

Delib. Giunta Reg. (Emilia Romagna) 18 dicembre 2006, n. 1860

Linee guida di indirizzo per la gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005

LA GIUNTA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Visti:

- il DLgs 3 aprile 2006, n. [152](#) “Normativa in materia ambientale”;
- la deliberazione della Giunta regionale n. [286](#) del 14 febbraio 2005 “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne”;

premessi:

- che ai sensi dell’[art. 113](#) del citato DLgs 152/06 – Parte Terza, le Regioni disciplinano le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate nonché la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne degli insediamenti;
- che con la deliberazione della Giunta regionale [286/05](#) sono state dettate disposizioni in merito ai seguenti aspetti:

- a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l’eventuale autorizzazione;
- c) i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari casi nei quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici; considerato che la deliberazione della Giunta regionale [286/05](#) prevede espressamente l’emanazione con successivo provvedimento di specifiche Linee guida attuative relative ai seguenti aspetti:
 - criteri/orientamenti interpretativi ed applicativi con particolare riferimento alla gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio dalle aree esterne degli insediamenti produttivi;
 - indicazioni metodologiche e tecniche per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in area urbana;
 - criteri di riferimento per la valutazione del carico inquinante delle acque di prima pioggia in aree urbane;
 - indicazioni tecnico-metodologiche per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento a quelle asservite alla rete viaria;

considerato inoltre:

- che nel novembre 2005 la Direzione generale Ambiente, Difesa del suolo e della costa ha intrapreso una iniziativa per predisporre le predette Linee guida attraverso uno specifico Gruppo di lavoro;
- che di tale Gruppo di lavoro hanno fatto parte le Province ed alcuni rappresentanti dell’ARPA, che attraverso i propri collaboratori hanno fornito un contributo fattivo all’elaborazione dei presenti indirizzi;
- che i competenti Servizi regionali hanno provveduto a redigere il documento “Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005, n. [286](#)”;

considerato altresì:

– che in ragione della complessità tecnica degli argomenti trattati e della molteplicità degli specifici indirizzi contenuti, la stesura del predetto documento ha richiesto tempi lunghi anche in relazione alla necessità di ricercare e valutare e la documentazione tecnico scientifica di supporto nonché svolgere gli approfondimenti necessari con i soggetti interessati per valutarne il grado di applicazione operativa;

– che il prolungarsi dei tempi di emanazione delle Linee guida in argomento ha ridotto notevolmente i margini di tempo disponibili per i titolari degli insediamenti soggetti alle disposizioni per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne, rispetto alla scadenza di adeguamento delle autorizzazioni allo scarico prevista dalla deliberazione della Giunta regionale [286/05](#) , fissata al 30 marzo 2007;

– che le Linee guida di cui trattasi costituiscono un indispensabile strumento tecnico di riferimento sia per i soggetti interessati chiamati a redigere i progetti di adeguamento alla citata deliberazione [286/05](#) , sia per gli operatori delle Province e dei Comuni tenuti a valutare la coerenza dei progetti medesimi ai fini del rilascio delle relative autorizzazioni allo scarico;

ravvisata la necessità di garantire ai soggetti interessati un periodo di tempo adeguato fra l’emanazione delle Linee guida e la scadenza del 30 marzo 2007 fissata dalla deliberazione [286/05](#) , al fine di mettere in condizioni gli operatori di predisporre la documentazione tecnica per la richiesta di autorizzazione allo scarico delle acque di prima pioggia, in coerenza con le predette Linee guida;

ritenuto pertanto congruo, per le motivazioni suddette, prorogare al 31 dicembre 2007 il termine fissato al Capitolo 8.2 – punto II della deliberazione della Giunta regionale [286/05](#) per la richiesta di autorizzazione allo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne degli insediamenti/stabilimenti esistenti; dato atto che il documento “Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005, n. [286](#) ”, contiene i criteri tecnici di riferimento e gli indirizzi operativi necessari a garantire in ambito regionale una applicazione omogenea delle vigenti disposizioni in materia di acque meteoriche di dilavamento;

dato atto infine del parere di regolarità amministrativa espresso dal Direttore generale Ambiente, Difesa del suolo e della costa e dal Direttore generale Agricoltura, ai sensi dell’art. 46, secondo comma, della L.R. 43/01 e della deliberazione di Giunta regionale 447/03;

su proposta dell’Assessore all’Ambiente e Sviluppo sostenibile;

a voti unanimi e palesi, delibera:

- 1) di prorogare al 31 dicembre 2007 il termine per la richiesta di autorizzazione allo scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne degli insediamenti/stabilimenti esistenti, fissato al Capitolo 8.2 – punto II della deliberazione della Giunta regionale 14 febbraio 2005, n. [286](#) “Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne”;
- 2) di approvare per le motivazioni espresse in premessa le “Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005, n. [286](#) ”, secondo il documento allegato che costituisce parte integrante del presente provvedimento;
- 3) di pubblicare il presente atto nel Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna.

FINALITA'

Le Linee Guida per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia, in seguito Linee Guida, contenute nel presente provvedimento sono emanate per il conseguimento delle seguenti finalità:

> Fornire orientamenti tecnici, criteri di riferimento e modalità operative agli operatori del settore (progettisti, tecnici delle Province e dei Comuni ed operatori degli Organi di controllo) per la

realizzazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia (opere di collettamento, manufatti di scarico e di trattamento).

> Garantire uniformità ed omogeneità di applicazione in ambito regionale delle disposizioni della deliberazione della Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. [286](#) "Direttiva concernete indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne – [art. 39](#) D.Lgs 11 maggio 1999 n. 152 come sostituito dall'[art. 113](#) del D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale", denominati in seguito rispettivamente "direttiva" e "nuovo decreto".

CONTENUTI

Le linee Guida in argomento sono articolate nei seguenti capitoli:

- > Criteri / orientamenti interpretativi ed esplicativi nell'applicazione della direttiva con particolare riferimento alla gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio dalle aree esterne degli insediamenti produttivi.
- > Indicazioni metodologiche e tecniche per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in area urbana (esempi di dimensionamento).
- > Criteri di riferimento per la valutazione del carico inquinante delle acque di prima pioggia in aree urbane.
- > Indicazioni tecnico – metodologiche per la scelta e la progettazione dei sistemi di gestione delle acque di prima pioggia da altre condotte separate con particolare riferimento alla rete viaria.

DEFINIZIONI

Con riferimento alla terminologia normalmente in uso in questo ambito di attività e riportata nel testo della direttiva, si forniscono le seguenti definizioni esplicative:

- a) Acque di lavaggio: acque comunque approvvigionate (attinte o recuperate) utilizzate per il lavaggio delle superfici scolanti di cui alla lettera e) e qualsiasi altra acqua non di origine meteorica che interessi direttamente o indirettamente dette superfici;
- b) Evento meteorico: una o più precipitazioni atmosferiche, anche tra loro temporalmente distanziate, di altezza complessiva almeno pari a 5 mm, che si verificano o si susseguano a distanza di almeno 72 ore da un precedente e analogo evento;
- e) Superficie scolante: l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra superficie scoperta alle quali si applicano le disposizioni previste dalla direttiva di cui alla deliberazione della Giunta regionale n. [286/2005](#) ;
- d) Acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento dei tetti, delle pensiline e dei terrazzi degli edifici e delle installazioni;
- e) Coefficiente di afflusso (alla rete): coefficiente per il calcolo del volume di acque di prima pioggia derivante dalla superficie scolante
- f) Acque reflue di dilavamento: acque meteoriche di dilavamento derivanti da superfici scolanti nelle quale il dilavamento permane per la durata dell'evento meteorico. Esse si qualificano a tutti gli effetti come "acque di scarico" (CASO 2 - Paragrafo 8.1 della Direttiva)

Con riferimento al coefficiente di afflusso, di cui alla precedente lettera e), esso può assumere i seguenti valori:

- 1 per le superfici impermeabili;
- 0.3 per le superfici permeabile di qualunque tipo contigue alle precedenti, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

A titolo esemplificativo sono riportati ulteriori valori utilizzati nella corrente pratica progettuale:

Coefficiente di afflusso	Superficie
0,9	argilla cotta e smaltata

0,8	cemento o ardesia
0,3	ghiaia
0,3	stabilizzato

I. ORIENTAMENTI INTERPRETATIVI ED ESPLICATIVI RELATIVI AL PARAGRAFO 8 DELLA DIRETTIVA N. 286/2005 (Aree esterne da attività commerciali e/o di produzione di beni)

A.1 Criteri di esclusione totale delle superfici impermeabili scoperte dall'ambito di applicazione della direttiva

I. Per gli insediamenti/stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni/servizi dotati di una superficie esterna impermeabile e scoperta, il primo criterio di esclusione dagli obblighi di gestione delle acque di prima pioggia o di lavaggio derivanti dalla predetta superficie è quello previsto al punto 8.1.1 - III, lettera C della direttiva, ossia tale superficie deve essere destinata esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, compresi quelli a servizio dell'attività dell'azienda, nonché al transito degli automezzi anche pesanti connessi alle attività svolte.

Per aree destinate a parcheggio di notevole estensione, resta salva la facoltà delle Province, in riferimento alle esigenze di tutela/salvaguardia degli usi specifici delle acque dei corpi idrici significativi e di interesse, previsti dagli strumenti di pianificazione locale, di prescrivere sistemi di gestione delle acque di prima pioggia.

II. Inoltre sono da ritenersi esclusi dagli obblighi di gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne anche gli insediamenti /stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni dotati di superfici impermeabili scoperte adibite esclusivamente al deposito dei prodotti finiti e delle materie prime, connessi all'attività dello stabilimento, eseguito con modalità e tipologie di protezione tali da evitare oggettivamente il dilavamento delle acque meteoriche (ad esempio: materiale completamente protetto da imballaggi, strutture / sistemi di protezione, ecc.).

III. Per le situazioni non riconducibili alle casistiche indicate ai precedenti punti I e II, la possibilità di esclusione dall'ambito di applicazione della direttiva può prevedersi soltanto nel rispetto delle condizioni previste al successivo paragrafo A 2, punto 3 lettera c)

A.2 Percorso di valutazione dei fenomeni di dilavamento delle superfici impermeabile scoperte

Per gli insediamenti / stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni diversi da quelli del punto A.1 dotati di superfici impermeabili scoperte adibite allo svolgimento di attività / fasi di lavorazioni o altri usi specifici, per le quali vi sia la possibilità di dilavamento attraverso le acque meteoriche di sostanze pericolose o di sostanze che possono influenzare la qualità delle acque superficiali o sotterranee nonché del suolo, il percorso di valutazione per la gestione di tali acque deve tener conto dei seguenti aspetti:

1. Verifica del corretto dimensionamento/funzionamento della rete fognaria delle acque meteoriche interna all'insediamento

L'esigenza è quella di valutare l'ottimale funzionamento del rete fognaria a servizio delle superfici impermeabili scoperte, soprattutto in condizioni di portate di pioggia elevate, e dell'eventuale influenza di aree limitrofe soggette ad erosione che possono recapitare in dette superfici.

Per la verifica del corretto dimensionamento delle condotte della rete fognaria occorre valutare la portata meteorica massima di un evento tipo.

Ne consegue:

$$Q_{MET\ MAX} (l/s) = Q_{S\ MAX} * S_{TOT} / 10.000$$

dove:

$Q_{MET\ MAX}$ portata meteorica massima prevista in l/s

$Q_{S\ MAX}$ portata meteorica max con tempo di ritorno 10 anni in l/s*ha;

S_{TOT} superficie tot. interessata in m²

In relazione ai valori di $Q_{MET\ MAX}$ saranno dimensionati i diametri delle condotte tenendo conto che solitamente per la rete principale si considera di norma una velocità massima di 1.2 m/s.

2. Verifica del corretto ed ottimale recapito delle acque meteoriche di dilavamento e/o del parziale riutilizzo interno all'insediamento

Si tratta di valutare l'effettiva disponibilità di corpi idrici recettori rispetto all'ubicazione dello scarico delle acque meteoriche di dilavamento; in linea generale per le "acque di prima pioggia" o le "acque reflue di dilavamento" il recapito, per quanto possibile, seguirà il seguente ordine preferenziale:

- Rete fognaria, nel rispetto delle prescrizioni delle norme regolamentari del gestore del servizio idrico integrato o di altro gestore del servizio di fognatura;
- Corpo idrico superficiale nel rispetto dei livelli di trattamento previsti dalla direttiva nel caso delle acque di prima pioggia, dei valori limite di emissione di cui all'Allegato 5 parte terza del nuovo decreto nel caso delle acque reflue di dilavamento;
- Suolo o negli strati superficiali del sottosuolo nelle zone non direttamente servite da rete fognaria o non ubicate in prossimità di corpi idrici superficiali, previa valutazione da parte dell'Autorità competente dell'eccessiva onerosità di utilizzare tali recapiti. Nel caso di scarico sul suolo delle acque reflue di dilavamento sono fatti salvi i divieti di cui al punto 2.1 Allegato 5 parte terza del nuovo decreto ed il rispetto dei valori limite della tabella 4 del predetto Allegato, come sostituito dal medesimo allegato contenuto nella parte terza del nuovo decreto.

Lo scarico delle acque di seconda pioggia o delle acque meteoriche derivanti da superfici non suscettibili di essere contaminate in modo significativo (coperture dei fabbricati, aree impermeabili/semipermeabili non soggette a nessun uso/attività specifica ovvero escluse dall'ambito di applicazione della direttiva), segue il seguente ordine preferenziale:

- Rete fognaria separata (rete bianca) nelle zone servite direttamente da questo servizio;
- Suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, ove possibile in relazione alle caratteristiche del suolo;
- Nella rete idrografica, nel rispetto di eventuali prescrizioni a salvaguardia di possibili rischi idraulici.

Fermo restando che il riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento all'interno dell'insediamento non è soggetto alle disposizioni di cui al Decreto n. [185/2003](#), detta possibilità deve essere valutata sia in relazione alle caratteristiche chimico - fisiche e biologiche che sono richieste per gli usi previsti, sia alla tipologia di trattamenti da effettuare.

In linea generale possono essere previsti i seguenti riutilizzi:

- come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per cicli termici dei processi industriali (ad esclusione degli usi che ne comportano un contatto con prodotti alimentari);
- come fluido per il trasporto idraulico, il trattamento dei fumi, il controllo delle polveri, il lavaggio di mezzi meccanici o di trasporto;
- riutilizzo delle acque meteoriche non contaminate (ad es. dai pluviali) per l'irrigazione delle aree verdi aziendali, o all'interno delle cassette di flussaggio.

La scelta di attivare un impianto di riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento non contaminate in modo significativo (ad esempio di seconda pioggia) deve essere effettuata in stretto

raccordo con le Autorità competenti ed il gestore del servizio idrico integrato anche ai fini di porre in essere le possibili procedure di incentivazione previste dall'art. 99 del nuovo Decreto e dalle disposizioni del Piano di Tutela delle Acque (approvato con atto n. 40 del 21 dicembre 2005 dall'Assemblea Legislativa regionale).

In sede di progettazione è opportuno prevedere un programma di pretrattamento delle acque meteoriche accompagnato da uno specifico protocollo di controllo delle caratteristiche qualitative.

3. Valutazione dell'ottimale utilizzo della superficie impermeabile scoperta dell'insediamento

L'esigenza è quella di attivare, da parte del titolare dell'insediamento, un percorso di revisione razionalizzazione delle modalità di utilizzo delle superfici impermeabili scoperte per conseguire i seguenti obiettivi specifici:

a) riduzione delle superfici scoperte impermeabili soggette alle disposizioni della direttiva, con la possibilità di richiederne la parziale esclusione.

A tal fine, a fronte della delimitazione delle diverse subaree destinate alle varie attività soggette a rischio di dilavamento (fasi di lavorazioni, depositi di materie prime / scarti / rifiuti, aree di carico / scarico, aree / piazzali interessate dalla movimentazione dei materiali) e di quelle non interessate da tale rischio, sono definiti in modo univoco i criteri / modalità di separazione delle due tipologie di superfici e delle rispettive reti fognaria ad esse asservite.

Nel rispetto delle condizioni suddette, in sede di richiesta di autorizzazione allo scarico, i soggetti interessati possono richiedere all'Autorità competente la riduzione della superficie scolante da assoggettare alle disposizioni della direttiva. Detta richiesta deve essere adeguatamente motivata e accompagnata da idonea documentazione.

b) Riduzione significativa dei volumi di acque meteoriche da gestire come "acque di prima pioggia" o "acque reflue di dilavamento"

Qualora le valutazioni di cui alla precedente lett. a) abbiano determinato la scelta di effettuare interventi di parzializzazione della superficie scolante e della rete fognaria, l'area individuata come non soggetta alle disposizioni della direttiva, dotata di proprie canalizzazioni di raccolta delle acque meteoriche indipendenti e separate da quelle a servizio della restante superficie scolante, viene esclusa dal computo del volume di acque di prima pioggia.

Una ulteriore riduzione dei volumi può essere conseguita operando interventi di raccolta separata delle acque meteoriche non contaminate dei tetti, tettoie e simili che consenta il loro recapito nella rete delle acque di seconda pioggia ovvero lo scarico in loco ad esempio sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.

e) Esclusione delle superfici scoperte impermeabili soggette alle disposizioni della direttiva.

Qualora il titolare dell'insediamento / stabilimento presenti all'Autorità competente un piano di gestione dalle aree impermeabili scoperte soggette al deposito di materiali, con il quale sia documentato che nel corso dello svolgimento delle normali attività non possono derivare pericoli di contaminazione delle relative superfici scolanti tali da provocare l'inquinamento delle acque di prima pioggia, dette superfici possono essere escluse dalle disposizioni della direttiva. Il predetto piano, fra l'altro, conterrà una dettagliata descrizione delle modalità organizzativo-gestionali e degli accorgimenti tecnici o strutturali predisposti o che si intendono predisporre per evitare la contaminazione delle acque di prima pioggia.

L'Autorità competente, pur accogliendo il piano di gestione suddetto, può prescrivere periodiche verifiche volte ad accertare ogni possibile situazione di rischio (ad esempio la realizzazione di un pozzetto di campionamento sulla rete delle acque meteoriche sottesa alla superficie scolante)

4. Individuazione dello specifico ambito di applicazione della direttiva.

A seguito delle verifiche di cui ai precedenti punti 1- 2 - 3 e delimitata la superficie scolante dell'insediamento / stabilimento che da' origine ad acque meteoriche di dilavamento contaminate, occorre collocare correttamente la gestione di tali acque all'interno dei criteri applicativi previsti dalla direttiva e delle due casistiche di seguito descritte.

4.1 - CASO 1 - ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Tale casistica fa riferimento alle seguenti condizioni operative:

1. Il dilavamento delle superfici impermeabili scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono ovvero agli usi previsti, può ritenersi completato o esaurito nell'arco di tempo definito per la valutazione delle acque di prima pioggia (15 minuti).

2. La condizione di cui al precedente punto 1 è da ritenersi in genere soddisfatta quando sono stati adottati gli accorgimenti e le misure atte ad evitare / contenere, durante il periodo di pioggia, il dilavamento delle zone nelle quali si svolgano fasi di lavorazione o attività di deposito / stoccaggio di materie prime / scarti o rifiuti. Rientrano in questo ambito, ad esempio la realizzazione di bacini di contenimento, di sistemi di protezione / coperture delle subaree dove vengono svolte le operazioni di accumulo / deposito suddette nonché l'adozione di modalità operative/gestionali finalizzate a prevenire / contenere i fenomeni di dilavamento.

In queste condizioni si procederà secondo le seguenti modalità operative:

a) Separazione, attraverso opportuni sistemi di raccolta, delle acque di prima pioggia derivanti dalla superficie scolante da quelle di seconda pioggia ed invio di queste ultime direttamente allo scarico terminale;

b) Calcolo del volume di acque di prima pioggia e dimensionamento del relativo sistema di accumulo (vasca di prima pioggia) / trattamento secondo le indicazioni di cui al successivo capitolo A.3, ovvero, in alternativa, dotare il sistema di raccolta di idonei dispositivi (deviatori di flusso) che consentono l'invio della portata di (punta) della prima pioggia (Q_{1PIOGG-A}) nella fognatura aziendale delle acque reflue (industriali o domestiche), qualora la stessa recapiti nella rete fognaria del gestore del servizio idrico integrato o di altro gestore del servizio. Detta portata è definita secondo la seguente espressione:

$$Q_{1PIOGGIA} \text{ (m}^3 \text{ /h)} = V_{1PIOGGIA} \text{ (m}^3 \text{)} / 0.25 \text{ (h)}$$

dove:

V_{1PIOGGIA} volume prima pioggia in m³

0.25 fattore di conversione dei 15 minuti definiti come "prima pioggia" in ore.

c) Convogliare nelle 48 - 72 ore successive all'ultimo evento meteorico le acque di prima pioggia raccolte della vasca di accumulo nella rete fognaria del gestore del servizio idrico integrato o di altro gestore del servizio, ovvero, in alternativa, sottoporle a trattamento dedicato di sedimentazione e disoleatura per l'abbattimento dei solidi sedimentabili e degli idrocarburi ai fini del loro recapito in corpo idrico superficiale. Per il dimensionamento dei predetti sistemi si rimanda ai criteri riportati al successivo capitolo A. 3.

Resta inteso che il trattamento suddetto può essere effettuato anche attraverso l'impianto di depurazione delle acque reflue industriali a servizio dello stabilimento, qualora lo stesso risulti adeguato, per tipologia e/o capacità depurativa o idraulica, al trattamento delle acque di prima pioggia.

Le richiamate modalità operative sono attuate, fatti salvi i seguenti presupposti tecnico - amministrativi previsti per le diverse tipologie dei corpi recettori:

d) Rete fognaria - Rispetto delle prescrizioni e delle norme regolamentari emanate dal gestore del servizio idrico integrato o da altro gestore del servizio, nel caso in cui le acque di prima pioggia e quelle di seconda pioggia siano scaricate in rete fognaria unitaria o separata.

Nei sistemi fognari di tipo separato dette prescrizioni possono riguardare anche le modalità di scarico delle acque di prima e seconda pioggia rispettivamente nella "rete nera" e nella "rete bianca".

In presenza di rete fognaria di tipo separata, fatti salvi eventuali divieti / limitazioni dettati dalle

predette norme regolamentari, qualora sia richiesto dalle esigenze di funzionalità idraulica della rete nera (assenza di capacità residua), è ammesso lo scarico delle acque di prima pioggia nella rete bianca previo trattamento ai sensi della direttiva.

Per i medesimi motivi di funzionalità idraulica analoghe prescrizioni possono essere dettata anche nel caso di sistemi fognari unitari, con particolare riferimento alla possibilità di smaltire le acque di seconda pioggia in loco (sul suolo) o in corpo idrico superficiale.

e) Corpo idrico superficiale - Sottoporre le acque di prima pioggia prima dello scarico diretto nei predetti corpi idrici ai trattamenti previsti richiamati alla precedente lettera e), previa separazione da quelle di seconda pioggia che sono recapitate direttamente nel recettore. I trattamenti adottati dovranno garantire, nelle normali condizioni di esercizio, rese di abbattimento in linea con i più recenti dati di letteratura. A tal fine le Province possono prescrivere autocontrolli specifici a carico del titolare dello scarico.

f) Suolo / strati superficiali del sottosuolo - Per le acque di prima pioggia valgono le disposizioni di cui alla precedente lettera e), fatte salve, sia le indicazioni richiamate al precedente punto 2 sulla scelta dei corpi recettori, sia le eventuali limitazioni / prescrizioni previste dall'art. 94 del nuovo decreto nonché delle disposizioni regionali attuative. Fatto salvo il divieto di scarico (diretto) delle acque meteoriche nelle acque sotterranee di cui all'art. 113 del nuovo decreto e delle disposizioni dettate al capitolo 9 della direttiva, per le acque di seconda pioggia sono da privilegiare sistemi di smaltimento in loco mediante lo scarico sul suolo/strati superficiali del sottosuolo.

Il titolare dell'insediamento esistente redige il progetto di adeguamento secondo le indicazioni suddette esplicitando in particolare i criteri adottati per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento: casistica di appartenenza, riduzione della superficie scolante da gestire, ecc. Entro il termine previsto (v. succ. par. 5) o alla scadenza dell'autorizzazione allo scarico delle acque reflue (domestiche o industriali) se antecedente a tale termine, il titolare dell'insediamento provvede a richiedere l'autorizzazione allo scarico in conformità alle nuove disposizioni, sulla base del progetto di adeguamento sopra richiamato.

4.2 - CASO 2 - ACQUE DI REFLUE DI DILAVAMENTO

Tale casistica fa riferimento alle seguenti condizioni operative:

1. Il dilavamento delle superfici scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia bensì si protrae nell'arco di tempo in cui permangono gli eventi piovosi.

2. La condizione di cui al precedente punto 3 si realizza quando non sono state adottate le misure atte ad evitare / contenere, durante il periodo di pioggia, il dilavamento delle zone nelle quali si svolgano fasi di lavorazione o attività di deposito/stoccaggio di materie prime/scarti o rifiuti. A titolo esemplificativo rientrano in questo ambito particolari lavorazioni che per loro natura non possono essere svolte di norma in ambienti chiusi o per le quali non risulta fattibile (in termini tecnico economici o organizzativo gestionali) eseguire interventi di protezione dalle acque di pioggia ovvero le operazioni per loro natura tipicamente "sporcanti" (ad esempio l'autodemolizione).

In queste condizioni si dovrà procedere secondo le seguenti modalità operative:

a) Valutazione, attraverso specifici approfondimenti della concreta possibilità di ridurre il quantitativo delle "acque reflue da dilavamento" da sottoporre a trattamento nonché limitarne il carico inquinante. In questo ambito possono rientrare interventi di frazionamento delle rete di raccolta a servizio della superficie scolante in modo da delimitare una zona più ristretta dove concentrare le operazioni/attività all'aperto. In tal modo, la restante superficie scolante potrebbe rientrare nella casistica precedente (CASO 1 ecc.).

b) Calcolo della portata di acque reflue di dilavamento, valutazione delle caratteristiche qualitative e del carico inquinante associato, scelta della tipologia di impianto di trattamento e suo dimensionamento.

Ai fini del calcolo delle predette portate si rimanda a quanto previsto al precedente punto I.

In ragione delle caratteristiche qualitative di tale acque le fasi di depurazione, oltre ai classici pretrattamenti, potranno prevedere:

- Trattamenti chimico - fisici per l'abbattimento mediante coagulazione/flocculazione dei solidi sospesi non sedimentabili;
- Disoleatura / flottazione per la rimozione di idrocarburi/oli minerali e grassi; - Filtrazione per la rimozione di eventuali solidi sospesi residui

Resta inteso che il trattamento delle acque reflue di dilavamento può essere conseguito attraverso l'impianto di depurazione delle acque reflue industriali a servizio dello stabilimento qualora si verifichi che lo stesso risulti adeguato a tale scopo, per tipologia e/o capacità depurativa o idraulica. Con riferimento ai presupposti tecnico - amministrativi da tenere presente nell'attuare dette modalità operative, valgono le indicazioni fornite al precedente punto 4. 1, lettere d), e) ed f). Resta inteso che ai fini dello scarico diretto in corpo idrico superficiale essendo tali acque reflue equiparate a tutti gli effetti a quelle industriali, dovranno essere conformi ai valori limite di emissione previsti dall'Allegato 5 parte terza nuovo Decreto.

Nell'ambito delle limitazioni e dei divieti di cui all'art.103, comma 1 lettera c), lo scarico sul suolo deve essere conforme ai valori limite di cui alla tabella 4 dell'Allegato 5 e nel rispetto delle condizioni dettate al punto 2 dello stesso allegato.

Per quanto attiene la redazione del progetto di adeguamento e la relativa tempistica valgono le indicazioni fornite al precedente punto 4.1, fermo restando che per lo scarico in corpo idrico superficiale dovrà essere specificatamente documentato il dimensionamento dell'impianto di trattamento dedicato ovvero, in alternativa, la valutazione di adeguatezza dell'impianto di depurazione delle acque reflue industriali nel caso si preveda il convogliamento delle acque reflue di dilavamento nello stesso impianto.

4.3 - PRECISAZIONI APPLICATIVE PER PARTICOLARI SETTORI DI ATTIVITA'

Fermo restando gli indirizzi riportati ai precedenti punti 3, 4.1 e 4.2 circa le modalità di valutazione dei fenomeni di dilavamento delle acque meteoriche sulle superfici scolanti degli insediamenti / stabilimenti, di seguito vengono fornite ulteriori indicazioni operative per i seguenti settori di attività :

A Cantieri di lavoro / Edili connessi alla realizzazione di infrastrutture viarie o di trasporto
Per queste tipologie di attività assume rilevanza la corretta individuazione / delimitazione della superficie impermeabile scoperta da assoggettare alle disposizioni della direttiva. In linea generale, salvo valutazioni diverse derivanti dall'analisi dei singoli siti, si ritiene che dette superfici siano da ricondursi alle sole aree impermeabili dei centri operativi dove si svolgono attività di preparazione di prefabbricati, del conglomerato cementizio o altri prodotti specifici connessi all'attività di cantiere.

Il titolare dell'opera sarà il soggetto responsabile degli interventi per il contenimento dell'inquinamento dovuto alle acque di prima pioggia. Tali opere avranno carattere temporaneo e cioè saranno legate alla durata dei lavori.

Per la realizzazione di tali interventi l'applicazione della presente direttiva si intende riferita ai cantieri i cui lavori inizieranno dopo il 31 Dicembre 2007.

Per quanto riguarda invece i cantieri edili connessi alla realizzazione di progetti assoggettati a VIA o procedura di screening sono già tenuti a prevedere misure di mitigazione dell'inquinamento da acque di pioggia, gli stessi sono da ritenersi conformi alle disposizioni della direttiva.

B Attività estrattiva / Impianti di cava

Ai fini della corretta applicazione della direttiva, anche in questo ambito, occorre distinguere le aree dove sono ubicati gli impianti di frantumazione / lavaggio dei materiali estratti dalle aree dove effettivamente si svolge l'attività estrattiva (ghiaia / sabbia, argilla, roccia, ecc.). In linea generale si ritiene che nel primo caso vi siano i presupposti per l'applicazione delle presenti disposizioni sulla

base della corretta individuazione / delimitazione della superficie scolante interessata, mentre nel secondo caso sia coerente prevederne l'esclusione. In quest'ultimo caso, infatti, trattasi di aspetti connessi alla regimazione delle acque meteoriche che "dilavano" in condizioni naturali una superficie di suolo: le eventuali prescrizioni legate ad esigenze di difesa del suolo saranno inserite nel piano di coltivazione e progetto di sistemazione della cava.

C Allevamenti zootecnici

Per queste attività, in particolare gli allevamenti bovini e suini, le vigenti disposizioni in materia di utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento (Circolare del DG Ambiente del 19 aprile 1996 n. 2645 e deliberazione della GR 13 ottobre 1999 n. [1853](#)) prevedono che le acque meteoriche che dilavano le superfici scoperte impermeabili (paddock in cemento, concimaie scoperte, tettoie, ecc.) siano raccolte e convogliate nei sistemi di stoccaggio dei liquami prodotti dall'allevamento.

Le modalità di gestione delle acque meteoriche qualora attuate secondo le predette disposizioni sono da ritenersi conformi ai principi fissati dalla direttiva. Nel caso siano presenti superfici impermeabili scoperte non ricomprese nella gestione degli effluenti di allevamento che possono dare origine ad acque meteoriche di dilavamento contaminate (ad esempio aree di carico e scarico), il titolare dell'allevamento provvederà ai necessari adeguamenti.

5. Tempistica di adeguamento / Competenze amministrative

Come indicato al Capitolo 8.2 della direttiva e richiamato ai precedenti punti 4.1 e 4.2, il titolare dell'insediamento / stabilimento che dispone di una superficie impermeabili scoperta dalla quale può avere origine acque meteoriche di dilavamento, una volta redatto il progetto di adeguamento secondo i criteri tecnici richiamati in precedenza, provvede a richiedere l'autorizzazione allo scarico in conformità alla direttiva nei termini seguenti:

- Entro il 31 Dicembre 2007 oppure:
- Alla scadenza dell'autorizzazione allo scarico delle acque reflue domestiche o industriali se antecedente a tale termine.

La richiesta è formulata al Comune nel caso tali acque siano scaricate in rete fognaria; qualora lo scarico abbia recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo l'istanza di autorizzazione è presentata alla Provincia.

Per gli insediamenti/stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni, che producono esclusivamente scarichi di acque reflue domestiche, le competenze del Comune sono esercitate anche nel caso in cui la condotta di scarico delle predette acque sia utilizzata anche per il recapito delle acque di prima pioggia o delle acque reflue di dilavamento.

Eseguite le verifiche circa conformità alle condizioni / prescrizioni fissate dalla direttiva, la Provincia rilascia il provvedimento di autorizzazione allo scarico in corpo idrico superficiale o sul suolo delle acque di prima pioggia o delle acque reflue di dilavamento; con il medesimo provvedimento è prescritto il tempo massimo entro il quale gli interventi di adeguamento devono essere completati.

Analoghe verifiche sono eseguite dal Comune, con particolare riferimento allo scarico in rete fognaria separata ed al rispetto delle norme e prescrizioni regolamentare dettate al gestore del servizio, compreso il rilascio del provvedimento di autorizzazione se previsto. La tipologia degli interventi da realizzare per la gestione delle acque di prima pioggia/di lavaggio o delle acque reflue di dilavamento è definita nell'ambito del predetto provvedimento o di quello relativo alle altre acque reflue (domestiche / industriali o assimilate)

Resta inteso che i tempi di realizzazione degli interventi di adeguamento dovranno essere congrui, tenendo conto della natura / consistenza e complessità dell'intervento, anche in relazione alla possibile incidenza sulle normali condizioni di gestione degli impianti e dello svolgimento delle - attività nonché delle specifiche caratteristiche dell'area oggetto di intervento.

6. Autorizzazioni in essere alla data di entrata in vigore della direttiva

Le autorizzazioni allo scarico delle acque meteoriche di dilavamento rilasciate in data antecedente al 30 marzo 2005 dalle Province o dai Comuni agli insediamenti / stabilimenti che rientrano nell'ambito di applicazione della direttiva, mantengono la validità fino alla scadenza prevista: in sede di rinnovo i medesimi enti potranno provvedere a richiedere, se necessario, l'adeguamento alle disposizioni introdotte dalla direttiva.

A.3 Esplicitazione di alcuni criteri tecnici e parametri dimensionali dei sistemi di accumulo e trattamento delle acque di prima pioggia - Descrizione di alcuni casi - tipo.

1 - SISTEMI / VASCHE DI ACCUMULO

Rappresentano la soluzione ottimale per superfici scolanti impermeabili medio-grandi al di sopra di 1000 m² circa, in quanto consentono di rispettare in modo rigoroso e controllato le prescrizioni delle norme di legge.

Tali bacini di accumulo possono essere costituiti da serbatoi interrati in cemento armato, muratura o altro materiale, e sono idonee a stoccare entro pareti impermeabili il volume di acque meteoriche corrispondente alle acque di prima pioggia, con possibilità di svuotamento differito nella rete di fognatura o di invio al trattamento.

Tali manufatti devono rispettare le seguenti prescrizioni minime:

- Capacità di accumulo fino al volume calcolato per le acque di prima pioggia;
- Sfiore continuo e indisturbato delle acque di seconda pioggia che possono essere direttamente inviate al corpo ricettore;
- Svuotamento in fognatura entro 48-72 ore dalla fine della precipitazione, mediante pompaggio o a gravità, oppure invio al trattamento e successivamente al corpo idrico ricettore.

Gli stessi manufatti, come detto, possono essere realizzati in cemento armato oppure, in taluni casi, è possibile ricorrere a bacini naturali impermeabilizzati che opportunamente dimensionati possono anche assolvere al ruolo di sistemi di trattamento.

Con riferimento ai manufatti realizzati in cemento armato, è possibile distinguere, in linea generale, le seguenti parti essenziali:

A – sezione d'ingresso

All'ingresso della vasca una particolare valvola o paratoia ha il compito di impedire, una volta stoccate le acque di prima pioggia, l'immissione di ulteriori portate, così da impedire il mescolamento tra di esse.

E' necessario realizzare un pozzetto selezionatore, a monte della vasca di accumulo, che abbia la funzione di convogliare le acque di prima pioggia nella vasca di accumulo e, in seguito, le rimanenti direttamente nel recapito finale.

In ogni caso detti manufatti devono essere realizzati in modo da garantire il convogliamento al sistema di accumulo / trattamento anche delle acque di lavaggio eventualmente utilizzate per le operazioni di pulizia della superficie scolanti, sia nelle normali condizioni operative che nel caso si verificano sversamenti accidentali di liquidi dei piazzali. Dette condizioni possono essere garantite mantenendo la valvola di accesso alla vasca di accumulo normalmente aperta. Nel caso di stabilimenti particolarmente a rischio di sversamenti può prevedersi un franco di sicurezza aggiuntivo (5%) al volume della vasca di accumulo delle acque di prima pioggia per contenere eventuali sversamenti che possono verificarsi a vasca piena.

B – sezione di accumulo

In questa zona si accumula il volume di prima pioggia proveniente dalla tubazione d'ingresso. Il dimensionamento delle vasche di prima pioggia è strettamente legato alla valutazione del volume di accumulo, che è funzione solo delle superfici scolanti a monte.

Il calcolo, peraltro molto semplice, prevede l'applicazione della seguente formula:

$$V=Sxh$$

in cui:

V: volume utile della vasca [m³] tale volume è quello compreso fra il livello di minima e il livello di massima della sezione di accumulo, riferito all'area di base della stessa vasca

S: superficie scolante impermeabile servita dalla rete di drenaggio [m²]

h: altezza di pioggia distribuita sull'intera superficie scolante [m] come indicato nella Direttiva Regione Emilia-Romagna concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne del 14 Febbraio 2005, n. [286](#) la frazione di prima pioggia di ogni evento meteorico è 5 mm.

Caratteristiche costruttive di una vasca tipo di accumulo

[\[...\]](#)

Il volume di accumulo deve essere compreso fra un livello di minimo, sempre presente} in vasca, necessario per garantire l'immersione e l'innesco delle eventuali pompe di sollevamento, e un livello massimo, pari alla quota di fondo tubo del condotto in entrata. La forma e le dimensioni della camera di accumulo per un dato volume possono essere assai diverse, poiché devono tenere conto di eventuali condizionamenti dovuti allo spazio disponibile, alla natura dell'area, ecc. E' opportuno che il fondo della vasca sia leggermente in pendenza, e che le pareti siano raccordate ad esso da smussi, in modo da limitare la formazione di depositi e sedimenti.

La sezione di accumulo, visto i tempi prolungati di stazionamento delle acque di prima pioggia,

svolge anche la funzione di sedimentatore: essa separa dall'acqua le sostanze inerti sedimentabili, che vengono raccolte sul fondo della vasca.

C - sezione di scarico

Dopo un certo tempo dalla fine dell'evento meteorico, le acque di prima pioggia sono rilanciate, con portata controllata e utilizzando elettropompe sommerse, alla fognatura o alla sezione di trattamento.

E' buona norma prevedere due pompe con funzionamento alternato per garantire in ogni caso l'efficienza del sistema. E' opportuno che la sede delle pompe sia protetta da un gradino di altezza variabile, funzione delle dimensioni della vasca stessa e delle caratteristiche dell'acqua in arrivo, avente lo scopo di prevenire l'afflusso di sabbie nella zona di azione delle pompe, riducendo così i rischi di abrasione delle giranti.

Il ciclo di funzionamento delle pompe viene impostato in modo tale che entro 48 -72 ore dalla fine dell'evento meteorico, così come previsto dalla Direttiva regionale del 14 Febbraio 2005 nr [286](#), la vasca sia vuota e pronta a ricevere nuova acqua.

Si veda l'Appendice C per un esempio di calcolo del volume di prima pioggia.

2. SISTEMI DI ACCUMULO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Il trattamento delle acque di prima pioggia deve essere effettuato per gli eventi meteorici che si distanziano di almeno 48 - 72 ore l'uno dall'altro.

Le indicazioni di seguito riportate sono da ricondursi ai sistemi di accumulo e trattamento delle acque di prima pioggia come definiti al Capitolo 2 - "Definizioni" - Lettera c) della direttiva finalizzati allo scarico in corpo idrico superficiale o sul suolo.

Risultando fondamentale la separazione di un volume di prima pioggia definito ed indipendente dalla durata della precipitazione; sono da escludersi quei sistemi che limitano la portata scaricata in fognatura ma non possono controllare il volume scaricato.

In questi casi non viene quindi richiesta la sola separazione delle acque di prima pioggia da quelle precipitate successivamente, ma anche un loro trattamento finalizzato alla rimozione dell'inquinamento separabile per gravità.

Tali sistemi dovranno abbinare alla funzione di separazione delle acque di prima pioggia anche quelle di decantazione delle sabbie e di separazione degli oli e degli idrocarburi non emulsionati. Le soluzioni adottate devono rispondere almeno alle seguenti condizioni:

- separare le acque di prima pioggia da quelle successive;
- rimuovere da queste acque gli inquinanti separabili per gravità;
- smaltire, con opere separate, le acque di prima pioggia e quelle successive;
- realizzare opere tali da consentire il prelievo distinto dei campioni delle acque di prima pioggia e di quelle successive.

I predetti sistemi, sotto il profilo tecnico progettuale, devono altresì rispondere ai seguenti principi:

1. Avere a disposizione una capacità di accumulo, al netto dei volumi di franco e di accumulo dei materiali decantati, pari a 5 mm di pioggia uniformemente distribuiti sull'area servita.
2. Individuare l'inizio e la fine di un evento meteorico.
3. Operare una decantazione di queste acque in modo da trattenere il materiale sedimentabile come le sabbie e le morchie.
4. Separare e raccogliere gli oli e gli idrocarburi non emulsionati presenti nelle acque di prima pioggia mediante flottazione.
5. Evacuare l'acqua accumulata con tempi tali da avere di nuovo a disposizione la vasca vuota dopo un periodo prefissato (entro 48-72 ore dalla fine della precipitazione).

3. SISTEMI DI TRATTAMENTO IN CONTINUO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Qualora ci si trovi in quello che nella direttiva in oggetto è definito CASO 1 (Capitolo 8) ovvero quando il dilavamento delle superfici scoperte, può ritenersi completato o esaurito nell'arco di

tempo definito per la valutazione delle acque di prima pioggia, e si intenda comunque procedere non con il semplice accumulo in vasche di prima pioggia ma con un trattamento in continuo occorre soddisfare esigenze di salvaguardia ambientale di seguito elencate.

Come riportato nella Direttiva, in questo caso lo scarico in corpo idrico superficiale è ammesso previo adeguato trattamento. E' da ritenersi coerente l'adozione di sistemi di sedimentazione e disoleatura, dimensionati in relazione ai volumi da smaltire.

1. SISTEMI DI SEPARAZIONE DI LIQUIDI LEGGERI

Nella progettazione dei sistemi di disoleatura occorre far riferimento a quanto riportato nelle Norme UNI EN 858 che specificano le definizioni, dimensioni nominali, principi di progettazione, requisiti di prestazione, marcatura, prove e controllo qualità degli impianti di separazione per liquidi leggeri. Senza voler entrare nel merito della Norma si vogliono tuttavia sottolineare alcuni importanti aspetti della medesima:

1. Separatori bypass

I separatori bypass non sono idonei per gli utilizzi che prevedano il trattamento delle acque reflue provenienti da processi industriali, lavaggio di veicoli, pulizia di parti ricoperte di olio o altre sorgenti, per esempio piazzole di stazioni di rifornimento carburante.

Essi devono essere utilizzati esclusivamente in luoghi dove è improbabile che si verifichi una significativa contaminazione da idrocarburi in periodi di elevata piovosità.

2. Dimensionamento dei separatori

Il dimensionamento dei separatori di liquidi leggeri deve essere basato sulla natura e sulla portata dei liquidi da trattare tenendo conto di quanto segue:

- Portata massima dell'acqua piovana;
- Portata massima delle acque reflue (effluenti commerciali)
- Massa volumica del liquido leggero;
- Presenza di sostanze che possono impedire la separazione (ad esempio detergenti).

Le dimensioni del separatore devono essere calcolate dalla formula seguente:

$$NS = (Q_r + f_x - Q_s) f_d$$

dove:

NS rappresenta le dimensioni nominali del separatore;

Q_r è la portata massima dell'acqua piovana, in l/s;

Q_s è la portata massima delle acque reflue, in l/s;

f_d è il fattore di massa volumica per il liquido leggero in oggetto;

f_x è il fattore di impedimento che dipendono dalla natura dello scarico.

Nel caso in esame, si considererà $Q_s = 0$ e pertanto:

$$NS = Q_r \cdot f_d$$

Di seguito si riporta una tabella contenente i valori del coefficiente f_d

Massa volumica g/cm ³	fino a 0,85	da 0,85, escluso, fino a 0,90	da 0,90, escluso, fino a 0,95
Combinazione	Fattore di massa volumica f_d		
S-II-P	1	2	3
S-I-P	1	1,5	2
S-II-1-P	1	1	1

dove, S = sedimentatore; II = separatore a gravità di classe II per liquidi aventi

contenuto

massimo ammissibile di olio residuo pari a 100 mg/l; I = separatore a coalescenza per liquidi

aventi contenuto massimo ammissibile di olio residuo pari a 5,0 mg/l; P = colonna di campionamento

Il calcolo della portata massima dell'acqua piovana Q_r in l/s, dipende dalla progettazione, dall'intensità delle precipitazioni piovose e dallo scarico dell'area di raccolta verso il separatore e deve essere calcolata utilizzando la formula seguente:

$$Q_r = \Psi \cdot i \cdot A$$

dove:

i è l'intensità delle precipitazioni piovose, in l/s.ha;

A è l'area che raccoglie le precipitazioni, misurata orizzontalmente, in ha

Ψ è un coefficiente di deflusso dimensionale (nella maggior parte dei casi il valore del coefficiente di deflusso è compreso tra 0,9 e 1)

Il calcolo dell'intensità delle precipitazioni piovose i è stato determinato sulla base dell'analisi dei dati provenienti dal Servizio Idrometeorologico Regionale dell'ARPA Emilia-Romagna.

In particolare, si è fatto riferimento ai valori di precipitazioni massime con passo temporale di 15 min su un campione relativo agli ultimi 14 anni per un totale di 24 stazioni uniformemente distribuite tra montagna e pianura.

Mediando su tutte le stazioni si è trovato che il valor medio dei massimi di precipitazione (così come richiesto dalla Norma UNI) a 15 min è di 19,4 mm. Approssimando in difetto tale valore a 18 mm si ottiene che l'intensità delle precipitazioni piovose $i = 200$ l/s.ha.

Il Volume (espresso in litri) del separatore è funzione della portata Q_r e del tempo di separazione t_s (espresso in secondi) e sarà dato dalla seguente formula:

$$V_s = Q_r \cdot t_s$$

Di seguito si riportano a titolo di esempio alcuni valori di t_s in funzione delle specifiche densità di olio:

Densità olio (g /cm ³ }	Tempo di separazione t_s (min)
Fino a 0,85	16,6
Tra 0,85 e 0,90	33,3
Tra 0,90 e 0,95	50

Esempio numerico

Considerando ad esempio una stazione di rifornimento avente una superficie scoperta di 1.000 m², una densità degli oli fino a 0,85 g/cm³ (fattore di massa volumica f_d pari a 1 e tempo di separazione di 16,6 min), il Volume del separatore V_s , sarà pari a:

$$V_s = Q_r \cdot t_s = 20/1000 \cdot 16,6 \cdot 60 = 19,92 \text{ m}^3$$

Nella tabella seguente si riportano i volumi del separatore in relazione ad alcuni valori di superficie:

Superficie (mq)	Portata (l/sec)	Volume di separazione (m ³)
500	10	9,96
600	12	11,95
700	14	13,95
800	16	15,94
900	18	17,93
1000	20	19,92

Tale impianto di separazione deve comprendere anche un sedimentatore (che ha essenzialmente la funzione di dissabbiatore ed è funzionale al rendimento del disoleatore) o in forma di unità separata o come parte integrante del separatore. Il Volume può essere stabilito come indicato nel prospetto seguente:

Quantità di fango prevista		Volume minimo del sedimentatore (1)
Ridotta	Tutte le aree di raccolta dell'acqua piovana in cui sono presenti piccole quantità di limo prodotto dal traffico o similari, vale a dire bacini di raccolta in aree di stoccaggio carburante e stazioni di rifornimento coperte	$\frac{100 \cdot NS}{f_d}$
Media	Stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti, aree di lavaggio bus.	$\frac{200 \cdot NS}{f_d}$
Elevata	Impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, aree di lavaggio autocarri, autolavaggi self-service	$\frac{300 \cdot NS}{f_d}$

Nella tabella seguente si riportano i volumi minimo di sedimentazione in relazione ad alcuni valori di superficie considerando una quantità di fango media:

Superficie (mq)	Volume minimo del sedimentatore (m ³)
500	2
600	2,4
700	2,8
800	3,2
900	3,6
1000	4

Si precisa, che il metodo di dimensionamento precedentemente descritto si applica anche al CASO 2 qualora la superficie scolante risulti significativamente inquinata da idrocarburi.

3. Requisiti funzionali

Gli impianti di separazione devono essere dotati di dispositivi di chiusura automatica. Essi devono provvedere ad un funzionamento efficace. La chiusura deve essere attivata dal liquido leggero accumulato.

I dispositivi di chiusura automatica devono avere una facile manutenzione. Qualora i dispositivi di chiusura siano attivati da galleggianti, essi devono essere facilmente rimovibili e regolabili, e devono essere calibrati per liquidi leggeri con massa volumica di 0,85 g/cm³ o 0,90 g/cm³ o 0,95 g/cm³. Deve essere evitata la rimozione non autorizzata del dispositivo di chiusura automatico.

Gli impianti di separazione dovrebbero essere dotati anche di dispositivi di avvertimento automatici.

3. VASCHE DI SEDIMENTAZIONE

Per quanto concerne le vasche di sedimentazione, a seconda delle destinazioni d'uso previste, è necessario prevedere un tempo di ritenzione idraulica (HRT) minimo compreso nell'intervallo 30'-45' ed una intensità di pioggia $i = 200 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ così come riportato precedentemente. Tale intervallo consente di assicurare un'efficiente sedimentabilità in vasca, evitando il rimescolamento dei materiali ed il loro trascinarsi in uscita.

4. SISTEMI DI TRATTAMENTO NATURALI O ESTENSIVI

Una soluzione sempre più diffusamente applicata al problema dello smaltimento delle acque meteoriche è costituita dall'adozione delle cosiddette BMP (Best Management Practices), definite come strategie, pratiche o metodi per la rimozione, la riduzione, il ritardo o la prevenzione della quantità di costituenti inquinanti e contaminanti delle acque di pioggia, prima che giungano nei corpi idrici ricettori. Le BMP si distinguono in non strutturali e strutturali: tra le prime rientrano i provvedimenti normativi e regolamentari; le altre sono costituite da sistemi depurativi di diverso tipo (frequente è il ricorso a sistemi naturali, o estensivi, caratterizzati da costi di impianto e di esercizio molto contenuti), che talvolta si configurano come veri e propri impianti di trattamento, nei quali si sfruttano processi fisici e biologici per ridurre il carico inquinante delle acque di pioggia, eventualmente assicurando, nel contempo, anche la laminazione delle portate di piena. Un possibile schema di impianto cosiddetto "estensivo" per la riduzione del carico inquinante determinato dalle acque di prima pioggia da superfici scoperte impermeabilizzate a destinazione residenziale (tetti, strade, parcheggio) dotate di reti fognarie di tipo separato è quello che rientra tra i cosiddetti "Extended Detention Pond" di cui in Figura 1 è riportato uno dei possibili schemi, essenzialmente costituito da due stagni, uno di sedimentazione ed uno di affinamento, collegati da un canale in terra (U. S. EPA, 2002):

5. PRIMI RISULTATI SUL TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE NELLA STAZIONE SPERIMENTALE DI SAN GIOVANNI IN PERSICETO

L'impianto di trattamento realizzato nel Comune di San Giovanni in Persiceto (BO) occupa una superficie di 7.000 m² e serve un'area residenziale, recentemente realizzata e dotata di rete fognaria separata, estesa per complessivi 80.000 m², di cui circa il 60 % impermeabilizzati (tetti, strade, parcheggio). Esso rientra tra i cosiddetti Extended Detention Pond, di cui in Figura 1 è riportato uno dei possibili schemi, essenzialmente costituito da due stagni, uno di sedimentazione ed uno di affinamento, collegati da un canale in terra (U.S. EPA, 2002); in Figura 2 è riportata, invece, una veduta dell'impianto di San Giovanni in Persiceto.

Il primo componente dell'impianto è costituito dallo stagno di sedimentazione, che ha la funzione precipua di eliminare i solidi sospesi sedimentabili contenuti nella corrente idrica influente; esso ha

una superficie di 67,5 m² ed una profondità di 1,5 m ed è stato interessato, nei mesi successivi al suo avviamento, dallo sviluppo spontaneo di una fitta vegetazione. Il fondo dello stagno è stato impermeabilizzato, al fine di semplificare le operazioni di manutenzione per la rimozione dei sedimenti e di evitare possibili fenomeni di inquinamento del sottosuolo. Come anche il successivo stagno di affinamento, esso è permanentemente pieno di acqua, ad eccezione di lunghi periodi di siccità, durante i quali potrebbe aversi il prosciugamento totale dello stagno per effetto dell'evaporazione non compensata dalle precipitazioni.

Figura 1 - Schema di un sistema di trattamento Extended Detention Pond

La corrente effluente dallo stagno di sedimentazione defluisce, essenzialmente, all'interno di un canale drenante in terra, riempito con materiale inerte con pezzatura di 3-5 cm, avente pendenza del 2‰; sulla superficie degli inerti del canale si sviluppa una pellicola biologica, che contribuisce all'azione depurativa complessiva. Durante gli eventi piovosi più intensi, il canale è insufficiente per il convogliamento dell'intera corrente idrica, per cui il deflusso si estende anche all'area inondabile ad esso circostante.

Lo stagno di affinamento, alimentato mediante il canale drenante, ha un'estensione di 450 m² ed una profondità media di 0.70 m. Al suo interno, anche grazie alla crescita di piante acquatiche (molto diverse da quelle che si sviluppano nello stagno di sedimentazione, dal momento che gli ambienti biologici sono sostanzialmente differenti), ha luogo una duplice azione di affinamento delle caratteristiche di qualità dell'effluente finale, vale a dire: la rimozione dei solidi sospesi sfuggiti dallo stagno di sedimentazione; la trasformazione per via biologica dei composti biodegradabili. Quest'ultima azione è soprattutto favorita dalla formazione di una pellicola biologica sulle parti sommerse delle piante, le quali, di per sé, operano, invece, una sorta di filtrazione dell'acqua, oltre ad assicurare, attraverso le radici ed i rizomi, il rifornimento di ossigeno ai sedimenti. L'effluente viene scaricato nello scolo Muccinello, dal quale, durante il periodo estivo, vengono effettuati prelievi idrici per l'irrigazione dei campi circostanti, mentre, durante la stagione invernale, le acque vengono convogliate fino al Torrente Samoggia. Il tempo di permanenza complessivo dell'acqua nell'impianto è dell'ordine di 24-48 ore.

L'area inondabile, che, come prima detto, viene allagata quando è superata la capacità di deflusso all'interno del canale drenante, ha una superficie complessiva di circa 6.500 M², che garantisce la laminazione della corrente idrica, fino a valori della portata compatibili con la capacità di trasporto del canale drenante e col deflusso dal successivo stagno di affinamento. Durante i periodi di tempo asciutto tale area è disponibile all'uso da parte della popolazione.

La sezione Gestione delle Risorse Idriche dell'ENEA di Bologna ha condotto un'attività sperimentale presso l'impianto che si è protratta nel periodo novembre 2004 - aprile 2005 ed ha riguardato il monitoraggio delle caratteristiche chimiche sia delle acque in ingresso e in uscita, sia dei sedimenti dragati dal fondo degli stagni in cui vengono condotti i processi depurativi.

I risultati finora conseguiti, sebbene riferiti ad un periodo di tempo relativamente breve, hanno fornito alcune prime, interessanti indicazioni. In particolare, rendimenti di rimozione più che significativi sono stati rilevati per i composti nutrienti, che, come è noto, contribuiscono in misura

decisiva allo sviluppo di fenomeni di eutrofizzazione nei corpi idrici, nonché dei solidi sospesi. Meno soddisfacenti sono stati i risultati riguardanti i metalli che restano soprattutto disciolti nell'acqua.

Le prospettive sono comunque interessanti, per cui sembrerebbe che l'impianto proposto possa effettivamente costituire, insieme ad altri sistemi appartenenti alle categorie delle BMP (sia strutturali che non strutturali) una possibile soluzione al contenimento del carico inquinante associato alle acque di pioggia, che rappresenta un'esigenza sempre più pressante e sentita nell'ambito delle strategie di salvaguardia delle caratteristiche di qualità dei corpi idrici.

Il lavoro è stato condotto nell'ambito del progetto di ricerca finanziato all'ENEA da parte del Ministero dell'Ambiente dal titolo Contenimento dell'inquinamento provocato dalle acque di pioggia: modellizzazione della formazione e propagazione dei deflussi in rete, tecnologie impiantistiche atte a minimizzare l'inquinamento dovuto alle acque di pioggia.

II INDICAZIONI METODOLOGICHE E TECNICHE SULLA SCELTA E PROGETTAZIONE DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

1. I sistemi di drenaggio urbano

I sistemi di drenaggio urbano sono generalmente classificati in:

- sistemi unitari;
- sistemi separati.

Nei primi le acque reflue provenienti da scarichi civili ed industriali vengono raccolte e convogliate assieme alle acque meteoriche, nei secondi esse dispongono di un sistema a se stante.

Il dimensionamento dei sistemi unitari dipende per la scelta delle sezioni dalle massime portate meteoriche e per la scelta delle pendenze dal dover garantire una velocità di scorrimento adeguata alle portate reflue (indicativamente $\geq 0,4$ m/s). Queste in genere, assommano a qualche percento di quelle meteoriche. Per contenere la dimensione delle condotte essi vengono dotati di scolmatori di piena, i quali provvedono ad inviare ai corpi ricettori più vicini le portate sfiorate non appena si raggiungono concentrazioni di inquinanti adeguate a soddisfare le esigenze di rispetto ambientale e di efficienza di funzionamento degli impianti di trattamento. Si deve fare riferimento ad un grado di diluizione pari a 5 rispetto alla portata reflua media sulle 24 ore.

Nei sistemi separati i condotti che convogliano le acque meteoriche hanno, a parità di bacino, dimensioni pressoché identiche a quelli di una rete unitaria, mentre i condotti della parallela rete di collettamento dei reflui hanno dimensioni in generale assai inferiori, e comportano l'adozione dei materiali di maggiore pregio. Le ridotte sezioni e l'assenza di autopulizia in occasione degli eventi meteorici rendono talvolta difficile evitare la sedimentazione delle sostanze trasportate, soprattutto dei rami periferici. L'eventuale adozione di dispositivi di cacciata deve tassativamente essere associata ad adeguata manutenzione, per non risultare inefficace, se non controproducente.

In passato era lecito che nei sistemi separati la rete per le acque meteoriche recapitasse direttamente nei ricettori, mentre oggi le forti concentrazioni di solidi e di inquinanti presenti nelle prime piogge per dilavamento delle superfici urbane impongono il trattamento anche di queste portate.

L'esperienza ha poi mostrato come i benefici attesi dalla realizzazione di una rete separata per le acque reflue possano spesso essere compromessi da imperfezioni di tenuta con conseguente ingresso di portate parassite e rischio di inquinamento di falda, e, nel caso di interventi su reti unitarie preesistenti, dalle difficoltà e dai costi di separazione delle calate provenienti dagli edifici. Questi due ultimi aspetti relegano di fatto l'adozione del sistema separato al solo caso di reti di totale nuova realizzazione, laddove la separazione dentro agli edifici può essere prevista fin dalle fasi di progetto di questi ultimi, e sotto l'ipotesi che attente pratiche di direzione lavori e di collaudo garantiscano la buona tenuta idraulica del sistema.

E' inoltre opportuno che il progetto dei nuovi insediamenti preveda la ulteriore separazione delle acque meteoriche che provengono dai tetti e dalle aree interdette al traffico da quelle di strade e

parcheggi, al fine di sottoporre a trattamento solo i deflussi provenienti da queste ultime, e disperdere su suolo le prime.

Il costo del sistema separato è evidentemente, a parità di bacino imbrifero e di utenze, maggiore di quello unitario, e deve giustificarsi per i minori costi di gestione associati al più efficiente funzionamento dell'impianto di trattamento dei reflui.

Il sistema deve mantenere nel tempo le sue caratteristiche di separazione, attraverso adeguate pratiche di controllo da parte del Gestore intese ad escludere la possibilità di futuri allacciamenti impropri, che comportino ingresso di reflui nella rete meteorica e l'invio di precipitazioni al trattamento.

Di seguito si riportano alcuni semplici provvedimenti che possono avere ripercussioni assai benefiche sul dimensionamento e il funzionamento delle reti di drenaggio urbano, e che vanno però concepiti fin dalla fase di pianificazione urbanistica delle aree da servirsi, dovendo intervenire in modo diffuso sulle caratteristiche d'infiltrazione e di invaso del bacino.

A questa logica, che cerca di intervenire quanto più possibile all'origine del fenomeno da controllare si riconducono provvedimenti peraltro anche molto semplici, quali:

- la limitazione del grado d'impermeabilità dei suoli;
- la scelta oculata dei percorsi dei deflussi superficiali;
- la dispersione su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
- la realizzazione di invasi diffusi su tetti, parcheggi, cunette stradali;
- l'adozione di pavimentazioni porose, fino a giungere alla realizzazione delle cosiddette reti duali, realizzate affiancando alla tradizionale rete sotterranea dimensionata per bassi tempi di ritorno, una seconda rete di deflusso superficiale, realizzata principalmente sulla geometria stradale e progettata per intervenire in modo previsto e controllato solo in occasione di eventi particolarmente gravosi e rari.

2. Progettazione dei Sistemi di Gestione delle acque di prima pioggia

2.1. Dati a base di progetto

Nella progettazione il primo passo consiste nella acquisizione delle informazioni di base necessarie. La Tabella 1 riporta sinteticamente per ogni fase della progettazione il tipo di indagine necessaria ed il relativo grado di approfondimento /3/.

TIPO DI INDAGINE	FASI DELLA PROGETTAZIONE		
	Studio di Fattibilità	Progetto Preliminare	Progetto Definitivo/Esecutivo
Topografia	P	PC	DC
Geologia	P	PC	DC
Idrogeologia	P	PC	DC
Caratteristiche della rete	P	PC	DC
Informazioni su altre reti tecnologiche interessate dalla progettazione	ADS	ADS	ADD
Progetti di reti, impianti di trattamento	AP	AP	AP
Caratteristiche dei corpi idrici riceventi	P	PC	DC
Dati sulla	P	ADD	ADD

popolazione residente e fluttuante			
Dati sulle attività industriali e terziarie	P	ADD	ADD+DC
Piani di svikpo urbanistico e piani territoriali	P	ADD	ADD+DC
Dati sulle precipitazioni	P	ADS	ADD
Dati sulle caratteristiche qualitative dei deflussi	P	ADS	ADD+DC

Tabella 1: Tipo di indagine e grado di approfondimento nelle diverse fasi della progettazione /3/.

Le sigle hanno il seguente significato:

P: indagine preliminare (basata su cartografie e dati esistenti);

PC: indagine preliminare di campagna;

DC: indagine definitiva di campagna;

ADS: acquisizione della documentazione sommaria;

ADD: acquisizione della documentazione definitiva ufficiale;

AP: acquisizione progetti esistenti.

2.2. Portate di pioggia e dimensionamento dei condotti

Nella prassi progettuale italiana le portate di pioggia di progetto vengono dedotte dalle cosiddette curve caratteristiche di possibilità pluviometrica, che riassumono le osservazioni locali sugli eventi più gravosi. Esse hanno correntemente l'espressione monomia a due parametri

$$h = a t^n$$

in cui h rappresenta in mm la pioggia di durata t in ore, ed a ed n sono parametri stimati dalle osservazioni. Ogni curva é contraddistinta da un tempo di ritorno T.

Si riportano in Tabella 2 alcuni valori orientativi del tempo di ritorno adeguato per diverse tipologie di intervento /3/.

Tempo di Ritorno T [anni]	Condotti fognari, vie d'acqua superficiali	Vasche Volano
1-5	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali non pericolosi e con possibilità di smaltimento alternativo agevole verso recapiti esterni (aree verdi e/o corpi idrici ricettori).	Secondo settore di invaso delle vasche volano destinato al contenimento delle acque meteoriche più inquinate (soprattutto se raccolte e convogliate in fognatura di tipounitario), generalmente impermeabilizzato, coperto e attrezzato, con apparati automatici

		di lavaggio.
5-10	Condotti fognari la cui insufficienza determini scorrimenti idrici superficiali e/o allagamenti aventi caratteri di entità e pericolosità non altrimenti eliminabile.	Secondo settore di invaso delle vasche volano destinato al contenimento delle acque meteoriche eccedenti la capacità del primo settore (per vasche impermeabilizzate a servizio di fognature di tipo unitario, anche tale settore è impermeabilizzato, coperto e attrezzato con apparati automatici di lavaggio).
10-20	Condotti fognari situati in siti pianeggianti di naturale confluenza delle acque meteoriche, privi di possibilità di smaltimento alternativo delle stesse e in cui l'insufficienza determini situazioni pericolose.	Ulteriore/i settore/i d'invaso delle vasche volano destinato/i al contenimento delle acque meteoriche eccedenti la capacità del primo e secondo settore, realizzato/i in aree verdi attrezzate (parchi pubblici) o di tipo agricolo.
20-100	Vie superficiali di convogliamento delle acque meteoriche eccedenti la capacità idraulica delle fognature, in siti urbanizzati in cui l'allagamento provochi danni inaccettabili agli insediamenti.	

Tabella 2: Valori orientativi del tempo di ritorno per i diversi tipi di intervento /3/.

La scelta della curva pluviometrica consente di stimare in modo semplice e tradizionale la portata al colmo di progetto per i condotti della rete, ad esempio tramite i modelli concettuali semplificati noti come metodo cinematico (o della corrivazione) e metodo dell'invaso lineare, che vengono di seguito richiamati nelle loro linee essenziali.

2.2.1. Metodo cinematico

Nelle ipotesi che:

- gocce cadute in punti diversi impieghino tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura del bacino;
- il contributo alla portata di piena di ogni punto del bacino sia proporzionale all'intensità locale di pioggia che si manifesta nell'istante che precede il passaggio del colmo nella sezione di chiusura dell'intervallo di tempo necessario affinché tale contributo locale vi pervenga;
- questo tempo sia caratteristico di ogni singolo punto ed invariante nel tempo si definisce tempo di concentrazione (o di corrivazione) t_c , caratteristico del bacino l'intervallo necessario affinché la goccia caduta nel punto più lontano ne raggiunga la sezione di chiusura.

La portata al colmo é allora data da:

—

—

dove:

Q_m portata al colmo (m^3 /s);

φ coefficiente di afflusso medio del bacino

i_c intensità media della pioggia di durata paria al tempo di concentrazione t , (mm/ora);

S superficie del bacino (ha);

t_c tempo di concentrazione (ore), somma del tempo di accesso in rete e di transito in rete.

Si rimanda all'Appendice A per un Esempio di dimensionamento, dei collettori della rete per acque meteoriche, mediante l'impiego e del metodo cinematica e dell'invaso lineare.

2.2.2. Metodo dell'invaso lineare

Nella corrente pratica progettuale il metodo comunemente utilizzato è quello semplificato detto dell'invaso lineare.

Nelle ipotesi che:

- il funzionamento dei condotti sia autonomo (non influenzato da quanto accade a valle) e sincrono (essi presentino contemporaneamente lo stesso grado di riempimento);
- esista un legame lineare fra il volume di acqua $W_{(t)}$ invasato nel bacino di superficie S e la portata $Q_{(t)}$ che transita nella sua sezione di chiusura espresso dalla seguente relazione:

—

—

dove K é costante;

- la precipitazione generi un afflusso netto nel tempo pari a φiS ,

allora la portata di piena Q_M in uscita dalla sezione di chiusura al termine del tempo di pioggia t_p é espressa da:

—

—

Nella versione dell'invaso lineare nota come metodo italiano si stima la portata al colmo in funzione del volume W_M complessivamente invasato nel sistema rete-bacino quando nella sua sezione di chiusura transita il picco Q_M .

Allora:

—

Dove z è una funzione di n , t e K che risulta poco variabile per valori correnti di n ($0,3 < n < 0,6$) e che consente di scrivere con accettabile approssimazione la seguente nota espressione:

dove:

U coefficiente udometrico [$1/(s \cdot ha)$];

W rapporto W_M/S (m);

W_m viene normalmente stimato come la somma di tre termini: il volume temporaneamente presente nei cosiddetti piccoli invasi (caditoie, pozzetti, tetti, superfici scolanti, etc.), nel collettore in progetto e nella rete a monte di quest'ultimo.

2.3. Manufatti scolmatori

Come già detto in 1., le reti unitarie vengono dotate, per contenere la dimensione dei condotti, di scolmatori di piena atti ad inviare ai corpi ricettori più vicini portate sfiorate con concentrazioni di inquinanti che soddisfino le esigenze antagoniste di rispetto ambientale e di efficienza di funzionamento degli impianti di trattamento.

Tradizionalmente tali manufatti vengono dimensionati per garantire alle portate sfiorate un grado di diluizione pari a 3-5 rispetto alla portata reflua media sulle 24 ore (effluent standard). Tale valore deve comunque essere maggiore almeno del 30% del coefficiente di punta delle acque nere in fognatura, onde evitare sfiori di portate nere non diluite nei periodi tempo secco. In futuro, gli scolmatori dovranno garantire, associati a vasche di accumulo temporaneo per le acque di pioggia (vasche di prima pioggia) il rispetto di valori limite assegnati a garanzia del ricevente sia in termini di concentrazioni dei principali inquinanti, sia in termini di frequenza di sfioro (stream standard). La Figura 4 riporta lo schema di un manufatto scolmatore, dove si indica come collettore il canale in arrivo allo scaricatore, come derivatore il condotto che prosegue verso l'impianto di trattamento dei reflui, e come emissario quello che recapita la portata scolmata al ricettore.

[\[...\]](#)

Figura 4: Schema di scolmatore di piena

Gli scolmatori possono essere di tipo diverso; quelli

- laterali a soglia bassa;
- laterali a soglia inclinata;
- a sifone deviano le portate in eccesso verso l'emissario, quelli
- a salto;
- derivatori frontali;
- derivatori laterali;

deviano le portate verso il trattamento; infine quelli:

- laterali a soglia alta;
- derivatori frontali con bacino di calma;
- con dispositivo a vortice

derivano le portate volute verso il trattamento ed effettuano anche localmente un trattamento parziale delle acque deviate al ricettore.

Il tipo più frequente nella consuetudine progettuale é quello laterale a soglia bassa; la Figura 5 ne riporta un esempio in pianta e sezione /3/, la Figura 6 ritrae un manufatto presente nella rete di fognatura di Bologna.

—

—
Figura 5: Schema di scolmatore laterale a soglia bassa /3/

Questo tipo di manufatto é anche il solo per il quale il dimensionamento idraulico, ancorché non immediato, é possibile tramite uno schema di calcolo semplificato. Esso viene realizzato in genere in condotte a debole pendenza, dove l'instaurarsi del regime di corrente lenta ne garantisce una maggiore efficienza.

L'equazioni che ne governano il funzionamento sono /13/:

—

dove:

E energia specifica della corrente nella generica sezione dello scolmatore;

E_0 energia specifica nella sezione a valle dello scolmatore;

h_0 quota del pelo libero di moto uniforme nel condotto derivatore per la portata Q_0 , e da essa deducibile dalla equazione del moto uniforme;

Q_0 portata in transito verso il depuratore in corrispondenza della massima portata in arrivo da monte

A_0 area della sezione bagnata quando nel derivatore transita la portata Q_0

dove:

ΔQ portata sfiorata nel tratto di soglia di lunghezza Δx

μ coefficiente di efflusso (0,39-0,4)

h quota del pelo libero nel del tratto Δx ;

s altezza della soglia (che deve essere assunta almeno pari o meglio superiore alla quota di moto uniforme della portata per cui ha inizio lo sfioro).

La lunghezza L dello scaricatore si deduce integrando per differenze finite il sistema di equazioni (12) e (13), risalendo controcorrente dalla sezione 0 posta subito a valle della soglia. E' opportuno fissare il passo d'integrazione nella altezza h piuttosto che nella ascissa; tale Δh viene quindi sommato al valore iniziale h_0 ottenendo la quota liquida $h_1 = h_0 - \Delta h$ nella sezione 1 posta a monte della 0 di ΔX_1 . Si calcola poi con (12) la portata Q_1 che transita in 1, quindi $\Delta Q_{01} = Q_1 - Q_0$, da sostituirsi in (12) per ottenere l' ΔX_1 . Ottenuta la portata transitante nella sezione 1 è ovviamente $Q_1 = Q_0 + \Delta Q_{01}$. Con lo stesso Δh si risale verso la sezione 2, e così via, e la procedura ha termine nella sezione n dove $Q_n = Q_{\max}$ (portata massima proveniente da monte). La lunghezza L della soglia è quindi pari alla somma dei ΔX_i calcolati ai vari passi.

La Figura 7 mostra l'andamento di h in funzione di Q sotto l'ipotesi di E costante, e la Figura 8 l'andamento del pelo libero in corrispondenza della soglia sfiorante.

[...]

Figura 7: Curva $h=h(Q)$ ad energia specifica costante /13/

Figura 8: Andamento del pelo libero lungo la soglia dello scolmatore /13/

Il diagramma di Figura 7 mostra come la portata scaricabile da un manufatto a soglia semplice per un determinato valore Q_0 , e quindi per un determinato valore di energia specifica Escar presenta un limite superiore pari alla portata che transita in condizioni critiche, pari a Q_{crit} . Pertanto, se la portata massima in arrivo da monte è a Q_{crit} allora la portata transitante al derivatore non è più Q_0 , ma sarà maggiore.

Eventualmente, per limitare la lunghezza L e/o per limitare la portata più Q_0 derivata al depuratore è necessario corredare la soglia con paratoia o restringimento di sezione. Si rimanda all'Appendice B per un Esempio di dimensionamento di uno sfioratore laterale.

Il dimensionamento idraulico degli sfioratori e dei derivatori appartenenti agli altri tipi elencati in precedenza, che hanno geometria e funzionamento più complessi, può essere affidabilmente effettuato solo sulla base di aspetti empirici che talvolta sono disponibili sotto forma di abachi (che riassumono sperimentazioni eseguite su organi similari), ovvero facendo ricorso a prove su modelli fisici in scala da effettuarsi presso laboratori qualificati.

Da ultimo è opportuno ricordare il difficile problema posto dalla necessità di derivare le portate di scarsa entità (talvolta pochi litri o poche decine di litri) che sono generate da aree urbane di limitate dimensioni o scarsamente popolate. Come è noto, in tale caso la dimensione che i calcoli

assegnerebbero alla luce di accesso al condotto derivatore può risultare molto piccola, quindi facilmente intasabile da quanto è inevitabilmente trasportato dai reflui civili. Si deve pertanto fare in modo che le aree servite dai derivatori siano le maggiori possibili, al fine di adottare dispositivi limitatori di portata con organi mobili, ovvero ricorrere al sollevamento, solo nei casi in cui ciò risulta assolutamente inevitabile, nella consapevolezza delle esigenze di costante manutenzione che queste scelte comportano.

2.4. Vasche di accumulo per le acque di prima pioggia

Ai fini del conseguimento / mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali, e così come previsto dalla Legislazione nazionale e regionale (Direttiva concernente la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne ([art. 112](#) - 152/2006 -Deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. [286](#)), la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio deve prevedere la loro raccolta in idonei sistemi di accumulo (vasche di prima pioggia).

Tale esigenza è anche dimostrata dalle figure seguenti provenienti dalle campagne sperimentali effettuate nell'ambito del progetto INNOVATION finanziato dalla CEE /5/8/9/. La Figura 9 riporta l'andamento osservato durante un evento di pioggia delle curve di Solidi Sospesi Totali, del BOD5 e del COD lungo un condotto fognario della rete di Bologna, la Figura 10 le medesime curve a valle della soglia dello scolmatore, e la Figura 11 quelle nel ricevente fiume Savena a valle della sezione di immissione delle portate scolmate.

—

—
Figura 9: Concentrazione di BOD5 , COD e SST nel condotto di fognatura
—

[...]

Figura 10: Concentrazione di BOD₅ , COD e SST a valle dello scolmatore

Figura 11: Concentrazione di BOD₅ , COD e SST nel ricevente fiume Savena a valle della immissione dello scolmatore

Come si vede, i massimi valori di concentrazione si manifestano nella fase di crescita delle portate, durante la quale entrano in funzione anche gli scolmatori di piena, con il risultato che il forte carico inquinante associato alla prima pioggia viene attraverso questi direttamente recapitato ai ricettori. Così stando le cose, la protezione dei riceventi può essere ottenuta presidiando gli scolmatori con vasche di accumulo temporaneo intese a trattenere temporaneamente le prime acque di pioggia, più inquinate, al fine di poterle poi inviare in modo dilazionato all'impianto di trattamento (vasche di prima pioggia).

2.4.1. Sistemi unitari (vasche di accumulo e scarico in fognatura)

Il dimensionamento di tali vasche non è concettualmente difficile nell'ipotesi di conoscere l'andamento della concentrazione nel tempo dell'inquinante che si vuole controllare, ed il valore limite da rispettarsi: in tal caso infatti il volume utile da assegnare alla vasca è pari all'area sottesa dall'idrogramma e messa in evidenza nella Figura 12 /16/.

[...]

Figura 12: Dimensione del volume da assegnare ad una vasca di prima pioggia /6/

Se il valore limite della concentrazione è imposto all'uscita dalla vasca, in una logica di effluent standard, il problema è così risolto.

Il Piano di Tutela delle Acque, ponendosi in una ottica di effluent standard di lungo periodo, ovvero di limitazione del valore annuo dei carichi inquinanti associati alle prime piogge, all'Articolo 5 "Programma di misure per il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale", cap. 3, punto 6, prevede la applicazione di sistemi di gestione delle acque di pioggia, precisati all'Articolo 3 "Acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne", cap. 1, 2, 3 e 4. che per gli agglomerati con oltre 20.000 abitanti equivalenti consentano una riduzione dei carichi inquinanti (stimati secondo quanto esposto nella Relazione Generale al punto 1.2.12) pari al 25 % al 2008 e pari al 50 % al 2016, con ulteriori prescrizioni per gli agglomerati fino a 10.000 abitanti equivalenti ubicati in prossimità della costa.

Le conclusioni raggiunte studiando per via sperimentale e con modelli teorici la realtà della rete di fognatura di Bologna sono sinteticamente riassunte nella Figura 15, dalla quale si dedurrebbe, nella legittimità della ipotesi che i risultati ivi ottenuti fossero estrapolatili ovunque nel territorio regionale, che gli obiettivi posti dal PTA al 2016 potrebbero in linea di massima essere raggiunti con l'adozione di vasche da 25 - 50 m³/ha impermeabile /9/.

Infatti, se per esempio consideriamo l'adozione di vasche da 25 m³/ha il carico di COD in uscita è pari al 40 % di quello in entrata mentre adottando vasche da 50 m³/ha il carico di COD in uscita è pari al 20% di quello in entrata.

Figura 15: Influenza dell'adozione di vasche di prima pioggia di diversa dimensione sul numero di scarichi, sul volume di acqua e sulle masse di alcuni inquinanti immesse nel fiume Savena dalla rete di fognatura di Bologna /9/.

E' però assolutamente necessario adottare opportuni provvedimenti di pianificazione e normativi, atti ad impedire che, sulla base di questo tipo di risultati, l'adozione di vasche di prima pioggia per la protezione dei corpi riceventi si traduca nella automatica, indipendente e non coordinata costruzione di numerosissimi invasi di piccole dimensioni e dispersi sul territorio al servizio di bacini urbani anche di modesta area, ma venga invece imposta come intervento organicamente coordinato da opportuni studi di inquadramento, i quali indirizzino la soluzione verso la scelta ottimale di pochi invasi di grandi dimensioni, possibilmente realizzati in luoghi che ne consentano il funzionamento a gravità, al fine di contenerne il costo di costruzione, gli oneri di gestione e l'impatto ambientale e urbanistico sul territorio.

Poiché:

- le vasche di prima pioggia sono opere d'arte complesse, spesso di rilevanti dimensioni e, quindi, di difficile collocazione nel tessuto urbano, il cui funzionamento idraulico dovrebbe auspicabilmente avvenire a gravità, ma nelle quali si è sovente costretti a ricorrere ad impianti di sollevamento, possibilmente dotate di meccanismi di agitazione che tendano a contrastarvi la sedimentazione, e di altri di cacciata che ne facilitino la autopulizia

nasce la necessità di una progettazione caso per caso basata su studi approfonditi, che tenga anche in conto le esigenze di manutenzione e, più in generale, aspetti orientati a limitarne la presenza e l'impatto sul territorio, nel tentativo di concentrare quanto più possibile i volumi per l'accumulo temporaneo per le prime piogge in un numero minimo di vasche, individuate in modo ottimale per proteggere i riceventi.

A questa finalità dovranno tempestivamente assolvere i Piani di Indirizzo di cui al punto 3.6 della Direttiva concernente la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne, adottata nel Febbraio 2005 dalla Regione Emilia-Romagna.

Tali Piani conterranno le linee di intervento per la localizzazione ed il dimensionamento delle vasche di prima pioggia dei principali agglomerati urbani, nell'intento di evitare la proliferazione di vasche di prima pioggia di modeste dimensioni, ed ottimizzandone la localizzazione ed il dimensionamento anche alla luce degli aspetti gestionali. E ciò sia per i sistemi esistenti, sia per le aree di nuova espansione residenziale o produttiva/commerciale.

I Piani di Indirizzo vengono redatti dalle Province, di concerto con le Agenzie di Ambito e con la collaborazione del Gestore del Ciclo Idrico Integrato.

I Piani, approvati dalle Province, vengono quindi inseriti nei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP), divenendo strumento che concorre alla attuazione delle misure previste dal Piano di tutela dell'Ambiente (PTA).

Nei casi di realtà locali di modeste dimensioni e che non sollevino particolari e gravi problemi di protezione dei riceventi, i progettisti potranno sottoporre agli organi preposti al rilascio delle necessarie approvazioni elaborati ispirati ai criteri speditivi come l'assunzione che per il dimensionamento delle vasche di prima pioggia si può fare riferimento ad un Volume di 25 -50 m³/ettaro senza passare attraverso i modelli di simulazione.

Gli altissimi costi di impianto e di gestione associati a provvedimenti di prevenzione di questo tipo suggeriscono di verificare con grande attenzione e tempestività strade alternative e che appaiono essere promettenti, quali pratiche di lavaggio frequenti e programmate delle superfici cittadine, effettuate con acque di minore pregio. Per quanto è noto, esse risultano più efficaci in presenza di reti separate, mentre nel caso di reti unitarie con deboli pendenze, non potendo incidere significativamente sulla quota parte di carico inquinante imputabile alla risospensione dei sedimenti, dovranno essere associate a pratiche di pulizia anche del sistema fognario.

Si ricorda infine che le vasche di prima pioggia (come del resto anche le vasche di laminazione) possono in via di principio essere realizzate o in linea o fuori linea. Nel primo caso (vasche in linea) l'invaso è costituito da un tronco fognario di sezione maggiorata (cosiddetto "supertubo") rispetto a quella normale della fognatura: se la portata è ridotta, essa percorre la cunetta di fondo e fuoriesce; per portate maggiori inizia l'invaso nel condotto adeguatamente a ciò predisposto. Il controllo della dinamica dell'invaso è legato alle caratteristiche idrauliche della bocca d'uscita (bocca di controllo), la cui accurata progettazione è decisiva per ottenere il desiderato effetto d'invaso.

Nel secondo caso (vasche fuori linea) l'invaso è realizzato separatamente a lato della rete, ed inizia a riempirsi solo quando la portata nel condotto supera il valore di soglia del manufatto scolmatore. Il controllo della dinamica dell'invaso è in questo caso legato alle caratteristiche idrauliche del manufatto ripartitore, che regola la portata inviata all'invaso, e della bocca di controllo all'uscita dello stesso.

Nelle Figure 16 e 17 sono illustrati i possibili schemi di vasche di prima pioggia in linea o fuori linea, per sistemi unitari o separati. Senza entrare in questa sede nel merito dell'ingegneria di tali invasi, illustrata nei manuali tecnici, si segnala come gli invasi fuori linea siano maggiormente consigliabili, anche se non mancano numerose realizzazioni di schemi in linea. Le vasche fuori linea consentono, infatti, di ben separare i deflussi di base, che proseguono indisturbati lungo la rete, da quelli che sfiorano nella vasca di prima pioggia e da quelli che, successivamente, sfiorano nella eventuale vasca di laminazione. Infatti, l'efficacia ambientale della vasca di prima pioggia è maggiore se questa, una volta riempita, non viene più interessata dalle portate in arrivo, evitandosi così la conseguente miscelazione con acque meno cariche.

[...]

Figura 16: Schemi di reti unitarie con vasca di prima pioggia fuori linea (dove W_{pp} rappresenta il volume di acque di prima pioggia invasato nel nodo) /3/

[\[...\]](#)

Figura 17: Schemi di reti con vasca di prima pioggia, fuori linea o in linea (dove W_{pp} rappresenta il volume di acque di prima pioggia invasato nel nodo) /3/

3. Percorso metodologico e criteri di riferimento per la valutazione dei sistemi di drenaggio urbano per quanto attiene al contenimento dell'inquinamento da acque di prima pioggia

3.1. Interventi su sistemi nuovi

Per ottenere la positiva valutazione del progetto di un nuovo sistema di drenaggio urbano per quanto attiene agli aspetti di controllo dell'inquinamento veicolato dalle acque di prima pioggia devono:

- 1) essere stati osservati i criteri generali esposti in 1.,
- 2) le varie fasi della progettazione devono essere state svolte sulla base delle informazioni per tipo e qualità descritte in Tabella 1,
- 3) le varie fasi della progettazione devono essere state svolte nel rispetto di quanto previsto dalle normative vigenti (legge Merloni e seguenti)
- 4) il sistema di condotte deve essere stato oggetto di pre-dimensionato attraverso uno dei metodi descritti in 2.2. quindi verificato nel suo complesso in presenza degli organi e dei manufatti idraulici previsti con un procedura di simulazione dinamica;
- 5) il dimensionamento degli invasi per il controllo dell'inquinamento associato alle acque di prima pioggia deve essere effettuato con le procedure richiamate nell'Allegato 2, in modo coerente e coordinato con il Piano di Indirizzo predisposto dalla Provincia;
- 6) al dimensionamento deve essere associato il Piano di Manutenzione del manufatto, che dovrà pure essere coordinato con quanto predisposto al proposito dal Piano di Indirizzo.

3.2. Interventi su sistemi esistenti

Per ottenere la positiva valutazione del progetto di interventi previsti su di un sistema di drenaggio

urbano esistente intesi al controllo dell'inquinamento veicolato dalle acque di prima pioggia devono:

- 1) il sistema di drenaggio urbano esistente deve essere stato oggetto di verifica nel suo complesso in presenza degli organi e dei manufatti idraulici previsti con un procedura di simulazione dinamica
- 2) il dimensionamento degli invasi per il controllo dell'inquinamento associato alle acque di prima pioggia deve essere effettuato con le procedure richiamate nell'Allegato 2, in modo coerente e coordinato con il Piano di Indirizzo predisposto dalla Provincia;
- 3) al dimensionamento deve essere associato il Piano di Manutenzione del manufatto, che dovrà pure essere coordinato con quanto predisposto al proposito dal Piano di Indirizzo.

4. Aspetti gestionali

La funzione della vasche di prima pioggia e di accumulare temporaneamente i primi volumi defluenti dal dilavamento delle superfici urbane, carichi degli inquinanti ivi raccolti ed eventualmente risollelevati, nel caso di sistemi unitari, all'interno degli stessi condotti. I volumi accumulati vengono poi, in generale, inviati in modo dilazionato nel tempo all'impianto di trattamento dei reflui civili attraverso i condotti del sistema fognante, preferibilmente, se le caratteristiche dei luoghi e la geometria di posa della rete lo consentono, a gravità, senza cioè dover ricorrere al sollevamento.

Durante il tempo di ritenzione le sostanze sospese tendono a sedimentare, per cui le vasche devono essere corredate di dispositivi (eliche sommerse azionate da motore elettrico) opportunamente dimensionati, posizionati ed orientati, i quali mantengono per quanto possibile le sostanze in sospensione fino al loro invio al trattamento.

Cionondimeno, è inevitabile che parte delle sostanze sospese depositi al fondo della vasca, comportando operazioni di rimozione, pulizia e manutenzione, che solo in parte possono essere demandate ad appositi dispositivi di cacciata, intesi a garantire la autopulizia dei manufatti, quali quelli rappresentati nella fotografia di Figura 18, che ritrae una vasca sottoposta a tale tipo di pulizia.

Ogni manufatto, pertanto, necessita di attività di periodica manutenzione, intese a garantire il corretto funzionamento degli organi elettromeccanici e mobili presenti, e, sovente la rimozione di quanto sedimentato al fondo. Tale operazione può essere effettuata tramite idranti, con i quali rimuovere i sedimenti e quindi rinviarli tramite il condotto di uscita all'impianto, ovvero accedendo alla vasca con un mezzo meccanico per asportare i sedimenti e quindi conferirli a discariche autorizzate.

Anche gli aspetti gestionali, dunque, consigliano al pari degli argomenti già citati in 2.4. di optare per la realizzazione coordinata del minimo numero di invasi nei quali mobilitare il volume complessivamente necessario alla protezione dei riceventi nell'ottica di quanto al momento nel PTA.

APPENDICE A

Nell'esempio che segue si espone la sequenza di passi necessari per pervenire al dimensionamento dei collettori della rete per acque meteoriche rappresentata in Figura 2 attraverso l'impiego del metodo cinematico.

Figura 2: Schema della rete per acque meteoriche

La curva di possibilità pluviometrica è espressa da: $h = 32,9 \cdot t^{0,41}$ (con h in mm e t in ore). L'area impermeabile é stimata pari al 50% dell'area complessiva, e ad ogni collettore competono le seguenti aree di pertinenza riportate in Tabella 3, individuate sulla base del cosiddetto metodo dei tetti:

Collettore	Area parziale(m ²)	Lunghezza (m)
1-2	16367	263
2-3	3819	125
4-3	42523	332
3-6	4980	144
5-6	27957	443
6-7	0	30

Tabella 3: Lunghezza ed aree di pertinenza dei collettori

Le quote del terreno individuate in prossimità dei collettori e la quota di arrivo dettata dal ricettore suggeriscono di assumere una pendenza costante pari allo 0.5%; inoltre, nel calcolo del tempo di corrivazione si assume un tempo di accesso alla fognatura di 8 minuti. Per il calcolo di coefficienti

di afflusso si assume un valore pari a 0.85 per le aree impermeabili e pari a 0.15 per le aree permeabili. In tal modo il coefficiente di afflusso equivalente per ciascuna area risulterà:

—

—

costante sull'intero bacino, avendo assunto ovunque, per semplicità, l'area impermeabile pari al 50% di quella totale per l'intero bacino. Allora:

—

—

Per la verifica della velocità e del grado di riempimento, adottando sezioni circolari, si fa riferimento al diagramma di Figura 3:

—

[\[...\]](#)

Figura 3: Scala delle portate e delle velocità per sezione circolare

—

[...]

Tabella 4: Passi del calcolo per il dimensionamento del condotto 1-2 tramite interazioni sul valore della velocità

Per gli altri collettori si procede in modo analogo, secondo quanto esposto nella Tabella 5, e tenendo conto che per i condotti a mote si conosce già la velocità, mentre per quello oggetto di dimensionamento essa va ipotizzata e quindi verificata.

Condotto	1-2	.	.	.	.	.	.	.
Area (m²)	φ	Lung. (m)	V_{4° tent} (m/s)	T_{t 4° tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/hⁿ)	n
16367	0.5	263	1.000	263	480	743	32.9	0.4
.
Condotto	2-3	.	.	.	.	.	.	.
Area (m²)	φ	Lung. (m)	V_{1° tent} (m/s)	T_{t 1° tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/hⁿ)	n
20186	0.5	125	1	388	480	868	32.9	0.4
.
Condotto	4-3	.	.	.	.	.	.	.
Area (m²)	φ	Lung. (m)	V_{1° tent} (m/s)	T_{t 1° tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/hⁿ)	n
42523	0.5	332	1	332	480	812	32.9	0.4
.
Condotto	4-6	.	.	.	.	.	.	.
Area (m²)	φ	Lung. (m)	V_{1° tent} (m/s)	T_{t 1° tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/hⁿ)	n
67689	0.5	144	1	532	480	1012	32.9	0.4
.
Condotto	5-6	.	.	.	.	.	.	.
Area (m²)	φ	Lung. (m)	V_{1° tent} (m/s)	T_{t 1° tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/hⁿ)	n
27957	0.5	443	1	443	480	923	32.9	0.4
.
Condotto	6-7	.	.	.	.	.	.	.

Area (m ²)	φ	Lung. (m)	.	T _{t 1°tent} (S)	Ta (S)	Tc (S)	a (mm/h ⁿ)	n
95646	0.5	30	1	562	480	1042	32.9	0.4
.

Segue tabella

.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}
83.470	0.190	0.243	1.237	0.500	1.367	0.781	0.662	1.105
.
.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}
76.153	0.214	0.395	1.397	0.600	1.423	0.541	0.523	1.018
.
.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}
79.209	0.468	0.596	1.549	0.700	1.713	0.785	0.665	1.106
.
.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}
69.560	0.654	0.850	1.693	0.800	1.865	0.769	0.655	1.102
.
.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}
73.442	0.285	0.395	1.397	0.600	1.520	0.722	0.627	1.088
.
.
i=aT_cⁿ⁻¹ (mm/h)	Q_{max}^{4°tent} (m³/s)	Q_{ufb}	V_{ufb}	D_{3°Tent} (m)	V_{D4} (m/s)	Q_{max}/Q_{ufb}	h/D	V/V_{ufb}

	/s)							
68.371	0.908	1.542	1.964	1.000	2.042	0.589	0.550	1.039
.

Tabella 5: Passi di calcolo per il dimensionamento dei rimanenti condotti.

Nella Tabella che segue si riporta la verifica della rete fognaria già illustrata per il metodo cinematico anche con il metodo dell'invaso. In particolare si è indicato con w_a il volume specifico dei piccoli invasi e con w_b il volume invasato nei collettori fognari.

Sezione	1-2	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
1.6367	0.5	263	0.0329	0.41	98.515	242.847	1.237
.
Sezione	2-3	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
2.0186	0.5	125	0.0329	0.41	94.890	394.896	1.397
.
Sezione	4-3	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
4.2523	0.5	332	0.0329	0.41	265.226	595.672	1.549
.
Sezione	4-6	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
6.7689	0.5	144	0.0329	0.41	322.442	850.458	1.693
.
Sezione	5-6	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
2.7957	0.5	443	0.0329	0.41	127.114	394.896	1.397
.
Sezione	6-7	.	.	.	.	.	.
Area (ha)	φ	Lung. (m)	a (m/h ⁿ)	n	Q _{max} (l/s)	Q _{ubp}	V _{ubp}
9.5646	0.5	30	0.0329	0.41	428.463	1541.982	1.964

Segue Tabella

.
---	---	---	---	---	---	---	---

D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
0.500	1.172	0.406	0.443	0.947	51.614	0.003154	0.0003
.
.
D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
0.600	1.147	0.240	0.333	0.820	86.939	0.004307	0.003
.
.
D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
0.700	1.500	0.445	0.465	0.969	127.704	0.003003	0.003
.
.
D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
0.800	1.573	0.379	0.425	0.929	286.988	0.00424	0.003
.
.
D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
0.600	1.245	0.322	0.390	0.891	125.192	0.004478	0.003
.
.
D_{Tent} (m)	V_{D3} (m/s)	Q_{max} / Q_{ubp}	h/D	V/V_{ubp}	W_b (m ³)	w_b (m ³ /m ²)	w_a (m ³ /m ²)
1.000	1.680	0.278	0.360	0.855	435.730	0.004556	0.003

Tabella 6: Verifica dei condotti con il metodo dell'invaso

APPENDICE B

Nell'esempio di calcolo di seguito riportato si vuole realizzare uno sfioratore laterale per derivare al depuratore portate nere o nere diluite fino a 750 l/s da un condotto rettangolare di larghezza $B = 0,6$ m e pendenza $i = 0,4$ %, e scabrezza rappresentata del coefficiente di Strickler $K_s = 75$. In condizioni di piena la portata massima in arrivo da monte é pari a $Q_{max} = 1100$ l/s. La procedura di calcolo esegue i passi seguenti:

1) per la portata $Q_t = r Q_{nm}$ si calcola con la formula di Chezy l'altezza di moto uniforme:

—

—

Dove:

$$X = K_s R^{1/6} \text{ (Strickler)}$$

A = area bagnata

R = raggio idraulico

i = 0,4 % (pendenza canale)

Da cui si ottiene $h_u = 0,738$ m, quindi la soglia dello sfioratore s viene presa pari a 0,74 m (s deve essere sempre preso $\geq h_u$)

2) Si fissa un valore di portata Q_o che prosegue al depuratore (più tale valore è prossimo al valore Q_{max} minore è la lunghezza L della soglia e viceversa)

Prendiamo ad esempio $Q_o = 950$ l/s.

3) Applicando la formula di Chezy si calcola l'altezza di moto uniforme che si ha a valle della soglia con la portata Q_o .

Da cui si ottiene $h_o = 0,902$ m

4) Si calcola con la formula (12) l'energia specifica nella sezione subito a valle della soglia:

—

—

6) Si calcola la portata critica in corrispondenza di E_o .

La condizione di criticità è:

—

—

Dove:

g = accelerazione di gravità;

h = altezza della vena liquida;

A = area della sezione bagnata (in funzione di h)

B = larghezza del pelo libero (in funzione di h)

Sostituendo il valore Q_{crit} nella formula dell'energia E si ottiene un'equazione in una sola incognita

h_{crit} ,

—

—

$h_{crit} = 0,706$ m e quindi $Q_{crit} = 1,115 \text{ m}^3/\text{s} = 1115$ l/s

siccome Q_{crit} è >- della portata Q_{max} proveniente da monte l'energia della corrente di valle è sufficiente a far realizzare il voluto processo di sfioro. Se si fosse ottenuto che $Q_{crit} < Q_{max}$ si sarebbe dovuto ripartire dal punto 2) aumentando il valore Q_o finché $Q_{crit} = Q_{max}$

7) Si fissa un passo d'integrazione h ad esempio 5 mm

Nella sezione 0 ho i seguenti valori:

$Q_0 = 950$ l/s = $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$

$$h_0 = 0,902 \text{ m}$$

Nella sezione 1 subito a monte ho un'altezza $h_1 = h_0 - \Delta h = 0,897$

8) Conoscendo h_1 , utilizzando l'equazione dell'energia, calcolo la portata transitante nella sezione 1:

9) Si calcola la portata che sfiora $\Delta Q_1 = Q_1 - Q_0 = 0,959 - 0,95 = 0,009 \text{ m}^3 / \text{s}$

10) Dalla formula dello stramazzo (13) si calcola il ΔX_1 corrispondente al 'AQ, Per avere un calcolo più esatto si prende come altezza d'acqua sulla soglia il valore medio tra la sezione 0 e 1

Da cui si ottiene $\Delta X_1 = 0,086 \text{ m}$

Ripetendo la procedura a partire dal punto 7) si prosegue nel calcolo dei ΔX fino a che la portata transitante non uguaglia la portata Q_{\max} , secondo quanto sinteticamente esposto nella Tabella 7 che segue.

altezze	m	portate	mc/s	portate sfiorate	mc/s	spazi	m
h0	0.902	Q0	0.950				
h1	0.897	Q1	0.960	delta Q1	0.010	delta x1	0.086
h2	0.892	Q2	0.969	delta Q2	0.009	delta x2	0.086
h3	0.887	Q3	0.978	delta Q3	0.009	delta x3	0.087
h4	0.882	Q4	0.986	delta Q4	0.009	delta x4	0.087
h5	0.877	Q5	0.994	delta Q5	0.008	delta x5	0.088
h6	0.872	Q6	1.002	delta Q6	0.008	delta x6	0.089
h7	0.867	Q7	1.010	delta Q7	0.007	delta x7	0.091
h8	0.862	Q8	1.017	delta Q8	0.007	delta x8	0.092
h9	0.857	Q9	1.024	delta Q9	0.007	delta x9	0.094
h10	0.852	Q10	1.030	delta Q10	0.007	delta x10	0.095
h11	0.847	Q11	1.037	delta Q11	0.006	delta x11	0.097
h12	0.842	Q12	1.042	delta Q12	0.006	delta x12	0.099
h13	0.837	Q13	1.048	delta Q13	0.006	delta x13	0.102
h14	0.832	Q14	1.054	delta Q14	0.005	delta x14	0.105
h15	0.827	Q15	1.059	delta Q15	0.005	delta x15	0.108
h16	0.822	Q16	1.064	delta Q16	0.005	delta x16	0.112
h17	0.817	Q17	1.068	delta Q17	0.005	delta x17	0.116

h18	0.812	Q18	1.073	delta Q18	0.004	delta x18	0.121
h19	0.807	Q19	1.077	delta Q19	0.004	delta x19	0.127
h20	0.802	Q20	1.081	delta Q20	0.004	delta x20	0.134
h21	0.797	Q21	1.084	delta Q21	0.004	delta x21	0.142
h22	0.792	Q22	1.088	delta Q22	0.003	delta x22	0.152
h23	0.787	Q23	1.091	delta Q23	0.003	delta x23	0.164
h24	0.782	Q24	1.094	delta Q24	0.003	delta x24	0.179
h25	0.777	Q25	1.097	delta Q25	0.003	delta x25	0.199
h26	0.772	Q26	1.099	delta Q26	0.003	delta x26	0.225
.	.	.	.	.	.	L= 3.078	

Tabella 7: Passi di calcolo per il dimensionamento della soglia dello sfioratore

La lunghezza L della soglia di sfioro risulta quindi essere pari a 3,08 m

APPENDICE C

Si consideri un nuovo insediamento avente le seguenti caratteristiche dimensionali:

superficie tetti	m ² 2.000
piazze e strade	m ² 1.500
parcheeggi drenanti	m ² 900
giardini e verdi	m ² 3.600
Superficie territoriale	m ² 8.000

La superficie scolante S si ricava applicando i coefficienti di afflusso Φ

.	coefficienti di afflusso Φ	sup. reale	sup. scolante (m ²)
superficie tetti	0,9	2.000	1.800
piazze e strade	0,9	1.500	1.350
giardini e verde	0,3	3.600	1080
Superficie scolante (S)	.	.	4.230

Volume acque di prima pioggia:

$$V_u = h_{\text{pioggia}} \times S_{\text{tot}} = 4.230 \times 0,005 = 21,15 \text{ m}^3 \text{ (Volume minimo della vasca di accumulo acque)}$$

BIBLIOGRAFIA

- 1) Artina S., M. Maglionico, A. Marinelli, Le misure di qualità nel bacino urbano Fossolo, Atti del Seminario "Modelli di dimensionamento e di qualità per le fognature. Gestione in tempo reale". Sorrento, Giugno 1996.
- 2) Artina S., M. Maglionico, A. Marinelli, G. Raffaelli, C. Anzalone, S. Lanzarini, E. Guzzinati, Le misure di qualità nel bacino urbano Fossolo, Rivista L'ACQUA, N. 2 Marzo-Aprile 1997.
- 3) AA.VV. "Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione" edito a cura del Sottogruppo Deflussi

Urbani del Gruppo Nazionale di Idraulica - HOEPLI - Dicembre 1997.

- 4) Artina S., M. Maglionico, Indagine sperimentale degli aspetti qualitativi dei deflussi nelle reti di drenaggio urbano, Atti del Corso di Aggiornamento: "La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati", Milano, 6-10 Ottobre 1997, Editoriale BIOS.
- 5) Artina S., G. Bardasi, F. Borea, C. Franco, M. Maglionico, A. Paoletti, U. Sanfilippo, Water quality modelling in ephemeral streams receiving urban overflows. The pilot study in Bologna, International Conferente: `IMUG Integrated Modelling User Group ", Bruxelles, 21-23 Ottobre 1998.
- 6) Maglionico M., Dimensioning of cso-tanks using design events, 8th International Conference Urban Storm Drainage, ICUSD, Sydney, 30 Agosto-3 Settembre 1999.
- 7) Artina S., G. Becciu, M. Maglionico, A. Paoletti, U. Sanfilippo, Distributed tanks for the control of pollution due to urban sewer overflows, 8th International Conferente Urban Storm Drainage, ICUSD, Sydney, 30 Agosto-3 Settembre 1999.
- 8) Artina S., G. Bardasi, F. Borea, C. Franco, M. Maglionico, A. Paoletti, U. Sanfilippo, Water quality modelling in ephemeral streams receiving urban overflows. The pilot study in Bologna. 8th International Conferente Urban Storm Drainage, ICUSD, Sydney, 30 Agosto-3 Settembre 1999.
- 9) Artina S., M. Maglionico, M. Paganelli, Valutazione dei carichi inquinanti immessi dalla rete fognaria di Bologna nel torrente Savena in tempo di pioggia, Atti delle giornate di studio "Risorse idriche ed impatto ambientale dei deflussi urbani" –Cagliari 18-20 Novembre 1998, Centro Studi Deflussi Urbani, Milano, 2000.
- 10) Artina S., P. Lo Greco, M. Maglionico, Il controllo qualitativo delle immissioni fognarie nei corpi idrici: la procedura "UPM", INGEGNERIA AMBIENTALE n. 5 Maggio 2000.
- 11) Artina S., M. Maglionico, Dimensionamento di vasche di prima pioggia secondo criteri di "stream standard—, II Conferenza Nazionale sul Drenaggio Urbano, Palermo, 10-12 Maggio 2000.
- 12) Artina S., M. Maglionico, Simulazione integrata delle reti di drenaggio urbano e dei corpi idrici ricettori, XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Genova, 12-15 Settembre 2000.
- 13) Becciu G., A. Paoletti, Esercitazioni di Costruzioni Idrauliche, CEDAM, Milano, 1999.
- 14) AA.VV. Acque di prima pioggia, calcolo, regolazione, depurazione, IENCO, Milano 2001
- 15) Novotny V., Olem H. Water Quality: Prevention Identification and Management of Diffuse Pollution. J. Wiley & Sons, New York (1994).
- 16) Norme tecniche europee EN 858

III CRITERI DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEL CARICO INQUINANTE DERIVANTE DALLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

I. Carichi inquinanti di provenienza dagli scaricatori di piena a servizio di reti urbane

1.1. Aspetti metodologici

Durante gli eventi meteorici, notevoli quantità di inquinanti vengono asportate dalle superfici scolanti urbane e rimosse dai collettori fognari e veicolate, attraverso gli scaricatori di piena, in corsi d'acqua naturali e artificiali, senza poter transitare attraverso gli impianti di depurazione.

Nelle reti fognarie di tipo misto, destinate a convogliare sia le acque reflue sia, in tempo di pioggia, le acque meteoriche, gli scaricatori di piena sono sempre stati dimensionati in modo tale da entrare in funzione anche per portate modeste, ossia per gradi di diluizione quasi mai superiori a 5-6 volte la portata media di tempo secco.

Tenuto conto delle condizioni climatiche che si hanno nell'area di pianura della regione, gli eventi che nel corso di un anno possono dare luogo a sfioro nei ricettori sono dell'ordine di 50-70 (fino a 80-90 in montagna), con una durata media tale per cui, nelle prime 2-3 ore del singolo evento medio, risulta scaricato il 70-80% dell'apporto, quindi con una incidenza temporale complessiva della maggior parte del fenomeno, su base annuale, dell'ordine di 130-250 ore, cioè del 1.5-3%. Relativamente alla durata degli effetti negli alvei questa dipende da molteplici fattori idrologici-idraulici, ma soprattutto dalla velocità della corrente e dalla lunghezza dell'asta interessata; mediamente, a livello regionale, per la pianura, si possono assumere 12-18 ore.

Per valutare in modo rigoroso il fenomeno occorrerebbe conoscere localmente gli eventi pluviometrici con scansione temporale di pochi minuti e quindi simulare la rete fognaria e il corpo idrico con il medesimo dettaglio.

Obiettivo del presente documento è invece quello di stimare l'entità dei relativi apporti inquinanti in condizioni medie, su base annuale, ricorrendo a semplici e consolidate valutazioni statistiche.

Nel 2002 l'ARPA Emilia-Romagna ha dato corso allo studio denominato "Analisi modellistiche quali-quantitative della regione".

Tale studio, condotto su di un bacino sperimentale della rete di fognatura della città di Bologna, rientrava nell'ambito di una ricerca finanziata dalla Comunità Europea sotto il programma INNOVATION 151, /8/, /9/ e /12/.

Esso ha condotto ad individuare valori specifici che consentono di stimare la massa totale di inquinante svernata dagli scaricatori, in funzione della porzione di superficie urbana impermeabile a monte degli scaricatori stessi, sulla base di una parametrizzazione conseguente a simulazioni compiute su alcuni bacini urbani sperimentali di Bologna, per i quali sono disponibili misure di dettaglio.

Si considerano al riguardo i seguenti apporti unitari per ettaro urbano impermeabilizzato e per mm di pioggia caduta nel periodo di riferimento:

BOD5 = 0,297 kg/ha/mm

COD = 0,680 kg/ha/mm

Ptot = 0,010 kg/ha/mm

Ntot = 0,032 kg/ha/mm

Gli apporti unitari sopra riportati fanno riferimento ad una specifica sperimentazione, pertanto anche valori diversi, frutto di sperimentazioni affidabili condotte in altre realtà, potranno essere presi a riferimento.

Per la ripartizione delle forme dell'azoto si può fare riferimento a dati sperimentali riportati in Tabella 6, che provengono sempre da indagini effettuate sulla rete fognaria di Bologna nel 1997.

Costituente	% di ripartizione
Azoto totale	100
Ammoniaca	92
Azoto nitroso	2
Azoto nitrico	3
Azoto organico	3

Tabella 6: ripartizione delle forme azotate per le masse sversate dagli scaricatori di piena.

Sarebbe disponibile anche un'altra formulazione di maggiore dettaglio, elaborata e impiegata negli Stati Uniti (Field e altri, 1977), che opera prioritariamente sulla base dell'altezza di pioggia annuale, della densità degli abitanti per ha residenziale e delle distinte superfici residenziali, commerciali, industriali e di altra natura.

1.2. Stima dei carichi provenienti dagli scaricatori di piena

Per l'applicazione del metodo semplificato, occorre:

1. stabilire la soglia dimensionale per cui considerare i centri abitati della regione;
2. definire le superfici urbane dei singoli centri abitati da considerare;
3. definire le poggie medie locali;
4. definire le singole superfici impermeabili, moltiplicando le superfici urbane per opportuni

coefficienti, stabiliti in funzione del tipo di uso del suolo urbano, per escludere le porzioni permeabili (verde condominiale, giardinetti privati, parchi pubblici, etc.); da analisi condotte, per grossi centri, tali percentuali impermeabili sono solitamente variabili tra il 60 e l'80%;

5. calcolare i carichi medi sversati per i diversi inquinanti, in funzione dei relativi valori per unità di superficie e di altezza di pioggia.

Nella successiva applicazione di tale metodo si sono considerati i residenti e non gli Abitanti Equivalenti.

1) Soglia dimensionale

Per stabilire la dimensione minima dei centri abitati da considerare per gli effetti dei relativi scaricatori, si è fatta l'ipotesi di trascurare tutti quelli che, in condizioni di pioggia, determinano effetti minori di un depuratore, in condizioni medie, da 2000 A.E. Gli elementi numerici di valutazione sono forniti nella Tabella 3.1. Si sono al riguardo considerati gli scarichi di BOD₅, N e P del depuratore in kg/giorno e confrontati con gli sversati degli scaricatori in situazione di pioggia, per ha di superficie impermeabile, in kg/ha/giorno; il relativo rapporto minimo (per il BOD) fornisce gli ha equivalenti minimali di superficie impermeabile, da trasformare in superficie reale. Rapporto di Sup. reale

Depuratore da 2000 A.E.			Scaricatore	(60d-12ore/d)	Rapporto di effetti (ha imperm.) (A/B)	Sup. reale (1/0.7 * Sup.imp.) (ha)
Ingresso	Residuo non depurato	Scarico(A)	Scarico annuo (pioggia 700 mm)	Per giorno (/30) (B)		
BODs 60.00 g/d per AE	20%	24 kg/d	208 kg/ha/y	7.00 kg/ha/d	3.4	4.9
N 12.3 g/d per AE	65%	16 kg/d	22 kg/ha/y	0.7 kg/ha/d	22.9	32.7
P 1.84 g/d per AE	75%	2.8 kg/d	7 kg/ha/y	0.23 kg/ha/d	12.2	17.4

Tabella 3.1 Valutazione della superficie urbana minimale in termini di effetti significativi degli scaricatori di piena

La soglia minima risulta quindi di 4.9 ha di superficie urbana.

2) Superfici urbane dei centri abitati

Sono al riguardo disponibili per tutta la regione:

- la copertura CORINE Land Cover Project che individua al riguardo l'urbano continuo (cod. 111), l'urbano discontinuo (cod. 112), le aree industriali/commerciali (cod. 121), gli aeroporti (cod. 124), le aree verdi urbane (cod. 141) e le aree sportive/ricreative (cod. 142); ma che non fornisce la perimetrazione dei singoli centri abitati;
- la copertura CENSUS dell'ISTAT che delimita con un perimetro chiuso degli areali urbani, solitamente più ampi di quelli reali attuali.

Le due cartografie sono quindi state sovrapposte informaticamente, il CENSUS per definire il centro abitato, il CORINE per attribuirvi la reale superficie urbana, con le relative distinzioni disponibili.

Si sono attenuti 828 areali CENSUS (oltre i 4.9 ha di superficie urbana CORINE), di area regionale

complessiva CENSUS 149.254 ha, dei quali 71.072 ha relativi ad effettivi usi urbani CORINE. In particolare le superfici riscontrate per i diversi usi sono le seguenti: urbano continuo 12.6 km²; urbano discontinuo 561 km²; aree industriali/commerciali 115 km²; aeroporti 3.4 km²; aree verdi urbane 9.0 km²; aree sportive/ricreative 9.6 km². Si evidenzia che il 79% dell'urbanizzato CORINE è costituito da urbano discontinuo; l'urbano continuo (centri storici) è relativo ai soli maggiori centri (21 casi); le aree industriali/commerciali rappresentano arealmente il 16% del totale e compaiono in 226 centri abitati considerati; gli aeroporti figurano in 8 casi; le aree verdi urbane e sportive ricreative sono individuate per 48 casi, il che significa che CORINE "vede" e quindi differenzia solo le aree di grosse dimensioni.

3) Piogge medie locali

Le piogge medie annue sulla regione sono state tratte dall'Attività conoscitiva: "Modelli afflussi-deflussi sul reticolo idrografico naturale principale del territorio regionale", sono relative al periodo 1991-'01 e si riferiscono ad una elaborazione isoietografica condotta con riferimento ai dati misurati sui singoli pluviometri disponibili e con l'ausilio, per l'estrapolazione areale, del kriging lineare. I dati areali

sono stati poi incrociati con i confini amministrativi comunali, per pervenire alla pioggia media annua sui singoli comuni. A ciascun centro abitato considerato è stata attribuita la pioggia media del relativo comune di appartenenza.

Per i comuni montano-collinari con piogge medie annue elevate rispetto ai valori della pianura, l'effetto di "pulizia" più frequente del suolo urbano determina una maggiore diluizione dei carichi nelle acque piovane scaricate e quindi, a rigore, minori coefficienti unitari relativi agli inquinanti, per mm di pioggia caduta. Per tenere conto, anche se in modo semplificato, di questo fatto, per piogge medie annue superiori a 900 mm, la porzione che eccede è stata abbattuta del 60% (es. 1400 mm -> $900 + 500 \cdot 0.4 = 1100$ mm).

4) Valutazione delle superfici impermeabili

Per passare dalle superfici urbane reali (CORINE), connesse ai diversi usi, a quelle impermeabili, si sono assunti i seguenti indici: urbano continuo 0.85; urbano discontinuo 0.6; aree industriali/commerciali 0.6; aeroporti 0.5; aree verdi urbane 0.15; aree sportive/ricreative 0.5.

Applicati a livello regionale sui centri abitati considerati, si passa dai 71.072 ha urbani (CORINE) a 42.425 ha impermeabili. La Tabella 3.2 li evidenzia a livello provinciale.

.	PC	PR	RE	MO	BO	FE	RA	FC	RN	Tot. RER
Aree impermeabili (ha)	3.054	4.251	5.534	6.667	8.294	4.326	3.549	3.896	2.855	42.425

Tabella 3.2 Stima delle aree provinciali impermeabili (ha) per i centri abitati considerati (> 4.9 ha urbani CORINE)

5) Calcolo dei carichi inquinanti

Per i singoli centri abitati di estensione urbana superiore a 4.9 ha, dal prodotto tra le superfici impermeabili (4), le piogge medie annue locali (3) e i coefficienti unitari (Kg/ha/mm) per i diversi elementi inquinanti (BOD₅, COD, N e P) si ottengono le stime annue di scarico in asta, proposte al paragrafo successivo.

1.3. Risultati ottenuti in termini di carichi inquinanti in asta

Dall'applicazione della metodologia proposta si ottengono, a livello medio annuo e regionale, i

seguenti scarichi in asta: 9246 t/y di BOD5, 21170 t/y di COD, 996 t/y di N e 311 t/y di P.
 Per distribuire i carichi individuati sui singoli bacini e sottobacini imbriferi si sono sovrapposti arealmente i centri abitati CENSUS considerati (oltre i 4.9 ha di superficie urbana CORINE) ai bacini e sottobacini, pervenendo all'aliquota di incidenza sui singoli, ipotizzando in via semplificata che gli scarichi avvengano proporzionalmente alle aree urbane interessate dai singoli bacini.
 Ne conseguono i carichi in asta riportati nella tabella seguente.

Bacino principale	Codice	BOD₅ (t/y)	COD (t/y)	N (t/y)	P (t/y)
R. BARDONEZZA	0101	0.5	1.2	0.1	0.02
R. LORA - CAROGNA	0102	3.2	7.4	0.3	0.11
R. CARONA - BORIACCO	0103	32.4	74.1	3.5	1.09
R. CORNAIOLA	0104	13.6	31.0	1.5	0.46
T. TIDONE	0105	16.8	38.5	1.8	0.57
T. LOGGIA	0106 I	10.4	23.8 I	1.1	0.35
R. DEL VESCOVO	0107 I	2.8	6.3	0.3	0.09
R. RAGANELLA	0108	13.5	31.0	1.5	0.46
F. TREBBIA	0109	147.5	337.8	15.9	4.97
COLATORE RIFIUTO	0110	126.4	289.4	3.6	4.26
T. NURE	0111	118.6	271.5	12.8	3.99
T. CHIAVENNA	0112	73.1	167.5	7.9	2.46
CAVO FONTANA	0113	45.8	104.8	4.9	1.54
T. ARDA	0114	103.5	236.9	11.1	3.48
F. TARO	0115	369.9	846.8	39.9	12.45
CAVO SISSA-ABATE	0116	21.4	49.0	2.3	0.72
T. PARMA	0117	416.9	954.4	44.9	14.04
T. ENZA	0118	270.3	618.9	29.1	9.10
T. CROSTOLO	0119	437.2	1001.0	47.1	14.72
F. SECCHIA	0120	883.5	2022.9	95.2	29.75
COLL. PRINCIPALE (MANT. REGG)	0121	77.3	177.1	8.3	2.60
F. PANARO	0122	957.1	2191.3	103.1	32.22
CANAL BIANCO	0200	157.5	360.5	17.0	5.30
COLL. GIRALDA	0300	8.5	19.5	0.9	0.29
PO DI VOLANO	0400	144.7	331.3	15.6	4.87
CAN. BURANA-NAVIGABILE	0500	642.4	1470.8	69.2	21.63
F. RENO	0600	1673.2	3830.8	180.3	56.34
CAN. DESTRA RENO	0700	415.3	950.8	44.7	13.98
F. LAMONE	0800	85.3	195.3	9.2	2.87
CAN. CANDIANO	0900	202.0	462.6	21.8	6.80
CAN. DEL MOLINO	1000	24.5	56.1	2.6	0.82
FIUMI UNITI	1100	424.8	972.6	45.8	14.30
T. BEVANO	1200	78.0	178.5	8.4	2.63
P. SAVIO	1300	121.3	277.8	13.1	4.08

SC, VIA CUPA NUOVO	1401	15.3	35.1	1.6	0.52
SCARICO MADONNA DEL PINO	1402	2.5	5.7	0.3	0.08
PORTO CAN Di CESENATICO	1500	10.1	23.1	1.1	0.34
SCOLMATORE TAGLIATA	1502	93.3	213.6	10.1	3.14
F. RUBICONE	1600	117.6	269.2	12.7	4.01
F. USO	1700	36.8	84.4	4.0	1.24
SC. BRANCONA	1800	8.8	20.2	0.9	0.30
F. MARECCHIA	1900	93.3	213.6	10.0	3.14
R. MARANO	2000	14.2	32.6	1.5	0.48
R. MELO	2100	25.3	57.8	2.7	0.85
F. CONCA	2200	21.3	48.7	2.3	0.72
T.VENTENA	2300	9.3	21.3	1.0	0.31
T TAVOLLO	2400	41.9	96.0	4.5	1.41
F. TEVERE	2600	1.4	3.2	0.2	0.05
Totale	.	8610	19714	928	290
Aree adiacenti Po e Adriatico < 10 km2	.	636	1456	68	21
Totale regionale	.	9246	21170	996	311

Tabella 3.3 Carichi annuali di BOD5, COD, N e P connessi agli scaricatori di piena per i bacini principali individuati

1.4. Suddivisione dei carichi sversati sui periodi idrologici considerati

In conclusione, si possono fare alcune considerazioni relativamente ai centri urbani superiori ai 20.000 residenti (in Emilia Romagna sono 18), per i quali sarebbe necessario il reperimento delle cartografie di dettaglio delle aree urbane di influenza degli scaricatori, per l'attribuzione percentuale dei carichi complessivi di inquinanti ai diversi corpi idrici principali.

Inoltre gli scarichi, associati alle aree urbane, avvengono solo nel corso degli eventi di pioggia, quindi, ritenendo che mediamente, il 75% del carico sia relativo al 2,5% dell'anno, ne conseguirebbero qui apporti reali di 11,7 kg/s di BOD5, 1,2 kg/s di N e 0,4 kg/s di P.

Relativamente all'evento tipo di pioggia, inteso come l'evento medio dei 30 giorni annui in cui piove di più, il carico inquinante giornaliero dovuto agli scaricatori può essere così valutato:

1. stima della percentuale media di scarico nei 30 giorni rispetto a quella annua, coincidente, per la metodologia adottata, con la percentuale di pioggia nei 30 giorni, rispetto a quella annua; a livello regionale tale aliquota è pari al 63%;

2. determinazione della portata media di scarico (kg/s), dividendo il carico dei 30 giorni, per ciascun inquinante, per la durata in secondi appunto dei 30 giorni considerati; si ottengono, a livello regionale, 2,2 kg/s per il BOD5, 5,1 kg/s per il COD, 0,24 kg/s per l'azoto e 0,08 kg/s per il fosforo. Nelle misure adottate ai sensi del nuovo Decreto, si è considerata l'azione prevista relativa alla predisposizione di vasche di prima pioggia o di altri accorgimenti (> invasi in fognatura, > lavaggi sulle strade, etc.).

Per i centri abitati con oltre 20.000 residenti serviti che scaricano direttamente o in vicinanza dei corpi idrici superficiali significativi o di interesse, si è supposto, al 2008, la costruzione di vasche di prima pioggia in una misura non inferiore alla raccolta del 25% degli apporti a concentrazione più elevata, da elevare al 50% al 2016 e ivi al 25% per quelli tra 10.000 e 20.000 residenti.

Per i centri della costa nella fascia dei 10 km, ai fini del miglioramento delle condizioni a mare, le percentuali precedenti andranno aumentate del 20% (azione ritenuta obbligatoria anche se non prevista per legge).

In Tabella 3.4 si sono evidenziati i centri abitati, al 2008 e al 2016, sui quali prevedere e in che

percentuale la realizzazione di vasche di prima pioggia. Nella stessa tabella sono forniti anche i quantitativi inquinanti così sottratti allo scarico diretto e convogliati verso la depurazione.

1.4.1. Indicazione sulle modalità di scelta del criterio di prossimità

Fermo restando che l'Ente competente alla definizione del criterio di prossimità è la Provincia, di seguito si forniscono alcune importanti indicazioni utili.

Si ritiene che non scaricano direttamente o in vicinanza dei corpi idrici superficiali significativi o di interesse:

1. i centri che si trovano all'interno di areali di bonifica, quindi con reti artificiali i cui flussi risultano lenti e sporadici,
2. i centri limitrofi ad aste naturali secondarie, preferibilmente con deflussi mediamente limitati, a distanza idraulica di un sufficiente numero di km dalle aste significative o di interesse.

Sono invece da prendere in considerazione i centri limitrofi ad aste significative o di interesse o su aste secondarie naturali a breve distanza dalla immissione nell'asta principale.

Codice località urbana	Tempistica intervento	Centro abitato/Località/Agglomerati	Sottratto al 2008 %
0330210414	2016	FIORENZUOLA D'ARDA	0%
0330320426	2008	PIACENZA	25%
0340270465	2008	PARMA	25%
0350330448	2008	REGGIO EMILIA	25%
0350400415	2016	SCANDIANO	0%
0360130405	2016	FIORANO	0%
0360230440	2008	MODENA	25%
0360400410	2008	SASSUOLO	25%
0360460411	2016	VIGNOLA	0%
0370060402	2008	BOLOGNA	25%
0370110401	2008	CASALECCHIO DI RENO	25%
0370190405	2016	CASTEL MAGGIORE	0%
0370320433	2008	IMOLA	25%
0370540415	2008	SAN LAZZARO	25%
0380080463	2008	FERRARA	25%
0390070405	2016	CERVIA	0%
0390100419	2008	FAENZA	25%
0390140445	2008	RAVENNA	25%
0400070419	2008	CESENA	25%
0400080405	2016	CESENATICO	0%
0400120437	2008	FORLI'	25%
0400450401	2016	SAVIGNANO S.RUBICONE	0%
0990010401	2016	BELLARIA-IGEA MARINA	0%
0990020401	2016	CATTOLICA	0%
0990130401	2008	RICCIONE	45%
0990140401	2008	RIMINI	45%
0390140231	2008	MARINA DI RAVENNA -	45%

0390140243		PUNTA MARINA	
0390140225	2008	LIDO DI CLASSE-LIDO DI SAVIO	45%
0390140227			
.	.	TOTALE	.

Segue tabella

Carico sottratto allo sversamento diretto al 2008				Sottratto al 2016 %	Carico sottratto allo sversamento diretto al 2016			
BOD ₅ (t/anno)	COD (t/anno)	Ntot (t/anno)	Ptot (t/anno)		BOD ₅ (t/anno)	COD (t/anno)	Ntot (t/anno)	Ptot (t/anno)
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	12.8	29.2	1.4	0.4
72.2	165.4	7.8	2.4	50%	150.9	345.5	16.3	5.1
92.7	212.2	10.0	3.1	50%	197.2	451.5	21.2	6.6
90.7	207.6	9.8	3.1	50%	196.5	449.9	21.2	6.6
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	8.6	19.6	0.9	0.3
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	8.0	18.2	0.9	0.3
91.2	208.8	9.8	3.1	50%	193.6	443.4	20.9	6.5
28.2	64.6	3.0	0.9	50%	58.0	132.8	6.3	2.0
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	12.5	28.7	1.4	0.4
187.3	428.8	20.2	6.3	50%	392.9	899.6	42.3	13.2
14.7	33.5	1.6	0.5	50%	31.4	71.9	3.4	1.1
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	5.5	12.6	0.6	0.2
42.7	97.8	4.6	1.4	50%	92.1	210.8	9.9	3.1
11.2	25.6	1.2	0.4	50%	25.0	57.3	2.7	0.8
93.5	214.1	10.1	3.1	50%	204.1	467.2	22.0	6.9
0.0	0.0	0.0	0.0	45%	50.2	114.8	5.4	1.7
32.0	73.4	3.5	1.1	50%	68.4	156.6	7.4	2.3
40.9	93.7	4.4	1.4	50%	87.9	201.2	9.5	3.0
54.2	124.2	5.8	1.8	50%	117.7	269.5	12.7	4.0
0.0	0.0	0.0	0.0	45%	35.7	81.7	3.8	1.2
77.0	176.3	8.3	2.6	50%	167.4	383.3	18.0	5.6
0.0	0.0	0.0	0.0	25%	8.8	20.1	0.9	0.3
0.0	0.0	0.0	0.0	45%	25.2	57.6	2.7	0.8
0.0	0.0	0.0	0.0	45%	26.2	60.1	2.8	0.9
40.9	93.6	4.4	1.4	70%	65.4	149.7	7.0	2.2
149.0	342.1	15.9	5.1	70%	240.4	549.8	25.2	8.2
9,4	21,4	1	0,3	70%	15,7	35,9	1,7	0,5
5,1	11,8	0,6	0,2	70%	8,6	19,7	0,9	0,3
1133,5	2595,2	121,6	38,5	.	2506,3	5738,6	269,6	84,8

* Rappresentato Agglomerati aventi numero civili (residenti + turisti) superiore a 10.000 e non considerati nel Piano di Tutela delle Acque.

1.5. Bibliografia

- Autorità di Bacino del Fiume Po, 1998. Sottoprogetto n°2.1 – Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee.
- Centro Ricerche Produzioni Animali (CRPA), 2001. Manuale per l'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici. Edizioni l'Informatore Agrario.
- Regione Emilia-Romagna, Assessorato Programmazione, Pianificazione e Ambiente, 1993. Piano territoriale regionale per il risanamento e la tutela delle acque (L.R. 9/93) –Relazione generale.
- Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura, 1995. Impatto dell'uso agricolo del suolo sul dissesto idrogeologico, area pilota collina cesenate. Collana studi e ricerche.
- Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Arpa-Ingegneria Ambientale, 2002. Studio finalizzato alla definizione di procedure e metodologie per il controllo degli scarichi di fognatura in applicazione del D.Lgs. [152/99](#) .
- Ducco, G., 1997. Quantificazione dei flussi idrici e di azoto da diversi terreni e colture foraggere. Calibrazione e validazione di LEACHM e sua applicazione stocastica. Tesi di dottorato. Dipartimento di Agronomia - Università di Torino.
- Hanway, J.J., 1963. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 55:487-492.
- Hutson, J.L. e Wagenet, R.J., 1992. LEACHM. Leaching Estimation and Chemistry Model. A process-based model of water and solute movement, transformation, plant uptake and chemical reaction in the unsaturated zone. Dept. of Soil, Crop and Atmospheric Sciences. Research Series n°. 92-3. New York, Cornell University.
- Jansson, P. E. e Andersson, R., 1988. Simulation of runoff and nitrate leaching from an agricultural district in Sweden. *J. Hydrol.*, 99: 33-47.
- Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P. E. e Paustian, K., 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agric., Ecosystems, and Environm.*, 18: 333-356.
- Jones, C.A., Cole, C.V., Sharpley, A.N. and Williams, J.R. 1984. A simplified soil and plant phosphorous model: I. Documentation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 800-805.
- Mosello, R. e Morselli, L., 1992. Rete italiana per lo studio delle deposizioni atmosferiche (RIDEP). Situazione della studi sulla chimica delle deposizioni atmosferiche umide nel 1989 in Italia.. CNR di Verbania Pallanza. N° 33 di DOCUMENTA dell'Istituto Italiano di Idrobiologia. Pagg. 40.
- Sharpley, A.N., Jones, C.A., Gray, C. and Cole, C.V. 1984. A simplified soil and plant phosphorous model: II: Prediction of labile, organic and sorbed phosphorous. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48: 805-809.
- Sharpley, A.N., Williams, J.R., 1990. EPIC- Erosion/productivity impact calculator: I. Model documentation. USDA Technical Bulletin, 1768, 235 pg.
- Zinoni F., A. Battilani, G. Bardasi, G. Ducco, V. Marletto, M. Vari T. Tonelli, 2002. Studio del carico di inquinanti di origine agricola: applicazione del modello CRITERIA al comprensorio della bassa bolognese. Nota interna ARPA-SMR, Bologna.

IV INDICAZIONE METODOLOGICHE NELLA SCELTA, PROGETTAZIONE E GESTIONE DEI SISTEMI TAMPONE PER MITIGARE L'INQUINAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA DALLE RETI VIARIE

1. Criteri di riferimento per valutare il carico inquinante contenuto nelle acque di prima pioggia che dilavano il manto stradale extraurbano

1.1 Stato delle conoscenze

Le strade e il relativo traffico di veicoli sono una delle più significative cause di inquinamento delle

acque superficiali (EU, 2001). Le condizioni idrografiche limitrofe alla infrastruttura viaria e l'intensità degli eventi meteorologici condizionano il trasporto degli inquinanti nei corpi idrici recettori (Croke et al., 2004). Infatti gli effetti del dilavamento delle strade e del trasporto dei potenziali inquinanti è amplificato dalla diretta connessione idraulica e dalla immissione delle acque di prima pioggia (Sriyarai and Shutes, 2001). Gli elementi, potenzialmente pericolosi per le biocenosi acquatiche e per la funzionalità dei corsi d'acqua sono contenuti in composti (Sartor and Boyd., 1972) che aumentano in ragione del numero e tipologia di veicoli transitati, della durata del tempo secco antecedente al dilavamento meteorico e per le peculiarità (linearità, limiti di velocità, semafori, tipo di asfalto) della stessa via di comunicazione.

Le componenti organiche e inorganiche che le strade extra urbane producono derivano:

- dai veicoli:
- perdita di lubrificanti,
- emissioni della combustione,
- consumo di parti deperibili (freni, pneumatici, frizione),
- accidentali perdite del carico,
- dalle strade:
- manutenzione,
- usura del manto,
- antigelo
- dalle condizioni ambientali:
- deposizioni umide e secche
- trasporto e/o asportazione da parte del vento.

1.2 La dimensione della problematica

Legret e Pagotto (1999) hanno prodotto una stima degli elementi potenzialmente tossici contenuti nelle parti usurabili dei veicoli e nell'antighiaccio stradale. I dati più rilevanti riguardano lo Zinco dei pneumatici (10,25 g per kg), il Rame (142 g per kg) ed ancora lo Zinco (21,8 per kg) nei freni ed il Piombo (3,3 mg per kg) nell'anticongelante. Gli stessi Autori valutano la provenienza dell'apporto annuale di particelle solide e metalli pesanti dilavati dalle precipitazioni in un chilometro di infrastruttura autoviaria:

- usura di pneumatici: 314 kg di solidi e 3,22 kg di Zinco per km/anno
- consumo di freni: 100 kg di solidi e 14,2 kg di Rame per km/anno
- * spargimento antighiaccio: 130 kg di solidi e 0,015 kg di Piombo per km/anno

Si tratta, come è evidente, di una situazione specifica in quanto sia i materiali solidi che i metalli pesanti sono direttamente condizionati dalle condizioni sito specifiche della strada e del traffico oltre che dalle locali variabili ambientali e meteorologiche che rendono queste stime poco comparabili con quelle di altre realtà (Montrejaud-Vignoles et al., 1996). In particolare, fra le diverse tipologie di strade, con dissimile traffico veicolare, le condizioni sono molto dissimili. Infatti Muschack (1990) mette in evidenza che l'emissione per l'abrasione del manto stradale è strettamente legato alla specifica viabilità:

Infrastruttura	Abrasion (kg per ha per anno)	Elementi (g per ha all'anno)				
		Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
via residenziale	1734	177	619	88	2030	285
strada residenziale	2148	219	767	110	2513	352
strada commerciale	3152	322	1125	161	3688	517
principale strada commerciale	4850	495	1731	247	5674	795

strada principale	7665	782	2736	391	8965	1257
doppia carreggiata	11000	1124	3927	561	12870	1804
autostrada	10000	1020	3570	510	11700	1640

Per semplificare la visione complessiva si può affermare che le acque di prima pioggia trasportano dalle strade ai corpi idrici recettori sia contaminanti in soluzione sia particelle solide che a loro volta possono essere originariamente tossiche o avere assorbito composti organici e inorganici tossici (Ellis, 1989 e 2000).

Il meccanismo di trasporto di maggiore importanza e, quindi, associato al sedimento e questa condizione fissa le principali finalità dei sistemi di abbattimento considerati più efficienti che consistono nell'intrappolare la frazione solida facilitandone la sedimentazione (Elis, 1991). Per conseguire buoni risultati nel progettare "trappole di sedimento" si deve sapere che gli elementi potenzialmente tossici sono prevalentemente adsorbiti dalle particelle inorganiche e le loro concentrazioni aumentano al diminuire delle dimensioni di questa frazione solida (Sansalone and Buchberger, 1997; Lloyd and gong, 1999). In particolare Collandini and Legret (1996) trovano una distribuzione bimodale per cui le maggiori concentrazioni di metalli pesanti sono presenti nelle particelle inferiori a 40 pm di diametro. La seguente tabella illustra la distribuzione di inquinanti tossici in rapporto alla dimensione delle particelle inorganiche.

Dimensione	Concentrazione			
	Zn	Pb	Cu	Cd
< 40	900	920	240	24000
40-63	275	100	100	5000
63-80	300	100	125	5000
80-125	350	150	175	5000
125-250	400	200	200	5000
250-500	450	175	300	3000
500-1000	240	225	30	3000

Le considerazioni aggiuntive riguardano le variabili di difficile quantificazione quali:

- l'abbondanza di composti inquinanti in relazione alla durata del tempo secco antecedente all'evento meteorica;
- l'intensità della precipitazione meteorica;
- la deposizione apportata dalla stessa pioggia;
- il trasporto c/o l'asportazione di particelle a causa del vento.

A tutto ciò si deve aggiungere la presenza di più recenti elementi imputabili ai cambiamenti tecnologici avvenuti nel campo dei veicoli a motore. E' il caso del Platino, Palladio e Rodio che sono aumentati nelle acque di dilavamento (Farago et al., 1995; Whiteley and Murray, 2005) per l'introduzione delle marmitte catalitiche a metà degli anni '80. Successivamente l'impiego del Palladio è aumentato del 96% in quanto, per ragioni economiche, ha sostituito il platino nei più recenti silenziatori delle autovetture.

1.3 Le condizioni rilevate nelle realtà locali

Nell'ambito di una recente ricerca condotta in Provincia di Bologna è stato quantificato il carico di inquinanti presente nelle acque di dilavamento di un'area conumrcial.e-industriale, adibita al

transito e alla sosta di numerosi mezzi pesanti. Le condizioni sperimentali analizzate riguardano l'accumulo di inquinanti sulla superficie stradale durante i periodi di tempo secco e sono imputabili all'usura dei mezzi meccanici e del manto stradale, alla combustione dei carburanti ed alle perdite di oli. I risultati delle analisi chimiche (SST, COD, TOC, metalli, idrocarburi) ed ecotossicologiche (inibizione di *Vibrio fischeri*) hanno evidenziato che il picco di inquinanti precede sempre quello della portata ed è quindi lecito parlare di dilavamento di inquinanti da parte delle acque di prima pioggia. Inoltre si sono rilevate correlazioni positive, altamente significative, fra le concentrazioni di Solidi Sospesi Totali (SST) e quelle dei metalli pesanti (Pb, Zn, Cu), evidenziando come la maggior parte di inquinanti risulti adesa al Solidi Sospesi Totali.

In un'altra ricerca, si sono analizzati, nel 2002, 20 eventi meteorologici per capire l'accumulo e trasporto di SST, COD, Nitrati, Solfati, Metalli pesanti (Cd, Ni, Pb, Pt, Cu, Zn) e i conseguenti effetti di tossicità acuta su *Daphnia magna* and *Vibrio fisheri* (Artina et al., 2004b; Fonti et al., 2004).

[\[...\]](#)

Le indagini analitiche sono state condotte dividendo i solidi depositati in due classi di grandezza: particelle minori di 75 µm e con dimensione compresa fra 75 e 2000 µm. I valori rilevati evidenziano che Zinco e Rame sono accumulati in maggiore quantità nelle particelle fini, quelle che sono trasportate a maggiore distanza dagli eventi di dilavamento delle acque di prima pioggia. Nella seguente tabella si riportano i risultati acquisiti per singolo elemento, con la specifica indicazione del grado di inquinamento giudicato in base ai:

* limiti U.S.EPA (1985): "non inquinato" (Np), "moderatamente inquinato" (MP) o "molto inquinato" (Hp);

* limiti stabiliti dal Ministero dell'Ambiente dell'Ontario (Gambrell et al., 1983) per individuare l'eventuale effetto di tossicità nella rete alimentare: "senza effetto" (Ne), "basso effetto" (Le) e il "limite di tolleranza" (TI).

Elemento	U.M	ø<75µm	limiti	ø<75-2000µm	limiti
Manganese	mg/kg s.s.	1,0		1,0	
Arsenico	mg/kg s.s.	4,3	Mp,Le	4,7	Mp,Le

Bario	mg/kg s.s	436,0		303,0	
Cadmio	mg/kg s.s	0,9		0,5	
Cromo	mg/kg s.s	125,5		153,5	
Mercurio	mg/kg s.s	0,09	Le	0,03	Le
Nichel	mg/kg s.s	67,4	Hp,Le	64,8	Hp Le
Piombo	mg/kg s.s	496,0	Hp,TI	581,5	Hp,TI
Rame	mg/kg s.s	496,0	Hp,TI	218,0	Hp,TI
Vanadio	mg/kg s.s	51,5		30,5	
Zinco	mg/kg s.s	611,5	Hp,Le	302,0	Hp,Le

Da completare

Il carico, per unità di superficie, prodotto in via Togliatti (Bo) ed espresso in kg per ettaro all'anno, è il seguente:

Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Zn
0,003	0,69	1,13	2,63	0,30	1,53

1.4 Funzione delle zone tampone

Le aree tampone (Vegetated Natural Buffers) sono delle "barriere" naturali o artificiali costituite da una vegetazione perenne (erbacea o piccolo arbustiva) e gestite in modo da ridurre l'impatto di potenziali inquinanti provenienti dal dilavamento delle acque di prima pioggia (Washington State Department of Ecology, 2001). Sono in grado di ridurre le velocità di scorrimento delle acque e favorirne l'infiltrazione nel terreno. La riduzione della velocità di flusso contribuisce alla rimozione dei solidi sospesi attraverso la sedimentazione e diminuisce, nel contempo, la potenziale erosione del suolo.

La presenza di una copertura erbacea (Grass paving) facilita la "filtrazione" delle acque di scorrimento superficiale e serve a trattenere, in modo molto efficace, i solidi sospesi. I canali inerbiti (Grass swales) sono realizzati per far defluire le acque di pioggia in maniera regolare perchè sfruttano la capacità della vegetazione di ridurre la velocità di flusso. Per controllare i picchi di portata i canali inerbiti vengono spesso utilizzati in combinazione con altri sistemi tampone quali piccoli invasi o fasce vegetate.

In zone con elevata pendenza, i canali inerbiti devono avere delle controtendenze (depressioni o piccole paratoie) in grado di rallentare ulteriormente i flussi e aumentare la capacità di ritenzione idraulica quindi la capacità di rimozione dei solidi sospesi. Il grado di depurazione raggiungibile dipende soprattutto dal tempo di residenza delle acque nel canale e dallo sviluppo della superficie di contatto di queste con la vegetazione e con la superficie del terreno. Nei sistemi vegetati gli inquinanti sono rimossi dalle acque di prima pioggia attraverso processi fisici (sedimentazione e volatilizzazione), chimici (adsorbimento e filtrazione) e biologici (decomposizione biologica, biophytoremediation, fitodegradazione). L'integrazione dei diversi processi è la condizione ottimale e un modesto approfondimento è opportuno farlo per gli aspetti legati alla sola vegetazione.

La phytoremediation (Raskin and Ensley, 2000) è, in parte dovuta all'assorbimento degli elementi chimici di cui la pianta necessita. Infatti alcuni microelementi quali: K, Ca, Mg, S, Fe, Cl, Zn, Mn, Cu, B e Mo ecc., considerati inquinanti nelle acque, sono necessari per la funzionalità dell'organismo vegetale. Questi elementi o micronutrienti possono essere assimilati passivamente, o attivamente, quindi con dispendio energetico, grazie all'utilizzo di specifici o generici trasportatori di membrana: ion carriers e canali.

Attraverso questi meccanismi, anche altri elementi non essenziali come ad esempio Pb, Cd e As, potenzialmente tossici per le piante, in dipendenza della loro concentrazione, possono essere prelevati dalle radici e bloccati nei vacuoli delle cellule per impedirne la libera circolazione all'interno dell'organismo. Un altro meccanismo è quello di bloccare gli elementi tossici sulla superficie esterna delle radici, inibendone direttamente l'ingresso (ITRC, 2001).

La fitodegradazione è un processo attraverso il quale alcuni contaminanti organici (benzene, etilbenzene, toluene, xilene, solventi clorurati e composti chimici alifatici a corta catena) riescono ad entrare nelle piante attraverso la barriera protettiva della rizosfera e vengono sottoposti a processi di degradazione e mineralizzazione all'interno delle piante stesse.

2. Scenari di riferimento

La connettività fra la rete stradale ed i corpi idrici recettori delle acque di dilavamento del manto stradale può essere esemplificata nei seguenti casi specifici, per i quali è necessario adottare dedicate strutture di contenimento e mitigazione delle acque di prima pioggia.

2.1 Viadotti sovrastanti le aste fluviali

Si tratta di viadotti stradali, di elevata lunghezza, che si sviluppano direttamente sopra o nelle immediate vicinanze dei corpi idrici. In questi casi si riscontra, di solito, lo svernamento diretto nell'ecosistema fluviale sottostante delle emissioni depositate e dilavate dalle acque di prima pioggia. Le seguenti immagini fotografiche illustrano le condizioni presenti in alcuni ambiti della rete viaria della Regione Emilia-Romagna.

In tali casi appare necessario realizzare opere di drenaggio accessorie, idonee a recapitare le acque di prima pioggia in ambiti fluviali laterali.

2.2 Ponti

Ad eccezione delle situazioni, frequenti solo nei tratti terminali dei corsi d'acqua, i ponti costituiscono un tratto stradale relativamente breve che interseca perpendicolarmente l'asse dell'asta fluviale.

I sistemi di drenaggio del manto stradale possono essere facilmente convogliati in ambiti laterali al corso d'acqua.

2.3 Viabilità generale

Lo spazio interposto fra il ciglio della strada e il corpo idrico recettore è estremamente variabile per superficie, pendenza, uso del suolo, stato geo-pedologico e copertura vegetazionale. Procedendo con schemi di ampio inquadramento si possono distinguere le seguenti tipologie proprie del territorio appenninico, collinare e di pianura della Regione Emilia-Romagna.

2.3.1 Tratti montani

Le elevate pendenze accelerano le velocità di trasferimento delle acque di prima pioggia dalle superfici stradali alla rete idrica di basso ordine. E' una condizione particolarmente critica in quanto nei tratti montani si ha un elevato deposito di elementi potenzialmente inquinanti per la combustione "sotto sforzo" dei motori, per la maggiore usura di pneumatici, freni e frizione e per l'esigenza di cospargere, nei mesi invernali, ingenti quantità di sali antigelo. A questo maggiore, per numero di veicoli transitanti, carico inquinante fa riscontro la qualità dei corpi idrici di basso ordine che è generalmente più elevata di quella dei tratti vallivi e nei corsi d'acqua sono presenti gli organismi ritenuti più sensibili. Una ulteriore considerazione pone i tratti montani della rete viaria fra gli ambiti di maggiore attenzione e degni di una superiore tutela : i bacini imbriferi sono di piccole dimensione e con una rilevante copertura vegetale per cui si hanno modesti deflussi ed elevati tempi di corrivazione, tali che è realistico e concreto il rischio che le acque di prima pioggia, provenienti da superfici impermeabilizzate, arrivino ai corsi idrici molto prima del naturale afflusso meteorico e per questo motivo siano poco diluite causando danni maggiori alla vita acquatica.

2.3.2 Tratti pedemontani

In presenza di modeste pendenze e di corpi idrici con un ordine di grandezza intermedio, l'apporto di possibili inquinanti, da parte delle acque meteoriche che dilavano le strade, è più facilmente mitigabile rispetto ai tratti montani. Questa considerazione scaturisce dalla semplice constatazione

che gli spazi idonei alla realizzazione di ambiti tampone non sono limitati e angusti come nelle strette vallate, ma si possono ricavare sia sul ciglio della strada sia in vicinanza della fascia riparia fluviale. In realtà la situazione generale attualmente presente non è affatto semplice a causa del maggior degrado ambientale limitrofo alle principali arterie e per l'estensione delle pratiche agricole o delle aree occupate per attività improprie (orti, baracche, ecc.).

2.3.3 Tratti in pianura

In pianura i corpi idrici che risultano essere i diretti recettori del dilavamento delle strade extraurbane non sono, generalmente, fiumi bensì canali artificiali. La gestione idraulica della capillare rete di scolo e gli interventi di ordinaria manutenzione volti a "pulire" le sponde e l'alveo dalla vegetazione rende, questi ambienti meno protetti nei confronti del carico apportato dalle acque di prima pioggia. In molti casi le acque di deflusso meteorico rappresentano una risorsa idrica importante al fini irrigui, in altri casi le finalità d'uso delle acque dovrebbero essere sicuramente tutelate dal trasporto di possibili inquinanti.

3. Linee progettuali

3.1 Le variabili significative oggetto di attenzione

Carico portante e picchi orari-giornalieri della rete viaria: per le infrastrutture di nuova realizzazione i dati acquisibili dallo Studio di Impatto Ambientale dovrebbero essere esaustivi; per la rete viaria in esercizio sono, di solito, conosciuti o facilmente rilevabili.

Dimensioni geometriche, pendenze e tipologia di asfalto: si tratta di informazioni già archiviate presso gli Enti e le Società preposte alla rete viaria in essere, mentre devono assolutamente essere prodotte nei progetti di nuova realizzazione.

Condizioni atmosferiche: i dati pluviometrici, la durata media del tempo secco ed i venti dominanti sono, nella Regione Emilia-Romagna, rilevati in un congruo e ben distribuito numero di stazioni meteorologiche. La banca dati è presso l'Archivio Pluviometrico del Servizio Idro-Meteo dell'Arpa Emilia-Romagna.

Rete idrografica: la rete idrografica generale, comprendente anche il reticolo idrografico minore, è ben definita con tematismi vettoriali nelle mappe informatizzate prodotte dal Servizio Cartografico della Regione Emilia-Romagna. Appare indispensabile identificare, con assoluta certezza, i tratti critici per i quali si devono realizzare ambiti di mitigazione dei composti veicolati dalle acque di prima pioggia.

Condizioni morfometriche, uso del suolo e assetto catastale: oltre all'uso delle Carte Tecniche Regionali, le Mappe dell'Uso del Suolo e le immagini aereo-fotografiche, sono utili i dati archiviati presso le Comunità montane, i Servizi Tecnici di Bacino e le Autorità di Bacino (SIT e SIM, ambiti di pertinenza, aree esondabili, rischio idrogeologico e catasto), ma è anche necessario compiere sopralluoghi idonei a definire in dettaglio gli ambiti tampone.

3.2 Criteri di orientamento per la definizione dei sistemi tampone

I seguenti modelli di ambiti e fasce tampone sono idonei ai diversi scenari di riferimento, illustrati nel capitolo 2, e sono riportati quali esempi di massima per poter elaborare un pertinente progetto di fattibilità. Si ricorda che i sistemi tampone devono:

* per funzione > essere in grado di trattenere le particelle solide asportate con le acque di prima pioggia;

* per struttura > essere ben inseriti nel contesto paesaggistico della zona;

* per struttura e funzione > essere idonei alla rete ecologica.

Per una coerente realizzazione è necessario calibrare le condizioni tecniche alle specifiche realtà. Inoltre la realizzazione di fasce arboreo-arbustive ai lati delle strade è un intervento sempre auspicabile al fine di limitare la deframmentazione degli habitat e l'effetto barriera prodotto dalla rete viaria.

3.2.1 Scenario collinare e montano

A -viadotti in linea sovrastanti l'alveo

Realizzazione di scoline che corrono, con modesta pendenza, parallele al tratto viario. Queste

condotte hanno lo scopo di portare le acque a distanza non critica dall'alveo. Successivamente il deflusso deve essere convogliato in un fosso inerbito di modestissima pendenza.

[...]

B -viadotti in linea su versante, a limitata distanza dall'alveo
Raccolta delle acque dalla sede viaria e trasporto sul versante; segue un percorso in fosso inerbito di adeguata lunghezza e pendenza.

C -ponti e viadotti che intersecano l'alveo
Realizzazione di scoline artificiali parallele al tratto viario, per convogliare le acque di dilavamento a distanza non critica dall'alveo. Le acque, quindi, saranno fatte defluire in fosso inerbito con una adeguata lunghezza e pendenza.

D - tratti paralleli agli alvei con distanza e pendenza critiche

Se l'area ha un limitato rischio di erosione superficiale è possibile realizzare fossi a dispersione su scarpata o fossi inerbiti di lunghezza e pendenza adeguate.

[\[...\]](#)

E -tratti paralleli all'alveo con distanza e pendenza non critiche

Non si propongono soluzioni specifiche, ma deve essere documentata l'assoluta mancanza di condizioni critiche relative al possibile recapito delle acque di prima pioggia dalla rete viaria extraurbana alla rete idrografica limitrofa.

3.2.2 Scenario di pianura

F –ponti e viadotti che intersecano l'alveo

Realizzazione di scoline parallele al tratto viario, idonee a convogliare le acque di dilavamento a distanza non critica dall'alveo. Le acque, quindi, saranno fatte defluire in fosso inerbito con una adeguata lunghezza e pendenza che recapitano le acque in tratti perifluviali.

G -tratti paralleli agli alvei con distanza e pendenza critiche

Se l'area ha un limitato rischio di erosione superficiale è possibile realizzare fossi a dispersione su scarpata o fossi inerbiti di lunghezza e pendenza adeguate che recapitano le acque in tratti perifluviali.

H - tratti paralleli all'alveo con distanza e pendenza non critiche

Non si propongono soluzioni specifiche, ma deve essere documentata l'assoluta mancanza di condizioni critiche relative al possibile recapito delle acque di prima pioggia dalla rete viaria extraurbana alla rete idrografica limitrofa.

3.3 Specifiche tecniche di massima per la realizzazione dei fossi

I fossi devono avere dimensioni tali da contenere anche la portata di deflusso originata dagli eventi meteorici di forte intensità. I parametri oggetto di calcolo sono: l'entità della superficie stradale drenata, che a sua volta dipende dalla frequenza delle cadute, e gli afflussi meteorici storici di massima intensità.

Per il principio dell'autosostenibilità delle opere, i fossi devono essere strutturati in modo da ridurre al minimo la necessità degli interventi di manutenzione.

Un aspetto di rilevante importanza è la natura geo-pedologica del territorio per valutare la permeabilità del substrato. La filtrazione delle acque di prima pioggia è, nelle aree con falda freatica molto profonda, una condizione fisica, di grande beneficio per la depurazione dei potenziali inquinanti veicolati dalle acque di prima pioggia.

Nei casi in cui la pendenza sia superiore al 10% è necessario realizzare rampe in pietrame e/o brigliette in legname per ridurre la velocità di scorrimento dell'acqua e la conseguente erosione di

fondo. La presenza di questi sbarramenti permette il rallentamento del deflusso e favorisce il deposito dei materiali solidi, vettori di inquinanti adesi alle particelle.

La meandrifcazione del fosso è una condizione sempre positiva perché produce una maggiore diversificazione degli habitat e, per diretta conseguenza, una superiore biodiversità e capacità di autodepurazione. In questi casi, nei fossi, sono spesso necessarie modeste difese spondali in pietrame, con talee arbustive o con altre tecniche di ingegneria naturalistica.

Nelle aree soggette a erosione superficiale è necessario realizzare le ripe del fosso con pendenze inferiori a 45° oppure prevedere rivestimenti con biostuoie o con stuoie tridimensionali sintetiche

L'inerbimento dovrebbe essere realizzato, per preferibilmente con idrosemia utilizzando 12 miscugli di specie autoctone, idonee alla zona, facendo riferimento alla bibliografia esistente ed in particolare agli elenchi riportati nel "Manuale di ingegneria naturalistica" della Regione Emilia-Romagna (1993). Per la piantumazione di qualunque essenza vegetale in aree protette (Parchi, Riserve, SIC, ZPS, ecc.) occorre fare riferimento alle norme dei Piani territoriali o dei Piani di gestione e comunque è sempre preferibile usare specie di provenienza locale.

Nelle aree denudate e soggette ad erosione è opportuno piantumare arbusti autoctoni per il consolidamento delle sponde dei fossi.

In generale è indispensabile progettare oltre le singole opere a servizio delle caditoie stradali anche la continuità spaziale e funzionale delle fasce di mitigazione degli inquinanti veicolati dalle acque di prima pioggia che dilavano il manto delle strade extra urbane. Per questa finalità è indispensabile

prevedere il continuum:

* dai fossi, alle pozze temporanee ed alle aree di fitodepurazione localizzate nelle zone perifluviali primarie o secondarie;

dal manto erboso alla copertura arbustiva ed arborea;

perché questi ambiti sono parte integrante delle reti ecologiche e più in generale del paesaggio inteso come configurazione strutturale e funzionalità.

Ulteriori schemi per la realizzazione di sistemi tampone sono riportati in:

- La Gestione Naturalistica dei Fossi dal Nature Conservancy Council.(CISBA, 1993).
- Best Management Practices (BMPs) pubblicato da Washington State Department of Ecology (2001).
- Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica (Regione Emilia-Romagna, 1993).

3.4 Criteri di applicazione

L'iter procedurale illustrato nel capitolo precedente si deve applicare all'intera opera viaria in progetto o già esistente, con un diverso grado di approfondimento. I tratti "critici", individuabili dalla vicinanza e importanza del corpo idrico recettore, dovranno essere messi in evidenza ed è per essi che è necessario estendere il grado di informazione e di dettaglio al fine di realizzare i più idonei ambiti di mitigazione delle acque di prima pioggia. Oltre che la visione complessiva dell'intera arteria viaria, risulta assolutamente necessario adottare opportuni provvedimenti di pianificazione e normativi, sia per compensare la discontinuità territoriale generata dalle strade sia per integrare gli elementi di importanza naturalistica all'interno delle specifiche unità di paesaggio. In altre parole, è assolutamente necessario avere una visione complessiva più ampia, connotabile come "Area vasta" che abbracci non solo la singola strada o lo specifico tratto, ma comprenda l'intera rete dei corridoi ecologici e l'interconnessione fra i diversi elementi del paesaggio. Tutto ciò al fine di impedire che vengano realizzate numerose fasce e zone tampone particolarmente disomogenee, disaggregate, non interconnesse perché non sopportate da un quadro organico, predisposto e coordinato da opportuni studi di inquadramento.

La visione organica, relativa all'area vasta deve essere tracciata nei Piani di Indirizzo di cui al punto 3.6 della Direttiva della Regione Emilia-Romagna (GR del 14 Febbraio 2005). I Piani di Indirizzo dovrebbero contenere le linee di intervento per la localizzazione e le modalità di realizzazione delle aree tampone delle strade extraurbane esistenti e in progetto, in relazione alla tutela dei corpi idrici recettori.

In sintesi i Piani di Indirizzo redatti dalle Province, sulla base di studi specialistici e con la collaborazione di: Autorità di Bacino, Servizi Tecnici di Bacino, Agenzie di Ambito e Gestore del Ciclo Idrico Integrato, una volta inseriti nei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale (PTCP) diventano strumento per l'attuazione delle misure previste dal Piano Tutela Acque (PTA).

BIBLIOGRAFIA

A.N.P.A. 2000. I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale. Manuale A.N.P.A./ 2000, Roma, pp. 223.

Artina S., Bolognesi A., Liserra T., Maglionico M. and Salmoiraghi G. 2004a. Analisi sperimentale delle acque di prima pioggia in un'area industriale. *Acqua e Aria*, submitted.

Artina S., Fasanella R, Fonti P, Maglionico M. and Salmoiraghi G. 2004b. Experimental investigation into the qualitative aspects of runoff in urban drainage systems. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 6, 2262.

Autorità di Bacino del Reno. 2001. Piano Stralcio per il Bacino del T. Senio. Delibera C.I. n. 2/2 del 08.06.2001.

Autorità di Bacino del Reno. 2004. Contributo per aggiornare ed approfondire le conoscenze sulla conformazione e la qualità dell'alveo, delle rive e delle fasce di pertinenza fluviale. Supporto all'attività di pianificazione relativa alla redazione della variante di adeguamento del vigente Piano Stralcio per il Bacino del Torrente Senio. *AdB Fiume Reno*, Bologna.

Braioni, G. & Penna, G. 1998 - I nuovi Indici Ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive e delle aree riparie: Wild State index, Buffer Strip index, Environmental Landscape Indices: il

metodo. Bollettino C.I.S.B.A. 6.

CISBA 1993. La Gestione Naturalistica dei Fossi. Da Nature Conservancy Council. Collandini V., and Legret M. 1996. Impacts of porous pavements with reservoir strutture on runoff waters. Proc. 7th ICUSD: 491-496.

Croke J., Mockler S., Fogarty P. and Takken L 2004. Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and the resultant spatial pattern of catchment connectivity. Geomorphology (www.elsevier.com/locate/geomorph).

Decreto Legislativo [152](#) . 1999. Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 101/L, Roma

Ellis J. B. 1989. Urban discharges and receiving water quality impacts, International Association on Water Pollution Research and Control. Pergamon Press, pp. 120.

Ellis J. B. 1991. The design and operation of vegetation systems for urban runoff quality control. Proceed. of 3rd standing Conferente on storm water science control. Coventry Polytechnic.

Ellis J. 13.2000. Risk assessment approaches for ecosystem responses to transient events in urban receiving waters. Chemosphere, 41: 85-91

EU Direttive 60/2000. Frameworkfor Community Action in the Field of Water Policy. L.327, 2000.

EU, 2001. Pollutants in urban waste water and sewage sludge. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. (ISBN 92-894-1735-8, <http://europa.eu.int>).

Farago M.E., Kavanagh, P., Blanks, Simpson, R., J., Kazantis, G., and I. Thorton 1995. Platinum Group Metals in the Environment: their uses in vehicle exhaust Catalysts and Implications for human health in the UK. A Report prepared for the DoE.

Fonti, P., Maglionico, M., Pollicino, F. and Salmoiraghi G. 2004. Build-up of pollutants on an urban road surface. Geophysical Research Abstracts, Vol. 6, 2281.

Gambrell, R.P., Reddy C.N. and Khalid R.A. 1983 - Characterization of trace and toxic materials in sediments of a lake being restored. J. Water Pollut. Control. Fed. 55: 1201-1210.

Ghetti, P.F. (1997) - Indice Biotico Esteso (L.B.E.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Provincia di Trento. pp. 222.

ITRC (Interstate Technology and Regulatory Cooperation) 2001. Phytotechnology Technical and Regulatory Guidante Document. Work Group, Phytotechnologies Work Team

Kwang-Guk A., Seok Soon P., Joung-Y1 Shin. 2002. An evaluation of a river health using the index of biological integrity along with relations to chemical and habitat conditions.

Environment International 28: 411 – 420.

Legret M., and Pagotto C. 1999. Evaluation of pollutant loadings in the runoff waters from a major rural highway, The Science of the Total Environment, 235: 143-150.

Lloyd, S. and Wong T.H.F. 1999. Particulates, associated pollutants and urban stormwater treatment. Proc. 8th ICUSD, pp. 1833-1840.

Montrejaud-Vignoles M, Roger S, Herremans L. 1996. Runoff water pollution of motorway pavement in mediterranean area. Proc 7th Int Conf on Urban Storm Drainage, Hannover, 247-252.

Muschack, W. 1990. Pollution of street runoff by traffic and local conditions. The Science of the Total Environment, 93: 419-431.

Raskin J., Ensley B.D., 2000. Phytoremediation of Toxic Metals. Using plant to Clean Up the Environment. Wiley Interscience.

Regione Emilia-Romana. 1993. Manuale Tecnico di Ingegneria Naturalistica. Bologna, 237 pp-

Regione Emilia-Romana. 2005. Direttiva concernente la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne ([art. 39](#) - D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152. Testo inviato per l'adozione in Giunta regionale - seduta 14 febbraio 2005. Prot. n. SSR / 05 10895

Sansalone J., and Buchberger S. 1997. Characterisation of solids and metal element

distributions in urban highway stormwater. Wat. Sei. Tech. Vol. 36, 8-9: 155-160 Sartor J.D. and

- Boyd G.B. 1972. Water pollution aspects of street surface contaminants. EPA-R2-72-081
- Sriyaraj K. and Shutes R.B.E. 2001. An assessment of the impact of motorway runoff on a pond, wetland and stream. *Environment International* 26: 433-439.
- U. S. EPA. 1987. Biological criteria for the protection of aquatic life. Users manual for biological field assessment of Ohio surface waters. Volume II. Columbus, OH: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, Surface Water Section.
- U.S.EPA. 1985. Sediment Quality Criteria Development Workshop. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Criteria and Standards Divisions, Washington, D.C.
- U.S.EPA. 1989. Biological criteria for the protection of aquatic life. Volume III. Standardized biological field sampling and laboratory methods for assessing fish and macroinvertebrate communities. Ohio Environmental Protection Agency, Columbus, OH.
- Washington State Department of Ecology. 2001. Stormwater Management Manual for Western Washington. Volume V - Runoff Treatment BMPs. Water Quality Program. Publication Numbers 99-11 through 99-15
- Whiteley J. D. and Murray F. 2005. Autocatalyst-derived platinum, palladium and rhodium (PGE) in infiltration basins and wetland sediments receiving urban runoff. *Science of the Total Environment* 341: 199– 209.