



Comune di Reggio Emilia

Programma di Rigenerazione Urbana Ex Officine Meccaniche Reggiane - quartiere
Santa Croce sviluppo del parco innovazione: potenziamento dalla "citta' pubblica"

Realizzazione della rambla tratto SUD (ferrovia storica - viale Ramazzini)

CUP: J81I23000220006

codice progetto: C_46401

PROGETTO DI FAATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

STAZIONE APPALTANTE

STU Reggiane Spa
Piazza Prampolini, 1 42121 Reggio Emilia
Codice fiscale / P. IVA: 02662420351

R.U.P.

Arch. Massimo Magnani

Area Programmazione territoriale e progetti speciali - Comune di Reggio Emilia

PROGETTISTI

Progetto architettonico- paesaggistico e coordinamento generale

LEAA - lucaemanueliarchitetti

Via G.B. Trolli 3, 42123 Reggio Emilia

Info@lucaemanuelli.net

Arch. Luca Emanuelli

Arch. Gianni Lobosco (consulente)

Dott. Arch. Fabrizio Veneruso

Paesaggio e opere a verde

Giuseppe Baldi Studio

dr. agr. Giuseppe Baldi

Bonifica e valutazioni ambientali

Studio T.En. - Technology & Environment

Ing. Stefano Teneggi

Geom. Nicola Spallanzani

Impianti elettrici e illuminazione

Elettrolab Studio

per. Ind. Marco Gregori

Opere stradali e opere idrauliche

Ing. Sara Ganapini

Ing. Giovanni Vignoli

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione

Geom. Francesco Rangone

Ing. Giulia Chiusi (collaboratrice)

ELABORATO

RMBS-RT-I

RELAZIONE TECNICA IDRAULICA

DATA

27/09/2024

SOMMARIO

A **PREMESSA..... 2**

B **INQUADRAMENTO 4**

C **PIANIFICAZIONE DI SETTORE..... 7**

D **DESCRIZIONE STATO DI PROGETTO 9**

E **DIMENSIONAMENTO RETE DI DEFLUSSO ACQUE METEORICHE..... 19**

F **DIMENSIONAMENTO VOLUMI DI LAMINAZIONE..... 22**

G **INDICAZIONI IN FASE DI CANTIERE 26**

A PREMESSA

La presente relazione viene redatta al fine di illustrare i criteri e le opere previste per la gestione delle acque meteoriche a servizio della Rambla tratto Sud, facente parte della più ampia area “Ex Reggiane” nel Comune di Reggio Emilia.

L'intervento è parte integrante e sostanziale del Programma di Rigenerazione Urbana (PRU) ex Area Reggiane quartiere Santa Croce (approvato con Delibera di CC del 03/12/18) e del successivo Masterplan attuativo (approvato con Delibera di GC del 21/10/21) che prevedono la riqualificazione ambientale, fisica, funzionale e sociale di alcune aree e immobili del quartiere e soprattutto delle storiche Officine Meccaniche Reggiane da destinare in larga parte a parco tematico per l'innovazione, il trasferimento tecnologico e la ricerca industriale (Parco Innovazione).

Nello specifico, si prevede la realizzazione di un parco lineare polifunzionale delimitato da due viali laterali, denominato tecnicamente Rambla, composta di:

- rete connettiva di “infrastrutture grigie” per la mobilità costituita dai viali che delimitano il parco urbano lineare e strutturata su tre livelli: mobilità veicolare, mobilità ciclabile (piste ciclabili) e mobilità pedonale
- rete di infrastrutture ecosistemiche verdi-blu organizzata sotto forma di parco urbano lineare contraddistinto dalla presenza di alberature, arbusti e prati stabili;
- servizi, intesi come aree e attrezzature pubbliche per lo sport, la cultura e il tempo libero; (iv) da impianti e sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico) e il recupero acque piovane.

Dal punto di vista più strettamente idraulico, il progetto prevede una riorganizzazione delle aree e la realizzazione di rete e opere tali da permettere una corretta gestione delle acque meteoriche, con realizzazione di aree drenanti e volumi per il recupero, lo stoccaggio e il riutilizzo delle acque.

A fronte della crisi climatica in atto, infatti, le scelte in tema di gestione delle acque devono consentire la difesa idraulica del suolo e parallelamente il rinverdimento delle superfici con la regimazione delle acque meteoriche, riduzione dell'inquinamento, dell'isola di calore urbana, della frammentazione degli habitat, della rigenerazione urbana e ambientale con significative ricadute economiche, sociali e sulla salute umana.

In questa ottica, un uso efficiente della risorsa acqua e la ricerca di sistemi in grado di stoccarla e riutilizzarla risulta essere la soluzione più idonea in un periodo ormai caratterizzato da eventi meteorici estremi, che stanno causando sempre più allagamenti specialmente nelle aree di pianura.

Quanto previsto integra anche le progettazioni e autorizzazioni precedenti, di natura provvisoria e riguardanti solo gli aspetti di autorizzazione idraulica riguardanti l'adiacente lotto 15, con analisi dei sistemi previsti per il recupero delle acque di copertura degli edifici e dei volumi di laminazione necessari per il rispetto del criterio di invarianza idraulica per tale lotto. In merito all'autorizzazione allo scarico, tale relazione richiama e integra precedenti elaborati:

- elaborato "Relazione idraulica Rev. Ott. 2014" con il quale si descriveva l'intervento di realizzazione delle fognature nell'intervento di riqualificazione dell'area "Ex Reggiane". In tale sede, in accordo con IREN e il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale, era stata definita la necessità di scaricare acque nere e meteoriche in pubblica fognatura, in attesa del completamento del collegamento, per le acque di pioggia, con il Corpo idrico superficiale individuate quale recettore finale (Fiume Rodano);
- elaborato "Relazione idraulica", redatta nel mese di novembre 2023 e riguardante la gestione provvisoria delle acque meteoriche e nere dei comparti 15b e 15c in attesa del completamento degli interventi dell'intero lotto 15.



Fig. 1. Stralcio di planimetria da "Relazione idraulica Rev. Ott. 2014"

B INQUADRAMENTO

L'area di intervento è ubicata all'interno del perimetro delle ex "Officine Meccaniche Reggiane", nello specifico dell'area del Parco Innovazione, realtà infrastrutturale costituita dall'attuale Tecnopolo, dal Centro Internazionale per l'Infanzia Loris Malaguzzi, da sedi di corsi di laurea di UNIMoRe e di diverse aziende private.

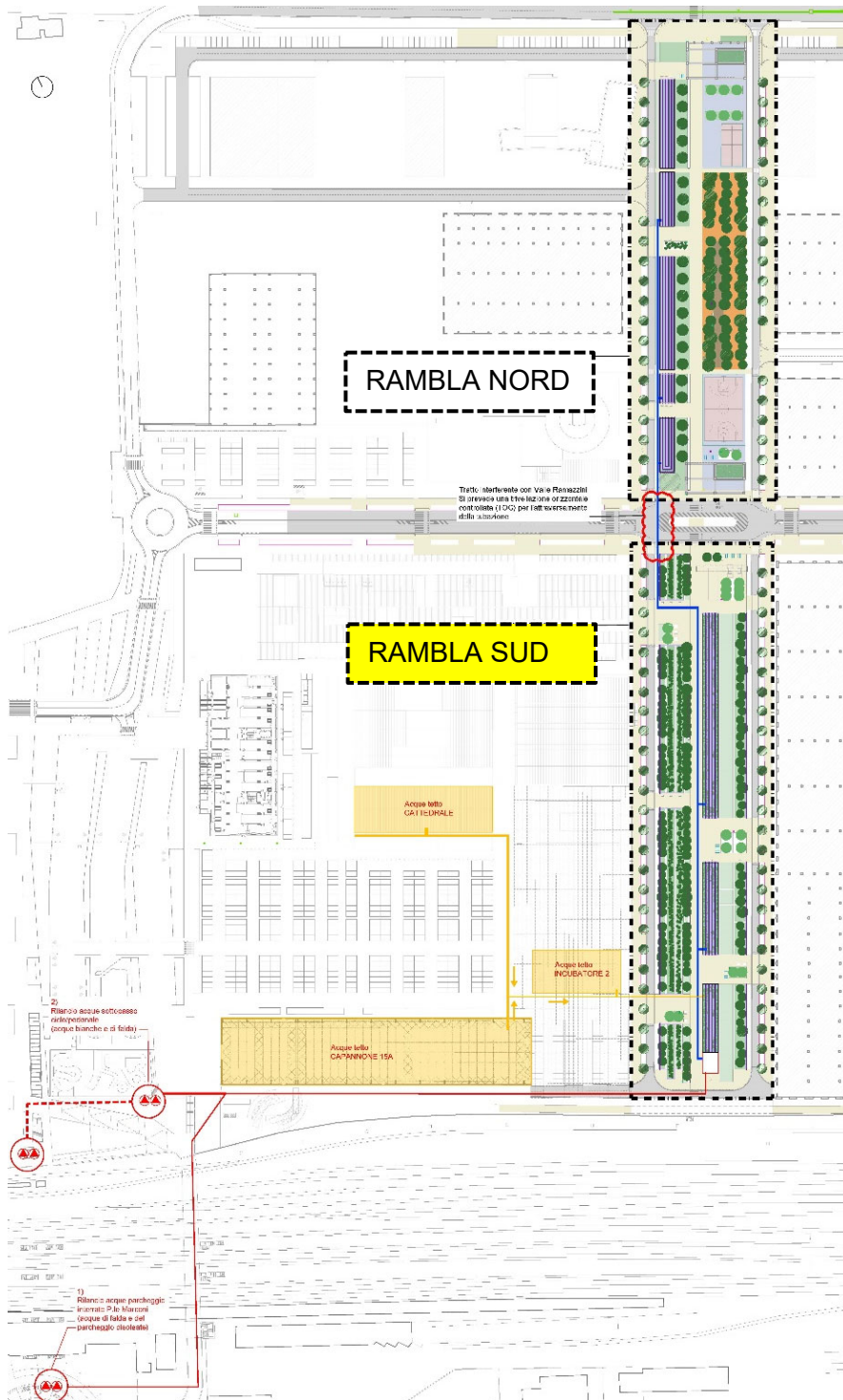


Fig. 2. Progetto approvvigionamento acque rambla NORD e SUD

Allo stato attuale l'area interessata dalle opere risulta inutilizzata e interessata dalla presenza di terreno per il completamento delle opere di bonifica che richiede il sito.

Riguardo alla gestione delle acque, le adiacenti aree del comparto Reggiane (aree 15b e 15c) risultano già servite da una rete di caditoie, pozzetti e condotte di recente realizzazione, mentre l'area 15a risulta solo in parte servita da una rete di raccolta delle acque meteoriche; la quota parte di acque non assorbita dal terreno inghiaiato viene convogliate nelle aree verdi limitrofe e/o alla rete di condotte e caditoie a servizio dei piazzali adiacenti. In funzione dell'inutilizzo dell'area, peraltro già sottoposta a bonifica, non si generano acque di percolazione e/o contaminate.

Il progetto già sviluppato nel 2014 valutò la fattibilità dello scarico delle acque meteoriche in Rodano (per tutto il comparto Reggiane), con richiesta di parere allo scarico all'Ente Gestore del Canale, che nel tratto individuato come possibile recapito è di competenza del Servizio Tecnico di Bacino. Come si vede dall'immagine sotto riportata il recapito finale in acque superficiali è costituito dal Rodano, ma in posizione più a valle di circa 5 km rispetto al punto esaminato.



Fig. 3. Inquadramento con indicazione del recapito attuale in fognatura e del futuro recapito nel Rodano

Lo scarico in corpo idrico, in ogni caso, avverrà coerentemente con le tempistiche di attuazione dell'intero comparto delle "Ex Reggiane", necessità che ha portata all'identificazione di una fase transitoria in cui lo scarico rimane nel reticolo fognario di Viale Ramazzini e destinato a Via Agosti e al depuratore, con laminazione delle acque meteoriche per non aggravarne la capacità di smaltimento della rete.

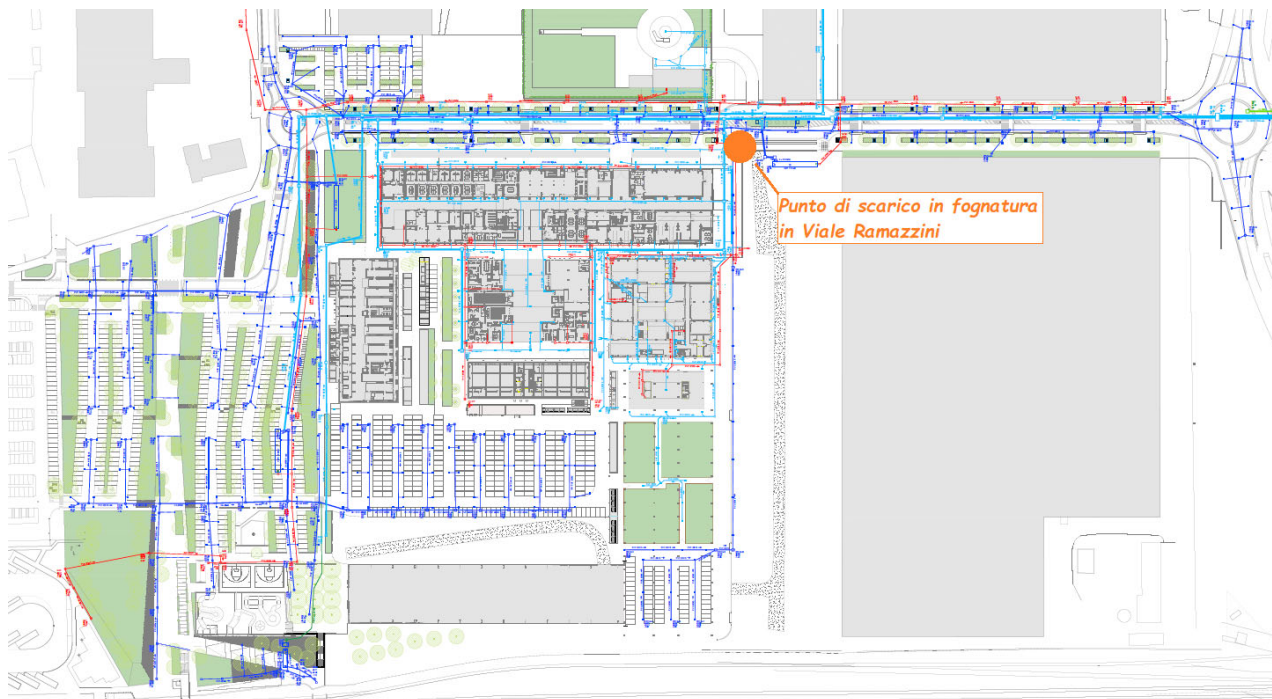


Fig. 4. Stralcio planimetria con identificazione scarico in fognatura pubblica

C PIANIFICAZIONE DI SETTORE

In riferimento agli aspetti idraulici si evidenzia che l'area non ricade in fasce fluviali PAI (ora Autorità Distrettuale del fiume Po) di cui all'intesa PAI-PTCP 2010, di tutela dei corsi d'acqua.

In occasione dell'approvazione, da parte dell'Autorità di Bacino del Po (ora Autorità Distrettuale del fiume Po), del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PRGA) sono state elaborate le "Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni" sulla base della diagnosi di criticità da rischio idraulico da esondazioni.



Fig. 5. Mokagis - Estratto mappa pericolosità e rischio idraulico (PGRA)

L'ambito di intervento ricade fra le aree a pericolosità M-P2 alluvioni meno frequenti (Tr 100-200 anni) e fra le "aree R2 – Rischio Medio"; la DGR n. 1300/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 (norme di attuazione) e dell'art. 22 elaborato n. 5 (norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del fiume Po, con Deliberazioni n. 5/2015" al punto 5.2 riporta che:

"5.2 Disposizioni specifiche in relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrare a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela

della vita umana;

- *di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.*

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;*
- b) interventi di nuova costruzione;*
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.*

Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali."

Si osserva che il comparto complessivo dell'area piazzale Europa – area ex Reggiane è già stato oggetto di studi e valutazioni idrauliche piuttosto approfondite nel corso del percorso autorizzativo degli stralci relativi ai capannoni 19-18-17, piazzale Europa e braccio storico di viale Ramazzini, stralci per i quali è già stata redatta la progettazione esecutiva, con determinazione di importanti volumi di laminazione al fine di garantire il rispetto delle portate massime ammissibili allo scarico in fognatura, in attesa di attivare un nuovo eventuale scarico in Rodano, una volta che l'intero comparto ex Reggiane verrà riqualificato.

In particolare, gli elaborati progettuali che hanno generato il parere IREN Emilia n. 29/001 del 2014 e il parere Bonifica Emilia Centrale n. 2014U0015449 del 14/11/2014, (pagg. 7-8-9 e pag. 17 della Relazione Idraulica Rev. ott. 2014), riportano che, al fine dei calcoli delle portate complessive generate dall'area ex Reggiane e dei volumi di laminazione necessari per l'attivazione del primo stralcio, per le aree ad oggi ancora non oggetto di intervento è stato considerato un rapporto area impermeabile/area totale pari a 0.25, sia nello stato di fatto che di progetto.

Poiché l'area di intervento dell'attuale PRU è estesa anche al capannone 15 e alle aree di pertinenza dello stesso (indicativamente 35.000 mq), in fase di progettazione di dettaglio delle reti fognarie, si dovranno garantire sia l'invarianza idraulica, in modo da non accrescere le portate generate dal comparto e quindi il carico sui recapiti esistenti, sia l'adozione di eventuali misure per la riduzione della vulnerabilità degli edifici.

D DESCRIZIONE STATO DI PROGETTO

La progettazione del comparto “acqua” delle Ramble Sud (RS) e Nord (RN) dell’area tecnologica della STU Reggiane ha assunto quale essenziale lo sviluppo di strategie di adattamento e di mitigazione riguardo a temi riconducibili al corretto utilizzo della risorsa idrica disponibile, quindi anche quella derivante dalla regimazione delle acque meteoriche, per il rinverdimento delle superfici, la rigenerazione urbana ed ambientale, la riduzione dell’isola di calore urbana e la frammentazione degli habitat naturali.

Le soluzioni adottate hanno quindi declinato criteri che assicurino, nel rispetto delle linee guida e dei regolamenti operanti in materia, il più ampio ed efficace riutilizzo della risorsa idrica rappresentata sia da sistemi esistenti, assunti quali **ACQUE DI FONTE** del comparto, che da quelli riconducibili alle acque “non contaminate”, quindi acque meteoriche distinte da quelle reflue urbane, gestite nelle aree di intervento.

Le **FONTI** individuate nell’area sono così schematicamente riepilogate:

- 1) sistema di abbattimento della falda del parcheggio sotterraneo di Piazzale Marconi con recapito delle acque drenate alla rete fognaria stradale (acque miste) tramite pompe di sollevamento collocate a valle del trattamento di disoleatura;
- 2) sistema di raccolta delle acque meteoriche e parziale controllo del livello della falda nell’area di interesse del sottopasso ciclopeditonale della Stazione ferroviaria, con recapito al reticolo dedicato alle acque nere con pompe di sollevamento, senza preventivo trattamento;
- 3) drenaggio delle acque del sottopasso pedonale presente nella piattaforma della Stazione ferroviaria, con scarico a gravità nella vasca di accumulo delle acque di cui al punto 2.



Fig. 6. Fonti di approvvigionamento delle acque

Si tratta di sistemi già da tempo realizzati ed attivati, utili al controllo di acque di falda (1) ed acque meteoriche (2) che, se non correttamente gestiti, causerebbero danni alle infrastrutture di loro pertinenza. Sono quindi sistemi “sempre attivi” il cui funzionamento è da ricondurre alle differenti posizioni e porzioni del suolo e/o del sottosuolo a cui agiscono: dai sopralluoghi condotti il sistema (1) è sempre attivo, con portata nell’ordine di non meno di 10 litri/s, mentre il secondo, che intercetta sia acque meteoriche che sotterranee, mostra un funzionamento discontinuo, ancorchè attivo almeno una volta al giorno, con portata giornaliera nell’ordine di 20 m³.

La portata potenzialmente inviata al comparto acque delle due Rambla è quindi assunta, anche in condizioni di prolungati periodi di assenza di eventi meteorici, in non meno di 50 m³/giorno.

Le **ACQUE METEORICHE** sono quelle drenate nelle diverse aree individuabili nel più articolato intervento:

- acque precipitate sulle aree verdi, quindi aree prive di pavimentazione e non impermeabilizzate;
- acque drenate su aree pavimentate, quindi regimate;
- acque raccolte sulle coperture dei fabbricati.

Le **acque afferenti sulle aree verdi** non richiedono elementi di regolazione/controllo in quanto interessano aree permeabili con morfologia a modesta pendenza, quindi aree che, riferendosi all’All. 3 Linee Guida per la gestione delle acque meteoriche del Regolamento edilizio del Comune di Reggio Emilia (Red) vengono catalogate quali **Superfici permeabili del bacino idrografico naturale** in quanto caratterizzate da un ridotto deflusso superficiale ed elevata evapotraspirazione e buona infiltrazione nel primo sottosuolo.



Fig. 7. Esempio parco pubblico che ha mantenuto e valorizzato la rete di drenaggio superficiale (Bagnolo in Piano – RE)

La conservazione di queste superfici “... *rappresenta un elemento fondamentale per l'equilibrio idrogeologico del territorio ed è inoltre elemento fondamentale di connotazione del paesaggio, con altissime potenzialità per il sistema della rete ecologica e della biodiversità territoriale ...*” e costituisce una vera e propria Best Management Practices (BMP) nei casi, come quello in esame, in cui tale superficie viene incrementata, provvedendo alla sostituzione di pavimentazioni impermeabili con corridoi verdi permeabili o, anche nelle condizioni più critiche, di trattenere temporaneamente le acque meteoriche.

Per le **acque drenate su aree pavimentate**, quindi regimate, il progetto prevede soluzioni classificate quali “**rain gardens**”, quindi aree verdi a sviluppo concavo, tale da assicurare la raccolta ed una ritenzione temporanea delle acque meteoriche intercettate su superfici impermeabili circostanti, relative alle aree pedonali ed alla viabilità di servizio, di classe F_{u2} ed a traffico limitato, riducendo il volume e la portata di run-off afferenti al reticolo fognario ed i conseguenti volumi di laminazione.

Il rain garden si colloca quindi nelle immediate vicinanze dell'area impermeabile servita, con apporto di acque calibrato in funzione delle corrispondenti dimensioni e delle essenze arbustive e/o arboree in questo collocate.



Fig. 8. Esempio fascia inerbita per il trattamento in rain garden con ingresso dell'acqua diffuso

L'area su cui si interviene è caratterizzata da formazioni argillose, a bassa permeabilità: se da un lato la presenza di questi terreni, caratteristici dei primi metri di sottosuolo e la cui messa in vista deriverà dalle operazioni di bonifica utili alla rimozione delle parti antropizzate, assicura l'efficace contenimento delle acque e l'assenza di moti di filtrazione che potrebbero disperdere potenziali

inquinanti, dall'altro limita la potenza dello strato permeabile e la velocità di infiltrazione, così da prevedere, in presenza di prolungati eventi critici, il conferimento delle acque in eccesso ad altri elementi, solitamente tramite un troppo pieno. In ogni caso sarà dimostrata, con apposite verifiche in fase costruttiva, la presenza di almeno 1 metro di spessore di terreno rispetto al massimo livello piezometrico della falda (valore medio dei valori massimi osservati su più anni) che fungerà da strato filtrante.

Un altro elemento di criticità considerato nella progettazione riguarda la possibile presenza di sedimenti nel run-off di alimentazione del rain garden, quindi l'inserimento di elementi di pretrattamento con cui trattenere questi contaminanti (sedimenti, inerti o anche solo fogliame caduto dagli alberi), sia per rimuoverli dal flusso che per prevenire il rapido intasamento delle zone di conferimento del letto filtrante. Le varie soluzioni disponibili verranno esaminate e specializzate in fase esecutiva, valutando, ad esempio, l'uso di trincee drenante in materiale grossolano o l'inserimento di pozzetti dotati di griglie e sezioni filtranti, in ogni caso applicando il semplice concetto della sedimentazione associata al rallentamento della velocità del flusso.

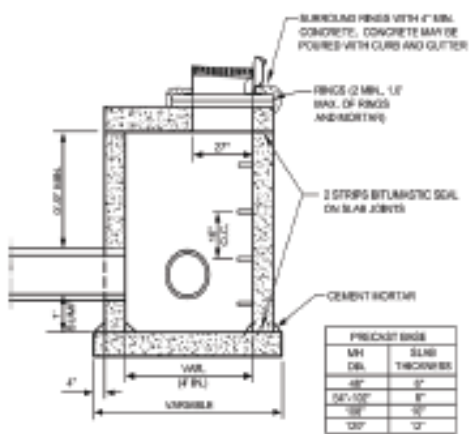


Fig. 9. Esempio pozzetto di sedimentazione (schema e fotografia)



Fig. 10. Esempio fascia inerbita per il trattamento in rain garden con ingresso dell'acqua diffuso

In merito alle **acque raccolte sulle coperture dei fabbricati**, si tratta di acque di seconda pioggia che, in accordo con la normativa vigente, non devono subire alcun tipo di trattamento chimico o fisico ma rispettare il criterio dell'invarianza idraulica. Quest'ultimo rappresenta il principio in base al quale, nella previsione di trasformazione dell'uso del suolo, si devono prevedere opportune azioni compensative tese a far sì che le massime portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto delle trasformazioni e recapitate nei corpi idrici recettori di valle, non risultino maggiori delle massime portate di deflusso meteorico preesistenti alla suddetta trasformazione.

Ad oggi nell'area sono state realizzate condotte per una gestione separata tra acque bianche ed acque nere, cosicché queste acque afferiscono, al pari delle acque dei piazzali e delle parti pavimentate, ad una rete fognaria dove il rispetto non tanto della qualità, ma dei volumi disponibili, è assicurato dalla presenza di supertubi.

L'intervento progettato prevede che la direttrice Sud-Nord, chiaramente individuata dalle due Ramble già richiamate, sia qualificata dalla presenza di un elemento orditore dello spazio urbano individuato da un percorso d'acqua, con soluzione che prevede la realizzazione di un canale con sponde gradonate e completate con un rivestimento in ghiaia. La soluzione riguarda quindi la costruzione di un canale in cui siano recapitate acque non collettate alla rete fognaria, inserito in maniera ottimale nel paesaggio e con presenza di vegetazione sui gradoni su descritti, contribuendo alla fitodepurazione vegetale e ad un indubbio incremento della biodiversità.



Fig. 11. Esempio di riqualificazione urbana in cui l'acqua diventa elemento orditore dello spazio urbano – Torino (riqualificazione Spina 3)

I canali inerbiti sono definiti dal Regolamento del Comune di Reggio Emilia quali “... canali rivestiti da erba o piante resistenti all’erosione, costruiti per far defluire le acque di pioggia provenienti dalle superfici impermeabili in maniera regolare, sfruttando la capacità della vegetazione di ridurre le velocità di flusso gli inquinanti possono essere rimossi dalle acque attraverso processi di filtrazione da parte della vegetazione, per deposizione, oppure in alcuni casi per infiltrazione nel terreno dei nutrienti in forma solubile. Il grado di depurazione raggiungibile dipende soprattutto dal tempo di residenza delle acque nel canale e dal grado di contatto di queste con la vegetazione e con la superficie del terreno. Nel caso di pendenze eccessive i canali inerbiti possono presentare sul fondo del letto delle depressioni o delle piccole paratoie in grado di rallentare ulteriormente i flussi e aumentare la capacità di ritenzione idraulica. I parametri idraulici da controllare durante la progettazione dell’azione di biofiltro sono: la lunghezza del canale, la pendenza longitudinale e l’altezza del tirante idrico. È opportuno assicurare, per la portata di progetto, un tempo di permanenza dell’acqua di almeno 5 minuti, una velocità di scorrimento non superiore a 0,3 m/s e prevedere che il battente idrico sia comparabile all’altezza del manto erboso La manutenzione della vegetazione richiede periodiche ispezioni, rasature dell’erba, applicazione di fertilizzanti e ripristino delle aree dilavate e delle macchie scoperte. In particolare i sedimenti depositati possono distruggere il manto erboso e alterare l’altezza degli argini rischiando di compromettere l’uniformità del flusso lungo il canale. Pertanto possono essere necessari periodici livellamenti e semine ...”.

Lo schema costruttivo del canale, seppur sagomato a gradoni, impone la netta separazione tra acque superficiali ed acque di falda, con fondo del canale realizzato con una barriera impermeabile (geomembrana in hdpe) adeguatamente protetta contro fenomeni di punzonamento e/o danneggiamento da parte degli apparati radicali, così da assicurare, nel tempo, la separazione idraulica su indicata.



Fig. 12. Esempio di canale inerbito – a. Quirijn park a Tilburg, Paesi Bassi; b. Milano

È inoltre facile osservare che un canale inerbito, ancorchè alimentato solo con acque meteoriche recuperate con condotte dedicate dai tetti dei fabbricati, quindi di buona qualità, possa subire periodi di stress derivanti dall'assenza di eventi pluviometrici, quindi carenze quantitative aggravate dalla necessità, almeno nei primi anni di gestione dell'intervento, dall'esigenza di operare irrigazione di mantenimento/emergenza degli apparati vegetali proprio nei periodi secchi. Un **utile soccorso a questa criticità è rappresentato dalle FONTI individuate in prossimità della Rambla Sud**, con apporti attualmente scaricati in fogne miste e/o nere che potranno essere vantaggiosamente sfruttati dal progettato comparto acque.

L'acqua rilanciata dalle fonti è inviata ad una vasca collocata nella posizione più meridionale della Rambla Sud, **vasca detta di alimentazione** in cui saranno posizionati due distinti gruppi di pompaggio, dedicati a:

- rete di irrigazione;
- alimentazione del canale inerbito.

Il canale inerbito è in realtà composto da vasche idraulicamente separate tra loro, con scarico della vasca di monte che diventa alimentazione di quella posta più a valle e scarichi e collettori di alimentazione che verranno dimensionati in funzione della quantità complessivamente conferibile alla rete fognaria presente in Viale Ramazzini, con valore ottenuto dal prodotto tra superficie di intervento e parametro di deflusso ($50 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha})$) indicato dall'Ente gestore del reticolo fognario nella prima autorizzazione risalente al 2014 (si fa riferimento alla "Relazione idraulica Rev. Ott. 2014" citata in premessa).

Il dimensionamento del sistema (quindi la geometria ed il volume massimo a regime nel canale, la disponibilità di volume libero per la laminazione del contributo derivante dalle superfici coperte dei tetti, la portata conferibile alla rete esterna, il volume disponibile nella vasca di alimentazione ed in quella di scarico) tiene quindi conto del **rispetto del criterio dell'invarianza idraulica** e della necessità di **far defluire il volume laminato entro le 48-72 ore successive all'evento piovoso**, ripristinando il livello preventivamente stabilito per ogni vasca.

È evidente che il criterio posto alla base dei calcoli assume che durante gli eventi piovosi l'apporto assicurato dalle Fonti venga modulato, probabilmente azzerato, operando le opportune regolazioni delle elettrovalvole installate sulle linee di mandata dalle fonti, in funzione del controllo dei livelli monitorati nelle vasche che compongono il canale.

La logica posta alla base del sistema prevede infatti che nella singola vasca siano, di norma, assicurati sia la disponibilità dell'eventuale volume di laminazione assegnato che il franco approvato dall'Ente gestore nelle condizioni a regime. Questa logica viene applicata in funzione della portata

afferita alla rete fognaria, mai superiore a quella ammessa dal gestore, operando in feed-back dalla vasca inferiore verso la superiore.

Il monitoraggio della portata scaricata verrà effettuata in una vasca posta immediatamente a monte dello scarico ed in cui sarà installata anche una pompa di eventuale ricircolo del sistema: l'innalzamento o l'abbassamento del livello nella vasca, il primo determinato dallo scarico del volume precedentemente laminato ed il secondo dal consumo degli apparati vegetali e per evapotraspirazione, regolerà la portata con cui si alimenta la vasca più alta del canale inerbito.

In sintesi, la progettazione della rete idraulica di raccolta e gestione delle acque è stata integrata a dedicati sistemi di mitigazione degli impatti ambientali riconducibili alle modifiche previste, con applicazione dei seguenti criteri progettuali:

- studio dello stato di fatto dell'area;
- studio dello stato di fatto delle reti fognarie interne al comparto, dei sistemi di abbattimento e controllo della falda e dei sistemi di smaltimento di tutte le tipologie di acque generate nell'area di progetto e nell'area di tutto il comparto Reggiane;
- progettazione della rete tale da consentire la possibilità di attivare successivamente il recapito in acque superficiali, ovvero nel Torrente Rodano, come previsto per la gestione delle acque in tutto il comparto;
- possibilità di scaricare le acque, durante la fase transitoria di attivazione dei vari lotti e della contestuale realizzazione del recapito in Rodano, nel sistema fognario di Via Agosti, previa laminazione delle portate in eccesso alla massima capacità del recettore;
- gestione separata delle acque meteoriche: separazione delle acque afferenti sulle aree verdi, sulle aree pavimentate (raccolte in rain garden) e delle acque raccolte sulle coperture (regimate e laminate prima dello scarico finale);
- dimensionamento delle reti in funzione di eventi meteorici intensi, nel rispetto della normativa di settore;
- urbanizzazione realizzata a quote "quanto più elevate possibili", allo scopo di favorire il deflusso delle acque meteoriche anche in condizioni critiche ed a "gravità" prima dello scarico finale.

Dal punto di vista del dimensionamento elettrico, la potenza elettrica installata può essere così stimata:

- a) vasca di alimentazione: due gruppi di pompaggio:
- 1+1 (solo una in funzione) da 3 kW per alimentazione canale inerbito;
 - 1+1 (solo una in funzione) da 5 kW per alimentazione rete di irrigazione;

- b) singola vasca che compone il canale inerbito: 3 kW per eventuale installazione di aeratori;
- c) vasca di scarico:
 - 1+1 (solo una in funzione) da 3 kW per alimentazione vasche RN;
 - 1+1 (solo una in funzione) da 5 kW per rilancio verso vasca di alimentazione
- d) sensori per monitoraggio e gestione elettrovalvole (PLC) 1 kW

Nell'ipotesi della presenza di 6 vasche il fabbisogno complessivo "di picco" (contemporaneo) è stimato in 35 kW. Non sono conteggiate eventuali dotazioni, quali luci, da inserire per l'arredo del canale inerbito.

Lo schema idraulico di funzionamento del sistema "Canale inerbito" progettato per Rambla SUD è quindi così schematicamente riassunto in figura seguente.

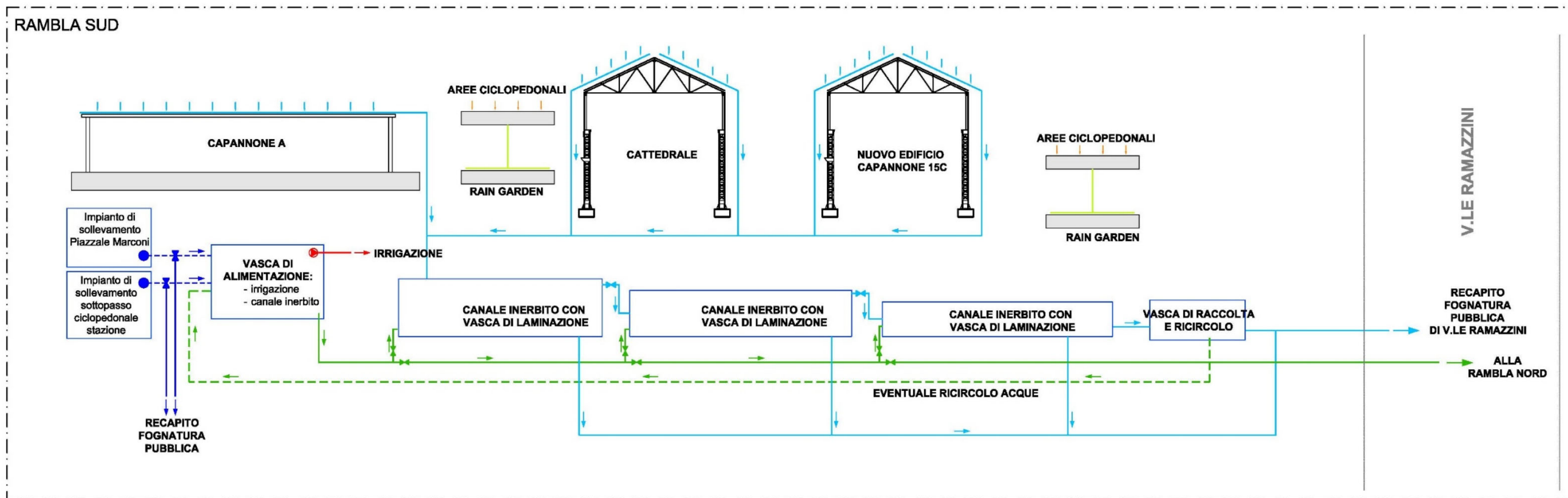


Fig. 13. Schema concettuale gestione acque – Rambla SUD

E DIMENSIONAMENTO RETE DI DEFLUSSO ACQUE METEORICHE

Tutte le superfici impermeabilizzate saranno dotate di opportune pendenze atte a drenare le acque meteoriche e/o di lavaggio verso i rispettivi manufatti di raccolta (caditoie, canaline, griglioni, rain gardens...).

In merito alle aree in oggetto, si prevede una riorganizzazione del comparto e delle superfici, in funzione delle opere in progetto, con suddivisione in aree di copertura, verdi e di viabilità.

Le quote dei piazzali e di scorrimento della fognatura, del sistema di accumulo e di infiltrazione quale recapito finale permettono la realizzazione di una rete interna a servizio delle acque di pioggia funzionante a gravità, con deflusso finale in fognatura pubblica (con eventuale laminazione in occasione di eventi meteorici intensi) senza la necessità di realizzare uno scarico finale con impianto di sollevamento.

Tutta la rete fognaria che raccoglie le acque è costituita da una serie di pluviali, caditoie, griglioni stradali, pozzetti di ispezione e da collettori aventi diametri, pendenze e caratteristiche costruttive variabili in funzione del tratto considerato.

La determinazione delle portate critiche, assunte quale elemento di calcolo per il dimensionamento delle condotte, è chiaramente funzione della superficie scolante (bacino imbrifero di riferimento) e dei relativi contributi idrici, correlati alle piogge intense adottate.

La quantificazione della portata critica che interessa il singolo tratto di canalizzazione comporta:

- la definizione del bacino imbrifero e della sua sezione scolante;
- la misura e la determinazione dei parametri geometrici del bacino;
- la definizione del tempo di corrivazione del bacino;
- la quantificazione dell'altezza di pioggia corrispondente al tempo di corrivazione;
- il calcolo della portata critica, applicando metodi consolidati.

In particolare, il tempo di corrivazione delle aree in esame, assai antropizzate, regimate e ritenute in parte impermeabili (aree asfaltate o cementate e coperture) è stato assunto, in modo empirico e cautelativo, pari a 10 minuti, intendendo con ciò che tutta la superficie del singolo sottobacino contribuisce, nel tempo indicato, alla formazione della corrente di piena nella sezione esaminata.

Una volta esaminati i bacini imbriferi e le rispettive aree risulta necessario individuare la quantità di pioggia critica; viene utilizzata la curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 20 anni.

$$h = a * t^n = 57,9 * t^{0.534}$$

dove:

- h rappresenta l'altezza di pioggia in mm;

- t rappresenta la durata dell'evento meteorico critico in ore;
- a e n sono i coefficienti caratteristici della curva, dipendenti dalle caratteristiche pluviometriche della zona e dal tempo di ritorno considerato.

Risulta possibile procedere alla determinazione delle portate idrauliche per il dimensionamento e la verifica delle sezioni significative. Le portate corrispondenti alle superfici scolanti individuate ed ai tempi di pioggia previsti, di seguito quantificate, vengono calcolate adottando il metodo cinematico:

$$Q = \frac{\Phi^* \varepsilon^* h^* A}{t_c}$$

dove:

- φ coefficiente di deflusso;
- ε coefficiente di laminazione/ritardo (valore che dipende dalle caratteristiche del bacino (superficie, pendenza dei versanti, sviluppo della rete idrografica, natura dei terreni, etc..), assunto cautelativamente pari a 1);
- t_c tempo di corrivazione.
- h altezza di pioggia determinata per il rispettivo tempo di corrivazione;
- A area scolante;

Il dimensionamento delle opere idrauliche viene sviluppato riferendosi alle formule che simulano l'andamento delle correnti idriche che percorrono i canali artificiali (di bonifica, di irrigazione, di fognatura, di navigazione interna).

Per una singola sezione idraulica si indica con:

- d diametro della condotta;
- h l'altezza del pelo libero, misurata rispetto al punto più depresso del suo contorno;
- A l'area della sezione trasversale occupata dal liquido;
- R il raggio idraulico corrispondente ad una data altezza h come il rapporto fra la sezione liquida A ed il suo contorno bagnato B ;
- i la pendenza di fondo del canale.

In condizioni di moto uniforme la velocità media V è legata alle caratteristiche dell'alveo (pendenza, scabrezza, forma della sezione trasversale) e della corrente (profondità, area della sezione liquida, raggio idraulico) dalla legge del moto uniforme, che di norma si esprime a mezzo della formula di Chézy

$$V = C * \sqrt{R * i}$$

nella quale si pone la pendenza "i" quale pendenza media dell'alveo considerato.

Per la determinazione del coefficiente di scabrezza C viene considerato il coefficiente di Gauckler-Strickler, utilizzando parametri "c" dedotti dalle tabelle di bibliografia o fornite dalle ditte produttrici dei collettori utilizzati (PVC, coefficiente pari a 120 m^{1/3}/s), adottando la formula:

$$Q = A V = A * C * \sqrt{R * i}$$

Nelle ipotesi fin qui esposte si è provveduto al dimensionamento/verifica della rete fognaria ancora da realizzare, variando il diametro fino a determinare le condizioni che consentono di smaltire la portata effluente dai bacini di monte e con velocità che non può essere superiore a quella prescritta dal costruttore per ciascun materiale (tipicamente 5 m/s per il PVC).

F DIMENSIONAMENTO VOLUMI DI LAMINAZIONE

I recenti e numerosi eventi pluviometrici intensi, che investono il paese e causano sempre più l'aumento del rischio idraulico e il verificarsi di alluvioni e allagamenti, hanno portato le amministrazioni regionali e locali alla definizione dei limiti allo scarico di acque meteoriche nella realizzazione di nuove impermeabilizzazioni, riassumibile nella richiesta di garantire l'invarianza idraulica. Questa, infatti, rappresenta il principio in base al quale, nella previsione di trasformazione dell'uso del suolo, si devono prevedere opportune azioni compensative tese a far sì che le massime portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto delle trasformazioni e recapitate nei corpi idrici recettori di valle, non risultino maggiori delle massime portate di deflusso meteorico preesistenti alla suddetta trasformazione.

L'applicazione del criterio si concretizza nella determinazione di volumi di invaso necessari a monte del recapito delle acque. Le vasche di laminazione, o casse di espansione, sono opere idrauliche che svolgono la funzione di immagazzinare i volumi d'acqua generati da eventi pluviometrici intensi e di modulare, nel tempo, il loro rilascio. Ciò consente di ridurre il valore di picco della portata nel recettore finale preservando il recapito idraulico dai fenomeni di esondazione, nel caso in esame della fognatura mista già presente.

Nel caso in esame, con rispetto del criterio citato fin dal 2014, i sistemi di laminazione progettati per regolare la portata in uscita si compongono di canali a cielo aperto; questi, come descritto nei capitoli precedenti, risultano dimensionati con un franco tale da permettere l'accumulo temporaneo delle acque di laminazione delle coperture degli edifici, con successivo scarico in fognatura, in occasione di eventi ordinari e di raccolta delle stesse in occasione di eventi intensi. Tutta la rete di raccolta delle acque meteoriche convoglia l'acqua, infatti, in condizioni tipiche, allo scarico finale, senza generale alcun aumento di tirante all'interno del canale. I sistemi di laminazione entrano in funzione quando la portata generata dall'evento meteorico supera i limiti imposti di capacità massima della rete di fognatura. Successivamente, esauritasi l'onda di piena, il volume di acqua invasato all'interno del sistema viene reimpresso nella rete fognaria, senza l'utilizzo di impianto di sollevamento.

La progettazione del volume di laminazione si fonda sulla determinazione del volume d'invaso W^* che consente di ridurre, con la minima capacità di invaso, la portata al colmo dell'evento critico di progetto di assegnato tempo di ritorno TR.

Alcuni metodi semplificati di calcolo consentono di valutare il volume di laminazione necessario per contenere la portata massima scaricata nei limiti prefissati. Considerando una portata in uscita dalla vasca di laminazione costante e una portata in ingresso variabile nel corso dell'evento meteorico critico, è possibile valutare il volume di invaso massimo necessario per il rispetto della portata scaricabile, senza generare criticità nell'area interna e nelle infrastrutture e viabilità adiacenti.

Nel caso in esame, si considerano i canali di laminazione per la gestione delle acque meteoriche di pertinenza delle coperture, come riportato nell'immagine successiva.

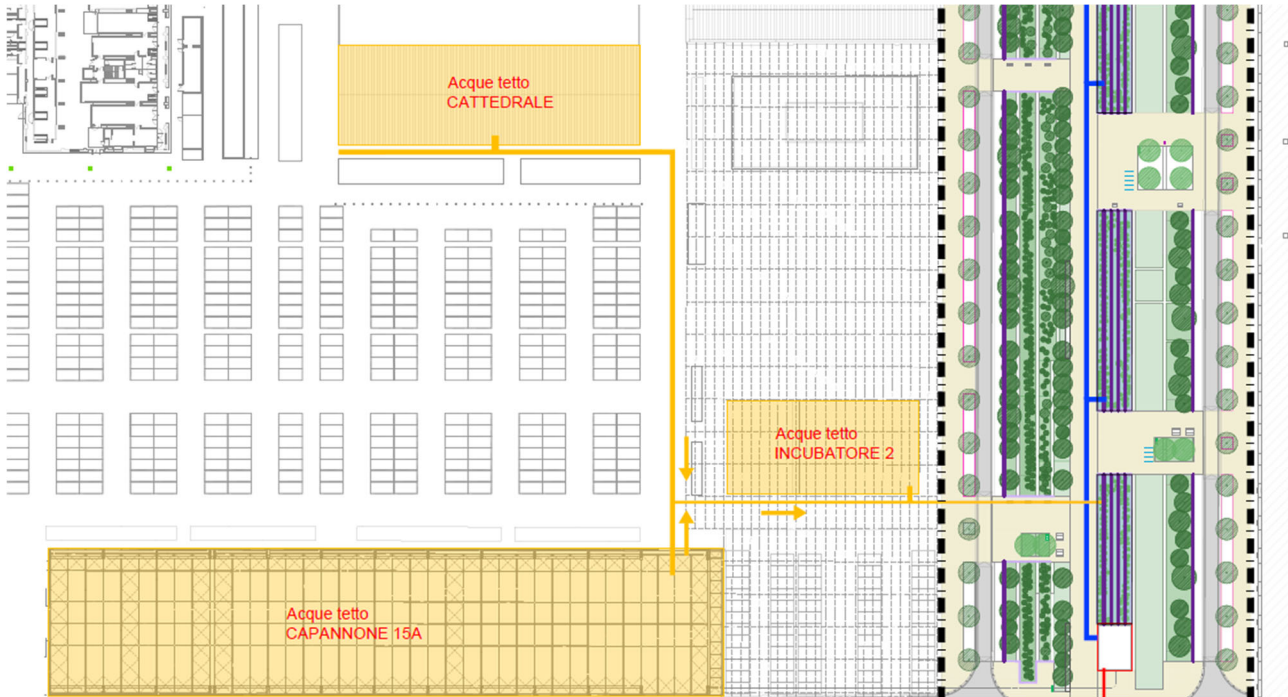


Fig. 14. Estratto planimetria reti fognarie: Rete di raccolta acque bianche da coperture

In particolare, considerando:

- area di progetto, pari a circa 6'800 m² per il totale delle coperture considerate;
- portata ammissibile allo scarico pari a 50 l/s per ettaro di superficie impermeabile;
- una curva pluviometrica con tempo di ritorno di 10 anni, con valori aggiornato rispetto alla curva considerata nello studio del 2014:

$$h = 41,8 \cdot t^{0,278}$$

si può applicare il metodo delle sole piogge, secondo il quale, cautelativamente, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa nell'invaso di laminazione è assimilabile un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia (ricavata dalla curva di possibilità pluviometrica) per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso. Con tale assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente, l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrato nel sistema è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

Con

- D durata dell'evento di pioggia;
- S superficie scolante del bacino;
- φ coefficiente di deflusso medio;
- a e n parametri della curva di pioggia adottata.

Fissata una portata specifica ammissibile allo scarico u_{lim} , nel caso in oggetto pari a 50 l/s per ettaro di superficie impermeabile, è possibile stimare il volume complessivamente uscito dal sistema nel corso della durata D :

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

Il volume contenuto nel sistema di laminazione, pertanto, è pari alla differenza tra volume complessivamente entrato e volume uscito ad un determinato tempo di pioggia; il dimensionamento del volume di laminazione prevede la stima della durata D del tempo critico di pioggia che massimizza il volume invasato. Il massimo volume DW è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{lim} \cdot D$$

Derivando rispetto alla durata D tale differenza, si ricava la durata critica D_w per l'invaso di laminazione:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

E il conseguente volume di laminazione

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w$$

Volendo suddividere i contributi dei singoli sub-bacini, si hanno i seguenti volumi di laminazione

	Area (m ²)	Coefficiente deflusso (-)	Area scolante (m ²)	Portata scaricabile (l/s)	Volume di laminazione (m ³)
Capannone 15A	4'500	0.9	4'050	20	105
Incubatore 2	850	0.9	765	4	20
Cattedrale	1'400	0.9	1'260	6	35

Fig. 15. Tabella indicante i volumi di laminazione

I volumi di laminazione richiesti risultano notevolmente garantiti dalla geometria del canale previsto; infatti, a fronte di un volume di acqua invasabile totale pari a 880 m³, 280 m³ risultano sempre disponibili per il contenimento dei volumi di laminazione, pertanto scaricati nelle successive ore all'evento meteorico per permettere l'invaso di ulteriore acqua per un eventuale evento meteorico intenso successivo. Tale volume, inoltre, tiene conto di un franco di 20 cm rispetto al piano campagna, a garanzia della capacità della rete di assorbire eventi meteorici con tempo di ritorno molto superiore rispetto a quanto considerato nel progetto e/o di eventuali ulteriori aree che verranno sviluppate nell'area delle Ex-Reggiane.

G INDICAZIONI IN FASE DI CANTIERE

Anche per quanto concerne la fase di cantiere dovrà essere posta particolare attenzione alla regimazione delle acque meteoriche, al fine di evitare problemi indotti da corrivamenti indesiderati, ristagni e infiltrazioni di acqua che possono causare instabilità delle aree.

In estrema sintesi, per quanto riguarda la componente ambiente idrico i possibili impatti generati in fase di cantiere sono da ricondursi essenzialmente ai seguenti fattori causali:

- interferenza con le falde acquifere, riconducibili alle sole fasi di scavo, realizzazione delle fondazioni e di installazione vasche/serbatoi, impianti sottosuolo;
- sversamenti accidentali, considerati comuni a tutte le fasi di cantiere.

Dovrà essere posta particolare attenzione alle possibili cause di inquinamento delle acque, sia superficiali che profonde, direttamente indotto dai cantieri. Ci si riferisce, ad esempio, a sversamenti di sostanze inquinanti (oli, benzine, scarichi, etc.) sui piazzali di lavoro e lungo i percorsi dedicati a mezzi meccanici, immissione di acque torbide, scarichi di acque nere prodotte dagli addetti di cantiere.

Per minimizzare tali rischi verranno adottati i seguenti accorgimenti in corrispondenza delle aree di cantiere:

- adozione di procedure di intervento in caso di sversamenti accidentali, procedure che prevedano l'immediato recupero del materiale, il suo allontanamento a presidi stabili e la bonifica dell'area contaminata;
- realizzazione di adeguati allacciamenti degli scarichi dei servizi del cantiere, se presenti, con messa in campo di idonei dispositivi di trattamento o contenimento;
- le aree per lo stoccaggio e/o il rifornimento di oli e carburanti e aree per la manutenzione ordinaria dei mezzi saranno scelte in aree già impermeabilizzate ed i rifornimenti saranno eseguiti alla presenza dell'operatore;
- le aree di stoccaggio materiali sono previste su aree pavimentate e coperte, con evidente minimizzazione delle acque meteoriche dilavanti;
- i rifiuti solidi saranno gestiti e smaltiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente: in particolare, saranno avviati a riciclaggio ove consentito e possibile, per il resto saranno conferiti in discariche autorizzate;
- il deposito dei rifiuti sarà effettuato servendosi di idonei contenitori che verranno posizionati in depositi temporanei e in modo tale da evitare il fastidio provocato da eventuali, sebbene poco plausibili, emanazioni insalubri e nocive, provvedendo poi al recapito nei punti di raccolta

autorizzati, secondo le normative vigenti. Si precisa che gli stessi saranno protetti dall'azione degli agenti atmosferici, onde evitare il dilavamento di sostanze inquinanti ad opera delle acque meteoriche. A titolo esemplificativo si ipotizza l'utilizzo di cassoni con coperchio;

- Le acque reflue industriali (es da lavaggio betoniere, lavar ruote, lavaggio delle macchine e delle attrezzature, ecc) eventualmente prodotte in fase di cantiere saranno smaltite secondo quanto previsto dalle vigenti normative di settore, ovvero gestite come rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs n. 152/2006 e ss.mm.ii.