

# COMUNE DI ASCOLI PICENO

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

## PROGETTO

“STUDIO PROPEDEUTICO PER IL PARERE DEL GENIO CIVILE ALL’ADOZIONE DELLA VARIANTE URBANISTICA PER LA REALIZZAZIONE DEL NUOVO VELODROMO (LOTTO 1 E LOTTO 2) E DEL NUOVO BIKE PARK IN LOCALITA’ CAMPOLUNGO NEL COMUNE DI ASCOLI PICENO”

## COMMITTENTE

COMUNE DI ASCOLI PICENO

## ARGOMENTO DELLA TAVOLA

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA

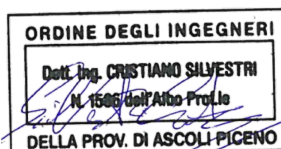
TAVOLA N.	DATA	SCALA	CODICE
R_2	GIUGNO 2020		

## PROGETTISTA

ING. CRISTIANO SILVESTRI

Via Salaria 212, 63030, Stella di Monsampolo del Tronto

Tel: 347/2821068 e-mail: [silvestricris@libero.it](mailto:silvestricris@libero.it)



## SOMMARIO

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....	4
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	5
DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO.....	6
INDICAZIONI SULLE MISURE DI PERSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA .....	6
SCHEMA DI VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....	6
VOLUMI MINIMI DI INVASO.....	10
VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI UTILI A GARANTIRE L'INVARIANZA IDRAULICA .....	14
SISTEMI MODULARI GEOCELLULARI .....	15
SUPERFICI PERMEABILI .....	18

## PREMESSA

Il Comune di Ascoli Piceno, nell'ambito della variante urbanistica per la realizzazione del nuovo velodromo e del nuovo Bike Park in località Campolungo, ha incaricato l'ing. Silvestri Cristiano di redigere la Verifica per l'invarianza idraulica, ai sensi dell'art.10, comma 3 della L.R. 22 del 23.11.2011.

Lo studio è stato condotto sulla base delle seguenti norme:

- art.10, comma 3 della Legge Regionale n.22/2011 (Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n.34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n.22)
- D.G.R. n.53 del 21.01.2014 (CRITERI, MODALITA' E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI), pubblicata sul B.U.R. della Regione Marche n.19 del 17.02.2014 (d'ora in avanti *Criteri*).

Inoltre sono stati perseguiti, per quanto possibile, i principi contenuti nelle:

- "LINEE GUIDA" generali, pubblicate in data 04.04.2014, e richiamate nel Titolo I della D.G.R.n.53/2014, seppur non vincolanti, ma di natura esplicativa dei contenuti dei *Criteri*; nello specifico si è consultata la parte "B" (Sviluppo della Verifica per l'invarianza idraulica) delle Linee Guida.

La L.R. n.22/2011, all'articolo 10, comma 3 prevede che *"Al fine altresì di evitare gli effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione"*. La D.G.R. n.53/2014 contiene i criteri tecnici utili alla definizione delle Verifiche di Compatibilità Idraulica (V.C.I.), nonché i principi per il perseguimento dell'"Invarianza idraulica (I.I.)", il tutto in attuazione di quanto previsto all'art.10, comma 4 della L.R. n.22/2011. Al paragrafo 3.3 della D.G.R. n.53/2014 è previsto che "gli enti competenti al rilascio dei titoli abilitativi ad attività di trasformazione del suolo provocanti una variazione della permeabilità superficiale accertano siano applicate le previsioni del titolo III" della delibera stessa. Le *Linee Guida* ribadiscono che *"l'applicazione delle misure per l'invarianza idraulica, qualora richieste, costituisce ulteriore elemento da soddisfare per il rilascio del titolo abilitativo alla realizzazione degli interventi edilizi"*.

*L'intervento proposto comporta la trasformazione del suolo con conseguente variazione della permeabilità superficiale, pertanto deve prevedere misure compensative allo scopo di perseguire il principio di invarianza idraulica. In sintesi l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo. Il criterio deve tener conto dell'effettivo grado di consumo della risorsa associato ad ogni singolo intervento, e richiedere azioni compensative proporzionate di conseguenza. Anche le misure da applicare sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione ed a tal fine vengono indicate, al titolo III dei Criteri, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. Si riporta al capitolo 5 la determinazione della classe dell'intervento in funzione delle soglie dimensionali definite nella tabella n.1 della D.G.R n.53/2014.*

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE

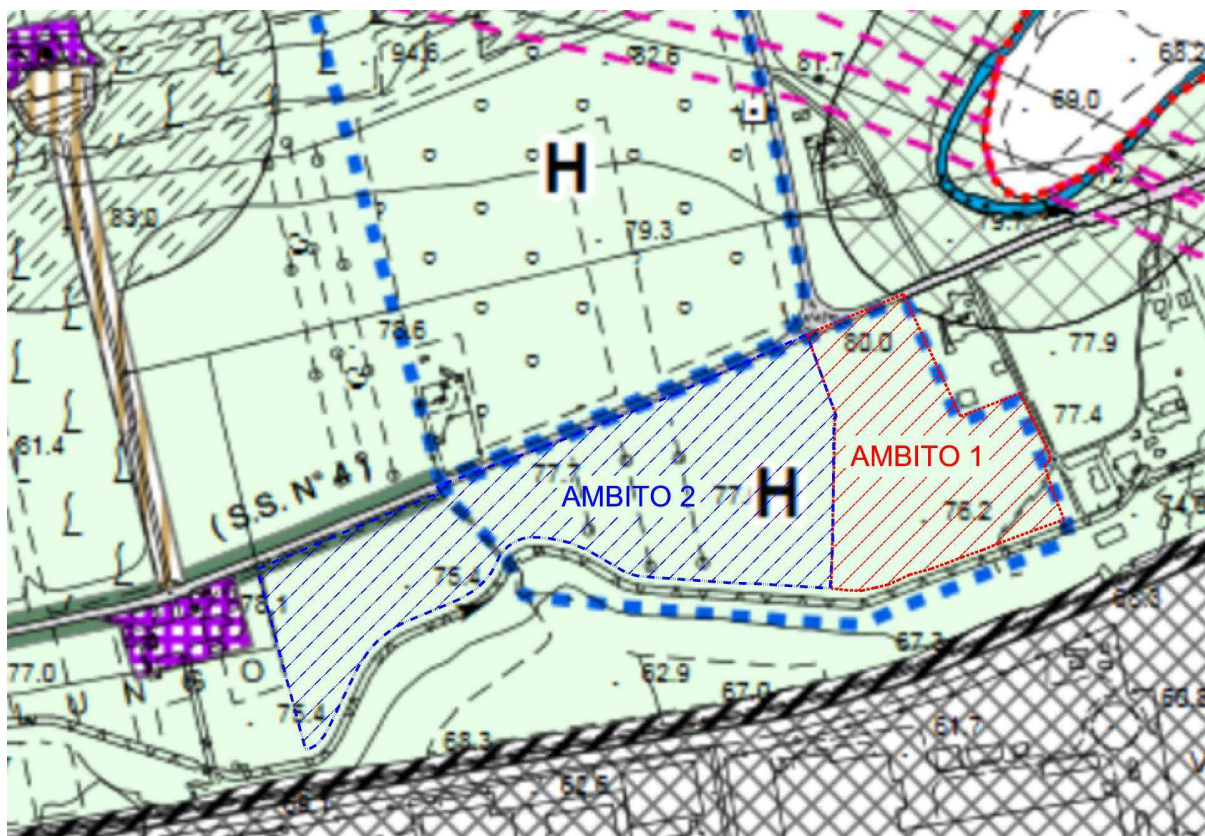
L'area interessata dalla variante urbanistica per la realizzazione del velodromo (AMBITO 1) e del Bike Park (AMBITO 2) è situata alla periferia Est del Comune di Ascoli Piceno nella zona Campolungo; confina a nord con la Strada Statale n.4, a sud con il canale del Consorzio di Bonifica delle Marche, ad est e ad ovest con privati.

L'area d'intervento ha un'estensione di circa 8,2 ettari ed interessa aree incolte inserite in un contesto scarsamente urbanizzato, caratterizzato da case sparse con ampi appezzamenti di terreni agricoli.

L'area è suddivisa in n.2 ambiti:

- AMBITO 1 Velodromo con i servizi annessi
- AMBITO 2 Bike Park con i relativi servizi annessi

Come riportato nell'immagine successiva:



L'area oggetto d'intervento è ubicata a circa 77 metri s.l.m., situata in area parzialmente antropizzata, ha pressoché un andamento pianeggiante con una lieve pendenza verso Nord e insiste sui depositi delle Alluvioni Terrazze del terzo ordine (*Pleistocene sup.*) di natura prevalentemente sabbiosa debolmente limosa a luoghi ghiaiosa e sono in copertura della locale formazione delle Peliti (*Pliocene*).

L'area insiste su un esteso terrazzo alluvionale del terzo ordine (*Pleistocene sup*) generatosi a seguito di alterni periodi di incisione e sedimentazione. L'importante sollevamento tettonico iniziato nel Pleistocene medio, ha poi permesso l'approfondimento del letto fluviale all'interno dei depositi fino alla sottostante formazione pliocenica (Peliti).

Nell' area in oggetto, la formazione basale (Peliti) si attesta ad una profondità di circa 6.00/9.00 metri rispetto al piano campagna.

Dal punto di vista geologico la zona pianeggiante è interessata dalla seguente successione stratigrafica:

- Suolo vegetato di natura limosa
- Sabbia limosa passante a limo sabbioso (costituenti il locale terrazzo alluvionale di III ordine) con livelletti argillosi e calcinelle, al contatto con le sottostanti ghiaie, aumenta la componente sabbiosa.
- Ghiaia in matrice sabbiosa
- Argilla grigio azzurra.

## INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico dell'area oggetto d'intervento risulta fortemente influenzato dalla presenza, del Fiume Tronto a Sud e del Torrente Chifente a Nord-Est. I due corsi d'acqua costituiscono gli assi drenati dell'area.

Lo smaltimento delle acque profonde, in corrispondenza dell'area in esame, è dovuto alla buona permeabilità ( $K$  compreso tra  $1 \times 10^{-5}$  m/s e  $1 \times 10^{-7}$  m/s) della coltre detritica e del sottostante strato ghiaioso sabbioso. Le acque infiltratesi in profondità verranno poi definitivamente tamponate in corrispondenza della formazione Pelitica, andando ad alimentare la sottostante falda acquifera che viene naturalmente drenata verso gli assi fluviali e che, localmente, si attesta ad una profondità di **-7,60 m** dal p.c. La ricarica di detta falda avviene perlopiù ad opera di circuiti relativamente brevi e superficiali connessi al regime pluviometrico.

Dall'analisi delle mappe derivanti dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Tronto (Legge 18/05/1989 n° 183 e s.m.i. – adottato con deliberazione del comitato istituzionale n° 3 del 07/06/2007), risulta che l'area in oggetto non è interessata da fenomeni franosi o soggetta a rischio esondazione.



Nella realizzazione delle diverse soluzioni per garantire l'invarianza idraulica si può tener conto della buona capacità di assorbimento dei terreni oltre una certa profondità, circa 70/80cm dall'attuale piano campagna.

## DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO

Le misure da applicare per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica, in termini di prestazioni attese, sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione. A tal fine vengono indicate, al titolo III dei *Criteri*, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. I parametri di riferimento sono l'estensione superficiale dell'intervento ed il grado di impermeabilizzazione. Per la computazione della superficie di intervento viene considerata la somma delle superfici dei singoli ambiti. Tale superficie ha un'estensione di 81.995,86 mq. Poiché l'estensione in superficie è compreso tra 1 e 10 ha, l'intervento proposto ricade nella **terza classe di intervento ("significativa impermeabilizzazione potenziale")**, secondo quanto stabilito dalla tabella n.1 della D.G.R n.53/2014.

## INDICAZIONI SULLE MISURE DI PERSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Allo scopo di determinare le misure per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica, occorre conoscere con esattezza l'entità e la tipologia di trasformazioni del suolo in ogni suo punto. Non essendo possibile determinare, con esattezza alcune scelte progettuali per ogni singolo intervento, ai sensi del punto 3.4 della D.G.R. n.53/2014, viene redatto uno schema di valutazione dell'invarianza idraulica (paragrafo successivo) e vengono analizzate alcune ipotesi di interventi utili a garantire la stessa (paragrafo successivo).

## SCHEMA DI VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Per redigere una valutazione analitica dell'invarianza idraulica, occorrerebbe definire in dettaglio:

- la tipologia di trasformazione del suolo con individuazione dei materiali
- l'impostazione altimetrica degli interventi
- il sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

L'intervento in esame è inquadrabile nella **terza classe di intervento**, secondo la classificazione di cui alla tabella 1 - paragrafo 3.4 - dei *Criteri* e come indicato nel paragrafo precedente della presente relazione. Pertanto, la trasformazione correlata all'intervento proposto determinerà una **significativa impermeabilizzazione potenziale**.

L'intervento, così inquadrato, dovrà garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica attraverso:

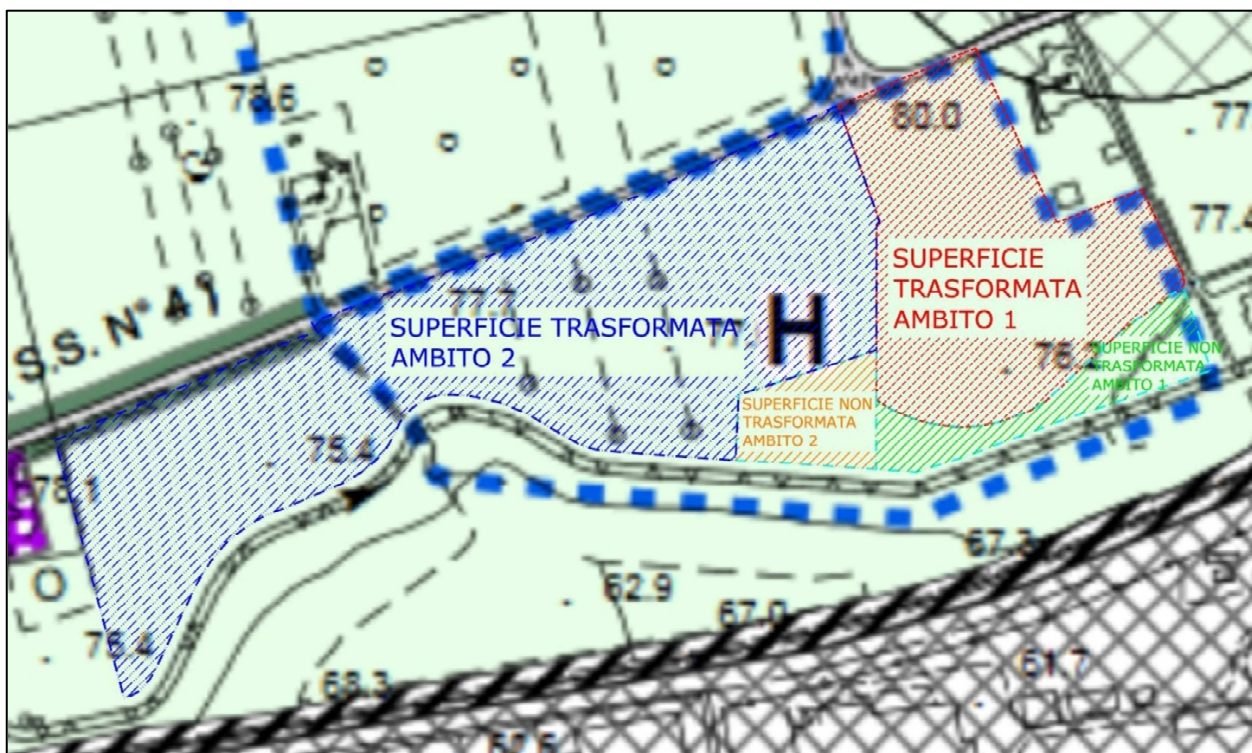
- la realizzazione di un volume minimo di invaso
- la realizzazione di manufatti di protezione e di regolazione delle portate, allo scopo di garantire la conservazione della portata massima defluente dell'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni.

In tale ottica, si è ipotizzato che le superfici oggetto di trasformazione saranno caratterizzate da valori dei coefficienti IMP e PER variabili secondo quanto riportato nella tabella seguente:

TIPO DI SUPERFICIE	C
Superfici permeabili (aree agricole, aree verdi, boschi etc....)	0,1 – 0,4
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc...)	0,5 – 0,7
Superfici impermeabili (tetti, strade, piazzali, ecc...)	0,8 – 1

Sulla base di tale assunzione sono stati determinati i coefficienti medi IMP e PER correlabili agli interi ambiti.

In particolare sia nell'AMBITO 1 che nell'AMBITO 2 ci sono superfici non oggetto di trasformazione come evidenziato nell'immagine sotto riportata:



All'interno della superficie trasformata dell'AMBITO 1 si ipotizza una sistemazione delle aree come indicato nello stralcio planimetrico di seguito riportato:



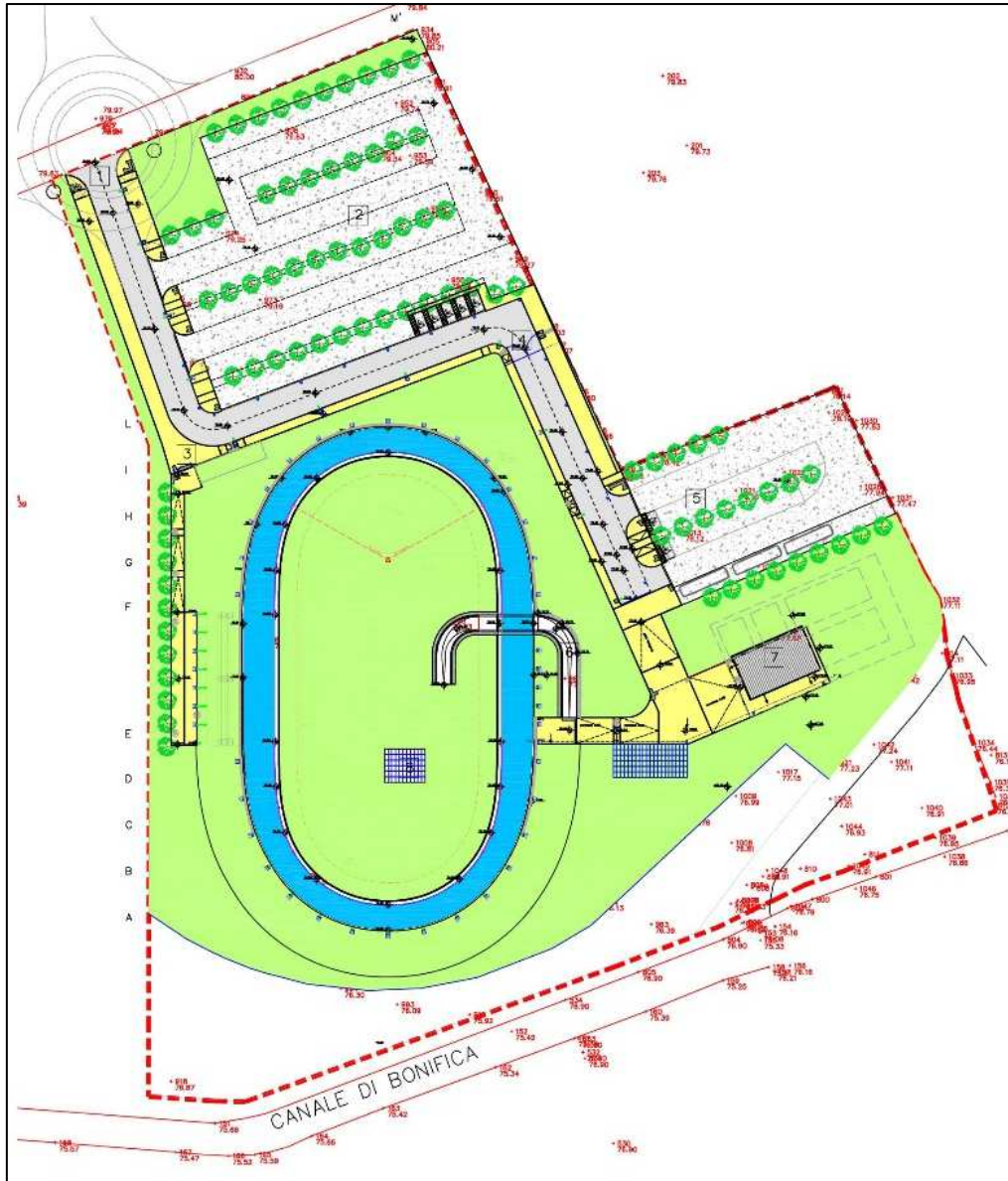


Figura 1 - STRALCIO PLANIMETRICO VELODROMO



Figura 2 - LEGENDA

All'interno della superficie trasformata dell'AMBITO 2 si ipotizza una sistemazione delle aree come indicato nello stralcio planimetrico di seguito riportato:

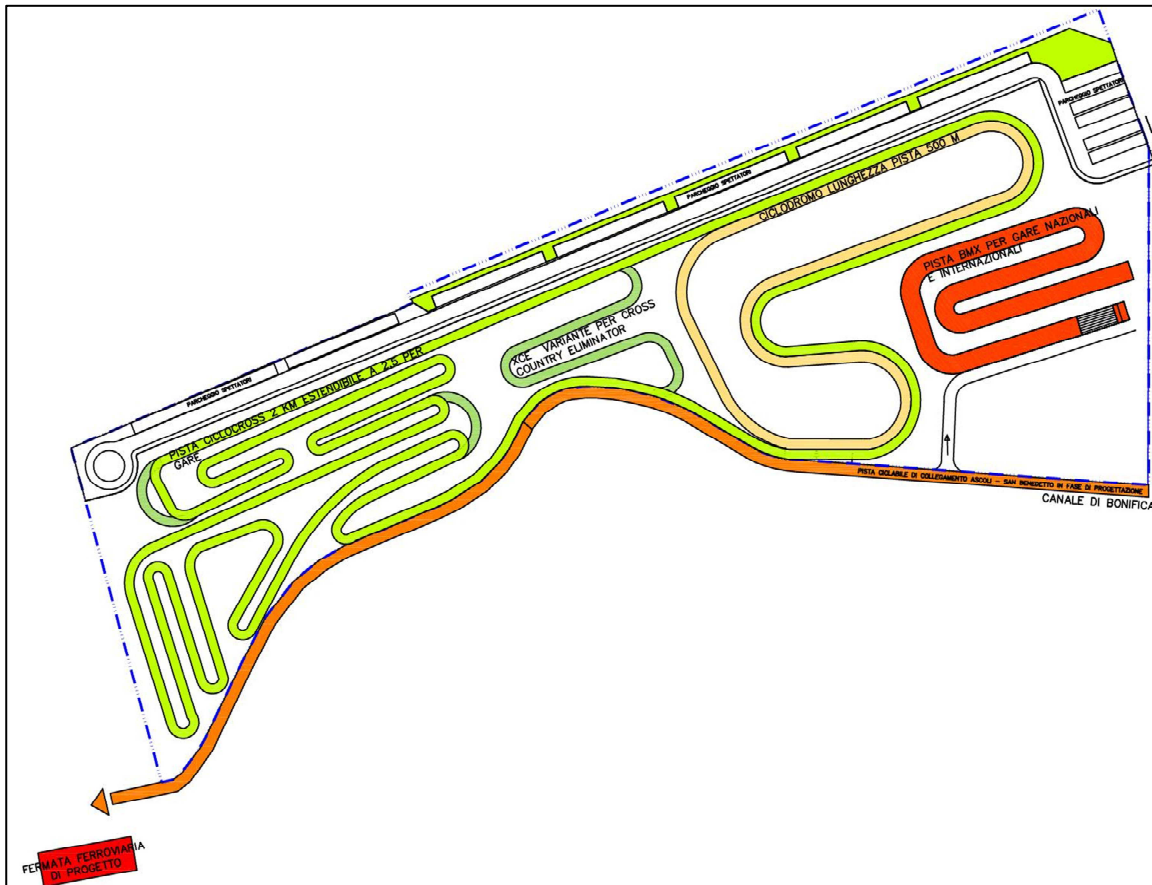


Figura 3 - STRALCIO PLANIMETRICO BIKE PARK

LEGENDA

	AMBITO DI INTERVENTO ULTERIORI PISTE(5,7 HA CIRCA ) lotto 2 DA FINANZIARE
	PISTA CICLODROMO 500 M
	PISTA BMX PER GARE INTERNAZIONALI
	PISTA CICLABILE ASCOLI-SAN BENEDETTO
	PISTA CICLOCROS 2000 M
	PISTA XCE VARIANTE PER CROSS COUNTRY ELIMINATOR

## VOLUMI MINIMI DI INVASO

Nell'ambito del presente studio è stato effettuato un calcolo dei volumi minimi di invaso di ciascun ambito. Si riporta di seguito il riepilogo dei calcoli per la determinazione dei volumi minimi di invaso per ciascun ambito:

### Ambito 1

DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'						
	Descrizione tipo di suolo	Superficie S <sub>i</sub> (mq)	Coefficiente parziale di impermeabilità IMP <sub>i</sub>	S <sub>i</sub> x IMP <sub>i</sub>	% area	note
ANTE OPERAM	Strade e percorsi pavimentati		1,00	0	0,00%	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)		0,30	0	0,00%	
	Incolto	4487,11	0,19	852,5509	16,27%	
	Aree depresse non in grado di sversare		0,00	0	0,00%	
	Aree verdi a raso	23098,23	0,30	6929,469	83,73%	
	Aree verdi in rilievo		0,48	0	0,00%	
	Edificato semintensivo		0,80	0	0,00%	
	Edificato intensivo		0,92	0	0,00%	
	TOTALI	27585,34		7782,0199	100,00%	
	<b>IMP°</b>			<b>0,28</b>		
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>7782,02</b>			
POST OPERAM	Strade e percorsi pavimentati	3465	1,00	3465	12,56%	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)		0,30	0	0,00%	
	Incolto	4487,11	0,19	852,5509	16,27%	
	Pista Velodromo	2192	1,00	2192	7,95%	
	Aree verdi a raso	11148,13	0,30	3344,439	40,41%	
	Tettoie, box prefabbricati, edificato	818	1,00	818	2,97%	
	Gradinata	255	1,00	255	0,92%	
	Parcheggi a ghiaietto	5220,1	0,50	2610,05	18,92%	
	TOTALI	27585,34		13537,04	100,00%	
	<b>IMP°</b>			<b>0,49</b>		
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>13537,04</b>			

## DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO AMBITO 1

	Superficie fondiaria-lotto (mq) =	27585,34	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento								
<b>ANTE OPERAM</b>												
	Superficie impermeabile esistente =	7782,02	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)								
	Imp° =	0,28										
	Superficie permeabile esistente (mq) =	19803,32	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)								
	Per° =	0,72										
	Imp° + Per° =	1,00										
<b>POST OPERAM</b>												
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto =	13537,04	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)								
	Imp =	0,49										
	Superficie permeabile di progetto =	14048,30	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)								
	Per =	0,51										
	Imp + Per =	1,00										
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>												
	Superficie trasformata/livellata =	23098,23	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola								
	I =	0,84										
	Superficie agricola inalterata =	4487,11	mq	superficie inalterata								
	P =	0,16										
	I + P =	1,00										
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>												
$\phi^\circ$	$0,9 \times Imp^\circ + 0,2 \times Per^\circ =$		0,9	x	0,28	+	0,2	x	0,72	=	0,40	
$\phi$	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per =$		0,9	x	0,49	+	0,2	x	0,51	=	0,54	
$W$	$w = w^\circ (\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^\circ P =$		50	x	1,83	-	15	x	0,84	-	50 x 0,16 = 70,57	mc/ha
$W^\circ$	$50 \text{ mc/ha}$											
$(\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))}$	$1,37$											
$1,92$												
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>			70,57	:	10.000,00	x	27.585,34	=	194,68	mc		

## Ambito 2

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	Descrizione tipo di suolo	Superficie S <sub>i</sub> (mq)	Coefficiente parziale di impermeabilità IMP <sub>i</sub>	S <sub>i</sub> x IMP <sub>i</sub>	% area	note	
ANTE OPERAM	Strade e percorsi pavimentati		1,00	0	0,00%		
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)		0,30	0	0,00%		
	Incolto	4732,85	0,19	899,2415	8,70%		
	Aree depresse non in grado di sversare		0,00	0	0,00%		
	Aree verdi a raso	49677,67	0,30	14903,301	91,30%		
	Aree verdi in rilievo		0,48	0	0,00%		
	Edificato semintensivo		0,80	0	0,00%		
	Edificato intensivo		0,92	0	0,00%		
	TOTALI	54410,52		15802,543	100,00%		
		<b>IMP°</b>		<b>0,29</b>			
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>15802,54</b>				
POST OPERAM	Pista ciclodromo	2479,46	1,00	2479,46	4,56%		
	Strada	5134	1,00	5134	9,44%		
	Parcheggi asfaltati		1,00	0	0,00%		
	Pista ciclocross	9130,86	0,50	4565,43	16,78%		
	Aree verdi a raso	27601,16	0,30	8280,348	50,73%		
	Incolto	4732,85	0,19	899,2415	8,70%		
	Pista BMX	2915,87	0,50	1457,935	5,36%		
	Gradinata	0	1,00	0	0,00%		
	Parcheggi a ghiaietto	2416,32	0,50	1208,16	4,44%		
	TOTALI	54410,52		24024,575	100,00%		
		<b>IMP°</b>		<b>0,44</b>			
		<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>24024,57</b>			

## DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO AMBITO 2

<b>ANTE OPERAM</b>	Superficie fondiaria-lotto (mq) =	54410,52	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento												
	Superficie impermeabile esistente =	15802,54	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
	Imp° =	0,29														
	Superficie permeabile esistente (mq) =	38607,98	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
	Per° =	0,71														
	Imp° + Per° =	1,00														
<b>POST OPERAM</b>																
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto =	24024,57	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
	Imp =	0,44														
	Superficie permeabile di progetto =	30385,95	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)												
	Per =	0,56														
	Imp + Per =	1,00														
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>																
	Superficie trasformata/livellata =	49677,67	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola												
	I =	0,91														
	Superficie agricola inalterata =	4732,85	mq	superficie inalterata												
	P =	0,09														
	I + P =	1,00														
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>																
$\phi^{\circ}$	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$ =		0,9	x	0,29	+	0,2	x	0,71	=	0,40					
$\phi$	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$ =		0,9	x	0,44	+	0,2	x	0,56	=	0,51					
<b>W</b>	$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{(1/(1-n))} - 15 l - w^{\circ} P$ =		50	x	1,57	-	15	x	0,91	-	50	x	0,09	=	60,21	mc/ha
<b>W°</b>	50 mc/ha															
$\left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{(1/(1-n))}$	1,26															
	1,92															
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>				60,21	:	10.000,00	x	54.410,52	=	327,60	mc					



## SISTEMI MODULARI GEOCELLULARI

I sistemi modulari geocellulari, D9 della tabella sopra riportata, hanno sia funzione di detenzione che di infiltrazione. Un esempio di sistema disperdente è il DRENING, un elemento modulare in PEAD, studiato per la realizzazione di trincee/bacini disperdenti per le acque meteoriche. Si riportano di seguito:

**Dimensioni:** 120x80x40 cm

**Materiale:** PEAD (100% rigenerato)

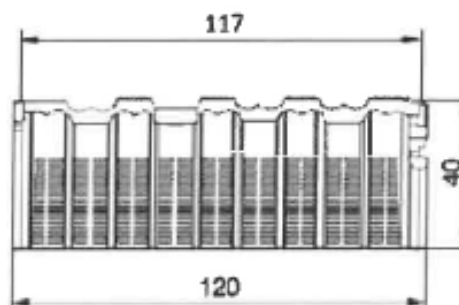
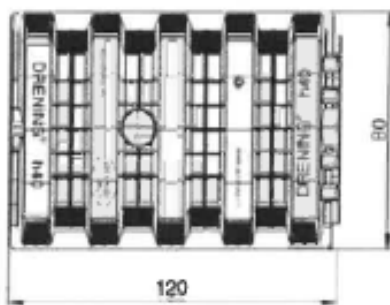
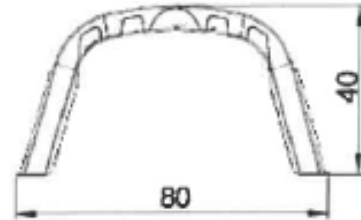
**Peso singolo elemento:** 11 kg

**Superficie di infiltrazione laterale:** 2.800 cm<sup>2</sup>

**Superficie di infiltrazione complessiva:** 12.400 cm<sup>2</sup> (compreso fondo aperto)

**Imballo:** 40 pezzi

**Dimensioni imballo:** 120x80x230 cm



L'elemento Drening è dotato di un tappo di chiusura che va posizionato all'inizio e alla fine di ciascuna fila di elementi. Va agganciato per semplice incastro ed è dotato di tracce per l'innesto rapido dei tubi di alimentazione e scarico.

Nel caso in esame si ipotizza un pacchetto per la posa degli elementi in PEAD così realizzato:

- 10cm di ghiaia 20/40mm
- 40cm di DRENING
- 30 cm ghiaia 20/40
- Geotessuto
- 25cm stabilizzato o terreno di riempimento
- Finitura (asfalto o verde o betonelle etc....)

Per una profondità complessiva di 120 cm.

Si calcola il volume di vaso specifico, cioè quanti metri cubi di acqua riesce ad invasare un metro quadro di bacino (camera Drening+ghiaia).



L'elemento Drening una volta installati, perdono 3cm in lunghezza per l'incastro. Per cui la lunghezza di ogni elemento passa da 120cm a 117cm.

Come indicato nel manuale tecnico, l'invaso della camera Drening è 0,31 mc/pz ed una singola camera occupa  $0,8 \times 1,17 = 0,936 \text{mq}$ . Dunque l'invaso specifico della camera Drening risulta:  $0,31/0,936 = 0,33 \text{ mc/mq}$ .

Si elencano gli invasi specifici della ghiaia che ricopre il bacino, considerando un volume dei vuoti pari a 0,3:

- Ghiaia sottostante gli elementi: 0,03mc/mq
- Ghiaia sovrastane gli elementi: 0,09 mc/mq
- Ghiaia circostante a raso: 0,0252 mc/mq

Dunque l'invaso specifico totale risulta essere 0,475 mc/mq.

Pertanto considerando i volumi minimi d'invaso per l'Ambito 1 e l'Ambito 2 si ottengono le seguenti superfici di elementi Drening:

### AMBITO 1

Volume minimo= 195 mc

Capacità sistema Drening + ghiaia=0,475 mc/mq

Si ottiene una superficie di **410,5 mq approssimata a 411mq.**

Occorre verificare il tempo di residenza idraulica, per stabilire se il bacino che lavora solo per infiltrazione è in grado di svuotarsi in tempi ragionevoli.

Lo schema che si ha è di seguito riportato:



Il tempo di residenza idraulica è dato dalla seguente relazione:

$$t = V / Q_{inf} = V / (S_{inf} \cdot k \cdot i)$$

dove:

$S_{inf}$  = superficie di infiltrazione mq

$K$  è la permeabilità del terreno m/s

$i$  è la cadente piezometrica (che viene assunta pari a 1)

Considerando sempre come superficie di infiltrazione il solo fondo degli elementi Drening si ottiene:

$$t = \frac{V}{Q_{INF}} = \frac{V}{S \cdot k} = \frac{195}{\frac{411 \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{3600}} = 13,17 \text{ h}$$

In Italia non esiste una normativa specifica che fornisce dei valori di riferimento per il tempo di residenza idraulica in un sistema disperdente, viene lasciata discrezionalità al progettista dell'opera. Alcune normative internazionali, come quella tedesca, suggeriscono un valore pari a 48 ore, che è l'intervallo di tempo mediamente osservato tra 2 eventi piovosi intensi successivi.

Nel caso in esame il tempo di residenza idraulica è ben al di sotto del valore di 48 ore, pertanto si può asserire che il sistema previsto è in grado di smaltire da solo il volume di pioggia in modo completo con la sola dispersione, prima che un nuovo evento critico abbia luogo.

## AMBITO 2

Volume minimo = 328 mc

Capacità sistema Drening + ghiaia = 0,475 mc/mq

Si ottiene una superficie di **690,5 mq approssimata a 691mq.**

Occorre verificare il tempo di residenza idraulica, per stabilire se il bacino che lavora solo per infiltrazione è in grado di svuotarsi in tempi ragionevoli.

Considerando sempre come superficie di infiltrazione il solo fondo degli elementi Drening si ottiene:

$$t = \frac{V}{Q_{INF}} = \frac{V}{S \cdot k} = \frac{328}{\frac{691 \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{3600}} = 13,17 \text{ h}$$

Nel caso in esame il tempo di residenza idraulica è ben al di sotto del valore di 48 ore, pertanto si può asserire che il sistema previsto è in grado di smaltire da solo il volume di pioggia in modo completo con la sola dispersione, prima che un nuovo evento critico abbia luogo.

---

## SUPERFICI PERMEABILI

Un altro sistema di invaso possibile, considerate le caratteristiche morfologiche della zona, consiste nella creazione di microaree permeabili, il più possibile diffuse in modo da favorire i meccanismi di infiltrazione. Tali aree, che possono essere ubicate all'interno delle piste da cross o all'interno delle aree verdi, prevedono strati di raccolta inferiore ove l'acqua viene contenuta prima di essere infiltrata nel terreno sottostante.

In particolare considerando uno strato di ghiaia dello spessore di 80cm si definiscono le seguenti superfici minime da realizzare per ciascun ambito.

### AMBITO 1

Volume minimo= 195 mc

Capacità ghiaia=0,24 mc/mq

Si ottiene una superficie di **812,5 mq approssimata a 813mq.**

Occorre verificare il tempo di residenza idraulica, per stabilire se il bacino che lavora solo per infiltrazione è in grado di svuotarsi in tempi ragionevoli.

Il tempo di residenza idraulica è dato dalla seguente relazione:

$$t = V / Q_{inf} = V / (S_{inf} \cdot k \cdot i)$$

dove:

$S_{inf}$  = superficie di infiltrazione mq

$k$  è la permeabilità del terreno m/s

$i$  è la cadente piezometrica (che viene assunta pari a 1)

Considerando la superficie di infiltrazione pari alla superficie di detenzione si ottiene:

$$t = \frac{V}{Q_{INF}} = \frac{V}{S \cdot k} = \frac{195}{813 \cdot 1 \cdot 10^{-5}} = 6,66 \text{ h}$$

### AMBITO 2

Volume minimo= 328 mc

Capacità ghiaia=0,24 mc/mq

Si ottiene una superficie di **1.366,66 mq approssimata a 1367mq.**

Occorre verificare il tempo di residenza idraulica, per stabilire se il bacino che lavora solo per infiltrazione è in grado di svuotarsi in tempi ragionevoli.

Il tempo di residenza idraulica è dato dalla seguente relazione:

$$t = V / Q_{inf} = V / (S_{inf} \cdot k \cdot i)$$

dove:

$S_{inf}$  = superficie di infiltrazione  $m^2$

$k$  è la permeabilità del terreno  $m/s$

$i$  è la cadente piezometrica (che viene assunta pari a 1)

Considerando la superficie di infiltrazione pari alla superficie di detenzione si ottiene:

$$t = \frac{V}{Q_{INF}} = \frac{V}{S \cdot k} = \frac{195}{\frac{1.367 \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{3600}} = 3,96 \text{ h}$$