Comune di Castenaso

PROGETTO FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXTGENERATIONEU
PNRR - MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

Intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO)

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTO IMPIANTI MECCANICI

Relazione Idraulica

Committente:

Comune di Castenaso
Piazza Bassi, 1, 40055, Castenaso (BO)

Responsabile unico del procedimento:

Ing. Silvia Malaguti

Città di Castenaso

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

Progettista Esecutivo Incaricato e DL generale e Strutture:
Ing. Alessandro Cesanelli
cf: CSN LSN 70S18 A944G

Coordinamento della Sicurezza PSC_CSE
Ing. Enrico Pennisi
cf: PNN NRC 86B17 C265Y

Progetto Definitivo Architettonico e DO edile:
Federico Scagliarini Architetto cf: SCG FRC 71C25 A944M
Cristina Tartari Architetto cf: TRT CST 72P51 A944

Progetto Definitivo Impianti Meccanici e DO meccanici:
Per. Ind. Davide Guidotti
cf: GDT DVD 88M23 A944

Progetto Definitivo Impianti Elettrici e Speciali e DO Elettrici e Speciali:
Per.ind. Daniele Franchini
cf: FRN DNL 84D26 G467

Progetto Prevenzione Incendi e SCIA VVF:
Ing. Alessio Amorati
cf: MRT LSS 75R31 A944

DIS. n°	Archivio	Data	Aggiornamenti	Disegni scala
PE-S-REL-006	233	Luglio 2023	R0	

Sommario

1. SCOPO E GENERALITÀ 2
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO 2
3. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO PSAI Autorità Bacino del Reno 4
4. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI PGRA – II CICLO 7
5. PROGETTO DELLE RETI DI DRENAGGIO E FOGNATURA A SERVIZIO DEL COMPARTO 12
6. LA STRUTTURA DELLE RETI A SERVIZIO DELL'INSEDIAMENTO DI PROGETTO 18
7. DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI LAMINAZIONE ACQUE METEORICHE 19
8. DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI RIUSO E PRIMA PIOGGIA 22
9. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI ACQUE METEORICHE 24
10. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI ACQUE REFLUE 34
11. DIMENSIONAMENTO TRATTAMENTI ACQUE REFLUE 38

1. SCOPO E GENERALITÀ

La presente relazione tecnica ha lo scopo di inquadrare le soluzioni progettuali relative al sistema di drenaggio acque meteoriche e nere facenti parte del progetto per l'intervento di demolizione e ricostruzione fuori sedime di nido d'infanzia esistente, denominato "Piccolo Blu", sito tra via Amendola e via Gramsci, Castenaso (BO).

Trattasi di progetto finanziato nell'ambito del PNRR e nello specifico MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA
Componente 1 – Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle Università
Investimento 1.1: Piano per asili nido e scuole dell'infanzia e servizi di educazione e cura per la prima infanzia

2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area interessata dall'intervento edilizio è ubicata nel Comune di Castenaso (BO), con accesso principale da via Amendola.

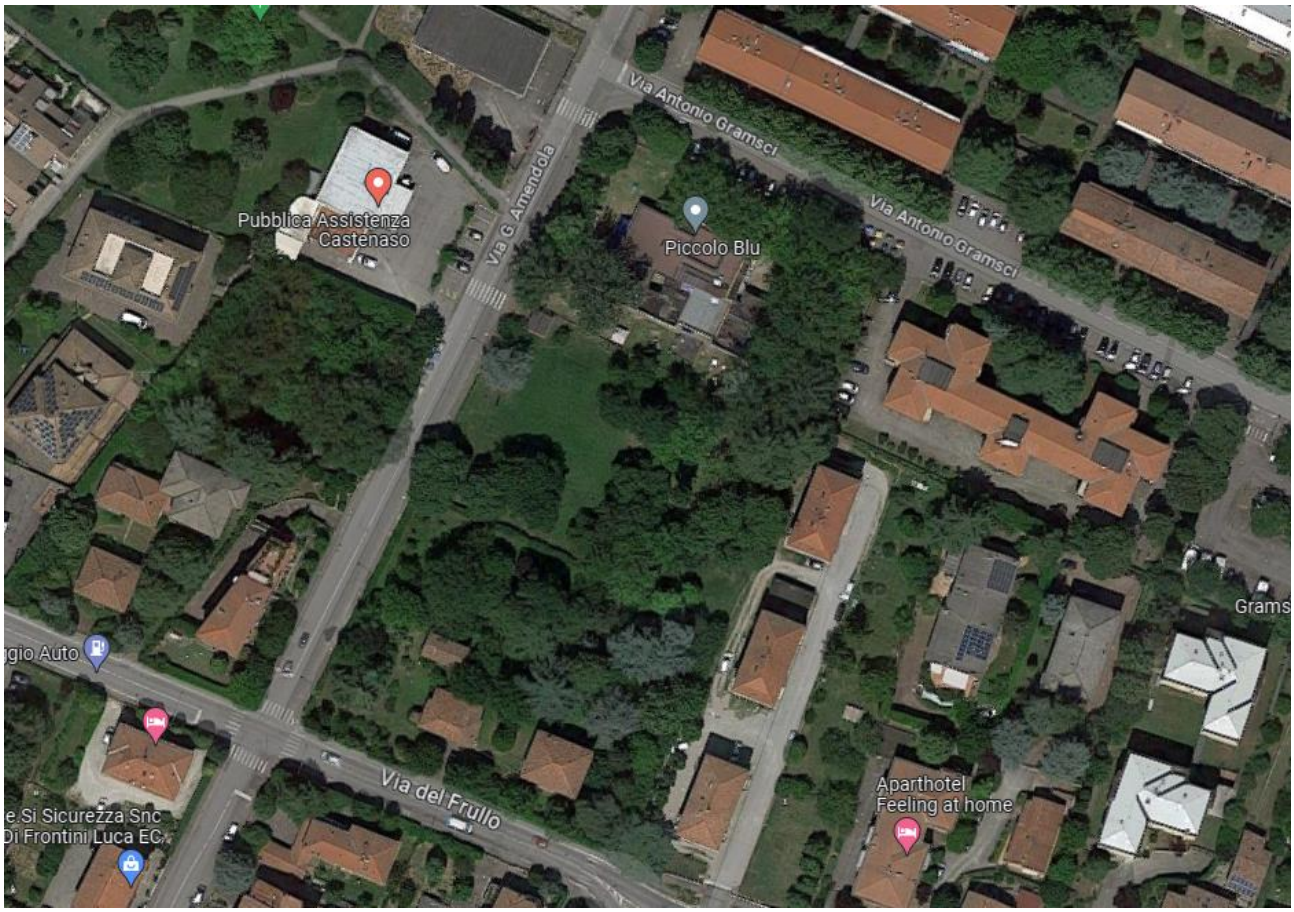


Figura 1: inquadramento territoriale area di intervento

L'area oggetto di intervento si trova in contesto di tipo residenziale. Si tratta della realizzazione di un nuovo fabbricato da adibire ad asilo d'infanzia e delle relative pertinenze esterne quali viabilità pavimentata oltre che delle aree verdi private.

L’edificio verrà costruito nel giardino adiacente all’attuale struttura adibita ad asilo che verrà demolita una volta che sarà terminato ed utilizzabile.

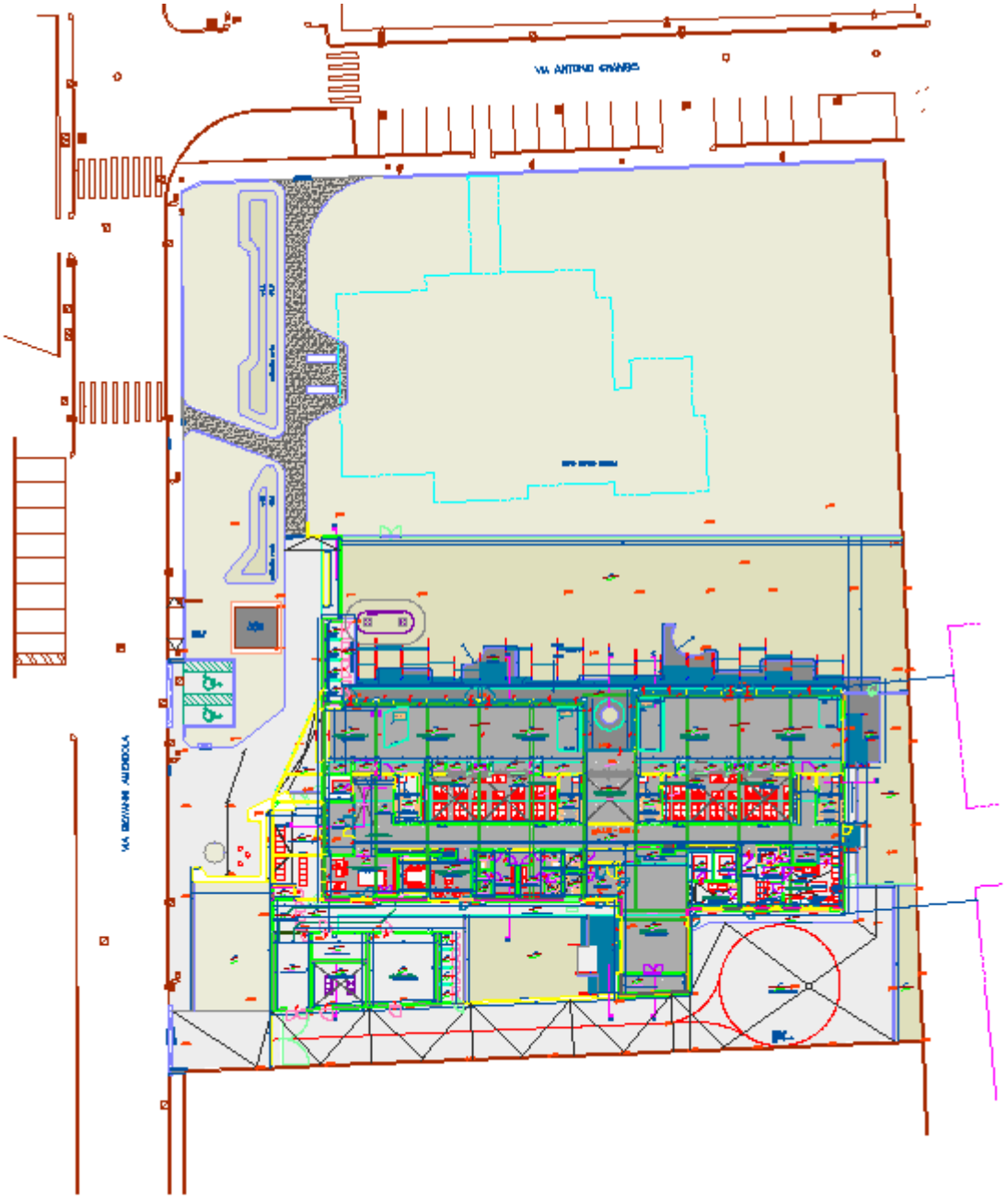


Figura 2: planimetria generale dello stato di progetto

3. PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO PSAI Autorità Bacino del Reno

Il comparto in oggetto appartiene al bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del fiume Reno così come individuato nella Tavola B.0/m5 e nella Tavola 1.9 del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI), Titolo II – Rischio idraulico e assetto della rete idrografica, II.1 – Bacino del Fiume Reno, normato dall'art. 20 delle NTA del PSAI. In particolare gli interventi in progetto dovranno rispondere a quanto normato dal comma 1 dell'art. 20 delle NTA del PSAI (Testo coordinato delle norme a seguito di modifiche e integrazioni ex art. 24 comma 6 delle norme relative all' art. 20 sul controllo degli apporti d'acqua), "al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del "Titolo II Assetto della Rete Idrografica" i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m3 per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto."

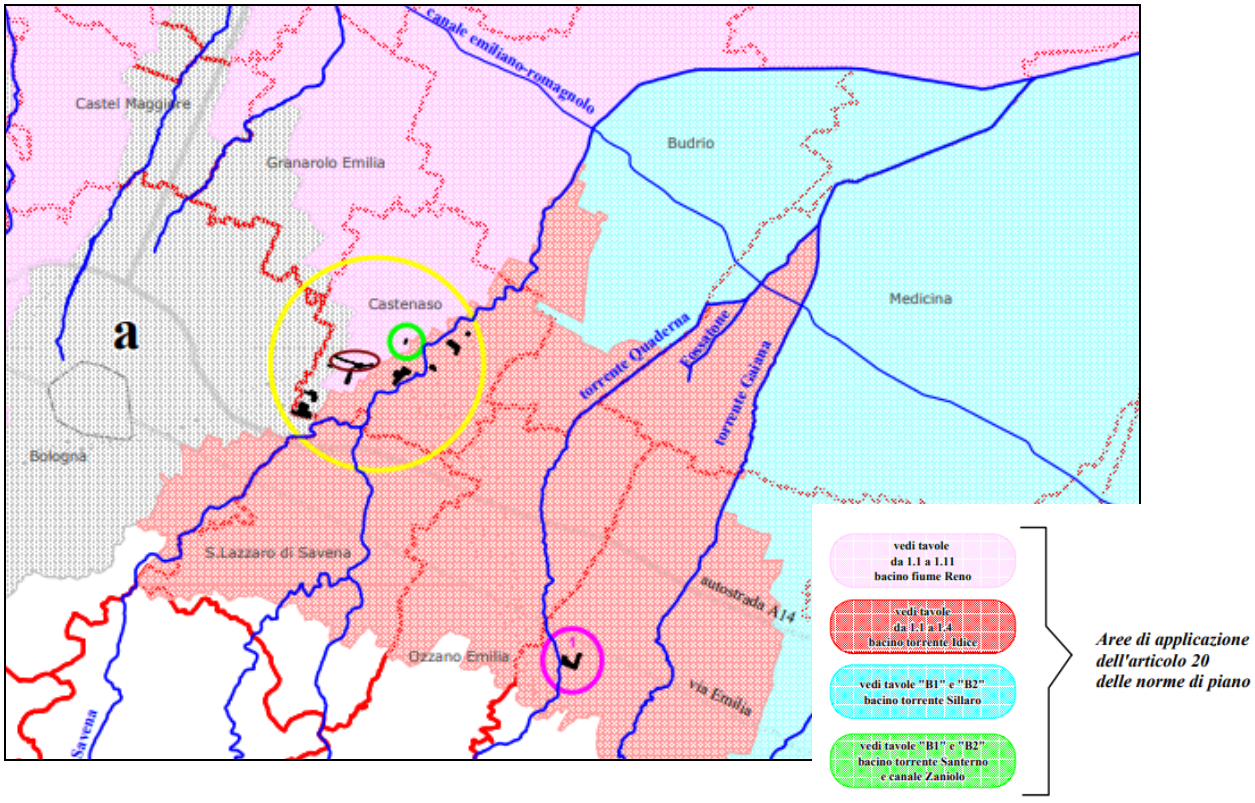


Figura 3: Estratto "Tavola B.0/m5 - Aree soggette al controllo degli apporti d'acqua" del PSAI

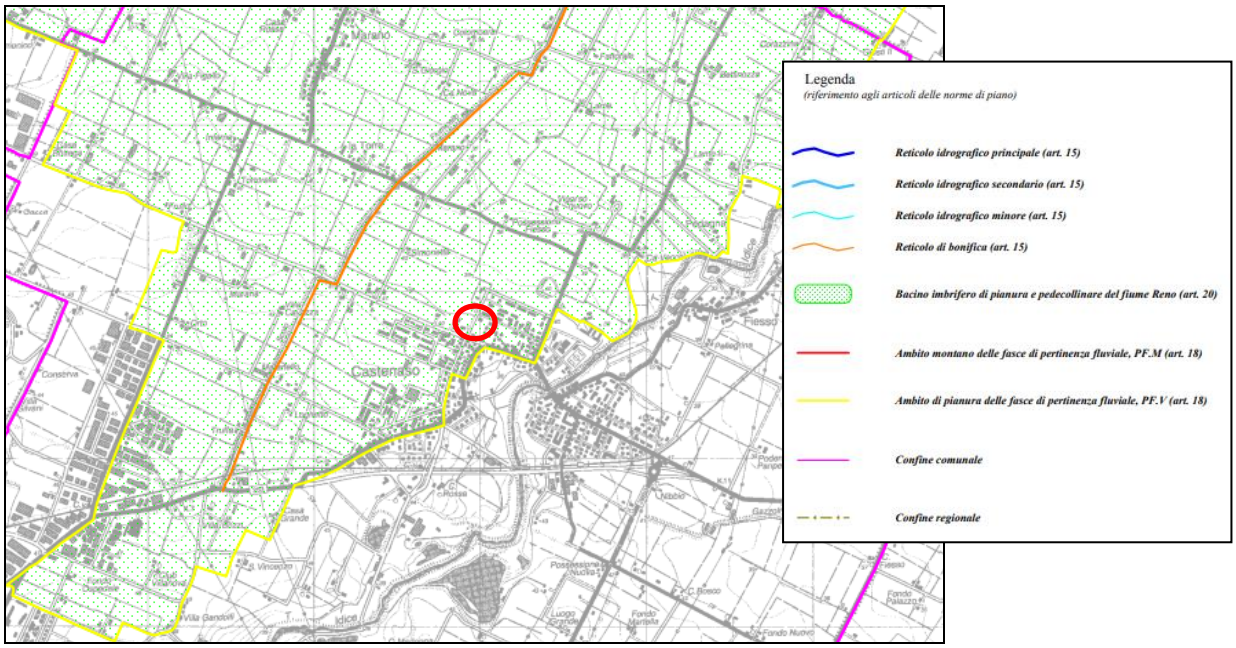


Figura 4: Estratto "Tavola 1.9 - Reticolo idrografico, ambiti territoriali normati" del PSAI .

Ai sensi del PSAI, l'area oggetto di intervento risulta esterna sia alle aree ad alta probabilità di inondazione relative a piene con tempo di ritorno di 50 anni sia alla linea di esondazione per eventi di piena di tempo di ritorno 200 anni.

Risulta altresì al di fuori del bacino imbrifero di pianura e pedecollinare del Torrente Idice e al di fuori delle fasce di pertinenza fluviali.

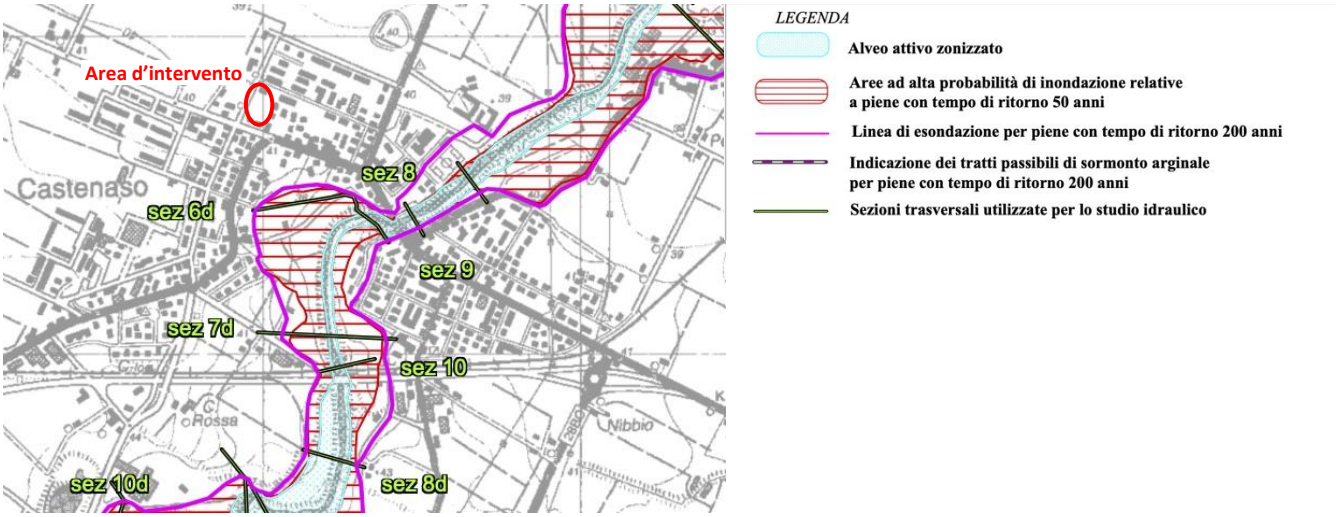


Figura 5: PSAI AdB Reno - II RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA II.2 - BACINO DEL TORRENTE IDICE TAVOLA "B.2 / m1""Aree passibili di inondazione e sezioni trasversali di riferimento"

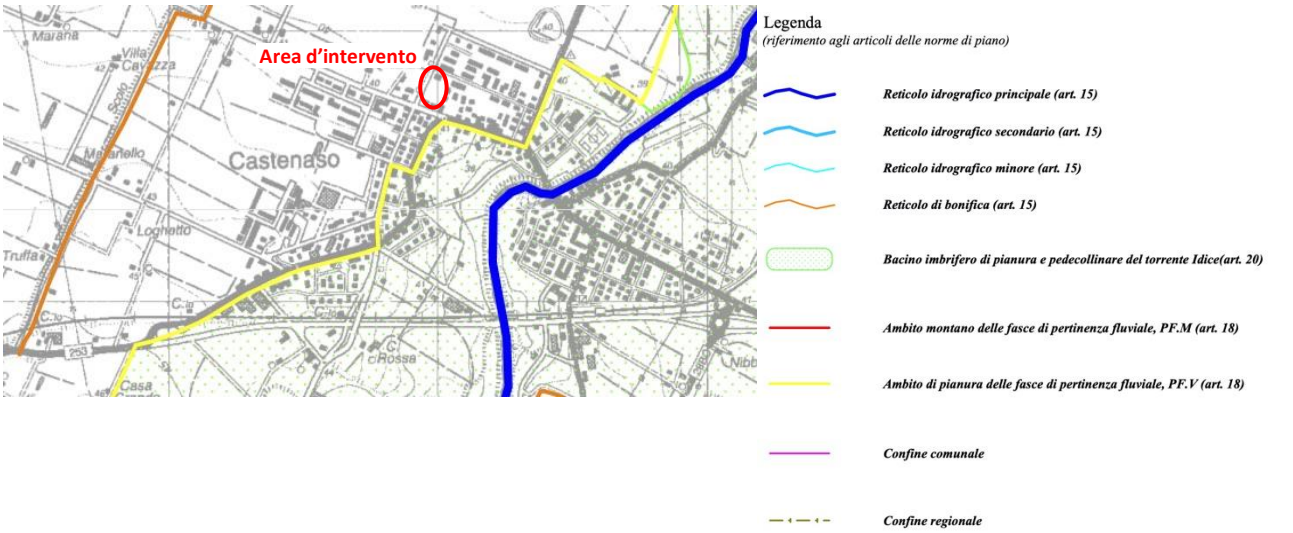


Figura 6: PSAI AdB Reno - II RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA II.2 - BACINO DELTORRENTE IDICE TAVOLA "B.2 / m1"" TAVOLA 1.2 Reticolo idrografico, ambiti territoriali normati"

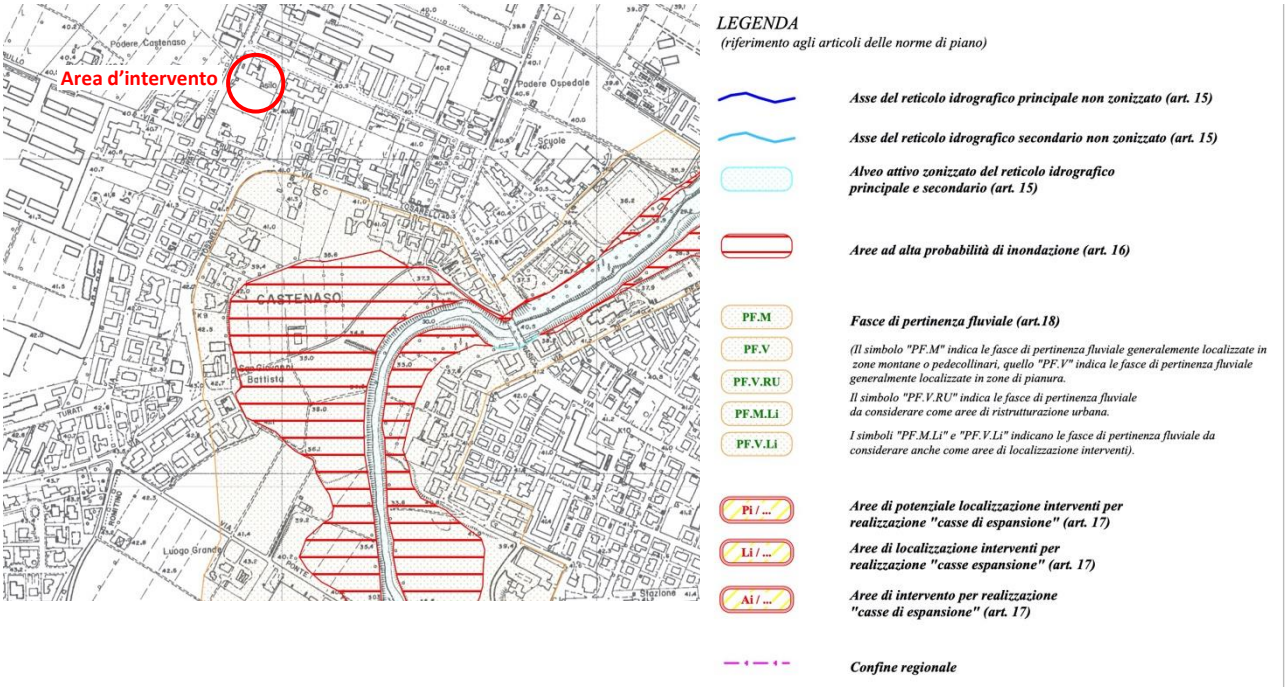


Figura 7: PSAI AdB Reno - II RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA II.2 - BACINO DELTORRENTE IDICE TAVOLA "B.2 / m1" "TAVOLA 2.8 Zonizzazione Torrente Idice"

4. PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI PGRA – II CICLO

Per una corretta valutazione dei rischi dovuti ai fenomeni alluvionali, si è proceduto alla consultazione del nuovo Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del II ciclo.

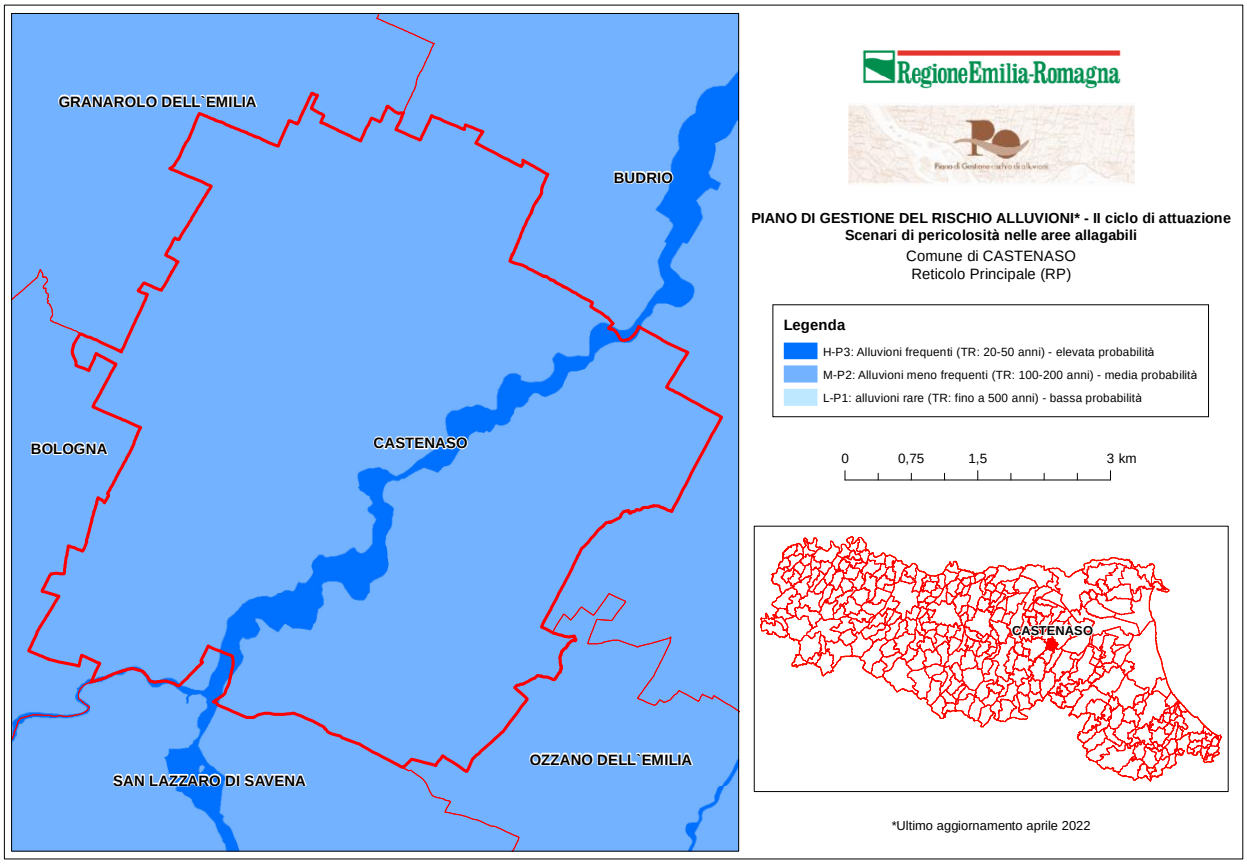


Figura 8: PGRA II ciclo – scenari di pericolosità Reticolo principale

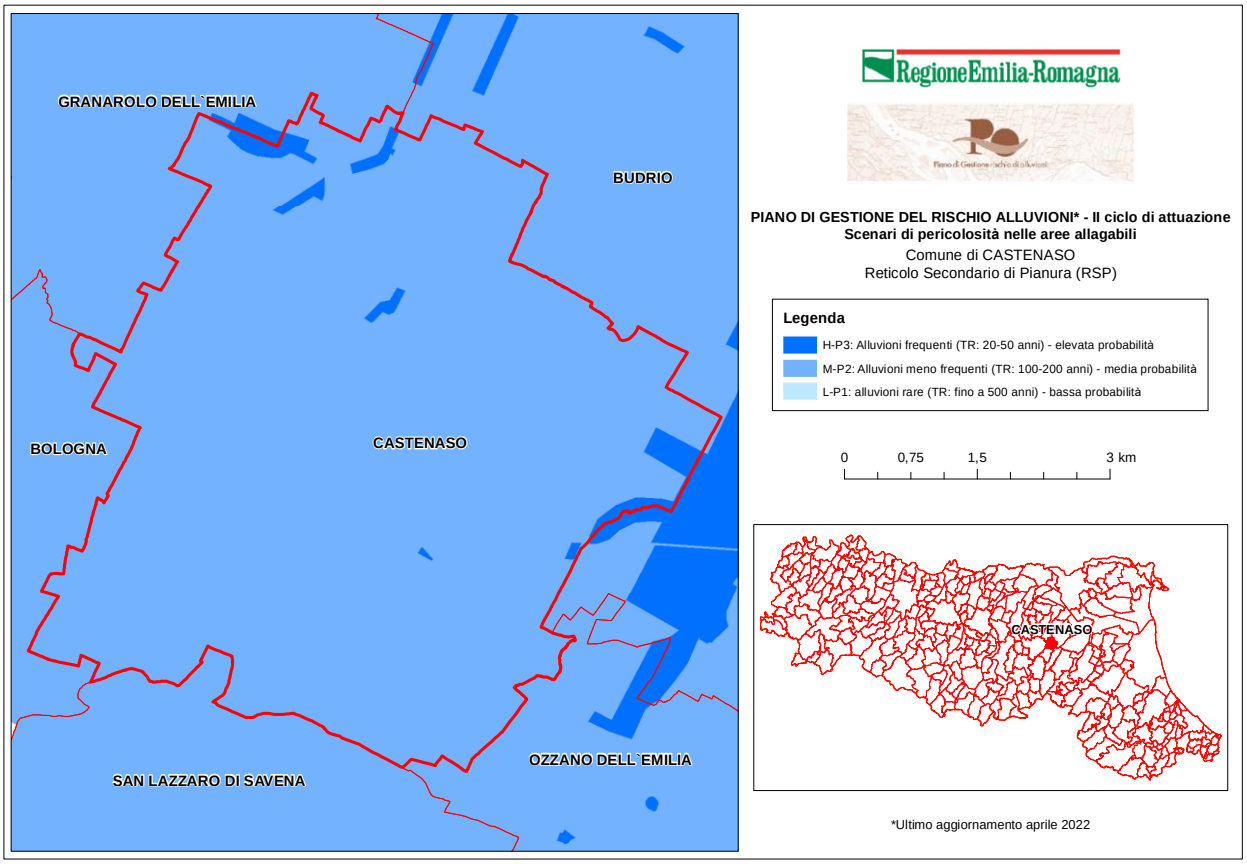


Figura 9: PGRA II ciclo – scenari di pericolosità Reticolo secondario

Da un primo inquadramento generale, la zona di studio si colloca in una zona d'espansione contigua al territorio urbanizzato di Castenaso, a circa 460 m dal Torrente Idice.
Per questo motivo sono state consultate le mappe di pericolosità e del rischio alluvionale, per quanto riguarda sia il reticolo naturale principale e secondario, che il reticolo secondario di pianura.

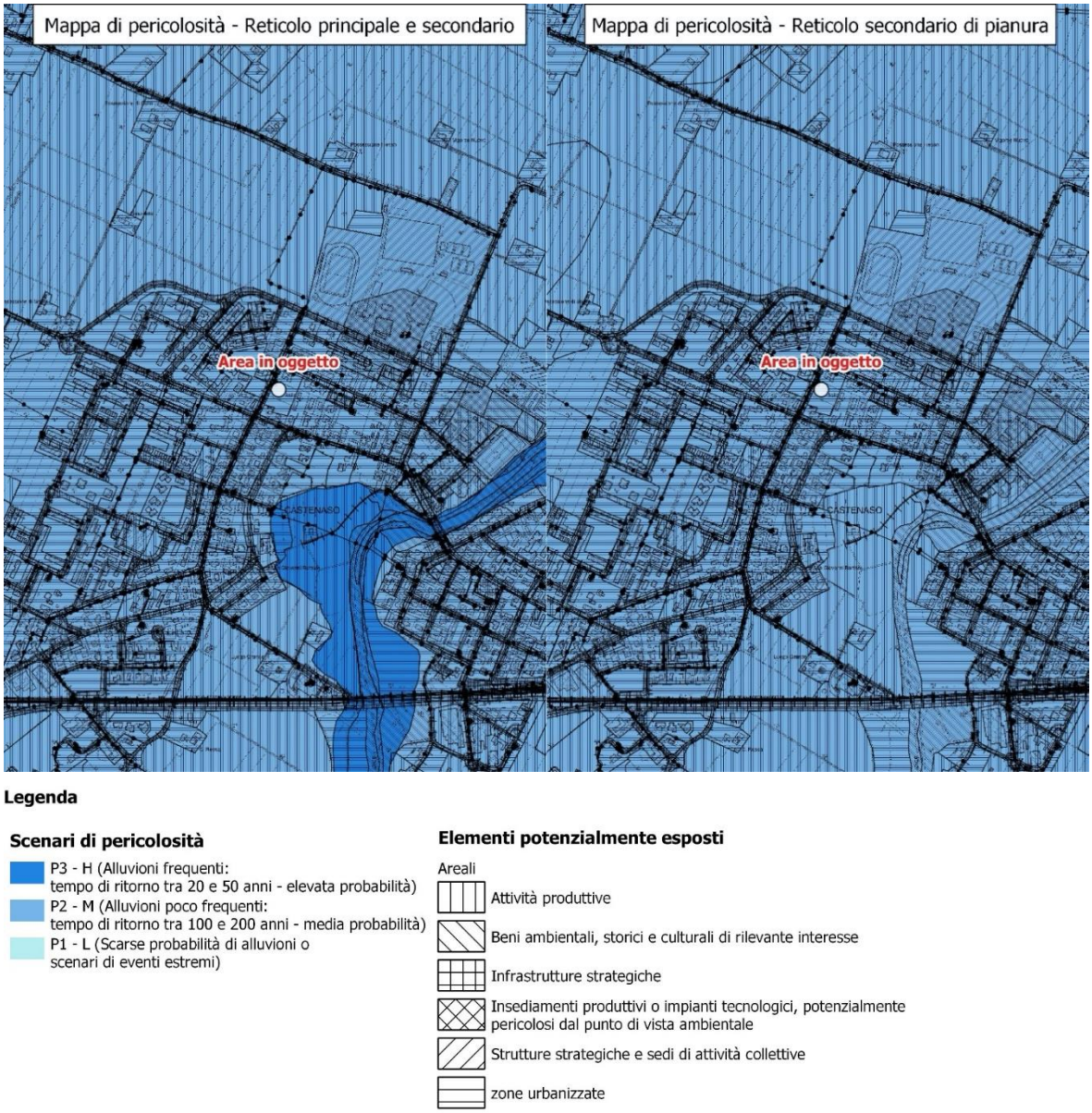


Figura 10: Mappe di pericolosità, a sinistra per il reticolo naturale principale e secondario, a destra per il reticolo secondario di pianura, con relativa legenda.

Dall'osservazione delle mappe di pericolosità si apprende che:

- per il reticolo naturale principale e secondario lo scenario di pericolosità più importante riguarda il bacino del Reno nel quale i terreni in oggetto ricadono in una zona P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, ovvero media probabilità.
- Per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura lo scenario di pericolosità più importante riguarda il bacino del Reno nel quale i terreni in oggetto ricadono in una zona P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti con tempi di ritorno tra 100 e 200 anni, ovvero media probabilità.

Si evince che nell'area di studio lo scenario di pericolosità maggiore è dato da: P2 – M, scenario di alluvioni poco frequenti, definito dal bacino del Reno.
Nell'ottica di questo scenario di pericolosità si dovrà fare riferimento all'art. 30 del PTM.



Legenda

Classi di rischio

- R1 (Rischio moderato o nullo)
- R2 (Rischio medio)
- R3 (Rischio elevato)
- R4 (Rischio molto elevato)

Elementi potenzialmente esposti

Areali

- Attività produttive
- Beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse
- Infrastrutture strategiche
- Insediamenti produttivi o impianti tecnologici, potenzialmente pericolosi dal punto di vista ambientale
- Strutture strategiche e sedi di attività collettive
- zone urbanizzate

Figura 11: Estratto della mappa del rischio potenziale in cui sono riportate le classi di rischio (PGRA)con relativa legenda, riferite a sinistra per il reticolo naturale principale e secondario, a destra per il reticolo secondario di pianura.

Matrice del rischio tipo B

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'		
CLASSI DI DANNO	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R3	R3	R1
D2	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1

Matrice del rischio tipo C

CLASSI DI RISCHIO	CLASSI DI PERICOLOSITA'	
CLASSI DI DANNO	P3	P2
D4	R3	R2
D3	R3	R1
D2	R2	R1
D1	R1	R1

Per quanto riguarda l'analisi di rischio l'area presenta una classe di danno D2, questo comporta che per il reticolo naturale principale e secondario (matrice B), intersecando la classe di pericolosità P2 con la classe di danno D2, si ottiene una classe di rischio R2 – Rischio medio.
Mentre per l'analisi di rischio del reticolo secondario di pianura (matrice C), intersecando la classe di pericolosità P2 con la classe di danno D2, si ottiene una classe di rischio R1 – Rischio medio o nullo.
In quest'ottica lo scenario di rischio peggiore nell'area oggetto di studio, è definito dal reticolo principale e secondario del Bacino del Reno con classe di rischio R2 – Rischio medio.
Per questa classe viene considerato il verificarsi di "possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche".
Inoltre, come si evince dal dataset Direttiva Alluvioni della Regione Emilia-Romagna (https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html), l'area oggetto di intervento rientra nell'area alluvioni poco frequenti e rare del bacino dell'Idice e nell'area alluvioni poco frequenti del reticolo secondario.

In questo quadro di riferimento normativo, ai fini della riduzione della vulnerabilità idraulica il progetto adotta le seguenti soluzioni:
- non sono previsti piani interrati;
- il piano di calpestio è rialzato rispetto al piano di campagna circostante di 30 cm;
- è prevista la laminazione delle acque meteoriche come meglio specificato ai paragrafi seguenti;
- è prevista la raccolta e riuso delle acque meteoriche a fini irrigui come meglio specificato ai paragrafi seguenti;
- è prevista la vasca di raccolta e trattamento delle acque superficiali come meglio specificato ai paragrafi seguenti.

Il presente studio idraulico è funzionale alla definizione dell'assetto delle reti di fognatura che l'urbanizzazione e dunque l'ampliamento delle superfici impermeabili rendono necessario all'interno del perimetro del lotto. Le acque meteoriche di piazzale e di copertura per l'aliquota impermeabile di progetto saranno laminate, raccolte e trattate così che l'intera area oggetto di intervento possa recapitare alla pubblica fognatura di tipo misto esistente su strada in via Amendola.

5. PROGETTO DELLE RETI DI DRENAGGIO E FOGNATURA A SERVIZIO DEL COMPARTO

La presente relazione tecnica ha lo scopo di inquadrare le soluzioni progettuali relative al sistema di drenaggio e laminazione delle acque meteoriche e di smaltimento delle acque nere tenendo conto delle problematiche legate all'idraulica del territorio e relativa sostenibilità.

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano del comparto in oggetto hanno necessariamente implicato la diversificazione dei deflussi delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica, così che queste ultime possano essere gestite separatamente, in parte per il riuso a scopo irriguo (provenienti dalla copertura del nuovo fabbricato) ed in parte possano essere trattare con vasca di prima pioggia, per quanto concerne le nuove aree carrabili, prima dell'immissione in pubblica fognatura.

La soluzione progettuale individuata recepisce le indicazioni e prescrizioni emesse dall'Ente gestore e proprietario del reticolo fognario di recapito (Hera Spa e Comune di Castenaso) e le indicazioni per il rispetto dei requisiti CAM legati al PNRR.

In particolare, sono stati individuati i seguenti recapiti per le reti di drenaggio a servizio dell'area:

- acque meteoriche provenienti dalla copertura: rete di pubblica fognatura acque miste esistente sul sedime di Via Amendola mediante allaccio a gravità, previa immissione in vasca di raccolta e riuso a scopo irriguo;
- acque meteoriche provenienti dalle aree carrabili: rete di pubblica fognatura acque miste esistente sul sedime di Via Amendola mediante allaccio a gravità, previa immissione in vasca di trattamento acque di prima pioggia;
- acque nere: rete di pubblica fognatura acque miste esistente sul sedime di Via Amendola mediante allaccio a gravità

Sia per la rete di raccolta delle acque meteoriche provenienti dal coperto che quella provenienti dai piazzali sono opportunamente laminate, tramite sovradimensionamento delle reti di collezione delle acque meteoriche (separate per circuito proveniente dalla copertura e circuito di raccolta dei piazzali), come meglio specificato ai paragrafi seguenti.

Sono state previste caratteristiche tipologiche e dimensionali di collettori fognari ed opere accessorie in conformità con quanto espresso dal Gestore delle reti. Lo scarico delle portate meteoriche generate dal lotto è stato previsto previo trattamento di prima pioggia per le acque provenienti dalle aree carrabili.

Nel quadro della progettazione del comparto si è provveduto a definire e dimensionare le opere e a verificare il funzionamento della rete di drenaggio delle acque applicando una metodologia di calcolo basata sulla norma UNI-EN 12056-2 (acque reflue) e UNI-EN 12056-3 (acque meteoriche)

Per la determinazione delle portate di calcolo sono state seguite le indicazioni delle norme sopracitate e verificate in funzione dei valori medi delle precipitazioni ricavate da stazione pluviometrica di riferimento tramite calcolo della curva di possibilità pluviometrica.

Le **curve di possibilità pluviometrica** sono relazioni funzionali che correlano (per ciascun tempo di ritorno) le massime altezze di precipitazioni *h* (mm) con le durate delle precipitazioni stesse *d* (ore) del tipo:

$$h(d;T_r) = a \cdot d^n \qquad (1)$$

dove:

- *h(d;Tr)* è l'altezza di pioggia in mm corrispondente alla durata *d* (in ore) ed al tempo di ritorno *Tr* (in anni);
- *d* è la durata della pioggia in ore;
- *a, n* sono i parametri che descrivono l'andamento di *h* in funzione del tempo di ritorno e della durata.

Per il bacino in esame si è costruita la curva di possibilità pluviometrica sulla base dei valori di massima precipitazione di durata 15, 30 e 45 minuti registrati dalle stazioni pluviometriche di Mezzolara (situata a quota 20 m s.l.m. a distanza di circa 11 km Nord - Nord Est dal bacino in esame) e Prugnolo (situata a quota 276 m s.l.m. a distanza di circa 12 km Sud – Sud Est dal bacino in esame). I dati pluviometrici relativi a tali stazioni sono stati tratti dagli Annali Idrologici realizzati e pubblicati da ARPAE – SIMC.
La stazione di Mezzolara è probabilmente la più idonea a descrivere il regime pluviometrico del bacino in esame, tuttavia in considerazione della scarsità di dati disponibili negli Annali per tale stazione (anni 2007 – 2022) si è deciso di ampliare il campione utilizzando anche le registrazioni del pluviometro di Prugnolo, che dispone di un numero maggiore di dati (anni 1990 – 2022).
Utilizzando i dati di entrambi i pluviometri si è così costruito un campione unico sul periodo 1990 – 2021 di dimensione 45 anni per le durate di 15 e 45 minuti e di dimensione 46 anni per la durata di 30 minuti. Di seguito si riportano i valori massimi di precipitazione registrati dai due pluviometri per le durate di 15, 30 e 45 minuti, tratti dagli Annali Idrologici.

Altezza di pioggia massima annuale - pluviometro di Mezzolara			
	Durata [minuti]		
Anno	15	30	45
2022	10,2	16,6	17,2
2021	15,2	24,0	27,4
2020	18,6	25,2	27,4
2019	21,8	30,2	31,0
2018	26,8	38,6	46,6
2017	12,0	13,4	16,0
2016	15,6	24,8	26,6
2015	16,0	25,8	30,0
2014	21,2	35,8	37,2
2013	17,4	19,8	20,0
2012	11,4	18,2	20,2
2011	12,2	14,6	15,6
2010	9,8	15,6	16,4
2009	7,2	11,4	13,0
2008	15,4	25,8	29,6
2007	14,8	26,6	30,6

Altezza di pioggia massima annuale			
	Durata [minuti]		
Anno	15	30	45
2022	12,4	21,6	21,6
2021	19,6	29,0	32,6
2020	24,6	29,6	29,6
2019	14,8	23,4	26,8
2018	20,2	30,2	31,8
2017	16,2	29,4	33,0
2016	20,2	24,6	28,0
2015	7,4	14,0	15,8
2014	11,6	18,0	22,2

2013	9,4	12,2	14,6
2012	10,6	14,4	16,2
2011	14,6	20,2	22,0
2010	8,0	9,6	10,6
2009	11,8	20,6	21,2
2008		18,2	
2007	10,8	13,2	15,6
2006	25.8	35,6	41,2
2005	11,6	16,4	21,3
2004	12,4	23,6	33,4
2003	14,6	18,8	23,6
2002	13,2	17,6	21,6
2001	5,0	8,8	10,6
2000	12,0	16,6	21,0
1999	12,4	18,8	21,0
1998			
1997	9,2	17,8	25,0
1996	9,4	11,6	14,2
1995	10,6	12,6	14,6
1994	9,4	16,4	23,8
1993	7,8	15,4	18,6
1992	8,0	12,8	14,0
1991	15,0	19,8	22,0
1990	10,4	15,0	20,2

I massimi annuali sulle durate di 15, 30 e 45 minuti sono stati elaborati secondo il modello probabilistico di *Gumbel*, la cui funzione di probabilità cumulata è fornita dall'equazione:

$$F(X)_x = e^{-e^{-\alpha(x-u)}} \qquad (2)$$

dove *x* rappresenta il quantile, mentre ed *u* sono i parametri della distribuzione.

Per stimare tali parametri può essere usato il metodo dei momenti attraverso il quale si esprimono gli *n* parametri di una distribuzione in funzione dei momenti dei primi *n* ordini, così per i due parametri incogniti ed *u* della *Gumbel* è sufficiente la ricerca dei primi due momenti del campione: momento statico (media) e momento d'inerzia (varianza). Le espressioni finali che legano i parametri incogniti ai momenti campionari sono le seguenti:

$$u = \mu(x) - 0{,}45 \cdot \sigma(x) \quad (3)$$

$$\alpha = 1{,}283 / \sigma(x) \quad (4)$$

dove μ e σ rappresentano media e deviazione standard modificata del campione.

I parametri statistici di Gumbel determinati sono:

ANALISI STATISTICA - MODELLO DI GUMBEL			
	15 min	**30 min**	**45 min**
MEDIA	13,5	20,3	23,2
DEVIAZ. STANDARD s	4,88	7,74	8,78
α	3,80	6,04	6,84
u	11,26	16,77	19,30

Ricordando che il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo medio intercorrente tra 2 eventi uguali o superiori all'evento assegnato, ed è definito dalla relazione *Tr = 1/(1-F(X)x)*, dove *F(X)x* assume il significato di probabilità di non superamento, si può ricavare dalla *(2)* il quantile *x* (ovvero l'altezza di pioggia) di tempo di ritorno assegnato.

Il tempo di ritorno considerato è pari a 25 anni, tempo di ritorno minimo per il dimensionamento delle reti delle acque bianche, come indicato nelle "Linee guida per la progettazione di reti fognarie" redatte da Hera.

Con questa procedura per ogni durata *d* precedentemente fissata sono state ricavate le altezze massime di precipitazione *h* (in mm) relative al tempo di ritorno *Tr* = 25 anni,; successivamente, tramite regressione sul piano logaritmico *h-d*, si sono stimati i parametri *a* e *n* della rispettiva curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, i cui valori sono riportati nella tabella sottostante.

***Tr* [anni]**	***a* [mm/ore^n]**	***n***
25	49,425	0,525

Tabella 1. Valori dei parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica costruita per il bacino in esame nello scenario avente tempo di ritorno *Tr* = 25 anni.

Di seguito si riportano l'espressione analitica e il grafico della curva di possibilità pluviometrica determinata per il tempi di ritorno di 25:

$$h(d, Tr) = 49{,}425\, d^{0{,}525}$$

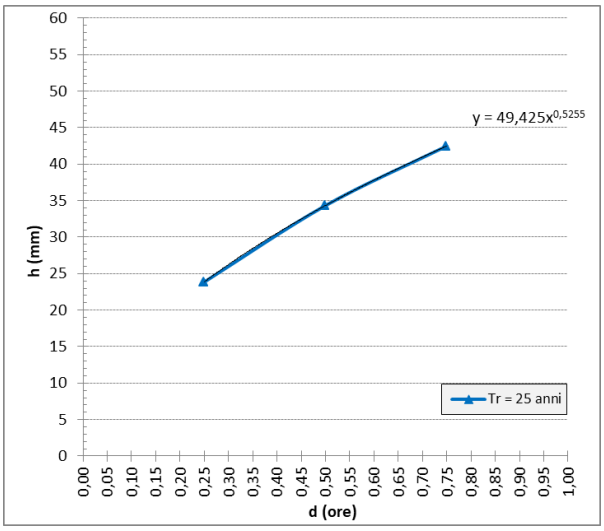


Figura 12: curva di possibilità pluviometrica

Nello specifico per il dimensionamento dei collettori di scarico, in base alla norma UNI-EN 12056 sono stati adottati i seguenti parametri:

- grado di precipitazione pari a 0,049 l/sm²
- fattore di rischio pari a 1,5
- coefficiente di scorrimento pari a 1
- grado di riempimento pari al 70%
- pendenza pari all'0,5%

Il diametro minimo per l'allaccio in fognatura non sarà comunque inferiore al ø300 prescritto dall'ente gestore HERA S.p.a.

6. LA STRUTTURA DELLE RETI A SERVIZIO DELL'INSEDIAMENTO DI PROGETTO

Sarà presente una doppia rete di drenaggi di acque meteoriche per il contributo intercettato dai piazzali interni privati in maniera indipendente dal contributo raccolto dalle coperture del fabbricato principale, così che quest'ultimo possa essere temporaneamente raccolto in apposito invaso di accumulo e successivamente riutilizzato per usi non nobili quali irrigazione aree verdi.

È prevista la realizzazione di un volume interrato di 15 mc, da realizzarsi nell' area verde a nord del lotto. La rete di drenaggio ed accumulo delle acque meteoriche di copertura, recapiterà al volume di laminazione senza che vi sia possibilità di rigurgito di acque di piazzale nel volume di accumulo per il riuso (rete separata per le aree carrabili). Le acque oleose provenienti dal piazzale carrabile verranno trattate con idoneo impianto di prima pioggia dimensionato in funzione della superficie non permeabile del piazzale pari a 487 m²

Relativamente alla rete acque reflue è prevista la separazione in acque grigie e nere in tutto il fabbricato. Le acque grigie saranno trattate con degrassatore, dimensionato in funzione degli A.E. di progetto assunto con un valore cautelativo pari a 10 A.E. (1 A.E. ogni 10 alunni), prima dell'innesto nella rete generale di acque nere. Le acque sia nere che grigie verranno trattate prima dell'immissione in fognatura mediante vasca Imhoff, anch'essa dimensionata in funzione degli A.E.

Per tutte le reti esterne è prevista la posa in opera di condotte in PVC, conformi a norma UNI EN 1401-1, con diametri commerciali variabili dal DN 125 nei tratti apicali della rete fino al DN 200. Tutta la rete è prevista con funzionamento a gravità e pendenza media dell'1 per cento.

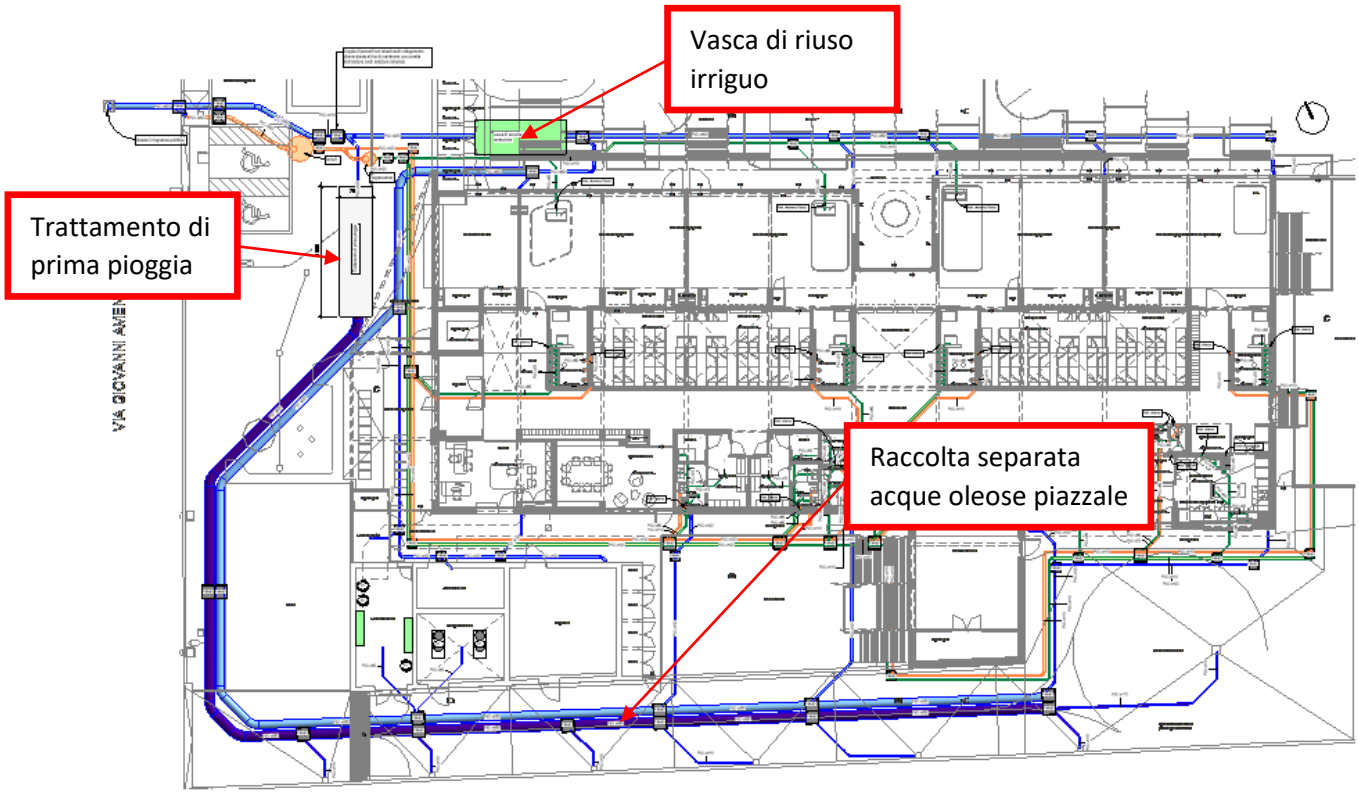


Figura 13: Planimetria generale della rete fognaria a servizio del lotto in progetto

7. DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI LAMINAZIONE ACQUE METEORICHE

L'intervento in oggetto prevede la de-impermeabilizzazione (desealing) del lotto attualmente occupato dal nido Piccolo Blu esistente e la parziale impermeabilizzazione del lotto contiguo per insediarvi il nuovo Piccolo Blu. In questo bilancio di occupazione del suolo, si ha un saldo negativo di superficie impermeabilizzata pari a 979 mq.

Il sistema di laminazione, ai sensi dell'art.20 del PSAI, realizzato tramite sovradimensionamento delle reti di raccolta e scarico delle meteoriche, sarà suddiviso in due distinte reti:

- la rete di recupero delle acque meteoriche provenienti dai coperti;

- la rete di smaltimento delle acque provenienti dai piazzali, realizzati con materiali semipermeabili.

Ai fini del dimensionamento del volume da laminare si è proceduto come segue:

- superficie impermeabile dai coperti con coefficiente di deflusso pari a 1;

- superficie semimpermeabile dai piazzali con coefficiente di deflusso pari a 0,35. Quest'ultimo coefficiente è stato adottato in via del tutto cautelativa, trattandosi di un materiale (pavimentazioni in cemento drenante), le cui schede tecniche garantiscono un'alta capacità drenante (permeabilità al 100%) garantita da un'accurata selezione degli aggregati, dal mix design e dalla specifica azione del legante cementizio utilizzato nella miscela.

CONFRONTO SUPERFICI IMPERMEABILI SDF - PROGETTO	*[mq]*			
Superfici impermeabili	***[mq]***	***Coeff. Di deflusso****	***Area impermeabile [mq]***	***Volume da laminare [mc]***
Superficie impermeabile STATO DI FATTO	1.055			500 mc/ha
Superficie impermeabile PROGETTO (sup. coperta nido)	1.624			
DELTA SUPERFICIE IMPERMEABILE	**569**	1	**569**	**28,4**
Superfici semipermeabili STATO DI FATTO	0			
Superfici semipermeabili PROGETTO	1.172	D16		
DELTA SUPERFICIE SEMIPERMEABILE	**1.172**	0,35	**410**	**20,5**

* valori presi rispettivamente da Regolamento di HERA e Regolamento Edilizio del Comune di Bologna
1: coefficiente dato da Regolamento di HERA
0,35: coefficiente da Regolamento Edilizio del Comune di Bologna (D16 - Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazze)

Figura 14: tabella conteggio impermeabili ai fini del calcolo dei volumi di laminazione

Sulla base del volume da laminare come soprariportato, si è quindi proceduto al dimensionamento delle 2 reti di raccolta delle meteoriche.

Si è preferito utilizzare gli stessi collettori di scarico piuttosto che realizzare vasche dedicate procedendo ad un sovradimensionamento degli stessi ottenendo le capacità sopra citate.

Nelle tabelle sottostanti si riportano gli elenchi dei tratti di tubazione in esame ed il relativo calcolo di capacità utilizzabile allo scopo di laminazione.

Elenco dei Tratti analizzati (principali)					Calcolo contenuto d'acqua distribuzione principale		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**Pendenza (cm/m)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
1-2	2,97	0,50	100	300	70,68	12,5	884
2-4	5,93	0,50	150	300	70,68	10	707
4-6	8,90	0,50	150	300	70,68	6	424
6-8	11,86	0,50	200	300	70,68	15,5	1096
21-19	3,17	0,50	100	100	7,85	14	110
19-19bis	6,34	0,50	150	125	12,27	8	98
19bis-18	6,34	0,50	150	500	196,34	12,5	2454
18-17	9,52	0,50	150	500	196,34	10	1963
17-11	12,69	0,50	200	500	196,34	60,5	11879
11-9	19,98	0,50	225	500	196,34	16,5	3240
9-8	22,94	0,50	225	500	196,34	6,5	1276
8-14	34,81	0,50	250	250	49,09	13,5	663
14-22	44,53	1,00	250	300	70,68	15	1060
13-12	4,12	1,00	100	100	7,85	13,5	106
12-11	7,29	1,00	125	125	12,27	13,5	166
Calcolo contenuto acqua pozzetti							
					Volume unit. (l)	**n°**	**Contenuto d'acqua (l)**
				Calcolo contenuto acqua pozzetti	256,00	11	2816
PORTATA MAX	**44,53**	*la differenza in eccesso è dovuta agli arrotondamenti*			**VOLUME DI LAMINAZIONE TOT.**		**28941**

Elenco dei Tratti analizzati (principali)					Calcolo contenuto d'acqua distribuzione		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**pendenza (cm/m)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
23-24	2,12	0,50	100	100	7,85	11,5	90
24-26	3,19	0,50	125	600	282,74	10	2827
26-28	4,25	0,50	125	600	282,74	10	2827
28-30	5,31	0,50	150	600	282,74	10	2827
30-32	6,37	0,50	150	600	282,74	10	2827
32-34	7,43	0,50	150	600	282,74	6	1696
34-37	8,49	0,50	150	600	282,74	12	3393
37-39	9,11	0,50	200	600	282,74	8	2262
39-14	9,72	0,50	200	600	282,74	12	3393
39-40	9,72	1,00	150	150	17,67	3	53
Calcolo contenuto acqua pozzetti							
					Volume unit. (l)	**n°**	**Contenuto d'acqua (l)**
				Calcolo contenuto acqua pozzetti	384,00	7	2688
PORTATA MAX	**9,72**	*la differenza in eccesso è dovuta agli arrotondamenti*			**VOLUME DI LAMINAZIONE TOT.**		**24885**

Conseguentemente si è provveduto a dimensionare la portata di laminazione per la regolazione e allontanamento delle acque invasate.

Lo schema tipico dell'invarianza idraulica prevede una tubazione di scarico di piccolo diametro posta sul fondo del serbatoio, opportunamente dimensionata, che, funzionando in pressione, consente la

regolazione della portata in uscita al valore preesistente la realizzazione degli interventi di sistemazione esterna in progetto nel corpo ricettore finale.

La portata Q_A da convogliare verso la rete fognaria gestita da Hera S.p.A, che costituisce il ricettore finale, dovrà essere la stessa che si aveva nella situazione iniziale preesistente la realizzazione degli interventi di sistemazione esterna in esame.
Tale portata Q_A è data dalla somma di due contributi: il contributo proveniente dalla superficie drenata dal sistema di raccolta delle acque in oggetto *(Sd),* completamente permeabile nella situazione preesistente, ed il contributo proveniente dalla copertura del fabbricato che verrà demolito (*Sf*), da considerarsi impermeabile nella situazione preesistente.
Considerando un contributo della superficie permeabile Q_{AD} pari a 10 l/(s*ha) ed essendo la superficie a verde *Sd* drenata pari a 5.308 mq = 0,531 ha, la portata Q_{AD} è pari a:

$$Q_{AD} = 10*0,\ 531 = 5,31 \text{ l/s}$$

Il contributo della superficie impermeabile Q_{AF} proveniente dalla copertura del fabbricato esistente, che verrà demolito, si può considerare invece pari a 50 l/(s*ha), valore indicato dal Regolamento Edilizio del Comune di Bologna in caso di terreno impermeabile prima dell'intervento.
Poiché la superficie totale della copertura del fabbricato *Sf* scolante nella rete Hera, è pari a 1055 mq = 0,106 ha, tale portata assume il seguente valore:

$$Q_{AF} = 50*0,106 = 5,28 \text{ l/s}$$

Nel complesso quindi la portata Q_A che si aveva nella situazione preesistente l'intervento è data da:

$$\mathbf{Q_A} = Q_{AD} + Q_{AF} = 5,31+5,28 = \mathbf{10,59\ l/s}$$

La portata Q_U smaltibile dalla tubazione di scarico del "sistema di laminazione" si ricava dalla formula per le luci circolari sotto battente:

$$Q_U = \mu * S * (2 * g * h)^{(1/2)}$$

dove:

- μ = coefficiente di efflusso (per aperture circolari vale all'incirca 0,6);
- S = area della luce [mq]
- g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s^2
- h = battente rispetto al centro della luce [m]

Per calcolare la portata uscente nel caso in oggetto si è considerato:

- μ = 0,6 per aperture circolari;
- una tubazione di diametro interno 90 mm (diametro esterno 110 mm per tubazioni in PE classe di pressione PN16), da cui deriva che l'area della luce circolare *S* vale 0,0064 mq;
- un battente *h* rispetto al baricentro della luce pari a 0,40 m, ottenuto considerando un dislivello di circa 20 cm tra la quota di scorrimento del tubo di scarico e la quota di scorrimento del tubo (diametro 250 mm) in ingresso al pozzetto proveniente dal "sistema di laminazione".

Applicando la formula sopra riportata, la portata uscente Q_U vale:

$$\boldsymbol{Q_U = 10,69\ l/s}$$

sostanzialmente uguale al valore Q_A che si aveva nella situazione preesistente alla realizzazione degli interventi di sistemazione esterna in progetto.

Non si hanno quindi aggravi di portata di piena nel corpo idrico ricettore e l'invarianza idraulica è rispettata.

8. DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI RIUSO E PRIMA PIOGGIA

Come descritto nei paragrafi precedenti, è stata prevista la distinzione delle reti acque meteoriche della viabilità da quelle incontaminate delle coperture in modo tale da poter sfruttare queste ultime ai fini del riuso principalmente nelle attività di irrigazione delle aree verdi presenti nel comparto. Tale vasca sarà necessariamente interrata ubicata secondo uno schema "in linea" rispetto al collettore di raccolta acque meteoriche ed ubicata a quota tale per cui il collettore di invaso sia interamente al di sotto della quota di scorrimento del collettore di drenaggio per massimizzare la capacità di raccolta ad ogni evento meteorico. Come descritto nei paragrafi precedenti. A presidio della buona qualità delle acque così raccolte, le acque del piazzale carrabile saranno gestite tramite rete separata in maniera tale da evitare possibili contaminazioni. Il volume di accumulo è realizzato mediante la posa di manufatto in polipropilene delle dimensioni di 210x562xh220 cm di volume pari a 15 mc. Tale volume sarà eventualmente reso fruibile mediante la posa di un impianto di irrigazione opportunamente dimensionato in modo tale da minimizzare le perdite della risorsa idrica per scorrimento superficiale o evaporazione nell'intenzione di ricorrere il meno possibile all'apporto di acqua per usi irrigui da altre risorse.

DIMENSIONAMENTO VASCA RACCOLTA ACQUE METEORICHE
SECONDO UNI/TS 11445 (metodo semplificato)

CALCOLO AFFLUSSO METEORICO				
Dati di input				
Simbolo	**U.M.**	**definizione**	**selezione multipla**	**Valore**
A	[m²]	Superficie di captazione	*inserire area copertura (senza inclinazione)*	900
ϕ	[%]	coefficiente di aflusso	**copertura impermeabile a falda**	*0,8*
P	mm	regime pluviometrico	*inserire in base ai dati climatici*	1 000
Risultati				
Simbolo	**U.M.**	**definizione**	**Valore calcolato**	
Q	[l/anno]	Aflusso meteorico annuo (Q = ϕ*P*A)	720 000	

CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO ANNUO				
Dati di input				
Simbolo	**U.M.**	**definizione**	**selezione multipla**	**Valore**
r	[litri]	richiesta giornaliera procapite	**nessuno**	-
n	[adm]	numero di abitanti *(compilare solo per sistema cassette WC)*	*inserire valore da tabella*	-
At	[m²]	area del terreno da irrigare	*inserire area del giardino/orto*	741
Bsa	[l/m²]	requisito specifico annuo	*valore fisso da norma UNI/TS 11445:2012*	*300*
Risultati				
Simbolo	**U.M.**	**definizione**	**Valore calcolato**	
R	[litri]	fabbisogno idrico annuo totale	222300	

CALCOLO DEL VOLUME DA ACCUMULARE			
Simbolo	**U.M.**	**definizione**	**Valore calcolato**
Vu	[litri]	volume utile del sistema di accumulo (min di Q o R)*(ng/365)	13338

Il trattamento di prima pioggia sarà realizzato per le acque oleose provenienti dai percorsi impermeabili e carrabili. Le vasche di prima pioggia sono usate per il trattamento delle acque di prima pioggia e per la depurazione delle acque meteoriche di dilavamento. Le quantità di acqua piovana precipitata nei primi 15 minuti dell'evento meteorico sono definite “acque di prima pioggia”. Il valore di riferimento viene stabilito pari a 5 mm di evento piovoso, uniformemente su tutta la superficie interessata.

L’impianto previsto sarà composto essenzialmente da:

- pozzetto scolmatore con funzioni di deviatore delle acque piovane
- accumulo costituito da una vasca corredata di elettropompa programmabile
- sistema di trattamento con dissabbiatore-disoleatore corredato di filtro a coalescenza a norme UNI EN 858
- Un quadro elettronico di controllo PLC con sensore pioggia, temporizzatori, segnalazioni.

Il volume di accumulo è realizzato mediante la posa di manufatto in polipropilene delle dimensioni di 133x234xh162 cm di volume pari a 3 mc.

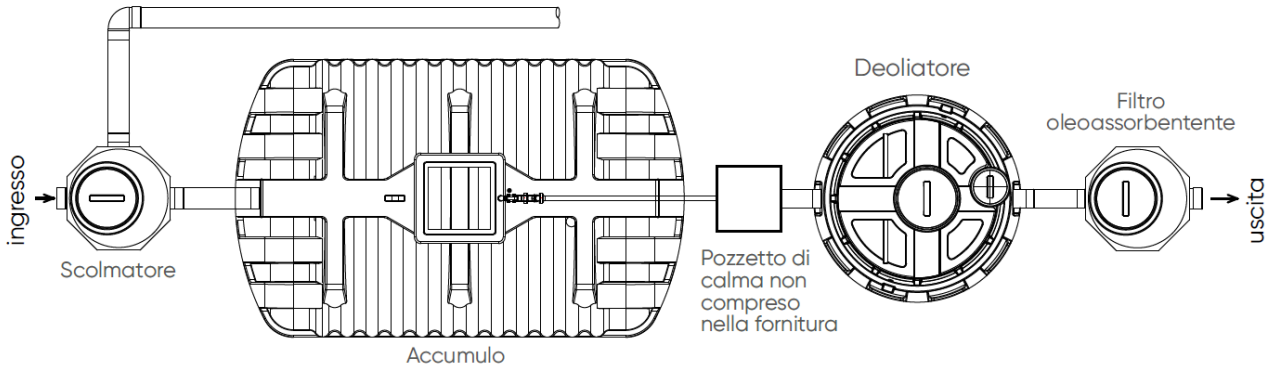


Figura 14: Dettaglio vasca di prima pioggia per trattamento acque meteoriche

9. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI ACQUE METEORICHE

Nello specifico per il dimensionamento dei collettori di scarico, in base alla norma UNI-EN 12056-3 sono stati adottati i seguenti parametri:

- grado di precipitazione pari a 0,049 l/sm²
- fattore di rischio pari a 1,5
- coefficiente di scorrimento pari a 1
- grado di riempimento pari al 70%
- pendenza tubazioni pari allo 0,5%

Il diametro minimo per l'allaccio in fognatura non sarà comunque inferiore al ø300 prescritto dall'ente gestore HERA S.p.a.

Di seguito si riportano le analisi dei tratti e dei nodi e relativo schema identificativo atto a determinare le portate di progetto.

Le tubazioni per ragioni pratiche sono state dimensionate sulla base dell'appendice C.1 alla norma UNI EN 12056-2 in cui si riportano le capacità di scarico calcolate mediante la formula di Colebrook-White, utilizzando un coefficiente di scabrezza effettiva Kb = 1 mm ed un coefficiente di viscosità v = 1,31 * 10^-6 m²/s

APPENDICE C.1 - Capacità idraulica dei collettori di scarico con grado di riempimento del 70%														
Pendenza	DN100		DN125		DN150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
i	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,5	**2,9**	*0,5*	**4,8**	*0,6*	**9**	*0,7*	**16,7**	*0,8*	**26,5**	*0,9*	**31,6**	*1*	**56,8**	*1,1*
1	**4,2**	*0,8*	**6,8**	*0,9*	**12,8**	*1*	**23,7**	*1,2*	**37,6**	*1,3*	**44,9**	*1,4*	**80,6**	*1,6*
1,5	**5,1**	*1*	**8,3**	*1,1*	**15,7**	*1,3*	**29,1**	*1,5*	**46,2**	*1,6*	**55**	*1,7*	**98,8**	*2*

Nella tabella sottostante si esplicitano i valori complessivi del calcolo

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m²)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	1624
Area effettiva semipermeabile [A2] (m²)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	1172
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	35%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] (l/s*m²)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	33,45
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	8,45

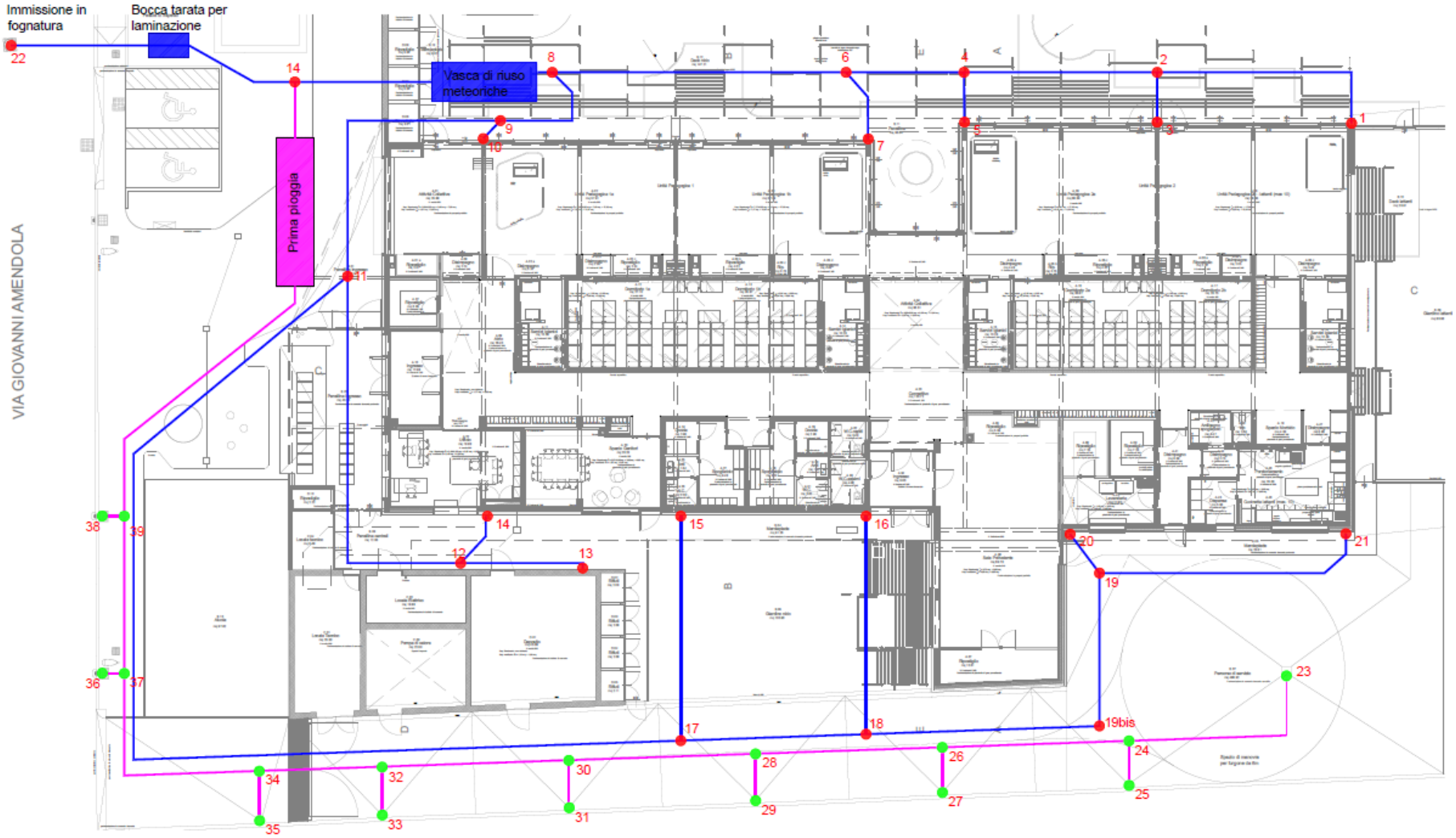


Figura 15: Schema dei nodi e dei tratti rete acque meteoriche

Al fine del calcolo dei singoli tratti di tubazione si è provveduto a suddividere le portate per aree, nelle tabelle sottostanti si riportano i dati di calcolo delle portate di scorrimento sulle singole aree impermeabili.

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento COPERTURA NORD-EST		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m²)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	650
Area effettiva semipermeabile [A2] (m²)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	0
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	0%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] (l/s*m²)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	13,39
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	0,00

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento COPERTURA NORD-OVEST		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m²)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	700
Area effettiva semipermeabile [A2] (m²)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	0
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	0%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] (l/s*m²)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	14,42
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	0,00

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento LOCALI TECNICI		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m^2)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	180
Area effettiva semipermeabile [A2] (m^2)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	0
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	0%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] ($l/s*m^2$)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	3,71
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	0,00

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento AREE ESTERNE		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m²)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	0
Area effettiva semipermeabile [A2] (m²)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	150
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	35%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] (l/s*m²)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	0,00
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	1,08

Cap. 4 UNI-EN 12056-3 - Calcolo della portata di scorrimento ZONA CARRABILE		
Parametro di input	**Descrizione**	**Val.**
tempo di ritorno minimo [tr]	*tempo di ritorno minimo in anni*	25
coefficiente "a" (mm/h)	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	49,43
coefficiente "n"	*parametro caratteristico della stazione pluviografica di riferimento*	0,53
tempo di corrivazione [tc] (h)	*Il tempo di corrivazione Tc di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente*	1
fattore di rischio [fr]	*Cornicioni di gronda situati in punti in cui la tracimazione dell'acqua causerebbe disagi particolari, per esempio sopra l'ingresso di un edificio pubblico*	1,5
coefficiente di scorrimento [C]	*coefficiente di afflusso alla rete*	1
Area effettiva impermeabile [A1] (m^2)	*area lorda della superficie coperta, marciapiedi, strade ecc.*	0
Area effettiva semipermeabile [A2] (m^2)	*area lorda delle pavimentazioni o asfalti drenanti e superfici semipermeabili*	1031
Coefficiente di permeabilità [cp]	*percentuale da considerare come impermeabile delle superfici semipermeabili*	35%

Risultati	**formula utilizzata**	**Val.**
Curva di possibilità pluviometrica [h] (mm)	*h = a*t^n*	49,43
Portata di scorrimento acque meteoriche [Q] (mm/ora)	*Q=h/tc*	49,43
Intensità di precipitazione calcolata [R] ($l/s*m^2$)	*Q/1000*	0,049
Portata di scorrimento superfici impermeabili [Q] l/s	*Q=R*A1*1000/3600*fr*C*	0,00
Portata di scorrimento superfici semipermeabili [Q] l/s	*Q=R*A2*cp*1000/3600*fr*C*	7,43

Le tabelle sottostanti riassumo i dati di portata delle singole aree e dei singoli nodi della rete

Elenco Aree			Pluviali	
Descrizione	**Superficie (m²)**	**Portata di calcolo (l/s)**	**n° pluviali pozzetti**	**Portata singolo pluviale (l/s)**
copertura Nord-Est	720	14,83	5	2,97
copertura Nord-Ovest	770	15,86	5	3,17
copertura Locali tecnici	200	4,12	1	4,12
Aree esterne	170	1,23	2	0,61
Zona carrabile con asfalto drenante	450	7,43	7	1,06
NB: I valori di superficie sono stati arrotondati per ecesso al fine di garantire un sovradimensionamento nei calcoli a scopo cautelativo ai soli fini del dimensionamento della rete di tubazioni				

Elenco dei Nodi		
Nodo	**Portata di calcolo (l/s)**	**Area considerata**
1	2,97	copertura Nord-Est
3	2,97	copertura Nord-Est
5	2,97	copertura Nord-Est
7	2,97	copertura Nord-Est
10	2,97	copertura Nord-Est
13	4,12	copertura Locali tecnici
14	3,17	copertura Nord-Ovest
15	3,17	copertura Nord-Ovest
16	3,17	copertura Nord-Ovest
20	3,17	copertura Nord-Ovest
21	3,17	copertura Nord-Ovest
23	2,12	Zona carrabile
25	1,06	Zona carrabile
27	1,06	Zona carrabile
29	1,06	Zona carrabile
31	1,06	Zona carrabile
33	1,06	Zona carrabile
35	1,06	Zona carrabile
36	0,61	Zona carrabile
38	0,61	Zona carrabile

Elenco dei Tratti analizzati (principali)					Calcolo contenuto d'acqua distribuzione principale		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**Pendenza (cm/m)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
1-2	2,97	0,50	100	300	70,68	12,5	884
2-4	5,93	0,50	150	300	70,68	10	707
4-6	8,90	0,50	150	300	70,68	6	424
6-8	11,86	0,50	200	300	70,68	15,5	1096
21-19	3,17	0,50	100	100	7,85	14	110
19-19bis	6,34	0,50	150	125	12,27	8	98
19bis-18	6,34	0,50	150	500	196,34	12,5	2454
18-17	9,52	0,50	150	500	196,34	10	1963
17-11	12,69	0,50	200	500	196,34	60,5	11879
11-9	19,98	0,50	225	500	196,34	16,5	3240
9-8	22,94	0,50	225	500	196,34	6,5	1276
8-14	34,81	0,50	250	250	49,09	13,5	663
14-22	44,53	1,00	250	300	70,68	15	1060
13-12	4,12	1,00	100	100	7,85	13,5	106
12-11	7,29	1,00	125	125	12,27	13,5	166
Calcolo contenuto acqua pozzetti							
					Volume unit. (l)	**n°**	**Contenuto d'acqua (l)**
				Calcolo contenuto acqua pozzetti	256,00	11	2816
PORTATA MAX	**44,53**	*la differenza in eccesso è dovuta agli arrotondamenti*			**VOLUME DI LAMINAZIONE TOT.**		**28941**

Elenco dei Tratti analizzati (principali)					Calcolo contenuto d'acqua distribuzione		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**pendenza (cm/m)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
23-24	2,12	0,50	100	100	7,85	11,5	90
24-26	3,19	0,50	125	600	282,74	10	2827
26-28	4,25	0,50	125	600	282,74	10	2827
28-30	5,31	0,50	150	600	282,74	10	2827
30-32	6,37	0,50	150	600	282,74	10	2827
32-34	7,43	0,50	150	600	282,74	6	1696
34-37	8,49	0,50	150	600	282,74	12	3393
37-39	9,11	0,50	200	600	282,74	8	2262
39-14	9,72	0,50	200	600	282,74	12	3393
39-40	9,72	1,00	150	150	17,67	3	53
Calcolo contenuto acqua pozzetti							
					Volume unit. (l)	**n°**	**Contenuto d'acqua (l)**
				Calcolo contenuto acqua pozzetti	384,00	7	2688
PORTATA MAX	**9,72**	*la differenza in eccesso è dovuta agli arrotondamenti*			**VOLUME DI LAMINAZIONE TOT.**		**24885**

10. DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI ACQUE REFLUE

Il calcolo è stato eseguito secondo la Norma UNI-EN 12056-2.
La rete di raccolta delle acque reflue a servizio del nuovo lotto risulta suddivisa in due distinte componenti, ovvero:

- Le acque nere di natura civile derivanti da WC, drenate da una rete di collettore PVC DN 125 con pendenza di posa pari a 1%, grado di riempimento pari al 50% e confluente alla vasca Imhoff da 10 a.e. per una portata di punta massima stimata in 3,7 l/s

- Le acque grigie di natura civile derivanti da lavabi, lavelli, lavastoviglie ecc., drenate da una rete di collettore PVC DN 125 con pendenza di posa pari a 1%, grado di riempimento pari al 50% e confluente al degrassatore da 10 a.e. per una portata di punta massima stimata in 3,3 l/s

La totalità delle portate afferirà dunque a gravità tramite allaccio PVC DN 200 (pendenza 1%) alla pubblica fognatura acque miste di Via Amendola. Tutta la rete di acque nera risulterà posata in aree private, ad esclusione della condotta di allaccio.

Di seguito si riportano le analisi dei tratti e dei nodi e relativo schema identificativo atto a determinare le portate di progetto.

Le tubazioni sono state dimensionate sulla base dell'appendice C alla norma UNI EN 12056-2

Capacità dei collettori discarico con grado di riempimento del 50%								
Pendenza	DN100		DN125		DN150		DN 200	
i	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v	Qmax	v
cm/m	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s	l/s	m/s
0,5	**1,8**	*0,5*	**2,8**	*0,5*	**5,4**	*0,6*	**10**	*0,8*
1	**2,5**	*0,7*	**4,1**	*0,8*	**7,7**	*0,9*	**14,2**	*1,1*
1,5	**3,1**	*0,8*	**5**	*1*	**9,4**	*1,1*	**17,4**	*1,3*

Figura 17: Tabella Norma UNI-EN 12056-2 secondo cui è stata dimensionata rete acque meteoriche e nere

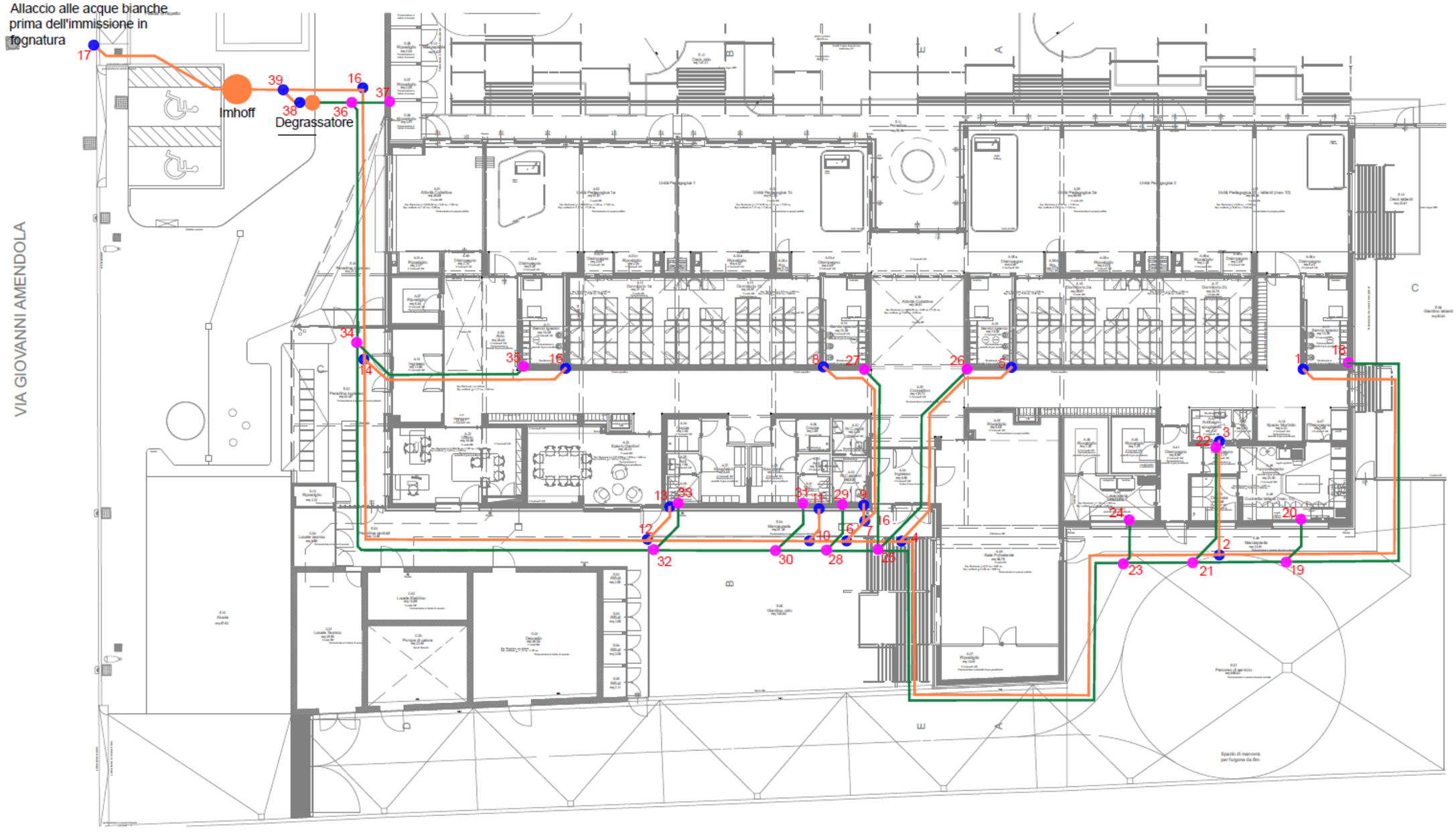


Figura 16: Schema dei nodi e dei tratti rete acque reflue

Elenco dei Nodi		
Nodo	**Portata di calcolo (l/s)**	**Area considerata**
1	1,7	Servizi zona lattanti
3	1	Servizi cucina
5	1,7	Servizi dormitori 2
8	1,7	Servizi dormitori 1b
9	1,4	Servizi persone con disabilità
11	1	Servizi spogliatoi 2
13	1	Servizi spogliatoi 1
15	1,7	Servizi dormitori 1a
18	0,8	Servizi zona lattanti
20	1,2	Cucina
22	0,7	Servizi cucina
24	1,1	Lavanderia
26	0,8	Servizi dormitori 2
27	0,8	Servizi dormitori 1b
29	0,9	Servizi persone con disabilità
31	1,1	Servizi spogliatoi 2
33	1,1	Servizi spogliatoi 1
35	0,8	Servizi dormitori 1a
38	0,7	Unità pedagogiche

Elenco dei Tratti analizzati (principali)				Calcolo contenuto d'acqua distribuzione principale		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
1-2	1,70	100	110	9,50	24	228
2-4	2,00	100	110	9,50	33	314
4-6	2,60	125	110	9,50	3	29
6-7	1,50	100	110	9,50	2	19
6-10	3,40	125	125	12,27	2,5	31
10-12	3,60	125	125	12,27	9	110
12-14	3,70	125	125	12,27	25	307
14-16	4,10	125	125	12,27	15	184
16-39	4,10	125	125	12,27	5	61
38-39	3,70	125	125	12,27	2	25
39-17	5,10	150	160	20,11	11	221
TOTALI	**5,10**					**1528**

Elenco dei Tratti analizzati (principali)				Calcolo contenuto d'acqua distribuzione principale		
Tratto	**Portata di calcolo (l/s)**	**Diametro minimo di calcolo (mm)**	**Diametro previsto (mm)**	**Contenuto acqua specifico (l/m)**	**lunghezza**	**Contenuto d'acqua (l)**
18-19	0,80	100	110	9,50	20	190
19-21	1,40	100	110	9,50	5	48
21-23	1,50	100	110	9,50	4	38
23-25	1,90	100	110	9,50	28,5	271
25-28	2,20	100	110	9,50	3	29
28-30	2,40	100	110	9,50	3	29
30-32	2,60	125	125	12,27	7	86
32-34	2,80	125	125	12,27	11	135
34-36	2,90	125	125	12,27	13	160
36-38	3,00	125	125	12,27	2	25
TOTALI	**3,00**					**1008**

11. DIMENSIONAMENTO TRATTAMENTI ACQUE REFLUE

Le Vasche Imhoff (o denominate anche Fosse Imhoff) in polipropilene prefabbricate da interrare, rappresentano il primo stadio di depurazione primaria per acque di scarico previsto dalle leggi vigenti. Le vasche Imhoff sono formate da due comparti: uno superiore di sedimentazione ed uno inferiore di digestione. Il liquame arriva nel comparto di sedimentazione dove i solidi sospesi sedimentabili precipitano, lungo le pareti inclinate della tramoggia, nel sottostante comparto di accumulo e di digestione attraverso fessura longitudinale di comunicazione. In una Vasca Imhoff le parti in sospensione si accumulano formando una spessa crosta che periodicamente deve essere rimossa, da 1 a 4 volte all'anno. L'acqua dopo un tempo di ritenzione esce chiarificata, non entrando in alcun modo in contatto con il comparto inferiore. Le sostanze sedimentate sul fondo della vasca vengono digerite da batteri anaerobici, i gas biologici prodotti dalla fermentazione si liberano dagli sfiati posti lateralmente al foro di entrata, i quali dovranno essere sempre collegati e portati sul tetto. L'opportunità di un abbattimento preventivo (degrassatore-desaponatore) prima di procedere al trattamento nelle vasche Imhoff delle acque di rifiuto, risulta evidente se si considera che oli, grassi e detersivi, possono indurre gravi inconvenienti in tutte le varie fasi del trattamento. Inoltre per un corretto funzionamento della vasca stessa si rende necessario evitare di introdurre corpi grossolani di ogni genere quali: sacchetti di plastica, pannolini per bambini assorbenti igienici, cotton-fioc, ecc.

Dimensionamento
Nelle abitazioni come nelle attività produttive o di servizio, sarebbe necessario valutare l'effettiva produzione di liquame da smaltire per dimensionare correttamente l'impianto. Essendo praticamente impossibile, si deve fare riferimento al numero di Abitanti Equivalenti (A.E.) unità di misura standardizzata, che per l'insediamento in oggetto si può determinare nel seguente modo:

SCUOLE
1 A. E. ogni 10 alunni, durante la massima attività.

n. 1 Vasca Imhoff per 83 alunni = 9 A.E.

Vasca Imhoff diametro 80 cm h.120 cm 600 lt di volume utile (fino a 10 A.E.), in polietilene monoblocco da interrare, dimensionata secondo UNI EN 12566-3 e rispondente alla Delibera Regionale n°1053/2003 Emilia Romagna, al D.Lgs n°152/2006 e alla Delibera del C.I.A. del 04/02/1977, per installazione interrata, dotata di: cono di sedimentazione, tronchetto di entrata con curva 90° in PVC con guarnizione a tenuta, tronchetto di uscita con deflettore a T in PVC con guarnizione a tenuta, sfiato per il biogas e chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo;

Degrassatore diametro 120 cm h.200 cm 1500 lt di volume utile (fino a 10 A.E.), in polietilene monoblocco, rispondente al DLgs n. 152 del 2006 e alla Delibera Regionale n°1053/2003 Emilia Romagna e certificato secondo la norma UNI-EN 1825-1, per installazione interrata, dotato di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta in entrata con curva 90° per il rallentamento e la distribuzione del flusso e, in uscita, di tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con deflettore a T e tubazione sommersa per impedire la fuoriuscita del grasso e schiume accumulate; dotato anche di sfiato per il biogas in PP e di chiusini per le ispezioni e gli interventi di manutenzione e spurgo.