

PROVINCIA DI FORLI' CESENA
COMUNE DI FORLI'

PROPRIETA': Base s.r.l. - Via Cardano 2/D

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO D3.2-16a E D3.2.16-b
ZONA DI NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO DI
ESPANSIONE COMPRESA FRA LE VIE GOLFARELLI E
MASETTI COMUNE DI FORLI'

ELABORATO

F.RT

RETI FOGNARIE

SCALA

Varie

RELAZIONE TECNICA

REPERTORIO

24-13

EMISSIONE/REVISIONE

DATA

1

15/01/2025

2

12/05/2025

3

29/12/2025

PROGETTISTI E COLLABORATORI



Marco Donati
ingegneria idraulica

Via Mandironi, 5 - 47923 Rimini (RN)
mail: info@ingmarcodonati.it
web: www.ingmarcodonati.it

Ing. Marco Donati

Ing. Enia Santolini

Ordine Ingegneri Rimini n. 829

Ordine Ingegneri Rimini n. 1696

IL COMMITTENTE

ENTI

IL PROGETTISTA

**PROVINCIA DI FORLÌ CESENA
COMUNE DI FORLÌ**

PROPRIETA': Base S.r.l. – Via Cardano 2/D

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
D3.2-16° e D3.2.16-b
ZONA DI NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO
DI ESPANSIONE COMPRESA FRA LE VIE
GOLFARELLI E MASETTI
COMUNE DI FORLÌ**

RETI FOGNARIE

RELAZIONE TECNICA

Sommario

1	INQUADRAMENTO E PREMESSA.....	3
2	STATO DI FATTO E INDIVIDUAZIONE DEI RECAPITI	5
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO.....	7
4	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO	11
4.1	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO	11
4.2	RISULTATI DI CALCOLO	11
4.3	RIEPILOGO DEI RISULTATI E TRATTAMENTI ADOTTATI	14
5	INVARIANZA IDRAULICA.....	15
5.1	CALCOLO DEI VOLUMI NECESSARI	15
5.2	SOLUZIONI DI PROGETTO PER L'OTTENIMENTO DEI VOLUMI NECESSARI	18

1 INQUADRAMENTO E PREMESSA

La ditta Edil Esterni, con sede in via Cardano, 2/D, 47122 Forlì (FC), svolge presso la propria sede attività di recupero rifiuti non pericolosi attraverso il ritiro e lo stoccaggio in cumuli all'interno del piazzale aziendale di materiali inerti derivanti da demolizioni civili, industriali e stradali.

Per far fronte alle crescenti esigenze della ditta, si prevede un ampliamento dell'attività tramite localizzazione in nuovo sito di un'area per la messa in riserva e recupero di rifiuti inerti non pericolosi. L'area di ampliamento si trova all'interno di una zona industriale della città di Forlì (FC), in Via Golfarelli, in angolo con Via Masetti.



Figura 1: Inquadramento territoriale su CTR



Figura 2: Inquadramento su ortofoto

Il lotto comprende due distinti PUA, D3.2-16.a e D3.2-16.b, che verranno trattati in modo separato nella presente relazione. La suddivisione è mostrata a seguire:

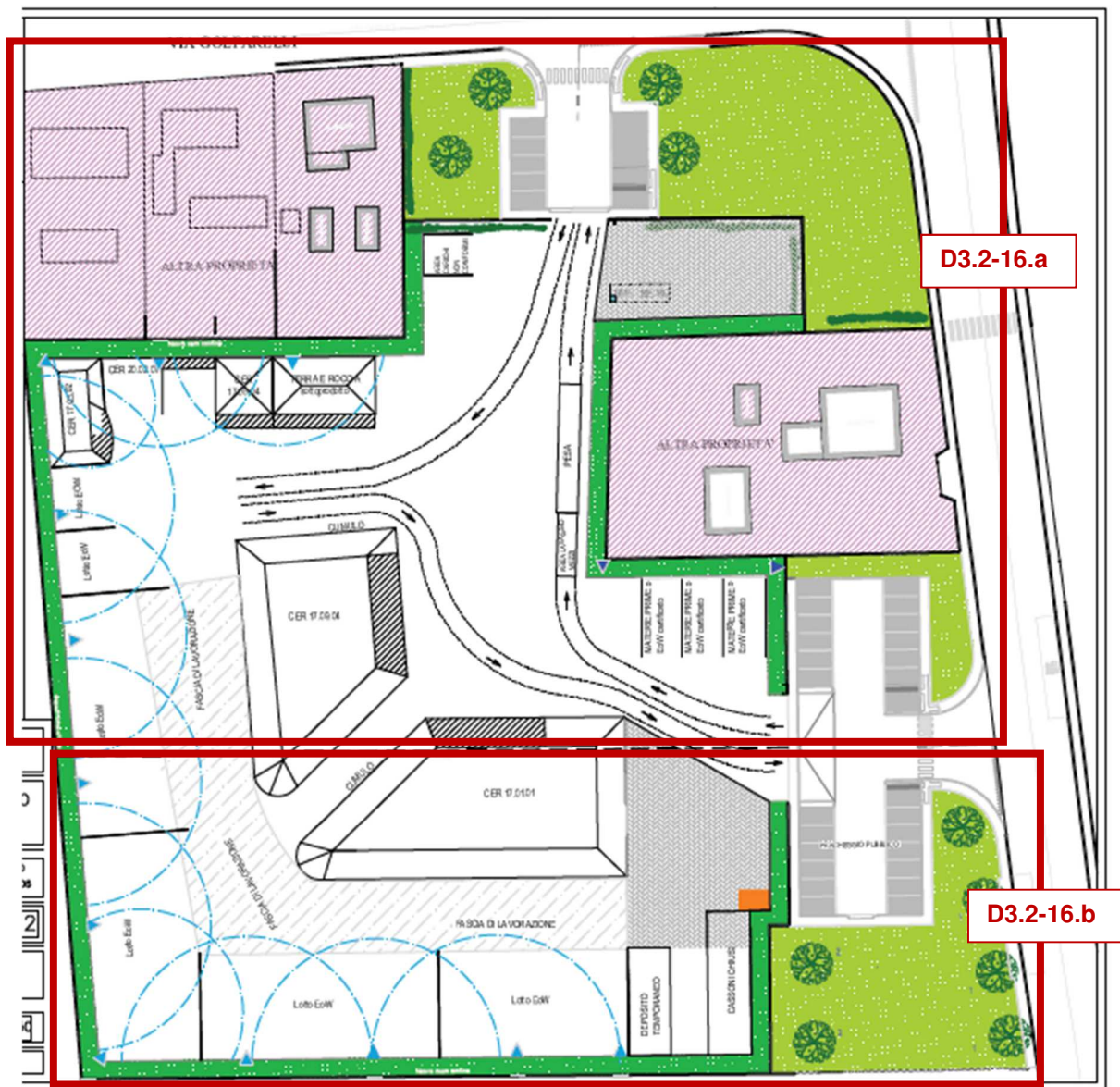


Figura 3: Schema di gestione delle aree di stoccaggio e indicazione PUA

2 STATO DI FATTO E INDIVIDUAZIONE DEI RECAPITI

Lungo via Golfarelli corrono due tubazioni appartenenti alla rete fognaria pubblica, una di mista con diametro 500 mm ed una di nera con diametro pari a 200 mm. Una linea di mista è presente anche lungo via Masetti, con tubazione di diametro 500 mm.

Come anticipato, il lotto è suddiviso in due distinti PUA ed il progetto prevede dunque la realizzazione di due separati sistemi fognari, uno per ogni comparto, con tre distinti punti di scarico in fognatura pubblica.

Due punti di scarico saranno nella rete di via Golfarelli mentre un altro nella tubazione di via Masetti.

In figura si rappresentano le reti pubbliche a servizio dell'area in oggetto.

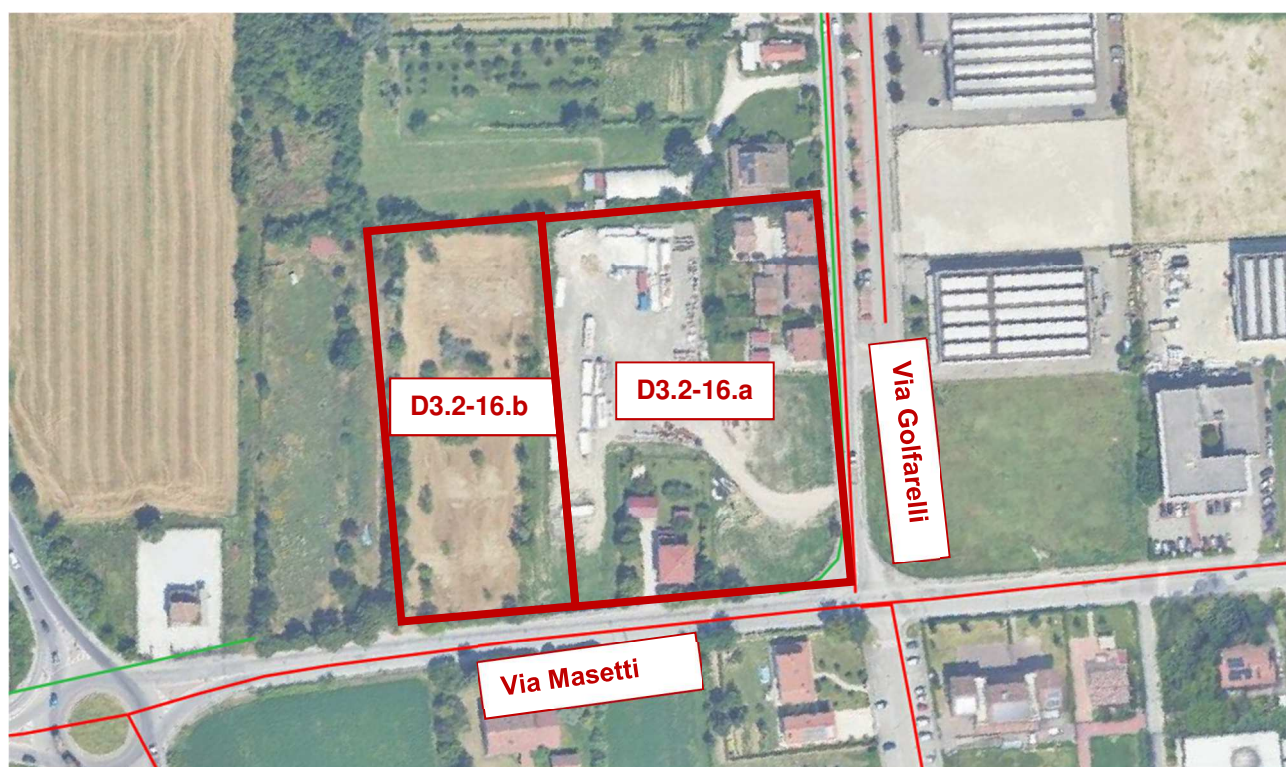


Figura 4: Inquadramento reti pubbliche (in verde rete mista, in rosso rete nera)

In corrispondenza dei futuri accessi dei lotti dalla via Golfarelli e dalla via Masetti sono stati già realizzati due parcheggi e attigue aree verdi, da cedere al Comune di Forlì come opere di urbanizzazione. Nell'ambito di queste opere sono state realizzate le reti di fognatura bianca e i rispettivi collegamenti sulle fogne miste di via Golfarelli e via Masetti.

Nelle aree verdi attigue ai due parcheggi sono state già realizzate altrettante aree depresse che fungono da bacini di laminazione. La tubazione di collegamento in strada è stata sottodimensionata per consentire l'accumulo delle acque nei suddetti bacini, mentre entrambe le reti acque bianche dei parcheggi sono state prolungate a monte fino al confine dei rispettivi lotti per consentire l'allaccio delle future reti interne. Questo comporta il fatto che i sistemi di laminazione dei lotti e dei parcheggi,

come si illustrerà nel seguito, dovranno essere costituiti da due sistemi integrati in cui le reti interne e quelle del parcheggio sono regolati in modo sincrono dalle due strozzature poste a monte degli allacci in strada, già predisposte.

E' stato inoltre predisposto un allaccio sulla rete di acque nere sulla via Golfarelli, prolungato fino al confine tra parcheggio e lotto D3.2-16.a,

Pertanto si individuano come recapiti finali delle reti di progetto:

- La fognatura nera di via Golfarelli per le acque nere domestiche e reflue industriali del lotto D3.2-16.a
- La fognatura bianca del parcheggio lungo via Golfarelli (recapitante nella rete mista di via Golfarelli) per le acque meteoriche e di dilavamento trattate del lotto D3.2-16.a;
- La fognatura bianca del parcheggio lungo via Masetti (recapitante nella rete mista di via Masetti) per le acque meteoriche e di dilavamento trattate del lotto D3.2-16.b;

Per la progettazione delle opere interne sono stati recepiti gli as built delle reti dei due parcheggi, compresa la predisposizione di allaccio per le acque nere su via Golfarelli. Le scelte progettuali sono state quindi determinate a partire dalle quote di scorrimento esistenti desunte dagli schemi di as built.

Si specifica che i recapiti delle acque di dilavamento trattate sono stati individuati nelle reti bianche dei parcheggi sulle vie Golfarelli e Masetti in forza di quanto riportato al punto 4.1 lettera d) e 4.2 lettera b) della DGR 1860/2006:

4.1 - Caso 1 - Acque di prima pioggia

d) (...) In presenza di rete fognaria di tipo separata, fatti salvi eventuali divieti/limitazioni dettati dalle predette norme regolamentari, qualora sia richiesto dalle esigenze di funzionalità idraulica della rete nera (assenza di capacità residua), è ammesso lo scarico delle acque di prima pioggia nella rete bianca previo trattamento ai sensi della direttiva"

4.2 - Caso 2 - Acque di reflue di dilavamento

b) (...) Con riferimento ai presupposti tecnico-amministrativi da tenere presente nell'attuare dette modalità operative, valgono le indicazioni fornite al precedente punto 4.1, lettere d), e) ed f).

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

Nella configurazione di progetto lo stabilimento si troverà a produrre le seguenti tipologie di acque reflue:

- PUA D3.2-16.a
 - acque reflue domestiche (WC blocco servizi);
 - acque reflue industriali derivanti dal lavaggio dei mezzi aziendali
 - acque di prima pioggia derivanti dall'area di rifornimento mezzi (predisposizione);
 - acque di dilavamento derivanti dalla presenza dei cumuli nelle zone di lavorazione;
 - acque meteoriche dalle aree di transito e sosta mezzi, in assenza di attività e lavorazioni potenzialmente "sporcanti" (non soggette a DGR 286/2005)
- PUA D3.2-16.b
 - acque di dilavamento derivanti dalla presenza dei cumuli nelle zone di lavorazione;

Per le **acque reflue domestiche** si prevede la realizzazione di un pozzetto desaponatore sulle acque derivanti da lavelli e docce mentre nessun trattamento è previsto sulle acque dei WC. prima dell'invio allo scarico in rete nera sarà realizzato un pozzetto con sifone firenze come da regolamento del SII;

Le acque reflue industriali derivanti dal lavaggio dei mezzi aziendali saranno inviate ad apposito impianto di trattamento prima di essere convogliate allo scarico in rete nera;

Per le **acque di prima pioggia derivanti dall'area di rifornimento mezzi** è necessaria la realizzazione di una vasca di sedimentazione e disoleazione delle prime acque accumulate ai sensi della DGR 286/2005 e DGR 1860/2006. In questo caso, vista la limitata estensione dell'area, sarà comunque realizzato un trattamento in continuo, che risulta migliorativo e di maggiore semplicità gestionale

Per le **acque di dilavamento** derivanti dalla presenza dei cumuli nelle zone di lavorazione è necessario un trattamento di sedimentazione in continuo e, laddove presenti residui di demolizione di bitume, anche di disoleazione ai sensi della DGR 286/2005 e DGR 1860/2006;

Per le **acque meteoriche** non è previsto nessun tipo di trattamento. Per esse è però necessario applicare il principio di invarianza idraulica e pertanto, a valle del congiungimento con le acque di dilavamento già trattate e a monte del collegamento con la rete dei parcheggi pubblici, sarà realizzato un volume interno di accumulo e laminazione, tramite sovradimensionamento delle tubazioni e realizzazione di trincee drenanti/disperdenti.

All'uscita di ogni sezione di trattamento è previsto un pozzetto di ispezione e prelievo.

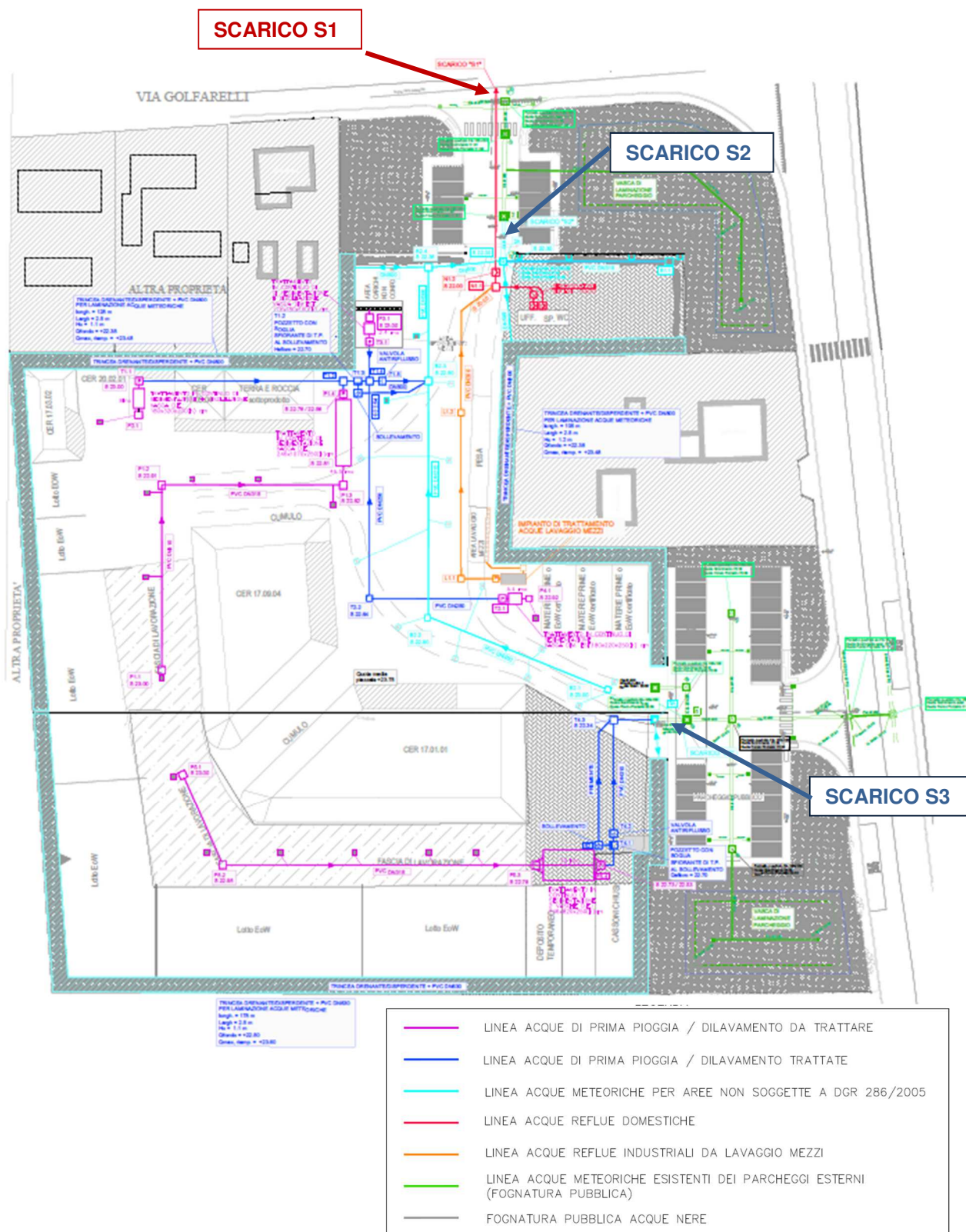


Figura 5: Schema reti di progetto e individuazione dei punti di scarico in pubblica fognatura

Ai fini delle autorizzazioni allo scarico in pubblica fognatura si individuano dunque n.ro 3 punti di scarico:

- Scarico “S1”: nella fogna nera di via Golfarelli recapitante le acque nere domestiche e le acque industriali trattate derivanti dal lavaggio mezzi del lotto PUA D3.2-16.a;

- Scarico “S2”: nella fogna bianca del parcheggio di via Golfarelli, recapitante le acque di dilavamento trattate dei piazzali, le acque di prima pioggia trattate dell'area rifornimento e le acque meteoriche del lotto PUA D3.2-16.a
- Scarico “S3”: nella fogna bianca del parcheggio di via Masetti, recapitante le acque di dilavamento trattate dei piazzali e le acque meteoriche del lotto PUA D3.2-16.b.

Come già accennato il sistema di reti fognarie è concepito per poter laminare le acque meteoriche (comprese le acque di dilavamento trattate) all'interno del lotto, realizzando volumi di accumulo integrativi rispetto a quelli già realizzati nelle aree adiacenti ai parcheggi.

Questi volumi di accumulo sono ottenuti con delle trincee drenanti/disperdenti poste perimetralmente ai lotti al di sotto delle aree verdi. Tali trincee saranno riempite con pietrisco di pezzatura 40/70 in modo da garantire un indice dei vuoti pari al 40%. Le trincee saranno servite ed alimentate da tubazioni drenanti/disperdenti di diametro pari a 800 mm che avranno anch'esse la funzione di accumulare acqua e contribuiranno quindi al computo dei volumi di laminazione.

Le acque in eccesso, regolate dalla strozzatura già realizzata nelle reti a servizio dei parcheggi, saranno accumulate all'interno di queste trincee e in parte saranno disperse per infiltrazione nel suolo. La parte eccedente rifluirà in fognatura con l'esaurirsi del picco dell'evento piovoso.

Il sistema di laminazione di ciascuno dei due lotti sarà composto dall'insieme dei volumi esterni (aree attigue ai parcheggi) e quelli interni (trincee drenanti/disperdenti e tubazioni). Esso funzionerà di fatto come un unico sistema integrato, facendo lavorare in modo sincrono i volumi realizzati internamente ed esternamente al lotto con un'unica strozzatura posta immediatamente a monte del collegamento in strada dei due sistemi.

Questo comporta che le quote di massimo riempimento dei due sistemi di laminazione sono dettate dalle quote di quanto già realizzato nelle aree verdi attigue ai due parcheggi. In particolare le quote di massimo riempimento delle reti interne ai lotti devono coincidere con quelle del massimo riempimento dei due volumi già realizzati: +23,48 m per il lotto 1 e + 23,60 m per il lotto 2.

Essendo la quota media del piazzale posta a +23,75 m ne deriva che, nel caso di massimo riempimento di tutto il volume di accumulo le reti interne funzionino in maniera totalmente rigurgitata. Questo viene accettato per le reti bianche, ma non può essere accettato per le reti delle acque di dilavamento, ed in particolare per le vasche di trattamento (sedimentazione e disoleazione) delle stesse poiché non sarebbe più garantito il rendimento e l'efficacia del trattamento stesso.

Pertanto la soluzione progettuale prevede di asservire le reti delle acque di dilavamento a valle dei trattamenti a due impianti di sollevamento (uno per ogni lotto) in modo tale da evitare rigurgiti all'interno dei sistemi di trattamento e delle reti ad essi afferenti. Tali impianti entrano in funzione solo con l'innalzarsi del livello all'interno delle reti acque bianche e delle trincee drenanti/disperdenti, tramite l'attivarsi di una soglia di sfioro posta in un pozzetto a monte di una valvola antiriflusso.

La quota di questa soglia di sfioro è tale da consentire lo scarico a gravità delle acque in condizioni di piogge ordinarie, ed anche un primo accumulo a gravità (per un'altezza di circa 20-30 cm) all'interno delle trincee drenanti/disperdenti in occasione di piogge di media intensità.

Nei casi di altezze di riempimento maggiori la soglia di sfioro si attiverà e le portate provenienti dai trattamenti delle acque di dilavamento saranno sollevate a valle della valvola antiriflusso lasciando in condizioni di scarico libero non rigurgitato gli impianti di trattamento stessi.

4 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO

4.1 Criteri di dimensionamento

I trattamenti sono stati dimensionati secondo i criteri indicati nelle principali normative vigenti e linee guida in materia. In particolare:

Acque reflue domestiche e industriali:	Regolamento del SII Forlì-Cesena DGR 1053/2003
Acque di prima pioggia e dilavamento:	DGR 286/2005 DGR 1860/2006; Linee guida tecniche ARPAE “Criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento”.

Tutti i trattamenti sono dimensionati per il rispetto dei limiti normativi imposti per lo scarico in pubblica fognatura dal D.lgs. 152/2006, tabella 3 allegato V alla parte III.

4.2 Risultati di calcolo

I calcoli di dimensionamento sono riportati nelle seguenti tabelle.

AREA RIFORNIMENTO			
Superficie di progetto	Sp	84	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp \cdot q \cdot Cr \cdot Cf$	0,001	m3/s
		0,766	l/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q \cdot t$	1,38	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q \cdot Cf$	0,23	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		1,6	m3
Calcolo del volume minimo disoleatore			
Tempo di separazione (olio con densità compresa tra 0.85 e 0.90)	ts	16,66	
Portata pompa sommersa	Qp	0,77	
Volume camera di separazione	$Vs=Qp \cdot ts \cdot 60/1000$	0,77	
TOTALE		2,4	m3

Tabella 1: Calcolo di dimensionamento trattamento area rifornimento mezzi – lotto 1

N. B. per l'area di rifornimento mezzi potrebbe essere idoneo anche un sistema di accumulo e trattamento delle sole acque di prima pioggia ma, data la modesta estensione dell'area si è optato,

a favore di sicurezza, per un trattamento in continuo di tutte le acque insistenti sulla stessa, evitando l'installazione di un'ulteriore pompa oltre a quelle che già si prevedono.

RIFIUTI BITUMINOSI			
Superficie di progetto	Sp	284	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp*q*Cr*Cf$	0,003	m3/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q*t$	4,66	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q*Cf$	0,78	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		5,4	m3
Calcolo del volume minimo disoleatore			
Tempo di separazione (olio con densità compresa tra 0.85 e 0.90)	ts	16,66	
Portata pompa sommersa	Qp	2,59	
Volume camera di separazione	$Vs=Qp*ts*60/1000$	2,59	
TOTALE		8,0	m3

Tabella 2: Calcolo di dimensionamento trattamento area rifiuti bituminosi – lotto 1

CUMULI MATERIALE INERTE (NO BITUME)			
Superficie di progetto	Sp	2374	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp*q*Cr*Cf$	0,022	m3/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q*t$	38,97	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q*Cf$	6,50	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		45,5	m3

Tabella 3: Calcolo dimensionamento trattamento area materiale inerte – lotto 1

MATERIE PRIME E TERRA PULITA			
Superficie di progetto	Sp	281	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp*q*Cr*Cf$	0,003	m3/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q*t$	4,61	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q*Cf$	0,77	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		5,4	m3

Tabella 4: Calcolo di dimensionamento trattamento area materie prime e terra pulita – lotto 1

CUMULI in destra			
Superficie di progetto	Sp	1455	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp*q*Cr*Cf$	0,013	m3/s
		13,270	l/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q*t$	23,89	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q*Cf$	3,98	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		27,9	m3
CUMULI in sinistra			
Superficie di progetto	Sp	2155	m2
Pioggia di progetto	q	72	mm/h
Coefficiente di ritardo	Cr	0,57	
Coefficiente di afflusso	Ca	0,8	
Portata di progetto	$Q=Sp*q*Cr*Cf$	0,020	m3/s
		19,654	l/s
Tempo di ritenzione minimo	t	30	min
Volume minimo vasca	$V=Q*t$	35,38	m3
Coefficiente fango	Cf	300	
Zona fanghi	$Q*Cf$	5,90	m3
Volume totale delle vasche di sedimentazione		41,3	m3

Tabella 5: Calcolo di dimensionamento trattamento area cumuli materiale inerte – lotto 2

4.3 Riepilogo dei risultati e trattamenti adottati

Le diverse tipologie di trattamento e i rispettivi volumi necessari sono dettagliati nella seguente tabella riepilogativa:

PARTE 1			
		Tipologia di trattamento	Volume (mc)
Lavaggio mezzi		Depuratore	
Rifornimento mezzi		Sedimentazione continua + disoleazione	1.6 (sed) + 0.8 (dis)
Rifiuti bituminosi		Sedimentazione continua + disoleazione	5.4 (sed) + 2.6 (dis)
Cumuli		Sedimentazione continua	45,5
Materie prime e terre		Sedimentazione continua	5,4

PARTE 2		
	Tipologia di trattamento	Volume (mc)
Cumuli	Sedimentazione continua	70

Tabella 6: Tabella riepilogativa dei trattamenti e volumi necessari

5 INVARIANZA IDRAULICA

5.1 Calcolo dei volumi necessari

Le acque in uscita dai trattamenti in continuo e le acque derivanti dalle aree non soggette alle prescrizioni della DGR 286/2005 (normativa acque di prima pioggia e dilavamento) prima di essere inviate al recapito (pubblica fognatura bianca), devono essere laminate come disposto dalla normativa vigente, ai fini dell'invarianza idraulica.

Le aree che contribuiscono alla formazione dei volumi da laminare sono così suddivise (si indica il PUA D3.2-16.a come 'parte 1' ed il PUA D3.2-16.b come 'parte 2').

PARTE 1			PARTE 2		
ANTE OPERAM			ANTE OPERAM		
Aree impermeabili	0	mq	Aree impermeabili	0	mq
Aree permeabili	6498	mq	Aree permeabili	4655	mq
POST OPERAM			POST OPERAM		
Aree impermeabili	5515	mq	Aree impermeabili	3635	mq
Aree permeabili	983	mq	Aree permeabili	1020	mq
Aree semipermeabili	0	mq	Aree semipermeabili	0	mq

Tabella 7: Indicazione delle aree

Per i calcoli si utilizzano i seguenti coefficienti di deflusso:

- aree permeabili: 0,2
- aree impermeabili: 0,9

I calcoli sono stati eseguiti con la formula dell'invarianza idraulica che definisce il volume minimo da realizzare:

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

Dove

- w° posto convenzionalmente pari a 50 m³/ha, rappresenta il volume specifico di invaso del terreno naturale;
- ϕ è il coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;
- ϕ° è il coefficiente di deflusso prima della trasformazione;
- n è il coefficiente della curva di possibilità pluviometrica per piogge inferiori all'ora ed è posto pari a 0,48;

- 15 (m^3/ha) è il volume specifico di invaso del terreno trasformato
- I è la percentuale di superficie impermeabile e permeabile trasformata rispetto all'area agricola;
- P è la percentuale di superficie agricola inalterata,
- N.B. ϕ e ϕ° sono ottenuti dalla media pesata tra i coefficienti delle relative superfici, assumendo 0,2 per le superfici permeabili e 0,9 per quelle impermeabili.

I risultati si ottengono con l'utilizzo di un apposito foglio di calcolo i cui risultati sono riportati nelle tabelle che seguono

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA									
(inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)									
Superficie fondiaria		=	6.498,00	mq	inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto				
ANTE OPERAM									
Superficie impermeabile esistente		=	0,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Imp°		=	0,00						
Superficie permeabile esistente		=	6.498,00	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		=	5.515,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Imp		=	0,85						
Superficie permeabile progetto		=	983,00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Per		=	0,15						
Imp+Per		=	1,00		corretto: risulta pari a 1				
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA									
Superficie trasformata/livellata		=	6.498,00	mq	inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Comprese aree verdi				
I		=	1,00						
Superficie agricola inalterata		=	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									
$\phi^\circ = 0,9 \times Imp^\circ + 0,2 \times Per^\circ =$		0,9	x	0,00	+	0,2	x	1,00	= 0,20 ϕ°
$\phi = 0,9 \times Imp + 0,2 \times Per =$		0,9	x	0,85	+	0,2	x	0,15	= 0,79 ϕ
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO									
$w = w^\circ \left(\frac{t}{t^\circ} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 I - w^\circ P =$		50	x	14,18	-	15	x	1,00	- 50 x 0,00 = 693,93 mc/ha w
$W = w \times Superficie\ fondiaria\ (ha) =$								693,93 x 6.498 : 10.000 =	450,91 mc W

Tabella 8: Calcolo volume totale di laminazione lotto 1

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)									
Superficie fondiaria		=	4.655,00	mq	inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto				
ANTE OPERAM									
Superficie impermeabile esistente		=	0,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Imp°		=	0,00						
Superficie permeabile esistente		=	4.655,00	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		=	3.635,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Imp		=	0,78						
Superficie permeabile progetto		=	1.020,00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.				
Per		=	0,22						
Imp+Per		=	1,00		corretto: risulta pari a 1				
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA									
Superficie trasformata/livellata		=	4.655,00	mq	inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi				
I		=	1,00						
Superficie agricola inalterata		=	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									
ϕ° = 0.9 x Imp° + 0.2 x Per° =		0,9	x	0,00	+	0,2	x	1,00	= 0,20 ϕ°
ϕ = 0.9 x Imp + 0.2 x Per =		0,9	x	0,78	+	0,2	x	0,22	= 0,75 ϕ
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO									
w=w° ((f/f°) ^{1/(1-n))} - 15 l – w°P =		50	x	12,59	-	15	x	1,00	- 50 x 0,00 = 614,65 mc/ha w
W = w x Superficie fondiaria (ha) =								614.65 x 4.655 : 10.000 =	286.12 mc W

Tabella 9: Calcolo volume totale di laminazione lotto 2

Le calcolazioni riportano i volumi utili alla realizzazione dell'invarianza, nello specifico per la parte 1 risulta necessario un volume di laminazione pari a **451 mc** mentre per la parte 2 il volume da realizzare è di **286 mc**.

Dalla precedente realizzazione delle vasche di laminazione situate nelle aree verdi attigue ai due parcheggi previsti nei due lotti, vi è un **volume eccedente utilizzabile a scomputo** dell'invarianza di cui in oggetto (pari a 123 mc per la parte 1 e 72 mc per la parte 2). I dettagli dei suddetti volumi già realizzati sono riportati nelle relazioni di invarianza idraulica riferite alla variante al PUA D3.2-16a e D3.2-16b. La tabella a seguire riporta i risultati:

PARTE 1			PARTE 2		
Volume di laminazione	451	mc	Volume di laminazione	286	mc
Volume eccedente esistente	123	mc	Volume eccedente esistente	72	mc
Volume residuo	328	mc	Volume residuo	214	mc

Tabella 10: Riepilogo volumi di laminazione richiesti

Pertanto all'interno dei due lotti saranno da realizzare volumi di laminazione di **328 mc e 214 mc**.

5.2 Soluzioni di progetto per l'ottenimento dei volumi necessari

Come già descritto al paragrafo 3, per ognuno dei 2 lotti i volumi d'acqua vengono interamente inviati ai sistemi di trattamento, ove necessari, per poi essere convogliati al sistema di laminazione. La rappresentazione dello schema di progetto è dettagliata nella TAV F.01.

I quantitativi vengono laminati mediante l'utilizzo di trincee drenanti/disperdenti poste perimetralmente, nelle aree a confine destinate al verde; le suddette trincee avranno una larghezza di 2.5 m per un'altezza utile di 1.1 m per il lotto 1 e 1,0 m per il lotto 2 e saranno ricoperte da uno strato di 0,3 – 0,35 m di terreno vegetale per la piantumazione delle essenze arboree. La trincea avrà un riempimento in pietrisco 40/70; esso viene valutato nel calcolo del volume tramite l'utilizzo di un indice dei vuoti pari al 40%.

All'interno della trincea si prevede il posizionamento di un tubo drenante/disperdente, il cui volume viene usato come invasore di laminazione. La tubazione in trincea viene realizzata in PEHD con diametro esterno pari a 800 mm.

Si sottolinea che, nei calcoli volumetrici riferiti alla trincea si è sottratto l'ingombro del tubo drenante posto al suo interno.

Dettagliando, i volumi di laminazione vengono ottenuti con tubi e trincea drenante/disperdente come indicato nella tabella a seguire:

LOTTO 1						
	Lungh. (m)	Largh. (m)	Hu (m)	Diam (m)	n (vuoti)	Vu (m3)
Trincea 1	128,00	2,50	1,10		0,40	140,80
a detrarre tubo	128,00			0,80	0,40 -	26,05
Tubo dreno DN 800	128,00			0,80	1,00	65,13
Trincea 2	105,00	2,50	1,10		0,40	115,50
a detrarre tubo	105,00			0,80	0,40 -	21,37
Tubo dreno DN 800	105,00			0,80	1,00	53,42
Tubo DN 500	80,00			0,50	1,00	15,90
Totale						343,33

LOTTO 2						
	Lungh. (m)	Largh. (m)	Hu (m)	Diam (m)	n (vuoti)	Vu (m3)
Trincea	178,00	2,50	1,00		0,40	178,00
a detrarre tubo	178,00			0,80	0,40 -	36,23
Tubo dreno DN 800	178,00			0,80	1,00	90,57
Totale						232,34

Tabella 11: Dettaglio volumi di laminazione

I volumi così ottenuti risultano sufficienti alla realizzazione dei volumi di laminazione necessari.