

COMUNE DI SANTARCANGELO DI R. **PROVINCIA DI RIMINI**

**OGGETTO: PIANO URBANISTICO ATTUATIVO SOC. ADRIAUTO SRL
VIA EMILIA OVEST PER LA REALIZZAZIONE DI MEDIO-
PICCOLA STRUTTURA DI VENDITA ALIMENTARE E ATTIVITA' TERZIARIE**

Relazione Fogne

tavola	20	scala	1:600	data
COMMITTENTE	Soc. ADRIAUTO S.r.l. (in liquidazione) <small>P.Iva: 06 134 470 462</small>			
PROGETTISTA:	Arch. RAUL BRASCHI <small>Galleria la Fornace no. 1, Santarcangelo di R.</small>			
COLLABORATORE	Geom. VINCENZI MAURO <small>via San Vito no. 1546, Santarcangelo di R.</small>			
CONSULENTE SPECIALISTICO:	Ing. MASSIMO PLAZZI			

1. PREMESSA

Il presente elaborato riguarda l'analisi specialistica idraulica finalizzata alla definizione tipologica e dimensionale delle dorsali fognarie a servizio del nuovo PUA (Comparto denominato APC.E della scheda "Emilia Ovest" del POC1) da realizzarsi in località Santarcangelo di Romagna (RN).

L'area oggetto d'intervento risulta ricompresa tra la Via Emilia a nord-est e via Tazio Nuvolari a sud (area evidenziata in figura), e catastalmente è individuata al foglio n° 9 del Catasto terreni del Comune di Santarcangelo di Romagna (particelle 280, 117).

L'intervento consiste nella realizzazione di due lotti privati, di strade e parcheggi pubblici (di accesso a servizio del nuovo alimentari e del pubblico esercizio) e di aree di verde pubblico e pista ciclabile.

In particolare, il PUA prevede la realizzazione di una medio-piccola struttura di vendita alimentare avente pianta di estensione pari a circa 2'000 mq e attività terziarie che occuperanno una superficie di circa 1'500 mq.

Verranno realizzati una strada e parcheggi ad uso pubblico sul lato adiacente a Via Tazio Nuvolari e parcheggi ad uso privato tra i due edifici futuri e lungo il lato che si affaccia alla Via Emilia. Tra la Via Emilia e l'area dei parcheggi privati è prevista un'ampia fascia di verde pubblico, interessata anche da una porzione di pista ciclabile parallela alla via stessa.

Le aree verdi previste dal PUA e i parcheggi ad uso pubblico e privato, realizzati con materiale semipermeabile (betonella o similari), apporteranno all'area un netto miglioramento dal punto di vista della permeabilità.

Non è dunque normativamente necessario svolgere calcolazioni e dimensionamenti atti a garantire l'invarianza idraulica (in osservanza al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca). Per precisazione a quanto appena detto, si rimanda al paragrafo 1.2 e successivo capitolo 2: *"valutazione della permeabilità pre-post intervento"*.

In sede di dimensionamento delle reti fognarie, sono state effettuate le opportune verifiche numeriche anche in relazione al dimensionamento della fognatura pubblica per acque reflue (nere).

Il progetto prevede la realizzazione di due reti di fognatura per il recapito delle acque meteoriche, una per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche della porzione privata (tetti, piazzali e parcheggi privati) e una per la porzione del comparto a destinazione pubblica (strada di accesso - a prosecuzione dell'attuale arteria chiusa, via Nuvolari - e parcheggio pubblico).

La rete per acque bianche di progetto, di futura cessione pubblica, riguarda una tratta principale compresa tra i pozzetti P0 e P4 e due rami secondari P5 – P3 e P6 – P1 che ricadono nell'area di PUA visibili nella planimetria (Tav. 17).

Tale tratta (fognatura bianca pubblica di progetto) sarà collegata alla fognatura bianca esistente in due punti, ed in particolare in corrispondenza dei pozzetti P0 e P4, mentre la fognatura bianca privata si allaccerà a quella pubblica di progetto ai pozzetti di progetto denominati P3 e P6 per le acque dei tetti e al pozzetto P2 per le acque del parcheggio privato.

In particolare, la rete per acque bianche pubblica esistente DN400 CLS è costituita da un primo tratto lungo Via Nuvolari, e da un secondo tratto con punto di partenza in corrispondenza del pozzetto P0; quest'ultimo tratto di fognatura presenta un tracciato plano-altimetrico caratterizzato da una cuspidè altimetrica errata, causa principale dell'insufficienza fognaria in questa zona di via Nuvolari e dei ristagni permanenti in rete. Un ulteriore aspetto da tenere in considerazione è legato al fatto che il secondo tratto di fognatura bianca pubblica esistente, oltre ad essere responsabile per il suo tracciato dell'insufficienza fognaria nella zona oggetto di studio, attualmente trova sedime in parte su area privata di terzi. Il recettore finale della fognatura bianca di progetto è il fosso che scorre lungo via Andrea Costa, nel punto tombinato all'incrocio con Via A. Morigi.

La soluzione ottimale di assetto del sistema di smaltimento delle acque meteoriche è quella di rifare parzialmente la dorsale fognaria esistente, mantenendone origine e recettore, ma andando a modificarne, in miglioramento, il tracciato plano-altimetrico nell'area oggetto di PUA, che ad oggi presenta una cuspidè altimetrica errata e trova sedime in parte su area privata di terzi. Inoltre, si sottolinea nuovamente che la modifica del tracciato plano-altimetrico di parte della rete per acque bianche pubblica esistente ha come scopo sia quello di ottenere una rete con sedime che ricada totalmente in aree pubbliche, sia di abbandonare la cuspidè verso l'alto dell'attuale dorsale essendo la causa principale dell'insufficienza fognaria in questa zona di via Nuvolari e dei ristagni permanenti in rete.

In fase di progetto si è quindi previsto di mantenere il primo tratto della rete per acque bianche pubblica esistente DN400 CLS lungo Via Nuvolari e abbandonare il secondo tratto; è stata predisposta invece, sempre lungo Via Nuvolari, la realizzazione di un tratto di fognatura bianca di progetto sul medesimo sedime del ramo di fogna bianca esistente (tratto proveniente oggi dal lotto ex Adriaauto), caratterizzato da DN500 PVC e pendenza 0.2%: quest'ultimo tratto è collegato al precedente tratto di fognatura bianca esistente in corrispondenza del pozzetto P0.

Procedendo verso valle, si prevede la realizzazione di una tratta di fogna bianca pubblica di progetto DN500 PVC (tratto P1-P4) con pendenza variabile tra 0.25% e 0.3%, collegata attraverso il pozzetto P1 al tratto precedentemente descritto, e che si collega a sua volta ad una nuova condotta DN500 PVC con pendenza 0.3% attraverso il pozzetto P4.

Alla rete fognaria bianca pubblica di progetto è collegata poi, in corrispondenza dei pozzetti P6, P2 e P3 la rete bianca privata di progetto.

Il tratto di fognatura esistente in CLS DN400 di valle che va dal pozzetto P4 al punto di recapito A3 (nell'attuale tombinatura DN400 CLS del fosso stradale della via Costa) e lo stesso tratto finale A3-A4 del fosso vengono in questo progetto, vista la loro vetustà ed al fine di migliorarne l'efficacia idraulica, appositamente sostituiti con tubazioni DN500 PVC SN8, migliorando area bagnata e coefficiente di scabrezza; il tratto fognario principale P4-A3 presenterà pendenza costante pari al 3 per mille, mentre il tratto terminale A3-A4, che si fa carico anche di un tronco montano di fosso stradale (poco a est dell'incrocio con via San Bartolo/via Nuvolari), avrà pendenza pari all'1%.

Lungo la pista ciclabile in Via Andrea Costa è inoltre presente una rete per acque bianche pubblica inizialmente in DN400 PVC (come detto, con partenza circa all'altezza dell'impianto di sollevamento delle acque nere, cioè poco a est dell'incrocio con via Nuvolari), che prosegue poi attualmente in un fosso a cielo aperto; a quest'ultimo segue poi, come visto, un breve tratto caratterizzato da DN400 CLS e successivamente nuovamente un fosso a cielo aperto.

Si prevede quindi il mantenimento della condotta DN400 PVC, la quale si andrà a collegare poi ad una nuova condotta di progetto DN500 PVC (tratto A5-A6-A3), con pendenza dello 0.5%, prevista in corrispondenza dell'attuale fosso a cielo aperto, in quanto in fase di progetto è stato previsto il tombinamento di tale fosso per permettere la realizzazione della pista ciclabile.

Nel punto terminale del fosso, e quindi nel punto tombinato all'incrocio con Via A. Morigi, verrà pertanto realizzato un tratto di fogna bianca pubblica di progetto DN500 PVC sul sedime della tombinatura esistente DN400 CLS, con pendenza variabile tra 0.5% prima e 1% poi: tale ramo sarà proprio il ricettore finale della fognatura bianca di progetto pubblica sopra descritta.

Infine, il tratto DN500 PVC su sedime di fogna bianca esistente precedentemente descritto si collega nuovamente ad un fosso a cielo aperto: su quest'ultimo si interviene nei primi 80 metri circa di lunghezza esclusivamente con una modesta pulizia e risagomatura al fondo (al più scarificazione di 15-20 cm), essendo attualmente leggermente interrato, per regolarizzare la livelletta di fondo.

Infine, in corrispondenza del fosso che scorre lungo via Andrea Costa, nel punto tombinato all'incrocio con Via A. Morigi (nodo A3), verrà predisposto un pozzetto molto profondo (cioè con fondo cieco di altezza pari a 70 cm circa) così da permettere, in futuro, potenziali abbassamenti del fondo del fosso (prima tombinato e poi a cielo aperto) tali da consentire ad altre proprietà adiacenti (in primis, il Comparto dell'ambito APC.N2.2 [SOC. "SIMPATIA" Sas]) l'eventuale collegamento fognario alla rete fognaria nera presente a centro strada su via Costa.

Da evidenziare che lungo Via Andrea Costa, sul marciapiede opposto, è già presente un'ulteriore rete fognaria bianca pubblica indipendente, caratterizzata da un primo tratto DN300 CLS, al quale segue poi un tratto DN400 CLS ed infine un tratto DN500 CLS, con recapito al fosso stradale sul lato opposto (lato ovest).

Attraverso lo studio dei rilievi eseguiti nella zona, vista quindi la pendenza della piattaforma stradale caratterizzante Via Andrea Costa nel tronco in esame, si ipotizza che quasi la totalità delle acque bianche incidenti su tale tratto di strada vadano a gravare esclusivamente sulla rete fognaria bianca pubblica che ha sedime in corrispondenza della pista ciclabile, cioè sulla nuova tombinatura DN500 PVC qui in progetto.

Visto che la fogna attuale è anche in parte sottodimensionata, il presente elaborato ha l'obiettivo di definire la portata meteorica con la quale dimensionare la dorsale fognaria principale ed i suoi rami secondari (oltre al ramo sotto la pista ciclabile), partendo dalla stima dei sottobacini tributari della stessa, e quindi determinare tutte le caratteristiche fisiche ed idrauliche (diametro/materiale/pendenza di posa) delle nuove tratte di progetto, concentrando l'attenzione in particolare sulla comparazione tra l'officiosità idraulica delle tubazioni (verifica in condizioni di moto permanente) e la portata idrologica assunta come riferimento per il dimensionamento dei tratti fognari ai quali afferiscono i sottobacini.

La soluzione ottimale per lo smaltimento delle acque meteoriche è quella di realizzare una rete privata a servizio dei parcheggi, aree di manovra ed edifici opportunamente collegata ad una condotta principale pubblica DN500 PVC (tratto P0-P4) con pendenza di posa variabile tra 0.2% e 0.3%, avente totalmente sedime su sole aree pubbliche.

Quest'ultima, a sua volta, risulta collegata a monte alla fogna bianca pubblica esistente (DN400 CLS) in corrispondenza del pozzetto P0 e alla fogna bianca pubblica di progetto che potenzia e sostituisce l'attuale dorsale sottodimensionata (DN500 PVC) in corrispondenza del pozzetto P4; da qui parte il tratto potenziato P4-A4 in DN500 PVC che ha come recapito finale il fosso di guardia orientale a cielo aperto di via Andrea Costa (leggermente da ripulire al fondo per poche decine di metri).

Tale disposizione è in grado di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche derivanti da eventi con tempi di ritorno decennali.

La soluzione adottata per lo smaltimento delle acque reflue (nere) è quella di installare una nuova dorsale principale pubblica DN200 PVC con sedime lungo la nuova strada di progetto, che vada ad allacciarsi (come prosecuzione verso monte ed innesto nel pozzetto di testa) all'attuale fogna nera con sedime lungo Via Nuvolari - sempre DN200 PVC - e di realizzare i relativi allacci privati a servizio degli edifici previsti dal PUA in esame.



Figura 1: Ubicazione dell'area oggetto d'intervento su base ortofoto

1.1 QUADRO NORMATIVO ED IDRAULICO DELL'AMBITO D'INTERVENTO

Le soluzioni progettuali annunciate in premessa per lo smaltimento delle acque meteoriche e reflue (nere) a servizio del nuovo PUA (Comparto denominato APC.E della scheda "Emilia Ovest" del POC1) derivano dall'adozione delle prescrizioni normative (PAI, PTCP, PSC) vigenti nel Comune di Santarcangelo (RN) e dalle conclusioni tratte da uno studio di verifica complessiva del grado di criticità idraulica dell'assetto fognario allegato alla scheda di ValSAT di POC1.

Lo studio è denominato "Verifica complessiva del grado di criticità idraulica della zona e dell'assetto fognario attuale e di progetto (rete acque bianche e rete acque reflue) nell'area "Via Costa-Via Nuvolari", località san Bartolo".

Per il Comune di Santarcangelo è stata approvata nel PSC del maggio 2012 - in adempimento dell'Art. 2.5 del PTCP in vigore nella provincia di Rimini, che a sua volta aveva recepito le prescrizioni dell'Art. 11 del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Marecchia-Conca - la Tavola 17 "*Criticità nel deflusso superficiale*", che identificava nel territorio comunale n. 6 aree con criticità idrologico-idraulica, tra le quali anche l'area denominata "*Via Costa-Via Nuvolari*" in località S. Bartolo, nella quale ricadono parte degli interventi previsti dalla scheda di POC1 "Emilia Ovest" tra i quali appunto le attività previste per il comparto APC.E del PUA qui in progetto.

La tavola 17 del PSC evidenziava il verificarsi di ristagni superficiali di acqua in concomitanza di eventi meteorici eccezionali.

Nella prima versione della ValSAT del POC-1, si riteneva risolta la criticità idraulica (per quanto riguarda le acque meteoriche) evidenziata dalla Tavola 17 del PSC con il recepimento delle indicazioni di HERA in merito al potenziamento delle reti fognarie del contesto.

Successivamente all'adozione del POC-1, sulla scorta di alcuni pareri degli Enti competenti in materia ambientale e soprattutto in ragione di alcune segnalazioni di cittadini della zona (le cui indicazioni circostanziate differivano dallo schema fognario del GIS HERA) ed anche delle Osservazioni al POC-1 di alcuni proprietari/soggetti attuatori degli ambiti in esame (o di frontisti coinvolti), che chiedevano conto dell'onere economico delle opere previste a carico degli stessi ambiti della scheda ed implicitamente quindi anche di rivedere con maggiore precisione la tipologia e soprattutto l'estensione delle due dorsali (ramificate) di fognatura bianca e nera previste da HERA, il Comune decise di approfondire la specifica tematica delle fognature all'interno dell'iter di approvazione definitiva del POC 1 stesso.

Si eseguì dunque lo studio precedentemente citato, il quale ha portato a confermare lo status idraulico dell'area già conosciuto, ma anche a fornire nuovi elementi che hanno condotto a riformulare un nuovo progetto ottimale delle reti fognarie, immutato nelle assunzioni di base (recettori ottimali, ove possibile, Fiume Uso ed impianto di pompaggio di acque reflue di via del Cimitero) ma rivisitato nell'impianto planimetrico e nella singola individuazione, per ambito, della migliore soluzione (comprensiva dei dispositivi e delle opere di presidio necessari).

La sintesi conclusiva dello studio riguardante lo smaltimento delle acque meteoriche del comparto denominato APC.E della scheda "Emilia Ovest" del POC1 era la seguente:

“... al fine di eliminare la pericolosità idraulica locale di "Via Costa-Via Nuvolari", per alleggerire il reticolo minore oggi deputato allo smaltimento delle acque meteoriche dell'area si prevede di collettare alla nuova dorsale di fogna bianca anche la fogna di via Nuvolari (drenante aree esterne alla scheda, cioè l'abitato di via Nuvolari) e parte dell'ambito APC.E, già impermeabilizzato e quindi generante picchi di portata significativi ...”.

L'intervento proposto per la scheda di POC1 a seguito dello studio prevedeva inoltre la realizzazione di 5 tratti di fogna bianca dalla via Nuvolari sino allo scarico nel fiume Uso, da realizzarsi ad onere dei diversi Soggetti Attuatori. Il tratto di monte, dalla via Nuvolari sino alla via Emilia – tratto V – era in carico al comparto APC.E; i tratti VI e III in carico al comparto APC.N2.4 e quelli più vallivi (tratti II e I) a carico del comparto AAP.

A seguito di ulteriori accertamenti di dettaglio e di nuovi elementi conoscitivi (ad es., la cuspide sull'attuale fogna di via Nuvolari, nel tratto avente sedime in proprietà privata) emersi in fase di progettazione preliminare/definitiva della citata dorsale fognaria a Uso, si rileva l'opportunità di andare a realizzare i tratti I, II, III e IV con alcune migliorie progettuali derivate dalla conoscenza dei progetti dei singoli comparti e di non procedere alla realizzazione del lungo tratto di monte, il più esteso, dalla via Nuvolari alla via Emilia (tratto V), potenzialmente a servizio di una modesta parte del comparto APC.E relativo al PUA in oggetto.

Alla luce delle conclusioni tratte dallo studio idrologico-idraulico, degli approfondimenti eseguiti in fase di progettazione della nuova dorsale di fogna bianca a Fiume Uso e della tributarietà del Comparto APC.E (verso sud, su attuale prolungamento della fogna di via Nuvolari verso via Costa/Morigi), si prevede per la rete di smaltimento delle acque meteoriche del PUA in oggetto l'allaccio all'attuale dorsale pubblica con sedime lungo via Nuvolari e, come già enunciato in premessa, la modifica del tratto intermedio di detta dorsale (oggi su area privata di terzi) su nuovo sedime nell'area pubblica del PUA (con l'obiettivo fondamentale di abbandonare la cuspide altimetrica errata verso l'alto, la quale è la vera causa principale dell'insufficienza della rete in questo punto e delle sue condizioni di permanente semi-allagamento, con evidenti ripercussioni in termini di condizioni predisponenti all'insalubrità dell'area). Si prevede inoltre, a fini migliorativi, di sostituire sul medesimo sedime attuale tutto il tratto finale della suddetta dorsale di fogna bianca esistente (oggi DN400 CLS) con una tubazione più grande e liscia (DN500 PVC), fino all'immissione (mantenuta identica) nel fosso stradale della via Costa, di competenza comunale (previa pulizia e leggera profilatura al fondo dello stesso fosso).

Per quello che riguarda le acque nere lo studio concludeva recitando:

“l'ambito APC.E già oggi dispone di un allaccio (in testata) sulla fogna nera esistente di via Nuvolari (tratta prevista nello schema di HERA come progettualità, ma in realtà già presente e ben funzionante)”.

Per quel che riguarda lo smaltimento delle acque nere il progetto mette in atto le conclusioni evinte dallo studio sopracitato.

2. VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ PRE-POST INTERVENTO

Come già segnalato in premessa, il PUA apporterà al comparto un netto miglioramento della permeabilità. Si rimanda alla Tav 6 dove sono classificate le tipologie di superfici pre-post intervento.

Nella tabella seguente si riportano le stesse superfici precisando la suddivisione nelle aree future tra le aree adibite a stalli e a viabilità, piazzale asfaltato e pavimentazione. Infatti, gli stalli verranno realizzati in materiale semipermeabile (betonella o similari) e contribuiranno percentualmente all'aumento ulteriore dell'area totale permeabile di progetto.

La superficie territoriale reale risulta pari a 19'870,00 mq di cui oggi 15'883,00 mq sono impermeabili e 3'987,00 permeabili. Il progetto prevede 11'745,20 mq di superficie impermeabile, 5'805,80 mq permeabili e 2'319,00 mq. semipermeabili. Il solo verde pubblico di progetto risulta già di molto superiore all'estensione delle aree permeabili attuali.

In conclusione, grazie all'aumento notevole di permeabilità globale non si ritiene necessario – in quanto normativamente non previsto - svolgere calcolazioni e dimensionamenti atti a garantire l'invarianza idraulica (in osservanza al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca), poiché già il progetto in sé, così come concepito, prefigura un assetto idrologico dell'area nettamente migliorativo in termini di portate collettate ai recettori. In sintesi, l'aumento della permeabilità è a favore dell'intervento proposto in quanto si otterrà una riduzione dei volumi scaricati in fogna (e nei recettori finali) e "l'alleggerimento" della stessa.






SUPERFICI STATO ATTUALE		
IMPERMEABILE		
Fabbricati	4628	mq
Viabilità, parcheggio, piazzale asfaltato	11255	mq
Tot.	15883	mq
PERMEABILE		
Area in stabilizzato	3867	mq
Superficie a verde	120	mq
Tot.	3987	mq
		mq
SUPERFICI DI PROGETTO		
IMPERMEABILE		
Fabbricati	3354,97	mq
Viabilità, piazzale asfaltato, pavimentazione	6206,23	mq
Marciapiedi, pista ciclabile	2184,00	mq
Tot.	11745,20	mq
PERMEABILE		
Verde pubblico e privato	Tot.	5805,80 mq
SEMIPERMEABILE		
Stalli	Tot.	2319,00 mq

3. DIMENSIONAMENTO FOGNATURA BIANCA

3.1 DETERMINAZIONE DEI BACINI TRIBUTARI

Il primo step dello studio è la valutazione dei bacini tributari (in termini di deflussi meteorici) per determinare l'origine delle acque che transitano nella dorsale fognaria. A tale fine sono stati condotti diversi incontri e sopralluoghi con i tecnici dell'ente gestore del sistema fognario (HERA S.p.A.) ed il successivo rilievo topografico dell'area, che hanno permesso di ricostruire il sistema fognario delle acque bianche e di determinare l'estensione dei bacini tributari.

Di seguito in figura si riportano i cinque bacini identificati nella zona oggetto di studio (B1, B2, B3, B4 e B5), con le rispettive aree:

	B1 5.054 mq
	B2 6.962 mq
	B3 6.847 mq
	B4 2.648 mq
	B5 10.430 mq

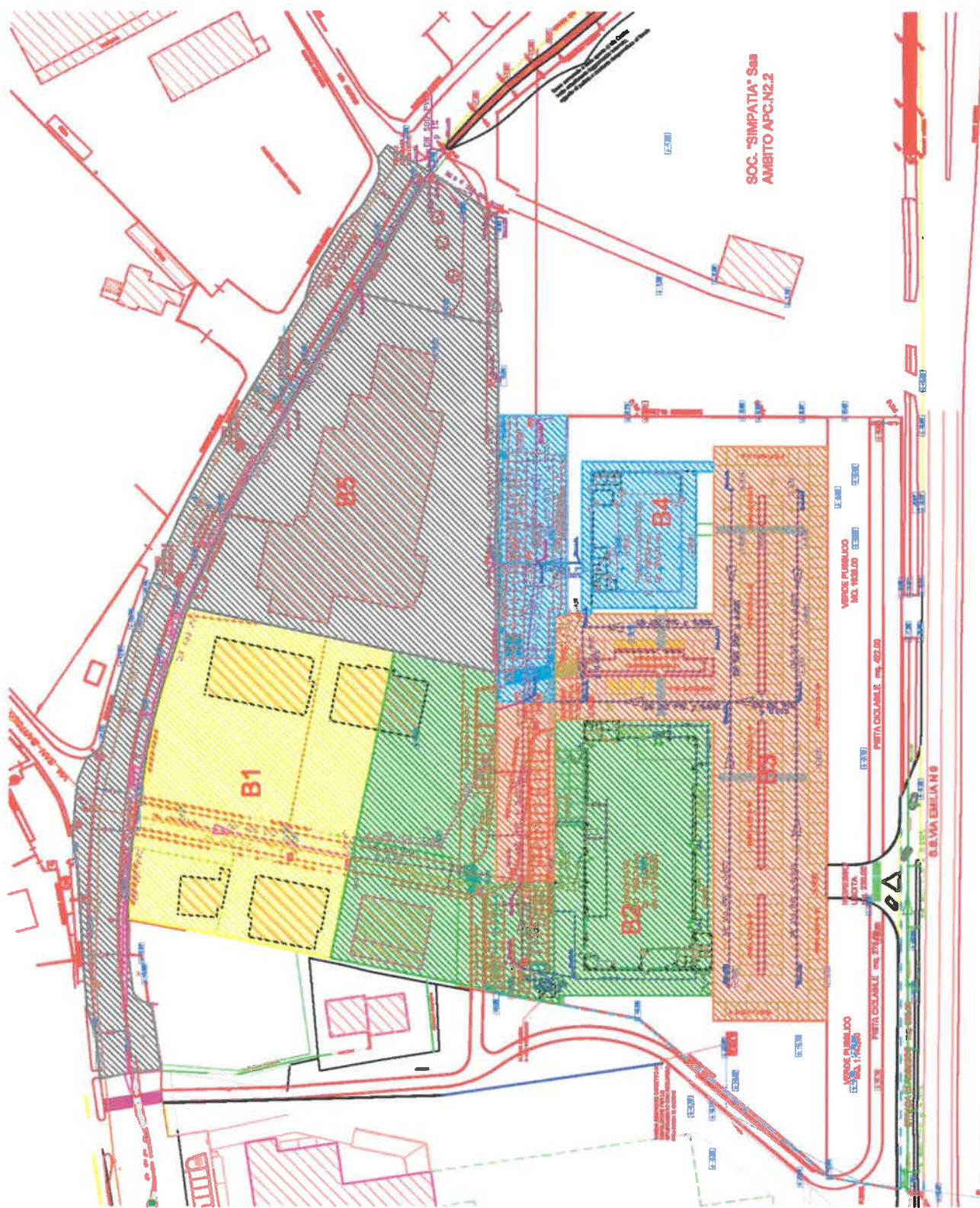


Figura 2: Identificazione dei bacini tributari della dorsale fognaria di progetto

3.2 DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI IDROLOGICI/IDRAULICI

Per la determinazione della portata meteorica defluente dai singoli bacini tributari è necessario conoscere, oltre all'estensione areale degli stessi, alcuni parametri di natura idrologico/idraulica. Innanzitutto è necessario determinare un coefficiente di deflusso (medio), che rappresenta la quota parte di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale e raggiunge la rete fognaria. Tale parametro dipende dalle percentuali di aree permeabili e impermeabili che insistono sul bacino.

Si specifica che gli stalli verranno realizzati in materiale semi-permeabile (betonella).

I coefficienti di deflusso adottati per i singoli bacini (che derivano da una media dei coefficienti attribuiti alle aree più o meno permeabili) sono i seguenti:

B1 (Area residenziale)	0.50
B2 (Area residenziale e tetto del nuovo edificio alimentare)	0.62
B3 (Porzione strada di PUA e park privato di PUA)	0.65
B4 (Tetto del nuovo edificio destinato a pubblico esercizio e park pubblico)	0.80
B5 (Tratto stradale (compresa pista ciclabile) e area commerciale)	0.80

Di seguito si riportano alcune tabelle desunte dalla bibliografia comunemente utilizzata nella pratica ingegneristica.

TIPOLOGIA	IMPERMEABILITÀ (%)	MEDIA	COEFF. DI DEFLUSSO
aree commerciali	85		0.70
aree industriali	70		0.60
aree residenziali	60		0.55
	40		0.55
	30		0.42
	20		0.36
parcheggi, tetti, strade asfaltate			0.85
strade inghiaiate e selciate			0.55
strade in terra			0.45
Terreno coltivato pendente con o senza interventi di conservazione			0.45
aree verdi regimate e sistemate			0.30
aree verdi attrezzate			0.20
aree verdi pianeggianti urbane			0.10
aree verdi pianeggianti rurali			0.05

	ϕ
parti centrali delle antiche città. con densa fabbricazione. con strade strette e lastricate	0.70 ÷ 0.90
zone urbane destinate a restare con scarse aree scoperte	0.50 ÷ 0.70
Zone urbane destinate al tipo di città giardino	0.25 ÷ 0.50
zone urbane destinate a restare fabbricate e non pavimentate	0.10 ÷ 0.30
prati e parchi	0.00 ÷ 0.25

Oppure:

costruzioni dense	0.80
costruzioni spaziate	0.60
aree con grandi cortili e grandi giardini	0.50
zone a villini	0.30 ÷ 0.40
giardini, prati e zone non destinate né a costruzioni né a strade	0.20
parchi e boschi	0.05 ÷ 0.10

Un ulteriore parametro da definire è il tempo di corrivazione, ossia il tempo impiegato dalla goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura, la quale è rappresentata in questo caso dal tombino su cui si innesta la nuova tratta di dorsale; tale tempo è ottenibile dalla somma del tempo di accesso alla rete (tempo necessario a raggiungere i collettori fognari, solitamente compreso tra i 10 e i 15 minuti) e del tempo di rete (tempo di percorrenza all'interno dei collettori fognari/dei fossi a cielo aperto).

La determinazione di tale tempo è di fondamentale importanza nell'applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi in quanto la portata massima defluente da un bacino, secondo la teoria del metodo cinematico, è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, t_c , del bacino stesso.

Per precipitazioni con durata inferiore a t_c , infatti, solo una porzione di bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura (ossia i punti del bacino per i quali t_c è inferiore o uguale alla durata dell'evento meteorico); per precipitazioni con durata superiore a t_c , tutto il bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura, ma il valore della portata si manterrà costante una volta superato un tempo pari a t_c e l'intensità di pioggia risulterà inferiore a quella corrispondente a t_c .

Il tempo di accesso alla rete è stato assunto pari a 15 minuti, sicuramente cautelativo considerando anche la non elevatissima impermeabilità delle aree e la possibilità che si creino piccoli invasi temporanei sia puntuali (pozzanghere, avvallamenti, contropendenze, ecc.) che diffusi (lama d'acqua sulla superficie) che rallentano il percorso verso i manufatti di captazione (pozzetti a caditoia, bocche di lupo, griglie, ecc); per il calcolo del tempo di rete si ipotizza una velocità all'interno della rete pari ad 1 m/s.

Nella figura seguente si riportano i tempi di corrivazione calcolati nei nodi della dorsale fognaria sui quali insistono i bacini.

BACINO	Area (mq)	Area (ha)	L asta principale (m)	L asta cumulata (m)	C medio (-)	NODI	Area Cumulata (ha)	C medio (-)	T_acc (min)	T_rete (min)	T_corr (min)
B1	5054	0.51	45.79	45.79	0.50	P0	0.51	0.50	15	0.76	16
B2	6962	0.70	46.05	91.84	0.62	P1	1.20	0.57	15	1.53	17
B3	6847	0.68	48.04	139.88	0.65	P2	1.89	0.60	15	2.33	17
B4	2648	0.26	37.39	177.27	0.80	P3	2.15	0.62	15	2.95	18
B5	10430	1.04	218.24	218.24	0.80	A3	1.04	0.80	15	3.64	19

Figura 3: Aree bacini tributari e tempi di corrivazione

Determinato il tempo di corrivazione ($t_c = t_{acc} + t_{rete}$) dei bacini è possibile calcolare l'intensità di pioggia i_c (cioè la critica, corrispondente al tempo di pioggia $t_p = t_c$) ed infine, grazie alla formula matematica che verrà descritta nel prossimo paragrafo, la portata di picco Q_{max} .

3.3 ANALISI PLUVIOMETRICA E DETERMINAZIONE DELLA PORTATA IDROLOGICA MASSIMA

3.3.1 Analisi pluviometrica

Per determinare le portate massime di deflusso superficiale generato dai bacini, è necessario innanzitutto determinare la sollecitazione meteorica che produce tali deflussi.

Le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica (o curve di possibilità climatica) mettono in relazione l'altezza di pioggia h e la durata dell'evento meteorico t , per un assegnato valore del tempo di ritorno Tr (tempo medio di attesa tra il verificarsi di due eventi successivi di data altezza di pioggia e durata). Per descrivere tale curva, tipicamente si usa un'equazione, di tipo monomio, a due parametri del tipo:

$$h_t(Tr) = a \cdot t^n$$

i cui parametri caratteristici a [mm/h] ed n dipendono dal tempo di ritorno Tr .

L'intensità è data dal rapporto tra l'altezza di pioggia h_t e la durata t durante la quale essa è caduta:

$$i_t(Tr) = h_t(Tr)/t = a \cdot t^{n-1}$$

I parametri a ed n necessari per il calcolo dell'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno Tr sono sito-specifici e possono essere determinati mediante un'analisi delle serie storiche dei massimi di pioggia (dati desumibili, ad esempio, dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, che per le principali stazioni di misura spesso riportano le serie storiche per le durate temporali significative: $t = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore).

I coefficienti idrologici, a ed n , possono essere più speditivamente evinti:

- per il territorio sul quale opera il Consorzio di Bonifica della Romagna, ricomprendente anche l'area di Santarcangelo di Romagna, sono stati riportati i parametri statistici dipendenti dal tempo di ritorno per la determinazione delle altezze di pioggia critiche (Regolamento di polizia idraulica) per durate di pioggia inferiori e superiori all'ora

Tp < 1h			Tp > 1h		
Tr	10 anni	30 anni	Tr	10 anni	30 anni
a	43.3	54.64	a	51.09	40.86
n	0.67	0.73	n	0.27	0.28

- per il territorio di competenza di HERA Rimini (nel quale ricade integralmente il Comune di Santarcangelo di Romagna), si possono utilizzare - così come viene sempre fatto in fase di progettazione dei PUA - le indicazioni contenute nel vigente Regolamento di Fognatura della Provincia di Rimini, e più specificatamente all'Allegato 5 "*Criteri per il dimensionamento e la gestione delle opere laminazione e potenziamento della rete, per nuovi insediamenti industriali, commerciali e residenziali*"

Tp < 1h			Tp > 1h		
Tr	10 anni	25 anni	Tr	10 anni	25 anni
a	47.6	57.8	a	63.2	51.0
n	0.77	0.83	n	0.18	0.20

La scelta del tempo di ritorno T_r è di norma effettuata sulle caratteristiche generali dell'area di intervento e sull'importanza economica delle opere da proteggere. Secondo le buone pratiche di progettazione, per le zone residenziali e commerciali si consigliano tempi di ritorno compresi tra 2 e 10 anni.

Il valore minimo si può adottare per quartieri periferici a edificazione aperta e ove l'insufficienza dei condotti non determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone pianeggianti). Il valore massimo si può adottare per quartieri centrali a edificazione intensiva, per quartieri commerciali, o nel caso in cui l'insufficienza dei condotti determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone a forte pendenza) o allagamenti concentrati di non trascurabile entità.

Per zone industriali o commerciali di elevata importanza economica e per siti in cui l'insufficienza dei condotti possa innescare frane o generare allagamenti con gravi danni agli insediamenti, si possono adottare tempi di ritorno compresi tra 10 e 20 anni.

Lo stesso Allegato 5 del Regolamento di Fognatura della Provincia di Rimini redatto da HERA, "*Criteri per il dimensionamento e la gestione delle opere laminazione e potenziamento della rete, per nuovi insediamenti industriali, commerciali e residenziali*", indica come tempo di ritorno di progetto per il calcolo del volume di laminazione $T_r = 10$ anni.

Tempi di ritorno nei sistemi di drenaggio urbano

Tempi di ritorno T [anni]	Condotti fognari e vie d'acqua superficiali
1 ÷ 5	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali non pericolosi e con possibilità di smaltimento alternativo agevole verso recapiti esterni (aree verdi e/o corpi idrici ricettori)
5 ÷ 10	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali e/o allagamenti aventi carattere di entità e pericolosità non altrimenti eliminabile
10 ÷ 20	Condotti fognari situati in siti pianeggianti di naturale confluenza delle acque meteoriche, privi di possibilità di smaltimento alternativo delle stesse e la cui insufficienza determini situazioni pericolose
20 ÷ 100	Vie superficiali di convogliamento delle acque meteoriche eccedenti la capacità idraulica delle fognature, in siti urbanizzati in cui l'allagamento provochi danni inaccettabili agli insediamenti

Nella presente trattazione si adotta un tempo di ritorno di riferimento "base" di 10 anni rispetto al quale verificare sia la prestazionalità del sistema fisico indagato in termini di risposta idraulica, sia l'efficienza della cassa di espansione in progetto.

Sono state calcolate le altezze di pioggia critiche (ossia di durata pari a t_c) per $Tr = 10$ anni, utilizzando i parametri statistici a ed n forniti dal Consorzio di Bonifica e da HERA. Considerando che i tempi critici di pioggia dei bacini in esame sono inferiori a 1 ora, la legge di possibilità climatica qui adottata è la seguente:

$$h_t (Tr = 10 \text{ anni}) = 47.6 * t^{0.77}$$

NODI	Area Cumulata (ha)	C medio (-)	T_acc (min)	T_rete (min)	T_corr (min)	hc,10 (mm)	ic,10 (mm/h)
P0	0.51	0.50	15	0.76	16	17.01	64.7
P1	1.20	0.57	15	1.53	17	17.64	64.0
P2	1.89	0.60	15	2.33	17	18.29	63.3
P3	2.15	0.62	15	2.95	18	18.80	62.8
A3	1.04	0.80	15	3.64	19	19.35	62.3

Figura 4: Altezze di pioggia per tempo di ritorno 10 anni

3.3.2 Determinazione della portata idrologica massima

La portata massima defluente da un bacino, secondo la teoria del metodo cinematico, è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, t_c , del bacino stesso. La portata massima, relativa al tempo di ritorno Tr , per il bacino i -esimo sarà:

$$Q_{max_i} = C_i * i(t_{ci}, Tr) * A_i$$

con: C_i = coefficiente di afflusso del bacino i -esimo;

A_i = area del bacino i -esimo;

$i(t_{ci}, Tr)$ = intensità media di precipitazione di durata t_{ci} (tempo di corrivazione del bacino i -esimo).

Come osservato al paragrafo precedente, nella presente trattazione, considerata la tipologia di edificazione presente, si adotta un tempo di ritorno di riferimento "base" di 10 anni per della prestazionalità dell'opera in progetto.

Dalle altezze di pioggia calcolate al paragrafo precedente, è stato possibile giungere alle seguenti intensità di precipitazione e portate al colmo:

NODI	Area Cumulata (ha)	C medio (-)	T_acc (min)	T_rete (min)	T_corr (min)	hc,10 (mm)	ic,10 (mm/h)	Q (l/h)	Q,10 (l/s)	U (l/s*ha)
P0	0.51	0.50	15	0.76	16	17.01	64.7	163574.79	45.4	90
P1	1.20	0.57	15	1.53	17	17.64	64.0	438186.2	121.7	101
P2	1.89	0.60	15	2.33	17	18.29	63.3	715316.5	198.7	105
P3	2.15	0.62	15	2.95	18	18.80	62.8	842625.2	234.1	109
A3	1.04	0.80	15	3.64	19	19.35	62.3	519741.4	144.4	138

Figura 5: Portata relative al tempo di ritorno 10 anni

3.4 VALUTAZIONE DELL'OFFICIOSITÀ IDRAULICA

Per i calcoli idraulici per la verifica delle condotte fognarie è possibile determinare la portata massima smaltibile a bocca piena con la nota formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chezy, per la quale:

$$v = C\sqrt{R i}$$

dove v è la velocità media del fluido (m/s), C un coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza omogenea equivalente ε (mm), dal numero di Reynolds Re e dal coefficiente di forma della sezione trasversale, ϕ (uguale ad 1 per la sezione circolare), R è il raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso S ed il contorno dello stesso B .

La portata risulta quindi dalla formula:

$$Q = S C \sqrt{R i}$$

Nel caso di moto assolutamente turbolento, tipico per le reti di fognatura, si annulla la dipendenza del coefficiente di conduttanza dal numero di Reynolds Re . In questo caso sono molto usate le seguenti formule empiriche che legano il coefficiente di conduttanza C alla scabrezza della parete ed al raggio idraulico R :

Gauckler-Stricker $C_{GS} = c R^{1/6}$

Manning $CM = (1/n) R^{1/6}$

I valori dei parametri di scabrezza ($c = 1/n$) delle formule di moto uniforme vanno assegnati sulla base della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti del condotto/canale. Per condotti/canali convoglianti acque bianche e nere, a titolo indicativo, nella tabella seguente sono elencati alcuni valori normalmente utilizzati.

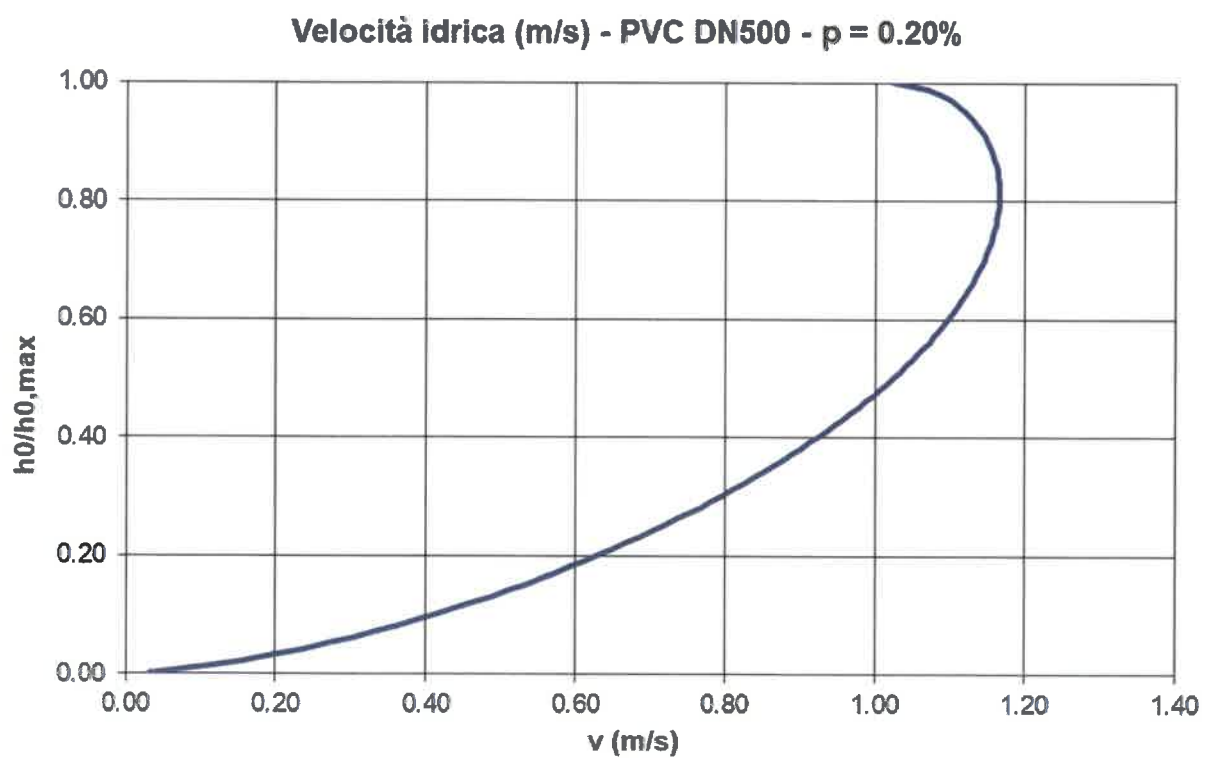
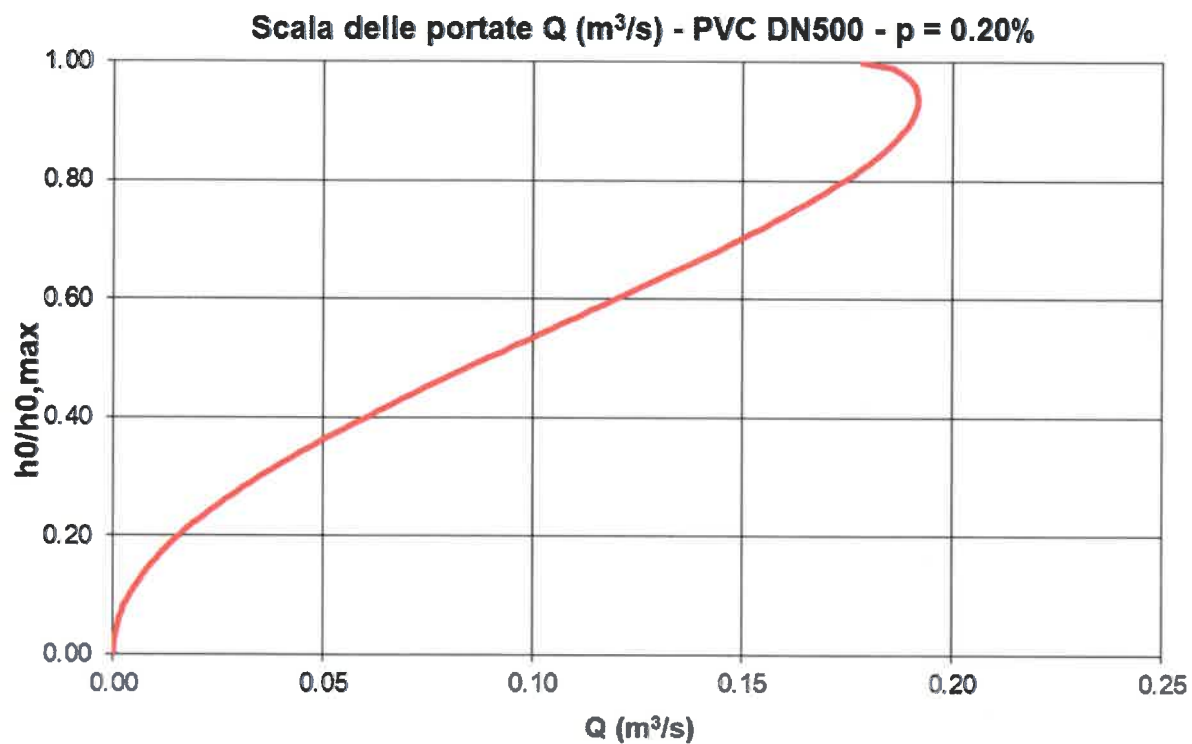
TIPO CANALIZZAZIONE	Gauckler – Strickler $c [m^{1/3}/s]$	Manning $n [m^{1/3}/s]$
Condotta in materiale plastico/ceramico	100	0.011
Condotta in conglomerato cementizio	65 - 70	0.015

Parametri di scabrezza per canali e condotte [Marchi e Rubatta, 1981]

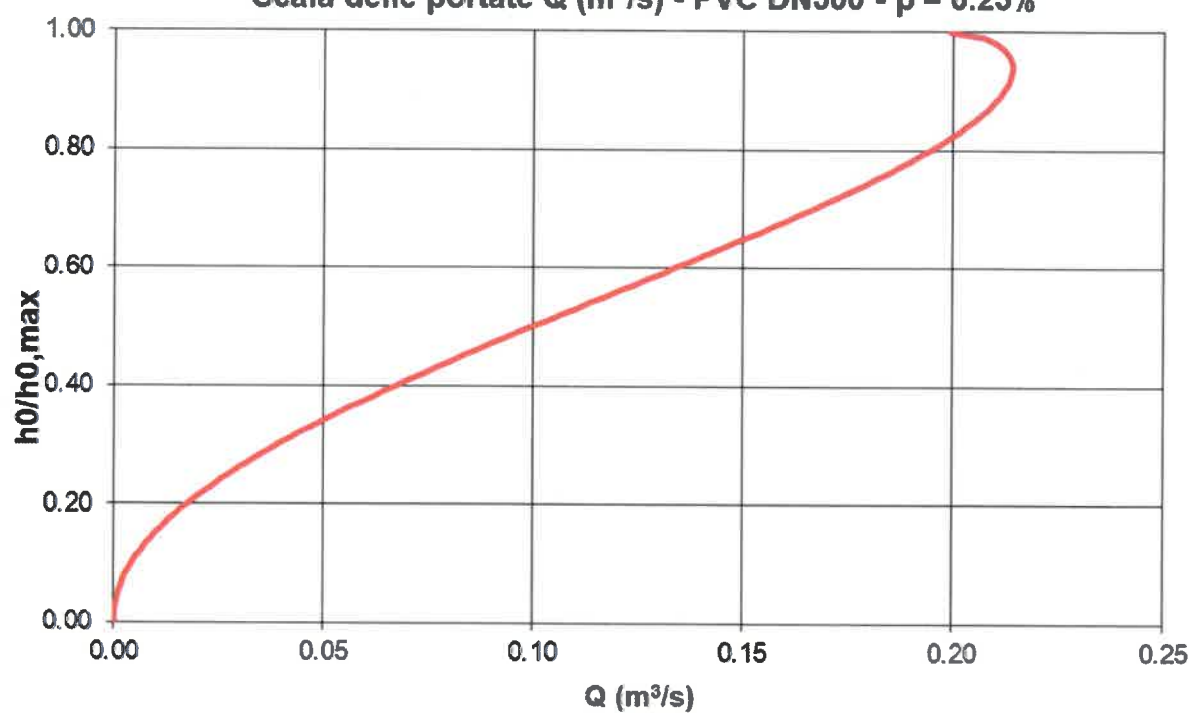
Nella tabella seguente si dimostra che con una condotta DN 500 PVC si è in grado di smaltire la portata decennale del bacino in esame (Scala delle portate e della velocità nelle figure seguenti).

NODI	Area Cumulata (ha)	C medio (-)	Q ₁₀ (l/s)	U (l/s*ha)	DN (mm)	p (%)	Q _{off} (l/s)
P0	0.51	0.50	45.4	90	500	0.20	192
P1	1.20	0.57	121.7	101	500	0.25	214
P2	1.89	0.60	198.7	105	500	0.25	214
P3	2.15	0.62	234.1	109	500	0.30	235
A3	1.04	0.80	144.4	138	500	0.50	303

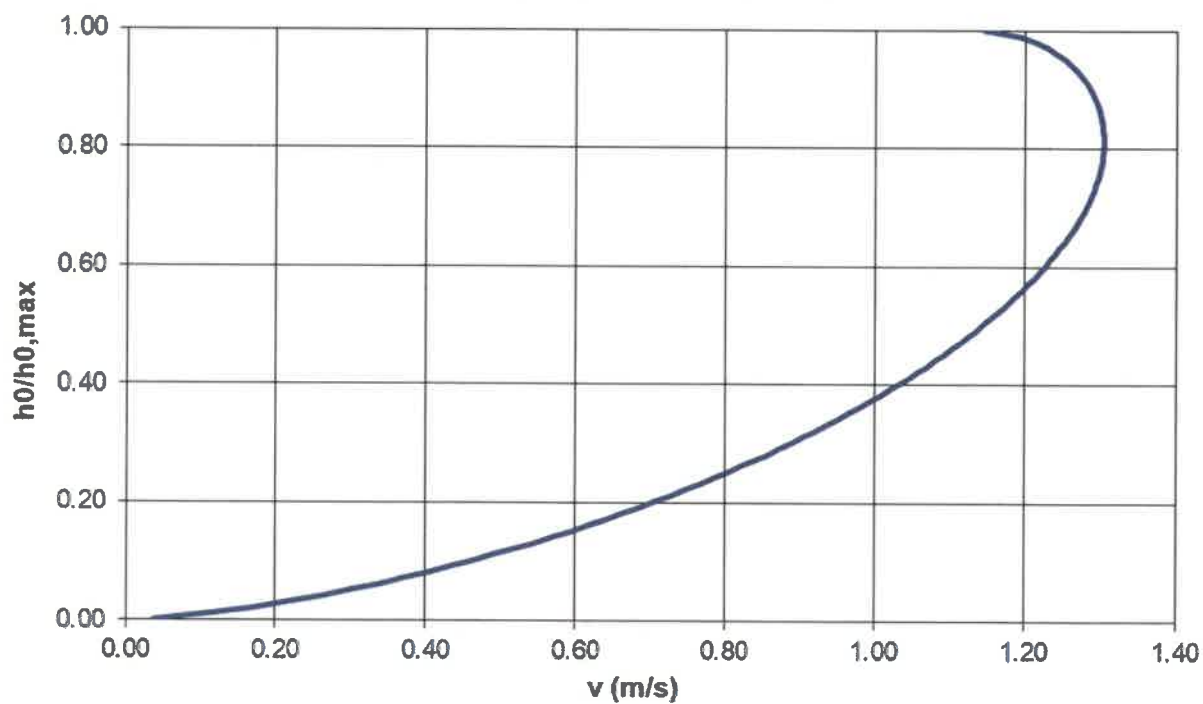
Figura 6: Portata decennale e officiosità idraulica dei tratti di condotta fognaria

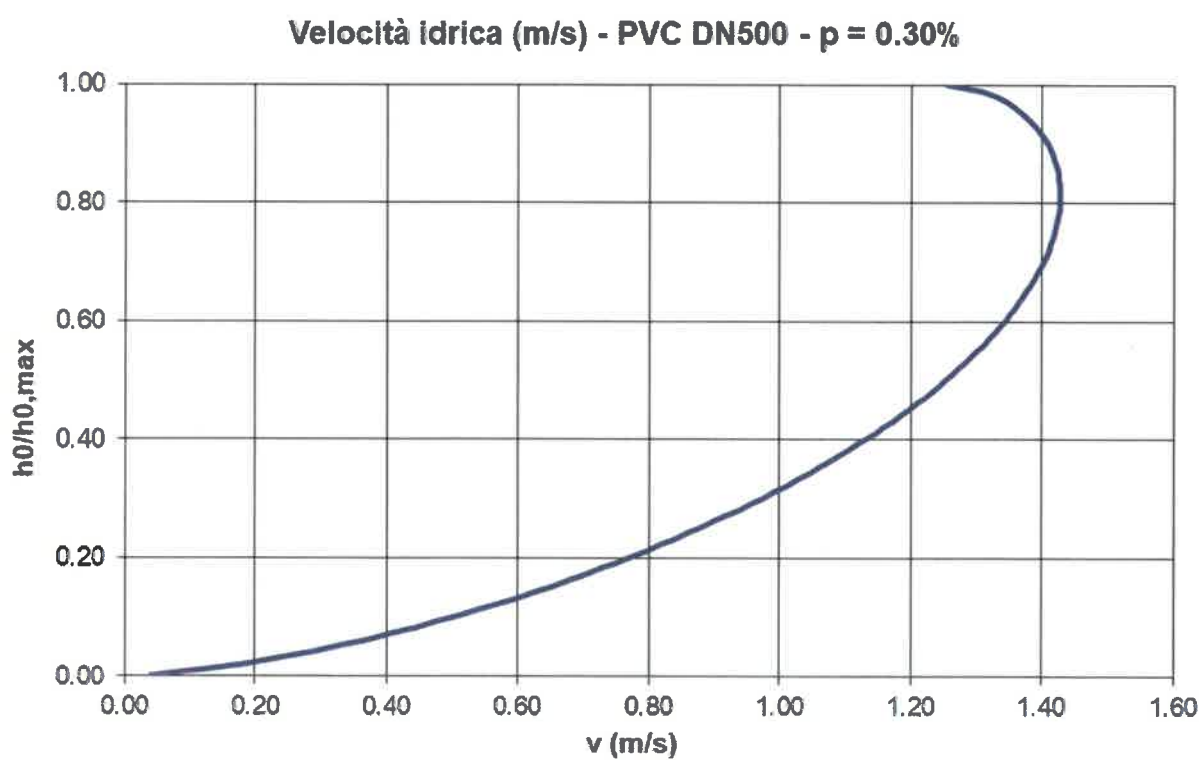
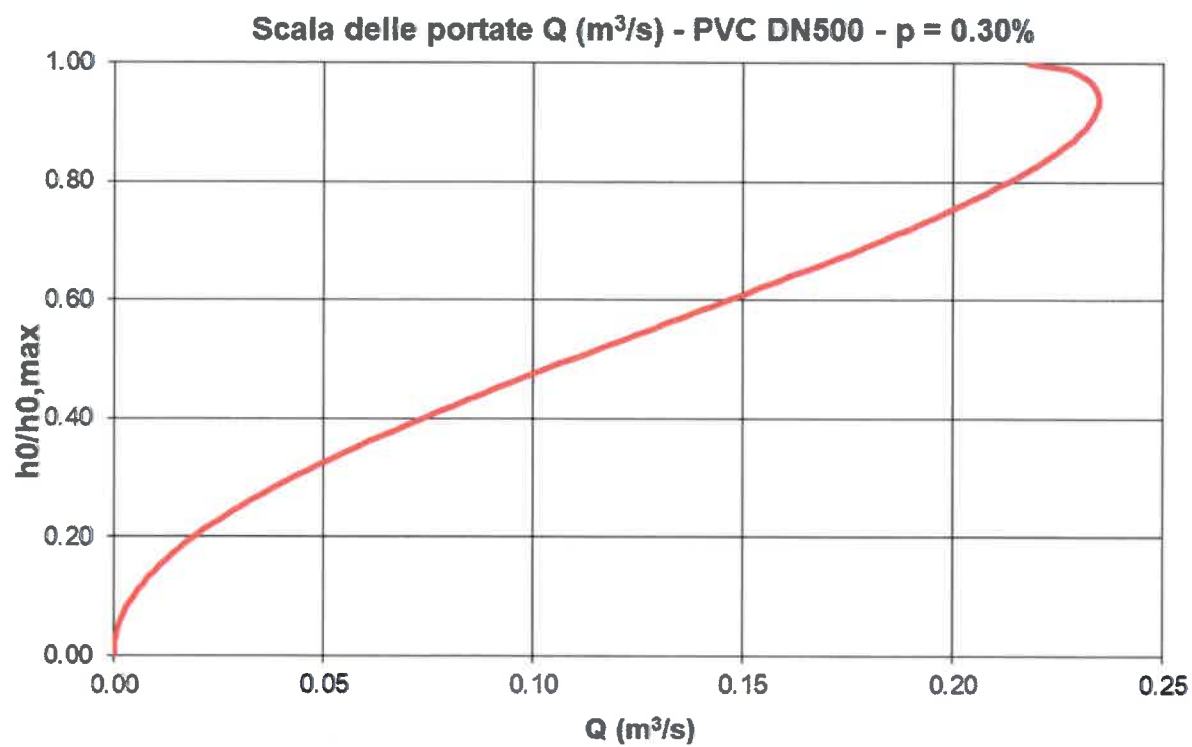


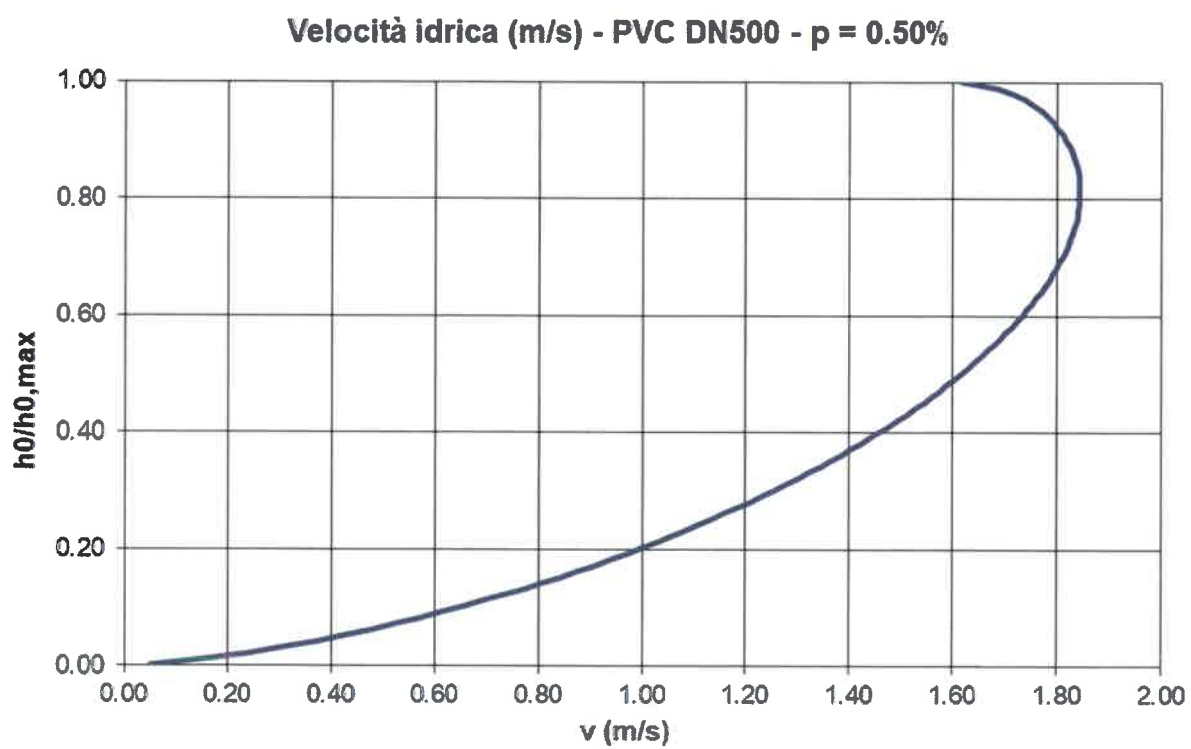
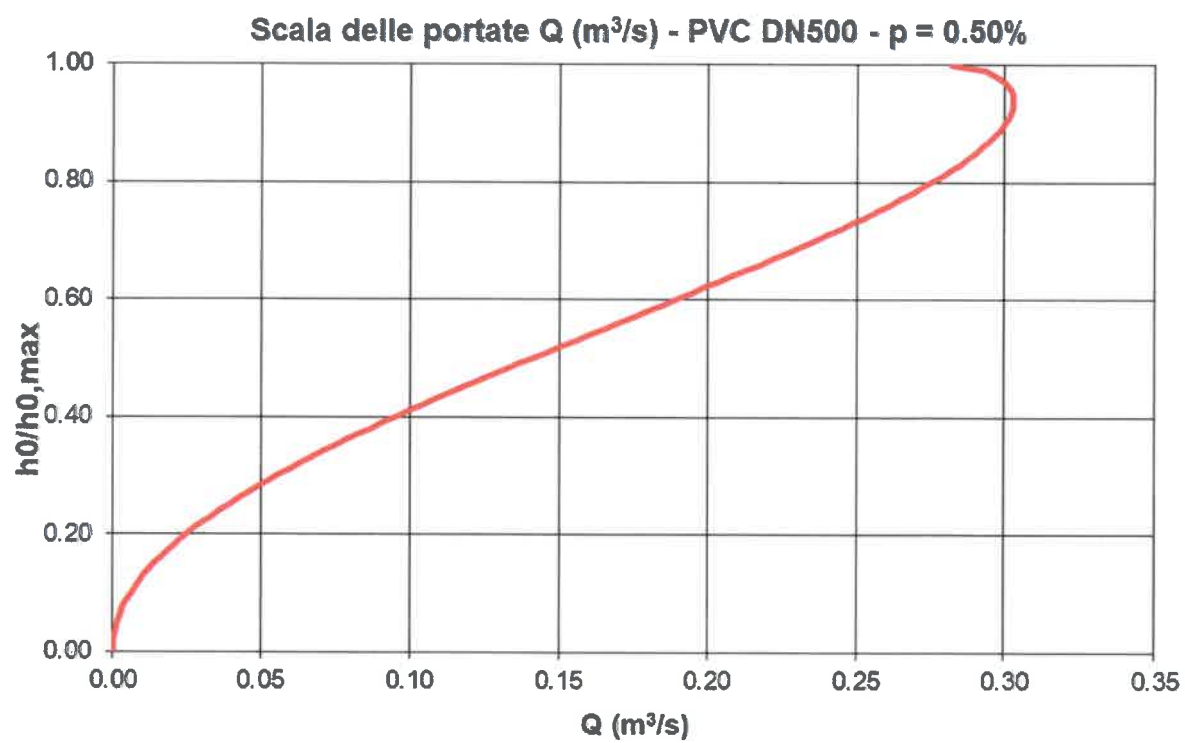
Scala delle portate Q (m^3/s) - PVC DN500 - $p = 0.25\%$



Velocità idrica (m/s) - PVC DN500 - $p = 0.25\%$







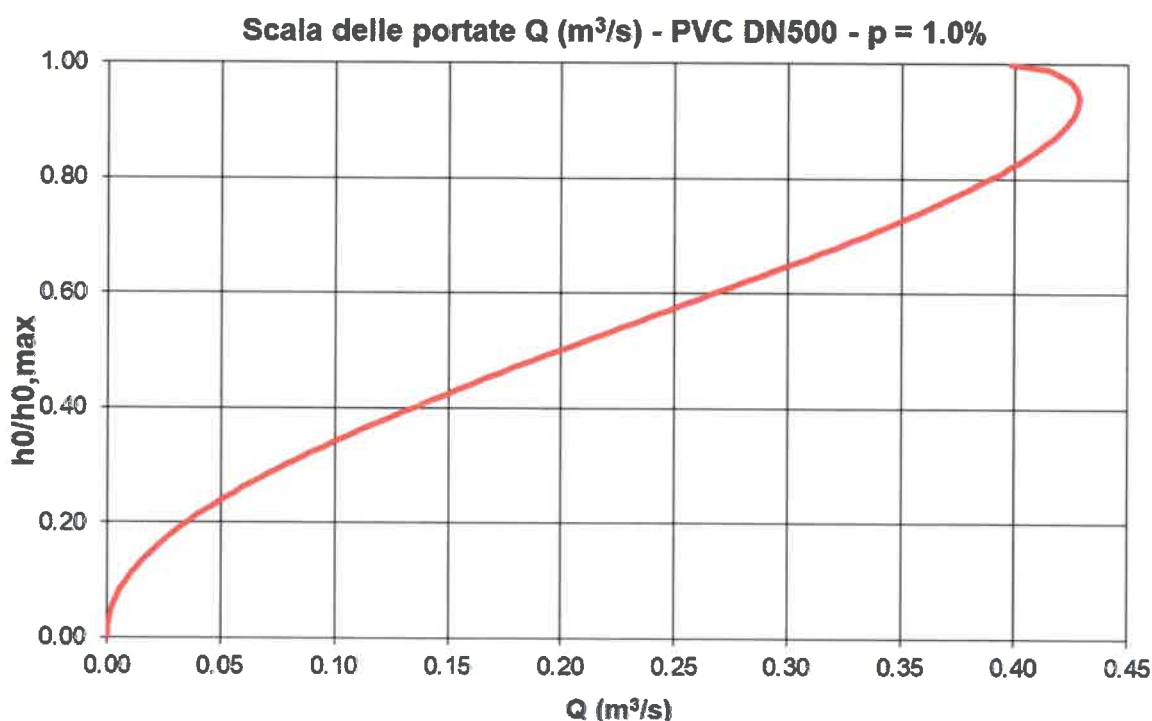
In corrispondenza del nodo A3 - ovvero dove vi è il fosso di guardia orientale di via Andrea Costa nel punto tombinato all'incrocio con Via A. Morigi - si collega sia la rete fognaria bianca pubblica con sedime al di sotto della pista ciclabile lungo Via Andrea Costa (bacino B5), sia la rete fognaria bianca pubblica di progetto (bacini B1, B2, B3 e B4).

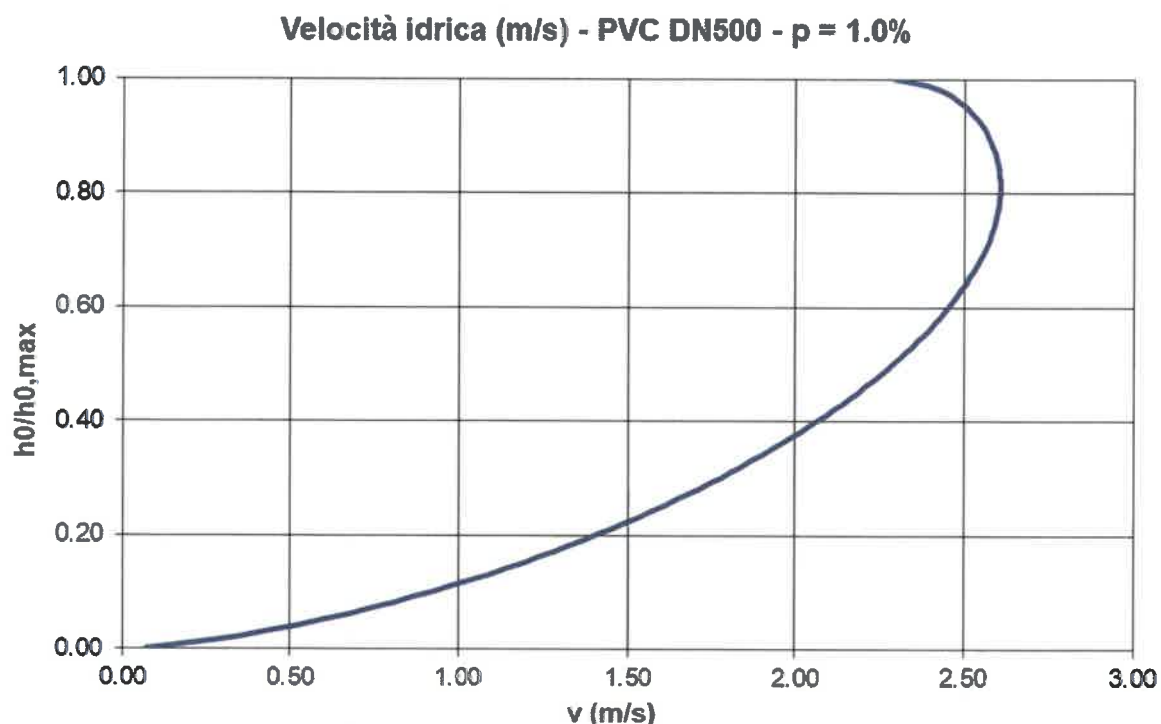
La portata massima stimata defluente dal bacino B5 al nodo A3 è pari a circa 144.4 l/s, mentre quella defluente complessivamente dai bacini B1, B2, B3 e B4 al nodo A3 è circa 234.1 l/s: la portata massima totale al nodo A3 è data quindi dalla somma delle due portate sopra citate (ipotizzandole cautelativamente sincrone come picchi di portata), ottenendo una portata complessiva massima di 378.4 l/s circa.

NODI	Area Cumulata (ha)	C medio (-)	Q ₁₀ (l/s)	U (l/s*ha)	DN (mm)	p (%)	Q _{off} (l/s)
P0	0.51	0.50	45.4	90	500	0.20	192
P1	1.20	0.57	121.7	101	500	0.25	214
P2	1.89	0.60	198.7	105	500	0.25	214
P3	2.15	0.62	234.1	109	500	0.30	235
A3	1.04	0.80	144.4	138	500	0.50	303
portata totale al nodo A3			378.4		500	1.00	428

Figura 7: Portata decennale e officiosità idraulica dei tratti di condotta fognaria

Nella tabella si dimostra che con una condotta DN 500 PVC pendenza 1% si è in grado di smaltire abbondantemente la portata decennale defluente dai cinque bacini individuati, ipotizzando il verificarsi delle portate massime contemporaneamente in entrambe le reti fognarie bianche pubbliche analizzate (Scala delle portate e della velocità nelle figure seguenti).





In sintesi la rete pubblica di smaltimento delle acque meteoriche a servizio del nuovo PUA sarà composta da una tratta principale DN500 PVC con pendenza di posa compresa tra 0.2% e 0.3% (compresa tra i pozzetti P0 e P4) e due rami secondari, uno di diametro DN315 PVC pendenza di posa 0.15 % (compreso tra i pozzetti P5 e P3) e l'altro DN250 pendenza di posa 0.3 % (compreso tra i pozzetti P6 e P1).

È prevista anche la sostituzione della fogna esistente (compresa tra i pozzetti P4 e A3), potenziandola con una condotta DN500 PVC con pendenza di posa 0.3%.

Inoltre, si prevede la realizzazione di una condotta DN500 PVC con pendenza di posa 0.5% (compresa tra i pozzetti A5 e A3) passante al di sotto della pista ciclabile in corrispondenza del fosso attualmente a cielo aperto, ma che verrà tombinato come da progetto.

A partire dal pozzetto A3 di unione delle due dorsali succitate, parte una condotta – di lunghezza pari a pochi metri – sempre in DN500 PVC con pendenza di posa 1.0% (compresa tra il pozzetto A3 e lo sbocco a cielo aperto nel nodo A4) che recapita le acque meteoriche drenate dal sistema del fosso orientale di guardia della via comunale Costa: per tale fosso, è solamente necessaria una pulizia con leggera profilatura al fondo nel tratto iniziale, pari a max 15-20 cm.

Si specifica che, come evidenziato dai calcoli riportati nel presente paragrafo, tutte le tratte ora descritte risultano adeguatamente dimensionate sotto l'aspetto idraulico.

4. DIMENSIONAMENTO FOGNATURA NERA

Per quanto riguarda l'assetto della fognatura nera, esistente e di progetto, la situazione è più semplice. L'unico recettore possibile al contorno è rappresentato dalla dorsale DN200 PVC di via Nuvolari gestita da Hera, che presenta un pozzetto (denominato E2 nella planimetria di Tavola 16) all'estremità finale della strada.

Per collettare le acque reflue del nuovo lotto fondiario alla rete pubblica per le acque nere occorrerà realizzare una nuova tratta di fognatura pubblica lungo la strada di progetto (prosecuzione di Via Nuvolari) che sarà realizzata con una condotta DN200 PVC con pendenza 0,2% (minima ma sufficiente, motivata dal fatto di avere ricoprimenti stradali minimi da rispettare).

Inoltre, verranno predisposti due semplici allacci privati DN 160 PVC, uno al pozzetto denominato E1 per quanto riguarda l'edificio che verrà adibito ad alimentare ed uno al pozzetto E0 per le acque nere derivanti dall'edificio adibito a pubblico esercizio. È possibile osservare il tracciato ed i particolari della nuova fogna nelle Tav. 17 e 19).

Altimetricamente, ciò è possibile grazie al fatto che il nuovo lotto presenterà quote altimetriche più elevate di circa 30 cm rispetto alla via Nuvolari e dunque sarà agevole collettare la rete privata interna (che manterrà adeguati ricoprimenti sopratubo nell'area privata pertinenziale).

Come già citato in precedenza, la trasformazione dell'area prevede la realizzazione di edifici terziari, uno che verrà adibito ad alimentare e l'altro a pubblico esercizio.

Dal momento che non è ben definibile, all'attuale livello di progettazione di PUA, conoscere il numero degli abitanti equivalenti per il dimensionamento della rete fognaria nera (le linee guida di Hera forniscono la stima degli abitanti equivalenti per esercizi commerciali sulla base del numero di dipendenti fissi o sul numero di avventori), si adotta una stima (cautelativa) del numero di A.E. basata sulla superficie utile (SU) effettivamente impegnata. In particolare, come si desume dalla tabella sottostante, nel caso di insediamento commerciale si considera 1 addetto ogni 50 mq di SUL. Considerando che la superficie coperta dai due edifici è pari a 3'005 mq, si possono considerare cautelativamente 60 addetti impiegati.

Fig. 3.4b – Parametri di conteggio addetti-utenti

Attività	Addetti	Utenti
Direzionale terziario	1x80 mq di SUL	1x50 mq di SUL
Direzionale alberghiero	1x50 mq di SUL	1x25 mq di SUL
Autoporti/logistica	1x250 mq di SUL	1x100 mq di SUL
Negozi e centri commerciali	1x50 mq di SUL	1x5 mq di SUL
Commercio all'ingrosso	1x150 mq di SUL	1x15 mq di SUL
Fiere, spazi espositivi	1x100 mq di SUL	1x10 mq di SUL
Attività ricreative, culturali, parchi	1x200 mq di SUL	1x20 mq di SUL
Sanitarie	1x 4p. letto	1xp. letto
Università	1x200 mq di SUL	1x10 mq di SUL
Att. varie di servizio pubblico	1x100 mq di SUL	1x10 mq di SUL

Secondo quanto riportato nelle linee guida di HERA per gli esercizi commerciali, 1A.E. equivale a 3 addetti; per l'intervento previsto si ha quindi un numero di A.E. previsti pari a 20.

Si considera una dotazione idrica di 200 l/ab*gg (dimostratasi in questi ultimi anni di attività di telecontrollo già esuberante rispetto ai reali consumi unitari dell'area); inoltre, si ipotizza cautelativamente un coefficiente di rientro in fognatura pari all'unità (cioè che tutta l'acqua dell'acquedotto utilizzata venga scaricata in fogna nera).

Il calcolo delle portate è stato eseguito utilizzando il procedimento di seguito illustrato.

Portata media giornaliera (Q_m)

$$Q_m = \frac{P d \phi}{86400} = 0.04 \text{ l/s}$$

dove:

P = popolazione prevista (n. abitanti equivalenti) = 20;

d = dotazione idrica giornaliera per abitante (l/ab*gg) = 200;

ϕ = coefficiente di afflusso alla rete di fognatura nera = 1;

Portata massima giornaliera (Q_{max})

Per la determinazione del coefficiente di punta per le portate nere massime [C_{max}], viene adottata la legge (vedi: *Depurazione delle acque*, p35, Masotti):

$$C_{max} = 15.84 P^{-0.167} = 9.6$$

Q_{max} viene determinata con la relazione:

$$Q_{max} = C_{max} Q_{med}$$

Pertanto la portata massima di progetto risulta:

$$Q_{max} = 0.4 \text{ l/s.}$$

Per trasferire verso valle tale portata, risulta senz'altro sufficiente un condotto di dimensioni DN 200, con pendenza di posa pari allo 0.2% (in grado di trasferire verso valle, in moto uniforme ed applicando la nota formula di Chezy, circa 17 l/s con grado di riempimento ottimale).

In particolare si utilizzeranno tubi in PVC rigido (non plastificato) per condotte di reflui a pelo libero prodotti conformemente alle Norme UNI 1401 Serie SN8, vista la profondità media di ricoprimento tubo dell'ordine di 0.9 metri.

La fognatura nera di Comparto verrà realizzata conformemente alle prescrizioni tecnico-costruttive dettate dal Gestore HERA attraverso le linee guida per le urbanizzazioni, fornite ai progettisti e sempre richiamate nei pareri di competenza.