

PROGETTO

**ACCORDO DI PROGRAMMA in variante agli strumenti di attuazione
per AREA PRODUTTIVA 'SELICE' - MACROLOTTO 1**

da realizzarsi in MASSA LOMBARDA, via Trebeghino, angolo via Selice

PROPRIETA'

VIOCAR S.P.A.
con sede in Forlimpopoli (FC),
Via Duca d'Aosta n.44
p.iva 01548340403

VIOCAR S.p.A.
Sede: Via Duca d'Aosta 44 - Forlimpopoli (FC)
Cap. 1.000.000.000 - Via Consolare 2952
41022 BERTINORO (FC)
Tel. 0543/449030 Fax 0543/449058
Partita IVA 01548340403

IL PROGETTISTA

**RELAZIONE IDRAULICA: FOGNE E INVARIANZA IDRAULICA**

emissione: marzo 2023

**TEC-LINE STUDIO S.R.L.**

V.le dell'Appennino, 659 Forlì (FC)
Tel. 0543.85780 - Fax 0543.83633
www.teclinestudio.it

Tutti i diritti sono riservati. Ogni riproduzione anche parziale del seguente disegno è perseguibile a termini di legge (C.C. art.2575 e segg.)

*RELAZIONE IDRAULICA PER IL DIMENSIONAMENTO DELLA
RETE FOGNARIA SEPARATA PUBBLICA, DEI RELATIVI
DISPOSITIVI PER L'INVARIANZA IDRAULICA E DELLE RETI
FOGNARIE PRIVATE A SERVIZIO DEL "MACROLOTTO 1"
DELL'AREA PRODUTTIVA "SELICE", MASSA LOMBARDA (RA)*

Forlì, marzo 2023

Il progettista:

Ing. Massimo Plazzi

Via Maceo 19, 47121 Forlì

Tel. 3472515629



0. PREMESSA E CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

Nella presente relazione specialistica vengono esposte le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento della rete di drenaggio pubblica - già realizzata quasi integralmente nell'ambito dell'urbanizzazione dell'area produttiva "SELICE", avvenuta nel primo decennio del secolo, e qui implementata di alcune dorsali secondarie a servizio delle nuove opere con sedime pubblico [*allargamento di Via Trebeghino fino alla via Selice, prolungamento di via Donatori di Sangue, con relativi parcheggi, dall'ingresso del nuovo lotto privato fino al previsto incrocio su via Trebeghino, parcheggio in fondo a Viale della Cooperazione*] - e privata delle acque meteoriche, a servizio dell'area interessata dall'intervento in oggetto, con particolare attenzione al dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica (in osservanza all'Art. 20 del Piano Stralcio per il bacino del torrente Senio, redatto dall'Autorità di Bacino del Reno).

Verrà inoltre presentato il calcolo dei parametri principali (Abitanti Equivalenti, portate reflue di tipo domestico – media e massima -) atti al dimensionamento della rete di smaltimento privata delle acque reflue, in primis dei manufatti di pretrattamento (fosse biologiche/fosse Imhoff, degrassatori statici) e delle dorsali interne con relativi n. 2 allacciamenti terminali alla rete pubblica esistente; quest'ultima è già stata integralmente realizzata a servizio di tutti i lotti privati di progetto previsti all'interno dell'area produttiva "SELICE", di estensione pari ad oltre 100 ettari, nell'ambito dei lavori per le opere di urbanizzazione dell'intero comparto, avvenuta come già detto circa 15 anni fa, e non necessita di ulteriori estensioni.

Alcuni dati fondamentali dell'intervento sono la superficie territoriale interessata, pari a 126.136 mq (circa il 12,5% dell'intero comparto "SELICE"), e la superficie fondiaria del grande lotto qui progettato, di estensione fondiaria pari a 88.181 mq. La restante parte di superficie territoriale corrisponde ovviamente alle nuove opere pubbliche di cessione, consistenti in quota importante a verde pubblico permeabile.

Di seguito si riporta una veduta su base fotografica aerea dell'area di intervento, con sovrapposizione grafica del presente progetto (in variante) del Macrolotto 1 dell'originario P.P.I.P. (Piano Particolareggiato di Iniziativa Pubblica).

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva “SELICE” – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*



È bene rimarcare che tutte le grandezze in gioco sono state stimate cautelativamente al fine di dimensionare l'intervento con un buon margine di sicurezza idraulica; inoltre, l'iter progettuale ha sempre tenuto in debita considerazione tutte le prescrizioni (generali e particolari) fornite dagli Enti gestori delle fognature (HERA) e del territorio (Comune di Massa Lombarda, Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale di Lugo, Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po [ex Autorità di Bacino del Reno], ...).

Per una chiara comprensione di tutto quanto verrà di seguito esposto, si rimanda alla visione degli elaborati grafici (in particolare, la planimetria di progetto degli impianti fognari, debitamente quotata in ogni punto/pozzetto significativo, ed i profili fognari della fogna bianca, con i relativi manufatti tipo [caditoie, bocche di lupo, pozzetti d'ispezione, ...]).

**1. CENNI SINTETICI ED INQUADRAMENTO STORICO DELLE FASI
ATTUATIVE DELL'AREA PRODUTTIVA "SELICE"**

Prima di illustrare le scelte - ed i relativi calcoli -, adottate per il presente progetto, è di fondamentale importanza ricordare, ancorché sinteticamente, tutte le assunzioni e le valutazioni numeriche fatte all'epoca della propedeutica progettazione urbanistica (P.P.I.P.) dell'intera area produttiva "SELICE" e della successiva fase di progettazione esecutiva delle relative Opere Idrauliche di Urbanizzazione, cioè fognature ed invasi di laminazione (**vedasi ALLEGATO 1: "Relazione tecnica"** del Marzo 2004 dell'Ing. Dacome Alberto, alla quale era allegata in coda la "Relazione di calcolo idraulico" del P.P.I.P. del Novembre 2002, sempre dell'Ing. Dacome).

A seguito della realizzazione delle Opere di Urbanizzazione del P.P.I.P. (tutte le strade e le fognature, e una minima parte dell'invaso di laminazione, quest'ultimo da attuare per stralci successivi in funzione dell'avanzamento del tasso di edificazione nei Macrolotti e quindi dell'incremento progressivo dell'impermeabilizzazione dell'area produttiva), alcuni lotti ivi previsti sono stati quasi immediatamente costruiti (in primis, il centro logistico di LIDL), ma il grado di "utilizzo complessivo" della superficie fondiaria resta ancora abbastanza basso (nell'ordine del 20%) e per questo motivo fino ad oggi non sono stati realizzati – se non per una minima parte affacciata alla camera di diversione e sfioro laterale - i volumi di laminazione massimi previsti (cautelativamente, circa 109.000 mc), risultando al momento sufficienti – o come vedremo nel seguito, di poco carenti – tutti i volumi della rete di fognatura bianca pubblica (ai quali si aggiungono gli omologhi privati, dei singoli lotti), quantificati dall'Ing. Dacome in quasi 12.000 mc.

L'esecuzione delle opere di urbanizzazione (primo decennio del secolo) ha altresì portato alla redazione, validata dalla Direzione Lavori, dei relativi elaborati grafici "as build" delle stesse: essi, nel rispetto pressoché perfetto degli elaborati di progetto esecutivo, rappresentano la base di partenza del presente progetto, che di fatto – come si specificherà nel seguito – prevede due opere fondamentali sotto l'aspetto delle opere pubbliche:

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

- L'estensione/creazione, ove necessario, di alcune dorsali secondarie di fognatura bianca pubblica, con individuazione di quella più a nord (viale della Cooperazione - CLS DN1200/1500) come recettore ottimale della fognatura bianca privata dell'unico lotto privato del presente "Macrolotto 1";
- L'implementazione funzionale di ulteriore volume utile nella cassa di laminazione, secondo le stime svolte dall'Ing. Dacome.

Per affinare le assunzioni di quest'ultimo punto, è stato fondamentale anche un altro documento tecnico, davvero utile.

Infatti, per esaminare la correttezza del "grado di avanzamento" delle opere di laminazione, in raffronto a quello di edificazione man mano crescente (per ora a ritmi comunque modesti) del P.P.I.P., anche a seguito degli allagamenti verificatisi in alcune zone della frazione di Fruges il 23/11/2017, il Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale nel febbraio 2018 - su richiesta di collaborazione da parte del Comune di Massa Lombarda – ha condotto, con l'ausilio di apposita modellistica matematica, SWMM – uno studio approfondito sull'intera rete di bonifica della frazione, denominato "*FRUGES – Comune di Massa Lombarda (RA): criticità rete scolante e possibili miglioramenti*" (**vedasi ALLEGATO 2**).

Tale studio ha fornito indicazioni di dettaglio molto importanti che, attualizzate al 2023, hanno portato alle stime e alle scelte idraulico-costruttive (al fine di ottimizzare il funzionamento idraulico e l'assetto igienico-ambientale dell'area) di cui si dirà ai successivi Paragrafi 2 e 3.

Si specifica da subito che il riferimento altimetrico del progetto "Dacome" del 2002-2004 (e dei relativi elaborati di "as build" forniti dalla relativa Direzione Lavori) presenta uno "zero altimetrico di riferimento" posto esattamente 124 cm più in alto rispetto all'omologo "zero relativo" utilizzato, nel presente progetto di Accordo di Programma, dai topografi appositamente incaricati dei rilievi di dettaglio delle aree d'interesse.

Nel seguito, si farà sempre riferimento a quest'ultimo rilievo aggiornato, richiamando – ove ritenuto utile, per completezza e chiarezza di esposizione – le omologhe quote presenti nel progetto c.d. "Dacome".

2. VALUTAZIONI PREVENTIVE SU VOLUMETRIA NECESSARIA E QUOTE CARATTERISTICHE DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

A questo punto, occorre richiamare brevemente - e da lì ripartire - le principali scelte - con relativi dimensionamenti - adottate in fase di progettazione, e parziale realizzazione, delle opere idrauliche del P.P.I.P.

Nelle **relazioni specialistiche dell'Ing. Dacome (2002-2004)** sono illustrate tutte le metodologie di calcolo adottate per il dimensionamento della rete di drenaggio pubblica delle acque meteoriche, a servizio dell'area interessata dall'intervento in oggetto, con particolare attenzione al dimensionamento di tutte le dorsali fognarie principali (totalmente realizzate) e dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica, in osservanza all'Art. 20 del Piano Stralcio per il bacino del torrente Senio, redatto dall'Autorità di Bacino del Reno (solo parzialmente realizzate).

Relativamente a questi ultimi, si specifica fin da subito che tutte le opere direttamente a servizio dell'invaso di laminazione vero e proprio (*che da progetto doveva garantire almeno 97.000 mc dei 109.000 mc totali, essendo circa 12.000 mc garantiti dai volumi fognari pubblici*) si componevano di una prima categoria di opere PRINCIPALI, atte al funzionamento meramente idraulico del sistema e dunque necessarie (quali il manufatto a camera ripartitore con soglia sfiorante laterale, il tombinamento integrale verso monte dello scolo consorziale San Giacomo, ...) e di una seconda categoria di opere COMPLEMENTARI, a valenza puramente ambientale (quali laghetti di fondo, intero sistema di ricircolo dell'acqua da Scolo Zaniolo a scolo San Giacomo, ...).

Queste ultime - alla luce del fatto che il sistema di laminazione (invaso) viene attuato per stralci successivi (di fatto, ad oggi - con il presente progetto - tutta la porzione sud vicino a Viale della Cooperazione, domani, per fasi, anche la porzione centrale e nord) in ragione delle particelle catastali disponibili e quindi in ordine non sempre congruente con un'attuazione funzionale delle previste opere a valenza ambientale – potranno essere (eventualmente) realizzate esecutivamente solamente una volta disponibile l'intera area di sedime dell'invaso di laminazione e completata la costruzione del volume "idraulicamente necessario". Per questo motivo, non sono oggetto della presente trattazione.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

In pratica, la separazione dell'intero invaso in vasche separate da modesti arginelli, collegati tra loro da tombini, con laghetti comunicanti attraverso una "botte a sifone rovescio", così come impostata preliminarmente dall'Ing. Dacome (2004) potrà essere progettata ed eseguita nel dettaglio solamente una volta disponibile l'intera area dell'invaso di laminazione.

Tornando alle prime, cioè alle opere idrauliche, esse sono state completamente eseguite per quanto attiene alle fognature pubbliche in strada; saranno qui implementate solamente con alcune dorsali secondarie, afferenti in testata a quelle esistenti, dovute all'estensione (via dei Donatori di Sangue e viale della Cooperazione) e/o allargamento (via Trebeghino) di alcune arterie stradali sul fronte sud-ovest ed ovest dell'intero Comparto oggetto di P.P.I.P.

Per quanto riguarda le opere connesse all'invarianza idraulica, invece, è già stata completamente realizzata, in chiusura di rete fognaria pubblica per acque meteoriche, la camera di diversione (i.e. sfioro laterale verso la cassa di laminazione) dei volumi eccedenti la portata limite ammessa dal Consorzio a valle, sullo scolo San Giacomo, a tutela dell'abitato di Fruges e oltre verso nord e lo scolo Zaniolo; d'altro canto, il volume stesso della cassa non è stato al momento praticamente realizzato, se non per una porzione davvero minimale (comprensiva del mandracchio di raccordo alla cassa) vicino alla succitata camera, fruendo del fatto che l'ampio volume fognario garantiva comunque un sufficiente grado di sicurezza idraulica. Tale fattore compensativo, però, risulta ad oggi completamente sfruttato e quindi esaurito (come confermato anche dallo studio del Consorzio di Bonifica del 2018, sotto richiamato dettagliatamente)!

Per questo motivo, si andrà qui a realizzare finalmente una (ultra)significativa aliquota dei volumi d'invaso previsti, tenendo conto dei "volumi unitari ad ettaro" già stimati dall'Ing. Dacome e delle aree disponibili.

Sono fondamentali per le presenti valutazioni le seguenti stime e scelte progettuali del progetto dell'Ing. Dacome, poi riscontrate nell'as build delle OO.UU. del Comparto e quindi da tenere ancora come guida nella presente progettazione del "Macrolotto 1":

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

- La camera di diversione delle acque di piena, di dimensioni utili pari a circa 25x8.5 m, presenta uno sfioratore laterale verso ovest, cioè verso la vasca di laminazione, di larghezza utile pari a 9 metri e quota di sfioro pari a 6.80 m slrif. (i.e. 8.04 m slrif* nel progetto Dacome);
- La quota del ciglio sommitale della cassa di laminazione, ubicata nell'ampia area a verde sul fronte nord del P.P.I.P., è fissata in minimo 8.56 m slrif (i.e. 9.80 m slrif* nel progetto "Dacome");
- Il volume d'invaso idraulicamente utile deve essere pari a circa 109.000 mc, che, tenuto conto del contributo delle fogne bianche realizzate, compartecipi all'invaso e laminazione dei picchi di piena, si riduce a circa 97.000 mc. Si consideri che a questo si deve aggiungere anche il contributo, non trascurabile, di tutte le fognature bianche private, presenti e future, che possono generare un ulteriore volume di laminazione;
- La portata in uscita dal Comparto non può eccedere la portata "udometrica agricola" ante operam, fissata dal Consorzio di Bonifica in circa 15 l/s*ha e dunque in totali 1500 l/s, essendo l'intero P.P.I.P. di poco superiore a 100 ettari. Ad essa va sommata la portata agricola proveniente dai terreni a sud di via Trebeghino tributari dello scolo San Giacomo, stimati dall'Ing. Dacome in circa 400 l/s, integrata da possibili quanto modeste portate locali esterne al sistema per 200 l/s. In totale, pertanto, trattasi di massimi 2100 l/s (2.1 mc/s) trasferibili a valle nello scolo San Giacomo, tombinato in area urbana;
- In uscita dalla camera di diversione, è presente un pozzetto di raccordo e ispezione, dal quale parte la tombinatura verso valle dello scolo San Giacomo con DN1400 CLS; al fine di far passare massimi 2100 l/s, nella parete di collegamento tra la camera di ripartizione e il pozzetto di raccordo è stato realizzato un foro circolare "tarato", di diametro calcolato dall'Ing. Dacome in 131 cm (i.e. luce a battente rigurgitata, funzionante come bocca di efflusso tarata). Considerando che trattasi di valutazioni puramente matematiche teoriche, è stato previsto nel progetto "Dacome" che sul lato interno della vasca, in corrispondenza della luce di 131 cm, possa essere installata una paratoia metallica piana atta a parzializzare la luce tarata;

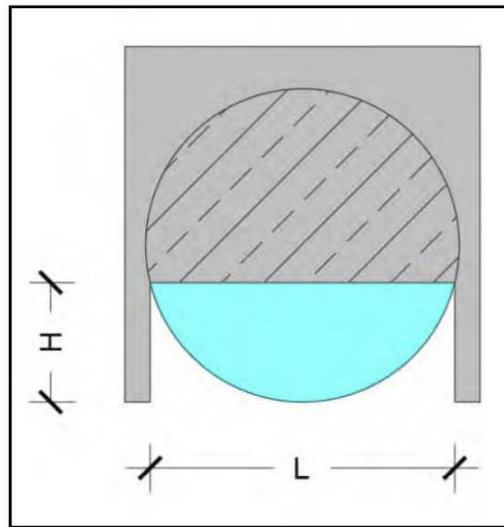
*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

- La vasca di laminazione deve presentare scarpate con pendenza dolce - e quindi "certamente" stabile -, fissata in 1/4; inoltre, il fondo dei vari settori della cassa presenta una pendenza minima complessiva verso il manufatto di sfioro (cioè da ovest verso est), in modo da agevolare il rientro in fogna dei volumi divertiti in cassa una volta esauritosi l'evento pluviometrico eccezionale.

A questo punto, specialmente sulle stime dei volumi necessari allo stato attuale di urbanizzazione e sulle ulteriori valutazioni svolte relativamente al ruolo e alla conformazione geometrica della "bocca tarata" in uscita dalla camera di ripartizione, è bene richiamare lo **studio idraulico (2018), su modello SWMM, svolto dal Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale**, che nella presente trattazione viene integralmente assunto, sia per le simulazioni/valutazioni condotte, sia per le conclusioni tratte, che qui si condividono appieno!

In esso, che grazie alla modellistica matematica oggi disponibile approfondisce e specifica al meglio i calcoli ottimamente eseguiti dall'Ing. Dacome, si evidenzia – rispetto a quanto già fissato, utilizzando le medesime leggi di pioggia e tempi di ritorno $Tr = 50, 100$ anni - che:

- Al momento, la prevista vasca di laminazione non è stata realizzata, se non "a porzioni" con ribassi del piano campagna diversificati e non connessi idraulicamente ed in maniera funzionale alla camera di ripartizione presente in chiusura di rete fognaria di comparto, quest'ultima invece completamente realizzata sotto l'aspetto edile e carente solo di alcuni fondamentali organi di regolazione (i.e. paratoia metallica a monte della strozzatura d'uscita con foro di diametro 1310 mm);
- **È necessaria l'installazione della paratoia piana (oggi assente), lungo i gargami della predisposizione, sulla luce tarata di diametro 131 cm,** affinché la luce sul fondo (mezzaluna rivolta verso il basso) lasci defluire verso valle una portata inferiore a quella di 2,1 mc/s fissata dall'Ing. Dacome, al fine di limitare non solo le portate di picco ma anche i volumi idrici transitanti verso valle, altrimenti molto maggiori (quasi il doppio) in ragione dell'urbanizzazione di monte che determina un "ingrossamento" dell'onda di piena in arrivo;



Schematizzazione della bocca tarata di efflusso dalla camera di ripartizione

- In base alle simulazioni effettuate, l'altezza H di tale paratoia dal fondo deve essere ricompresa tra 40 cm e 50 cm (misura da concordare tra HERA e Consorzio di Bonifica), in modo da collettare verso valle valori di portata ricompresi rispettivamente tra 1.55 mc/s e 2.00 mc/s per l'evento di piena di riferimento (tempo di ritorno $Tr = 50, 100$ anni);
- In tal modo, ALLO STATO ATTUALE di urbanizzazione, la cassa dovrebbe già presentare una volumetria di almeno 4.800 mc, che si incrementa a circa 5.300 mc per la piena – meno frequente – secolare ($Tr = 100$ anni);
- Le quote idriche massime raggiunte nella camera di diversione e nella cassa di laminazione sono stimate in 8.22 m slrif (i.e. 9.46 m slrif* nel progetto Dacome) e 8.46 m slrif ((i.e. 9.70 m slrif* nel progetto Dacome) rispettivamente per $Tr = 50$ anni e $Tr = 100$ anni, dunque sempre contenute all'interno della cassa stessa, avente ciglio minimo imposto, come detto, a 8.56 m slrif (i.e. 9.80 m slrif* nel progetto Dacome).

In ultimo, è importante riportare quanto asserito dal Direttore Tecnico del Consorzio di Bonifica in chiusura della sua missiva "*Pericolo di allagamento in località Fruges in comune di Massa Lombarda - Comunicazione criticità rete scolante e possibili miglioramenti*" (Prot. 1364 del 20.02.2018) al Comune di Massa Lombarda e a HERA – Reti Fognarie Area Romagna:

Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva “SELICE” – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)

“... In ordine al funzionamento delle opere relative alla recente urbanizzazione dell’area industriale tra via Selice e via Argine San Paolo le cui aree fanno riferimento al bacino scolante dello scolo consorziale San Giacomo, **si evidenzia la necessità di procedere alla limitazione delle portate provenienti dall’area a monte dell’abitato andando a posizionare una paratoia all’interno del manufatto esistente e procedendo all’escavazione di una prima parte della cassa di laminazione, per la quale sono già state realizzate tutte le opere di adduzione, per un volume (allo stato attuale, [cioè al 2018]) di almeno 5.500 mc ...”.**

Il presente progetto ottempera appunto, come si dettaglierà nel seguito, alle due suesposte istanze urgenti del Consorzio di Bonifica della Romagna Occidentale.

3. INDIVIDUAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI LAVORI PREVISTI PER IL POTENZIAMENTO VOLUMETRICO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

Tenuto conto di tutte le grandezze e le valutazioni elencate al precedente Paragrafo 2, si sottolinea e fissa quanto segue:

- **il volume della cassa stimato dall'Ing. Dacome era sicuramente cautelativo, pari a circa 1000 mc/ha** (i.e. oltre 100 mm di pioggia netta per ettaro di superficie territoriale contenibile all'interno della cassa di laminazione: rappresenta un valore davvero eccezionale, addirittura maggiore di circa il 15% del valore ottenibile con il metodo dell'invarianza idraulica [formula del W], cioè circa 89 mm [890 mc/ha], nel caso si ipotizzi di trasformare tutta la superficie da completamente permeabile a completamente impermeabile, caso estremante non corrispondente al caso specifico, risultando ben oltre il 10% da progetto di P.P.I.P. superficie permeabile),
- inoltre, si consideri che recentemente sul Macrolotto 2 del P.P.I.P., posto appena a est del macrolotto 1 qui oggetto di trattazione, di estensione pari a quasi 9 ettari, si è realizzato un impianto fotovoltaico a terra, con caratteristiche impermeabilizzanti molto meno gravose di un classico intervento di capannoni e piazzali;
- inoltre, più a est, in porzioni significative dei macrolotti 3 e 4 del P.P.I.P., è stato autorizzato di recente un impianto fotovoltaico a terra che, nelle more della realizzazione della vasca di laminazione pubblica, ha previsto un'invarianza idraulica interna ed autonoma; pertanto, alcuni ettari della superficie territoriale del P.P.I.P., originariamente da laminare in toto nel sistema pubblico, in realtà lo saranno autonomamente, riducendo di fatto le necessità stesse delle volumetrie della cassa di laminazione a nord;
- in ultimo, si tenga conto che con la normativa attuale del PAI (500 mc/ha di superficie territoriale, ad esclusione del verde pubblico compatto della depressione stessa o non tributario della fognatura interessata in condizioni di terreno saturo) si andrebbero a dimensionare volumetrie d'invarianza idraulica inferiori a 50.000 mc, mentre da P.P.I.P. ne erano previste circa il doppio.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Tutto ciò premesso, si ritiene verosimilmente corretto ed ingegneristicamente fondato affermare che le volumetrie necessarie nella cassa di laminazione pubblica possono essere ridotte drasticamente per la concomitanza di più fattori, sinteticamente prima richiamati, tutti convergenti verso un volume più contenuto e realistico, pur nelle cautele di sicurezza idraulica del caso!

Questo può permettere di affinare e migliorare il progetto, in maniera comunque non sostanziale rispetto alle scelte di fondo del P.P.I.P. ed in linea con lo studio idraulico del Consorzio di Bonifica, con una tripla azione progettuale sulla prevista cassa di laminazione:

1. alzare leggermente il fondo (prima in buona parte con quota al di sotto della soglia sfiorante in cassa, anche se di pochi centimetri), in modo che esso sia sempre appena sopra (e non sotto!) la quota della soglia sfiorante dalla camera di ripartizione, affinché sia sempre facilitato il rientro in fogna ad evento pluviometrico eccezionale in esaurimento e non possano, neanche potenzialmente, verificarsi ristagni prolungati di acqua al fondo della cassa in caso di occlusioni/malfunzionamenti delle valvole a clapet dedicate, già presenti proprio al di sotto della soglia sfiorante;
2. addolcire, rispetto a quanto previsto da progetto "Dacome" (pendenza $\frac{1}{4}$), la pendenza delle sponde della cassa di laminazione, portandola ad un minimo di $\frac{1}{5}$ nella zona est (vicino alla camera di ingresso/uscita dell'acqua e relativo mandracchio di dissipazione) e $\frac{1}{6}$ nella zona ovest opposta: ciò garantisce senza dubbio una più agevole fruibilità pubblica dell'area della cassa, che resta un verde pubblico accessibile (ovviamente in tempo asciutto e con cassa non invasata), una maggiore stabilità delle scarpate naturali in terra inerbita ed un inserimento paesaggistico ottimale;
3. restringere leggermente il massimo sedime potenziale della cassa sul fronte nord, in primis in adiacenza al margine del tessuto urbano consolidato di Fruges, consentendo ciò la creazione di zone consistenti di "verde alberato denso" atte a creare una zona di filtro vegetato, molto importante dal punto di vista visivo e paesaggistico, tra le aree residenziali esistenti e quelle dell'area produttiva "Selice".

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Grazie a ciò, **si è previsto nel presente progetto esecutivo:**

- una zona di verde con alberature dense a nord, nella particella 597;
- di ampliare/implementare una importante quota di cassa di laminazione prevista da P.P.I.P. (di fatto, la prima funzionale) su tutta la porzione sud del verde pubblico di comparto, sulla particella 565, contigua per tutto il suo sviluppo al sedime attuale di viale della Cooperazione;
- di assegnare quota costante al ciglio sommitale della cassa pari a 8.60 m slrif, dunque maggiore (i.e. maggiore capacità di contenimento massimo = maggiore grado di sicurezza idraulica) alla già citata quota minima di 8.54 m slrif definita nel progetto "Dacome".
- di impostare il fondo della cassa con leggerissima pendenza da ovest verso est (per agevolare il rientro dell'acqua nella fogna, dopo il funzionamento), pari allo 0,05%, passando da quota 7.21 m slrif a quota 6.95 m slrif vicino al mandracchio di dissipazione della soglia sfiorante, avente quota di gaveta pari 6.80 m slrif: dunque, il fondo sarà sempre al di sopra di quest'ultima (con piccolo laghetto di dissipazione vicino alla camera di ripartizione, di fatto già realizzato durante la primaria esecuzione delle OO.UU. del P.P.I.P), facilitando e garantendo questa morfologia il perfetto drenaggio e la salubrità del fondo cassa in ogni momento;
- di considerare come livello massimo di riempimento della cassa la quota di 8.30 m slrif, esattamente come previsto dal progetto "Dacome" e verificato dalla modellistica SWMM dello studio del Consorzio di Bonifica.

In ragione di tali assunzioni, viene in sintesi realizzata una cassa connotata dai seguenti parametri progettuali:

- Sup. al fondo: $A1 = 22377 \text{ mq}$ - Quota media del fondo cassa: $Q1 = 7.10 \text{ m slrif}$
- Sup. in sommità: $A3 = 32078 \text{ mq}$ - Quota ciglio sommitale: $Q3 = 8.60 \text{ m slrif}$
- Sup. corrispondente al massimo livello idrico: $A2 = 30629 \text{ mq}$ - Quota di massimo livello idrico: $Q2 = 8.30 \text{ m slrif}$
- Tirante medio idrico "massimo" in vasca: $Tm = Q2 - Q1 = 1.20 \text{ m}$
- **Massimo Volume invasabile: $(A1+A2)/2 * Tm \cong 31800 \text{ mc}$**

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Quindi, sui volumi reperiti, si possono fare le seguenti considerazioni di merito:

- Lo studio idraulico condotto dal Consorzio di Bonifica (2018) ha evidenziato una carenza di volumetria di laminazione pari a circa 5.500 mc;
- Il progetto "Dacome" ha stimato (cautelativamente) le necessità volumetriche unitarie di laminazione in circa 1000 mc/ha di superficie territoriale;
- Il presente comparto (Macrolotto 1) ha una superficie di oltre 12,6 ettari, da cui ne deriva una volumetria di cassa corrispondente dell'ordine di 12.600 mc.
- A Macrolotto 1 eseguito, quindi, sarebbe necessaria una vasca di laminazione con volume utile pari ad almeno 18.100 mc circa.
- **Il presente progetto, disponendo di un'area significativa di verde pubblico (adiacente a Viale della Cooperazione), opera virtuosamente una scelta di molto a favore di sicurezza (e utile all'attuazione dei successivi macrolotti del P.P.I.P. generale), andando a realizzare una cassa di laminazione di circa 31.800 mc, dunque con un margine di circa 13.700 mc, senza contare sull'ulteriore volume messo a disposizione dall'importante fognatura bianca privata del lotto e, in parte, anche dalle dorsali secondarie di estensione della rete pubblica per acque meteoriche (pari complessivamente a quasi 900 mc circa);**
- Quest'ultima circostanza, unitamente al fatto che buona parte del P.P.I.P. non è stato ancora attuato, permette fin da ora l'installazione della paratoia piana "limitatrice" all'uscita del sistema (dopo la camera di ripartizione) con tassi di parzializzazione importanti (H luce 40-50 cm), il tutto per avere un grado di protezione idraulica dell'abitato di Fruges (posto a nord) molto significativo.

Evidenziate così tutte le scelte progettuali fatte in materia di laminazione ed invarianza idraulica, si procede nei successivi paragrafi al dimensionamento idraulico delle nuove tratte fognarie per acque meteoriche (pubbliche e private), adottando – per uniformità – i medesimi parametri di base (idrologici ed idraulici) già definiti nel progetto originario "Dacome".

4. DIMENSIONAMENTO NUOVE DORSALI DI FOGNA BIANCA PUBBLICA

Rimane ora da dimensionare idraulicamente la rete fognaria bianca pubblica di progetto; vengono di seguito verificati i seguenti tratti principali della rete di fognatura bianca pubblica di progetto:

- Tratto B2-B1: condotta DN400 CLS pendenza 0.30%
- Tratto B1-25: condotta DN1200 CLS pendenza 0.15%
- Tratto B9-B10: condotta DN600 CLS pendenza 0.20%
- Tratto B16-B12: condotta DN400 CLS pendenza 0.25%
- Tratto B17-B13: condotta DN400 CLS pendenza 0.25%
- Tratto B12-B13: condotta DN800 CLS pendenza 0.10%
- Tratto B13-45/d: condotta DN1000 CLS pendenza 0.10%

Si definiscono di seguito i principali parametri necessari al dimensionamento delle nuove tratte fognarie per acque bianche, tutti desunti dalle precedenti attività progettuali. Si riporta, inoltre, la planimetria dei bacini tributari sottesi a tutte le nuove tratte di fogna bianca pubblica, utile alla determinazione delle relative superfici.

Parametri assunti e bacini tributari delle nuove dorsali fognarie

I calcoli idraulici per la verifica dell'ufficiosità dei vari tratti della dorsale fognaria di progetto sono stati condotti con la formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chézy, la quale permette di determinare la portata massima smaltibile dalla rete considerando la condizione di bocca piena della condotta:

$$Q_{unif} = k_s \times A \times (R \times i)^{0.5}$$

con k_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A l'area bagnata della condotta, R il raggio idraulico (pari a $D/4$ per le condotte circolari) e i la pendenza di posa della condotta. Il valore del parametro di scabrezza va assegnato sulla base della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti della condotta: nel caso in esame il coefficiente di scabrezza k_s è stato attribuito sulla base dei valori presenti in letteratura in considerazione del materiale con cui è realizzata la condotta.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva “SELICE” – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Applicando questa formula a ciascuno dei tratti di rete fognaria sopra elencati si è optato di valutare l’officiosità prendendo a riferimento eventi di precipitazione caratterizzati da tempo da Tr 50 anni, come riportato nella relazione tecnica dell’Ing. Dacome (**vedasi ALLEGATO 1**).

Disponendo nella succitata relazione dei coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica per precipitazione di durata inferiore all’ora e Tr = 50 anni per l’area di riferimento per il comparto in esame.

$$a = 56.3 - n = 0.55$$

Si sottolinea che tali valori risultano in linea (per estrapolazione) con quelli utilizzati dall’ente gestore (HERA). Si riporta quindi per completezza la tabella di Hera con i valori suggeriti per i coefficienti a e n.

TR	Tempo di corrivazione			
	< 1 ora		> 1 ora	
	a	n	a	n
5	32.62	0.535	32.84	0.273
10	38.40	0.537	38.35	0.278
25	45.70	0.540	45.31	0.283

Tabella 5: parametri a ed n per la provincia di Ravenna

L’officiosità di ogni singola condotta verificata verrà poi confrontata con la portata massima afferente alla stessa. Di seguito verrà descritto il procedimento di calcolo per la stima della portata meteorica massima afferente ad ogni singola condotta da verificare.

È necessario, inoltre, di fissare alcuni parametri idrologici/idraulici: innanzitutto, si deve determinare il 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 sui bacini afferenti ai tratti fognari da verificare. Il coefficiente medio viene stimato prendendo come valori di partenza i coefficienti della tabella riportata nelle Linee Guida di HERA (utilizzata anche dall’Ing. Dacome), pari a 0.10-0.25 e 0.70-0.90 rispettivamente per le aree permeabili ed impermeabili.

Con riferimento allo stato post operam, il coefficiente di deflusso per i singoli bacini viene fissato costante e pari a 0.82, come già indicato ed assunto nella relazione tecnica dell’Ing. Dacome (**vedasi ALLEGATO 1**) per le aree impermeabili.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

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 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 precipitazione con durata inferiore di t_c 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 invece 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 corrivazione è ottenibile dalla somma del tempo di accesso alla rete (tempo necessario a raggiungere i collettori fognari) e del tempo di rete (tempo di percorrenza all'interno dei collettori fognari). Il tempo di accesso alla rete è stato assunto pari a 5 minuti, mentre il tempo di rete viene stimato applicando il rapporto L/v , con L la lunghezza dell'asta principale [m] e v la velocità all'interno della rete [m/s] ipotizzata pari a 1 m/s.

Come visto precedentemente, i coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica saranno necessari per calcolare l'altezza e l'intensità di pioggia di riferimento di durata d :

$$h_d(Tr) = a \times d^n$$

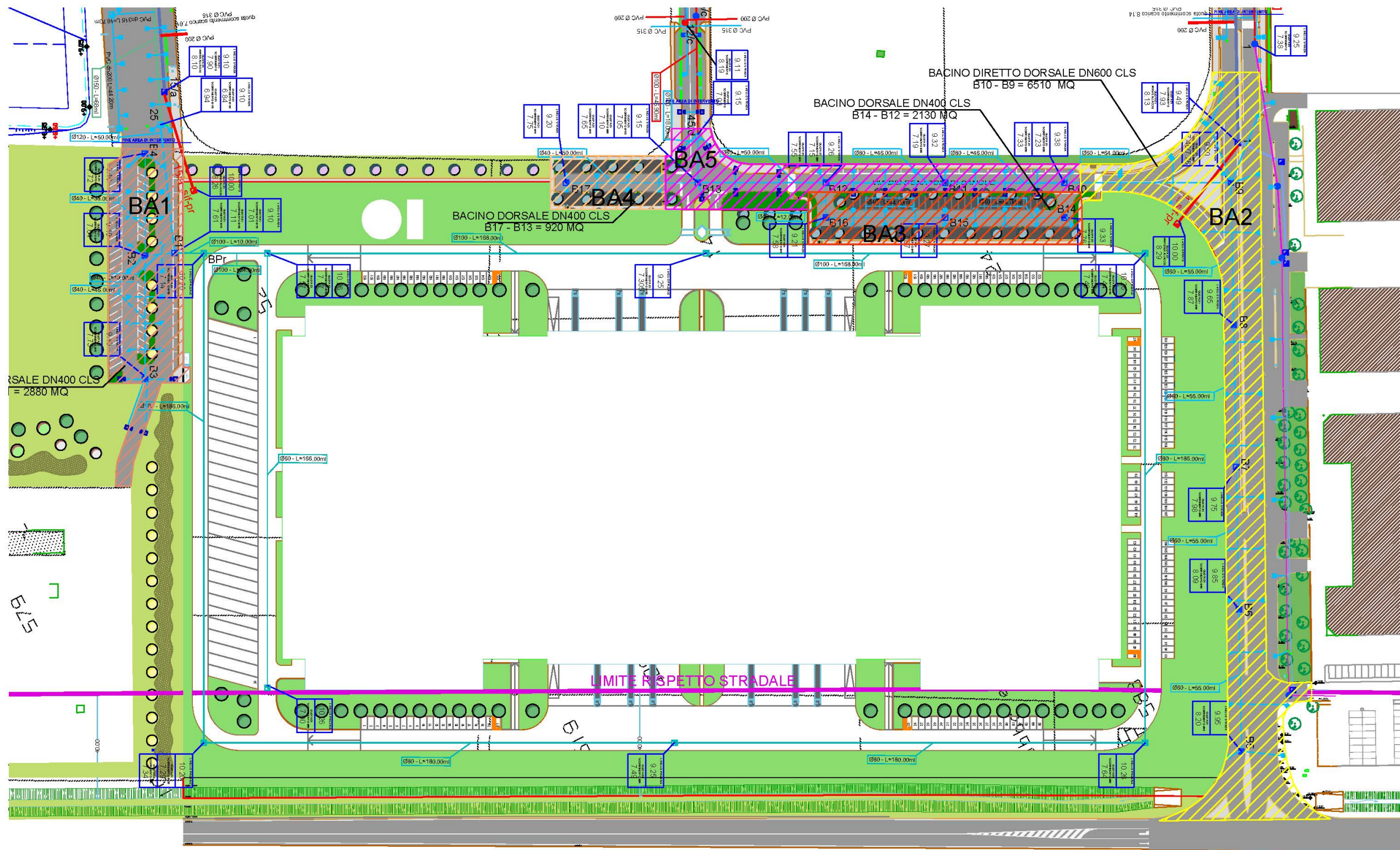
$$i_d(Tr) = h_d(Tr) / d = a \times d^{n-1}$$

A questo punto la stima delle portate meteoriche da considerare è data dalla formula:

$$Q_{max} = C \times i_d(Tr) \times A$$

con C il coefficiente di deflusso medio del bacino, A l'estensione areale del bacino e i l'intensità dell'evento di pioggia di riferimento.

Si allega di seguito anche la planimetria dell'intervento con l'indicazione dei bacini afferenti ai tratti fognari verificati.



Calcoli di dimensionamento

TRATTO B2-B1

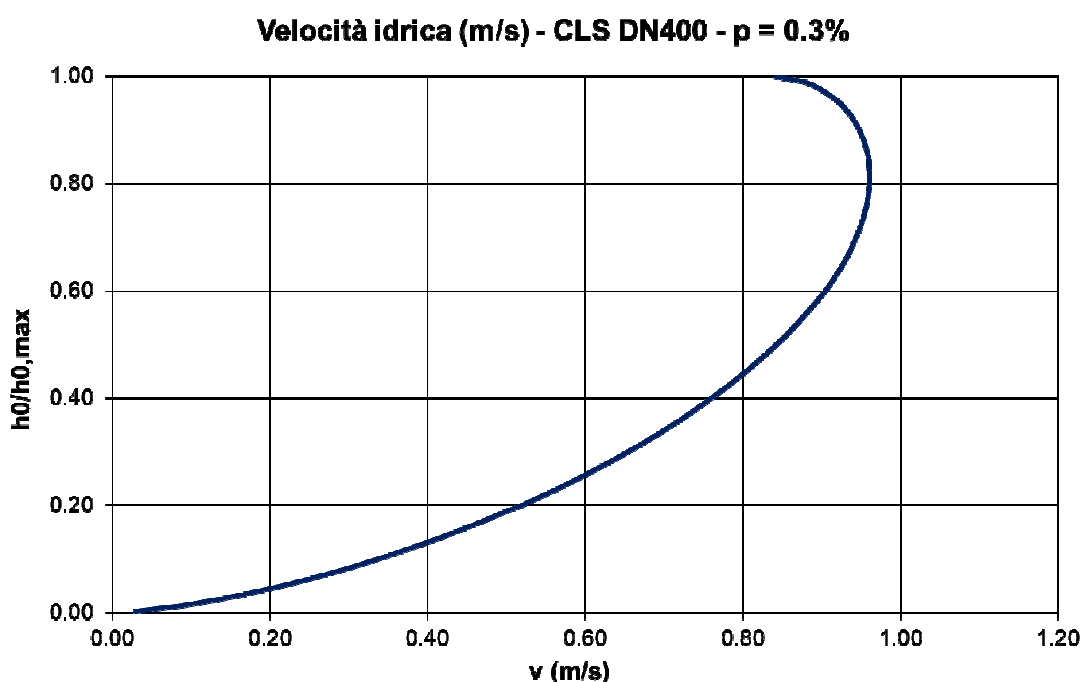
Il tratto fognario B2-B1 verrà realizzato con una condotta in CLS DN400 e pendenza 0.30%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dal bacino BA1 di estensione pari a 2880 mq circa.

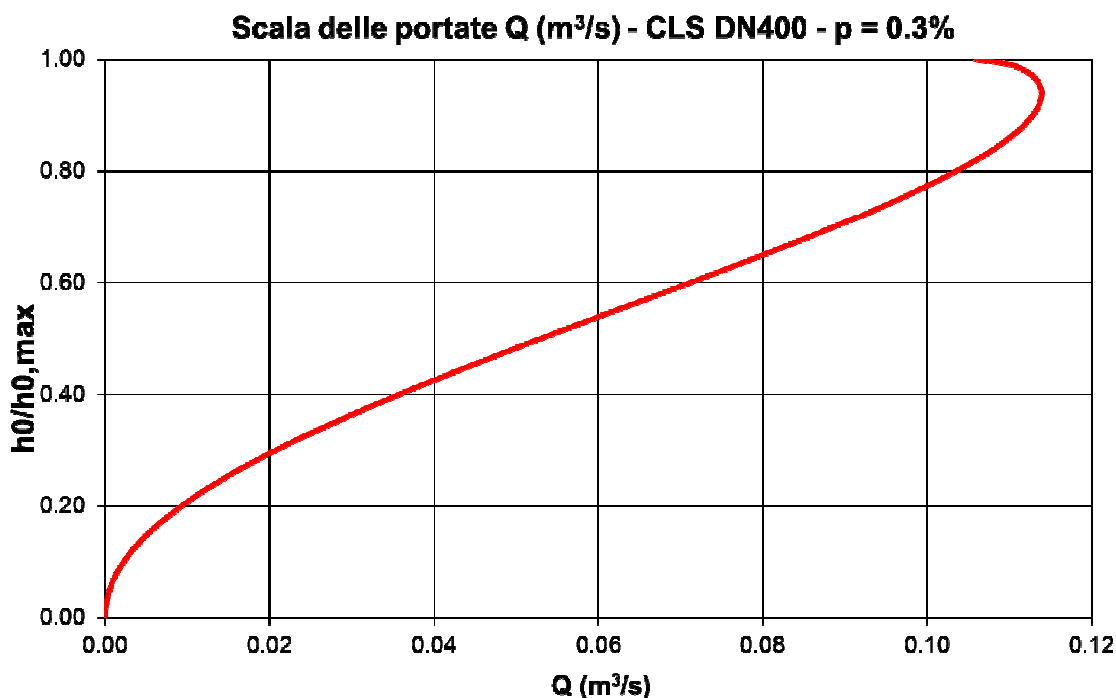
Fissando il tempo di corrvazione t_c pari a 6 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 1 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 104 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 114 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 104 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN400 e pendenza 0.30% (tratto B2-B1) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 80% circa.

Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN400 e pendenza 0.30%.





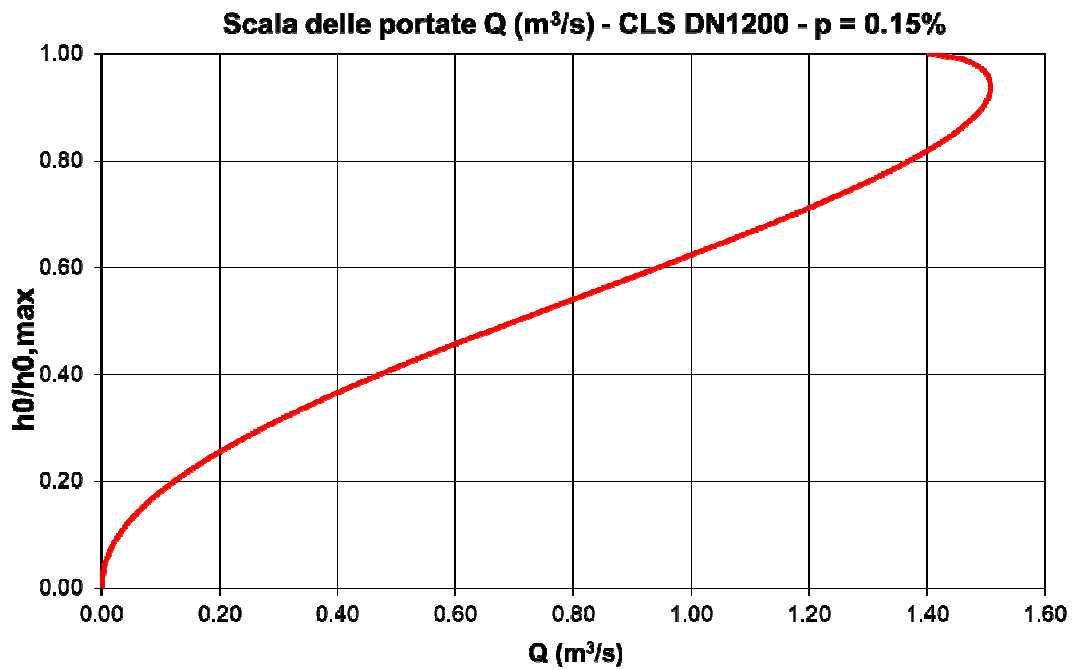
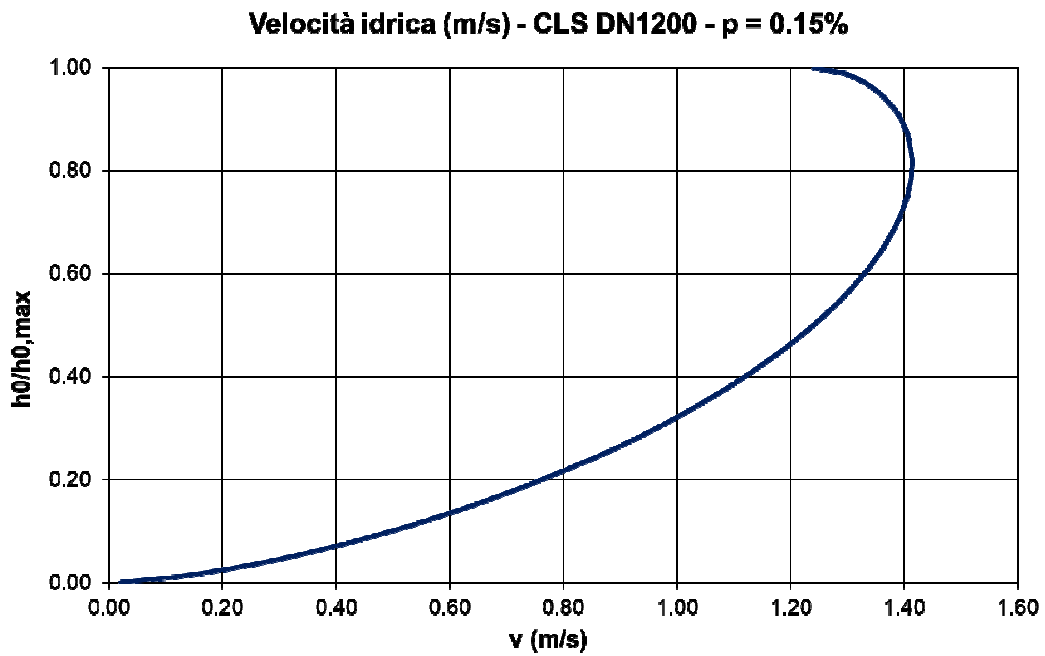
TRATTO B1-25

Il tratto fognario B1-25 verrà realizzato con una condotta in CLS DN1200 e pendenza 0.15%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dal bacino BA1 di estensione pari a 2880 mq circa e dal lotto fondiario di estensione pari a 88181 mq.

La condotta quindi dovrà smaltire la somma delle portate provenienti da questi due bacini, ovvero 104 l/s per il bacino BA2 e 1322 l/s per il bacino fondiario. In particolare, per la stima di quest'ultimo valore si rimanda al paragrafo successivo.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0.015 s/m^{1/3}, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 1508 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata (cautelativamente, considerando sincrono l'arrivo dei picchi di piena dal lotto e dal tratto B2-B1) pari a 1426 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN1200 e pendenza 0.15% (tratto B1-25) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 80% circa. Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN1200 e pendenza 0.15%.



TRATTO B9-B10

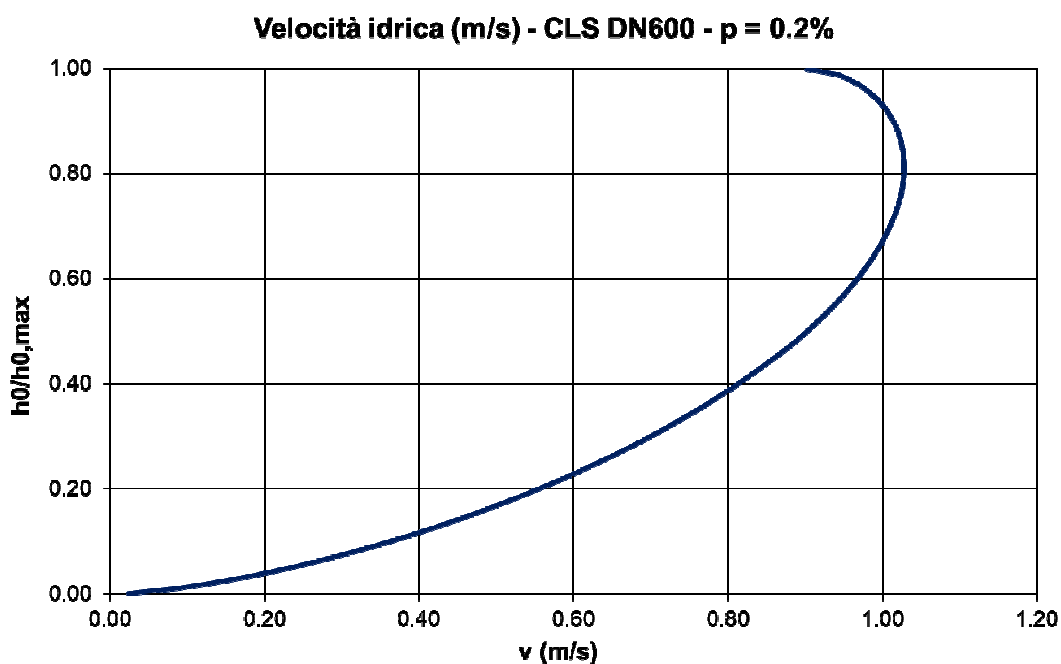
Il tratto fognario B9-B10 verrà realizzato con una condotta in CLS DN600 e pendenza 0.20%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dal bacino BA2 di estensione pari a 6510 mq circa.

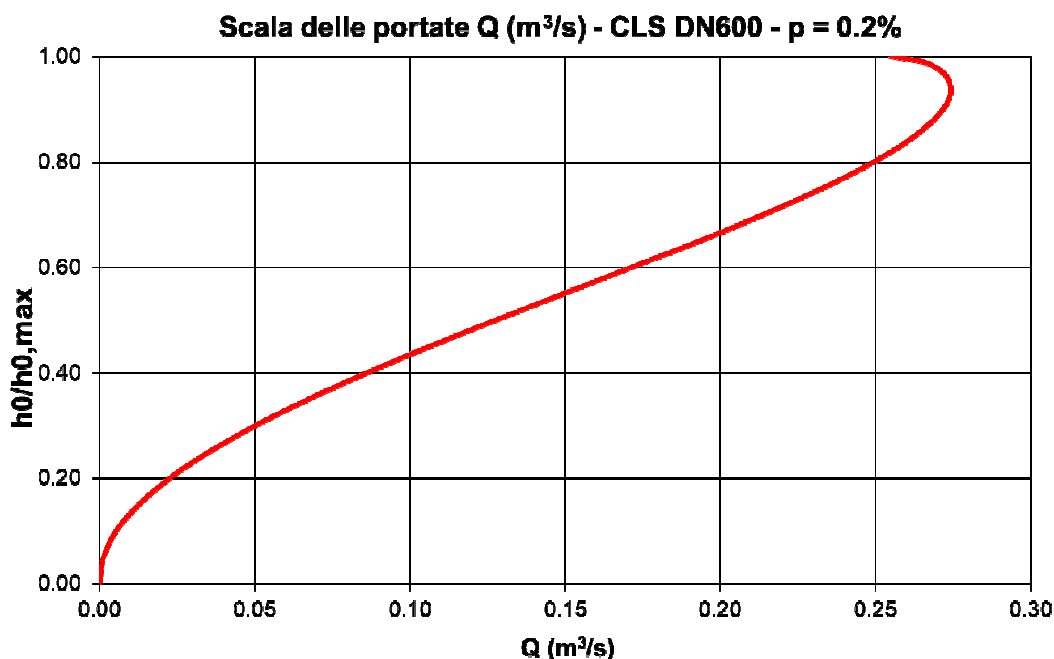
Fissando il tempo di corrivazione t_c pari a 10 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 5 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 187 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 274 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 187 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN600 e pendenza 0.20% (tratto B9-B10) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 64% circa.

Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN600 e pendenza 0.20%.





TRATTO B16-B12

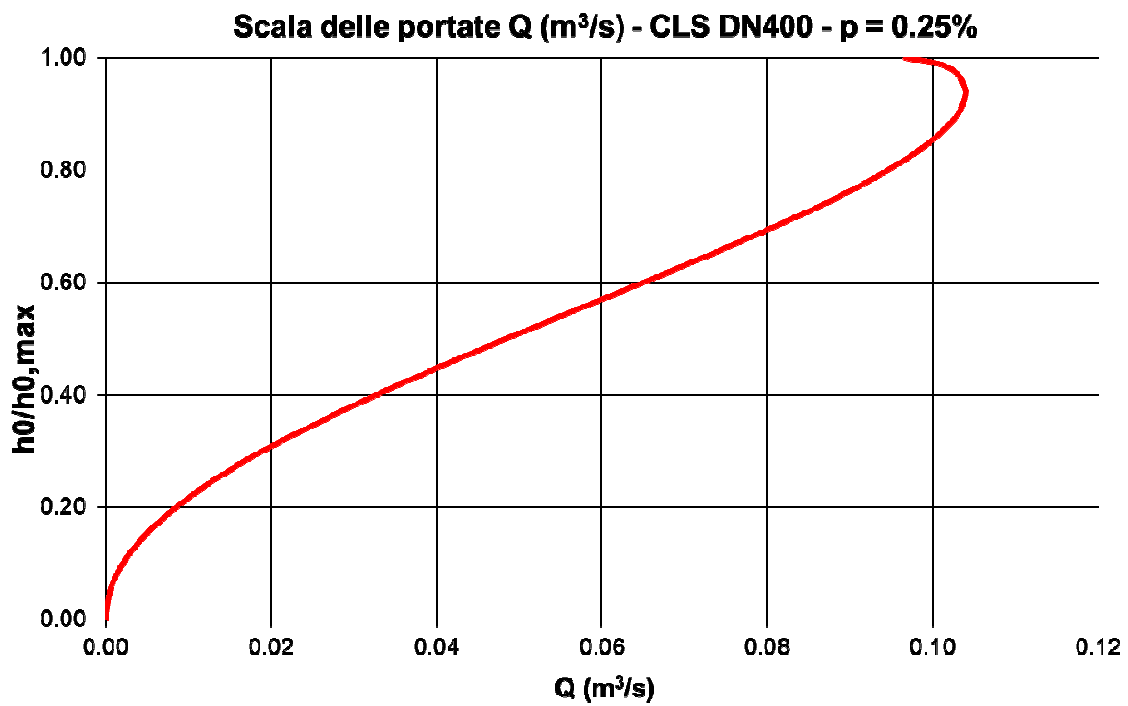
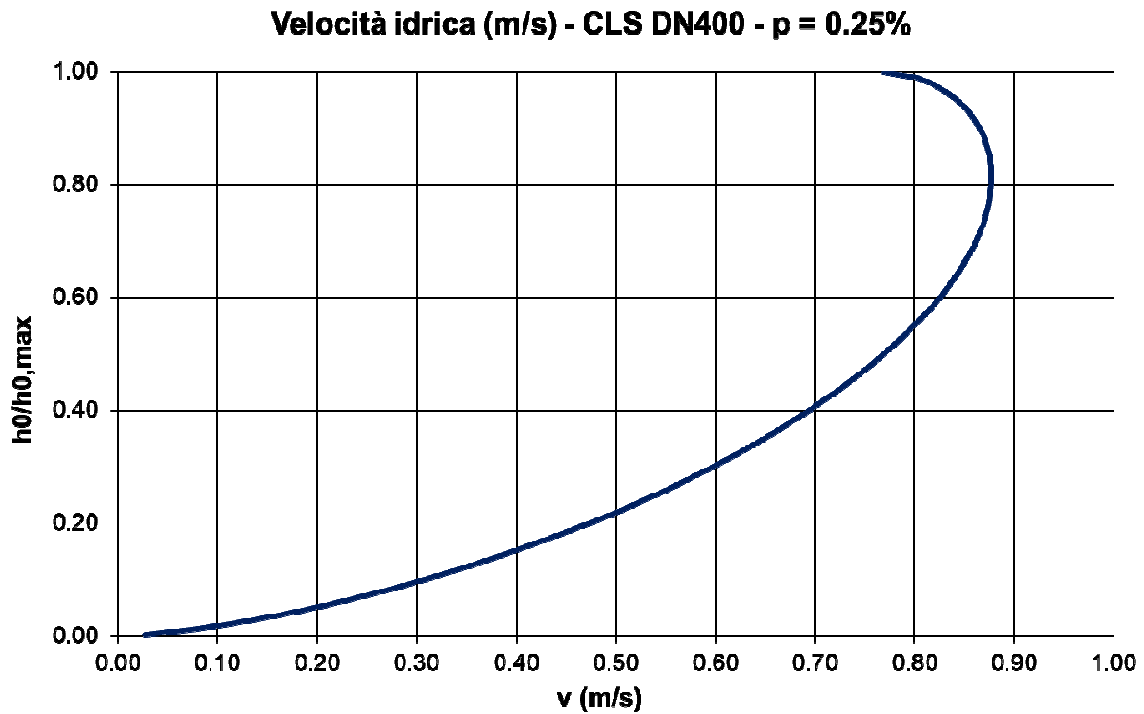
Il tratto fognario B16-B12 verrà realizzato con una condotta in CLS DN400 e pendenza 0.25%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dal bacino BA3 di estensione pari a 2130 mq circa.

Fissando il tempo di corrivazione t_c pari a 7 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 2 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 74 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 104 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 74 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN400 e pendenza 0.25% (tratto B16-B12) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 66% circa.

Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN400 e pendenza 0.25%.



TRATTO B17-B13

Il tratto fognario B17-B13 verrà realizzato con una condotta in CLS DN400 e pendenza 0.25%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dal bacino BA4 di estensione pari a 920 mq circa.

Fissando il tempo di corrivazione t_c pari a 6 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 1 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 33 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 104 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 33 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN400 e pendenza 0.25% (tratto B17-B13) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 41% circa. La scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN400 e pendenza 0.25% sono riportate nel paragrafo precedente.

TRATTO B12-B13

Il tratto fognario B12-B13 verrà realizzato con una condotta in CLS DN800 e pendenza 0.1%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dai bacini BA2, BA3 e BA5 di estensione totale pari a 11020 mq circa.

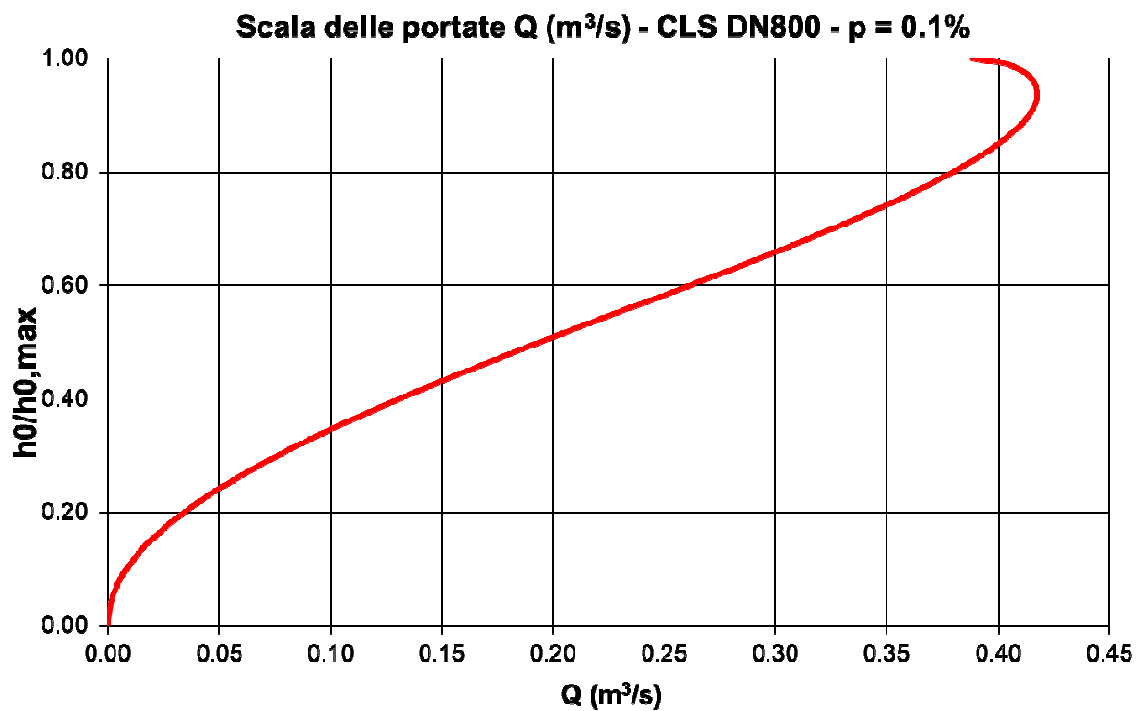
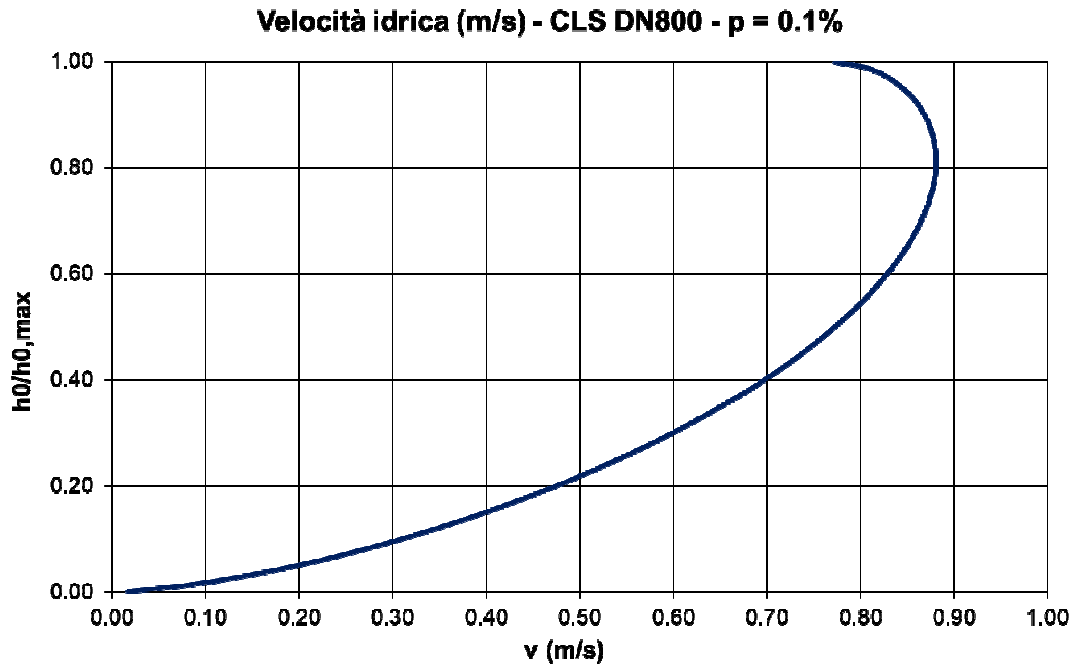
Fissando il tempo di corrivazione t_c pari a 12 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 7 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 290 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 418 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 290 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN800 e pendenza 0.1% (tratto B12-B13) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 65% circa.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN800 e pendenza 0.1%.



TRATTO B13-45/d

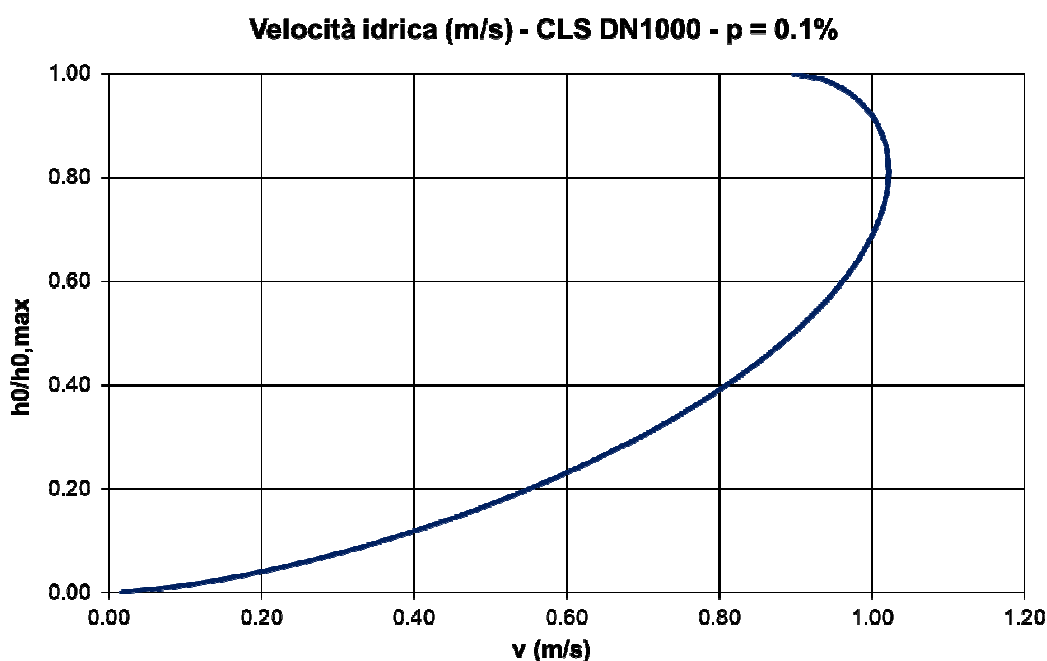
Il tratto fognario B13-45/d verrà realizzato con una condotta in CLS DN1000 e pendenza 0.1%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dai bacini BA2, BA3, BA4 e BA5 di estensione totale pari a 11940 mq circa.

Fissando il tempo di corrivazione t_c pari a 12.4 minuti circa (5 minuti: tempo di accesso alla rete – 7.4 minuti: tempo di rete) e quindi inferiore all'ora, con un coefficiente di deflusso medio $C = 0.82$, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 311 l/s.

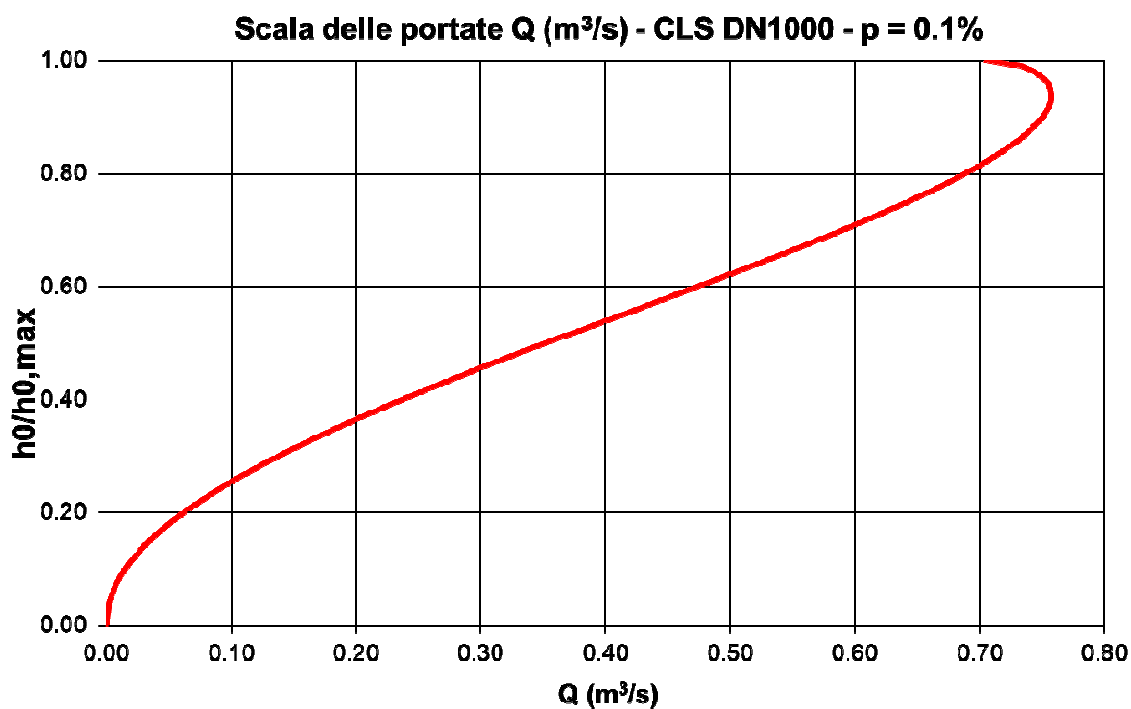
Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 757 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 311 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN1000 e pendenza 0.1% (tratto B13-45d) è ampiamente in grado di smaltire la portata meteorica stimata per un tempo di ritorno prefissato di 50 anni, con un grado di riempimento del 47% circa.

Le figure di seguito riportate rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN1000 e pendenza 0.1%.



Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)



Si riportano infine le **tabelle riassuntive dei calcoli appena condotti.**

Tratto dorsale	Bacino tributario	Area (mq)	Area (ha)	ϕ medio (-)	t_c (min)	h_c (mm)	i_c (mm/ora)	Q (l/ora)	Q (l/s)	DN (mm)	p (%)	Qoff (l/s)
TRATTO B2-B1	BA1	2880	0.29	0.82	6	15.87	158.67	374727	104	DN400 CLS	0.30	114

Tratto dorsale	Bacino tributario	Area (mq)	Area (ha)	Q (l/s)	DN (mm)	p (%)	Qoff (l/s)
TRATTO B1-25	BA1+BPR	91061	9.11	1426	DN1200 CLS	0.15	1508

Tratto dorsale	Bacino tributario	Area (mq)	Area (ha)	ϕ medio (-)	t_c (min)	h_c (mm)	i_c (mm/ora)	Q (l/ora)	Q (l/s)	DN (mm)	p (%)	Qoff (l/s)
TRATTO B9-B10	BA2	6510	0.65	0.82	10	21.01	126.09	673087	187	DN600 CLS	0.20	274
TRATTO B16-B12	BA3	2130	0.21	0.82	7	16.72	152.01	265506	74	DN400 CLS	0.25	104
TRATTO B17-B13	BA4	920	0.09	0.82	6	15.87	158.67	119704	33	DN400 CLS	0.25	104
TRATTO B12-B13	BA2+BA3+BA5	11020	1.10	0.82	12	23.34	115.72	1045727	290	DN800 CLS	0.10	418
TRATTO B13-45/d	BA2+BA3+BA4+BA5	11940	1.19	0.82	12.4	23.65	114.46	1120611	311	DN1000 CLS	0.10	757

5. DIMENSIONAMENTO NUOVE DORSALI DI FOGNA BIANCA PRIVATA

Nel presente paragrafo verranno dimensionate le condotte private principali. In particolare, verrà verificato il tratto fognario terminale BPr-B1 costituita da una condotta DN1000 CLS con pendenza pari allo 0.32%. Inoltre, verranno verificate anche le due dorsali DN1000 CLS afferenti alla succitata condotta.

Per la stima della portata defluente dal lotto privato verrà considerata una sollecitazione udometrica massima pari a 150 l/s per ettaro.

I calcoli idraulici per la verifica dell'ufficiosità dei vari tratti della dorsale fognaria di progetto sono stati condotti con la formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chézy, la quale permette di determinare la portata massima smaltibile dalla rete considerando la condizione di bocca piena della condotta:

$$Q_{unif} = k_s \times A \times (R \times i)^{0.5}$$

con k_s il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler, A l'area bagnata della condotta, R il raggio idraulico (pari a $D/4$ per le condotte circolari) e i la pendenza di posa della condotta. Il valore del parametro di scabrezza va assegnato sulla base della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti della condotta: nel caso in esame il coefficiente di scabrezza k_s è stato attribuito sulla base dei valori presenti in letteratura in considerazione del materiale con cui è realizzata la condotta.

TRATTO BPr-B1

Il tratto fognario Bpr-B1 verrà realizzato con una condotta in CLS DN1000 e pendenza 0.32%; sarà collettore delle portate meteoriche defluenti dall'intero lotto fondiario di estensione pari a 88181 mq circa.

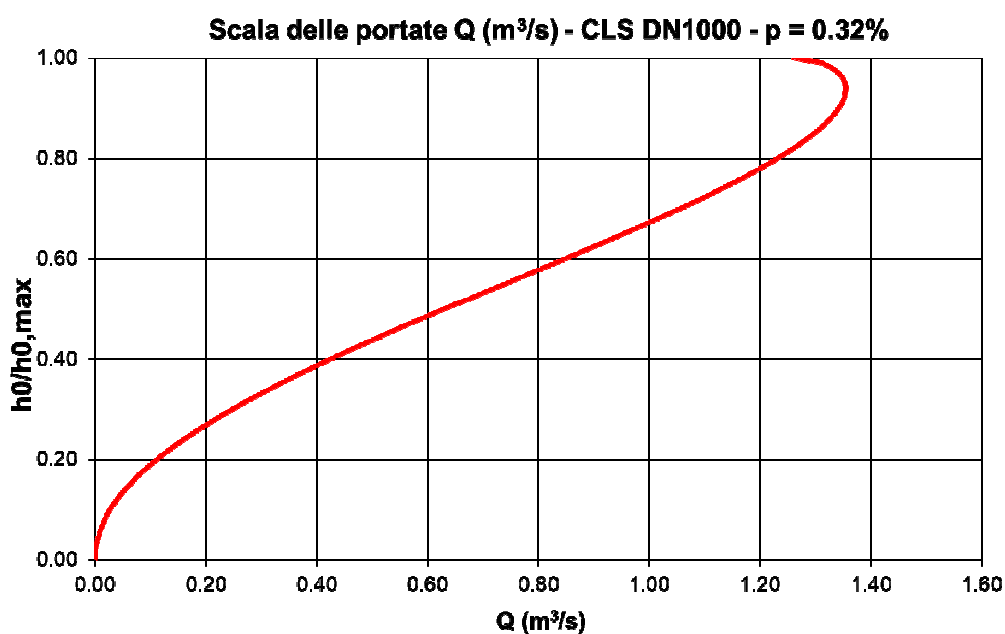
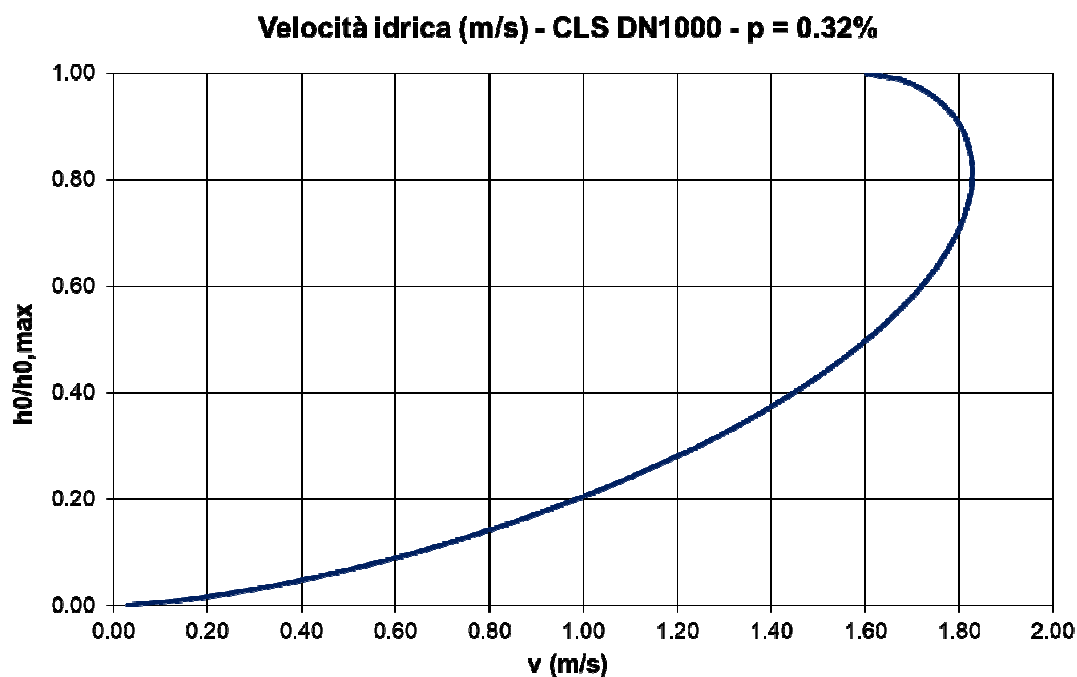
Fissando una portata defluente pari a 150 l/s per ettaro, la portata massima complessiva defluente dal bacino risulta pari a 1322 l/s.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 1355 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 1322 l/s.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN1000 e pendenza 0.32% (tratto BPr-B1) è in grado di smaltire la portata meteorica con un grado di riempimento del 87% circa.

Le figure di seguito rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN1000 e pendenza 0.32%.



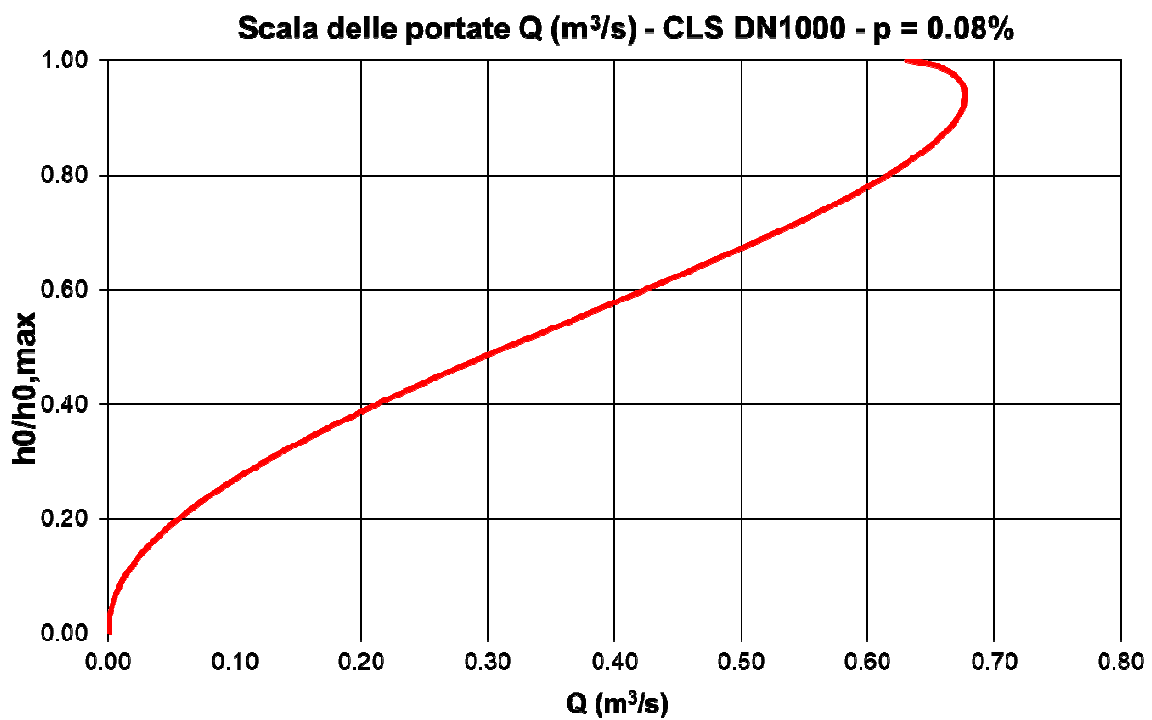
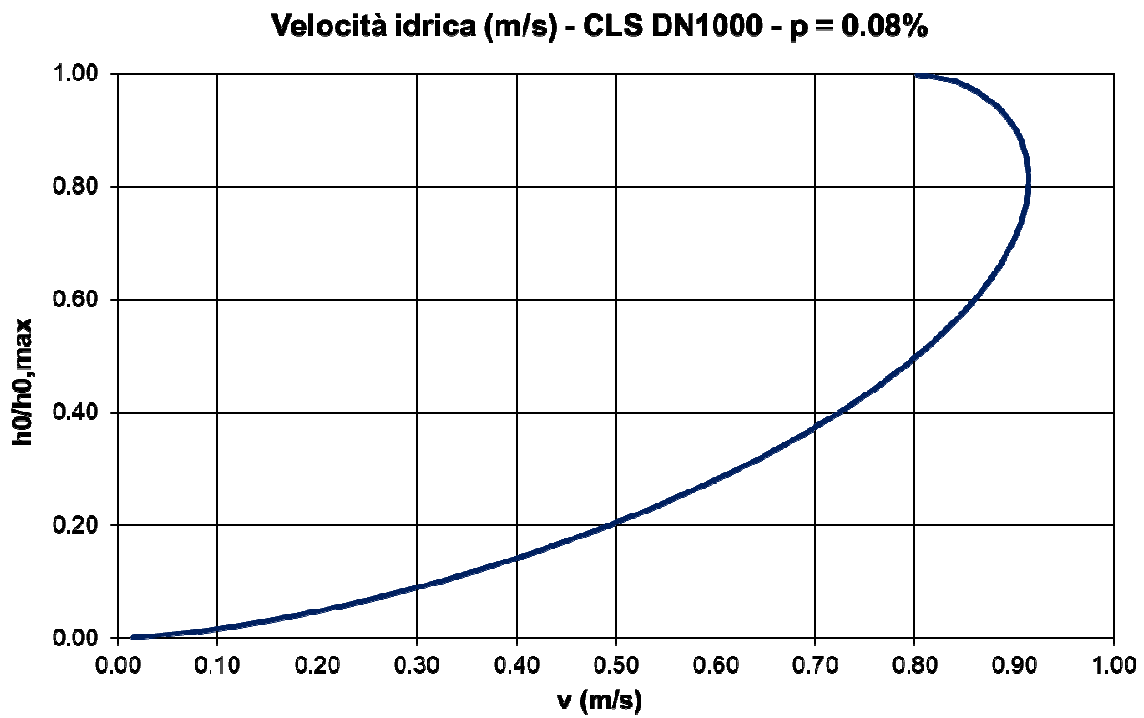
*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva “SELICE” – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Si sottolinea, infine, che anche le due condotte in CLS DN 1000 e pendenza 0.08% afferenti alla condotta BPr-B1 appena verificata risultano in grado di smaltire la portata di progetto, corrispondente per ciascuno di essi a circa la metà della portata totale stimata (1322 l/s): tale stima risulta valida in quanto ciascuna delle due condotte drena quasi esattamente metà della superficie totale del lotto fondiario.

Dall'applicazione della formula di Chézy, considerando un coefficiente di scabrezza di Manning pari a $0.015 \text{ s/m}^{1/3}$, la portata massima smaltibile dalla condotta è pari a 677 l/s e quindi superiore alla sollecitazione massima stimata pari a 661 l/s.

Si dimostra quindi che la condotta di progetto in CLS DN1000 e pendenza 0.08% (i due tratti a monte del tratto BPr-B1) è in grado di smaltire la portata meteorica stimata con un grado di riempimento del 87% circa.

Le figure di seguito rappresentano rispettivamente la scala della velocità e delle portate per la condotta in CLS DN1000 e pendenza 0.08%.



6. DIMENSIONAMENTO NUOVE DORSALI DI FOGNA NERA PRIVATA E RELATIVI MANUFATTI DI PRETRATTAMENTO INTERNI

In premessa, si ribadisce che **il presente progetto non contempla alcuna nuova tratta di fognatura nera pubblica di cessione, in quanto tale rete è già stata interamente eseguita ed il Macrolotto 1 risulta facilmente servibile tramite la predisposizione di due allacci terminali su altrettanti pozzetti di testa esistenti della rete pubblica:**

- terminale di scarico 15/a_sif-pr / 15/a, all'angolo nord-est del lotto, tributario in testata della dorsale di fognatura nera pubblica di viale della Cooperazione;
- terminale di scarico 1_sif-pr / 1, all'angolo sud-est del lotto, tributario in testata della dorsale di fognatura nera pubblica di via Trebeghino.

Si prevede qui la realizzazione di entrambi i succitati allacci: il primo, verrà utilizzato per tutti gli scarichi di acque reflue domestiche provenienti dal Macrolotto 1 in progetto (non è prevista, al momento, la produzione di acque reflue industriali), mentre il secondo viene realizzato come predisposizione per eventuali futuri scarichi provenienti dal lotto, in modo – se necessario- in futuro da non dover prevedere inutili lavori (tagli di pavimentazione stradale nuova) all'incrocio tra la via Trebeghino allargata e la prosecuzione di via Donatori di Sangue.

Nel presente paragrafo si riferisce della progettazione e del dimensionamento della fognatura nera di progetto interna al lotto, a servizio dell'unico grande fabbricato logistico.

In particolare, la rete di fognatura nera verrà realizzata con dorsali DN125/DN160/DN200 PVC con scarico, come detto, sulla rete di fognatura nera esistente a nord-est dell'area di intervento, su Viale della Cooperazione.

Il dimensionamento della rete fognaria nera richiede innanzitutto la conoscenza della potenzialità dell'insediamento attraverso la stima dei rispettivi abitanti equivalenti AE.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva "SELICE" – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

A tal proposito, si fa riferimento alle indicazioni specifiche di ARPAE/HERA, le quali indicano di considerare 1 abitante equivalente ogni 2 dipendenti (ogni 3 se personale impiegatizio, ma qui si considera sempre ogni 2 cautelativamente). Nell'intervento qui considerato si stimano circa 40 dipendenti; tuttavia, al fine di svolgere i calcoli cautelativamente e per tenere conto di eventuali futuri sviluppi aziendali, verranno considerati 60 dipendenti. **Gli abitanti equivalenti considerati nei calcoli successivi saranno quindi 30 A.E.**

Lungo la rete, come previsto dall'Art. 7 "SCARICHI IN FOGNATURE DOTATE DI IMPIANTO DI DEPURAZIONE" del vigente "REGOLAMENTO PER IL SERVIZIO DI FOGNATURA E PER GLI SCARICHI DI ACQUE REFLUE DOMESTICHE NON RECAPITANTI IN FOGNATURA" (Approvato con delibera di C.C. N. 50 del 18 giugno 2002) del Comune di Massa Lombarda, sono previsti da progetto alcuni manufatti di pretrattamento dei reflui.

In particolare, al Comma 7.2 "SCARICHI DI ACQUE REFLUE DOMESTICHE" si legge testualmente:

*"... **Gli scarichi di acque reflue domestiche recapitanti in pubbliche fognature dotate di impianto di depurazione, sono sempre ammessi ai sensi dell'art. 45 comma 4 del D.Lgs. n. 152/99 e succ. mod. ed integrazioni, nell'osservanza del presente regolamento ed alle condizioni sottoriportate.***

Se derivano esclusivamente da Civili Abitazioni, dall'utilizzo di Servizi Igienici e da Cucine al servizio di Ristoranti, Alberghi, Laboratori di preparazione e/o produzione alimenti, da servizi alla persona (parrucchiera, barbiere, estetista, istituti di bellezza, etc) e da lavanderie a secco (ricomprendendo quelle con n. 1 o 2 lavatrici ad acqua a servizio dell'attività) devono essere dotati di sistemi di trattamento quali fosse biologiche per i reflui dei servizi igienici e degrassatori per i reflui contenenti sostanze grasse e oli.

Gli impianti sopra citati devono essere opportunamente dimensionati, in funzione degli Abitanti Equivalenti Serviti e secondo i criteri indicati nelle linee guida elaborate da Arpa di cui all'Allegato 1 ...".

Alla luce di tale quadro, sono stati previsti i seguenti sistemi di trattamento:

DIMENSIONAMENTO N. 11 DEGRASSATORI

Per il dimensionamento dei degassatori sono state seguite le linee guide di ARPAE. Si riporta di seguito una tabella estratta da tali linee guida, nella quale i degrassatori sono dimensionati in funzione del numero degli AE; se ne ricava che ARPAE prevede un dimensionamento che tenga conto di circa 50-60 litri/A.E.

- Volume del degrassatore:
orientativamente in relazione agli AE si ritengono efficaci i seguenti valori :

n. AE	volume (litri)
5	250
7	350
10	550
15	1 000
20 / 30	1 700
35 / 45	2 500

In particolare, a servizio del lotto fondiario verranno installati n. 10 degrassatori 70x70 cm e con volumetria minima di 250 litri come da linee guida succitate.

Inoltre, a servizio della guardiola in ingresso al lotto (previsione di 1 A.E.) verrà installato un altro piccolo degrassatore, di dimensioni 50x50 cm e volume minimo di 125 litri.

In conclusione, si può affermare che i degrassatori installati sono stati correttamente dimensionati in quanto capaci di trattare complessivamente oltre 50 AE a fronte dei 30 AE necessari, stimati (cautelativamente) come carico idraulico "refluo" proveniente dal lotto.

DIMENSIONAMENTO N. 1 FOSSA IMHOFF

Come da regolamento comunale, verrà installata anche una Fossa Imhoff per trattare tutti i volumi provenienti dal lotto privato, la quale avrà un volume utile pari a 250 l per Abitante equivalente, come indicato nelle linee guida di ARPAE.

- Per il dimensionamento dei due comparti e le precauzioni da rispettare nella fase di installazione valgono i criteri e le indicazioni riportate nella citata deliberazione del 4 febbraio 1977.

Esse si rifanno ai criteri e alle indicazioni della *"Deliberazione del Comitato dei ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento del 4 febbraio 1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento (G.U. n. 48 del 28 febbraio 1977)"* contenute in particolare nell'Allegato 5, ove si legge testualmente:

"NORME TECNICHE GENERALI SULLA NATURA E CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI DI SMALTIMENTO SUL SUOLO O IN SOTTOSUOLO DI INSEDIAMENTI CIVILI DI CONSISTENZA INFERIORE A 50 VANI O (A) 5.000 MC ...

4. VASCHE SETTICHE DI TIPO IMHOFF

Le vasche settiche di tipo Imhoff, caratterizzate dal fatto di avere compartimenti distinti per il liquame e il fango, devono essere costruite a regola d'arte, sia per proteggere il terreno circostante e l'eventuale falda, in quanto sono anch'esse completamente interrate, sia per permettere un idoneo attraversamento del liquame nel primo scomparto, permettere un'idonea raccolta del fango nel secondo scomparto sottostante e l'uscita continua, come l'entrata, del liquame chiarificato.

Devono avere accesso dall'alto a mezzo di apposito vano ed essere munite di idoneo tubo di ventilazione. Per l'ubicazione valgono le stesse prescrizioni delle vasche settiche tradizionali.

Nel proporzionamento occorre tenere presente che il comparto di sedimentazione deve permettere circa 4÷6 ore di detenzione per le portate di punta; se le vasche sono piccole si consigliano valori più elevati; occorre aggiungere una certa capacità per persona per le sostanze galleggianti.

*Accordo di Programma in variante agli strumenti di attuazione
Area produttiva “SELICE” – Macrolotto 1 – Comune di Massa Lombarda (RA)*

Come valori medi del comparto di sedimentazione si hanno circa 40÷50 litri per utente; in ogni caso, anche per le vasche più piccole, la capacità non dovrebbe essere inferiore a 250÷300 litri complessivi.

Per il compartimento del fango si hanno 100÷120 litri pro capite, in caso di almeno due estrazioni all'anno; per le vasche più piccole è consigliabile adottare 180÷200 litri pro capite, con una estrazione all'anno ...".

Il volume utile totale minimo di tale vasca risulta quindi pari a 7500 litri.

Si definisce pertanto, con un ulteriore margine di sicurezza, che la fossa Imhoff installata (poco prima del sifone Firenze presente all'uscita dal lotto) avrà un volume utile minimo complessivo di 8000 litri.