

COMUNE DI
FORLIMPOPOLI

COMUNE DI
BERTINORO

PROPRIETA'

ROMAGNOLA CONGLOMERATI s.r.l.
VIA PONARA, FORLIMPOPOLI
C.F. 04162150405

TAVOLA N°

5.3

Marzo 2025

progettista:

Massimo Ing. Plazzi
Via Maceo Casadei n.19, Forlì
Pec: massimo.plazzi@ingpec.eu
Cell: 3472515629

PROCEDIMENTO UNICO EX ART.53 - L.R. 24/2017
PER L'AMPLIAMENTO E LA RISTRUTTURAZIONE
DELL'ATTIVITA' DI PRODUZIONE CONGLOMERATI
BITUMINOSI E POTENZIAMENTO DELL'ATTIVITA'
DI RECUPERO RIFIUTI NON PERICOLOSI

elaborati:

**CONSORZIO DI BONIFICA
INVARIANZA IDRAULICA**

INDICE

0. PREMESSA..... 1

1. METODO DI CALCOLO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE IDRAULICA 3

2. INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI ANTE E POST OPERA..... 5

3. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA 7

4. REPERIMENTO DEI VOLUMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA 9

5. VERIFICA IDRAULICA DELLE DIMENSIONI DELLA STROZZATURA FINALE..... 11

0. PREMESSA

Nella presente relazione specialistica vengono espone le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento sia dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica (in osservanza all'Art. 9 "Invarianza idraulica" delle Norme di Piano del vigente Piano Stralcio di bacino per il Rischio Idrogeologico) che dell'intera rete di drenaggio delle acque meteoriche a servizio dell'area interessata dall'ampliamento dell'attività aziendale su un'area di proprietà, contigua all'attività attuale, da realizzarsi in Comune di Forlimpopoli (particelle 234-457 Foglio 26).

La superficie totale delle aree di proprietà della Romagnola Conglomerati risulta di mq. 43.322, suddivisa in mq. 14.815 nel Comune di Bertinoro e mq. 28.507 in Comune di Forlimpopoli.

Di tali aree, una parte (part. 393 e 456, per mq.6.479) è concessa in comodato ad altra Azienda, una parte rappresenta le aree di attività utilizzate attualmente, e regolarmente autorizzate con AUA 356/2016 e successive varianti (part. 33, 62, 63,307 per mq. 27.671), una parte (part. 311, di 2.114 mq) destinata a fascia di mitigazione alberata, e un'ultima parte (**part. 234 e 457 per mq. 7.058**) che **rappresenta appunto l'area di sviluppo di cui a questo Procedimento Unico.**

L'area di lavorazione dell'Azienda dopo l'approvazione del presente Procedimento, sarà quindi di mq. 34.729 (oltre la succitata fascia di mitigazione part. 311 di mq. 2.114).

Sotto l'aspetto idrologico ed idraulico (reti fognarie per acque meteoriche, trattamenti delle acque reflue di dilavamento prodotte, punti di scarico al recettore [scolo consorziale Fossone Ponara], ...), tutta la porzione esistente dell'attività non viene modificata dal presente intervento.

Quest'ultimo, infatti, si sviluppa su un'area verde di nuova trasformazione, adiacente all'esistente ma autonoma ed indipendente in termini di raccolta delle acque meteoriche, di collettamento con propria rete fognaria adeguatamente sovradimensionata, di volumi di invarianza idraulica e di strozzatura terminale di scarico sempre nel Fossone Ponara (ma in tratto di monte a cielo aperto), di nuova vasca di trattamento in sito delle acque reflue di dilavamento, dimensionata secondo i dettami della DGR 286/2005, della DGR 1860/06 e delle relative Linee guida di ARPAE (vedasi specifico elaborato 5.2).

Il Programma di Sviluppo Aziendale, teso a migliorare e potenziare la produzione di conglomerati a base riciclata - così importanti oggi dal punto di vista ecologico e per i quali è sempre più necessaria la produzione sul territorio senza dover ricorrere ad importazioni da altri siti – prevede, come primo intervento oggetto del presente Procedimento Unico ex Art.53, di avvicinare il mulino ed i vagli di riciclo al deposito rifiuti, sostituendoli con macchinari di nuova generazione meno impattanti dal punto di vista del consumo energetico e delle emissioni di polveri; consiste, inoltre, nell'istallazione di un nuovo impianto per la produzione di misto cementato.

Si tratta quindi di andare a installare e localizzare i nuovi macchinari nell'area già di proprietà della Romagnola Conglomerati contraddistinta catastalmente con la part. 234 di mq. 5.818 e parte della part. 457 di mq. 1240 del foglio 26 del Comune di Forlimpopoli.

L'intero complesso produttivo ospita l'impianto all'aperto formato da depositi di:

- Materiali di rifiuto da riciclare:
 - o CER 170101-rifiuti in cemento
 - o CER 170302-miscele bituminose diverse da CER 17.03.01
 - o CER 170904 – rifiuti misti dell'attività di costruzione
- Materie prime:
 - o CER 170302 macinato
 - o Graniglie in varie pezzature
 - o Inerte basaltico
 - o Sabbia
 - o Bitume liquido ed in emulsione in appositi serbatoi di stoccaggio.

I materiali riciclati e le materie prime vengono prelevate da nastro trasportatore e tubazioni, dosate, riscaldate ed unite al legante in varie proporzioni per ottenere asfalti con granulometria e composizione diversificate a seconda degli usi e della richiesta. Gli asfalti prodotti vengono caricati sugli automezzi che lo trasportano direttamente ai cantieri di posa

Allo stato attuale il ciclo di produzione parte da materiali di rifiuto non pericoloso che dopo due successive macinature e vagliature vengono miscelati con le materie prime provenienti da altri produttori e col bitume e successivamente scaldate per la produzione del conglomerato bituminoso.

La presente fase di progetto (prima fase) si prefigge di razionalizzare la produzione in vista di successive fasi, sostituendo il mulino a vagli con altro di nuova generazione, più performante dal punto di vista produttivo e di consumi energetici, che consente di abbattere ulteriormente le emissioni di polveri in atmosfera. In preparazione delle eventuali fasi successive, il nuovo mulino deve essere montato in vicinanza del frantumatore e quindi in una zona, sempre di proprietà aziendale, ma ora non compresa nel perimetro dell'attività autorizzata con l'ultima AUA.

Il nuovo mulino sarà collegato all'area di produzione tramite nastri trasportatori chiusi di ultima generazione, che consentono un drastico abbattimento delle polveri.

Si prevede anche l'installazione di impianto per la produzione di misto cementato.

Per ulteriori dettagli e per una più chiara comprensione di quanto di seguito esposto si rimanda agli elaborati grafici di progetto, tra i quali quello (tavola 5.1) relativo alle reti fognarie bianche a servizio dell'area in esame (se ne riporta nel seguito un estratto di dettaglio) con connessi dispositivi di laminazione per l'invarianza idraulica.

Tutte le grandezze in gioco sono state stimate cautelativamente al fine di dimensionare l'intervento con un buon margine di sicurezza idraulica.

1. METODO DI CALCOLO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE IDRAULICA

In primo luogo occorre evidenziare che per calcolare i volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi ai fini dell'invarianza idraulica sono stati utilizzati i parametri predisposti dall'Autorità di Bacino, secondo il metodo di calcolo contenuto nella normativa del vigente Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico.

In particolare, il Comma 5 dell'Art. 9 del Piano Stralcio recita così:

“Il volume minimo di cui ai commi precedenti deve essere calcolato secondo la procedura riportata nel capitolo 7 della "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003 e s.m.i., che vale ai fini del presente articolo come Regolamento di Attuazione.

I Comuni, nell'approvare gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici e regolamenti comunali, secondo le vigenti norme e in base alle procedure correnti, verificano la rispondenza dei piani attuativi e dei progetti ai requisiti di volume di invaso. In base alle indicazioni tecniche di cui al capitolo 7 alla citata Direttiva idraulica, sono fissati i criteri per considerare nel computo del volume richiesto anche il contributo delle reti fognarie.

Le caratteristiche funzionali dei sistemi di raccolta delle acque piovane sono stabilite, anche in caso di scarico indiretto nei corsi d'acqua o nei canali di bonifica, dall'Autorità idraulica competente con la quale devono essere preventivamente concordati i criteri di gestione e alla quale dovrà essere consentito il controllo funzionale nel tempo dei sistemi di raccolta”.

Tutto ciò premesso, si specificheranno nella presente relazione solamente gli elementi di valutazione ed i riferimenti più importanti, fatto salvo tutto quanto è prescritto e definito nelle norme, articoli e pubblicazioni succitate.

Si riporta di seguito uno stralcio fondamentale del Cap. 7 della Direttiva Idraulica e citato dall'Art. 9 del Piano Stralcio:

“La misura del volume minimo d'invaso da prescrivere in aree sottoposte a una quota di trasformazione I (% dell'area che viene trasformata) e in cui viene lasciata inalterata una quota P (tale che I + P = 100%) è data dal valore convenzionale:

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

essendo $w^{\circ} = 50 \text{ mc/ha}$, ϕ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, ϕ° 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 – orientativamente – da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997), 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 ϕ e ϕ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

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

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

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 di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I .
- 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".

Le varie tipologie di superficie vengono ulteriormente chiarite e specificate dalla Direttiva Idraulica che cita testualmente:

"Si pone il problema di valutare che cosa sia permeabile. In generale, ogni tipo di copertura che consenta la percolazione nel suolo almeno ai tassi d'infiltrazione propri del suolo "naturale" in posto è da considerare permeabile.

Sono quindi certamente permeabili tutte le superfici mantenute a verde, a meno dell'ovvio controesempio di verde al di sopra di elementi interrati quali scantinati e similari, e di giardini pensili. Le coperture del suolo che possono essere considerate permeabili comprendono il caso delle griglie plastiche portanti e di dispositivi similari.

Si tratta di strutture di pavimentazione costituite da elementi a griglia con percentuale di vuoti molto alta, e con caratteristiche tali da non indurre una compattazione spinta del terreno.

Nel caso invece di elementi di pavimentazione tipo "Betonella" e similari, occorre valutare caso per caso il grado di impermeabilizzazione indotto, anche tenendo conto che, essendovi una percentuale di vuoti molto minore e una forte possibilità di compattazione del terreno al di sotto e negli interstizi degli elementi di pavimentazione, si può configurare una situazione di impermeabilità di fatto.

Con le stesse cautele devono essere trattate le superfici in misto granulare stabilizzato e altri materiali analoghi. In linea di massima, si può considerare superfici di queste ultime due tipologie come permeabili al 50%.

Sono invece certamente impermeabili le superfici asfaltate e cementificate, oltre alle coperture degli edifici anche qualora presentino elementi a verde, giardini pensili ecc".

A seguito di quanto riportato nella Direttiva Idraulica del Piano Stralcio, di cui alcuni stralci sopra riportati, si deduce che la grandezza più importante da valutare per il computo dei volumi di compensazione idraulica è rappresentata dall'incidenza delle superfici permeabili e impermeabili pre operam e post operam.

2. INDIVIDUAZIONE DELLE SUPERFICI ANTE E POST OPERA

Prima di procedere alla stima dei volumi invarianti (e della relativa strozzatura per la loro attivazione), occorre innanzitutto individuare il recettore ottimale nel quale convogliare le acque meteoriche scaricate dal presente “sottocomparto idraulico” in progetto.

Così come per gli altri scarichi esistenti dell’impianto, già da tempo autorizzati (vedasi AUA vigente), anche per lo scarico di acque meteoriche di questa nuova porzione di piazzale il recettore ottimale è chiaramente il contiguo scolo di bonifica “Fossone Ponara”, in parte tombinato verso est dal richiedente con apposita Autorizzazione idraulica rilasciata dal Consorzio di Bonifica ed in parte, più a monte, ancora a cielo aperto con classica sagoma trapezia.

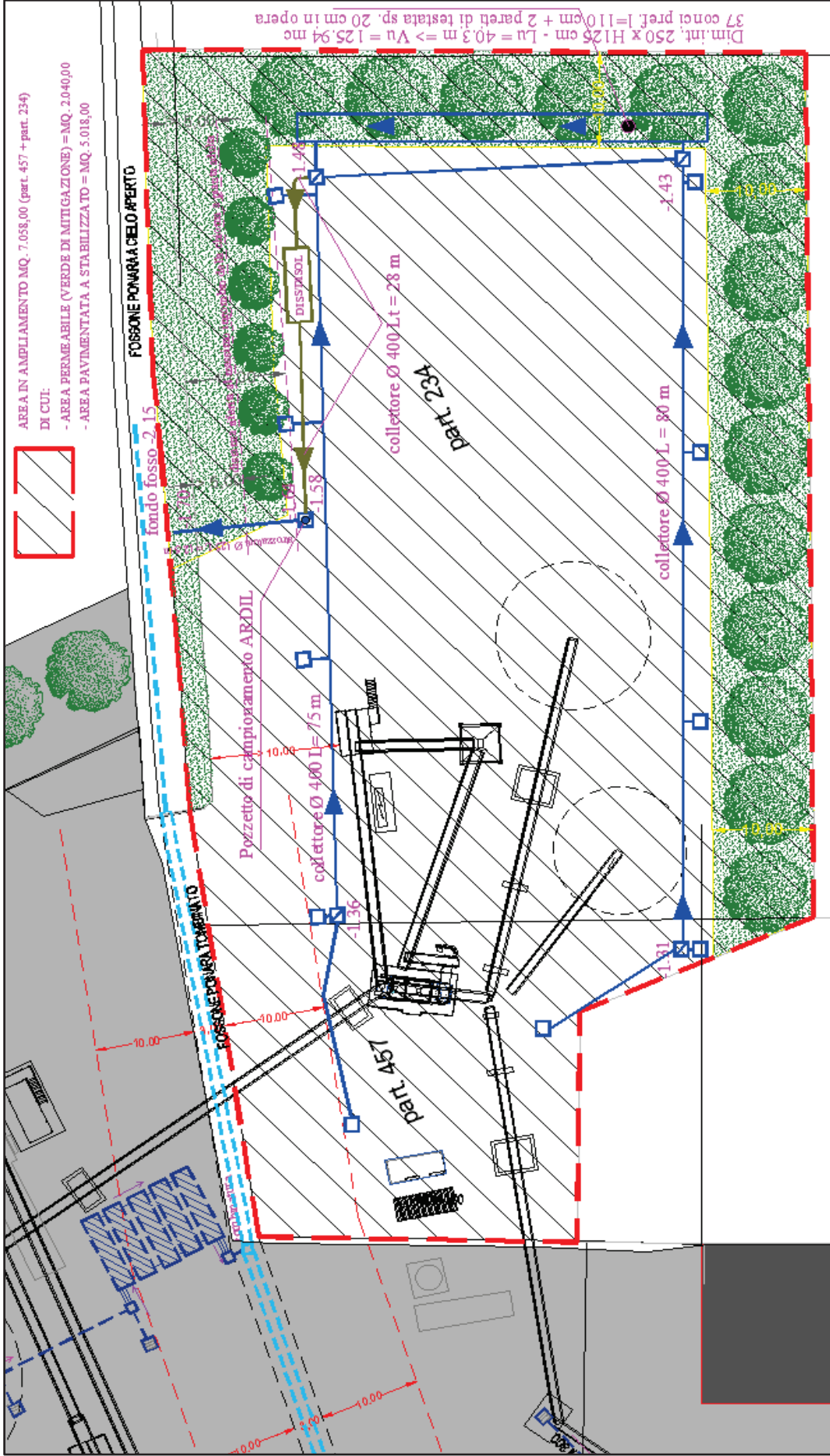
Il nuovo scarico sarà ubicato appunto in sponda destra del tratto a cielo aperto, pochi metri a monte del muro di testa della tombinatura scatolare 250x200 cm.

In ragione della tipologia di attività svolta sul piazzale (tutto sistemato a stabilizzato) - come in precedenza descritta -, con cumuli di inerti (sabbie, graniglie, inerte basaltico), macinati, rifiuti di cemento/materiali da costruzione, presenti diffusamente sulla superficie scolante, le acque di pioggia sono da ascrivere alla casistica delle “acque reflue di dilavamento” ai sensi della DRG 286/05 e come tali sono, prima dello scarico, da trattare in sito con vasche di dissabbiatura (con raccolta fanghi) e disoleazione (con filtro a coalescenza), identicamente alle tipologie già installate nell’impianto esistente circa 15 anni fa.

In termini di permeabilità/impermeabilità e di superficie oggetto d’intervento, si specifica che:

- l’area complessiva in ampliamento è pari a 7058 mq (vedasi tratteggio nello stralcio planimetrico della pagina seguente), attualmente integralmente permeabile/a verde;
- nella configurazione di progetto, circa 2040 mq restano a verde (fasce di mitigazione) ed i restanti 5018 mq vengono “piazzalati” totalmente in stabilizzato, da ritenersi – ai sensi della Direttiva del PSRI – semipermeabile, cioè permeabile al 50%;
- ne consegue che da progetto la superficie impermeabile sia pari a 2509 mq (metà di 5018 mq) e la superficie permeabile sia pari a 4549 mq (metà di 5018 mq + 2040 mq di verde);

Di seguito si riporta la planimetria dello stato di progetto, al fine di differenziare all’interno dell’area di intervento le porzioni permeabili (retino puntinato verde) da quelle semipermeabili (sfondo bianco); si ribadisce che allo stato attuale l’area complessiva oggetto di intervento risulta totalmente permeabile.



3. DETERMINAZIONE DEI VOLUMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Per la determinazione dei volumi da garantire per l'invarianza idraulica sono stati condotti i calcoli riportati nella "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".

Si provvede a seguire anche al progetto dello scarico strozzato, prima della relativa immissione nello scolo consorziale "Fossone Ponara".

La grandezza fondamentale da valutare per il computo dei volumi minimi di compensazione idraulica da reperire ai fini dell'invarianza idraulica è rappresentata dall'incidenza delle superfici permeabili e impermeabili pre e post intervento.

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA															
<i>(inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)</i>															
	Superficie fondiaria	=	<input type="text" value="7'058.00"/>	mq		inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto									
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile esistente	=	<input type="text" value="0.00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.									
	Imp°	=	0.00												
	Superficie permeabile esistente	=	<input type="text" value="7'058.00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.									
	Per°	=	1.00												
	Imp°+Per°	=	1.00			corretto: risulta pari a 1									
POST OPERAM	Superficie impermeabile di progetto	=	<input type="text" value="2'509.00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.									
	Imp	=	0.36												
	Superficie permeabile progetto	=	<input type="text" value="4'549.00"/>	mq		inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.									
	Per	=	0.64												
	Imp+Per	=	1.00			corretto: risulta pari a 1									
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA	Superficie trasformata/livellata	=	<input type="text" value="7'058.00"/>	mq		inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi									
	I	=	1.00												
	Superficie agricola inalterata	=	<input type="text" value="0.00"/>	mq		inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)									
	P	=	0.00												
	I+P	=	1.00			corretto: risulta pari a 1									
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM															
	$\phi^{\circ} = 0.9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0.2 \times \text{Per}^{\circ} =$	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20	ϕ°				
	$\phi = 0.9 \times \text{Imp} + 0.2 \times \text{Per} =$	0.9	x	0.36	+	0.2	x	0.64	=	0.45	ϕ				
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO															
	$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P =$	50	x	4.73	-	15	x	1.00	-	50	x	0.00	=	221.64 mc/ha	w
	$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$							221.64	x	7'058	:	10'000	=	156.43 mc	W

La superficie d'intervento è pari a 7058 mq, oggi totalmente permeabile.

Come conteggiato al precedente paragrafo, da progetto la superficie impermeabile è pari a 2509 mq e la superficie permeabile è pari a 4549 mq.

Dal foglio di calcolo di applicazione della formula del W del PSRI vista in precedenza, risulta un volume minimo d'invaso da reperire al fine di garantire il rispetto dell'invarianza idraulica pari a:

$$W = 156.43 \text{ mc}$$

Le linee guida del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico forniscono una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici, che permette di definire soglie dimensionali in base alle quali applicare considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

Classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

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 $Imp > 0,3$

L'intervento in esame ricade nel caso degli interventi a "modesta impermeabilizzazione potenziale" in quanto la superficie di estensione è inferiore a 1 ha: non necessitano, dunque, ulteriori valutazioni rispetto alla formula del W già utilizzata ($W = 156.43 \text{ mc}$).

Una volta quantificati i volumi da reperire in base alla normativa vigente per garantire l'invarianza idraulica della trasformazione, si procede all'individuazione dei dispositivi atti a garantire tale volume di compensazione idraulica.

4. REPERIMENTO DEI VOLUMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Come visto ai paragrafi precedenti, il volume minimo da reperire ai fini dell'invarianza è:

$$W = 156.43 \text{ mc}$$

Definito quindi il volume di compensazione idraulica, è necessario determinare in quali dispositivi individuare queste volumetrie.

Il volume per l'invarianza sarà individuato all'interno dei seguenti dispositivi compartecipi:

- **Vasca di laminazione in scatolare prefabbricato in cls sovradimensionato, posto in parallelo alla linea fognaria principale (ad essa collegata con due tubazioni di carico/scarico DN315 PVC), conteggiata al 100%;**
- **Condotte e pozzetti d'ispezione della fognatura bianca, che vengono conteggiati all'80% del loro volume complessivo come da indicazione del PSRI;**
- **Porzione "alta" (posta al di sopra della quota di scorrimento della tubazione in uscita DN400) della vasca di trattamento in linea delle acque reflue di dilavamento "ARDIL", conteggiata all'80%.**

VOLUMI INVARIANZA IDRAULICA

Collettore Ø 400 Ltot = 218 m -	Vu =	21,97 mc
n. 5 pozzetti 80x80 cm hu = 130 cm -	Vu =	3,33 mc
Parte alta vasca trattamento ARDIL (h=50 cm) -	Vu =	6,61 mc
Scatolare 250 x H125 cm - Lu = 40.3 m =>	Vu =	125,94 mc
	TOT. =	157,85 mc > 156,43 mc

Si dettagliano a seguire i vari contributi alla laminazione individuati.

VASCA DI LAMINAZIONE CON SCATOLARI 250X125 CM

Si prevede la posa, in parallelo alla fognatura (alla quale si collega opportunamente con due condotte DN 315), di una vasca di laminazione interrata, composta con n. 37 conci di scatolare prefabbricato di lunghezza pari a 110 cm (con due pareti di testata di chiusura) e sagoma trasversale interna 250x125 cm, per un volume totale di:

$$V_{VASCA} = [(37*1.1) - (2*0.2)] * 2.5 * 1.25 = 125.94 \text{ mc}$$

Si consideri che la quota minima del piazzale (ove si prevede la posa di caditoie di raccolta in numero sufficiente) è pari a +0.00 m slrif e che la vasca scatolare avrà quota di fondo interna pari a -1.40 m slrif e quota d'intradosso pari a -0.15 m slrif. Essa, quindi, lavorerà perfettamente (cioè completamente) quando attivata dalla strozzatura terminale, mantenendo un adeguato franco di sicurezza (minimo 15 cm) rispetto ai punti di potenziale fuoriuscita più depressi.

VOLUME INTERNO DI FOGNATURA BIANCA

Sottolineando quanto indicato nella Direttiva Idraulica, e cioè che “... in linea di massima, si può considerare che il volume totale delle condotte di fognatura sia efficace all'80% ai fini dell'invarianza idraulica (si veda ad es. Paoletti, 1996; Pistocchi, 2001) ...”, di seguito si riporta un calcolo del volume attribuibile alle condotte circolari DN400 adottate – con le rispettive caratteristiche e lunghezze – e dei pozzetti di ispezione – con le loro dimensioni interne adottate 80x80 cm – presenti nella fognatura bianca in progetto, ai fini del calcolo del volume da reperire per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Si sottolinea che nel calcolo non sono state conteggiate le condotte di dimensioni inferiori (collegamenti Dn315, fognoli delle caditoie DN160, ...) ed i pozzetti delle caditoie, al fine di condurre una progettazione conservativa e virtuosa dei dispositivi d'invarianza idraulica.

- Lo sviluppo della condotta DN400 (con sagoma interna di 0.126 mq) è pari a 218 metri, per un contributo geometrico interno di 27.47 mc, che conteggiato all'80% risulta pari a 21.97 mc;
- I n. 5 pozzetti d'ispezione 80x80 cm (sagoma interna di 0.64 mq) presentano un'altezza utile media di circa 130 cm e quindi un contributo geometrico interno di 4.16 mc, che conteggiato all'80% risulta pari a 3.33 mc;

Conseguentemente nei dispositivi fognari viene reperito un volume utile pari a:

$$V_{\text{POZZETTI E CONDOTTE}} = 25.30 \text{ mc}$$

VOLUME DISPONIBILE NELLA VASCA DI TRATTAMENTO ACQUE REFLUE DI DILAVAMENTO “ARDIL”

La vasca installata (vedasi Elaborato 5.2) è di tipo prefabbricato, di dimensioni esterne 246x770xH250 cm ed interne nette pari a 224x738xH235 cm. La sua porzione “alta” (posta al di sopra della quota di scorrimento della tubazione in uscita DN400), di altezza pari a 50 cm circa, è sempre disponibile, senza presenza costante di acqua (come invece nei 185 cm “bassi”) ed allagabile solamente in caso di passaggio di portata notevole e contestuale rigurgito provocato dalla strozzatura terminale. Essendo in linea, tale volume viene conteggiato all'80%, ottenendo quindi un volume utile pari a:

$$V_{\text{ARDIL, ALTA}} = 0.80 * (0.50 * 2.24 * 7.38) = 6.61 \text{ mc}$$

Il volume complessivo reperito ai fini dell'invarianza idraulica grazie ai vari dispositivi compartecipi risulta pari a 157.85 mc, per cui maggiore dei 156.43 mc minimi richiesti per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica. In sintesi il volume reperito risulta sufficiente in termini di invarianza idraulica, essendo quest'ultimo maggiore del volume minimo stimato:

$$V_{\text{TOT}} = 125.94 + 25.30 + 6.61 = 157.85 \text{ mc} > W = 156.43 \text{ mc}$$

In conclusione, l'intero sistema invariante risulta adeguatamente dimensionato, con adeguato margine di sicurezza idraulica.

5. VERIFICA IDRAULICA DELLE DIMENSIONI DELLA STROZZATURA FINALE

Per ultimo, resta solamente da verificare l'efficacia idraulica della tubazione terminale, avente la funzione di "strozzatura limitatrice di portata" in uscita verso il recettore, rappresentato dallo scolo consorziale adiacente (lato sud) "Fossone Ponara".

L'obiettivo progettuale della strozzatura terminale è di limitare il coefficiente udometrico post intervento delle aree passate da permeabili ad impermeabili a 10 l/s per ha, pari cioè a quello per aree agricole pre-intervento, come indicato dal vigente Regolamento di Polizia consorziale. Per le aree già impermeabilizzate (qui non presenti allo stato attuale), si considera invece un coefficiente udometrico cautelativo pari a 90 l/s per ha, come previsto sempre dal Regolamento di Polizia Consorziale locale.

La portata massima in uscita dal comparto è stimabile in 7.06 l/s (l'area di intervento di estensione pari a 7058 mq è totalmente permeabile allo stato attuale):

$$Q_{MAX} = 10 \text{ l/s per ha} \times 7058 \text{ mq} / 10000 + 90 \text{ l/s per ha} \times 0 \text{ mq} / 10000 \text{ mq} = \mathbf{7.06 \text{ l/s}}$$

Per stimare la portata defluente dalla strozzatura si possono usare diverse formule, dipendenti dalle modalità idrauliche di funzionamento nel condotto e quindi dalle condizioni al contorno. In particolare, ipotizzando cautelativamente un funzionamento a battente con tratto breve e sbocco libero, si è utilizzata la seguente formula:

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

con Q la portata defluente dalla strozzatura, $\mu = 0.6$ e h il battente. Tale formula si adatta bene ai tratti brevi per i quali si instaura un funzionamento a battente con sbocco libero, cioè mai rigurgitato dai livelli contestuali del recettore di valle (la fogna esistente).

Dalla tabella di calcolo sotto riportata si evince che, considerando un battente massimo di 143 cm (i.e. differenza tra il livello massimo dell'acqua nel sistema fognario/invariante di -0.15 m slrif e la quota del baricentro della strozzatura di -1.58 m slrif), la portata massima teoricamente ammessa transita con un diametro interno di 53 mm.

DIMENSIONAMENTO STROZZATURA			
Portata amm.le (Qagr.=10 l/sec/ha* Perm _c +90l/sec/ha*Imp _c)	7.06	l/sec	portata ammissibile effluente al ricettore
Battente massimo h	1.43	m	inserire il valore di progetto (calcolato esplicitamente in relazione) del battente sopra l'asse della strozzatura
DN max condotta di scarico	53.18	mm	
Si adotta condotta DN	117.60	mm	inserire il diametro della condotta scelta, che deve essere inferiore a DN max. Si consente un minimo funzionale DN 125
Portata uscente con la condotta adottata	34.53	l/sec	

Tuttavia il **diametro minimo funzionale** previsto dal Regolamento di Polizia Consorziale risulta pari a **125 mm**, tale da consentire il passaggio di una portata pari a circa **34 l/s**.

mu = 0,6	Diametro tubo di scarico (mm)									
	battente	80	100	120	150	160	180	200	250	296
h (ml)	portata defluente in l/sec									
0.2	5.97	9.33	13.44	20.99	23.88	30.23	37.32	58.31	81.75	92.58
0.3	7.31	11.43	16.45	25.71	29.25	37.02	45.71	71.42	100.12	113.38
0.4	8.44	13.19	19.00	29.69	33.78	42.75	52.78	82.47	115.61	130.92
0.5	9.44	14.75	21.24	33.19	37.77	47.80	59.01	92.20	129.25	146.38
0.6	10.34	16.16	23.27	36.36	41.37	52.36	64.64	101.00	141.59	160.35
0.7	11.17	17.45	25.14	39.27	44.68	56.55	69.82	109.09	152.93	173.20
0.8	11.94	18.66	26.87	41.99	47.77	60.46	74.64	116.63	163.49	185.15
0.9	12.67	19.79	28.50	44.53	50.67	64.13	79.17	123.70	173.41	196.39
1.0	13.35	20.86	30.04	46.94	53.41	67.59	83.45	130.39	182.79	207.01
1.1	14.00	21.88	31.51	49.23	56.02	70.89	87.52	136.76	191.71	217.11
1.2	14.63	22.85	32.91	51.42	58.51	74.05	91.42	142.84	200.24	226.77
1.25	14.93	23.33	33.59	52.48	59.71	75.57	93.30	145.78	204.37	231.44
1.3	15.22	23.79	34.25	53.52	60.89	77.07	95.15	148.67	208.41	236.03
1.4	15.80	24.69	35.55	55.54	63.19	79.98	98.74	154.28	216.28	244.94
1.5	16.35	25.55	36.79	57.49	65.41	82.79	102.21	159.70	223.87	253.53
1.6	16.89	26.39	38.00	59.38	67.56	85.50	105.56	164.93	231.21	261.85
1.7	17.41	27.20	39.17	61.20	69.64	88.13	108.81	170.01	238.33	269.91
1.8	17.91	27.99	40.31	62.98	71.65	90.69	111.96	174.94	245.24	277.73
1.9	18.40	28.76	41.41	64.70	73.62	93.17	115.03	179.73	251.96	285.34
2.00	18.88	29.50	42.49	66.38	75.53	95.59	118.02	184.40	258.50	292.76
2.1	19.35	30.23	43.54	68.02	77.40	97.95	120.93	188.96	264.89	299.99
2.2	19.80	30.94	44.56	69.62	79.22	100.26	123.78	193.40	271.12	307.04

Concludendo, si ritiene adeguatamente dimensionata una strozzatura in PVC DN125 SN8 caratterizzata da un diametro pari a 125 mm, ovvero il minimo funzionale previsto da Regolamento.