

**Comune di Bondeno**  
Provincia di Ferrara ( FE )

**Società Agricola Biopig Italia s.s. di Cascone Luigi e C.**  
sede : Via Marzabotto 01 - Località Nogara ( VR )

**Progetto per l'ampliamento di un insediamento zootecnico  
esistente, autorizzato con P.D.C. 168/2017/PC,  
e realizzazione di un impianto per l'abbattimento dell'Azoto,  
il tutto su terreni di proprietà  
siti nel Comune di Bondeno ( FE ), località Zerbinato,  
Via Argine Vela 471 .**

Allegato

Febbraio 2022

D

3  
rev.01

oggetto

**VALUTAZIONE  
COMPATIBILITA' IDRAULICA**

### Il Progettista

Dott. Geol. Vincenzi Stefano

### Il Richiedente

Società Agricola BIOPIG ITALIA s.s.  
di Cascone Luigi & C.

### I Collaboratori

Dott. Ghetti Elena  
Dott. Bertelli Alice  
Dott. Geol. Tamburini Silvia  
Dott. Davide Ganzerla



Società Agricola  
**BIOPIG ITALIA**  
di Cascone Luigi & C. s.s.

### I Relatori

Negrini geom. Stefano - Martini geom. Isacco - Franzini geom. Andrea  
dott. agr. Gino Benincà - dott. agr. Pierluigi Martorana -  
dott. p.a. Giacomo De Franceschi

### Con la collaborazione di:

Studio Gaia ,Studio Perissinotto ,  
Peroni geom. Moreno .



STUDIO TECNICO NEGRINI  
di  
Negrini Geom. Stefano  
Via Fellini n° 3 - 37054 - Nogara - ( Vr )  
Tel : 0442-50530 ----- E-Mail : frkne.negrini@gmail.com  
C.F. : NGR SFN 62E15 F918 I -----P.Iva : 0180219 023 9



STUDIO BENINCA' - Associazione tra Professionisti  
Via Serena, 1 - 37036 San Martino Buon Albergo (VR)  
Tel : 0458799229- Fax : 0458780829  
pec: tecnico@pec.studiobeninca.it email: info@studiobeninca.it

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	UBICAZIONE E GENERALITA' SULL'AREA .....	4
3	IDROGRAFIA DI SUPERFICIE .....	5
4	DEFLUSSO DELLE ACQUE METEORICHE .....	8
5	VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA .....	9
5.1	PREMESSA ALLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA .....	9
5.2	COMPATIBILITA' IDRAULICA IMPIANTO .....	12
5.3	COMPATIBILITA' IDRAULICA STRADA DI NUOVA REALIZZAZIONE .....	17
6	CONCLUSIONI .....	22

## 1 PREMESSA

Su incarico della Società Agricola Biopig s.s. di Cascone Luigi & c. è stato redatto il presente studio relativo al deflusso delle acque meteoriche finalizzato alla valutazione della compatibilità idraulica tra la realizzazione dell'ampliamento di un insediamento zootecnico, sito nel comune di Bondeno, e la rete scolante locale.

Verrà brevemente descritto il sistema di raccoglimento e trasporto delle acque meteoriche nella rete idrica del Consorzio, ove presente.

Lo studio di compatibilità idraulica viene effettuato ai sensi della DGR n°1860 del 18/12/2006 (*"Linee guida di indirizzo per la gestione di acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia, in attuazione della DGR n°286 del 14/02/2005"*) e della DGR 1300/2016 (*"Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015"*).

A tal proposito occorrerà dimostrare che le soluzioni previste per lo smaltimento delle acque bianche siano in grado di verificare il principio dell'invarianza idraulica.

Inoltre, in merito al punto 20 della richiesta integrazioni emessa da ARPAE (Pratica Sinadoc 10084/2021 – Fascicolo RER n°1317/9/2021 (VIA)), riportata di seguito:

### Idraulica: Consorzio di Bonifica Burana

20. si chiede di integrare la documentazione con una tavola grafica evidenziando il percorso dell'acqua proveniente dalla vasca di laminazione sino al manufatto di scarico.

Si specifica che nel caso di scarico nel canale "Allacciante di Felonica" a ovest della proprietà occorre evidenziare le modalità costruttive del manufatto di scarico a canale che dovrà essere realizzato in tubazione interrata di diametro compatibile con la portata massima di 24,6 l/s e con realizzazione di difesa spondale in pietrame per 2 m a monte e valle del manufatto, dovrà essere inoltre richiesta regolare Concessione onerosa, mentre nel caso in cui le acque di scarico provenienti dalla vasca di laminazione recapitassero nel canale "Scolo campo dx" a sud della proprietà e veicolate tramite fosso privato esistente, non occorre rilasciare alcuna concessione.

Il dimensionamento della vasca di laminazione e le portate dichiarate nella relazione "D3 valutazione compatibilità idraulica" risultano autorizzabili dal Consorzio di Bonifica.

e unitamente alle modifiche progettuali proposte, verranno eseguiti nuovamente i calcoli a verifica dell'invarianza idraulica.

## 2 UBICAZIONE E GENERALITA' SULL'AREA

L'area interessata dall'intervento in progetto è situata nel comune di Bondeno (FE), località Zerbinatè, in via Argine vela, circa 4 chilometri a ovest del centro abitato di Zerbinatè e circa 10 chilometri a NO rispetto al capoluogo comunale. Il sito oggetto di intervento è censito al Catasto comunale di Bondeno al Foglio 5, mappali 41, 48, 105, 106 e 108.

In **Figura 2.1** si riportano due estratti fotografici satellitari, a diverso grado di dettaglio, che individuano l'area di indagine.



Figura 2.1. Immagine satellitare della zona di studio, a diverso dettaglio (fonte: Google Earth)

Allo stato attuale l'area di intervento è caratterizzata dalla presenza dell'impianto esistente. Il settore interessato dal futuro ampliamento è attualmente adibito a terreno agricolo. L'ampliamento in progetto prevede la realizzazione di n°5 stalle, n°1 impianto nitro-denitro a n°3 vasche di stoccaggio liquami.



### 3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

L'area di intervento si colloca nella pianura alluvionale del Po, in ambito prevalentemente rurale; gli insediamenti urbani più prossimi sono il centro abitato di Felonica (MN), circa 3 chilometri a nord, e l'agglomerato di Zerbinato (frazione di Bondeno), circa 4 chilometri a est. In **Figura 3.1** si riporta un estratto planimetrico dal sito [www.consorzioburana.it](http://www.consorzioburana.it) che indica la rete scolante di bassa pianura in sinistra Panaro (e destra Po) in cui si inserisce l'area di interesse.



Figura 3.1. Ubicazione dell'area di intervento (quest'ultima indicata dal cerchio giallo) in relazione alla rete scolante locale

Gli elementi idrologici di rilievo sono innanzitutto il fiume Po e il suo affluente (in sponda destra) di origine appenninica Panaro. Il settore di pianura compreso a monte dell'incrocio dei due corsi d'acqua è caratterizzato dalla presenza di una fitta rete di canali di gestione delle acque superficiali. I canali principali sono il Collettore di Burana e il Diversivo di Burana, che si

delineano a sud dell'area di interesse e confluiscono nel Panaro, in sinistra idrografica, all'altezza di Bondeno (il Collettore) e della frazione di Santa Bianca (il Diversivo).

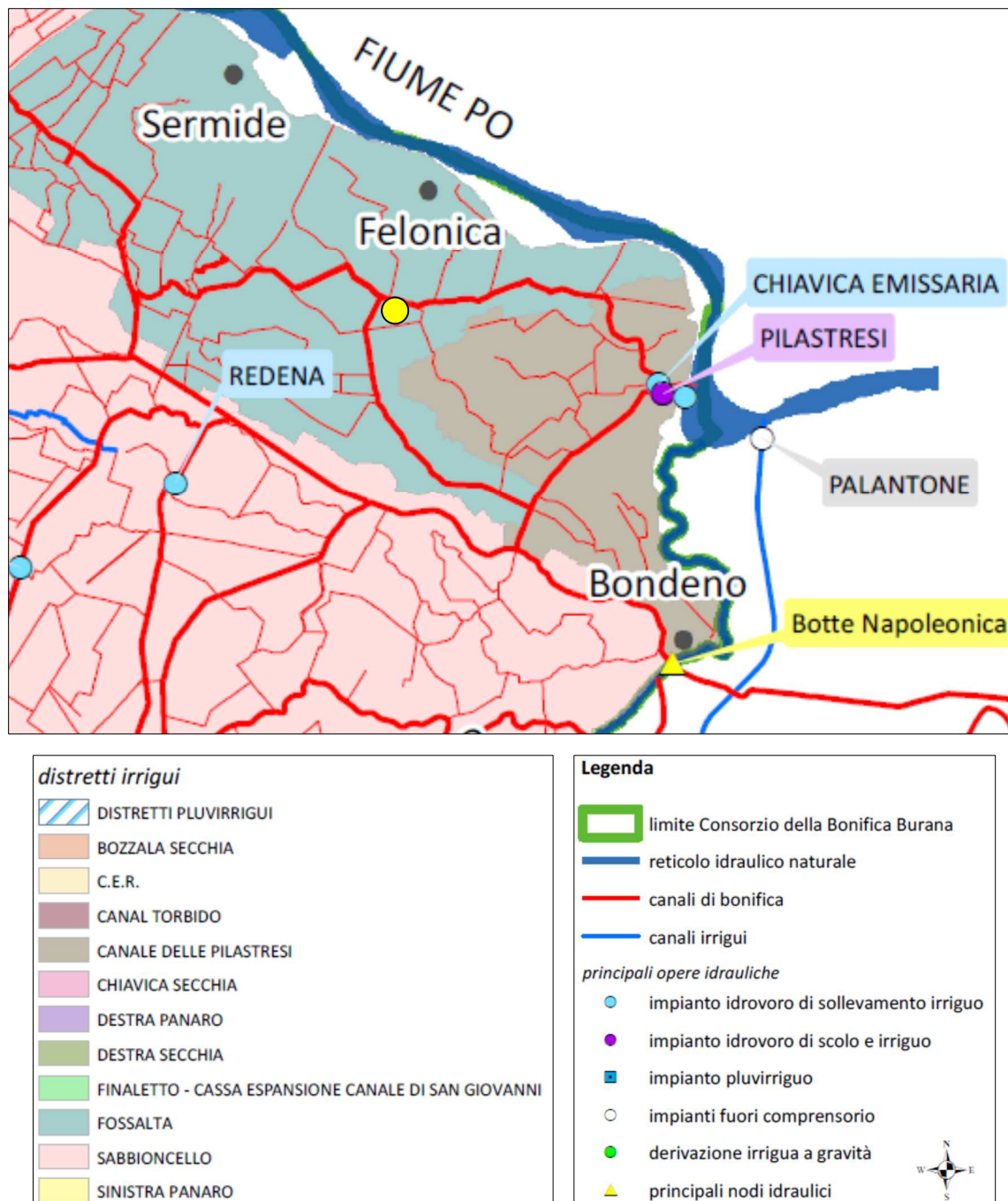
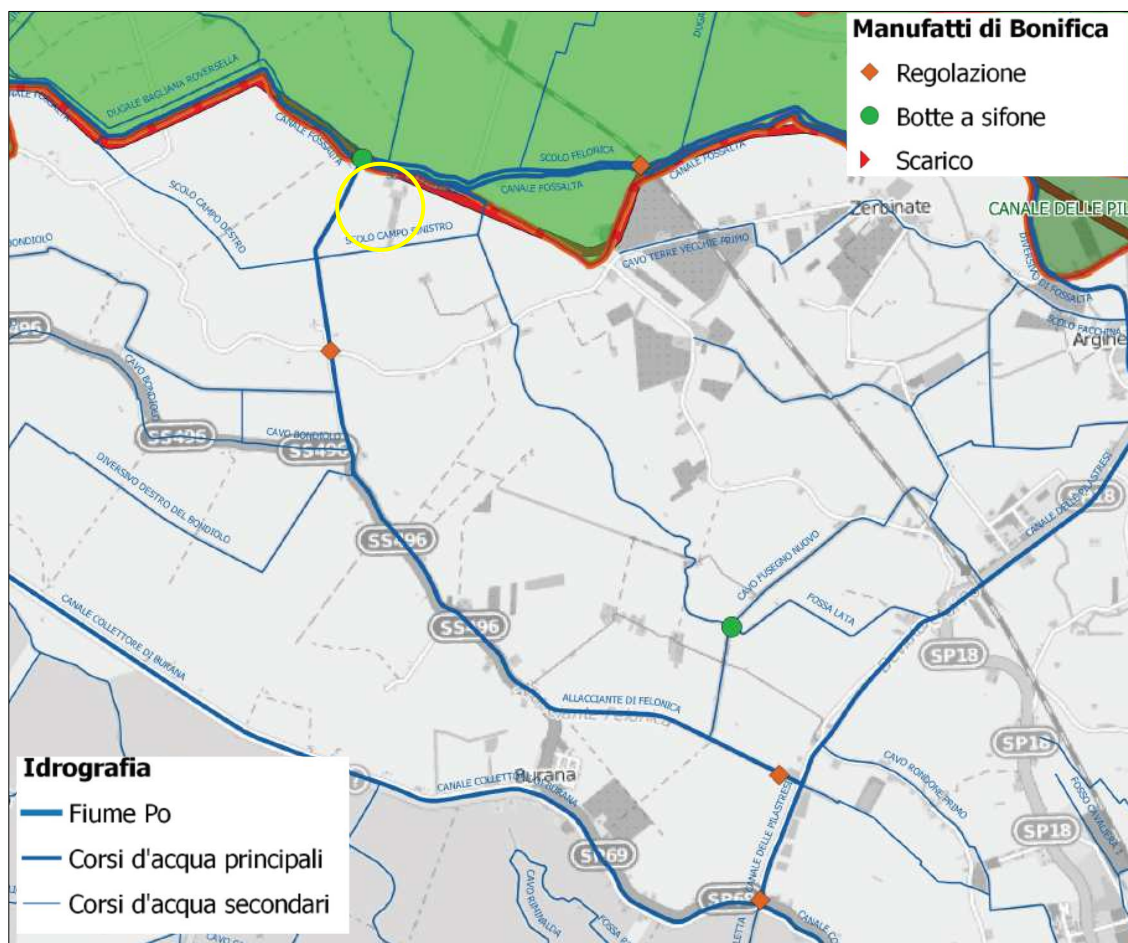


Figura 3.2. Ubicazione dell'area di intervento (quest'ultima indicata dal cerchio giallo) in relazione alla rete scolante locale

L'idrografia locale è caratterizzata da un pattern piuttosto denso di scoli primari e secondari, con funzione drenante o irrigua, con direzioni variabili, che convogliano le acque nel Fiume Panaro o direttamente nel fiume Po.

Nel dettaglio dell'area di intervento è possibile notare come questa si collochi nel distretto irriguo "Fossalta" (**Figura 3.2**); i corpi idrici superficiali che lambiscono più o meno direttamente la zona di studio sono l'Allacciante di Felonica (a ovest), il canale Fossalta (a nord) e lo Scolo Campo Sinistro (a sud), come indicato nell'estratto di **Figura 3.3**. Più a est si sviluppa un piccolo tratto dello scolo Cavo Vela, a perimetrare a larga scala la zona di studio.



*Figura 3.3. Ubicazione dell'area di intervento (quest'ultima indicata dal cerchio giallo) in relazione alla rete scolante locale di dettaglio*



## 4 DEFLUSSO DELLE ACQUE METEORICHE

La superficie complessiva del lotto, è pari a circa 100.000 m<sup>2</sup>, dei quali una parte risulta attualmente edificata dagli elementi dell'impianto esistente (n°1 stalla, n°1 deposito/magazzino agricolo, n°1 sala alimenti). L'ampliamento in progetto prevede l'incremento del numero delle stalle, la realizzazione di un impianto nitro/denitro per l'abbattimento dell'azoto, e la realizzazione di n°3 vasche di stoccaggio liquami, oltre ai relativi piazzali, camminamenti e percorsi di viabilità interna di pertinenza, e aree verdi.

Alle diverse superfici è stata attribuita una diversa capacità di infiltrazione in funzione del grado di impermeabilizzazione generato dalla destinazione d'uso. Le caratteristiche di permeabilità sono state definite sulla base dei coefficienti convenzionali prescritti nella DGR n°1860 del 18/12/2006 e di seguito riportate:

COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	
Aree impermeabili	<b>1,0</b>
Argilla cotta e smaltata	<b>0,9</b>
Cemento o ardesia	<b>0,8</b>
Ghiaia e stabilizzato e altre superfici permeabili	<b>0,3</b>

Superfici incolte e agricole vanno escluse dal computo.

Pertanto si è proceduto all'individuazione delle aree a diversa capacità di infiltrazione, in modo da valutare il sovraccarico idrico provocato dalla presenza di aree a permeabilità ridotta o nulla. Lo studio idrologico riguarda l'intero lotto (strutture esistenti e di progetto) ed è stato articolato così come segue:

- ☒ Quantificazione delle superfici a differente capacità di infiltrazione.
- ☒ Definizione del grado di permeabilità delle diverse tipologie di superficie all'interno dell'insediamento produttivo.
- ☒ Quantificazione dei volumi di acqua non infiltrata che, in mancanza di idonee opere di compensazione, raggiunge i fossi di scolo perimetrali, con conseguente riduzione della capacità drenante della rete idrica locale.
- ☒ Proposta di dimensionamento delle opere che possano garantire l'invarianza idraulica, in base alle indicazioni del Consorzio di Burana



## 5 VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La valutazione di compatibilità idraulica si è resa necessaria dal momento che l'intervento in progetto prevede una parziale impermeabilizzazione dell'area, attualmente destinata per lo più ad area verde. La compatibilità idraulica è stata calcolata secondo la metodologia suggerita nella DGR n°1860 del 18/12/2006, basata sostanzialmente sul *Metodo Razionale*, il quale rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo.

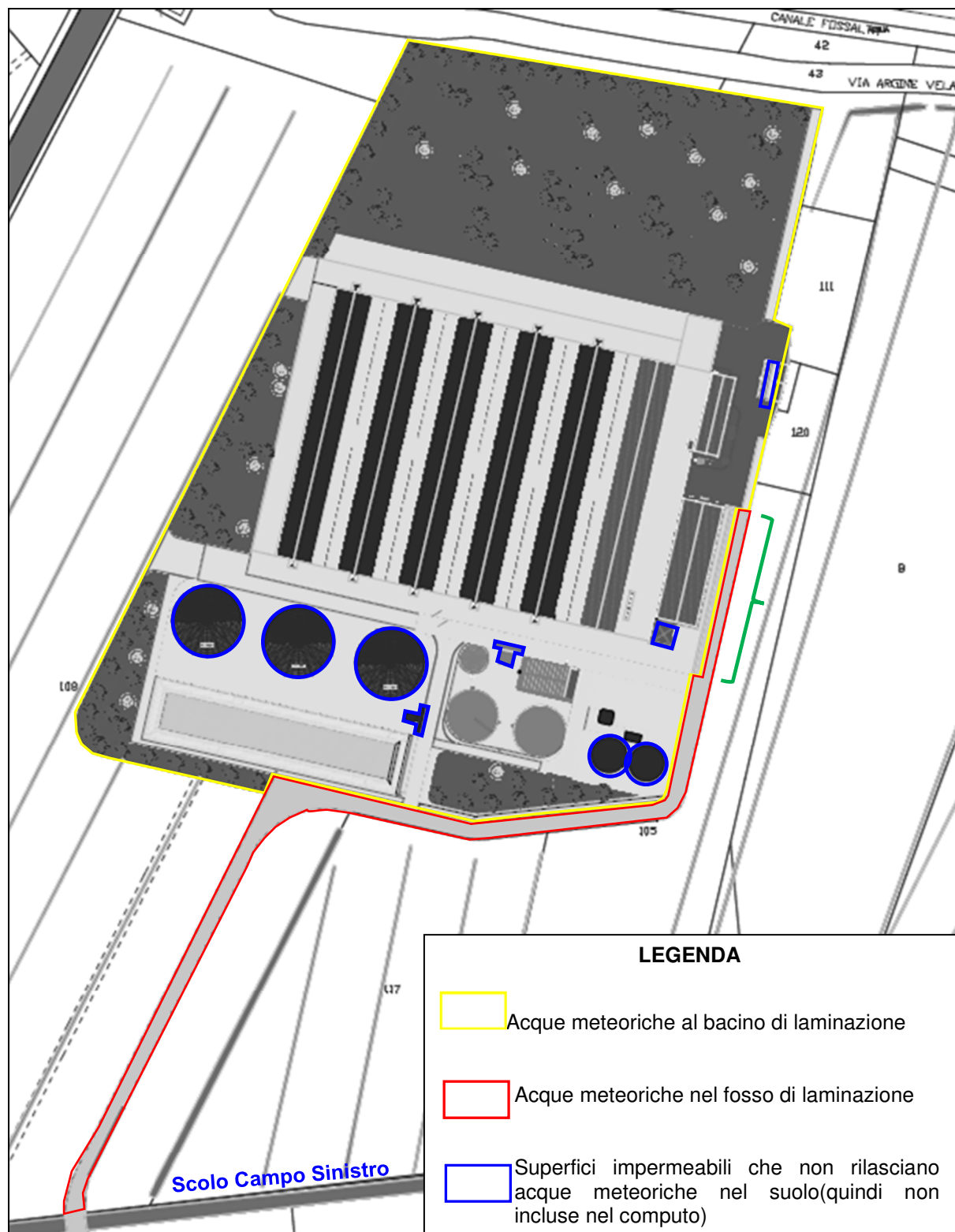
### 5.1 PREMESSA ALLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

La compatibilità idraulica prevede innanzitutto di individuare le aree oggetto di impermeabilizzazione totale o parziale. Da qui è possibile stimare il volume di acqua non infiltrata che necessita di stoccaggio temporaneo e rilascio controllato nella rete scolante esistente, al fine evitare il sovraccarico idrico della medesima.

Nel caso specifico le aree impermeabilizzate sono rappresentate dalle strutture e dai piazzali in cemento (impermeabilizzazione totale) e dalla viabilità e piazzali in ghiaia (impermeabilizzazione parziale). Le aree verdi non rientrano nei calcoli poiché assimilabili a terreno naturale non oggetto di intervento.

In **Figura 5.1** e **Figura 5.2** si riportano due estratti della tavola dell'uso del suolo con perimetrazione delle aree dell'impianto, ad indicare il diverso destino delle acque meteoriche (bacino di laminazione o fossato di laminazione). In particolare:

- In giallo è perimetrato il sito oggetto di intervento, in cui le acque di deflusso meteoriche confluiranno nel bacino di laminazione all'interno del sito.
- In rosso è perimetrata la strada privata che si intende realizzare per collegare l'impianto alla viabilità ordinaria esistente. Le acque di questa parziale impermeabilizzazione confluiranno nel fosso di laminazione previsto a bordo strada
- Ciascun fossato quindi riceve le acque di metà carreggiata.
- Nel tratto indicato dalla parentesi verde di **Figura 5.1** la metà carreggiata di sinistra recapiterà le acque al bacino di laminazione (manca il fosso di scolo perché la strada è collegata al piazzale esistente), mentre la metà di destra recapiterà le acque nell'adiacente fosso di laminazione.



*Figura 5.1. Estratto progettuale con individuazione delle aree che recapiteranno le acque meteoriche Nel bacino di laminazione interno al sito e nel fosso di laminazione adiacente alla strada privata di progetto*

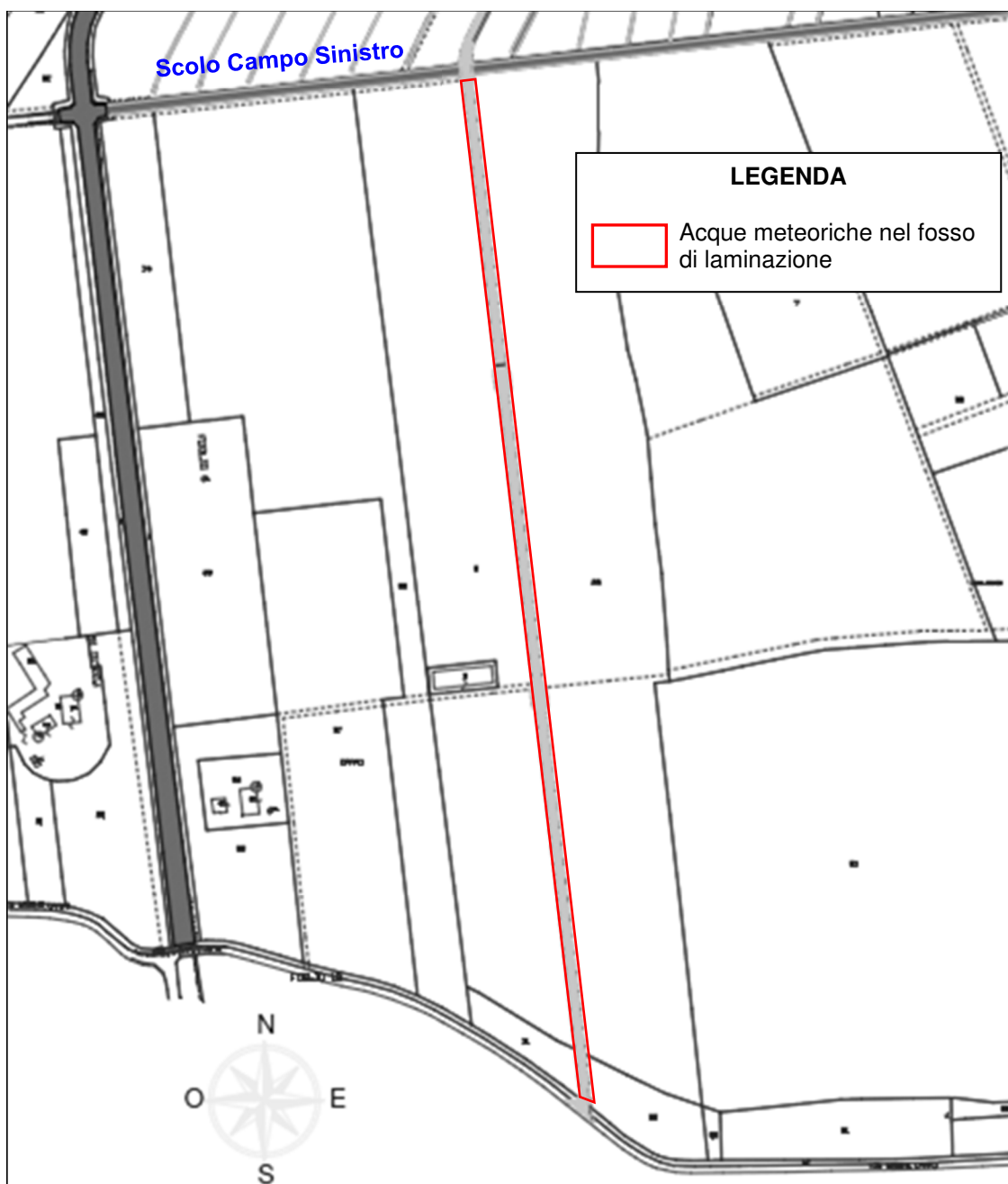


Figura 5.2. Estratto progettuale con individuazione delle aree che recapiteranno le acque meteoriche nel fosso di laminazione adiacente alla strada privata di progetto

- Le acque raccolte nel bacino di laminazione verranno poi convogliate, tramite il fossato lato ovest della strada, nello Scolo Campo Sinistro; quelle raccolte nel fossato di laminazione scoleranno direttamente nel medesimo corpo recettore (da nord a sud o da sud a nord a seconda del tratto di strada considerato).

## 5.2 COMPATIBILITA' IDRAULICA IMPIANTO

Di seguito si propone l'elenco e la quantificazione delle superfici e il relativo coefficiente di deflusso nello stato di progetto (comprendendo anche l'esistente).

<b>COEFFICIENTI DI DEFLUSSO APPLICATI ALL'IMPIANTO</b>				
<b>GRADO DI PERMEABILITA'</b>	<b>TIPOLOGIA DI SUPERFICIE</b>	<b>AREA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>COEFF. DEFL.</b>	<b>SUPERFICIE EQUIVALENTE IMPERMEABILE (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Aree impermeabili</b>	Strutture esistenti (*)	6689	1,0	6689
	Piazzale in cemento esistente	1965	0,8	1572
	Strutture di progetto (**)	12952	1,0	12952
<b>Aree semipermeabili</b>	Aree ghiaiate di percorso interno + strada di ingresso esistente	12660	0,5	6330
	Strada di nuova realizzazione + collegamento in ghiaia con piazzale esistente (***)	513	0,5	257
<b>TOTALE SUPERFICIE EQUIVALENTE IMPERMEABILIZZATA (m<sup>2</sup>)</b>				<b>27800</b>
(*) Esclusi i seguenti elementi: Piazzola disinfezione, 94 m <sup>2</sup> , che prevede raccolta delle acque in vasca a tenuta, con periodico smaltimento Piazzola rifiuti, 95 m <sup>2</sup> , che prevede raccolta delle acque in pozzetti di trattamento per successivo impiego per lavaggio stalle, inserendosi nel circuito dei liquami Vaschino+piazzola, 105 m <sup>2</sup> , che prevede la raccolta all'interno del vaschino				
(**) Esclusi i seguenti elementi: n°3 vasche liquami, 3288 m <sup>2</sup> (3 * 1096 m <sup>2</sup> ), che prevedono la raccolta delle acque all'interno delle vasche Vaschino+piazzola, 105 m <sup>2</sup> , che prevede la raccolta all'interno del vaschino n°2 vasche nitro/denitro, 510 m <sup>2</sup> (2 * 255 m <sup>2</sup> ), che prevedono la raccolta delle acque all'interno delle vasche				
(***) Porzioni di nuova strada collegate al piazzale esistente e rientranti nel perimetro giallo di Figura 5.1				

Alle superfici adibite a piazzali e viabilità interna/esterna è stato associato arbitrariamente, e cautelativamente, un coefficiente di deflusso pari a 0,5, ipotizzando cioè che solo il 50% dei volumi meteorici riesca ad infiltrare. Tale superficie sarà verosimilmente caratterizzata da stabilizzato in matrice medio-fine, quindi con permeabilità superiore; tuttavia si è preferito associare un coefficiente cautelativo, ipotizzando che il continuo passaggio dei mezzi pesanti renda, nel lungo termine, la superficie molto compatta e meno incline all'infiltrazione, soprattutto in caso di eventi meteorici limite (brevi e concentrati).



A questo punto, per ottenere la compatibilità idraulica occorre che i volumi idrici in surplus che non possono infiltrare subito nel terreno a causa della parziale impermeabilizzazione vengano opportunamente stoccati.

A tal proposito il Consorzio di Burana stabilisce che, laddove si verifichi un'impermeabilizzazione del suolo, si proceda con la realizzazione di una vasca di laminazione, che abbia i seguenti requisiti:

- Volume vasca di laminazione: 500 m<sup>3</sup> per ogni ettaro impermeabilizzato
- Portata in uscita nella rete scolante esistente: 7 l/sec per ogni ettaro impermeabilizzato

Alla luce di quanto indicato, si riportano, nella tabella che segue, i parametri dimensionali della vasca di laminazione.

<b>PARAMETRI PER LA VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>VALORE (da Consorzio Bonifica Burana)</b>	<b>Ettari equivalenti impermeabilizzati</b>	<b>Parametri di progetto</b>
<b>Volume vasca di laminazione</b>	500 m <sup>3</sup> x ha impermeabilizzato	2,78	<b>1390 m<sup>3</sup></b> (valore minimo)
<b>Portata in uscita da vasca nella rete scolante locale</b>	7 l/sec x ha impermeabilizzato	2,78	<b>19,5 l/s</b> (valore massimo)

Pertanto si rende necessaria, all'interno del sito di intervento, la realizzazione di un invaso, pari ad almeno 1390 m<sup>3</sup>, per lo stoccaggio delle acque di ruscellamento superficiale prodotte dalla parziale impermeabilizzazione dell'area. Di seguito alcune indicazioni sulla morfologia dell'invaso e sulle modalità di scarico nella rete scolante locale.

- ☒ Il volume disponibile per lo stoccaggio delle acque dovrà essere pari ad almeno 1390 m<sup>3</sup>.
- ☒ L'invaso può avere, in linea generale, morfologia variabile, purché siano garantite le volumetrie indicate al punto precedente.
- ☒ Prevedendo, come da progetto, una superficie di fondo vasca pari a circa 2160 m<sup>2</sup> (116 m \* 18,6 m) si ritiene di poter realizzare l'invaso senza procedere alla rimozione di terreno ma unicamente realizzando arginature in terra. Il materiale deriverà dalle operazioni di scavo per la realizzazione delle strutture del progetto. Si ritiene di poter realizzare arginature di larghezza in testa pari a 4,0 m, di larghezza alla base pari a

6,0 m e di altezza pari a 1,0 m. In questo modo, anche considerando un franco di 0,2 m dalla testa dell'argine, si disporrà di un'altezza idrica utile pari a 0,8 m, per un volume complessivo idrico di 1812 m<sup>3</sup>, ampiamente compatibile con il volume minimo previsto dell'invaso, pari a 1390 m<sup>3</sup>. Tali valutazioni (sintetizzate in **Figura 5.3**) sono state eseguite considerando un angolo di inclinazione pareti di 45°.

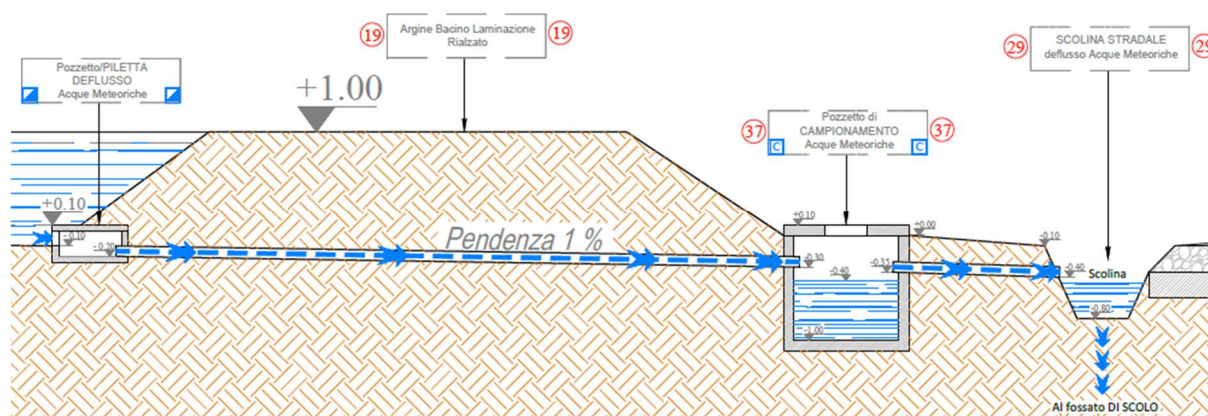


Figura 5.3. Estratto di Tavola progettuale con indicazione del passaggio delle acque dal bacino di laminazione al fossato di scolo

- ☑ Si consiglia di profilare le pareti delle arginature in modo che abbiano un'inclinazione  $\leq 45^\circ$  rispetto al piano orizzontale (dove con  $90^\circ$  si intende parete verticale e  $0^\circ$  superficie orizzontale).
- ☑ Sul fondo della vasca dovrà essere garantita la pendenza (indicativamente 1 %) che consentirà il naturale accumulo dell'acqua verso il punto di immissione nel fosso di scolo parallelo al tratto di strada che si dirige verso lo Scolo Campo Sinistro (se necessario si potrà prevedere l'installazione di una pompa di rilancio, con portata massima di esercizio pari a 19,5 l/s).
- ☑ Il diametro del tubo collettore può essere determinato attraverso la formula seguente:

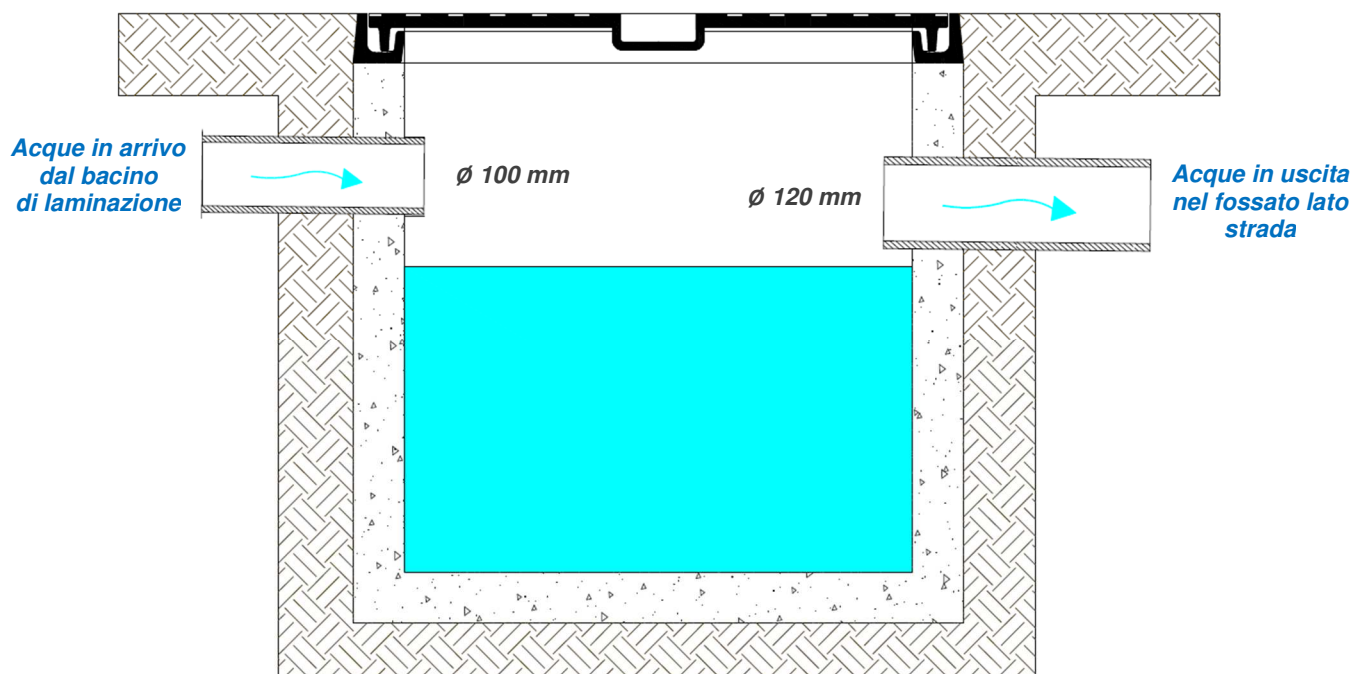
$$Q_{amm} = \mu A (2gh)^{1/2}$$

In cui viene fissata la portata  $Q_{amm}$  (19,5 l/s) e il valore di  $h$ , ovvero la differenza di quota tra il pelo libero del massimo livello di acqua nel bacino di laminazione e l'asse del tubo in uscita, quantificato cautelativamente in 0,8 m (0,7 m di riempimento bacino + 0,1 m da inclinazione tubo in uscita). Il coefficiente di contrazione  $\mu$  viene quantificato in prima approssimazione in 0,6.

<b>DIMENSIONAMENTO TUBO IN USCITA DA BACINO DI LAMINAZIONE</b>				
<b>Q<sub>amm</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>μ (-)</b>	<b>h (m)</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>∅ interno massimo del tubo in uscita da bacino (mm)</b>
0,0195	0,6	0,8	0,008203	102

In questo modo verrà simulato il naturale apporto delle acque meteoriche di suoli non impermeabilizzati nella rete scolante esistente. Il tubo di scolo sarà inoltre provvisto di una valvola unidirezionale (valvola di non ritorno) per evitare ingressi idrici dal fosso alla vasca.

- ☑ Le acque in uscita dalla vasca di laminazione con portata controllata confluiranno preventivamente in un pozzetto (in cls) di ispezione e campionamento, di dimensioni indicative interne 1,0x1,0x1,0 m. In **Figura 5.4** si propone il dettaglio del pozzetto previsto.



*Figura 5.4. Sezione del pozzetto di campionamento*

- ☑ L'asse del tubo in entrata potrà essere posto a circa 25 cm dalla testa del pozzetto, mentre l'asse del tubo in uscita potrà essere posto a circa 30 cm dalla testa del pozzo.

In questo modo sarà sempre garantita la presenza di acqua sul fondo del pozzetto per consentirne il campionamento.

- ☑ Si propone un tubo in entrata con diametro interno 100 mm (più cautelativo rispetto ai 102 mm risultanti dal calcolo) mentre quello in uscita avrà diametro maggiore (si propone 120 mm, per consentire un agevole passaggio del flusso).
- ☑ L'acqua in uscita dal pozzetto verrà convogliata per gravità nel fossato di scolo (dimensionato come da capitoli seguenti) della strada di nuova realizzazione, sul lato ovest (dettaglio in **Figura 5.5**).

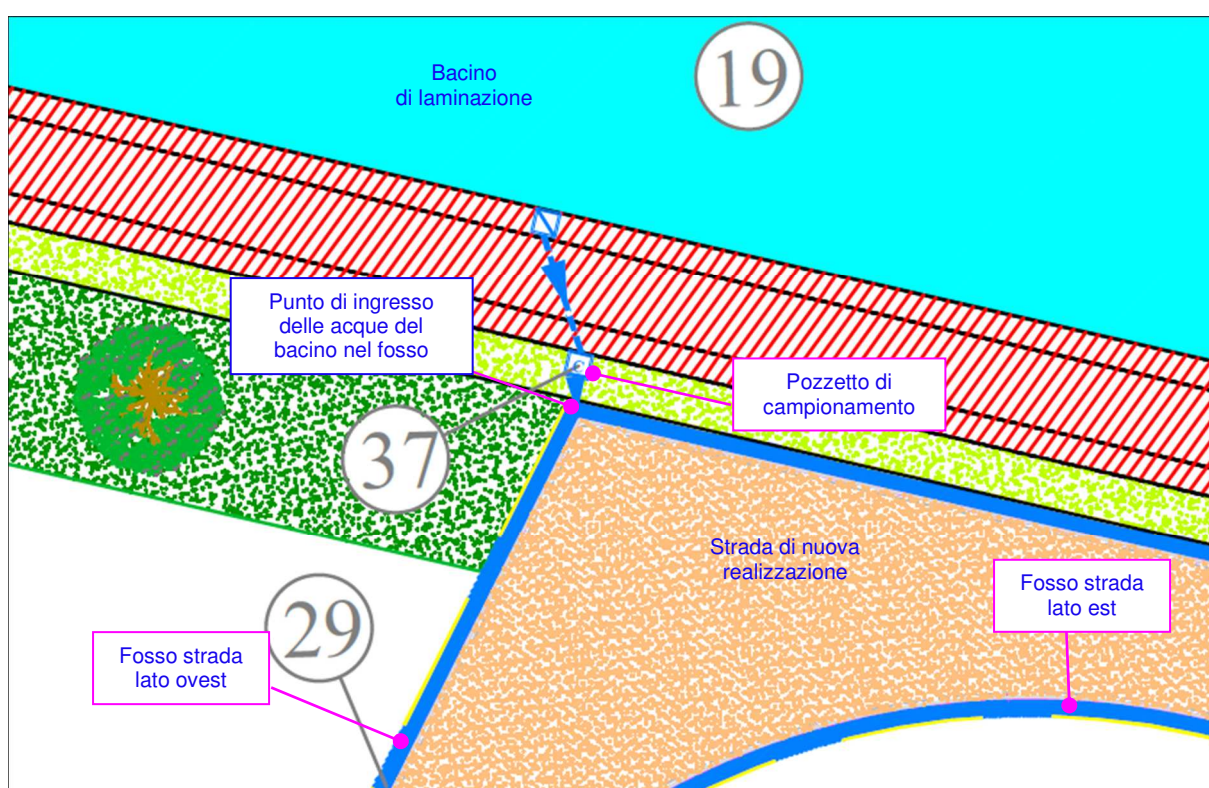


Figura 5.5. Indicazione del punto di ingresso delle acque meteoriche in uscita dal bacino di laminazione nel fosso di laminazione lato strada, per successivo ingresso nello scolo Campo Sinistro



### 5.3 COMPATIBILITA' IDRAULICA STRADA DI NUOVA REALIZZAZIONE

La strada di nuova realizzazione collegherà l'impianto alla viabilità esistente (strada Argine Campo) secondo il tracciato illustrato precedentemente.

Dal momento che anche tale intervento comporterà una parziale impermeabilizzazione delle aree attualmente verdi si rende necessaria la valutazione della compatibilità idraulica, con i medesimi criteri impiegati per l'impianto, ovvero prevedere lo stoccaggio temporaneo delle acque di ruscellamento e il loro successivo ingresso nella rete scolante locale con portata controllata.

Il bacino di laminazione, nel caso specifico, sarà rappresentato da un fossato, parallelo al tracciato stradale, ai piedi di esso, su entrambi i lati.

Le superfici che scoleranno nei fossati lato strada sono indicate in magenta e in azzurro in **Figura 5.6** per la strada a nord dello Scolo Campo Sinistro, e in **Figura 5.7** per la strada a sud di esso. La tabella di seguito sintetizza i valori calcolati.

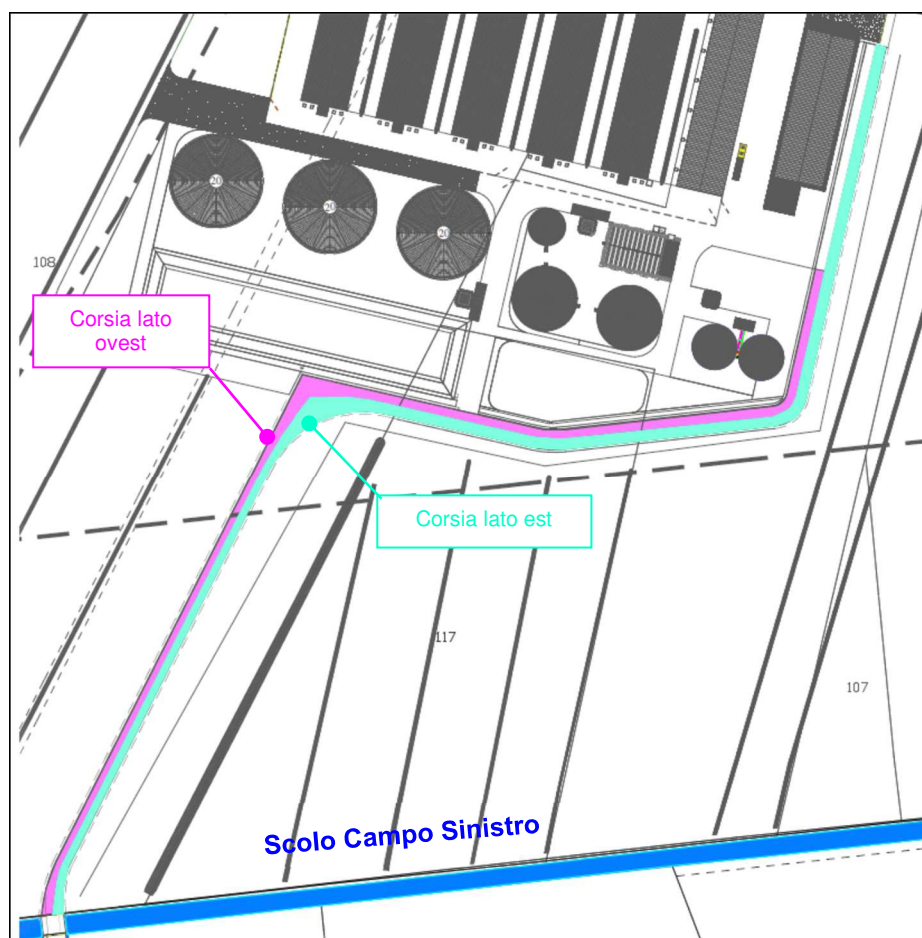


Figura 5.6. Separazione corsie nella strada a nord dello Scolo Campo Sinistro



Figura 5.7. Separazione corsie nella strada a sud dello Scolo Campo Sinistro

COEFFICIENTI DI DEFLUSSO APPLICATI ALLA STRADA				
GRADO DI PERMEABILITA'	TIPOLOGIA DI SUPERFICIE	AREA (m <sup>2</sup> )	COEFF. DEFL.	SUPERFICIE EQUIVALENTE IMPERMEABILE (m <sup>2</sup> )
Aree semipermeabili	Corsia ovest – a nord dello Scolo Campo Sinistro	1832	0,5	916
	Corsia est – a nord dello Scolo Campo Sinistro	2087	0,5	1044
	Corsia ovest – a sud dello Scolo Campo Sinistro	2480	0,5	1240
	Corsia est – a sud dello Scolo Campo Sinistro	2488	0,5	1244

Si fa notare che la somma delle superfici della strada dalla tabella precedente risulta pari a 8887 m<sup>2</sup>, a cui vanno sommati i 513 m<sup>2</sup> di segmenti di strada che recapiteranno le acque meteoriche nel bacino di laminazione (e conteggiati al capitolo precedente), per un totale di 9400 m<sup>2</sup> progettuali di strada di nuova realizzazione.

Anche in questo caso si fa riferimento alle indicazioni del Consorzio di Burana per il dimensionamento del volume del bacino di laminazione e della portata in uscita:

- Volume vasca di laminazione: 500 m<sup>3</sup> per ogni ettaro impermeabilizzato
- Portata in uscita nella rete scolante esistente: 7 l/sec per ogni ettaro impermeabilizzato

Alla luce di quanto indicato, si riportano, nella tabella che segue, i parametri dimensionali dei fossati di laminazione e delle portate di ingresso nello Scolo Campo Sinistro.

<b>PARAMETRI PER LA VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>				
<b>TRATTO STRADALE</b>	<b>PARAMETRO</b>	<b>VALORE (da Consorzio)</b>	<b>Ettari equivalenti impermeabilizzati</b>	<b>Parametri di progetto</b>
Corsia ovest – a nord dello Scolo Campo Sinistro	<b>Volume fosso di laminazione</b>	500 m <sup>3</sup> x ha impermeabil.	0,0916	<b>45,8 m<sup>3</sup></b> (valore minimo)
	<b>Portata in uscita in rete scolante locale</b>	7 l/sec x ha impermeabil.	0,0916	<b>0,641 l/s</b> (valore massimo)
Corsia est – a nord dello Scolo Campo Sinistro	<b>Volume fosso di laminazione</b>	500 m <sup>3</sup> x ha impermeabil.	0,1044	<b>52,2 m<sup>3</sup></b> (valore minimo)
	<b>Portata in uscita in rete scolante locale</b>	7 l/sec x ha impermeabil.	0,1044	<b>0,731 l/s</b> (valore massimo)
Corsia ovest – a sud dello Scolo Campo Sinistro	<b>Volume fosso di laminazione</b>	500 m <sup>3</sup> x ha impermeabil.	0,1240	<b>62,0 m<sup>3</sup></b> (valore minimo)
	<b>Portata in uscita in rete scolante locale</b>	7 l/sec x ha impermeabil.	0,1240	<b>0,868 l/s</b> (valore massimo)
Corsia est – a sud dello Scolo Campo Sinistro	<b>Volume fosso di laminazione</b>	500 m <sup>3</sup> x ha impermeabil.	0,1244	<b>62,2 m<sup>3</sup></b> (valore minimo)
	<b>Portata in uscita in rete scolante locale</b>	7 l/sec x ha impermeabil.	0,1244	<b>0,871 l/s</b> (valore massimo)

A questo punto è possibile stabilire, in funzione della lunghezza dei quattro fossati considerati, la superficie minima della loro sezione, a verifica della compatibilità idraulica, come riportato nella tabella seguente.

<b>STIMA SEZIONE FOSSI DI LAMINAZIONE</b>			
<b>TRATTO STRADALE</b>	<b>VOLUME FOSSO (m<sup>3</sup>)</b>	<b>LUNGHEZZA FOSSO (m)</b>	<b>SEZIONE FOSSO (m<sup>2</sup>)</b>
Corsia ovest – a nord dello Scolo Campo Sinistro	45,8	480	<b>0,096</b>
Corsia est – a nord dello Scolo Campo Sinistro	52,2	570	<b>0,092</b>
Corsia ovest – a sud dello Scolo Campo Sinistro	62,0	836	<b>0,074</b>
Corsia est – a sud dello Scolo Campo Sinistro	62,2	836	<b>0,074</b>

Anche in questo caso si riportano alcune indicazioni sulla morfologia dei fossati e sulle modalità di scarico nella rete scolante locale.

- ☒ I fossi potranno avere, in linea generale, morfologia variabile; si tratterà di sezioni a trapezio rovesciato, presumibilmente.
- ☒ In via preliminare è possibile indicare, per i fossi a nord dello Scolo Campo Sinistro, una sezione a trapezio rovesciato con base maggiore pari a 0,8 m (minimo), base minore 0,4 m e profondità 0,3 m, in partenza. In questo modo si avrà una sezione di 0,180 m<sup>2</sup>, ampiamente compatibile con i valori minimi delle sezioni del fosso indicate. La pendenza proposta è pari a 0,1 % per cui al momento dell'immissione nello Scolo Campo Sinistro il fosso sarà approfondito di ulteriori 48 cm rispetto al fondo fosso di partenza, arrivando a circa 0,8 m da p.c. locale.
- ☒ Per il fosso ovest: al momento dell'immissione delle acque provenienti dal bacino di laminazione, quindi circa a metà percorso, il fosso, con la pendenza indicata, sarà profondo circa 55 cm, valore adatto a consentire lo scolo dal tubo in uscita dal pozzetto di campionamento precedentemente descritto.
- ☒ Sempre in via preliminare è possibile indicare, per i fossi a sud dello Scolo Campo Sinistro, una sezione a trapezio rovesciato con base maggiore pari a 0,8 m (minimo), base minore 0,4 m e profondità minima di 0,20 m. In questo modo si avrà una sezione di 0,120 m<sup>2</sup>, compatibile con i valori minimi delle sezioni del fosso indicate.



- ☒ Anche per i fossi a sud dello Scolo Campo Sinistro si indica a titolo di esempio una pendenza dello 0,8 ‰, pertanto, al momento dell'immissione nella rete consortile, il fosso risulterà approfondito di ulteriori 67 cm, sfociando a circa 0,9 m da p.c. locale.

Per quanto riguarda le portate in uscita nello Scolo Campo Sinistro è possibile applicare la medesima formula semplificata applicata precedentemente alle acque in uscita dal bacino di laminazione, con i seguenti risultati:

<b><i>DIMENSIONAMENTO TUBI IN USCITA DA FOSSI DI LAMINAZIONE</i></b>			
<b>TRATTO FOSSO</b>	<b>Q<sub>amm</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Ø interno massimo teorico del tubo di scarico nello Scolo Campo Sinistro (mm)</b>	<b>Note</b>
Fosso ovest – a nord dello Scolo Campo Sinistro	0,000641 (da strada) + 0,0195 (da vasca lam.)	115	In questo caso il tubo in uscita deve tenere conto anche delle acque in arrivo dal bacino di laminazione
Fosso est – a nord dello Scolo Campo Sinistro	0,000731	20	Verificare che non si creino intasamenti nel tempo
Fosso ovest – a sud dello Scolo Campo Sinistro	0,000868	21	Verificare che non si creino intasamenti nel tempo
Fosso est – a sud dello Scolo Campo Sinistro	0,000871	21	Verificare che non si creino intasamenti nel tempo

## 6 CONCLUSIONI

La parziale impermeabilizzazione dell'area di intervento ha reso necessaria la realizzazione di vasca e fossi di laminazione, per il rilascio controllato delle acque di ruscellamento nella rete scolante esistente. In **Tavola 1** si riporta un estratto planimetrico di progetto con indicazione (frecche blu) del percorso delle acque meteoriche dai manufatti di laminazione verso la rete scolante locale. Di seguito la sintesi dei parametri di progetto:

PARAMETRI DI PROGETTO			
Opera di stoccaggio acqua	Volume minimo (m <sup>3</sup> )	Portata massima di rilascio (l/s)	Diametro massimo teorico del tubo di rilascio nello Scolo Campo Sinistro (mm)
Bacino di laminazione	1390	19,5	Scola nel fosso ovest a nord dello Scolo Campo Sinistro
Fosso ovest – a nord dello Scolo Campo Sinistro	45,8	0,641	115 (comprende le acque in arrivo dal bacino di laminazione)
Fosso est – a nord dello Scolo Campo Sinistro	52,2	0,731	20
Fosso ovest – a sud dello Scolo Campo Sinistro	62,0	0,868	21
Fosso est – a sud dello Scolo Campo Sinistro	62,2	0,871	21

***Alla luce del quadro complessivo valutato, e nel rispetto delle indicazioni geometriche idrogeologiche ed idrauliche fornite, può ritenersi verificato il principio di invarianza idraulica.***

Bondeno (FE), febbraio 2022



Il Tecnico

Dott. Geol. Stefano Vincenzi

