

PROVINCIA DI MODENA

Viale Martiri della Libertà, 34 - 41100 Modena



C						
B						
A						
-	LUGLIO 2021	Emissione	-	PIAGNANI	PIAGNANI	PIAGNANI
REV.	DATA	EMISSIONE/AGGIORNAMENTO	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progetto

LICEO STATALE "A. F. FORMIGGINI" SASSUOLO (MO). NUOVA COSTRUZIONE IN SOSTITUZIONE DELL'EDIFICIO ESISTENTE DI VIA BOLOGNA. SECONDO E TERZO STRALCIO

Livello di progettazione

PROGETTO DEFINITIVO

RTP AGGIUDICATARIO
Capogruppo Mandataria

EXUP

EXUP s.r.l.
via S. Pertini, 12 - 06019 Umbertide (PG)
tel. 075 941 58 71 info@exup.it www.exup.itUNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
BS OHSAS 18001:2007

oice

 ASSOCIATO

Mandante

Dott. Geol. GIORGIO PIAGNANI
via Vittorio Veneto, 14 - 06083 Bastia Umbra (PG)
tel. 075 372 31 77COORDINAMENTO E INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Matteo LUCARELLIRILIEVI E SICUREZZA
Geom. Giacomo PALAZZINIIMPIANTISTICA, ANTINCENDIO E ACUSTICA
Ing. Michele MAGRINI ALUNNOARCHITETTURA E PAESAGGISTICA
Arch. Diego GIUBILEI
Arch. Eugenia CECCHETTISTRUTTURE E GEOTECNICA
Ing. Emanuele MARCHEGGIANIIMPIANTISTICA E ANTINCENDIO
Ing. Francesco VITALIGEOLOGIA E GEOFISICA
Geol. Giorgio PIAGNANIPROVINCIA DI MODENA
RUP
Ing. Annalisa Vita
Direttore dell'Area TecnicaNome file
20064_Impaginazione PD.plnCommessa
20064

Scala

Elab
d-RE

Oggetto

RELAZIONI

Relazione di invarianza idraulica

Tav

12

INDICE

1. RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA	2
1.1. OGGETTO.....	2
1.2. SOGLIE DIMENSIONALI DEGLI INTERVENTI	2
1.3. CALCOLO DEI VOLUMI NECESSARI	3
1.4. MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA	4
1.5. SOLUZIONE ADOTTATA.....	4
2. ALLEGATO 1 – PLANIMETRIA GENERALE DEL LOTTO	6
3. ALLEGATO 2 – CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO	7
4. ALLEGATO 3 – PIANTA RETE FOGNARIA	8

1. RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

1.1. OGGETTO

Oggetto della presente valutazione rientra nel Progetto Definitivo per la realizzazione del secondo e terzo stralcio del Liceo Statale "A. F. Formigini" sita in Piazza Falcone-Borsellino a Sassuolo (MO), di proprietà della Provincia di Modena.

L'intervento è soggetto alla verifica di invarianza idraulica.

Su tali aspetti la Giunta Regionale ha approvato con DGR 2112 del 05.12.2016 la "Variante di Coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico".

Le indicazioni per lo svolgimento della verifica sono state perciò ricavate dalla *"Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano"*, secondo le indicazioni del testo coordinato disponibile sul sito della Regione.

Riferendosi alla tabella 1 dell'art. 3.4 della D.G.R. 53/2014, l'intervento proposto determina una "modesta impermeabilizzazione potenziale", interessando un lotto di circa 2900 mq (0,29 ha).

1.2. SOGLIE DIMENSIONALI DEGLI INTERVENTI

Di seguito si riporta la tabella 1 della direttiva citata, che indica le soglie dimensionali degli interventi di impermeabilizzazione, per ognuna delle quali sono previste diverse tipologie di verifiche.

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 $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

L'intervento in esame ricade nelle Modeste Impermeabilizzazioni Potenziali, in quanto la nuova superficie impermeabilizzata di progetto è pari a 2735 m² (0,27 ha). Considerando anche il futuro quarto stralcio, la nuova superficie impermeabilizzata è pari a 3736 m² (0,37 ha).

Come ricordato dalla Direttiva, dal punto di vista idraulico, l'efficacia della laminazione operata attraverso dispositivi di invaso è condizionata da due parametri fondamentali:

- la dimensione delle luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi)
- il tirante idrico massimo di cui si consente la formazione all'interno dell'invaso.

I due aspetti sono fra loro collegati: se si realizza un invaso profondo con la formazione di un tirante idrico alto è necessario predisporre luci di piccole dimensioni per mantenere la portata in uscita a valori accettabili, a parità di portata in ingresso e di volume totale dell'invaso.

La Direttiva specifica anche che, nel caso di piccoli interventi, corrispondenti ai casi di trascurabile o modesta impermeabilizzazione potenziale (come quello in esame), gli oneri connessi allo sviluppo di dimensionamenti di dettaglio eccedono i benefici in termini di protezione idraulica del territorio che si possono effettivamente conseguire.

La Direttiva fornisce la formula (1), riportata al paragrafo seguente e successivamente applicata, per il calcolo del volume minimo di invaso. Alla luce poi delle considerazioni indicate in precedenza, per i vari livelli di impermeabilizzazione vengono indicati i seguenti criteri aggiuntivi:

- nel caso di **trascurabile impermeabilizzazione potenziale**, è sufficiente che i volumi disponibili per la laminazione soddisfino i requisiti dimensionali della formula (1);
- nel caso di **modesta impermeabilizzazione**, oltre al soddisfacimento dei requisiti della formula (1) 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;
- nel caso di **significativa impermeabilizzazione**, si consiglia di dimensionare le luci di scarico e i tiranti idrici ammessi nell'invaso in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in 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 **marcata impermeabilizzazione**, la norma del piano stralcio per il rischio idrogeologico richiede la presentazione di uno studio di maggiore dettaglio i cui contenuti sono individuati nella Direttiva.

Nel caso in esame dunque, oltre a realizzare il volume di invaso richiesto, occorrerà prevedere una tubazione di scarico finale non superiore a 200 mm di diametro, con tiranti idrici non eccedenti il valore di 1 metro.

1.3.CALCOLO DEI VOLUMI NECESSARI

Il calcolo del volume necessario per garantire l'invarianza idraulica è stato effettuato utilizzando la formula (1) di cui al punto 7.1 della Direttiva:

$$w = w^0(\phi/\phi^0)^{\left(\frac{1}{1-n}\right)} - 15I - w^0P \quad (1)$$

Essendo:

$w^0 = 50 \text{ mc/ha}$;

ϕ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;

ϕ^0 = coefficiente di deflusso prima della trasformazione;

I e P frazione dell'area trasformata;

$n = 0,48$ esponente della curva di possibilità pluviometrica di durata inferiore all'ora.

In allegato si riporta il calcolo effettuato, in base al quale si ottiene un **volume di invaso minimo di 122,70 m³** (vedi allegato 2).

1.4.MODALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA

Le norme del piano di bacino prevedono in via prioritaria che l'effetto dell'impermeabilizzazione sia compensato con volumi di invaso la cui dimensione viene calcolata in ragione del tasso di impermeabilizzazione indotto. Concettualmente, questo equivale a potenziare la capacità di laminazione del bacino per compensare la perdita di capacità di infiltrazione.

Nella Direttiva vengono indicate le diverse tipologie di soluzioni progettuali possibili, di seguito riportate, per la realizzazione dell'invarianza idraulica:

- vasca in c.a. o altro materiale "rigido" posta a monte del punto di scarico, sia aperta sia coperta (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico)
- invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico)
- depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico
- dimensionamento con "strozzatura" delle caditoie in modo da consentire un invaso su strade e piazzali ⁽¹⁾
- dimensionamento con "strozzatura" delle grondaie e tetti piatti con opportuno bordo di invaso in modo da consentire un invaso sulle coperture ^(1,2)
- sovradimensionamento delle fognature interne al lotto (1 mc di tubo o canale = 0,8 mc di invaso)
- mantenimento di aree allagabili (es. verde, piazzali) con "strozzatura" adeguata degli scarichi ⁽¹⁾
- scarico in acque costiere o comunque che non subiscono effetti idraulici dagli apporti meteorici
- scarico in vasche adibite ad altri scopi (sedimentazione, depurazione ecc.) purché il volume di invaso si aggiunga al volume previsto per altri scopi, e purché siano comunque rispettati i vincoli e i limiti allo scarico per motivi di qualità delle acque
- scarico a dispersione in terreni agricoli senza afflusso diretto alle reti di drenaggio sia superficiale, sia tubolare sotterraneo

1.5.SOLUZIONE ADOTTATA

Nella valutazione della soluzione ottimale, per la tecnologia di realizzazione del volume di invaso, sono state valutate le varie opzioni indicate in precedenza.

¹ richiesto un calcolo di dimensionamento idraulico degli scarichi.

² richiesto un calcolo di dimensionamento idraulico degli scarichi; i volumi così realizzati servono solo per la quota di impermeabilizzazione imputabile alle coperture, mentre quelli che servono per strade, piazzali ecc. devono essere realizzati a parte

Nello specifico del caso in esame, si è optato per ottenere il necessario volume di invaso per mezzo di un sovradimensionamento delle fognature interne al lotto, soluzione agevole in quanto tutta la rete di scarico dell'ampliamento previsto deve essere realizzata. Al punto relativo a questa opzione è indicato che occorre considerare 0,8 metri cubi di invaso per ciascun metro cubo di canale.

La tubazione principale che raccoglie le acque provenienti da tetti e piazzali della nuova scuola correrà lungo tre lati, come meglio evidenziato nell'elaborato grafico. Tale tubazione avrà le dimensioni di un DN1000. Un tratto iniziale sul lato nord-ovest avrà dimensioni di un DN315. Inoltre saranno utilizzate tubazioni DN200 per il collegamento ai discendenti.

La tabella seguente riporta il calcolo del volume totale della fognatura in progetto.

<i>Tubazione</i>	<i>Diametro interno (m)</i>	<i>Sezione (m²)</i>	<i>Sviluppo (m)</i>	<i>Volume interno (m³)</i>
DN1000	0,951	0,709	255	180,79
DN315	0,296	0,069	73	5,03
TOTALE				185,82

Potendo considerare l'80% del volume complessivo della rete fognaria, si ottiene

VOLUME DISPONIBILE PER INVARIANZA IDRAULICA = $185,82 * 0,80 = 148,66 \text{ m}^3$

Superiore al volume di invaso richiesto ($122,70 \text{ m}^3$), precedentemente calcolato.

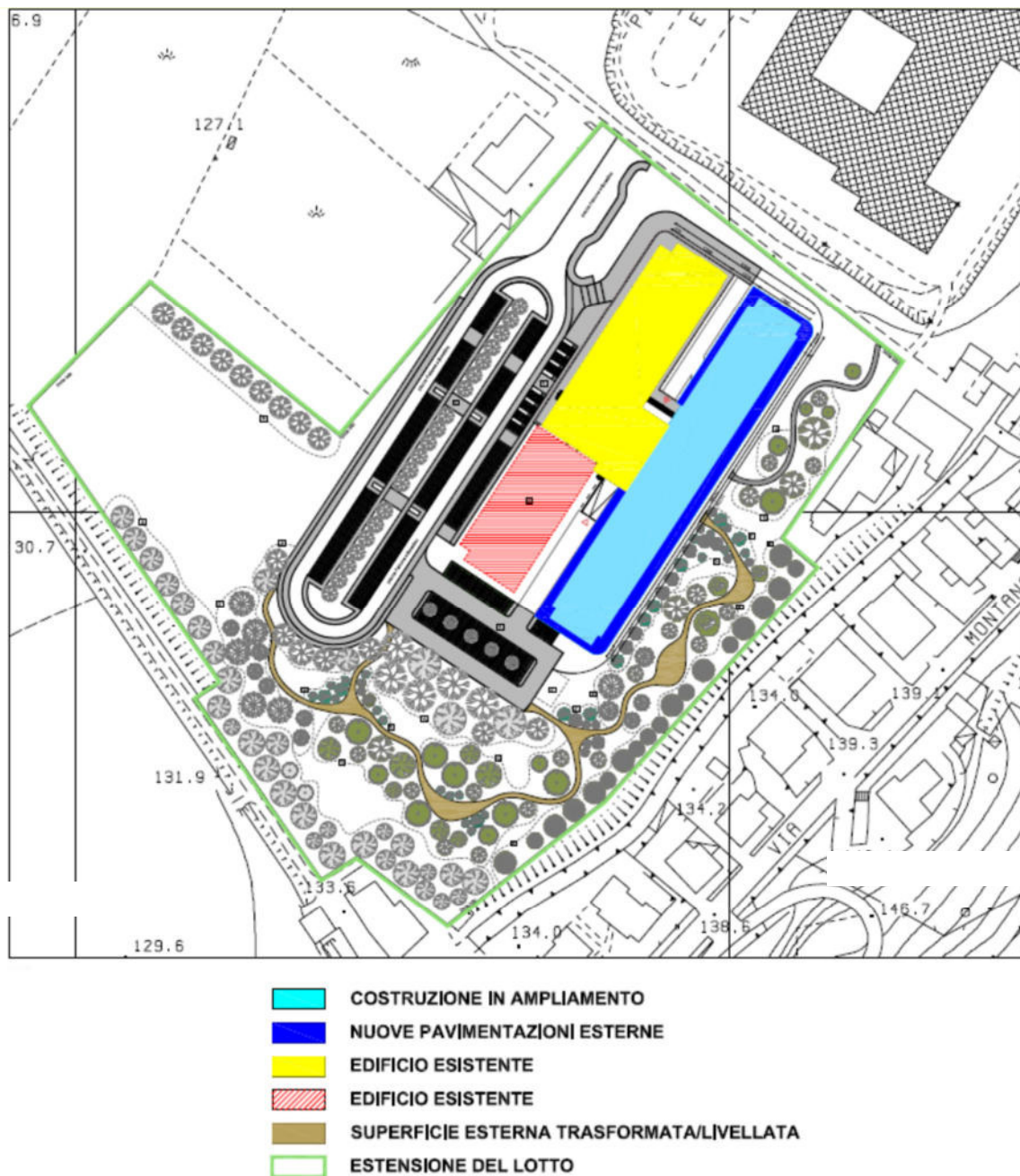
Pertanto, la rete fognaria come progettata è sufficiente a garantire l'effetto di laminazione delle portate defluenti dal lotto di intervento.

Inoltre, come richiesto, la luce di scarico finale nel corpo ricettore, a valle del pozzetto di raccolta di tutte le nuove linee, non eccederà le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm.

Allegati:

1. Planimetria generale del lotto;
2. Calcolo del volume minimo di invaso;
3. Pianta rete fognaria.

2. ALLEGATO 1 – PLANIMETRIA GENERALE DEL LOTTO



3. ALLEGATO 2 – CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

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

$$W = W^0 \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \text{ l} - W^0 P$$

$$\phi^0 = 0.9 \text{ Imp}^0 + 0.2 \text{ Per}^0 \quad \phi = 0.9 \text{ Imp} + 0.2 \text{ Per}$$

$W^0 = 50 \text{ mc/ha}$ volume "convenzionale" d'invaso prima della trasformazione

ϕ^0 = coefficiente di deflusso post trasformazione ϕ^0 = coefficiente di deflusso ante trasformazione

$n = 0.48$ I e P es pressi come frazione dell'area trasformata

Imp e Per es pressi come frazione totale dell'area impermeabile e permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice*) o dopo (se non c'è l'apice*)

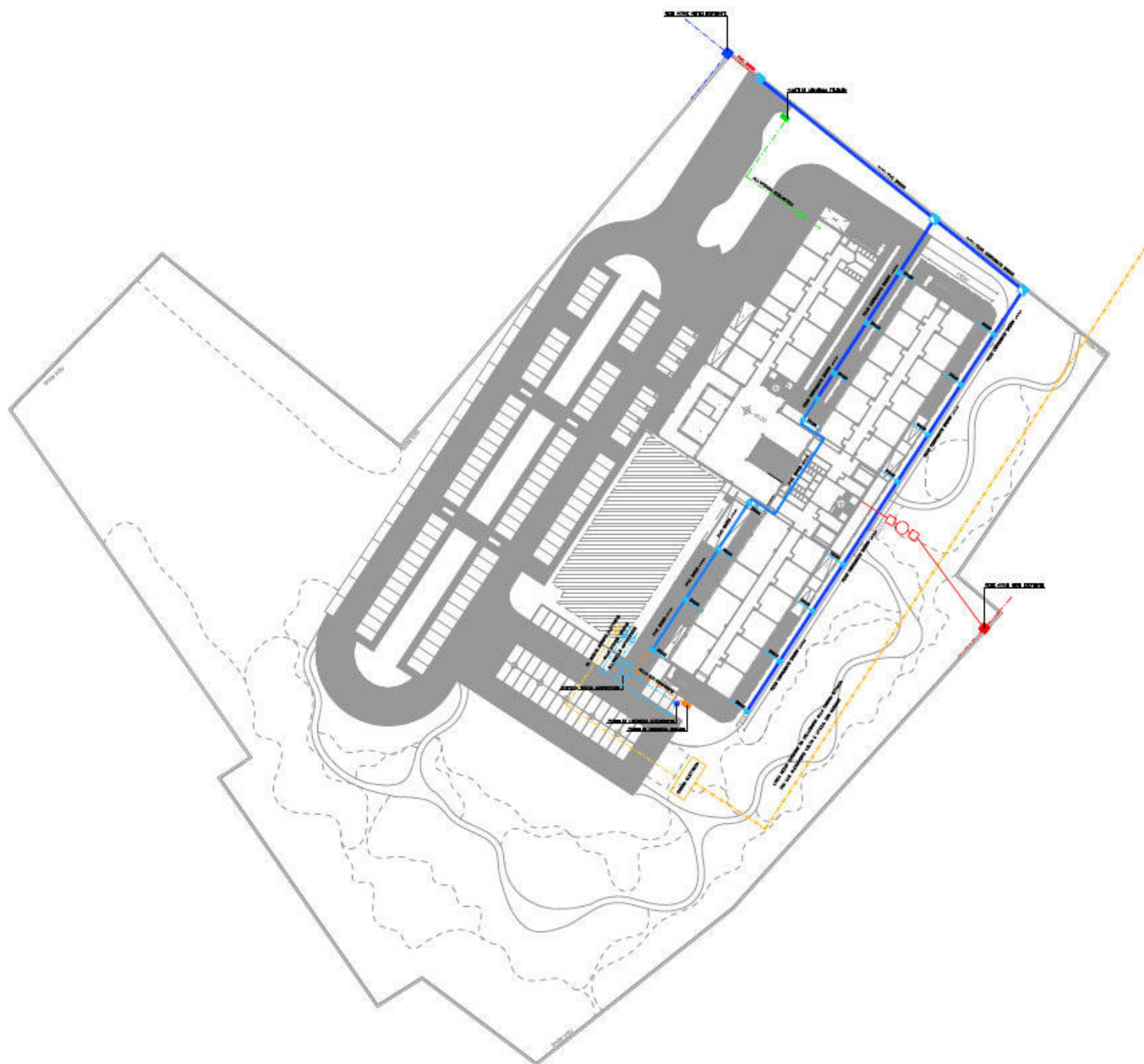
VOLUME RICAVATO dalla formula da moltiplicato per la Superficie territoriale dell'intervento

Oggetto:

(INSERIRE I DATI ESCLUSIVAMENTE NEI CAMPI CONTORNATI)

	Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	33512,00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM					
	Superficie impermeabile esistente	=	6043,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Imp^*	=	0,18		
	Superficie permeabile esistente (mq)	=	27469,00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Per^*	=	0,82		
	$\text{Imp}^* + \text{Per}^*$	=	1,00		
POST OPERAM					
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	9779,00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
	Imp	=	0,29		
	Superficie permeabile di progetto	=	23733,00	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		
	$\text{Imp} + \text{Per}$	=	1,00		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA					
	Superficie trasformata/livellata	=	10615,00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
	I	=	0,32		
	Superficie agricola inalterata	=	22897,00	mq	superficie inalterata
	P	=	0,68		
	$I + P$	=	1,00		
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM					
ϕ^0	$0,9 \times \text{Imp}^0 + 0,2 \times \text{Per}^0$	=	0,9	x	0,18 + 0,2 x 0,82 = 0,33
ϕ	$0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$	=	0,9	x	0,29 + 0,2 x 0,71 = 0,40
W	$W = W^0 \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \text{ l} - W^0 P$	=	50	x	1,51 - 15 x 0,32 = 36,61
W^0	50 mc/ha				
$\left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}}$	1,24				
$\left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}}$	1,92				
VOLUME MINIMO DI INVASO				36,61	: 10.000,00 x 33.512,00 = 122,70 mc
Q	Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha		67,02	l/sec	

4. ALLEGATO 3 – PIANTA RETE FOGNARIA



Per maggiori indicazioni si rimanda all'elaborato grafico allegato alla presente (**d-IF-01 Schema impianto fognario e riallaccio alle reti sottoservizi**).