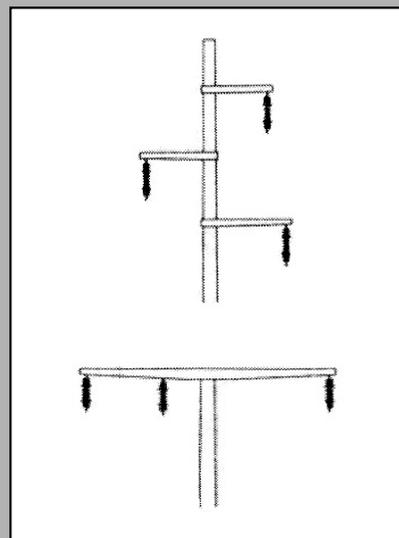
situazione attuale



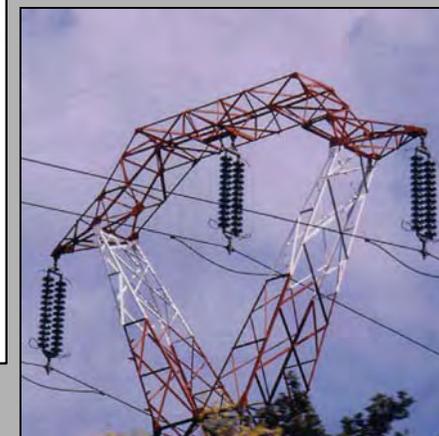
mitigazione attraverso capsula isolante



mitigazione attraverso palo rotante



conduttore isolato mediante isolante sospeso



# SUCCESSIONE VEGETAZIONALE AMBIENTE RIPARIALE

In numerosi casi è stata realizzata la costruzione, tra gli impianti di depurazione e i corpi idrici ricettori, di unità paranaturali in grado di affinare il carico inquinante ancora presente nelle acque di scarico. E' stato individuato un modulo minimo di intervento eventualmente utilizzabile per i casi più semplici. Il modulo vuole rispondere alla necessità e all'opportunità di creare zone umide artificiali in considerazione della progressiva scomparsa di quelle naturali (comunque da salvaguardare), con benefici di ordine faunistico e ecologico generale.

Al di là della particolare valenza ecologica delle zone umide, la peculiarità del modulo è data dalla sua polivalenza, che lo rende interessante per differenti soggetti sia pubblici che privati; infatti l'intervento è progettato per favorire un miglioramento qualitativo delle acque, da realizzarsi grazie ai meccanismi naturali di autodepurazione svolti dalle unità ecosistemiche palustri realizzate; lo svolgimento di questa funzione di miglioramento qualitativo è pienamente compatibile con quelle di habitat per molte specie della fauna selvatica, come ampiamente documentato sia dalla letteratura specializzata sia da esperienze in essere.

Varianti di tale modulo, anch'esse idonee allo svolgimento di utili funzioni polivalenti, sono rappresentate dalle vasche di raccolta delle acque di pioggia a servizio delle reti di fognatura o dalle aree umide o bacini per l'espansione delle piene.

Vista la particolarità della realizzazione, le funzioni associate di utilità pubblica generale, la necessità di mantenimento dell'impianto per una durata molto elevata, l'intervento è proponibile su suolo pubblico di proprietà o in concessione (area demaniale).

L'intervento presuppone lo sbancamento per una superficie di 1000 mq (20 m x 50 m) per una profondità media indicativa di 1 m e movimenti di terra per la formazione del bacino e di argini perimetrali ed interni.

# SUCCESSIONE VEGETAZIONALE AMBIENTE RIPARIALE

Si consigliano fondo e pareti impermeabilizzati e un sistema di tubi di drenaggio, che diffondano l'acqua nel materiale inerte di riempimento, costituito da una matrice di ghiaia a granulometria decrescente dal basso verso l'alto. Successivamente si prevede la messa a dimora di biomasse filtranti, principalmente mediante rizomi di fragmite.

Si ritiene comunque che, in molte situazioni golenali ove potrebbe essere attuato l'intervento, l'impermeabilizzazione non sia necessaria.

La realizzazione delle unità palustri filtranti potrebbe essere favorita in connessione con corsi d'acqua di cui si vuole migliorare la qualità o con reti di fognatura.

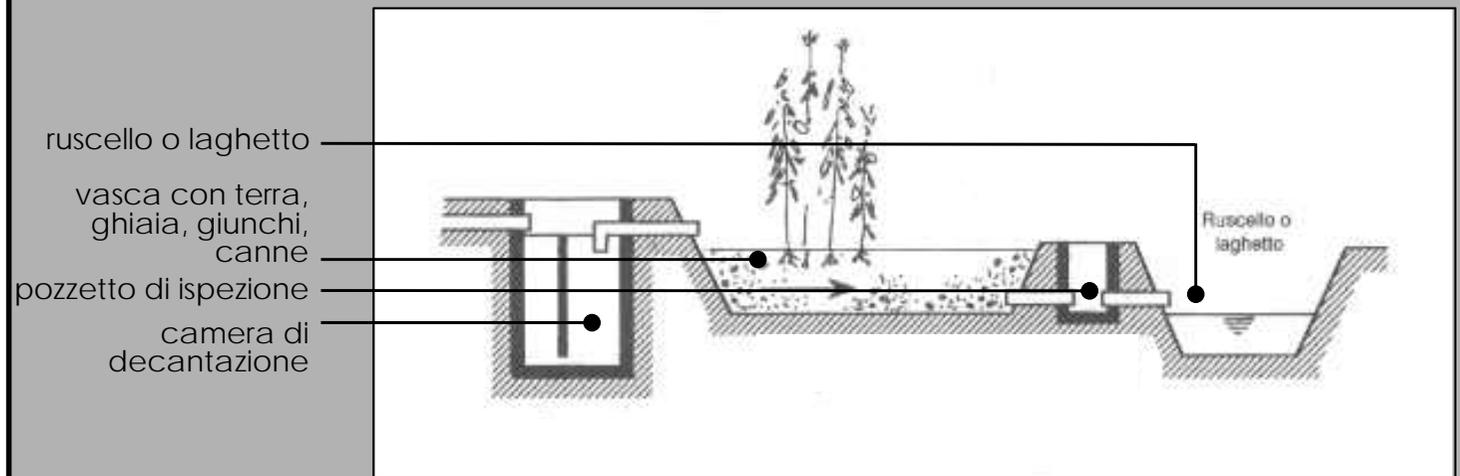
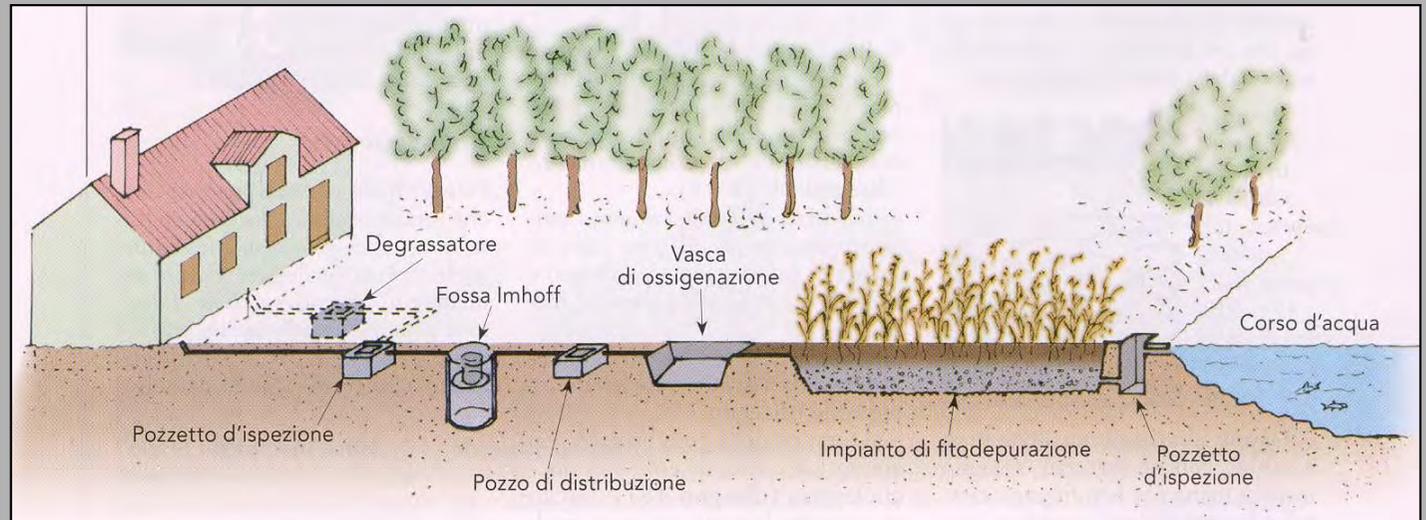
## Dimensioni

Larghezza (m)	20
Lunghezza (m)	50
Superficie (mq)	1.000

NOTE:

La depurazione delle acque derivanti da impianti domestici, comporta l'utilizzo di molte differenti componenti, la cui sinergia permette un recupero totale della qualità delle acque ed è possibile la sua immissione in un corso d'acqua o, in funzione della qualità dell'acqua in uscita, il riuso in agricoltura.

Il processo di fitodepurazione è indicato come sostituto dell'allacciamento alla rete fognaria nelle abitazioni rurali, e come trattamento primario di acque captate e riutilizzate poi per la realizzazione di opere di mitigazione e compensazione (reimmissione in falda delle acque, zone umide).



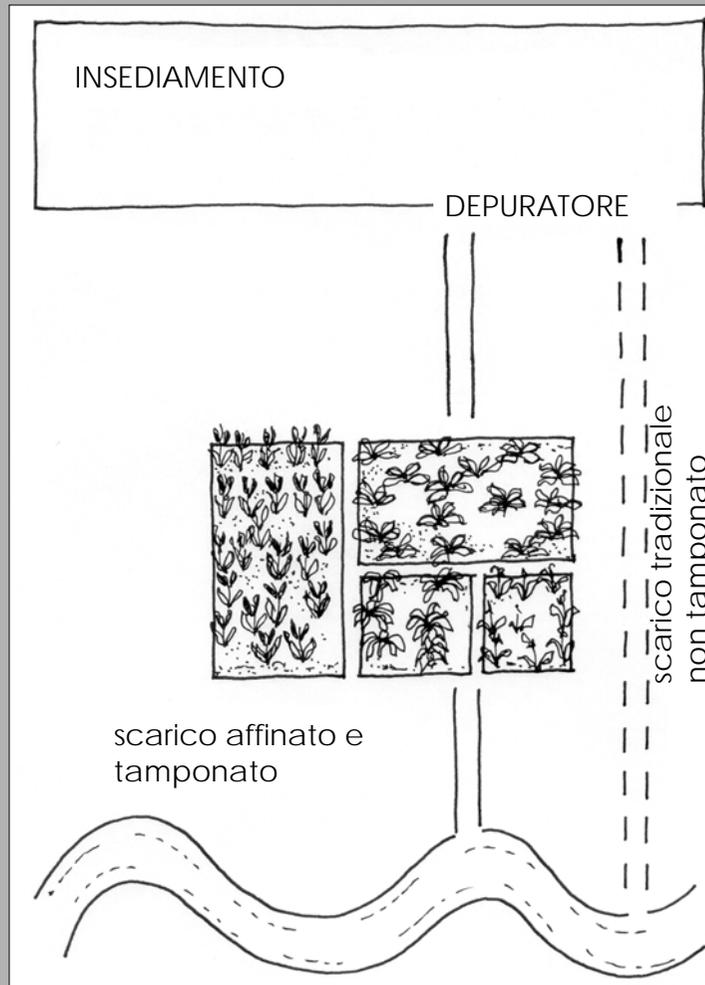
FITODEPURAZIONE /  
ECOSISTEMA FILTRO

Processo di fitodepurazione della cascina

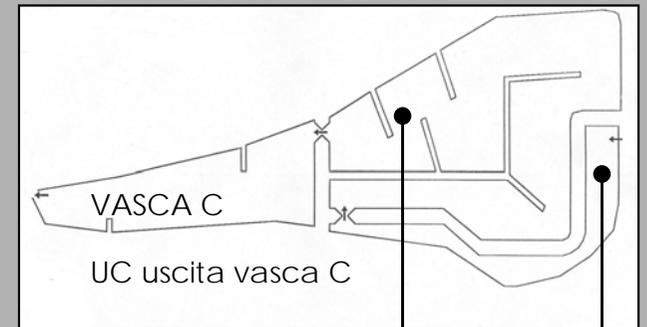
FT\*

**NOTE:**

Si tratta di un modulo polivalente in grado di favorire il miglioramento qualitativo delle acque, compatibile con la funzione di habitat per molte specie della fauna selvatica. L'intervento è proponibile su suolo pubblico di proprietà o in concessione, e presuppone lo sbancamento di una superficie variabile tra 1 e 10 mq per abitante equivalente, con profondità media indicativa di 1 m, e movimenti di terra per la formazione del bacino e di argini perimetrali ed interni.



corpo idrico recettore



A - B = inizio vasca B

I - A = ingresso vasca A



mitigazioni (reimmissione H<sub>2</sub>O)  
compensazioni (biotopo)



Immagine A

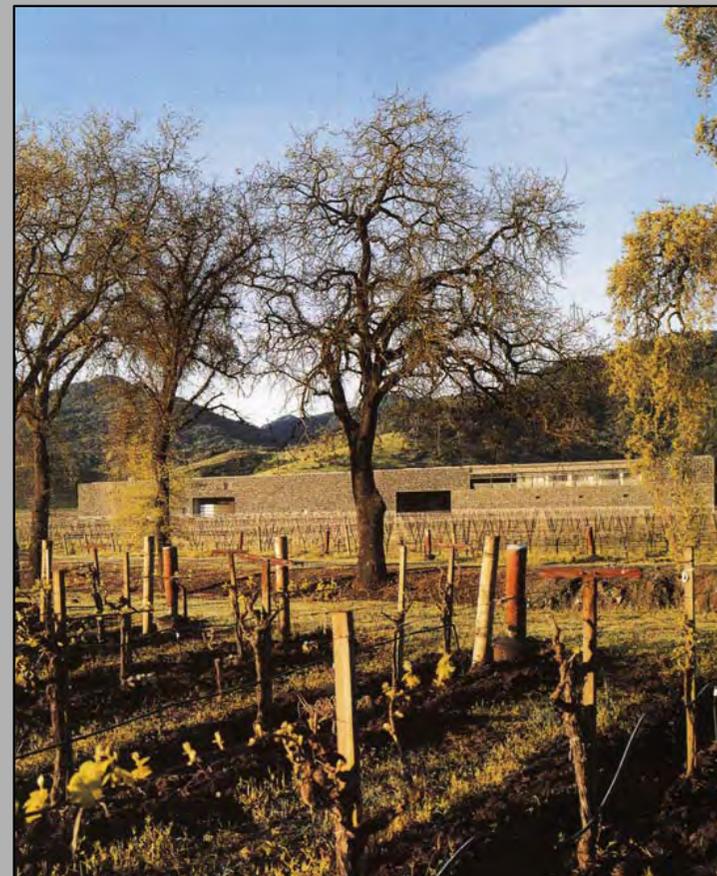
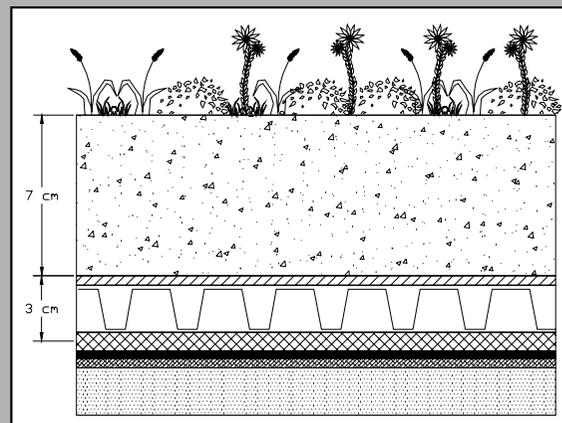
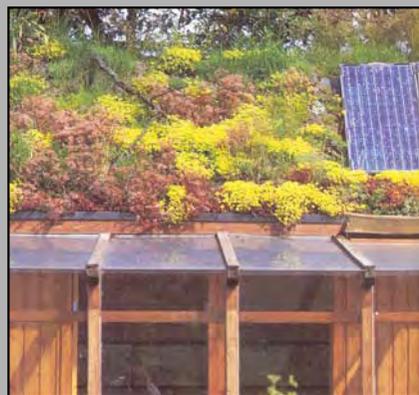


Immagine B

NOTE:

I materiali locali utilizzati si integrano nel paesaggio rurale. Nell'immagine A, tuttavia, l'integrazione riguarda solo i materiali, perché l'elemento inserito non è rispettoso delle forme e del tessuto del contesto. Nell'immagine B sia dimensioni e forme, che i materiali, derivano dal tessuto e dai caratteri del contesto.



vegetazione con  
erbacee perenni

substrato specifico

telo filtrante  
strato drenante  
strati di protezione

copertura con  
impermeabilizzazione  
antiradice

**NOTE:**

La presenza di un tetto verde migliora la coibentazione del tetto, riduce i tempi di corrivazione, migliora l'inserimento paesistico.

**INSEDIAMENTI**

**Verde pensile**

**Vp\***

NOTE:

Immagine A – Esempio di recupero acque piovane ed ecosistema filtro annesso a nuovi insediamenti.  
Immagine B - Esempio di recupero acqua di seconda pioggia da piazzali industriali con formazione di zona umida e reimmissione in falda.



Immagine A



Immagine B

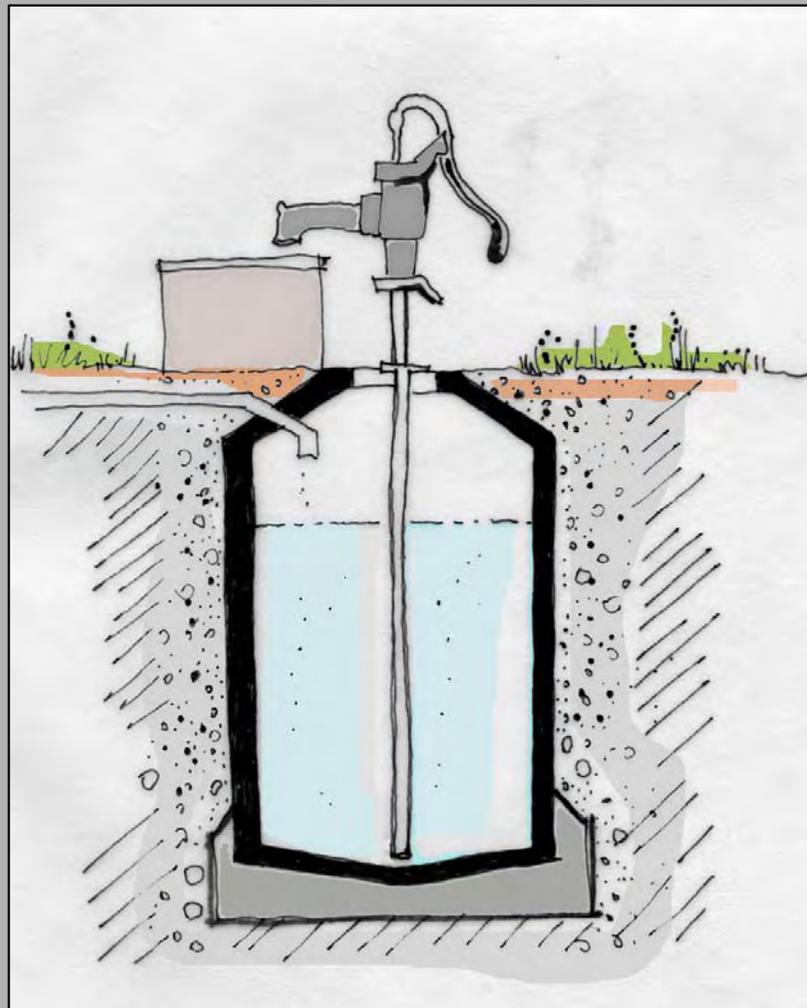
INSEDIAMENTI

Recupero acque piovane

Ra

NOTE:

L'inserimento di cisterne vicino ad edifici e piattaforme , garantisce la raccolta delle acque piovane che vengono riutilizzate anzicchè essere disperse.



INSEDIAMENTI

Cisterna per recupero acque piovane

Ra1\*

distribuzione non corretta degli spazi verdi urbani



area a fruizione intensa

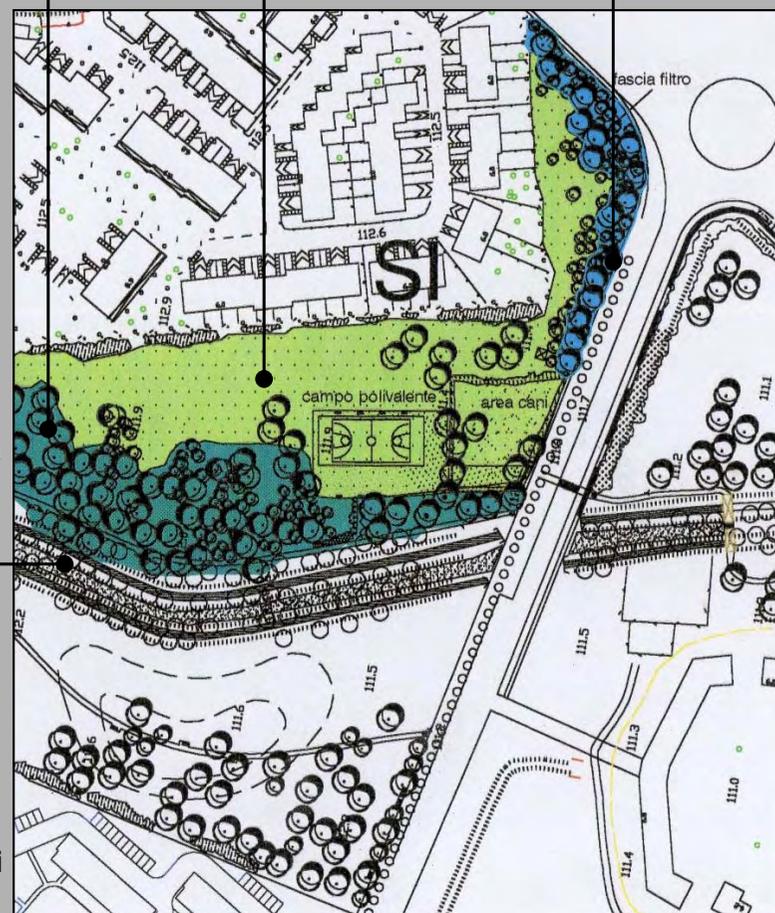
area naturalistica

canale

area naturalistica

area a fruizione intensa

fascia filtro



NOTE:

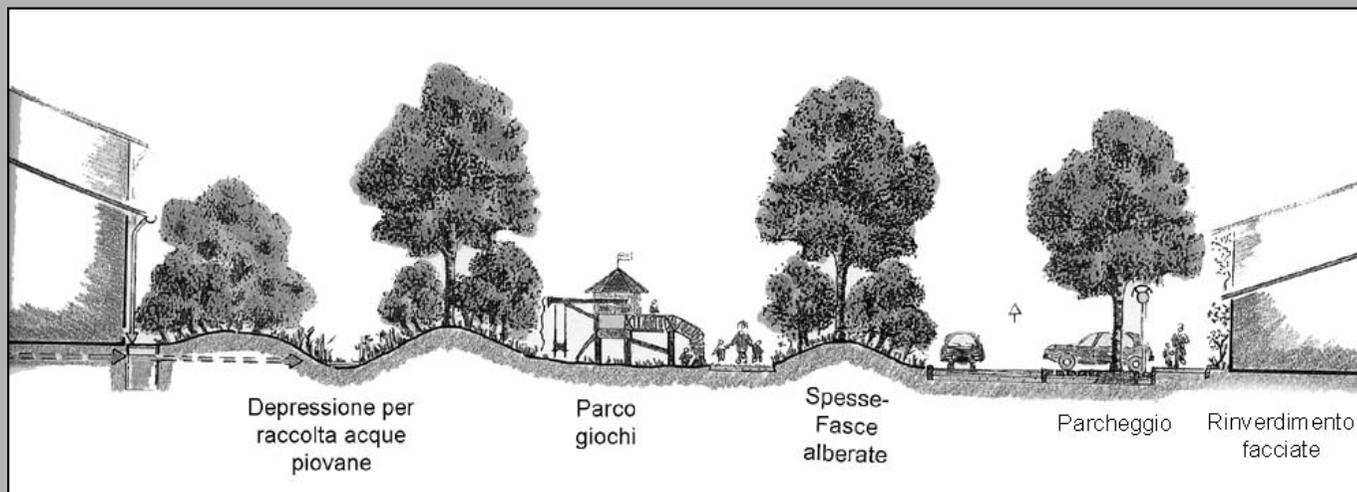
Una corretta distribuzione della vegetazione incrementa le capacità del verde urbano.

distribuzione corretta degli spazi verdi urbani

INSEDIAMENTI

Verde urbano multifunzionale - Indirizzi localizzativi

Vu



NOTE:

La variazione della morfologia consente di implementare le funzioni aumentando le potenzialità del verde urbano.

INSEDIAMENTI

Verde urbano multifunzionale

Vu 1

NOTE:

Area di decompressione urbana: la mancanza di attribuzione di funzioni specifiche consente una multifunzionalità e una flessibilità elevate, di respiro per la città. Aree dismesse o "cuore" di nuovi insediamenti.

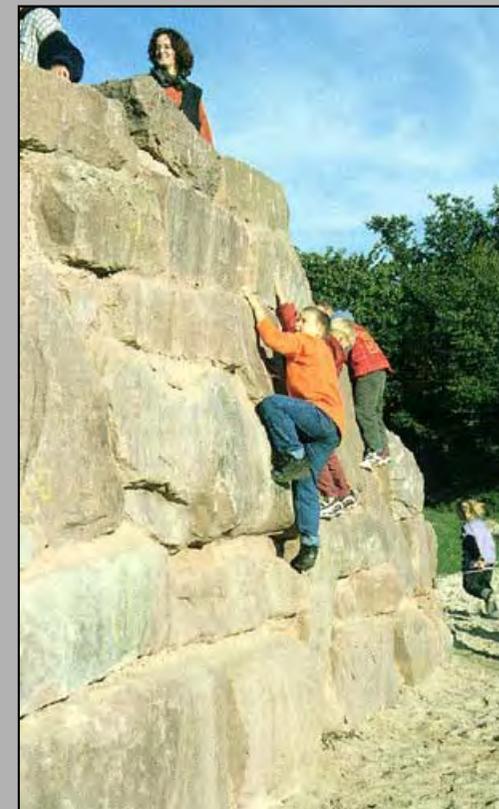
Ricostruzione di spazi naturaliformi: per lo sviluppo delle capacità psico-fisiche legate all'incertezza, all'imprevedibilità e alle sfide propri degli ambienti naturali e per conoscere le regole della natura.

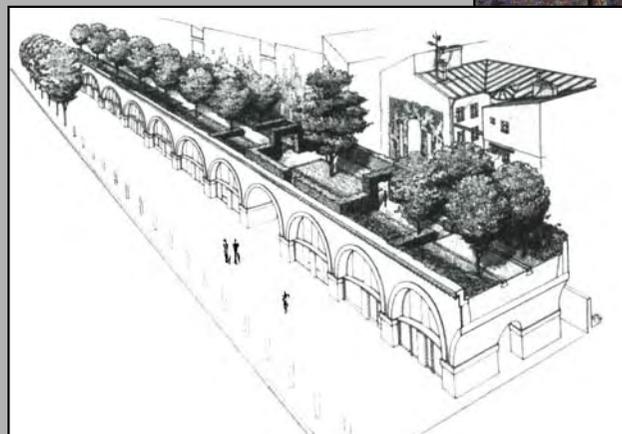


area di decompressione urbana



ricostruzione di spazi naturaliformi in ambiente urbano





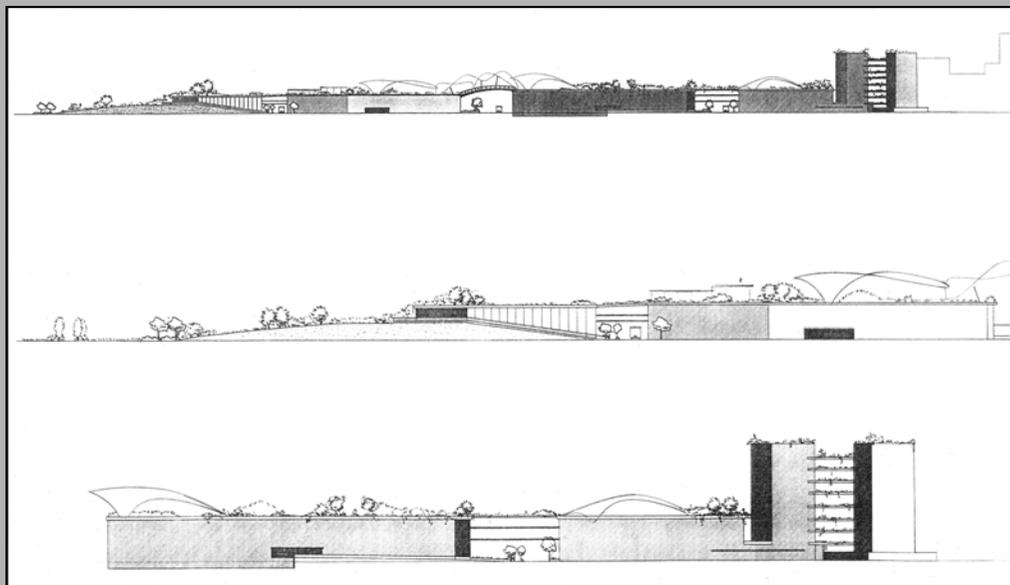
NOTE:

Recupero della copertura della ferrovia tra Place de la Bastille e Bois de Vincennes (Parigi).

**INSEDIAMENTI**

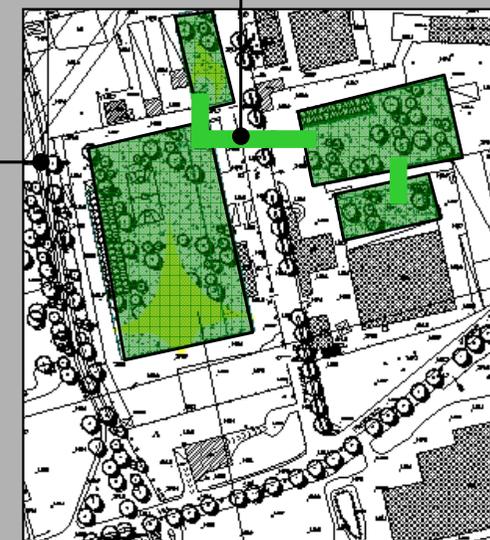
**Riuso aree dismesse**

**Rd**



ponti di collegamento

fascia filtro



uso plurimo delle strutture: risparmio risorsa suolo

tetti verdi: maggiore flessibilità d'uso  
 aumento tempi di corrivazione  
 miglioramento climatizzazione interna  
 effetti sulla qualità ambientale

INSEDIAMENTI

Aree produttive / commerciali - Mitigazione consumo di suolo

Ap 1



inceneritore di  
Vienna

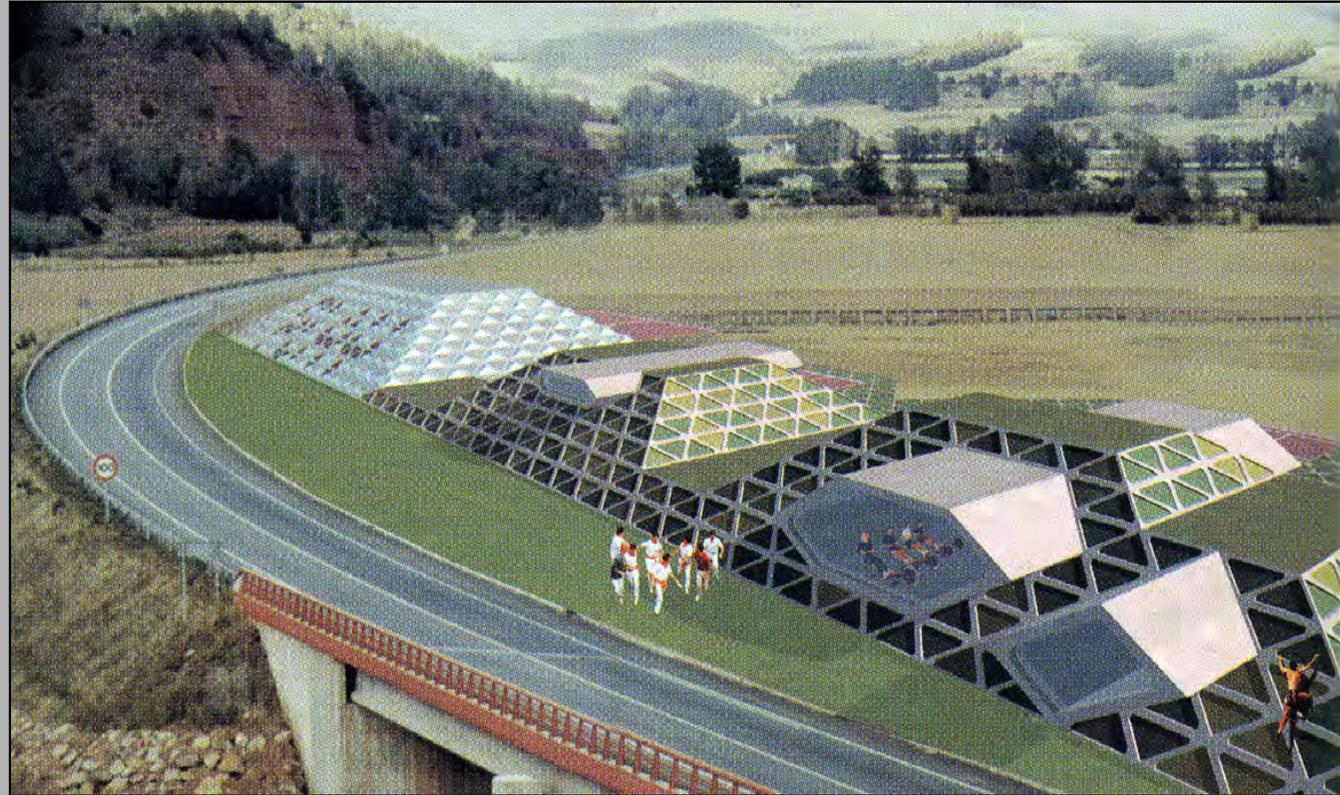


INSEDIAMENTI

Aree produttive - Inserimento nel tessuto urbano di inceneritore

Ap2





NOTE:

Accorpamento delle funzioni, pannelli fotovoltaici per la produzione energetica.

INSEDIAMENTI

Esempio di centro sportivo

Pf 2\*

NOTE:

Esempio di accorpamento delle funzioni con abbinamento di pannelli fotovoltaici con verde pensile in una casa unifamiliare: il verde pensile aumenta la coibentazione dell'edificio diminuendo i consumi per la climatizzazione e riduce la temperatura esterna in prossimità dei pannelli, aumentandone l'efficacia.



NOTE:

Un progetto di composizione urbanistica in area prossima alla rete ecologica deve rispettare i seguenti criteri:

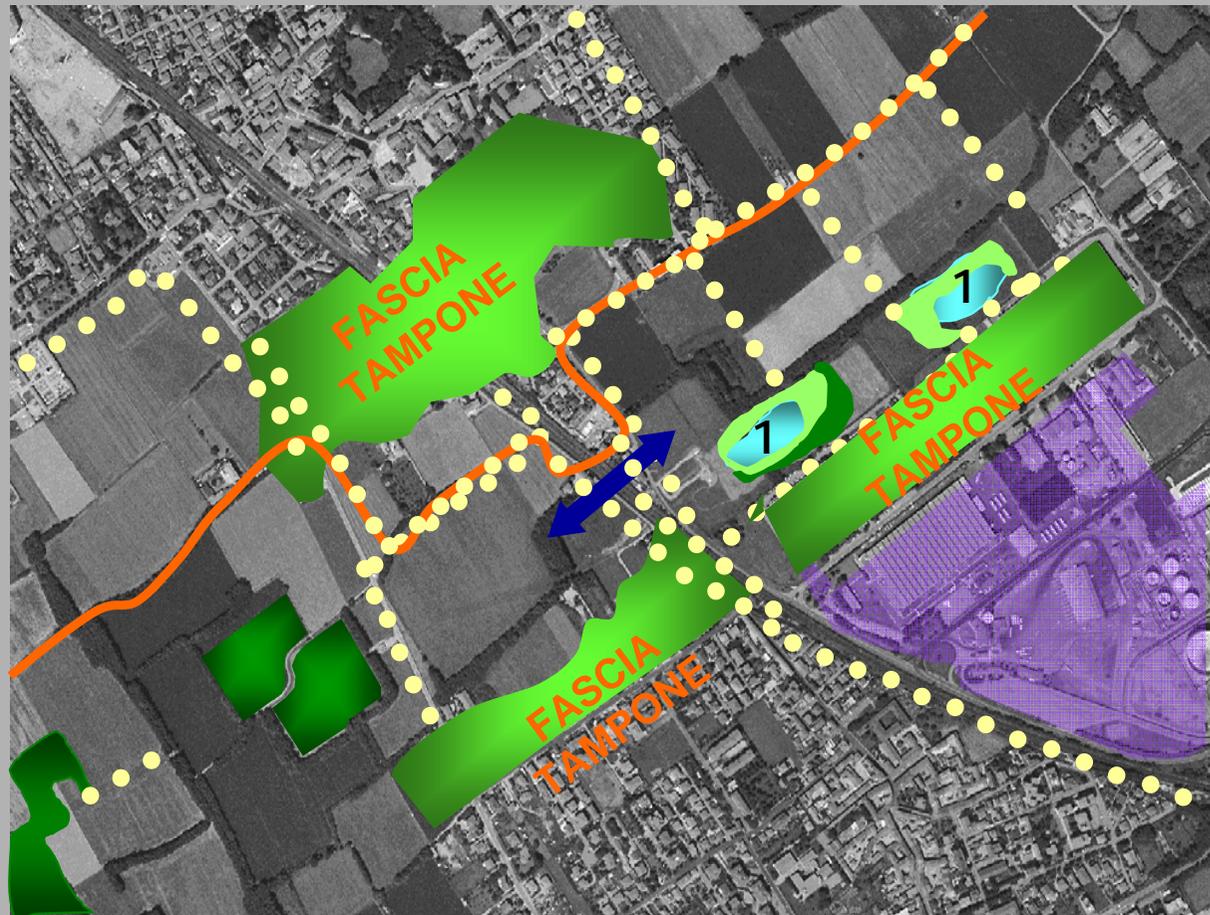
-individuazione di una fascia tampone in direzione della rete ecologica, composta di rilevati e aree boscate con forma irregolare;

-posizionare gli spazi verdi annessi agli edifici di nuova costruzione in direzione della rete ecologica;

- mantenere varchi ciclopedonali tra il nucleo urbano consolidato e le aree a verde così da favorire il rapporto tra gli abitanti e la natura.



-  pista ciclabile
-  andamento rete ecologica
-  ricostituzione della vegetazione
-  area di espansione urbana
-  fascia tampone
- 1) bacini raccolta acque
- 2) ponte verde



- |   |                          |   |                           |
|---|--------------------------|---|---------------------------|
|  | ponte verde              |  | insediamento              |
|  | pista ciclabile          |  | fascia tampone            |
|  | siepi di nuovo impianto  |  | macchie di nuovo impianto |
|   | 1) bacini raccolta acque |   |                           |



NOTE:

Nel progetto di nuovo margine città-campagna, gli obiettivi sono:

- limitare al minimo la frammentazione del territorio;
- localizzare il nuovo intervento in prossimità dell'esistente;
- riqualificare l'agroecosistema;
- creare connessioni ci

-  insediamento esistente
-  nuove costruzioni ai margini delle aree agricole
-  nuove siepi disegnano il paesaggio e creano corridoi verdi

