

# Il progetto WEQUAL per la valutazione integrata degli interventi sul territorio

Fabrizio Mazzetto

Libera Università di Bolzano – Facoltà di Scienze e Tecnologie

# Siam partiti da qui...

Habitats for animals

Global climate change mitigation

Biodiversity

River ecosystems

Green bridges

Recreational areas

Eco-ducts

Resilience

Leaving room for nature



Better health and well-being



Farming systems for biodiversity

Carbon sequestration

**Environmental, economic and social benefits through natural solutions**





- ❶ **GI** = Rete di **aree naturali e seminaturali** pianificata a livello **strategico** con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di **servizi ecosistemici** (*EU-COM 2013-249 final*)
- ❷ **Servizi Ecosistemici** = **benefici multipli** forniti dagli ecosistemi al genere umano (*Millennium Ecosystem Assessment - MA, 2005*)
  - ❖ **Supporto alla vita**
  - ❖ **Approvvigionamento risorse**
  - ❖ **Regolazione dell'habitat**
  - ❖ **Valori culturali** (estetici, spirituali, educativi e ricreativi).



**Servizi  
MULTI  
DIMENSIONALI**






## Sistema informativo su piattaforma **WEb** per il supporto alla **progettazione di QUALità** e al **monitoraggio** di interventi di **sistemazioni idrauliche** secondo approcci valutativi **multidimensionali**

-  **Dominio:** interventi di **sistemazioni idrauliche**, con elevati impatti ambientali sul territorio, con **focus** e **analisi comparative** per soluzioni di **Green Infrastructures**
-  **Obiettivo:** sviluppo di un sistema di supporto alla **progettazione** e al **monitoraggio** ambientale
-  **Strategia realizzativa:** progettazione di un **sistema informativo** – con relativi algoritmi e strutture dati – da realizzarsi su **piattaforma web**, con possibile futura gestione a carico di un **centro servizi** (di consulenza tecnica)
-  **Metodologia:** **implementazione** e **validazione** di **sistemi di monitoraggio ambientale** (*manuali e automatizzati*) da interfacciarsi con **sistemi di valutazione multidimensionali**

# Approcci progettuali per GI

La connotazione multidimensionale del problema fa' sì che il progettista di un intervento in ambito fluviale deve essere in grado di:

-  Applicare **metodi di valutazione multidimensionali**, e in particolare l' **analisi multicriteri**
-  Gestire coerentemente gli **indicatori**, specie quelli *ambientali*, che l'uso di tali modelli impone
-  Svolgere **ricognizioni territoriali** con tempi e costi contenuti, relativamente alle fasi *ex-ante* ed *ex-post* dell' intervento

# Articolazione del Progetto WEQUAL



Progettare un **sistema informativo su piattaforma web (SIW)**, per gestire tutte le principali fasi di una valutazione multidimensionale (*ricognizioni ambientali, alternative di progetto, indicatori, valutazioni multicriteriali integrate*);



Interfacciare il SIW con nuovi **sistemi di monitoraggio ambientale** (*ex-ante ed ex-post*), per **misure speditive e automatizzabili** attraverso l'uso di vari dispositivi ottici ad alta precisione su droni aerei (*scala di definizione progettuale*);



Integrare nel SIW **algoritmi per l'elaborazione automatica delle immagini** da monitoraggio, per ricavare in modo rapido e oggettivo stime sullo stato ambientale dei siti indagati attraverso opportuni indicatori (**metodo WEQUI**)



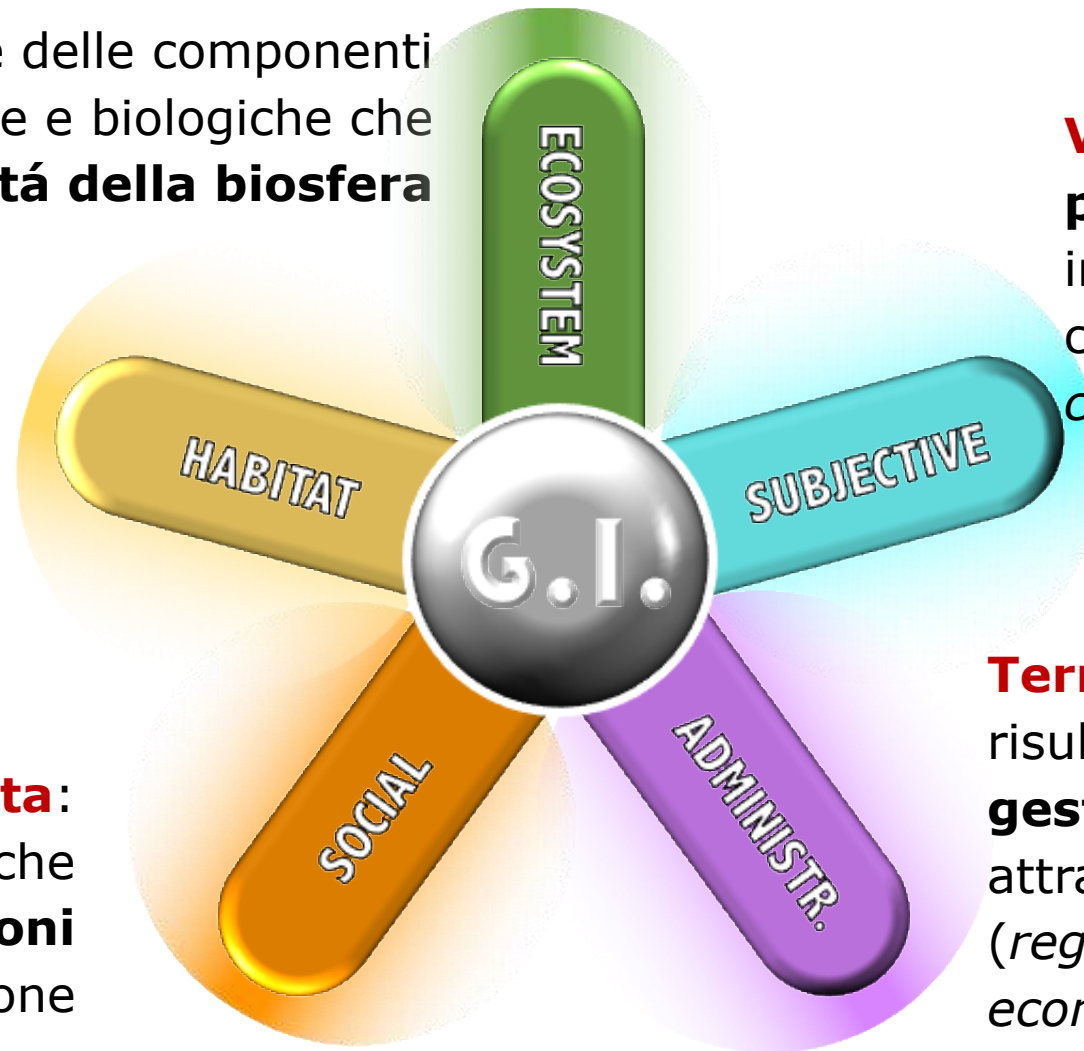
Integrare nel SIW gli strumenti necessari alle **valutazioni multicriteriali**, in grado di coinvolgere **più decisori** con diverso profilo decisionale nella valutazione comparata delle alternative progettuali

# Diversi concetti di "Ambiente"

**Ecosistema:** insieme delle componenti fisiche, chimiche e biologiche che influenzano la **qualità della biosfera**

**Habitat fisico:** insieme delle componenti che condizionano la **qualità della vita** e la **sicurezza** delle persone

**Quadro complessivo di vita:** insieme delle componenti che condizionano le **interazioni sociali** tra persone



**Vissuto soggettivo:** **percezione** dei singoli individui sul proprio habitat, con ricadute *psicologiche e culturali*

**Territorio governato:** risultato delle **politiche di gestione** delle risorse attraverso logiche "pubbliche" (*regole, normative, aspetti economici e gestionali*)

# Possibili aspetti da soddisfare...

❖ Quali sono gli effetti sulla qualità delle acque?

❖ Come ne risente la biodiversità locale?

❖ Viene garantita alla fauna ittica la continuità fluviale?

❖ L'intervento è in grado di ridurre i rischi di piena?

❖ Disagi durante la sua realizzazione?

❖ Può comportare problemi di inquinamento acustico permanente?

❖ L'intervento può facilitare l'integrazione di nuove piste ciclabili?

❖ Può integrare nuove aree verdi aperte al pubblico?

❖ Compromette la viabilità preesistente?

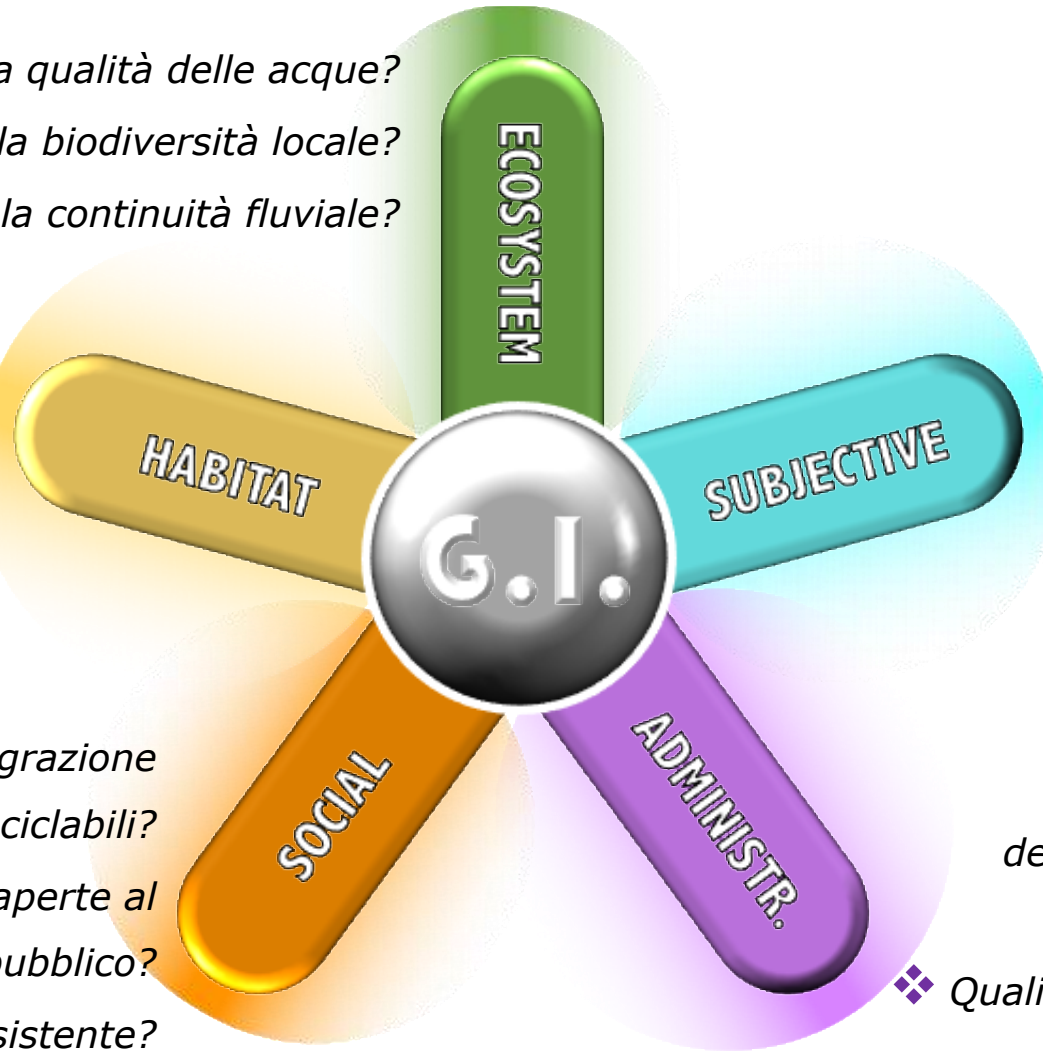
❖ L'intervento rispetta il mantenimento di infrastrutture storiche o tradizionali?

❖ E' congruente con gli approcci culturali locali?

❖ Qual è il livello di riduzione di percezione del rischio idrogeologico ad esso associato?

❖ Qual è il grado di sostenibilità dell'investimento totale previsto per l'intervento?

❖ Quali sono le esigenze di manutenzione ordinaria e straordinaria?





# Tipologie di analisi

## PROGETTAZIONE TECNICA

## VALUTAZIONE EX-ANTE

## CONTROLLO E VALUTAZIONE EX-POST

### Analisi TECNICHE

- ❖ Analisi stato di fatto
- ❖ Analisi interazioni contesto e monitoraggio pre-intervento
- ❖ Definizione indicatori e analisi degli impatti
- ❖ Analisi dei costi e dei rischi
- ❖ Definizione di scenari alternativi

- ❖ Definizione sezioni di intervento
- ❖ Simulazioni e stime su basi cartografiche
- ❖ Generazione di carte tematiche
- ❖ Stima evoluzioni temporali

- ❖ Monitoraggi periodici su sez. di intervento (remote sensing e droni) con mappature NDVI
- ❖ Analisi sezioni sommerse, campionamento biotico

### Analisi MULTI DIMENSIONALE






- ❖ Definizione indicatori e analisi degli impatti
- ❖ Inchieste/interviste locali
- ❖ Stima indici priorità

- ❖ Calcolo degli indici di impatto a diversi livelli di aggregazione
- ❖ Ranking di preferenze con supporti tabellari e grafici
- ❖ Analisi e diagrammi di sensitività sui pesi (soggettivi)

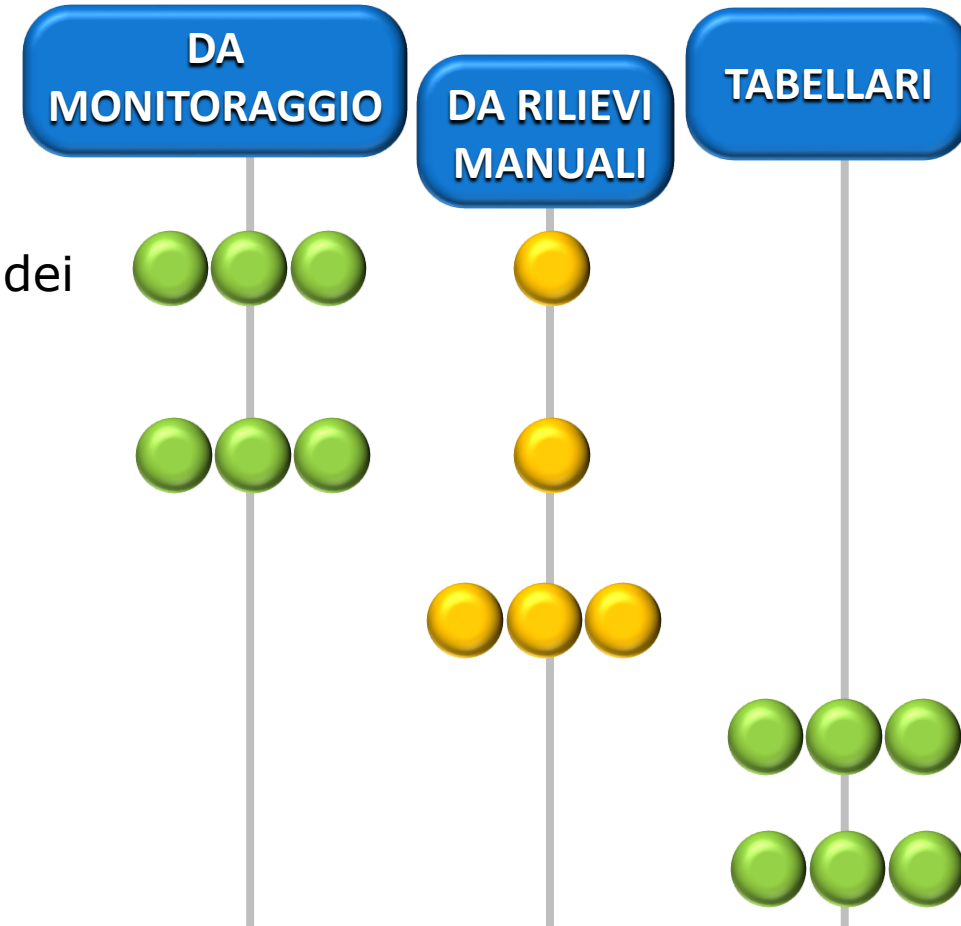
- ❖ Aggiornamento valori indic. (ecosistema, habitat etc.)
- ❖ Aggiornamento DB in rete

# Focus sugli indicatori ecosistemici

## Approfondimenti sugli indicatori biologico-naturalistici

-  Uso del suolo nelle fasce spondali e morfologia dei corsi d'acqua
-  Habitat vegetazionali (ripariali e golenali), con *carbon sequestration*
-  Qualità delle acque e biocenosi acquatiche
-  Resilienza della vegetazione
-  *Carbon-footprint* dei materiali impiegati

### Valutazioni supportate da informazioni:



# Il metodo WEQUI e gli strumenti previsionali



- ❖ 15 indicatori ecosistemici
- ❖ Punteggio semiquantitativo in base 2
- ❖ Scala a dettaglio di progettazione
- ❖ Associabile a **strumenti previsionali** per tipologie costruttive preclassificate in forma tabellare

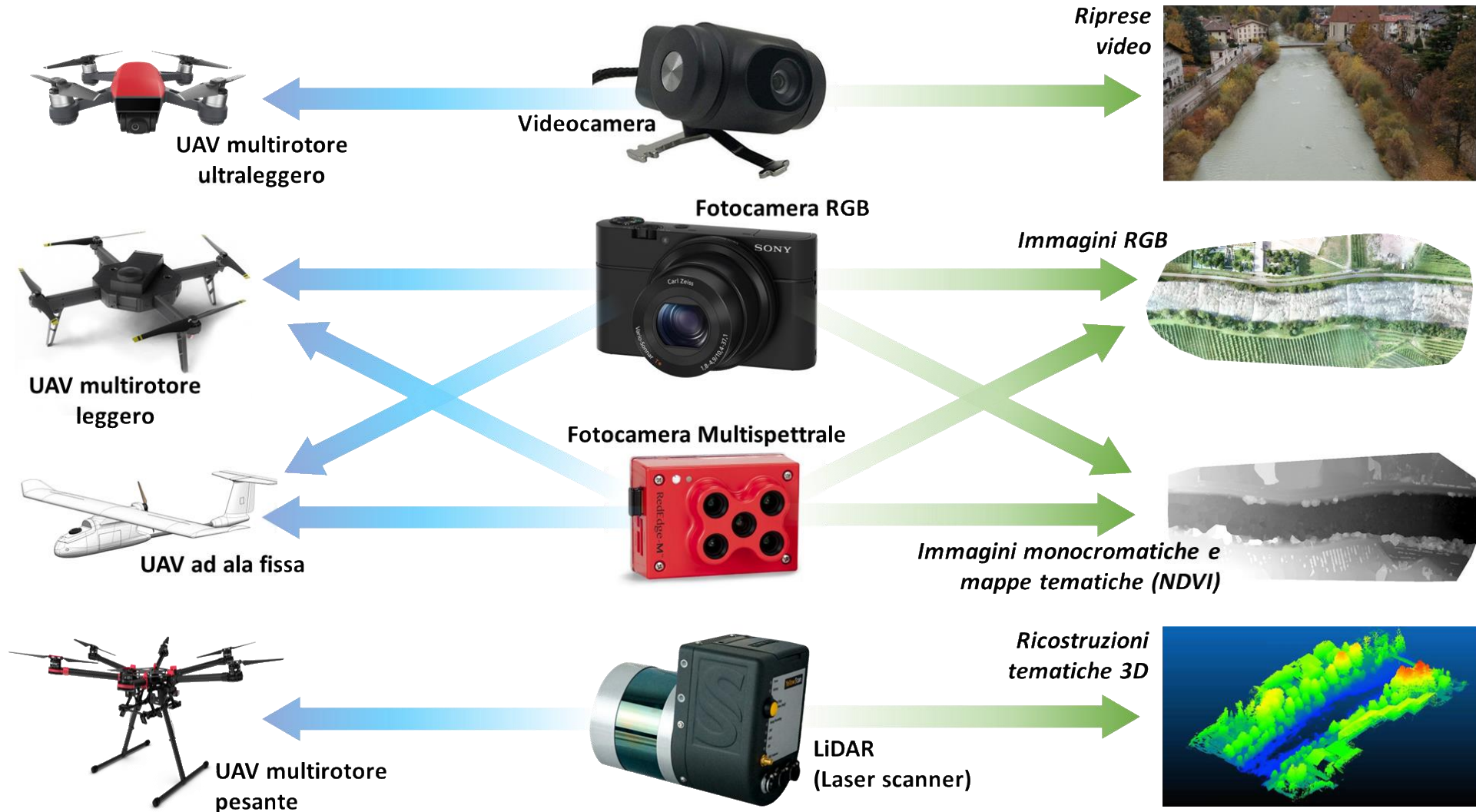
WEQUI - INDICE DI QUALITÀ ECOMORFOLOGICA				
N	NOME INDICATORE	PUNTEGGIO		
		SPONDA SX	ALVEO	SPONDA DX
1	USO DEL SUOLO (FASCE LATERALI)			
2	CONTINUITÀ LATERALE (CONNESSIONE CON FASCE LATERALI E MOBILITÀ TRASVERSALE)			
3	CONTINUITÀ VERTICALE (PERMEABILITÀ D'ALVEO E DI SPONDA)			
4	CONTINUITÀ LONGITUDINALE (PRESENZA DI OPERE TRASVERSALI)			
5	MORFOLOGIA D'ALVEO			
6	CAPACITÀ DI RITENZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA			
7	REGIME IDRICO			
8	QUALITÀ CHIMICA DELLE ACQUE			
9	COMUNITÀ MACROBENTHONICA			
10	IDONEITÀ ITTICA			
11	VEGETAZIONE DELLA FASCIA RIPARIALE/GOLENALE (RIF. SERIE DINAMICA DELLA VEGETAZIONE NATURALE)			
12	AMPIEZZA DELLA FASCIA RIPARIALE/GOLENALE			
13	CONTINUITÀ DELLA FASCIA RIPARIALE/GOLENALE			
14	CARBON SEQUESTRATION (RESILIENZA VEGETAZIONALE)			
15	CARBON FOOTPRINT			
<b>PUNTEGGIO TOTALE</b>				

## INDICE RESILIENZA VEGETAZIONE - VERIFICATA E POTENZIALE

	CODICE TIPOLOGIA OPERA	TIPOLOGIA RIVESTIMENTO/RIVEGETAZIONE	N.Rilievo/Anno	Superficie campione mq	SPECIE	N. esemp.	tonCO2/ha anno*	VERIFICATO/CALCOLATO	POTENZIALE a 20 ANNI
								Livello Indice di Resilienza vegetazione	Livello Incrementale Indice Resilienza vegetazione
OPERE SPONDALI (Rivestimenti e consolidamenti)	S1	Vegetazione ripariale spontanea 	Sal-Mat-R6 2018	12,00	Salix purpurea	13	6,59	II Buono	I Ottimo
	S9	Palificata doppia viva 	Pal-Fel-R1 2018	15,00	Salix purpurea Alnus incana Corylus avellana	26	5,42	II Buono	I Ottimo
	S13	Gabbionata rinverdità 	R1 - Mutino 2013	35,00	Salix alba, Salix purpurea	-	6,32	II Buono	II Buono
	S16	Scogliera in massi a secco non rinverdità 	ZIPAR 2018	15,00	-	12	3,00	IV Scarso	IV Scarso

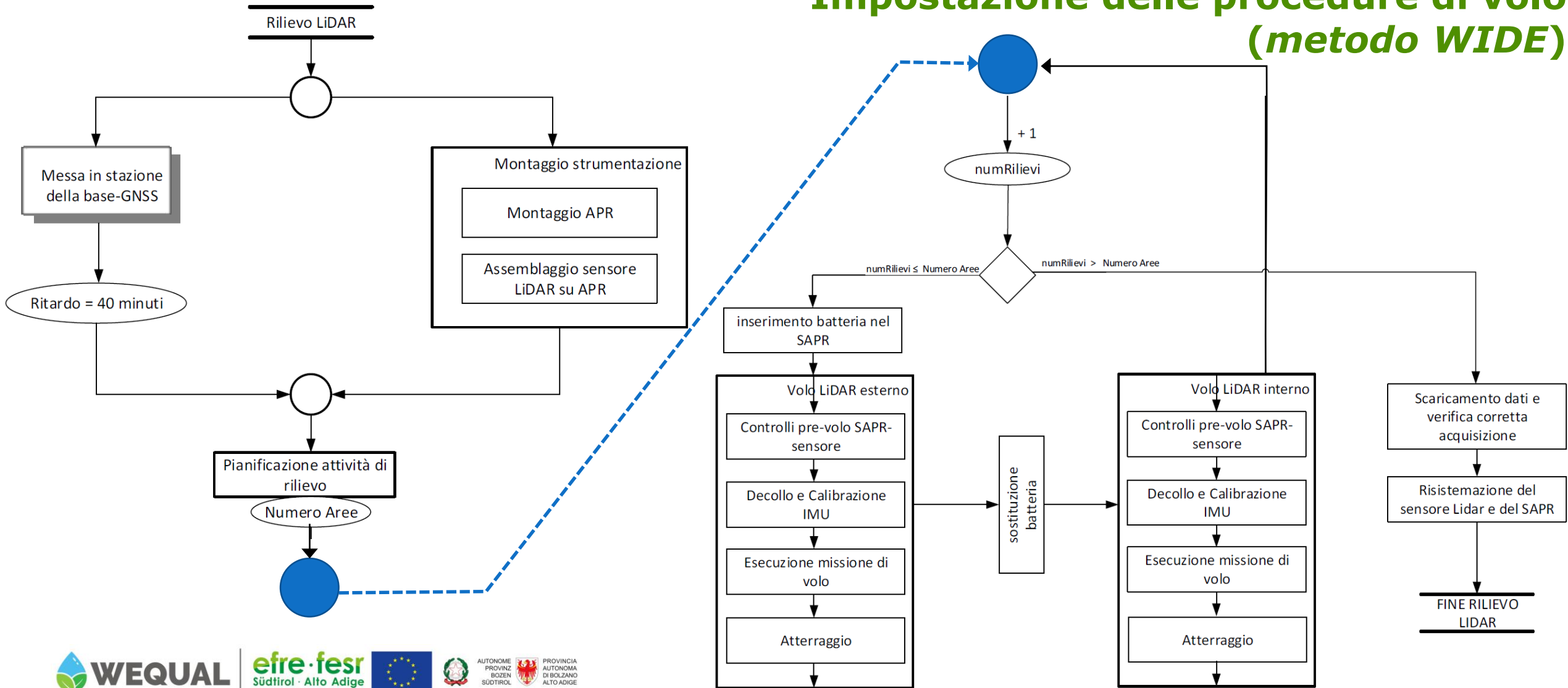


# Strumenti di monitoraggio




# Analisi dei processi (monitoraggio)

## Impostazione delle procedure di volo (metodo WIDE)




# L'approccio multidimensionale

 **Approccio monocriteriale** = ricerca di una **soluzione ottimale** ( $Y^{**}$ ) basata sulla soddisfazione assoluta di un unico criterio (es.  $E_{co}[Y]$ )

$$Y^{**} = \max(E_{co}[Y])$$

Criterio di scelta	Y1	Y2	Y3	Y4
$E_{co}$	$E_{co}(Y1)$	$E_{co}(Y2)$	$E_{co}(Y3)$	$E_{co}(Y4)$

 **Approccio multicriteriale** = ricerca di una **soluzione soddisfacente** ( $Y^*$ ) basata sulla ricerca di un **ragionevole compromesso** teso a minimizzare gli scarti dalla situazione di ottimo di diversi criteri di scelta considerati simultaneamente

Criterio di scelta	Y1	Y2	Y3	Y4
$E_{co,1}$	Orange	Dark Green	Light Green	Red
$E_{co,2}$	Light Green	Red	Dark Green	Light Green
$T_{ec}$	Dark Green	Yellow	Light Green	Red
$A_{mb}$	Red	Light Green	Yellow	Dark Green

$Y^* = \text{COMPROMESSO tra}$

- $\max[ E_{co,1}(Y) ]$
- $\min[ E_{co,2}(Y) ]$
- $\min[ T_{ec}(Y) ]$
- $\min[ A_{mb}(Y) ]$

# Tipologie di approccio MULTICRITERIALE

- Diversi metodi per pervenire ad una valutazione (**giudizio di merito**) o all'identificazione della soluzione soddisfacente (**ranking**) dovendo scegliere tra un **numero finito  $n$**  di alternative (**progetti**)
- Si distingue tra:

**Analisi multiattributo**

**Analisi multicriteri**



# Tipologie: Analisi MULTIATTRIBUTO

- ❖ I **CRITERI** sono espressi da **indicatori** denominati **ATTRIBUTI**
- ❖ Ogni progetto riceve un **punteggio parziale** dipendente dal **valore assunto dall' attributo** e a eventuali **indici di priorità predefiniti**
- ❖ Il **punteggio totale** deriva poi dalla somma dei punteggi parziali
- ❖ Gli indicatori possono anche essere classificati secondo un *ordine gerarchico* che porta a considerare i criteri secondo livelli di aggregazione crescenti (**ANALISI GERARCHICA**)
- ❖ Il progetto viene infine valutato o attraverso un singolo indice (*ranking*), o un insieme di indici aggregati (*diagrammi radar*)
- ❖ Il metodo può anche essere usato **in modalità non comparativa** (*applicabile ad un singolo progetto*)



# Tipologie: Analisi MULTICRITERI

- ❖ I **CRITERI** sono espressi da **indicatori** che esprimono gli impatti (o effetti) di ciascun progetto rispetto alle diverse tipologie di "ambiente" di riferimento (**componente oggettiva**)
- ❖ Ogni **indicatore** può essere di tipo **Beneficio** o **Costo (B/C)** ed essere espresso attraverso scale *quantitative o qualitative*
- ❖ Ad ogni *Criterio-indicatore* è associato un **peso**, che esprime il **livello di priorità** del decisore rispetto a quel criterio (**componente soggettiva**)
- ❖ Attraverso opportuni algoritmi di calcolo (*basati su ripetuti confronti a coppie*) si calcolano **indici di preferenza** dai quali si possono ottenere i **ranking di gradimento dei progetti**
- ❖ Il metodo consente **valutazioni comparative** su un insieme di almeno **3 progetti**

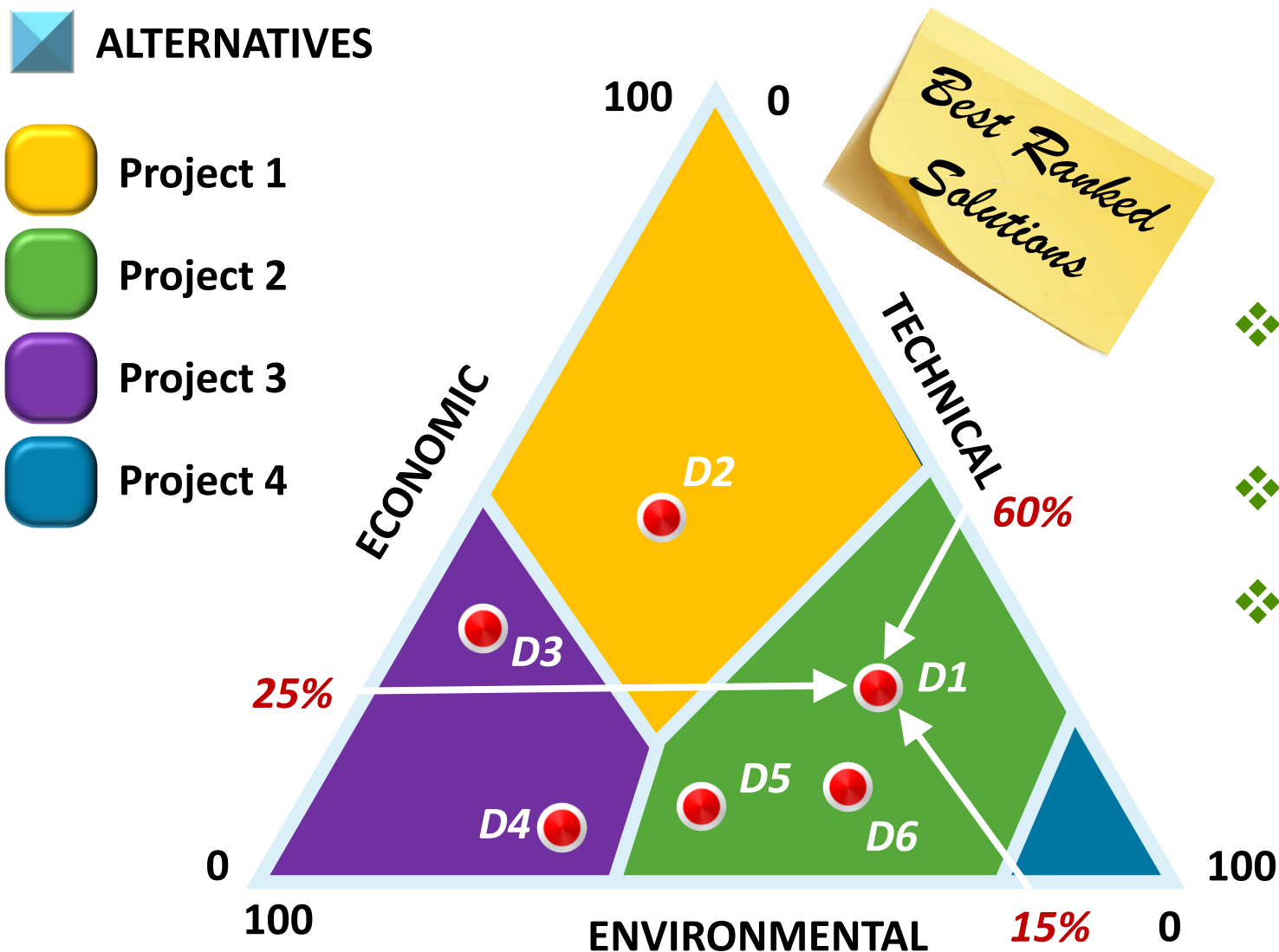
Matrice degli effetti

Matrice delle priorità

Matrice delle preferenze







# Multicriteri con analisi di sensitività

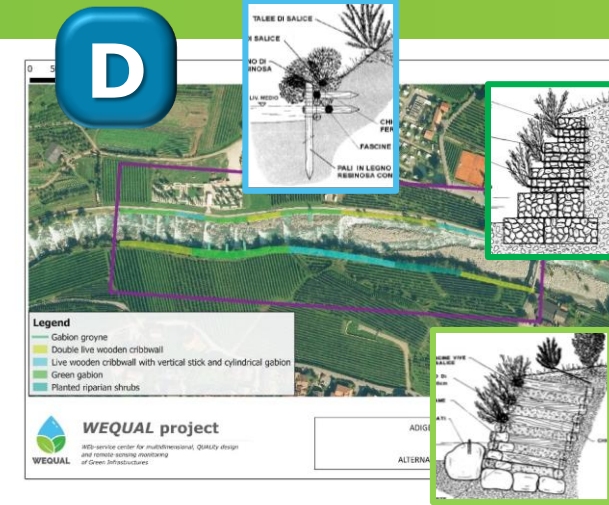
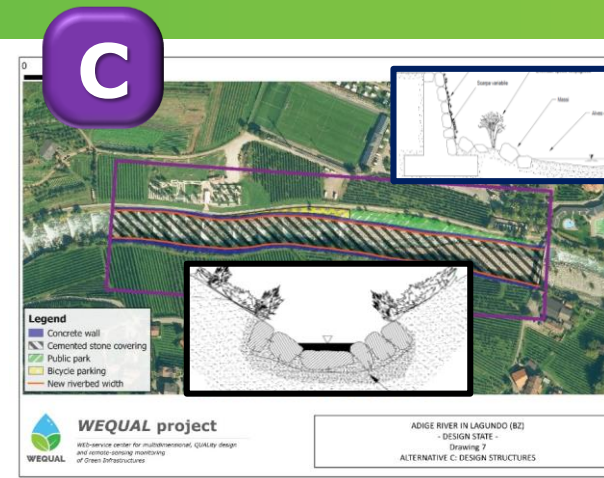
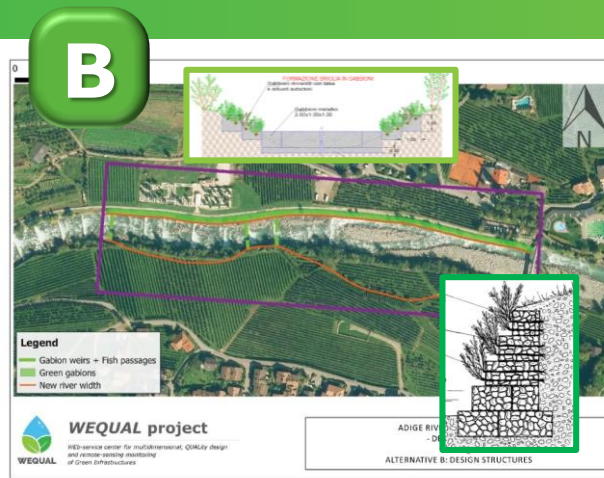
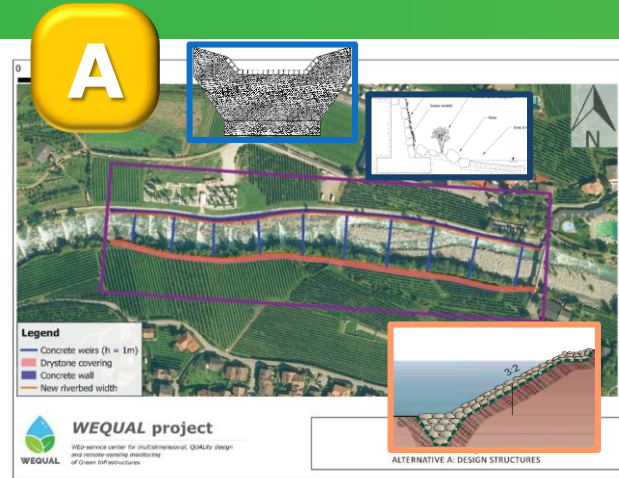


- ❖ Richiede preventiva classificazione dei criteri iniziali in 3 **categorie** (**TEC, ECO, ENV**)
- ❖ Le categorie sono definibili dai decisori (*customizzazione*)
- ❖ **Simulazione** con calcolo di tutte le possibili combinazioni di pesi tra le tre categorie

# Prospettive e conclusioni

-  Il sistema informativo (**SIW**) di WEQUAL é stato sviluppato con l'obiettivo di fornire un **ambiente integrato di supporto** a *progettisti, tecnici di amministrazioni pubbliche, ricercatori e policy maker* nella valutazione di nuove opere di interesse idraulico, specie se orientate alle **logiche GI**
-  Al momento si compone di **due applicativi web** indipendenti, benché utilizzabili in modo perfettamente integrato, anche rispetto alle informazioni ottenibili coi monitoraggi territoriali e relative interpretazioni automatizzate
-  In prospettiva, si potrà valutare l'opportunità di creare un **centro servizi** con **competenze interdisciplinari**, che – previa ingegnerizzazione di tutte le acquisizioni di cui sopra - sarà in grado di offrire agli utenti un accesso facilitato a strumenti e metodi di calcolo generamente complessi
-  **... Community WEQUAL?**

# Caso di studio dimostrativo

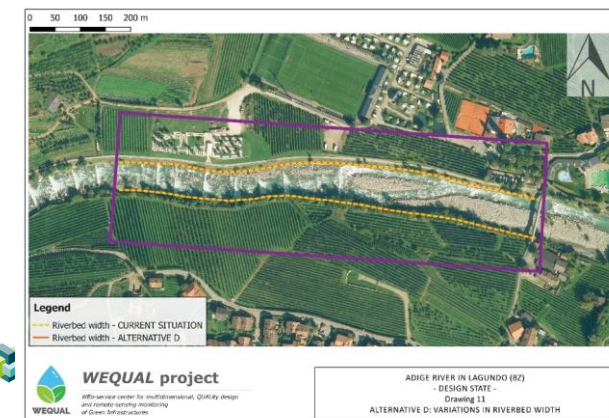
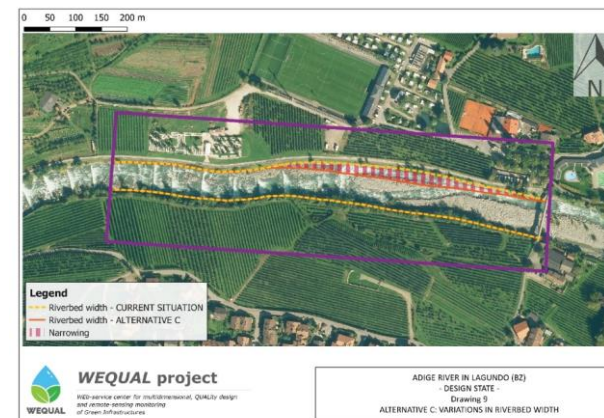
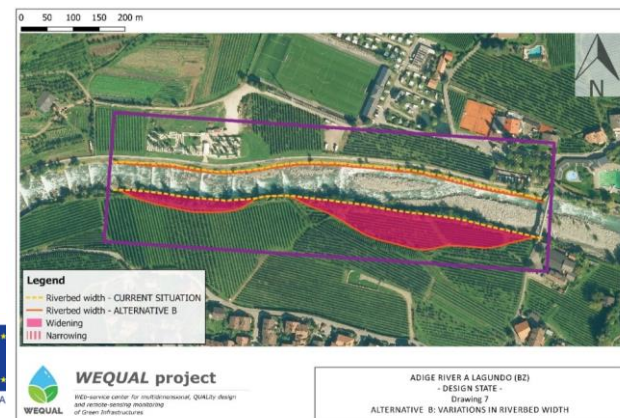
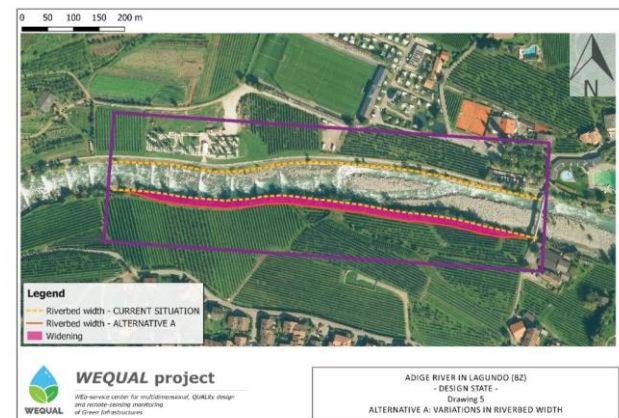


- 10 x briglie calcestruzzo
- rivestimento massi sciolti
- muri calcestruzzo, rivestimento pietrame
- Allargam. fascia perfluviale dx

- gabbionata verde
- briglie in gabbioni con scala risalita pesci
- restringimento fascia perfluviale sx
- Allargam. fascia perfluviale dx

- muri calcestruzzo, rivestimento pietrame
- rivestimento massi cementati
- restringimento fascia perfluviale sx (parco pubblico, parcheggio biciclette)

- palificata doppia viva
- pal. Viva, palo verticale, gabbione cilindrico
- gabbionata verde
- Piantag. arbustiva ripariale dx





**Grazie per  
l'attenzione**