

ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA  
E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA  
MAXILOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO

CONTRAENTE GENERALE

**Val di Chienti**  
S.C.p.A.

IL RESPONSABILE DEL CONTRAENTE GENERALE

IL PROGETTISTA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO

ATI: TECHNITAL s.p.a. (mandataria)  
EGIS STRUCTURES & ENVIRONNEMENT S.A.  
SICS s.r.l. Società Italiana Consulenza Strade  
S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.  
SOIL Geologia Geotecnica Opere in sotterraneo Difesa del territorio

INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE *Dott. Ing. M. Raccosta*

IL GEOLOGO  
*Dott. Geol. F. Ferrari*

IL GEOLOGO

IL RESPONSABILE DELLA CONGRUENZA FUNZIONALE  
CON IL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO  
(ATI: TECHNITAL-EGIS-SOIL-SIS-SICS)

VISTO:IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Vincenzo Lomma*

VISTO:IL COORDINATORE DELLA  
SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE

LA DIREZIONE LAVORI

SUBLOTTO 1.2: S.S. 77 "VAL DI CHIEN TI" TRONCO PONTELATRAVE – FOLIGNO  
TRATTI FOLIGNO-VALMENOTRE E GALLERIA MUCCIA-PONTELATRAVE (inclusa galleria)

AREA DI CANTIERE BASE N. 5 (B5)  
RELAZIONE TECNICA SULL'INVARIANZA IDRAULICA

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050011 ex F12C03000050010 (comunicazione CIPE 20/04/2015)

REVISIONE

FOGLIO

SCALA

Operazione	Lotto	Stato	Settore	WBS	Disciplina	Tipo Doc.	N. Progress.	REVISIONE	FOGLIO	SCALA
LO703	A1	E	P	CA10100	IDR	REL	005	A	01 01	
D										
C										
B										
A	EMISSIONE				01/09/15	FALCONE	PELLEGRINI	RASIMELLI		
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	APPROVATO RESP. TECNICO ANAS	

## **Sommario**

INQUADRAMENTO.....	2
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
INVARIANZA IDRAULICA.....	8
CRITERI PROGETTUALI.....	16
CONCLUSIONI.....	20

## **INQUADRAMENTO**

L'intervento in progetto prevede la sistemazione delle aree di cantiere B5 e ST7, ubicate nel comune di Muccia, in provincia di Macerata, adibite a campo base e ad area di stoccaggio durante la realizzazione della nuova SS 77. Detta area si trova a sud del paese a ridosso del centro abitato sulla vallata che si estende fino a Costafiore. Su tale porzione di territorio è prevista la realizzazione, ad opera del Comune di Muccia, di un "Piano Insediamenti Impianti Sportivi", in Variante al P.d.F., attraverso un rimodellamento geomorfologico che avverrà mediante il riporto delle terre e rocce da scavo provenienti dai lavori di realizzazione delle gallerie. Per la realizzazione dei campi sportivi previsti dal progetto definitivo del Comune è necessario deviare un piccolo fosso minore, non demaniale, privo di denominazione catastale e topografica, attualmente esistente all'interno dell'area. Di seguito si riporta su base ortofoto l'area allo stato attuale, con indicati i limiti sia dell'occupazione provvisoria del cantiere (linea blu) sia quelli dell'intervento per la realizzazione degli insediamenti sportivi (linea rossa).



- - - - - LIMITE PIANO INSEDIAMENTI SPORTIVI  
 - - - - - LIMITE AREE SOGGETTE AD OCCUPAZIONE  
 PROVVISORIA CANTIERE ASSE VIARIO  
 UMBRIA - MARCHE E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE  
 INTERNA MAXILOTTO 1 SUBLOTTO 2.1: S.S. 77 "VAL DI  
 CHIENTI" TRONCO PONTELATRAVE - FOLIGNO

Fig. 1 - Area allo stato attuale (in blu il limite delle aree di cantiere B5 e ST7)

Si precisa che la presente relazione idraulica è quindi funzionale ad un progetto più ampio e che ne costituisce una fase preparatoria, non prevedendosi qui la sistemazione finale dell'area sportiva; tali lavorazioni saranno oggetto di futura esecuzione subordinata ad ulteriore appalto. Il progetto qui in esame prevede i seguenti interventi:

- smantellamento di tutte le attrezzature di cantiere
- realizzazione del nuovo tracciato del fosso, che viene ad essere spostato in sinistra idrografica;
- rimozione del materiale di stoccaggio presente nell'area, che sarà accantonato e stoccato in area idonea, per essere successivamente ricollocato sul nuovo profilo topografico di progetto;
- scoticamento del terreno vegetale, che sarà accantonato e stoccato in area idonea per essere successivamente ricollocato sulle aree da ripristinare a verde;
- riporto del materiale precedentemente accantonato per strati successivi compattati proveniente solo dalle gallerie stradali;

- utilizzando materiali con migliori caratteristiche meccaniche (calcarei marnosi) alla base e nella parte di valle del rilevato in progetto, in particolare relativamente alla porzione che aggetta verso valle;
- realizzazione di drenaggi di base trasversali sul rilevato che vanno a scaricare nella rete fognaria di progetto.

Le successive voci saranno oggetto di futura lavorazione e subordinato ad ulteriore appalto:

- inerbimento e impianto delle essenze vegetali, sempre per fasi, secondo la progressione del cantiere, tenendo conto, naturalmente, della idoneità o meno del periodo stagionale;
- allargamento e asfaltatura della strada di cantiere;
- realizzazione delle reti dei servizi sotto la sede stradale;
- ripristino dello strato di terreno vegetale per stralci, in quelle aree dove è previsto il ripristino del verde;
- realizzazione del campo da calcio;
- riadattamento funzionale dell'attuale mensa a spogliatoio per gli impianti sportivi;
- realizzazione del campo da calcio a 5;
- realizzazione dei campi da tennis;
- realizzazione del percorso ginnico;
- realizzazione di parcheggi all'interno delle aree impianti sportivi ad uso esclusivo dei fruitori degli impianti stessi.

Relativamente alla deviazione del fosso esistente che attraversa l'area di intervento si rimanda alla relazione idraulica specifica; qui verranno riportati i calcoli relativi ai volumi da reperire al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento e le modalità di reperimento degli stessi. Si precisa che in tale relazione verranno soddisfatte le osservazioni degli Enti agli elaborati del progetto definitivo dell'impianto sportivo (presentato dal Comune di Muccia), assunto come base progettuale.

## **DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

La scelta di realizzare l'impianto sportivo nelle aree di cantiere oggetto di dismissione è stata motivata principalmente dalla necessità del Comune di Muccia di dotarsi di un'area per gli impianti sportivi. Il progetto prevede un rimodellamento dell'area in modo tale da ricavarne un sito consono per un insediamento sportivo; in tal modo si verrebbe a sfruttare un'area in qualche modo già manomessa dal punto di vista ambientale (oltre

all'area di cantiere per lo stoccaggio di materiale, è presente il campo base con i dormitori, la mensa e le relative urbanizzazioni e strade di cantiere). Inoltre allo stato attuale, oltre all'area dormitori e a quella mensa, è presente la strada di cantiere; di conseguenza si è pensato di mantenere ed integrare nel progetto tali strutture e sovrastrutture, in quanto già parzialmente urbanizzate e quindi ritenute idonee ad assolvere funzioni connesse agli impianti sportivi.

La presenza del fosso minore (tributario del fiume Chienti) che attraversa centralmente l'area rende imprescindibile il suo spostamento. Con il rimodellamento si andrà ad ottenere un'area pianeggiante idonea per la realizzazione di due campi da tennis, un campo da calcio e un campo di calcio a 5; l'area dei dormitori situata su una sistemazione a gradoni sarà riutilizzata per la realizzazione di un futuro percorso ginnico attrezzato, mentre l'area circostante l'attuale mensa sarà riadattata alla funzione di spogliatoi per il campo da calcio e verrà utilizzata per i parcheggi degli atleti (tali interventi sono oggetto di futura lavorazione e subordinati ad ulteriore appalto). La strada di cantiere diventerà l'arteria di distribuzione degli impianti sportivi e verrà anche realizzato un nuovo tratto di strada che permetterà un collegamento a valle più agevole per il Rione Mazzini.

L'intera area oggetto di intervento ha un'estensione di circa 47'500 mq.

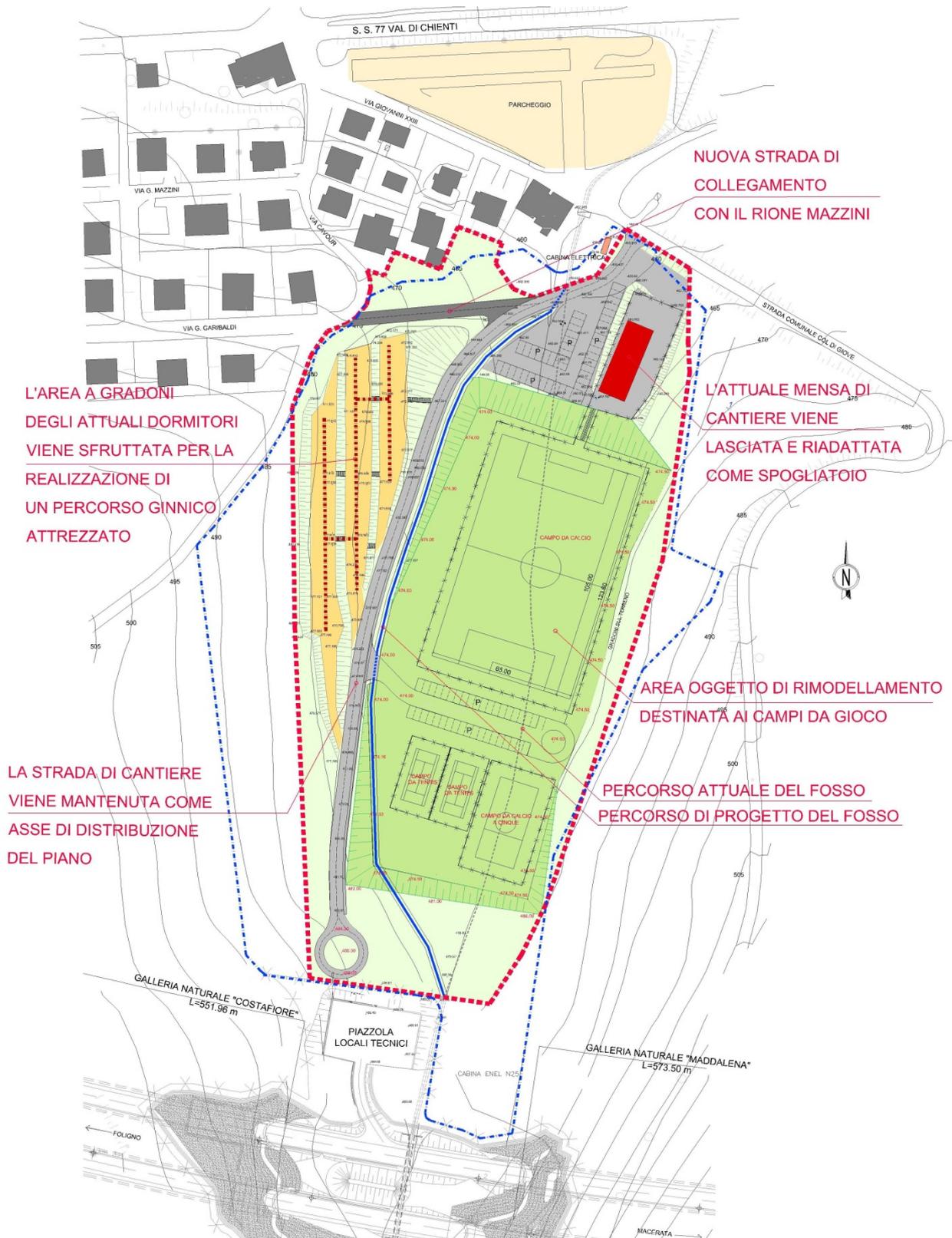


Fig. 2 - Planimetria con gli interventi progettuali

Allo stato attuale i luoghi si presentano già trasformati dall'area di cantiere e si presentano come riportato nella planimetria in figura 3.



Fig. 3 - Planimetria stato attuale

Ai fini dell'invarianza, essendo l'area di cantiere una trasformazione temporanea e soggetta solitamente a ripristino allo stato naturale dei luoghi, è necessario fare

riferimento come stato "ante operam" lo stato dei luoghi precedente alle lavorazioni per la realizzazione della SS 77, e quindi considerare l'intera area come permeabile (figura 4).

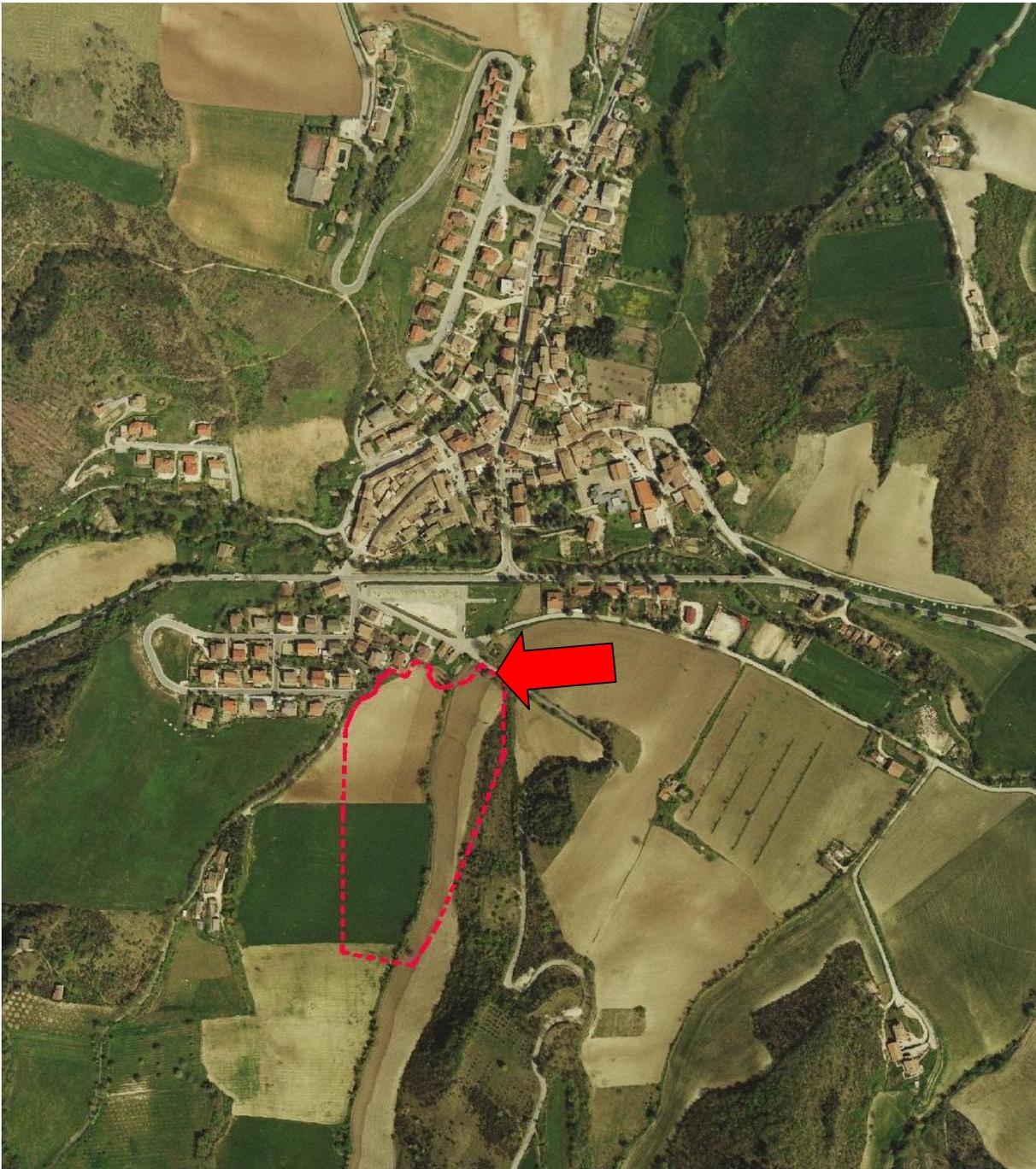


Fig. 4 - Area allo stato ante operam

### **INVARIANZA IDRAULICA**

La realizzazione dell'intervento sopra descritto comporta una variazione delle superfici all'interno dell'area in oggetto, che diverranno impermeabili o semipermeabili.

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli comporta un incremento dei volumi dei deflussi superficiali che vengono trasferiti verso valle ed una riduzione dei tempi con cui tali deflussi raggiungono il recettore finale. Di conseguenza, al fine di non alterare la funzionalità idraulica del territorio, sono necessarie azioni volte a mitigare gli effetti di tali interventi; queste azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione e in sistemi di restituzione al corpo idrico ricevente, tali da mantenere i colmi di piena prima e dopo la trasformazione inalterati.

Come riportato nelle Linee Guida "B", "Sviluppo della verifica per l'invarianza idraulica", allegata alla Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/01/2014, la misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) è data dal valore convenzionale:

$$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15I - w^{\circ}P$$

essendo  $w^{\circ} = 50$  mc/ha,  $\phi$  coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,  $\phi^{\circ}$  coefficiente di deflusso prima della trasformazione,  $n = 0.48$  (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta plausibile da numerosi studi sperimentali citati in letteratura - si veda ad es. Paoletti, 1996 -), ed I e P espressi come frazione dell'area trasformata.

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\phi$  e  $\phi^{\circ}$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\begin{aligned} \phi^{\circ} &= 0.9 \text{ Imp}^{\circ} + 0.2 \text{ Per}^{\circ} \\ \phi &= 0.9 \text{ Imp}^{\square} + 0.2 \text{ Per}^{\square} \end{aligned}$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice  $^{\circ}$ ) o dopo (se non c'è l'apice  $^{\circ}$ ).

Il calcolo del volume d'invaso richiede la definizione delle seguenti grandezze:

- a) quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); rientrano in tale quota anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate;
- b) quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- c) quota dell'area da ritenersi permeabile (Per°/Perm): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- d) quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp°/Imp) : tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Le caratteristiche dimensionali del progetto utili al calcolo dell'invarianza idraulica sono riportate nella tabella sottostante, relativamente all'intera area di intervento. Si precisa che i campi da tennis, data la loro conformazione, sono considerati come completamente impermeabili, mentre i campi da calcio, per i quali viene realizzato un sistema di drenaggio nel sottosuolo ad una profondità di circa 40 cm realizzato con tubi in PVC DN50 microforato (come riportato negli elaborati grafici del progetto definitivo presentato dal Comune), sono assunti come semipermeabili (al 50%). Gradoni, piazzali, strade secondarie e parcheggi sono realizzati in stabilizzato.

		Ante operam	Post operam
		mq	mq
Superficie impermeabile	Strade e piazzali	0.00	6'701.00
	Campi da tennis	0.00	1'224.00
	Edifici	0.00	437.00
	<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>8'362.00</b>
Superficie semipermeabile	Gradoni	0.00	3'782.00
	Piazzali e strade secondarie e parcheggi	0.00	7'587.00
	Campo da calcio a 5	0.00	1'500.00
	Campo da calcio	0.00	8'249.00
	<b>TOTALE</b>	<b>0.00</b>	<b>21'118.00</b>
Superficie permeabile	Superficie agricola inalterata	47'484.00	9'779.90
	<i>Superficie permeabile</i>		8'224.10
	<b>TOTALE</b>	<b>47'484.00</b>	<b>18'004.00</b>
<b>SUPERFICIE TOTALE PIANO</b>	<b>TOTALE</b>	<b>47'484.00</b>	<b>47'484.00</b>

Quindi in totale risulta:

	Ante operam	Post operam
	mq	mq
Superficie impermeabile	<b>0.00</b>	<b>8'362.00</b>
Superficie semipermeabile	<b>0.00</b>	<b>21'118.00</b>
Superficie permeabile	<b>47'484.00</b>	<b>18'004.00</b>
<b>SUPERFICIE TOTALE PIANO</b>	<b>47'484.00</b>	<b>47'484.00</b>

	Post operam
	Mq
Superficie trasformata/livellata	<b>37'704.10</b>
Superficie Inalterata	<b>9'779.90</b>
<b>SUPERFICIE TOTALE PIANO</b>	<b>47'484.00</b>

Il nuovo sedime del fosso minore oggetto di deviazione (spostato verso ovest rispetto all'attuale tracciato) comporta la divisione in due parti dell'area di intervento, quella in sinistra idraulica (nuova viabilità di accesso ed area a gradoni) e quella in destra (parcheggi, spogliatoi e campi da gioco), che risultano essere idraulicamente indipendenti, con due scarichi indipendenti, aventi entrambi come recettore finale il fosso, ma in due punti diversi (più a monte per la parte in destra lungo il tratto deviato, più a valle per quella in sinistra lungo il tratto esistente). Di conseguenza anche i calcoli relativi ai volumi da reperire per l'invarianza idraulica devono essere effettuati mantenendo le due aree distinte.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati applicando le modalità previste dalla DGR n. 53/2014.

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)  
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

**Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:**

$$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 I - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9 Imp^{\circ} + 0.2 Per^{\circ} \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^{\circ} = 50$  mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione  
 $\phi$  = coefficiente di deflusso post trasformazione  $\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso ante trasformazione  
 $n = 0.48$  I e P espressi come frazione dell'area trasformata  
 Imp e Per espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice°) o dopo (se non c'è l'apice°)  
 VOLUME RICAIVATO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

**Oggetto:**

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	7864,00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
<b>ANTE OPERAM</b>				
Superficie impermeabile esistente	=	0,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Imp°</b>	=	0,00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	7864,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per°</b>	=	1,00		
<b>Imp° + Per°</b>	=	1,00		
<b>POST OPERAM</b>				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	1323,70	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Imp</b>	=	0,17		
Superficie permeabile di progetto	=	6540,30	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per</b>	=	0,83		
<b>Imp + Per</b>	=	1,00		
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>				
Superficie trasformata/livellata	=	3782,00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
<b>I</b>	=	0,48		
Superficie agricola inalterata	=	4082,00	mq	superficie inalterata
<b>P</b>	=	0,52		
<b>I + P</b>	=	1,00		
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>				
<b><math>\phi^{\circ}</math></b>	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0,9 x 0,00 + 0,2 x 1,00 =	0,20
<b><math>\phi</math></b>	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0,9 x 0,17 + 0,2 x 0,83 =	0,32
<b><math>\frac{W}{W^{\circ}} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}}</math></b>	$w = w^{\circ} \left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 I - w^{\circ} P$	=	50 x 2,44 - 15 x 0,48 - 50 x 0,52 =	88,68 mc/ha
<b><math>\frac{W}{W^{\circ}}</math></b>	50 mc/ha			
<b><math>\left( \frac{\phi}{\phi^{\circ}} \right)^{\frac{1}{1-n}}</math></b>	1,59			
	1,92			
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>				
			88,68 : 10.000,00 x 7.864,00 =	<b>69,74 mc</b>
<b>Q</b>	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha		15,73 l/sec	

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)  
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

**Requisiti richiesti per ogni classe sulla base del volume minimo di laminazione determinato:**

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P$$

$$\phi^{\circ} = 0.9 Imp^{\circ} + 0.2 Per^{\circ} \quad \phi = 0.9 Imp + 0.2 Per$$

$w^{\circ} = 50$  mc/ha volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione  
 $\phi$  = coefficiente di deflusso post trasformazione  $\phi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso ante trasformazione  
 $n = 0.48$  **I** e **P** espressi come frazione dell'area trasformata  
**Imp** e **Per** espressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>)  
 VOLUME RICAVALTO dalla formula va moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

**Oggetto:**

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	39620.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
<b>ANTE OPERAM</b>				
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Imp<sup>o</sup></b>	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	39620.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per<sup>o</sup></b>	=	1.00		
<b>Imp<sup>o</sup> + Per<sup>o</sup></b>	=	1.00		
<b>POST OPERAM</b>				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	15892.35	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Imp</b>	=	0.40		
Superficie permeabile di progetto	=	23727.65	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
<b>Per</b>	=	0.60		
<b>Imp + Per</b>	=	1.00		
<b>INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA</b>				
Superficie trasformata/livellata	=	33922.10	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
<b>I</b>	=	0.86		
Superficie agricola inalterata	=	5697.90	mq	superficie inalterata
<b>P</b>	=	0.14		
<b>I + P</b>	=	1.00		
<b>CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM</b>				
<b>φ<sup>o</sup></b>	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0.9 x 0.00 + 0.2 x 1.00	= 0.20
<b>φ</b>	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9 x 0.40 + 0.2 x 0.60	= 0.48
<b>W</b>	$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P$	=	50 x 5.40 - 15 x 0.86 - 50 x 0.14	= 250.06 mc/ha
<b>W<sup>o</sup></b>	50 mc/ha			
<b>(φ/φ<sup>o</sup>)<sup>1/(1-n)</sup></b>	2.40 / 1.92			
<b>VOLUME MINIMO DI INVASO</b>				
			250.06 : 10'000.00 x 39'620.00	= <b>990.72 mc</b>
<b>Q</b>	Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha		79.24 l/sec	

Riassumendo:

1) Zona in **sinistra idraulica** del fosso deviato, ove sono presenti dei gradoni semipermeabili ed una strada di raccordo (impermeabile). Il calcolo effettuato sulla base del Titolo III del DGR. 53/2014 tenendo conto di quanto sopra esposto si ha:

- una portata ammissibile al corpo recettore pari 15.73 l/sec;
- il volume minimo di invaso per garantire l'invarianza idraulica pari a 69.74 mc.

2) Zona in **destra idraulica** del fosso deviato, ove vengono realizzate tutte le infrastrutture, il parcheggio, il campo da calcio, i due campi da tennis e quello da calcio a 5. Il calcolo effettuato sulla base del Titolo III del DGR. 53/2014 tenendo conto di quanto sopra esposto si ha:

- una portata ammissibile al corpo recettore pari 79.24 l/sec;
- il volume minimo di invaso per garantire l'invarianza idraulica pari a 990.72 mc.

Gli interventi di trasformazione vengono classificati in base alla loro estensione e alla percentuale di impermeabilizzazione dell'area, secondo lo schema di seguito riportato.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nei casi di significativa o marcata impermeabilizzazione potenziale è opportuno eseguire verifiche di maggior dettaglio; in particolare in caso di significativa impermeabilizzazione le linee guida della Regione Marche (punto B.3) consigliano di dimensionare le luci di invaso e i tiranti idrici ammessi negli invasi "in modo da garantire la conservazione della portata

massima defluente dell'area di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni". Nel caso di modesta impermeabilizzazione, invece, "è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro":

La porzione di intervento collocato in sinistra è classificabile come intervento di modesta impermeabilizzazione potenziale (sup. < 1 ha), mentre quello in destra, di estensione superiore a 1 ha, si configura come intervento di significativa impermeabilizzazione potenziale. Di conseguenza per esso si riporta anche il calcolo dei volumi da garantire ai fini dell'invarianza idraulica determinati con il metodo dell'invaso per una precipitazione di riferimento di durata 2 ore e tempo di ritorno 30 anni. I coefficienti della curva di probabilità climatica per  $Tr = 30$  anni sono stati desunti dalla relazione di compatibilità idraulica del progetto definitivo.

Si osserva come tale verifica dia un valore di volume da laminare inferiore a quello determinato con la formula del "w", che viene quindi assunto come riferimento a favore di sicurezza.

VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h			
da effettuarsi per casi di Superficie fondiaria > 1 ha			
ST	3.962	ha	superficie totale dell'intervento
TR	30	anni	
a	39.34		
n	0.34		
tp	2.00	ore	durata di pioggia
$\phi$	0.48		coeff. di deflusso dopo la trasformazione
h	49.86	mm	altezza pioggia in tp
Vp	1'975.61	mc	Volume piovuto in tp
Ve	949.84	mc	Volume effluente in vasca in tp, pari a $\phi * Vp$
Qp	263.84	l/s	Portata effluente al picco
Qu	79.24	l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
Vu	864.17	mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricevitore in tp
W'	199.59	mc	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore
W	990.72	mc	Volume di laminazione (formula del w)
(Ve-Vu) < W	VERIFICATO		

Dal punto di vista idraulico, l'efficacia della laminazione operata attraverso dispositivi di invaso è condizionata da due parametri fondamentali:

- a) la dimensione delle luci di scarico dell'invaso

b) il tirante idrico massimo all'interno dell'invaso.

Di seguito si riporta una descrizione della rete fognaria a servizio delle due porzioni di interevento e le modalità di reperimento dei volumi da garantire ai fini dell'invarianza idraulica, oltre al dimensionamento dei tratti "strozzati" verso il corpo idrico recettore.

## **CRITERI PROGETTUALI**

### **Determinazione dei volumi di laminazione**

Al fine di garantire il corretto deflusso delle acque superficiali al corpo recettore finale rappresentato dal fosso che attraversa l'area è stato progettato in sede di progetto definitivo un sistema di canalette e condotte per la raccolta delle acque superficiali. Viene qui riproposto e mantenuto lo stesso sistema (vedasi tavola relativa alle sistemazioni idrauliche), migliorandolo mediante l'introduzione di un fosso di guardia, in terra, avente sedime lungo la sommità ovest del piano rialzato ove verranno realizzati i vari campi sportivi. Tale fosso raccoglierà le acque defluenti dagli stessi campi e aree limitrofe, per poi convogliarle alla condotta fognaria di progetto. Il fosso ha sezione trapezoidale con base minore pari a 30 cm, base maggiore pari a 90 cm e altezza massima pari a 30 cm (pendenza sponde 1/1).

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è stato dimensionato tenendo conto dei volumi necessari al fine di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni (ossia al fine di soddisfare i quantitativi di volume minimo di invaso indicati nei calcoli sopra riportati). La suddivisione nelle due zone ha comportato la realizzazione di due vasche di accumulo, con scarichi al fosso separati e indipendenti tra loro. Tutte i deflussi generati dalle superfici in sinistra verranno convogliate verso la vasca di accumulo "A", mentre quelli generati dalla porzione in destra verranno inviate, mediante un sistema di fossi superficiali, drenaggi e condotte sotterranee, alla vasca di accumulo "B".

Vengono riportati in seguito i due schemi di compensazione e accumulo (i volumi fognari si considerano all'80% della loro capacità totale).

### **ZONA IN SINISTRA IDRAULICA**

- 1) La rete fognaria delle acque meteoriche nella zona a Nord-Ovest, di raccolta delle acque della zona gradonata, sovradimensionata con una capacità di immagazzinamento pari a:

$$\text{Tubazione } \Phi 250 = 336 \text{ m} \times 0.049 \text{ m}^2 \times 80\% = 13.17 \text{ mc}$$

$$\text{Tubazione } \Phi 300 = 76 \text{ m} \times 0.070 \text{ m}^2 \times 80\% = 4.26 \text{ mc}$$

$$\text{Pozzetti} = 16 \times 0.16 \text{ m}^3 \times 80\% = 2.01 \text{ mc}$$

- 2) Realizzazione di una vasca di accumulo (A) posizionata nell'area di minima morfologica, collegata con le canalette di raccolta delle acque superficiali e con scarico al fosso deviato; la vasca realizzata in terra ha una superficie media di 70 mq (area minima = 15 mq, area massima = 125 mq, pendenza sponde 1/3) e un'altezza massima (in rispetto alla DGR n. 53/2014) di 1 m, per una capacità di accumulo pari a 70.00 mc.

#### ZONA IN DESTRA IDRAULICA

- 1) La rete fognaria delle acque meteoriche nella zona a Nord-Est, di raccolta delle acque della zona a piazzali, sovradimensionata con una capacità di immagazzinamento pari a:

$$\text{Tubazione } \Phi 200 = 135 \text{ m} \times 0.031 \text{ m}^2 \times 80\% = 3.35 \text{ mc}$$

$$\text{Tubazione } \Phi 250 = 53 \text{ m} \times 0.049 \text{ m}^2 \times 80\% = 2.08 \text{ mc}$$

$$\text{Pozzetti} = 6 \times 0.16 \text{ m}^3 \times 80\% = 0.77 \text{ mc}$$

- 2) La superficie finale coperta e destinata a spogliatoio, le acque meteoriche verranno convogliate alla rete drenante con grondaie e pluviali con una capacità di immagazzinamento pari a

$$\text{Pluviali e canali} = 88 \text{ m} \times 0.031 \text{ m}^2 \times 80\% = 2.18 \text{ mc}$$

- 3) La strada asfaltata di larghezza pari a 6.00 metri con una capacità di invaso pari a circa 0.50 mc per metro di lunghezza viene realizzata con delle cunette laterali la cui capacità di compensazione pari:

$$\text{Cunetta} = 430 \text{ m} \times 0.15 \text{ m}^2 \times 80\% = 51.60 \text{ mc}$$

- 4) Il fossetto superficiale posto lungo il ciglio dell'area adibita a campi sportivi rappresenta di fatto una canaletta di raccolta delle acque che ivi defluiscono, provenienti appunto da tali campi; in particolare si può affermare che la capacità di immagazzinamento del fosso è data dalla sua sezione trasversale (trapezoidale

con base minore 30 cm, base maggiore 90 cm e altezza 30 cm) moltiplicata per il suo sviluppo longitudinale, pari quindi a 0.09 mc/m, da cui il valore totale è di:

$$\text{Fosso} = 219 \text{ m} \times 0.09 \text{ m}^2 \times 80\% = 15.77 \text{ mc}$$

Il volume del fosso laterale, così come nel caso di impermeabilizzazioni dovute a strade, può essere conteggiato ai fini dell'invarianza idraulica all'80% della sua capacità totale (come prescritto dalle Linee Guida "B" della DGR n. 53/2014)

- 5) Realizzazione di una vasca di accumulo (B) posizionata a valle dell'area trasformata, collegata con una tubazione in PVC del diametro di 500 mm al sistema di drenaggio dell'intera porzione in destra e con scarico al fosso esistente (nel tratto non oggetto di deviazione); la vasca realizzata in terra ha una superficie media di 615 mq (area minima = 833 mq, area massima = 397 mq, pendenza sponde 1/3) e un'altezza massima di 1.5 m, per una capacità di accumulo pari a 922.50 mc.

Dalle tabelle riassuntive seguenti si osserva come i volumi ai fini dell'invarianza idraulica siano totalmente reperiti.

<b>ZONA IN SINISTRA IDRAULICA</b>		
	<b>VOLUME COMPENSATO IN PROGETTO</b>	<b>VOLUME DA COMPENSARE</b>
1) Rete fognaria gradoni	19.44 mc	
2) Vasca in terra	70.00 mc	
<b>TOTALE</b>	<b>89.44 mc</b>	<b>69.74 mc</b>

<b>ZONA IN DESTRA IDRAULICA</b>		
	<b>VOLUME COMPENSATO IN PROGETTO</b>	<b>VOLUME DA COMPENSARE</b>
1) Rete fognaria piazzali	6.20 mc	
2) Spogliatoio	2.18 mc	
3) Cunetta strada	51.60 mc	
4) Fossetto di guardia	15.77 mc	
5) Vasca in terra a valle	922.50 mc	
<b>TOTALE</b>	<b>998.25 mc</b>	<b>990.72 mc</b>

## Verifica della portata massima allo scarico

Resta da verificare l'efficacia idraulica delle due tubazioni terminali di scarico dalle vasche di accumulo verso il fosso recettore, aventi la funzione di "strozzatura limitatrice di portata" in uscita.

L'obiettivo progettuale è di limitare il coefficiente udometrico post intervento delle aree passate da permeabili ad impermeabili a 20 l/s\*ha, pari cioè a quello per aree agricole pre-intervento.

Come detto la portata pre intervento è di 15.73 l/s per l'area in sinistra e di 79.24 l/s per quella in destra, determinate dal fatto che allo stato ante operam (ossia prima della realizzazione dell'area di stoccaggio e della base di cantiere) entrambe le aree erano permeabili e contribuivano quindi per 20 l/s\*ha:

AREA IN SINISTRA IDRAULICA:  $Q_{max} = 20 * 7'864 / 10'000 = 15.73 \text{ l/s}$

AREA IN DESTRA IDRAULICA:  $Q_{max} = 20 * 39'620 / 10'000 = 79.24 \text{ l/s}$

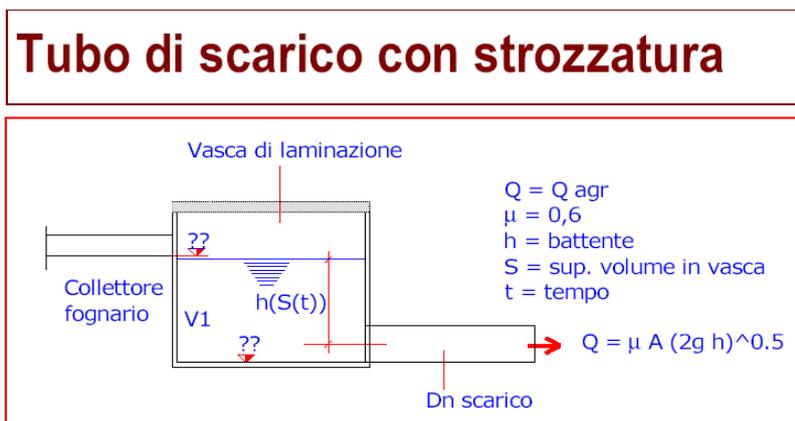
Questi valori devono essere garantiti dalle due "strozzature" terminali.

Per entrambi i condotti a sezione ridotta, per la determinazione della portata smaltibile è possibile considerare un funzionamento a battente e sbocco libero (tipico per i tratti brevi), per il quale si utilizza la seguente formula:

$$Q = \mu A (2g h)^{0.5}$$

con:

Q = portata -  $\mu = 0.6$  - h = battente



Adottando per la strozzatura in uscita dalla vasca di laminazione "A" (area in sinistra) un condotto in PVC, SN8, DN110 (diametro interno 103.6 mm), si ha una portata massima di 21.80 l/s, leggermente superiore a quella massima ammissibile pari a 15.73 l/s. Poiché l'adozione di un diametro inferiore comporterebbe, oltre che una portata allo scarico inferiore rispetto alla massima ammissibile, anche problematiche di parziale occlusione di tale tratto (causando così il malfunzionamento dell'intero sistema fognario), si ritiene che il tratto terminale di fognatura che funge da limitatore di portata verso il recettore sia correttamente dimensionato. Si deve inoltre tenere presente che il volume reperito ai fini dell'invarianza è leggermente superiore a quello minimo imposto dalle norme e quindi, in condizioni di normale funzionamento del sistema, anche per eventi particolarmente intensi, il battente risulterà leggermente inferiore e di conseguenza calerà la portata in uscita verso il fosse recettore.

<b>Dimensionamento Strozzatura</b>		
<b>Portata ammissibile</b>	<b>15.73</b>	<b>l/sec</b>
Battente massimo	94.82	cm
Diametro	103.6	mm
Portata defluente	21.80	l/sec

Adottando per la strozzatura in uscita dalla vasca di laminazione "B" (area in destra) un condotto in PVC, SN8, DN200 (diametro interno 188.2 mm), si ha una portata massima di 87.62 l/s, leggermente superiore a quella massima ammissibile pari a 79.24 l/s. Considerando che il volume reperito ai fini dell'invarianza è superiore a quello minimo imposto dalle norme e quindi, in condizioni di normale funzionamento del sistema, anche per eventi particolarmente intensi, il battente risulterà leggermente inferiore e di conseguenza calerà la portata in uscita verso il fosse recettore, si ritiene che il tratto terminale di fognatura che funge da limitatore di portata verso il recettore sia correttamente dimensionato.

<b>Dimensionamento Strozzatura</b>		
<b>Portata ammissibile</b>	<b>79.24</b>	<b>l/sec</b>
Battente massimo	140.59	cm
Diametro	188.2	mm
Portata defluente	87.62	l/sec

## **CONCLUSIONI**

L'intervento di sistemazione dell'area di cantiere B5 e ST7, propedeutico all'attuazione del "Piano degli insediamenti sportivi" previsto dal Comune di Muccia, comporta una variazione delle superfici impermeabili e semipermeabili all'interno dell'area. Risulta così necessario prevedere dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica; il calcolo del

volume minimo da reperire è stato fatto tenendo conto che lo stato iniziale dei luoghi (prima della realizzazione delle aree di cantiere) era totalmente permeabile.

Le caratteristiche morfologiche della zona hanno comportato la suddivisione in due zone idraulicamente separate ed indipendenti per il calcolo dei volumi di accumulo e della portata massima ammissibile verso il recettore. In particolare il calcolo dell'invarianza idraulica effettuato sulla base della DGR n. 53/2014 ha comportato:

- per la porzione in sinistra portata ammissibile al corpo recettore pari 15.73 l/s e volume minimo di invaso pari a 69.74 mc;
- per la porzione in destra portata ammissibile al corpo recettore pari 79.24 l/s e volume minimo di invaso pari a 922.50 mc.

Il progetto di raccolta e accumulo delle acque meteoriche tiene conto di tutti questi parametri al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'area mediante il sovradimensionamento della rete drenante e la realizzazione di vasche di accumulo.

NOTA BENE:

Si sottolinea che la presente trattazione riguarda l'intera progettazione e verifica idraulica dell'intervento per la realizzazione, ad opera del Comune di Muccia, di un "Piano Insediamenti Impianti Sportivi". Quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati alla presente, costituisce parte dell'intera progettazione / verifica idraulica, mentre le opere non rappresentate saranno eseguite in stralci successivi. Gli interventi relativi alle sistemazioni esterne ed alle attrezzature sportive sono escluse dal presente appalto.