

AUTORITA' di BACINO del RENO

**PIANO STRALCIO PER IL SISTEMA IDRAULICO
"NAVILE - SAVENA ABBANDONATO"**

RELAZIONE

**Il Presidente
dell'Autorità di Bacino del Reno
*Dott. Renato Cocchi***

**Il Progettista
*Ing. Gabriele Strampelli***

**Il Segretario Generale
dell'Autorità di Bacino del Reno
*Dott. Ferruccio Melloni***

Bologna, 28 settembre 1999

Sommario

LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO	1
<i>LE PRESTAZIONI</i>	2
<i>LA MISURA DELLE PRESTAZIONI</i>	3
LE PRESTAZIONI CONSIDERATE NEL PIANO	4
<i>IL REGIME IDRAULICO NELLE FASI DI PIENA</i>	5
Portate e livelli	5
La fascia di pertinenza fluviale.....	7
<i>LA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO</i>	9
La pericolosità.....	11
Gli elementi esposti a rischio e la loro vulnerabilità	12
<i>LA CAPACITÀ DI DEFLUSSO</i>	14
<i>QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA</i>	15
CARATTERISTICHE FISICHE, CHIMICHE E BATTERIOLOGICHE	15
MORFOLOGIA E COPERTURA VEGETALE RETICOLO E AREE CONNESSE.....	16
<i>IL DEFLUSSO MINIMO VITALE</i>	17
<i>DISPONIBILITÀ DI ACQUA PER USI PRODUTTIVI</i>	19
LA METODOLOGIA SPECIFICA ADOTTATA.....	20
DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI	20
<i>RISCHIO IDRAULICO</i>	22
<i>QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA</i>	23
<i>RISPARMIO RISORSE IDRICHE</i>	24
I FATTORI SUI QUALI INTERVENIRE	24
DEFINIZIONE DELLE FINALITÀ SPECIFICHE DEGLI INTERVENTI	25
IL SISTEMA IDRAULICO OGGETTO DEL PIANO	27
LE PRESTAZIONI DEL SISTEMA	30
<i>IL FUNZIONAMENTO IDRAULICO</i>	30
Andamento delle portate	30
Andamento dei livelli	32
<i>IL RISCHIO IDRAULICO</i>	33
La pericolosità del sistema	33
<i>LA QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA</i>	36
Caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche	36
Capacità “naturale” di depurazione”	37
<i>DISPONIBILITÀ ACQUA PER USI PRODUTTIVI</i>	37
Gli apporti d’acqua.....	37
Il deflusso minimo vitale	38

La disponibilità di acqua	39
OBIETTIVI E LINEE D'INTERVENTO.....	41
RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO.....	41
<i>PERICOLOSITÀ</i>	42
<i>VALORE E VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI ESPOSTI A RISCHIO</i>	43
MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA.....	44
<i>CARATTERISTICHE FISICHE, CHIMICHE E BATTERIOLOGICHE DELL'ACQUA</i>	45
<i>DEFLUSSO MINIMO VITALE</i>	46
Incremento della disponibilità delle risorse idriche.....	46
Limitazione dei prelievi in assenza del deflusso minimo vitale.....	47
RISPARMIO DELLE RISORSE IDRICHE	48
SALVAGUARDIA AREE PER INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE	49
PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI	51
INTERVENTI PRIORITARI	51
<i>RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</i>	51
INTERVENTI DI PRIMA FASE	53
<i>RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</i>	53
<i>MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE E DEI CORSI D'ACQUA</i>	55
<i>RISPARMIO IDRICO</i>	56
INTERVENTI DI SECONDA FASE	57
<i>RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</i>	57
<i>RISPARMIO IDRICO</i>	59
INTERVENTI DI TERZA FASE	59
<i>RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO</i>	59
QUADRO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI.....	60
LE NORME.....	61

LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO

Per guidare idoneamente le diverse fasi del processo di pianificazione a livello di bacino, appare oggi necessario un sistema di metodi e di regole *esigenziale e prestazionale*.

Esigenziale in quanto l'individuazione globale delle esigenze da soddisfare viene posta come punto di partenza di ogni singola attività di pianificazione ed il loro grado di soddisfacimento costituisce il parametro principale per la valutazione della qualità delle trasformazioni territoriali e della stessa pianificazione.

Prestazionale nel senso che la descrizione dei risultati da raggiungere attraverso la pianificazione e la programmazione territoriale è basata sulla definizione di come debba funzionare un dato sistema territoriale e non della sua configurazione oggettuale; le prestazioni, infatti, possono essere definite come l'insieme di comportamenti che un determinato oggetto assume sotto l'azione di definite sollecitazioni.

L'utilità di disporre di un sistema di prestazioni atto a rappresentare funzionalmente un sistema idraulico consiste sostanzialmente nella disponibilità di uno strumento scientifico per individuare: le esigenze da soddisfare, i possibili interventi da realizzare sul sistema idraulico al fine di soddisfare le specifiche esigenze individuate, le priorità d'intervento, i criteri per valutare l'impatto ambientale di ogni trasformazione del territorio ed infine l'insieme delle "regole" alle quali devono sottostare gli Enti Pubblici ai diversi livelli nella loro attività di gestione e di controllo del territorio ai fini di uno sviluppo compatibile con l'ambiente.

In altre parole, l'adottare un metodo prestazionale nell'elaborazione di un piano di bacino permette di passare in termini oggettivi ed univoci dalle esigenze alle azioni da compiere per soddisfarle mediante un processo basato sostanzialmente sull'individuazione delle prestazioni che un dato sistema idraulico deve offrire.

I passaggi fondamentali di un tale tipo di processo sono l'individuazione:

- delle esigenze da soddisfare;
- delle prestazioni da richiedere al sistema idraulico oggetto del piano;
- delle prestazioni offerte ed il confronto con quelle richieste;
- degli interventi per raggiungere le prestazioni richieste.

LE PRESTAZIONI

Un qualsiasi sistema idraulico sottoposto a determinate azioni “reagirà”, a seconda delle sue caratteristiche funzionali, in un determinato modo: si stabilirà un certo regime idraulico, si produrranno certi effetti sul territorio e sul sistema idraulico stesso, ecc..

L'insieme delle “risposte” di un sistema idraulico a determinate “sollecitazioni” (quali ad esempio determinati eventi di pioggia) costituisce l'insieme delle prestazioni caratterizzanti funzionalmente il sistema stesso. Tale insieme di prestazioni può essere quindi anche visto come lo strumento per “misurare” in modo certo ed oggettivo la capacità di un sistema idraulico di rispondere idoneamente a specifiche esigenze. Ne consegue che ogni prestazione dovrà essere espressa mediante uno o più parametri fisici misurabili: il valore che tali parametri assumeranno costituirà il livello della prestazione considerata. Tale valore non avrebbe però alcun significato se non venisse codificato il metodo con il quale esso viene ricavato. E' opportuno sottolineare a tal proposito che cambiando il metodo di misura dei parametri mediante i quali viene espressa una determinata prestazione cambia anche il significato della prestazione stessa.

Per tali motivi ogni prestazione dovrà pertanto essere espressa mediante la definizione:

- delle esigenze che la prestazione in oggetto può soddisfare o contribuire a soddisfare;
- dei parametri fisici che rappresentano la prestazione;
- dei metodi di verifica, cioè di misura, dei parametri suddetti.

Infine, le prestazioni possono riguardare sia un sistema idrico nel suo complesso (ed ovviamente i sub-sistemi in cui esso può essere suddiviso), sia i suoi elementi componenti, e possono quindi essere classificate in:

- *prestazioni di sistema*;
- *prestazioni relative ai componenti*, ulteriormente articolabili in funzione del componente descritto.

Ad esempio, alcune prestazioni riguardanti un sistema idraulico potrebbero essere:

- la capacità di smaltimento delle piogge senza che si verifichino eventi ritenuti dannosi; tale prestazione potrebbe essere espressa dalla probabilità che si verifichi l'evento di pioggia che provoca danni di una definita entità;
- la portata minima per assicurare determinati livelli idrometrici idonei al mantenimento o allo sviluppo della vita acquatica.

Per quanto riguarda invece gli elementi componenti un sistema idraulico e prendendo ad esempio gli argini, si possono ipotizzare le seguenti prestazioni:

- permeabilità;
- resistenza meccanica;
- erodibilità;
- resistenza all'azione di agenti atmosferici, chimici, batteriologici ed animali.

LA MISURA DELLE PRESTAZIONI

La misura delle prestazioni di un sistema idraulico è forse la questione più difficile da affrontare in questo campo.

La difficoltà nasce dal fatto che in molti casi è da escludere una misura diretta (prova in opera) di tutte quelle prestazioni che, come si vedrà meglio in seguito, sono riferite ad eventi estremi. E' evidente infatti come non si possa attendere che si verifichino tali eventi per individuare il funzionamento di un dato sistema.

In tali casi sarà pertanto necessario ricorrere a procedure di calcolo atte a prevedere le risposte del sistema idraulico a determinate sollecitazioni. Anche in questo caso però le difficoltà non mancano. Infatti, anche ammettendo di disporre di idonei metodi standardizzati di calcolo, risulta estremamente difficile disporre della rilevante mole di dati necessari per applicare tali metodi (basti pensare alle difficoltà, in termini di risorse finanziarie necessarie, per descrivere anche solo morfologicamente un dato sistema idraulico).

Tali problematiche sono superabili prevedendo prestazioni (e conseguentemente metodi di misura) capaci di descrivere funzionalmente un sistema idraulico a diversi livelli di approssimazione. In tal modo sarà possibile approfondire le analisi soltanto dove risulta necessario.

LE PRESTAZIONI CONSIDERATE NEL PIANO

Un sistema di prestazioni idoneo a supportare un processo di pianificazione di bacino, quale quello precedentemente indicato, deve essere in grado di descrivere funzionalmente un sistema idraulico con due diversi gradi di “approssimazione”, i cui rispettivi obiettivi consistono sostanzialmente nella conoscenza di tutti i dati e le informazioni necessari per:

- la predisposizione di un primo piano di bacino;
- il controllo dell'efficacia del piano e l'aggiornamento del piano medesimo.

Più specificatamente, il primo livello descrittivo è finalizzato all'individuazione:

- del tipo di problematiche presenti nell'ambito del bacino oggetto di pianificazione;
- delle aree di maggiore criticità e quindi delle priorità d'intervento anche mediante più approfonditi studi e rilievi;
- dei fattori che maggiormente incidono nella determinazione delle prestazioni offerte;
- delle prestazioni che possono essere raggiunte (in tempi brevi, medi e lunghi) mediante interventi sui sistemi idraulici considerati, del tipo di tali interventi e dell'ordine di grandezza delle risorse finanziarie da mettere in gioco;
- di regole per l'uso del suolo, la gestione idraulica del sistema e l'uso delle risorse idriche
- di indicazioni per la predisposizione di un idoneo sistema di monitoraggio del sistema idraulico considerato;
- dei dati necessari per la realizzazione e la gestione di una base informativa minima a livello di bacino.

Il secondo livello descrittivo è finalizzato, oltre che ad una verifica dei dati derivanti dal primo livello di analisi e dei metodi in esso adottati, ad una più precisa valutazione delle prestazioni offerte in funzione dell'attuazione, alle diverse fasi, di quanto previsto nel piano.

Sulla base di tale valutazione sarà poi possibile sviluppare le successive attività di pianificazione e di programmazione per l'aggiornamento del piano stesso.

Le prestazioni “complesse” considerate nell'elaborazione del presente piano, riguardanti le questioni *idrauliche*, sono sostanzialmente due:

- il regime idraulico nelle fasi di piena, tendente a rappresentare il “funzionamento” del sistema a seguito di determinati eventi di pioggia;

- la capacità di smaltimento, che in qualche modo rappresenta il “rischio idraulico”.

Per ciò che concerne la *qualità dei corsi d’acqua*, sono state definite prestazioni riguardanti:

- le caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche dell’acqua;
- la morfologia e la copertura vegetale del reticolo idrografico;
- la portata minima da assicurare nei corsi d’acqua.

Un’ultima classe di prestazioni riguarda la *disponibilità delle risorse idriche*.

Ognuna delle prestazioni “complesse” suindicate è stata espressa mediante parametri che possono essere considerati a loro volta delle prestazioni.

IL REGIME IDRAULICO NELLE FASI DI PIENA

Il regime idraulico nelle fasi di piena è stato rappresentato mediante:

- *l’andamento delle portate e dei livelli idrici* determinati in funzione di eventi di pioggia caratterizzati da definiti tempi di ritorno;
- la *fascia di pertinenza fluviale* che consiste, secondo il criterio idraulico, nell’insieme delle aree all’interno delle quali può essere fatto defluire un corso d’acqua mediante limitate opere di regimazione.

La conoscenza delle prestazioni che rappresentano in prima approssimazione il regime idraulico nei tronchi in cui è articolato un dato reticolo idrografico è finalizzata essenzialmente:

- all’individuazione delle azioni e degli effetti delle correnti di piena sul reticolo idrografico e sul territorio circostante;
- all’individuazione dei principali fattori dai quali dipende il funzionamento idraulico del sistema considerato;
- alla valutazione della capacità di smaltimento del sistema considerato, della sua attitudine cioè a smaltire determinati apporti di acqua senza che si verifichino “fatti critici”;
- all’individuazione dei possibili interventi per raggiungere le prestazioni richieste.

PORTATE E LIVELLI

L’individuazione dell’andamento delle portate e dei livelli nei diversi tronchi componenti un dato reticolo idrografico è basata sull’uso di modelli “afflussi-deflussi”, mediante i quali si passa dagli eventi di pioggia alle portate immesse nel reticolo, e di modelli di “propagazione dell’onda di piena”, mediante i quali si individuano le portate ed i livelli nei diversi tronchi.

Senza entrare nel merito dei modelli che è possibile usare, si evidenziano le principali attività che secondo la metodologia adottata sono da svolgere:

- schematizzazione del sistema oggetto di studio;
- calibrazione del modello di calcolo;
- definizione dei dati di “input”, cioè degli eventi di pioggia con cui sollecitare il sistema;
- simulazione, mediante l’uso dei modelli di calcolo adottati, della risposta del sistema ad eventi di pioggia con determinati tempi di ritorno.

Il reticolo idrografico oggetto di studio deve essere schematizzato, per rendere possibile l’effettuazione delle simulazioni, come costituito da un insieme di tronchi elementari all’interno dei quali le caratteristiche morfologiche ed idrauliche (forma, dimensioni, pendenza, portata, ecc.) non variano. Ogni tronco è quindi rappresentato da un’unica sezione e la lunghezza dei tronchi è pertanto inversamente proporzionale al numero delle sezioni disponibili.

Da tale fatto deriva un’approssimazione nella schematizzazione del reticolo idrografico¹ che pone limiti oggettivi ad ogni pretesa di ottenere risultati “più precisi” mediante l’uso di programmi di calcolo automatico estremamente sofisticati.

In linea generale, infatti, si può affermare che il grado di approssimazione nella simulazione di eventi di piena dipende nella maggior parte dei casi quasi esclusivamente dalla precisione con cui vengono descritti i sistemi e non dalla “potenza” dei programmi.

La calibrazione dei modelli di calcolo prevede il confronto tra eventi di piena reali e quelli teorici ottenuti mediante l’uso dei modelli di calcolo adottati.

Anche in questo caso si hanno necessariamente forti approssimazioni dovute alla immancabile scarsità dei dati riguardanti la descrizione degli eventi di piena reali che si sono verificati.

Per la definizione dei dati riguardanti gli eventi di pioggia con cui sollecitare il sistema oggetto di studio, si evidenzia che, una volta stabilita la quantità di pioggia totale in funzione del

(¹) L’imprecisione nella descrizione di un tronco del reticolo idrografico è nella maggior parte dei casi dovuta a:

- il tronco del corso d’acqua da descrivere mediante un’unica sezione disponibile è notevolmente irregolare;
- il rilievo della sezione è stato effettuato in un punto “particolare” del tronco considerato;
- la sezione rilevata non è perpendicolare al corso d’acqua.

tempo di ritorno², non è possibile far altro che prevedere l'intensità di pioggia uniforme per tutta la durata dell'evento. Tale fatto implica che, a parità di tempo di ritorno, possono esistere in realtà eventi di pioggia notevolmente più gravosi di quello di riferimento.

LA FASCIA DI PERTINENZA FLUVIALE

Secondo il criterio idraulico, per “fascia di pertinenza fluviale” relativa ad un dato corso d'acqua si intende, nell'ambito del presente piano, l'insieme delle aree all'interno delle quali può essere fatto defluire il corso d'acqua stesso mediante modeste opere di regimazione.

Le opere di regimazione delle acque che hanno portato i sistemi idraulici all'attuale configurazione sono sempre state finalizzate a ridurre il più possibile le aree destinate al deflusso ed al contenimento delle acque stesse.

Le aree sottratte ai corsi d'acqua sono state utilizzate come sede di attività antropiche di sempre maggiore valore con la conseguente richiesta di sempre maggiori livelli di sicurezza idraulica rispetto ai quali è continuamente necessario adeguare le opere di regimazione.

Tali opere di regimazione, dovendo “contenere” volumi d'acqua in spazi molto minori di quelli occupati dagli stessi volumi in condizioni “naturali”, risultano essere di rilevante entità e complessità sia strutturale che funzionale.

I costi per una corretta manutenzione dell'insieme di queste opere e per un loro adeguamento alle richieste di sicurezza idraulica sono legati alla loro entità e complessità (che potremmo chiamare “grado di artificialità”) da una funzione di tipo quadratico.

E' evidente quindi la bassa efficienza degli attuali sistemi idraulici caratterizzati da un alto grado di artificialità.

L'artificialità dei sistemi gioca un ruolo estremamente negativo anche per quanto concerne le prestazioni riguardanti la qualità dei corsi d'acqua. Ad esempio, le capacità di autodepurazione sono praticamente nulle e non è possibile attuare una qualsiasi politica di riqualificazione ambientale nei corsi d'acqua arginati mantenendo l'attuale assetto delle opere di regimazione.

² Esistono diversi modelli che forniscono in funzione del tempo di durata dell'evento di pioggia e della sua probabilità di accadimento (tempo di ritorno), la quantità totale (espressa in millimetri per unità di superficie) caduta durante l'evento stesso.

Per questi motivi è oggi necessario porsi l'obiettivo di ridurre, o quanto meno di rendere possibile la riduzione, del grado di artificialità dei sistemi idraulici al fine di incrementarne l'efficienza e la qualità ambientale.

In questo senso la "fascia di pertinenza fluviale" viene ad essere compiutamente definita, secondo i criteri idraulico e paesistico ambientale, come l'insieme delle aree all'interno delle quali possono essere realizzati interventi necessari a ridurre l'artificialità del corso d'acqua, a recuperare la funzione di corridoio ecologico e a far defluire con sicurezza le portate caratteristiche di un corso d'acqua, comprese quelle relative ad eventi estremi, mediante opere di regimazione caratterizzate da un basso grado di artificialità.

L'ampiezza della "fascia di pertinenza fluviale" dipende sia dalla tipologia e dall'entità delle opere idrauliche la cui realizzazione è ritenuta possibile, sia dal grado di "artificializzazione" che si ritiene compatibile con una data situazione ambientale.

La metodologia per definire la "fascia di pertinenza fluviale" prevede in primo luogo:

- la definizione del grado di "artificializzazione" ammissibile in riferimento alla situazione ambientale in cui si opera;
- l'individuazione della fascia in oggetto, ottenibile mediante le opere definite ambientalmente compatibili, in funzione delle caratteristiche funzionali del corso d'acqua considerato.

Per le parti non arginate del reticolo idrografico, le opere che sono state ipotizzate come ammissibili, le quali comunque dovrebbero essere ridotte al minimo, consistono sostanzialmente in allargamenti dell'alveo inciso ed in opere di protezione spondale realizzate con tecniche di "ingegneria naturalistica". Non è quindi ammessa la realizzazione di opere permanenti di arginatura.

Per le parti arginate del reticolo idrografico, l'altezza massima ammissibile delle opere di arginatura è stata posta pari a un metro e mezzo

Per calcolare la "fascia di pertinenza fluviale" secondo il criterio idraulico è stato fatto riferimento ad eventi di piena con tempi di ritorno di 100 anni tenendo conto:

- delle possibili trasformazioni dell'alveo in un periodo di tempo abbastanza lungo mediante un'opportuna definizione dei parametri idraulici (coefficiente di scabrezza, pendenza, ecc.);
- di erosioni spondali di dimensioni variabili in funzione della natura delle sponde.

La "fascia di pertinenza fluviale" individuata come sopra indicato dovrà essere in qualche modo "adattata" per tenere conto sia degli elementi fisici, frutto di attività antropiche, presenti al suo interno, sia per rispondere alle esigenze di tutela ambientale espresse da altri piani come, nel caso specifico, dal piano paesistico regionale. E' già stato accennato infatti che la pianificazione di bacino deve oggi muoversi in un'ottica di recupero, dando per scontato che in alcuni casi non sarà

possibile delocalizzare tutti i manufatti interni alla “fascia di pertinenza fluviale”, e che l’efficacia dei piani è subordinata alla convergenza delle azioni di governo del territorio da parte dei vari livelli e settori amministrativi.

LA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO

Per capacità di smaltimento si intende l’attitudine di un sistema idraulico a smaltire un determinato insieme di apporti d’acqua senza che si verifichino “fatti critici”.

Tale attitudine è misurata sostanzialmente dalla probabilità di accadimento di eventi critici.

La **capacità di smaltimento** può pertanto essere definita, anche sulla base di quanto sarà successivamente chiarito, come *il tempo di ritorno dell’evento di pioggia, uniforme su tutto il bacino imbrifero e di intensità costante nel tempo di durata dell’evento, che induce un’onda di piena tale da causare gravi danni a persone o beni, supponendo indeformabile il reticolo idrografico del sistema in esame.*

Il rischio idraulico totale, per ciò che concerne i danni a persone o cose dovuti alle azioni di una corrente di piena indotta da un fenomeno meteorologico caratterizzato da un certo tempo di ritorno, può essere determinato mediante la seguente espressione: $R = P \cdot V \cdot W$

dove:

- P (pericolosità) è la probabilità di accadimento del fenomeno di pioggia che induce un certo regime idraulico;
- V (vulnerabilità) è la percentuale prevista di perdita degli elementi esposti al rischio per il verificarsi dell’evento critico;
- W (valore degli elementi a rischio) è il numero degli elementi esposti al rischio.

Il metodo per valutare il rischio idraulico relativo ad un dato sistema prevede l’individuazione:

- della probabilità di inondazione delle aree limitrofe ai corsi d’acqua in funzione dell’intensità dell’inondazione medesima;
- degli elementi presenti all’interno delle aree passibili di inondazione;
- dei danni che tali elementi possono subire.

La valutazione del rischio idraulico è finalizzata all'individuazione:

- degli interventi necessari per la messa in sicurezza del sistema e della loro priorità di realizzazione;
- delle zone dove limitare l'incremento del valore degli elementi esposti a rischio e della loro vulnerabilità.

La prima operazione da eseguire per la valutazione del rischio idraulico di un dato sistema sarebbe l'individuazione della parte del territorio soggetta "naturalmente" alle azioni dei corsi d'acqua considerati.

E' facilmente dimostrabile (basti pensare anche solo alla mole di dati necessari ed alla somma di errori inevitabilmente risultante) che, ad eccezione di rari casi comunque spazialmente limitati, non è possibile basare la valutazione del rischio idraulico sulla individuazione di tutte le aree inondate a seguito di determinati eventi di pioggia.

Un tale lavoro sarebbe anche inutile ai fini dell'individuazione degli interventi strutturali per la messa in sicurezza del sistema in quanto in questo caso la domanda alla quale bisogna rispondere è: *"quali sono gli interventi strutturali per realizzare un reticolo idrografico all'interno del quale confinare sicuramente le azioni delle onde di piena congruentemente con l'attuale assetto dell'uso del suolo?"*.

Rispondere ad una domanda del tipo: *"quali sono le aree attualmente esposte alle azioni delle onde di piena?"* risulta a prima vista necessario, e quindi di estrema utilità, per evitare l'aumento del valore degli elementi esposti a rischio e della loro vulnerabilità. Bisogna considerare però che, come si vedrà meglio in seguito, l'obiettivo principale che il piano si pone in questo campo è quello di ridurre il rischio idraulico (e non di "stabilizzarlo") mediante la riduzione della pericolosità del sistema: il non incremento del rischio idraulico, evitando l'aumento del valore degli elementi esposti a rischio e della loro vulnerabilità, risulta in tal senso essere un obiettivo "secondario" la cui validità è limitata nel tempo almeno per quei casi in cui può essere ridotta la pericolosità del sistema mediante interventi strutturali.

Sulla base delle suddette considerazioni la domanda alla quale si è cercato, compatibilmente con i dati disponibili, di dare una risposta è stata: *"quali sono le zone in cui si è più sicuri che le onde di piena esercitino le proprie azioni e per le quali è necessario, fino alla messa in sicurezza del sistema, garantire la limitazione ai livelli attuali del valore degli elementi esposti a rischio e della loro vulnerabilità?"*

E' con questa impostazione che sono stati affrontati i problemi relativi alla valutazione del rischio per la definizione dei contenuti del piano ricorrendo ad una drastica, almeno in prima approssimazione, semplificazione dei fattori che intervengono nella sua determinazione: la pericolosità, il valore degli elementi esposti a rischio e la loro vulnerabilità.

LA PERICOLOSITÀ

La pericolosità delle diverse parti in cui è stato articolato il reticolo idrografico del sistema considerato è stata posta pari alla probabilità che siano raggiunti determinati livelli idrometrici massimi ritenuti ammissibili. Tale prestazione è stata chiamata “capacità di deflusso”.

Nella valutazione della pericolosità sono stati adottati metodi e modelli di calcolo in cui è stato fissato “convenzionalmente” il valore di alcune variabili (le quali possono essere indicate con la denominazione “condizioni di calcolo”). Il valore della pericolosità, risultando intimamente legato al metodo usato per determinarlo, è quindi da vedere come valore “relativo”³.

Le principali variabili il cui valore è stato definito “convenzionalmente” riguardano sia le caratteristiche degli eventi di pioggia di riferimento, sia le condizioni idrologiche ed idrauliche del bacino e del reticolo idrografico al momento di inizio dell’evento di pioggia, sia infine le condizioni morfologiche del reticolo idrografico e la sua resistenza meccanica ed idraulica alle sollecitazioni dell’onda di piena.

Nel caso in particolare del sistema idraulico “Navile-Savena A.” e a titolo esemplificativo:

- gli eventi di pioggia con i quali è stato sollecitato il sistema sono stati previsti uniformi su tutto il bacino imbrifero e con intensità costante per tutto il tempo di durata degli eventi stessi;
- sono state considerate portate in alveo, all’inizio dell’evento di pioggia, pari a 3 m³/sec nel Savena Abbandonato ed a 8 m³/sec nel Navile;
- l’intero reticolo idrografico è stato considerato indeformabile (non soggetto cioè ad alterazioni morfologiche e funzionali durante gli eventi di piena) e libero da qualsiasi ostacolo al deflusso dell’onda di piena.

La probabilità che siano superati livelli massimi ammissibili a causa del verificarsi di condizioni diverse da quelle convenzionalmente fissate nella valutazione della pericolosità può essere chiamata “pericolosità residua”.

³ E' da questo fatto che nasce anche la necessità, in un approccio prestazionale alla pianificazione di bacino, di adottare metodiche standardizzate per valutare le prestazioni dei diversi sistemi idraulici.

E' intuibile che la "pericolosità residua" è di difficile se non impossibile valutazione in termini quantitativi. Ciò è dovuto:

- all'elevato numero di variabili in gioco;
- alla difficoltà di valutare la probabilità che ogni singola variabile assuma determinati valori;
- al fatto che ogni variabile può assumere valori tali da rendere "pericoloso" il sistema.

Da quanto precedentemente detto, la pericolosità è rappresentata dalla prestazione **capacità di deflusso** definita come *il tempo di ritorno dell'evento di pioggia, uniforme su tutto il bacino imbrifero e di intensità costante nel tempo di durata dell'evento, che induce un'onda di piena tale da causare il superamento di livelli ritenuti massimi ammissibili, supponendo indeformabile il reticolo idrografico del sistema in esame.*

GLI ELEMENTI ESPOSTI A RISCHIO E LA LORO VULNERABILITÀ

I dati attualmente disponibili relativi alla morfologia del terreno e del reticolo idrografico rendono estremamente difficile la simulazione del comportamento delle masse d'acqua durante un evento di piena nei casi in cui vengano superati i livelli massimi ammissibili. Questa difficoltà è maggiormente grave nelle zone di pianura dove la presenza della rete dei canali di bonifica rende praticamente impossibile l'individuazione delle aree inondate a seguito di un'esondazione, in quanto tali aree possono essere anche notevolmente distanti dal luogo dell'esondazione.

Il tentare di simulare il comportamento delle masse d'acqua nei casi in cui vengano superati i livelli massimi ammissibili potrebbe indurre errori ben più gravi di quelli che possono derivare dall'affrontare il problema in termini "qualitativi" identificando "convenzionalmente" le aree esposte a rischio con quelle in cui sarebbe necessario intervenire per mettere in sicurezza il sistema.

In altre parole, nella valutazione della "capacità di smaltimento", sono state considerate aree passibili di inondazione e/o soggette ad azioni erosive tutte quelle, limitrofe ai tratti del reticolo idrografico ritenuti "pericolosi", all'interno delle quali può essere confinata una determinata onda di piena; tali aree coincidono in pratica con la "fascia di pertinenza fluviale" così come precedentemente definita.

Per quanto riguarda la valutazione del valore degli elementi esposti al rischio, sono stati presi in considerazione, al fine sempre di individuare la "capacità di smaltimento" e quindi le priorità d'intervento, solo quelli rispetto ai quali possono verificarsi danni particolarmente gravi in termini di incolumità delle persone, ambientali ed economici; inoltre, visto che ciò che interessa

maggiormente è conoscere a livello di sistema se esistono elementi esposti a rischio indipendentemente dal loro valore effettivo, è stato attribuito al fattore in oggetto il valore uno se esiste almeno un elemento a rischio ed il valore zero in caso contrario. In tal senso sono stati considerati soltanto i centri, i nuclei abitati e gli insediamenti industriali contenuti, in tutto o in parte, nelle aree esposte alle azioni delle onde di piena.

La vulnerabilità dei suddetti elementi esposti a rischio è stata considerata nulla, indipendentemente dall'intensità dei fenomeni di inondazione, nel caso di aree limitrofe a tratti non arginati del reticolo idrografico e di valore unitario negli altri casi.

LA CAPACITÀ DI DEFLUSSO

La prestazione **capacità di deflusso** è definita come *il tempo di ritorno dell'evento di pioggia, uniforme su tutto il bacino imbrifero e di intensità costante nel tempo di durata dell'evento, che induce un'onda di piena tale da causare il superamento di livelli ritenuti massimi ammissibili, supponendo indeformabile il reticolo idrografico del sistema in esame.*

La capacità di deflusso rappresenta in qualche modo la pericolosità dei diversi tronchi in cui è articolato il reticolo idrografico. Il valore minimo della capacità di deflusso nell'insieme dei valori di tutti i tronchi rappresenta la pericolosità del sistema.

Il metodo di valutazione della prestazione in oggetto è basato sulla definizione dei “livelli massimi ammissibili” e sull'individuazione del tempo di ritorno corrispondente all'evento di pioggia che causa il superamento di tali livelli.

Più specificatamente, il procedimento di valutazione della capacità di deflusso prevede i seguenti passaggi:

- descrizione morfologica del sistema considerato e definizione dei livelli massimi ammissibili;
- individuazione degli eventi di pioggia corrispondenti ad un determinato tempo di ritorno;
- determinazione, mediante un modello afflussi/deflussi, delle portate immesse nel sistema considerato;
- determinazione, mediante un modello di propagazione delle onde di piena, del regime idraulico assunto dal sistema;
- valutazione del superamento dei livelli massimi ammissibili all'interno del sistema.

QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA

E' necessario evidenziare prima di tutto che la qualità complessiva dei corsi d'acqua difficilmente può essere espressa completamente in forma prestazionale. Infatti, se la qualità di un qualsiasi oggetto materiale viene definita come il rapporto tra le esigenze che gli utenti tendono a soddisfare mediante quell'oggetto e le esigenze realmente soddisfatte, è evidente l'estrema difficoltà di definire obiettivi di qualità dei corsi d'acqua in assenza di un quadro completo delle esigenze di riferimento. Dato che tali problematiche non possono essere risolte nell'ambito dei piani di bacino, è stato necessario intendere la qualità dei corsi d'acqua come l'idoneità dell'insieme delle caratteristiche (qualitative e quantitative) dell'acqua e del reticolo idrografico a rendere possibile lo sviluppo di determinate attività.

In concreto, le caratteristiche prestazionali mediante le quali è stata rappresentata, nell'ambito del presente piano, la qualità dei corsi d'acqua in relazione agli usi sono:

- le caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche dell'acqua;
- la morfologia e la copertura vegetale del reticolo idrografico e delle aree connesse;
- la portata minima da assicurare nei corsi d'acqua (deflusso minimo vitale).

Per quanto riguarda la qualità complessiva dei corsi d'acqua è risultato possibile soltanto recepire (in un certo senso "passivamente") le indicazioni provenienti da altri piani a livello regionale.

CARATTERISTICHE FISICHE, CHIMICHE E BATTERIOLOGICHE

I parametri che sono stati assunti per la definizione delle caratteristiche in oggetto dell'acqua sono i seguenti:

- Temperatura [°C]
- pH
- Alcalinità totale [meq/l]
- Conducibilità [μ S/cm]
- Solidi sospesi [mg/l]
- Ossigeno disciolto [mg/l]
- Saturazione di ossigeno [%]
- BOD 5 [mg/l]
- COD [mg/l]
- Cloruri [mg/l]
- Solfati [mg/l]
- Fosforo totale [μ g/l]

- Azoto ammoniacale totale [$\mu\text{g/l}$]
- Azoto ammoniacale non ionizzato [$\mu\text{g/l}$]
- Azoto nitroso [$\mu\text{g/l}$]
- Azoto nitrico [$\mu\text{g/l}$]
- Coliformi totali [U.F.C./100 ml]
- Coliformi fecali [U.F.C./100 ml]
- Streptococchi fecali [U.F.C./100 ml]
- Salmonelle

I suddetti parametri, che consentono di classificare la qualità dell'acqua in funzione degli usi, sono quelli considerati a tale scopo dalle seguenti normative o classificazioni:

- a) Legge 130 del 25/01/1992;
- b) Classificazione Provincia di Bologna;
- c) Classificazione Unione Regionale Veneta Bonifiche;
- d) Classificazione Provincia di Ravenna.

Il valore limite di ogni singolo parametro varia ovviamente in funzione del particolare tipo d'uso dell'acqua e pertanto i valori dell'insieme dei parametri dipende dalla "combinazione" dei diversi tipi d'uso che si vogliono permettere. Dato che tale "combinazione" è funzione degli specifici obiettivi posti in questo campo nella determinazione delle prestazioni richieste, risulta opportuno definire il sistema di classificazione soltanto nel momento in cui siano stati individuati gli obiettivi della pianificazione.

MORFOLOGIA E COPERTURA VEGETALE RETICOLO E AREE CONNESSE

Le caratteristiche in oggetto sono quelle che pongono i maggiori problemi ad essere espressi in forma prestazionale mediante una loro tipizzazione e classificazione in funzione delle possibili tipologie d'uso dell'ambiente fluviale intese come insiemi di singoli usi.

Infatti, le stesse possibili tipologie d'uso alle quali far riferimento dovrebbero a loro volta essere tipizzate ma ciò risulta impossibile dato che esse risultano essere innumerevoli.

Ciò che può essere fatto, anche se con non trascurabili difficoltà, è una classificazione dell'ambiente fluviale in funzione delle sue idoneità ad essere usato per specifiche singole finalità.

Per quanto di interesse del presente piano, gli usi ai quali è stato fatto riferimento per classificare l'ambiente fluviale sono:

- depurazione "naturale" delle acque;
- sviluppo fauna ittica.

La "capacità naturale di depurazione delle acque" è definita pertanto come "l'attitudine di un determinato reticolo idrografico a ridurre la quantità degli elementi inquinanti presenti nelle masse d'acqua in esso contenute in riferimento al regime idraulico assunto dalle masse d'acqua medesime".

La "capacità naturale di depurazione delle acque" è misurata mediante la percentuale di abbattimento delle concentrazioni dei diversi elementi inquinanti in funzione delle portate presenti nel reticolo idrografico.

Per quanto riguarda la fauna ittica, l'attitudine ad accogliere determinate specie ittiche può essere rappresentata dalla densità ittica (individui e peso per metro quadro) che un determinato reticolo idrografico può normalmente accogliere.

IL DEFLUSSO MINIMO VITALE

Il deflusso minimo vitale viene definito, ai fini del presente piano, come la portata minima in alveo per permettere uno sviluppo della flora e della fauna caratteristiche di un determinato "assetto ambientale" inteso come l'insieme delle caratteristiche dell'ambiente fluviale (reticolo idrografico ed aree connesse).

Da tale definizione deriva che l'individuazione del deflusso minimo vitale non può prescindere dalla determinazione dell'assetto ambientale che si vuol ottenere.

Se le attività di pianificazione e di programmazione sono dirette al mantenimento dell'assetto ambientale esistente, l'individuazione del minimo deflusso vitale non pone particolari difficoltà (almeno da un punto di vista teorico) se non quella relativa alla descrizione dello "stato di fatto" e della scelta dei metodi di calcolo più idonei.

Se si ritiene di dover modificare la realtà esistente (come nel caso del presente piano), le cose si complicano in modo rilevante per almeno due motivi:

- la definizione dell'assetto ambientale da ottenere deve essere fatta ad una "scala" molto grande (quasi a livello di progetto esecutivo) ed allo svolgimento di tale attività di definizione devono

“partecipare” tutti i numerosi soggetti pubblici e/o privati che possono in qualche modo essere interessati alla questione; da ciò consegue che l’attività in oggetto non può essere svolta nel momento della elaborazione dei piani di bacino;

- al momento attuale non sembrano essere disponibili idonee metodiche standardizzate per passare dal “progetto ambientale” al calcolo del minimo deflusso vitale.

Per superare tali difficoltà, in sede di elaborazione dei piani di bacino, appare opportuno:

- definire, riferendosi allo stato di fatto, un primo valore del minimo deflusso vitale di cui garantire da subito la presenza in alveo;

- stimare, riferendosi alle caratteristiche delineate dell’assetto ambientale futuro, un secondo valore del minimo deflusso vitale tenendo in debito conto le reali possibilità di garantirne la presenza in alveo.

Quest’ultimo valore costituirà anche un dato di partenza per le successive attività di progettazione ambientale che ne verificheranno la validità.

DISPONIBILITÀ DI ACQUA PER USI PRODUTTIVI

Il presente piano, come sarà chiarito successivamente, non si pone obiettivi di risposta alla domanda di acqua per usi produttivi. Appare tuttavia opportuno definire e valutare la prestazione in oggetto anche al fine di fornire agli altri operatori un riferimento sul quale basare le proprie scelte in termini di programmazione e pianificazione.

La “disponibilità di acqua per usi produttivi” è definita, ai fini della predisposizione del presente piano, come “la portata mediamente prelevabile in complesso dal reticolo idrografico garantendo comunque la presenza del deflusso minimo vitale nel reticolo medesimo, con riferimento agli apporti medi nel mese più siccitoso dell’anno”.

Dalla suddetta definizione deriva che il valore della disponibilità di acqua risulta generalmente come differenza tra l’insieme degli apporti e le quantità d’acqua per avere il deflusso minimo vitale nei corsi d’acqua costituenti il reticolo idrografico considerato.

Dato che la disponibilità di acqua per usi produttivi varia al variare del deflusso minimo vitale, è evidente che nella elaborazione dei piani occorre tenere conto delle variazioni che tale prestazione può subire a seguito delle eventuali modificazioni dell’assetto ambientale dei corsi d’acqua.

In generale, la disponibilità di acqua può essere articolata in funzione del “tipo “ degli apporti. In altre parole, le risorse idriche possono essere classificate in risorse idriche “pregiate” e “non pregiate”.

Le risorse idriche “pregiate” possono essere definite come “risorse non rinnovabili”, o la cui disponibilità implica non rilevanti costi ambientale e/o finanziari, o che possono essere utilizzate a fini ritenuti prioritari”.

LA METODOLOGIA SPECIFICA ADOTTATA

La metodologia specifica adottata nella predisposizione del presente piano riguarda, oltre alla definizione del sistema considerato ed all'individuazione delle sue prestazioni, le seguenti attività:

- definizione degli obiettivi; in altre parole dei livelli di prestazione da richiedere al sistema Navile-Savena Abbandonato;
- individuazione dei fattori che intervengono nella determinazione del valore dei suddetti livelli di prestazione;
- definizione delle finalità specifiche degli interventi in riferimento ad ogni singolo fattore individuato ed all'articolazione temporale degli obiettivi del piano;
- definizione degli interventi strutturali, in funzione anche della loro priorità di realizzazione, e degli indirizzi normativi.

DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI

Gli obiettivi principali del piano riguardano:

- la riduzione del rischio idraulico;
- il miglioramento della qualità dei corsi d'acqua e dell'acqua;
- il risparmio di risorse idriche "pregiate".

Nell'elaborazione del piano, i provvedimenti necessari per perseguire i suddetti specifici obiettivi sono stati individuati adottando comunque un'ottica non strettamente settoriale, che permettesse di vedere il complesso delle problematiche riguardanti il sistema idraulico Navile-Savena Abbandonato ed il territorio con esso connesso.

Un approccio sistemico di questo genere è risultato necessario per almeno due motivi:

- l'efficacia dei piani è subordinata alla convergenza delle azioni di governo del territorio da parte dei vari livelli e dei vari settori amministrativi; ognuno di essi ha propri specifici obiettivi e pertanto tale convergenza di azioni può essere ottenuta soltanto rendendo compatibili tutti gli obiettivi espressi dalla globalità delle componenti in cui è articolato l'Ente Pubblico;

- l'efficienza dei diversi programmi d'intervento sul territorio può essere complessivamente incrementata, in modo anche rilevante, se nella elaborazione di ogni singolo programma è almeno valutata la possibilità di perseguire anche obiettivi diversi da quelli specifici posti alla base del programma stesso.

Gli obiettivi del piano, che saranno successivamente illustrati in modo più analitico, sono stati espressi e definiti per quanto possibile in forma "prestazionale": sono state descritte, cioè, le caratteristiche funzionali (prestazioni) che il sistema Navile-Savena Abbandonato dovrà possedere e che hanno pertanto costituito la base di partenza nell'elaborazione del piano.

Data la complessità, anche in termini tecnico-politici, di definire un unico livello di prestazioni sul quale basare il piano, è apparso opportuno articolare gli obiettivi del piano su quattro livelli corrispondenti ad altrettante fasi temporali di realizzazione degli obiettivi medesimi : tempi brevissimi, brevi, medi e lunghi.

Strutturare il piano secondo un criterio temporale, vedendo quindi il piano medesimo come un fatto dinamico, è risultato funzionale anche alla possibilità sia di intervenire rapidamente per perseguire obiettivi ritenuti assolutamente prioritari, sia di verificarne man mano la reale efficacia e porre in atto tutte quelle modifiche che si rendessero necessarie.

Per i suddetti motivi, tutti gli interventi previsti nel piano sono stati riferiti agli obiettivi classificati, in funzione della loro priorità di realizzazione, come *obiettivi prioritari, di prima, seconda e terza fase*.

La definizione del valore dei livelli delle prestazioni da richiedere, che costituisce una scelta preminentemente di natura "politica", non può prescindere però anche dalla conoscenza delle prestazioni offerte dal sistema idraulico oggetto del piano; è infatti sulla base di tale dato che può essere valutato il livello degli obiettivi ragionevolmente raggiungibili. E' evidente di conseguenza che nel caso di obiettivi articolati temporalmente possono essere puntualmente definiti soltanto i primi livelli, in quanto per i successivi non sono disponibili, in sede di predisposizione del piano, tutti quei dati che richiedono per la loro conoscenza almeno la progettazione esecutiva degli interventi strutturali.

E' risultato comunque necessario fissare nel piano anche obiettivi superiori a quelli minimi, al fine di poter verificare da subito la congruenza delle trasformazioni territoriali con tali obiettivi.

Essi dovranno in ogni caso essere verificati nel corso dell'attuazione del piano man mano che saranno disponibili i dati necessari. La verifica dovrà essere condotta anche allo scopo di rendere congruenti le scelte relative al Navile-Savena Abbandonato con quelle relative al bacino del Reno nel suo complesso. Infatti, il diverso stato di avanzamento dei progetti dei piani rende oggi impossibile un "confronto" ed un "allineamento" degli obiettivi "finali" riguardanti tutti i sistemi costituenti il bacino del Reno.

Alla determinazione delle prestazioni complessive⁴ del sistema oggetto del piano concorrono diverse grandezze che, a loro volta possono essere viste come prestazioni .

Per ottenere una data prestazione complessiva occorre quindi agire sulle grandezze che la determinano fissando in primo luogo il valore che esse devono assumere. Uno stesso obiettivo può essere raggiunto seguendo strade diverse costituite da diverse "combinazioni" dei possibili valori delle grandezze che lo determinano.

Le scelte relative alle grandezze su cui agire sono state effettuate, nell'elaborazione del piano, sulla base dell'efficacia e dell'efficienza dei possibili strumenti d'intervento relativi alle diverse grandezze in gioco.

RISCHIO IDRAULICO

Le grandezze che determinano il rischio idraulico (rappresentato dalla prestazione "capacità di smaltimento") sono:

- la pericolosità del sistema in riferimento ai diversi tronchi in cui può essere scomposto il reticolo idrografico;
- il valore degli elementi esposti a rischio;
- la vulnerabilità degli elementi esposti a rischio.

Negli studi effettuati per individuare l'attuale livello di rischio nonché le priorità d'intervento, è stato necessario adottare alcune semplificazioni che è opportuno ricordare.

⁴ Rischio idraulico, qualità dei corsi d'acqua e consumi risorse idriche.

In estrema sintesi, le semplificazioni adottate sono:

- la vulnerabilità degli elementi esposti a rischio è stata considerata pari a zero, indipendentemente dall'intensità dei fenomeni di inondazione, nelle parti non arginate del reticolo idrografico;
- sono state considerate aree passibili di inondazione tutte quelle, limitrofe al reticolo idrografico, all'interno delle quali può essere confinata una determinata onda di piena;
- per quanto riguarda la valutazione del valore degli elementi esposti al rischio, sono stati presi in considerazione solo quelli rispetto ai quali possono verificarsi danni particolarmente gravi in termini di incolumità delle persone, ambientali ed economici;
- la probabilità di inondazione delle aree ritenute esposte a rischio è stata posta pari alla probabilità che siano raggiunti determinati livelli idrometrici massimi ritenuti ammissibili considerando indeformabile il reticolo idrografico.

Le suddette semplificazioni sono certamente corrette per la definizione delle priorità d'intervento e degli obiettivi minimi di sicurezza, ma mostrano certamente dei limiti per ciò che concerne obiettivi di più alto livello rispetto ai quali dovranno essere effettuate delle valutazioni più precise, specialmente per quanto concerne il valore degli elementi esposti al rischio e la loro vulnerabilità. In ogni caso, il tipo delle semplificazioni adottate rende possibile agire sostanzialmente, per quanto riguarda la riduzione del rischio idraulico, soltanto sulla pericolosità del sistema.

QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA

Le grandezze che concorrono a determinare la qualità dei corsi d'acqua, per quanto precedentemente evidenziato, sono:

- le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dell'acqua;
- le capacità depurative del sistema;
- la presenza del minimo deflusso vitale;
- le caratteristiche morfologiche e della copertura vegetale del reticolo idrografico e delle aree connesse.

RISPARMIO RISORSE IDRICHE

I consumi idrici presi in considerazione e rispetto ai quali sono stati definiti obiettivi di risparmio riguardano le risorse idriche la cui disponibilità implica non trascurabili costi ambientali e/o finanziari come quelle, per esempio, ottenute derivando l'acqua da Reno⁵ e dal Canale Emiliano-Romagnolo.

Il consumo delle suddette risorse idriche dipende ovviamente dalle richieste d'acqua e dalla "quota" delle risorse in oggetto utilizzate per soddisfare tali richieste: il piano prevede lo sviluppo di azioni finalizzate soltanto alla riduzione di tale quota di utilizzo, non prendendo in considerazione le richieste d'acqua che, oltre ogni altra considerazione, sono di difficile valutazione. Si tende, cioè, a rendere disponibile una certa quantità di acqua "non pregiata" (derivante da eventi di pioggia o dal depuratore) senza porsi in modo particolare il problema di soddisfare una determinata quota di domanda.

I FATTORI SUI QUALI INTERVENIRE

I fattori che determinano la pericolosità di un sistema idraulico sono:

- le caratteristiche idrologiche del bacino (volume di invaso specifico, coefficienti di deflusso, ecc.);
- le caratteristiche del reticolo idrografico che determinano il regime idraulico;
- le caratteristiche del reticolo idrografico che determinano i "livelli critici" (come, ad esempio, le quote delle sommità arginali) definiti come quei livelli oltre i quali si verifica l'erosione dall'alveo di sicurezza⁶;
- la funzionalità delle opere e delle apparecchiature per le manovre idrauliche.

⁵ Per le problematiche ambientali si veda lo studio "Quantificazione del deflusso minimo vitale del fiume Reno a valle della chiusa di Casalecchio" condotto, per conto dell'Autorità di Bacino del Reno, dal prof. Gianpaolo Salmoiraghi e dal prof. Francesco Zaccanti.

⁶ Per "alveo di sicurezza" si intende quella parte del reticolo idrografico all'interno del quale il deflusso delle acque non comporta sostanziali problemi di sicurezza idraulica.

Per quanto concerne il valore degli elementi esposti al rischio, i fattori che incidono sulla grandezza in oggetto sono:

- la morfologia del suolo nelle aree limitrofe ai corsi d'acqua;
- il valore degli elementi presenti all'interno delle aree inondabili.

La vulnerabilità degli elementi esposti al rischio dipende soltanto dalle caratteristiche degli elementi medesimi.

Per quanto concerne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche delle acque, il fattore sul quale intervenire è sostanzialmente la capacità depurativa del sistema, definita come la sua attitudine ad abbattere la quantità dei carichi inquinanti in quanto non risulta praticabile prevedere azioni sulle caratteristiche degli apporti in termini di carichi inquinanti.

DEFINIZIONE DELLE FINALITÀ SPECIFICHE DEGLI INTERVENTI

Anche per la definizione delle finalità specifiche degli interventi è stato fatto riferimento sia alle priorità di soluzione delle diverse problematiche, sia alle reali possibilità di realizzazione degli interventi stessi, sia alla disponibilità di informazioni e di dati necessari per la definizione stessa delle finalità specifiche.

Gli *interventi strutturali*, classificati prioritari, di prima, di seconda e terza fase a seconda del tipo di obiettivi a cui sono riferiti, sono stati definiti e descritti ad un livello tale da poter:

- individuare le aree di cui garantire la disponibilità;
- fornire una serie di indirizzi metodologici e progettuali agli operatori che seguiranno poi le successive fasi di programmazione e di progettazione.

Gli *interventi normativi* sono sostanzialmente di quattro tipi:

- norme, finalizzate al “non aggravamento degli apporti”, mediante le quali si tende a subordinare ogni trasformazione del territorio che alteri in senso “peggiorativo” le caratteristiche dei bacini imbriferi all'adozione di provvedimenti idonei a “compensare” tali alterazioni;
- norme, finalizzate a garantire il non incremento del valore degli elementi esposti e della loro vulnerabilità, mediante le quali si pongono dei vincoli sia alla realizzazione di nuovi manufatti

- all'interno delle aree considerate esposte alle azioni delle portate di piena, sia ad interventi sull'esistente che comunque ne incrementino il valore e/o la vulnerabilità;
- norme, finalizzate al mantenimento delle prestazioni del sistema considerato, mediante le quali si tende a subordinare ogni trasformazione del reticolo idrografico o del territorio con esso connesso, alla verifica degli effetti di tale trasformazione, anche se riguardanti una parte limitata del reticolo idrografico, sulle prestazioni del sistema nel suo complesso;
 - norme, finalizzate a garantire la disponibilità di aree per la realizzazione di interventi strutturali, mediante le quali si pongono vincoli alla realizzazione di nuovi manufatti od opere (e all'aumento del valore di quelli esistenti) all'interno delle aree ritenute idonee per la realizzazione di interventi strutturali necessari per perseguire gli obiettivi di prima, seconda e terza fase; tali norme contengono vincoli a diverso livello in funzione degli obiettivi ai quali sono riferiti gli interventi strutturali e quindi al grado di approfondimento con cui essi sono stati definiti;
 - norme, finalizzate a garantire la presenza nel reticolo idrografico superficiale del deflusso minimo vitale.

E' opportuno evidenziare che in alcuni casi (limitazione elementi a rischio e salvaguardia aree per interventi strutturali) la validità delle norme è stata definita in funzione delle diverse fasi di attuazione del piano per ciò che concerne gli interventi strutturali, mentre negli altri casi le norme mantengono comunque la loro validità, almeno fino all'aggiornamento del piano, a prescindere dalla realizzazione degli interventi.

IL SISTEMA IDRAULICO OGGETTO DEL PIANO

Per “sistema idraulico” si intende *l'insieme fisico costituito da un determinato reticolo idrografico⁷ e dal bacino di alimentazione⁸ di tale reticolo e nel quale il regime idraulico delle masse d'acqua contenute dipende soltanto dalle caratteristiche idrauliche ed idrologiche dei suoi elementi costituenti.*

Il reticolo idrografico principale che definisce il sistema cosiddetto “Navile-Savena Abbandonato” oggetto del presente piano (vedi Tav. A) è costituito dai seguenti corsi d'acqua:

- il Navile, con una lunghezza complessiva di circa 36 km di cui 22 arginati;
- il Battiferro, con una lunghezza di circa 2,3 km non arginato;
- il Savena Abbandonato, con una lunghezza complessiva di circa 32 km di cui 22 arginati;
- il Diversivo, con una lunghezza di circa 4 km, completamente arginato.

L'insieme degli altri corsi d'acqua facenti parte del reticolo idrografico del sistema è stato suddiviso sostanzialmente in tre parti:

- reticolo idrografico “collinare”;
- rete “fognaria” e dei “canali” di Bologna;
- reticolo idrografico di “pianura”.

I corsi d'acqua più significativi del reticolo idrografico “collinare” sono i seguenti:

- rio Meloncello;

⁷ Reticolo idrografico :*l'insieme degli spazi occupati, permanentemente o periodicamente, da masse d'acqua in quiete od in movimento, delle superfici che li delimitano, del volume di terreno che circonda tali spazi e che interagisce meccanicamente od idraulicamente con le masse d'acqua contenute in essi e di ogni elemento che partecipa alla determinazione del regime idraulico delle masse d'acqua medesime.*

⁸ Bacino di alimentazione :*l'unione del bacino imbrifero e del bacino di attività.*

Bacino imbrifero :*il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi si raccolgono in un determinato reticolo idrografico.*

Bacino di attività :*l'insieme di attività antropiche che apportano acqua ad un determinato reticolo idrografico.*

- torrente Ravone;
- rio Monte Griffone;
- canale di Reno;
- rio Aposa.

I corsi d'acqua più significativi del reticolo idrografico di "pianura", che fanno parte della rete dei canali di bonifica del "Consorzio della Bonifica Renana" sono i seguenti:

- Zenetta;
- canale Carsè;
- canale Calamosco;
- scolo canaletta di Cadriano.

Il bacino imbrifero del sistema Navile-Savena Abbandonato ha una superficie complessiva di circa 111 km² di cui approssimativamente:

- 78 nel Comune di Bologna;
- 10 nel Comune di Castel Maggiore;
- 7 nel Comune di Bentivoglio;
- 2 nel Comune di Argelato;
- 1 nel Comune di Casalecchio di Reno;
- 3 nel Comune di Castenaso;
- 10 nel Comune di Granarolo dell'Emilia.

Il bacino imbrifero del Navile prima del Diversivo ha una superficie complessiva di circa 58 km².

Il bacino imbrifero del Savena Abbandonato prima del Diversivo ha una superficie complessiva di circa 53 km².

I bacini imbriferi dei corsi d'acqua "collinari" hanno, nelle loro sezioni di chiusura, le seguenti superfici:

- circa 2 km² il bacino del rio Meloncello;
- circa 7 km² il bacino del torrente Ravone;
- circa 4 km² il bacino del rio Monte Griffone;
- circa 7 km² il bacino del rio Aposa.

TAVOLA “A” Schema sistema idraulico “Navile- Savena Abbandonato”

I bacini imbriferi dei corsi d'acqua di "pianura" hanno, nelle loro sezioni di chiusura, le seguenti superfici:

- circa 25 km² il bacino del Zenetta di cui circa 5 km² del bacino della canaletta di Cadriano;
- circa 6 km² il bacino del canale Carsè;
- circa 9 km² il bacino del canale Calamosco.

Il bacino di attività è costituito:

- dalla derivazione della "Chiusa di Casalecchio" che immette acqua nel sistema mediante il Canale di Reno;
- dagli scarichi del depuratore di Bologna.

LE PRESTAZIONI DEL SISTEMA

Le attuali prestazioni del sistema sono state individuate mediante lo sviluppo di una serie di studi di cui in questa sede si ritiene utile riportare in sintesi i risultati per quanto riguarda le principali caratteristiche del sistema che maggiormente sono risultate determinanti nella predisposizione del presente piano.

IL FUNZIONAMENTO IDRAULICO

Il funzionamento idraulico del sistema Navile-Savena Abbandonato può essere schematizzato mediante la descrizione dell'andamento delle portate e dei livelli idrometrici come risulta dagli studi condotti con riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 10 anni. Si evidenzia che il funzionamento del sistema in oggetto sollecitato con eventi con tempi di ritorno di 50 anni è comunque analogo a quello di seguito illustrato.

ANDAMENTO DELLE PORTATE

La pioggia con la quale è stato sollecitato il sistema è costante, ha una durata di 3 ore ed un'intensità di 17,5 mm/ora.

Nella parte iniziale del Navile (vedi Tavola R), l'evento suddetto provoca, nel tronco delimitato dai nodi 90 e 89, un'onda di piena il cui andamento è riportato nel grafico I10.1. Si può vedere che il valore massimo di tale onda di piena (che ha un andamento a "campana") è di circa 50 m³/sec e viene raggiunto dopo circa 5 ore dall'inizio del fenomeno di pioggia.

Nel medesimo grafico I10.1 è riportato anche l'andamento del tronco delimitato dai nodi 77 e 76. Si può notare che il valore massimo (rimasto praticamente invariato) viene raggiunto dopo circa 7,5 ore; l'andamento dell'onda di piena è sempre a "campana" con la differenza che la prima parte è meno ripida.

La dinamica di propagazione della piena e le immissioni che si verificano lungo il Navile individuano, nel tronco delimitato dai nodi 69 e 68, un'onda di piena che presenta l'andamento riportato nel seguente grafico I10.2.

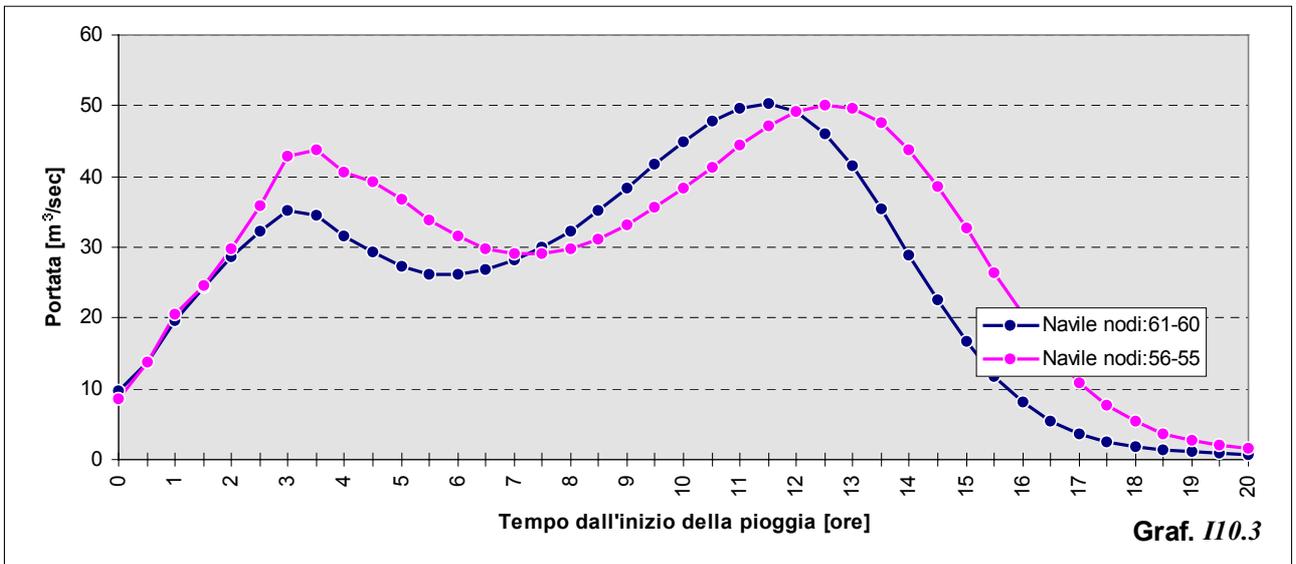
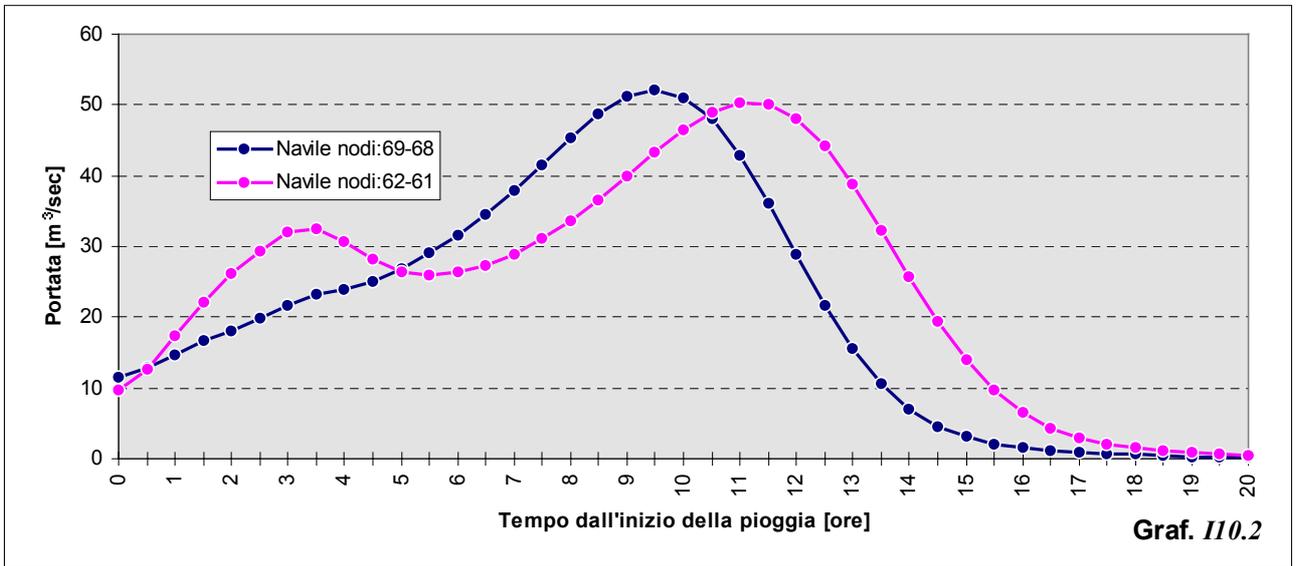
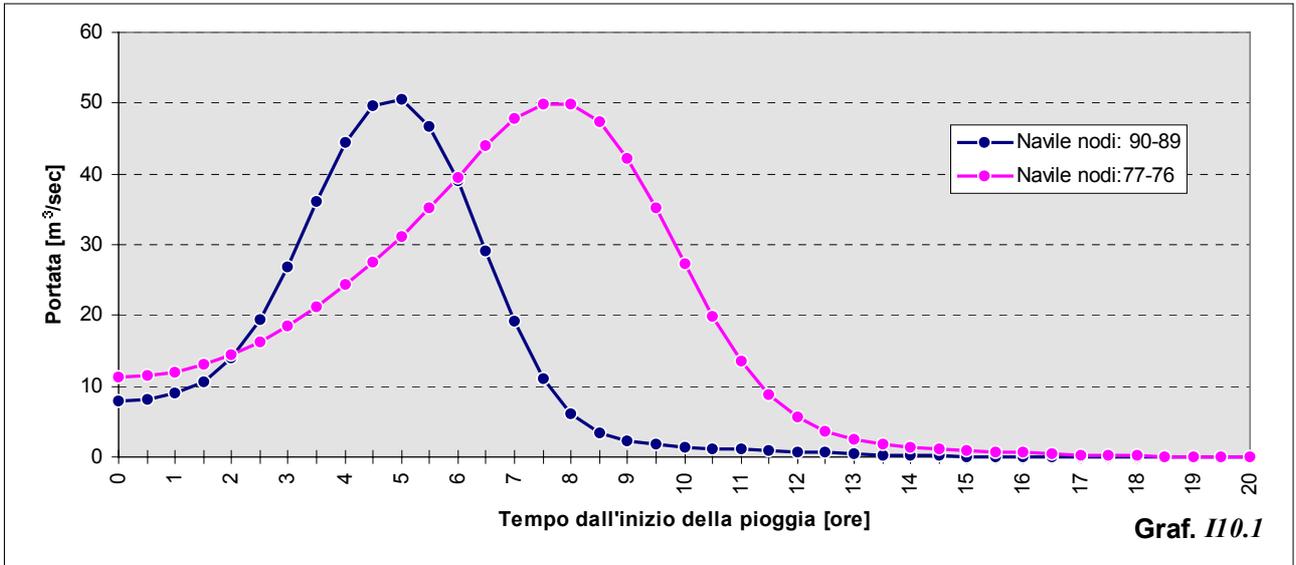
Le immissioni in rete della fognatura del Comune di Castel Maggiore (che avvengono tra i nodi 68 e 62) creano un altro picco dell'onda di piena, come si può vedere dall'andamento della portata nel tronco delimitato dai nodi 62-61. Tale picco, che si verifica a 3,5 ore dall'inizio della pioggia, ha un valore di circa $32 \text{ m}^3/\text{sec.}$, che passa a circa $44 \text{ m}^3/\text{sec.}$ (vedi grafico I10.3) nel tronco delimitato dai nodi 56-55 per le immissioni che si hanno al Centergross.

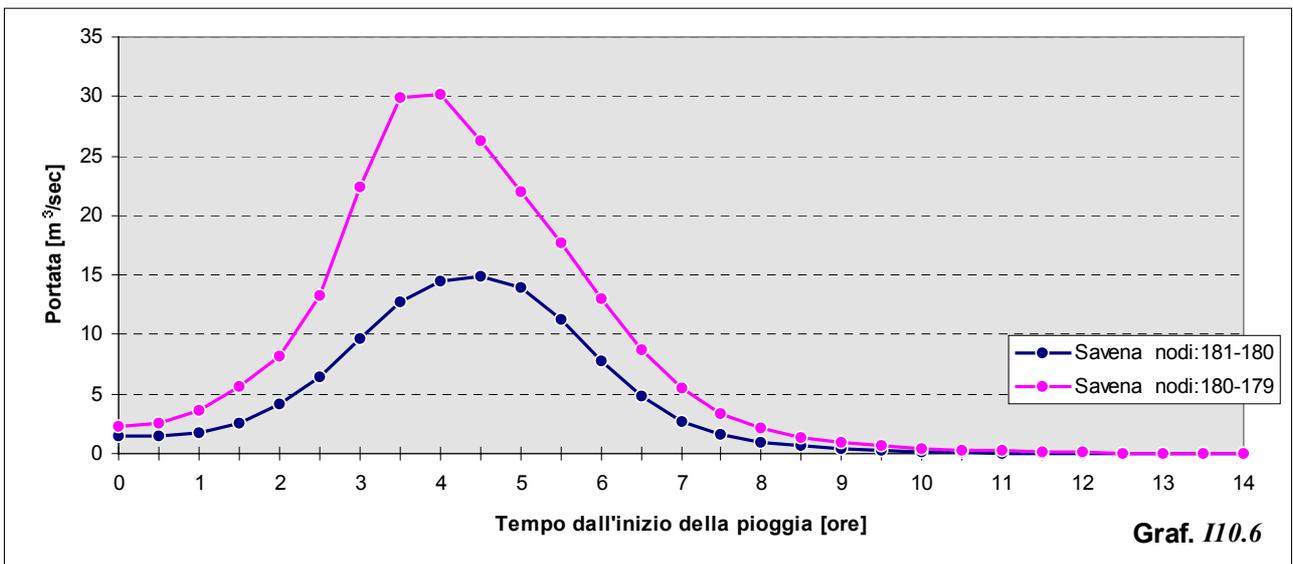
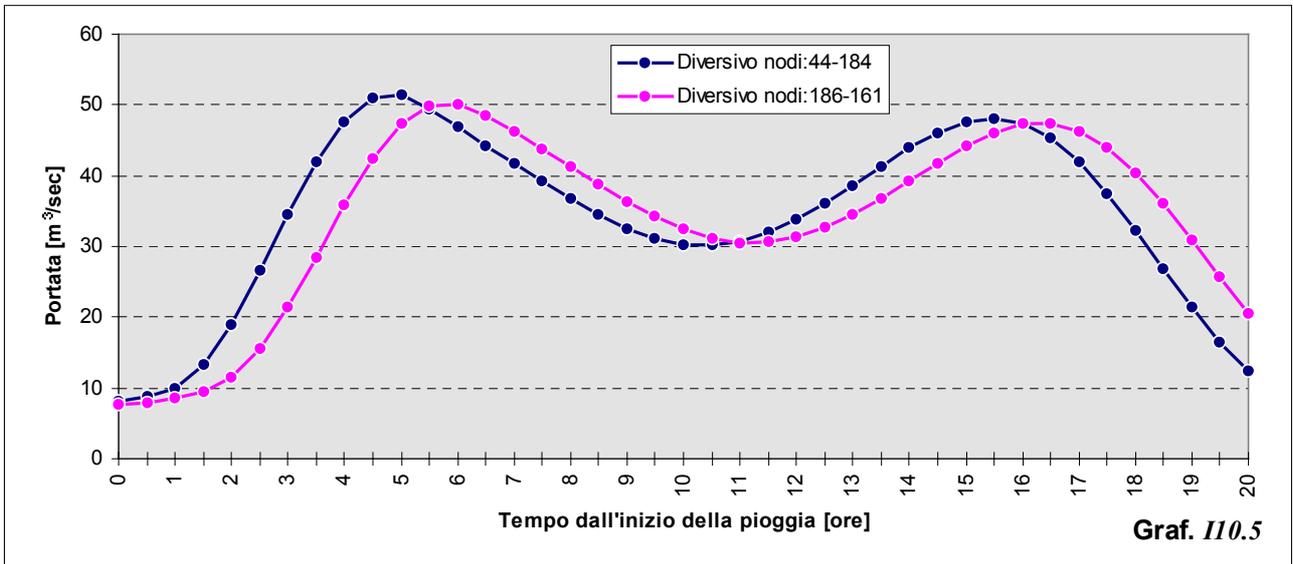
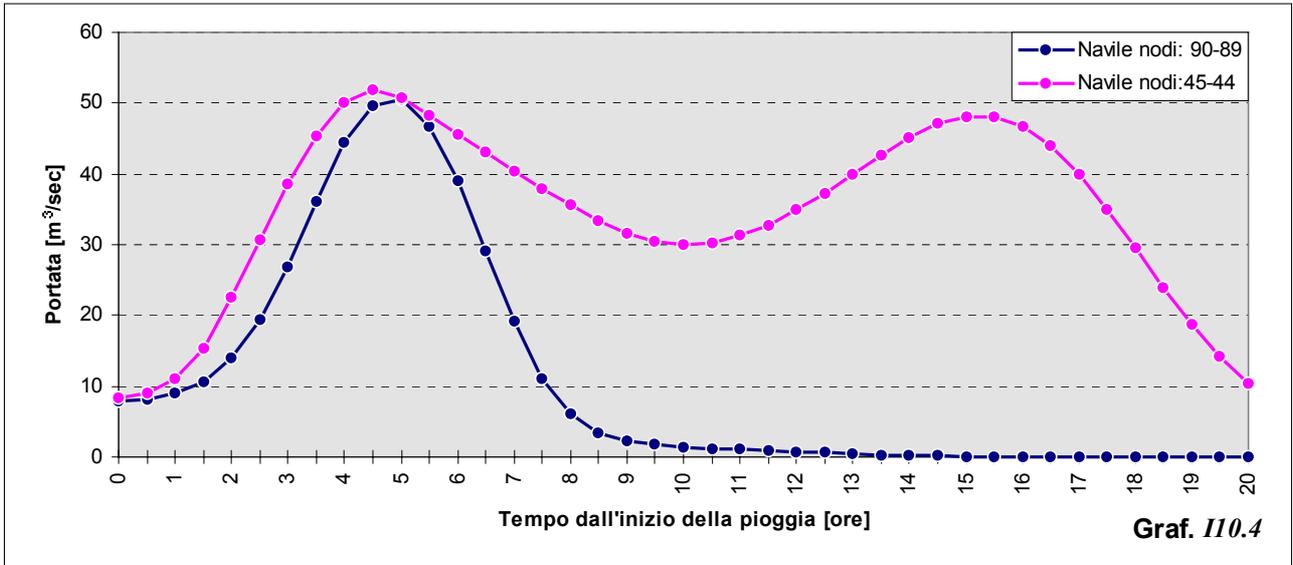
Il medesimo picco di portata subisce un ulteriore incremento fino ad arrivare, dopo circa 4,5 ore dall'inizio della pioggia, al valore di circa $52 \text{ m}^3/\text{sec.}$ nell'ultimo tronco del Navile prima del Diversivo superando così il valore (circa $48 \text{ m}^3/\text{sec.}$) del colmo di piena dovuto alla pioggia caduta su Bologna che si verifica, nel medesimo tronco (delimitato dai nodi 45-44), dopo un tempo di circa 15 ore. Tale andamento dell'onda di piena è riportato nel grafico I10.4 unitamente a quello già visto relativo al tronco iniziale del Navile (nodi 90-89).

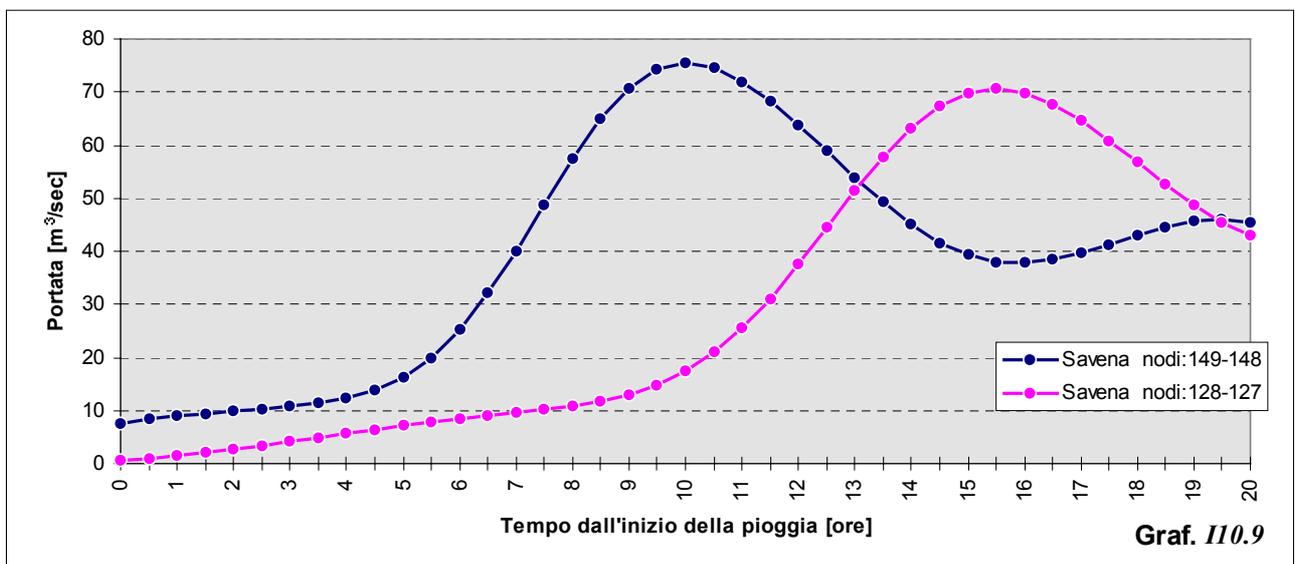
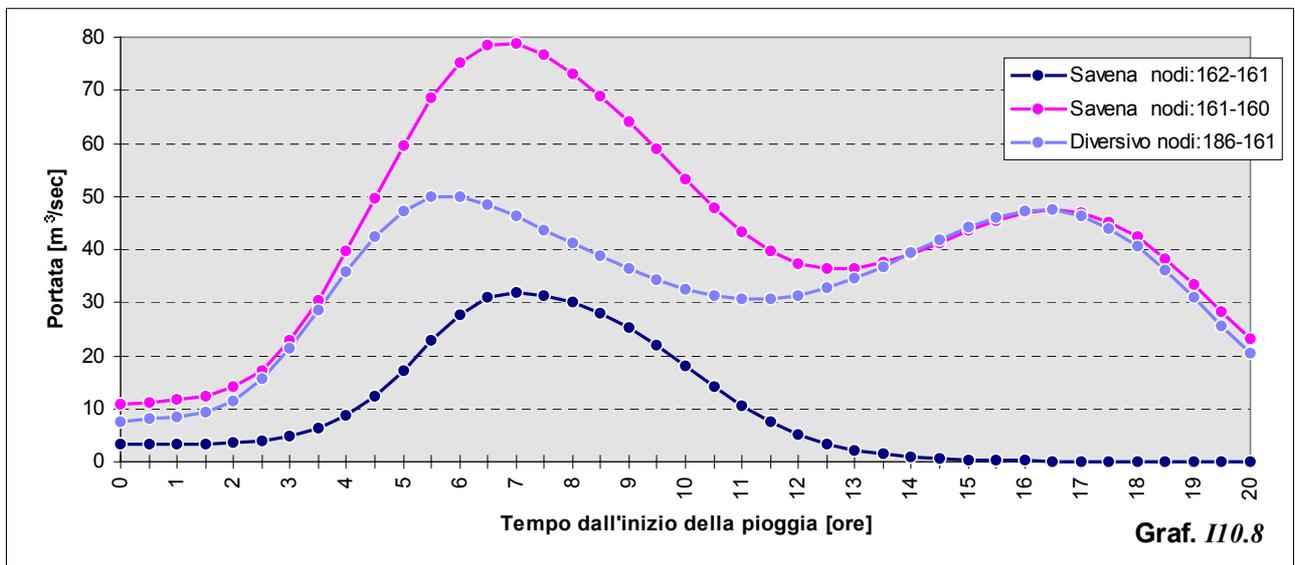
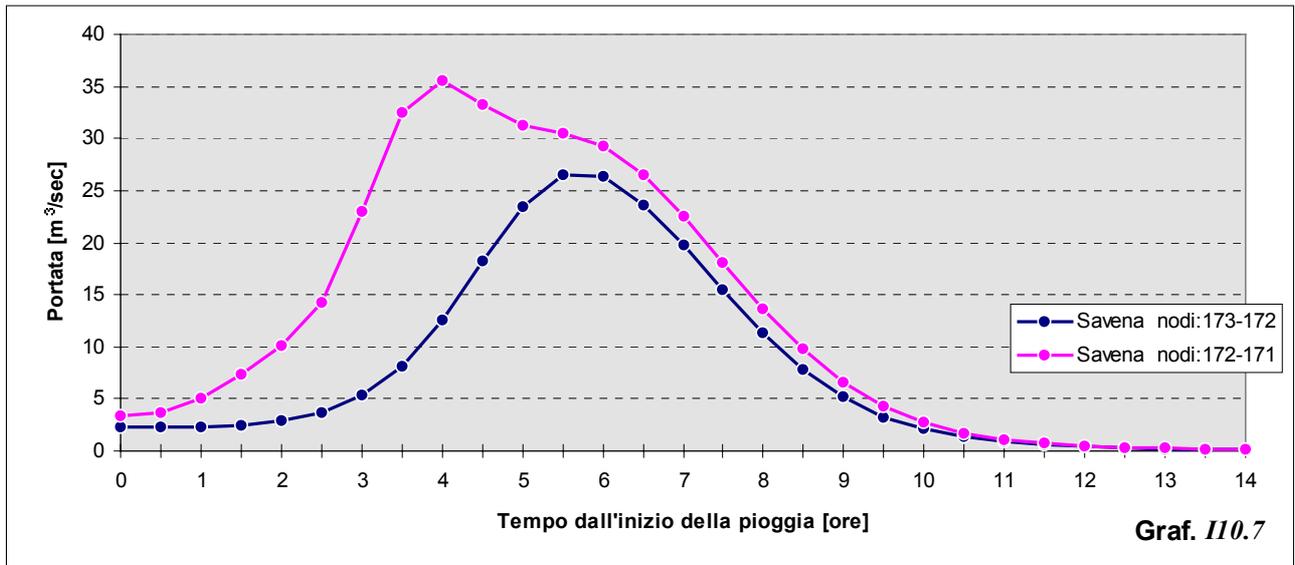
L'onda di piena si propaga in modo analogo nel Diversivo subendo una leggera laminazione come risulta dal grafico I10.5, dove sono riportati gli andamenti della portata nel tronco iniziale (nodi 44-184) ed in quello finale (nodi 186-161) del Diversivo in cui lo sfasamento dei due picchi di piena è di circa 10 ore.

La portata all'inizio del Savena prima dell'immissione del Calamosco (nodi 181-180) è rappresentata nel grafico I10.6. L'andamento è a "campana" con il valore massimo, raggiunto dopo 4,5 ore dall'inizio della pioggia, pari a circa $15 \text{ m}^3/\text{sec.}$ L'immissione del Calamosco porta il picco di portata al valore di circa $30 \text{ m}^3/\text{sec.}$ e lo "anticipa", come si può vedere dal medesimo grafico I10.6, di circa 0,5/1 ora.

Prima dell'immissione del Diversivo (nodi 162-161) la curva della portata ha ancora un andamento a "campana", come risulta dal grafico I10.8; la sovrapposizione di tale portata con quella proveniente dal Diversivo porta l'onda di piena nel successivo tronco (nodi 161-160) ad assumere la forma indicata nel grafico I10.8 dove è rappresentato anche il contributo dato dal Diversivo il cui primo picco di piena anticipa di 1,5 ore quello dell'onda di piena proveniente dal Savena (nodi 162-161). Nel tronco delimitato dai nodi 149-148 ed in quello finale (nodi 128-127) ritroviamo, come risulta dal grafico I10.9, analoghi andamenti della piena con una diminuzione delle portate massime per effetto della laminazione.







In conclusione:

- nel Navile gli apporti dovuti alla pioggia caduta su Bologna e quelli relativi ai bacini a valle si propagano in modo abbastanza distinto sovrapponendosi solo parzialmente, ad eccezione ovviamente della portata iniziale;
- nel Savena i due apporti si sovrappongono quasi totalmente e si propagano quindi in modo unitario;
- la riduzione dello sfasamento dei picchi di piena del Navile-Diversivo, e/o tra il primo di questi e quello dell'onda di piena relativo all'ultimo tronco del Savena prima del Diversivo, potrebbe indurre un non trascurabile incremento delle portate in gioco (e quindi anche dei livelli) anche in presenza di pari valori di pioggia caduta.

ANDAMENTO DEI LIVELLI

Per valutare l'andamento dei livelli osserviamo innanzitutto il Savena Abbandonato.

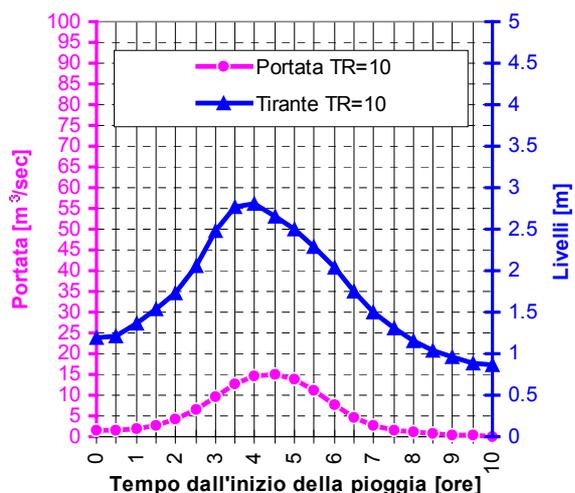
Nel tronco iniziale, delimitato dai nodi 181-180, la situazione è quella rappresentata dal grafico I10.10; l'andamento del livello è simile a quello della portata con un lieve "anticipo" del massimo di 0,5 ore. Dopo l'immissione della Zenetta (nodi 172-171) l'andamento della portata e del livello sono praticamente uguali con i rispettivi massimi raggiunti dopo 4 ore dall'inizio della pioggia (vedi grafico I10.11).

L'andamento del livello nel tronco precedente all'immissione del Diversivo (grafico I10.12) risente già di tale fatto e quindi, dopo aver raggiunto le massime quote in un tempo di circa 6,5 ore dall'inizio della pioggia e essersi mantenuto in tale situazione per circa 3,5 ore, inizia ad assumere una forma che si discosta evidentemente da quella della portata. L'apporto del Diversivo crea gli andamenti riportati nel grafico I10.13. La propagazione prosegue con analogo andamento del livello fino a quando non si risentono gli effetti del livello fissato allo sfocio in Reno.

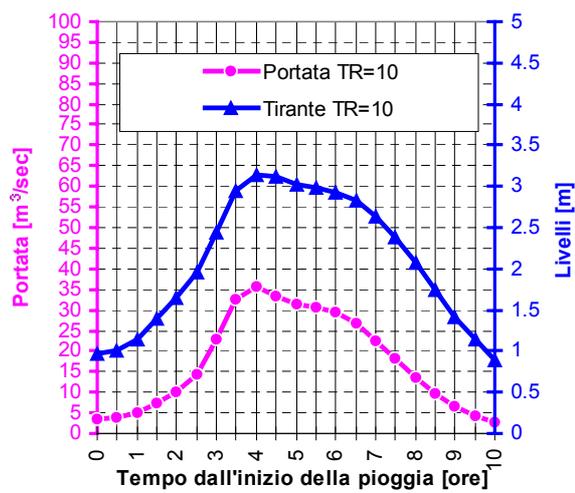
Nel Diversivo il livello tende a "stabilizzarsi" per lungo tempo (15 ore) all'interno di una fascia di valori la cui ampiezza è pari al 20÷25% del valore massimo raggiunto come risulta dai grafici I10.14 e I10.15.

Lo stesso fenomeno si verifica in modo analogo (in alcuni casi anche più accentuato) nei tronchi finali del Navile posti a valle delle immissioni che si hanno nella zona del Centergross (vedi grafici I10.16, I10.17 e I10.18).

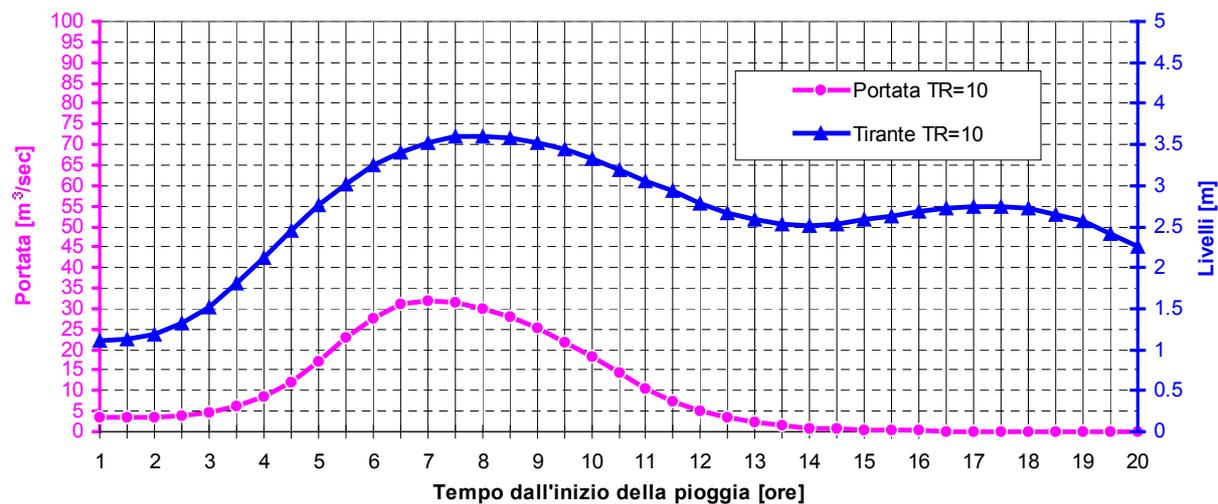
Nel tronco iniziale del Navile (nodi 90-89) gli andamenti delle portate e del livello sono quelli riportati nel grafico I10.19.



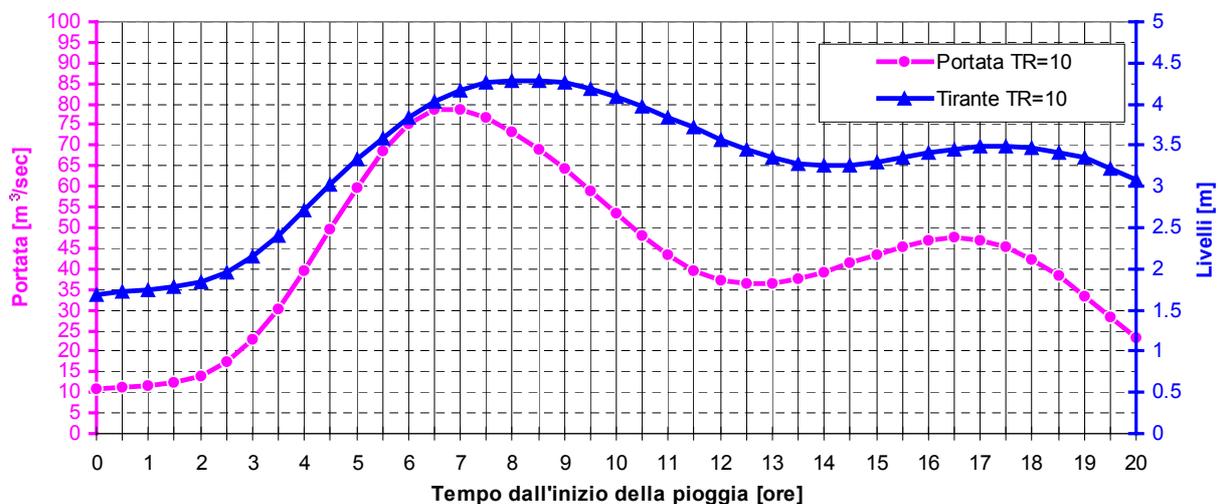
Graf. I10.10 Savena - Tronco 181-180



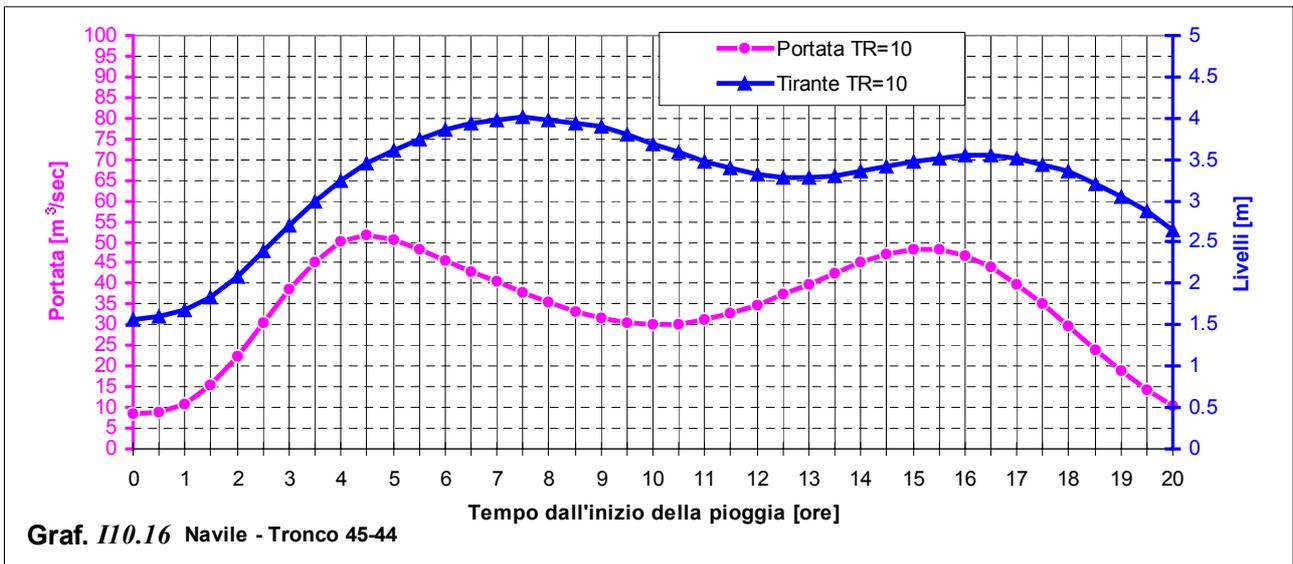
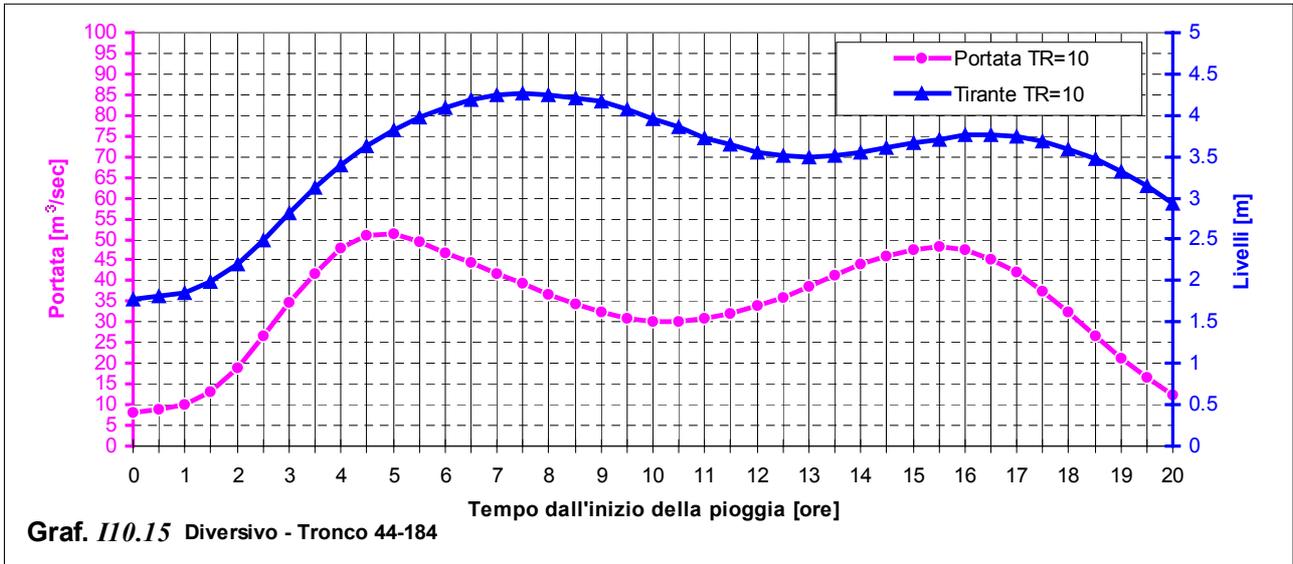
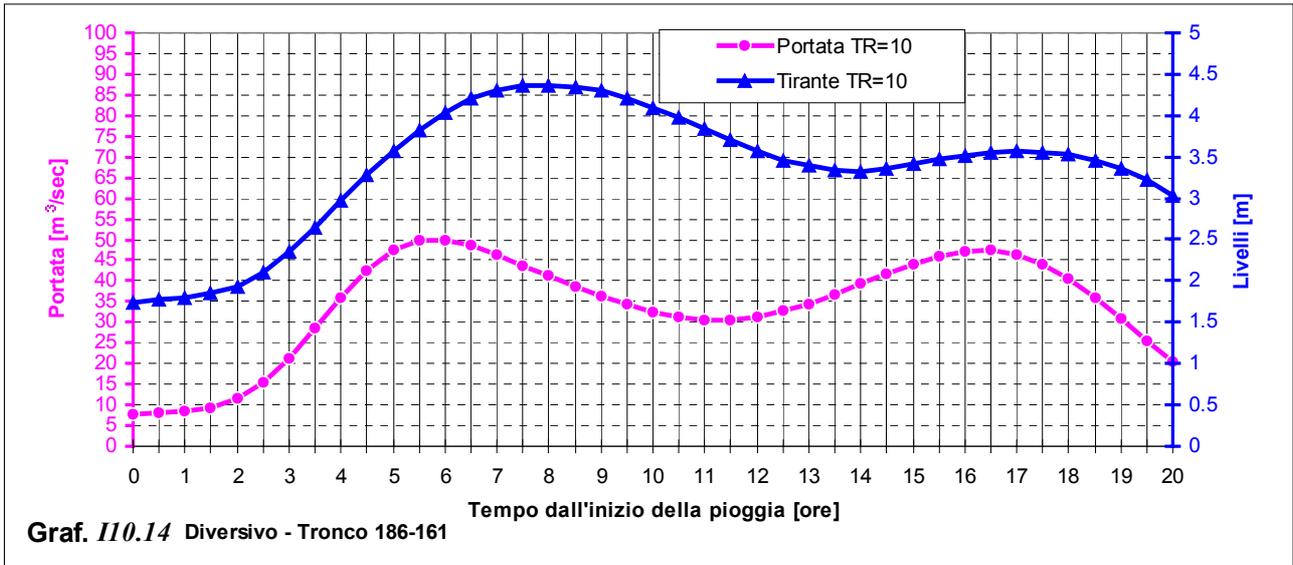
Graf. I10.11 Savena - Tronco 172-171

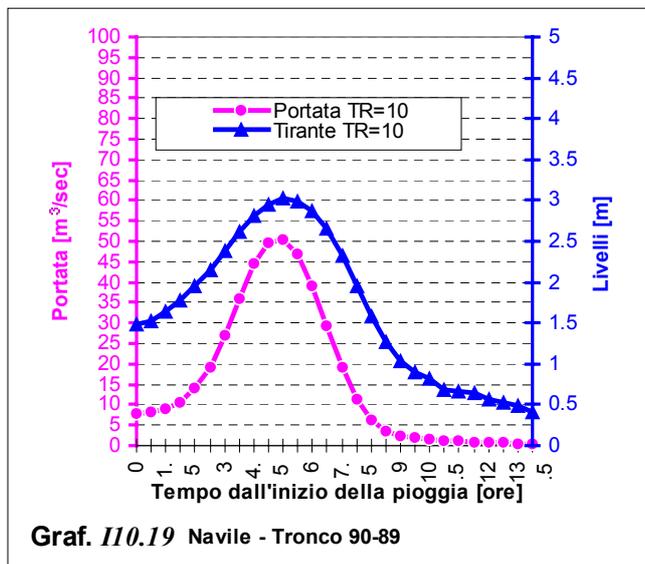
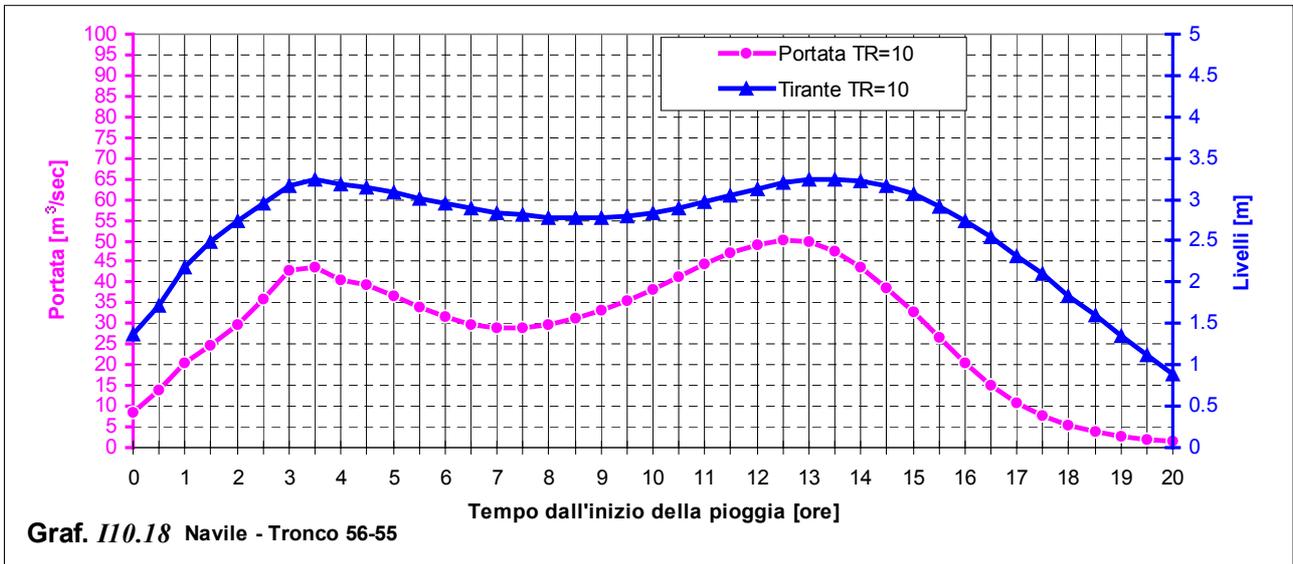
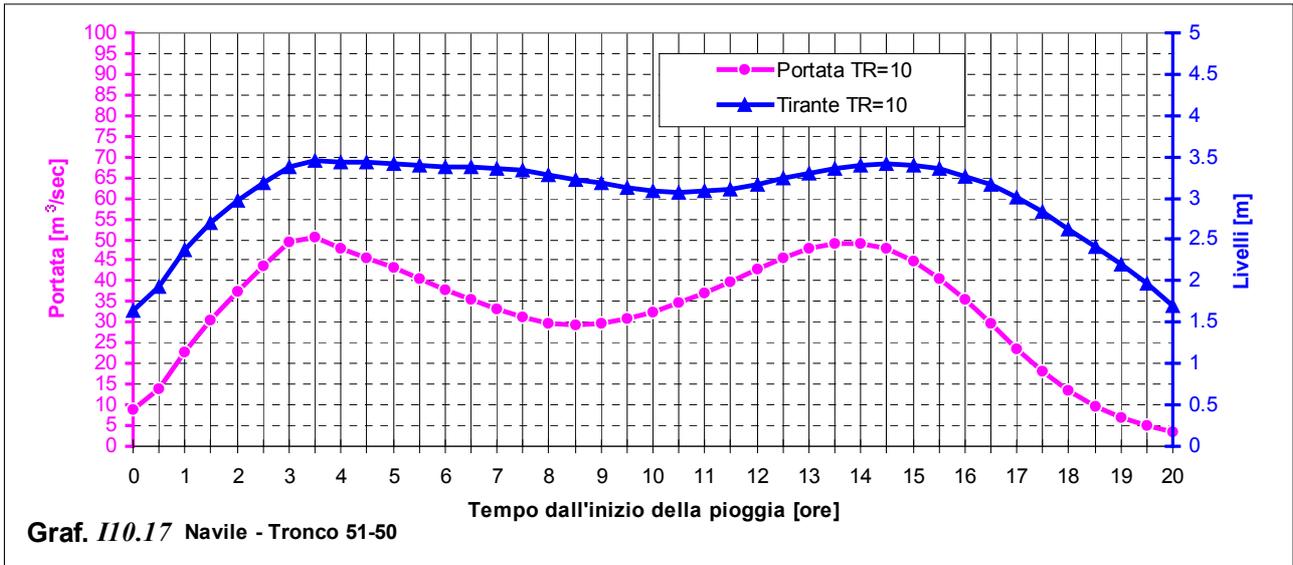


Graf. I10.12 Savena - Tronco 162-161



Graf. I10.13 Savena - Tronco 161-160





IL RISCHIO IDRAULICO

Il rischio idraulico è rappresentato dalla prestazione “*capacità di smaltimento*” definita come l’attitudine del sistema a smaltire l’insieme degli apporti d’acqua senza che si verifichino “fatti critici”. Tale prestazione è misurata dal tempo di ritorno⁹ minimo degli elementi di pioggia capaci di provocare “fatti critici”.

Nella valutazione della “*capacità di smaltimento*”, i fattori da prendere in considerazione, oltre alla “pericolosità” del reticolo idrografico la cui valutazione sarà illustrata successivamente, sono il valore degli elementi esposti a rischio e la loro vulnerabilità.

Per quanto riguarda la valutazione del valore degli elementi esposti al rischio, sono stati presi in considerazione, al fine sempre di individuare la “capacità di smaltimento” e quindi le priorità d’intervento, solo quelli rispetto ai quali possono verificarsi danni particolarmente gravi in termini di incolumità delle persone, ambientali ed economici; inoltre, visto che ciò che interessa maggiormente è conoscere a livello di sistema se esistono elementi esposti a rischio indipendentemente dal loro valore effettivo, è stato attribuito al fattore in oggetto il valore uno se esiste almeno un elemento a rischio ed il valore zero in caso contrario. In tal senso sono stati considerati soltanto i centri, i nuclei abitati e gli insediamenti industriali contenuti, in tutto o in parte, nelle aree esposte alle azioni delle onde di piena.

La vulnerabilità degli elementi esposti a rischio è stata considerata nulla, indipendentemente dall’intensità dei fenomeni di inondazione, nel caso di aree limitrofe a tratti non arginati del reticolo idrografico e di valore unitario negli altri casi.

Sono stati considerati esposti a rischio gli elementi presenti all’interno di aree considerate passibili di inondazione e/o soggette ad azioni erosive dei corsi d’acqua. Sono state ritenute di questo tipo tutte quelle aree, limitrofe ai tratti del reticolo idrografico “pericolosi”, all’interno delle quali può essere confinata una determinata onda di piena.

⁹ Il tempo di ritorno è l’inverso della probabilità.

Con questa impostazione metodologica, i principali elementi esposti a rischio (vedi Tavola R) sono:

- l'insediamento industriale in destra del Navile immediatamente a valle del Canale Emiliano Romagnolo;
- il centro abitato di Bentivoglio;
- la frazione di Casoni.

Il valore della capacità di smaltimento risulta, almeno in prima approssimazione, essere compreso tra **10 e 20 anni**.

A dimostrazione del grado di criticità dell'attuale situazione, si riporta di seguito il grafico dove sono indicati gli andamenti della portata e dei livelli idrometrici (riferiti ad eventi con tempi di ritorno di 50 anni) nel tronco del Navile tangente all'insediamento industriale in destra idraulica immediatamente a valle del Canale Emiliano Romagnolo.

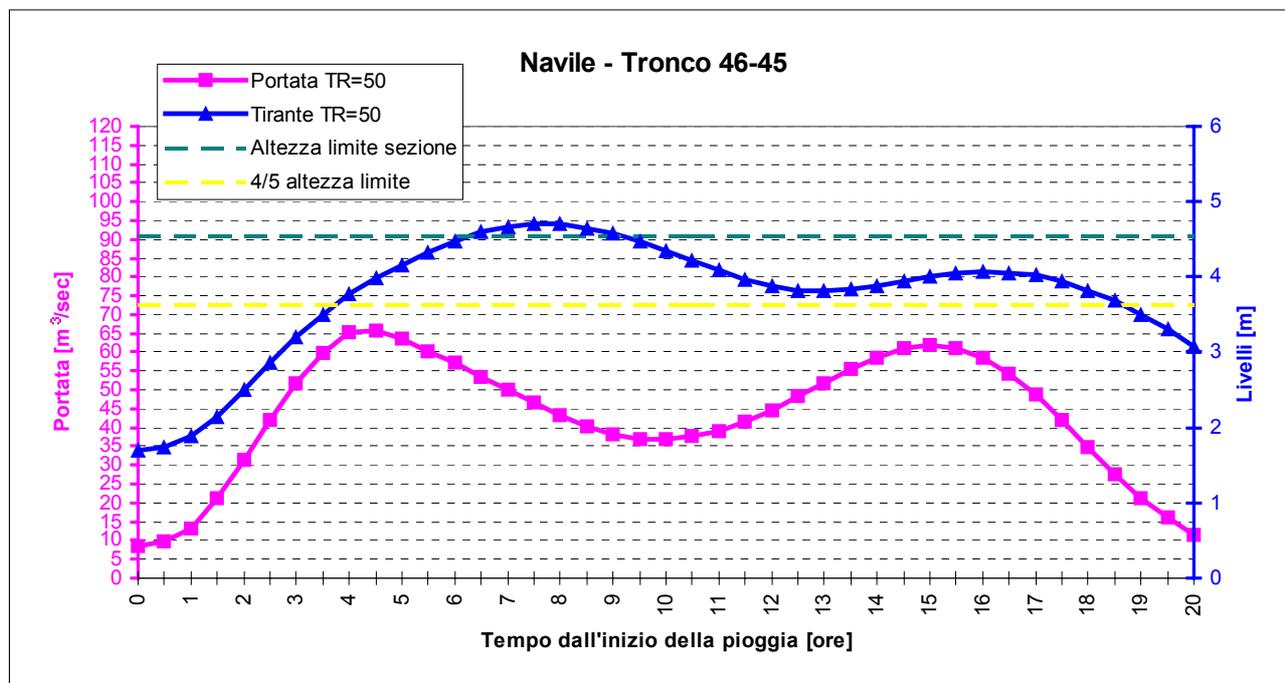


TAVOLA R – quadro 1 – AREE A RISCHIO

TAVOLA R – quadro 2 – AREE A RISCHIO

La pericolosità del sistema è rappresentata dalla prestazione “capacità di deflusso”, che è definita come *il tempo di ritorno (probabilità) dell’evento (metereologico) che induce un’onda di piena tale da causare il superamento di livelli ritenuti massimi ammissibili supponendo indeformabile il reticolo idrografico del sistema in esame.*

La pericolosità di un singolo tronco del sistema è invece il tempo di ritorno dell’evento che induce un’onda di piena tale da causare il superamento del livello ritenuto massimo ammissibile nel tronco considerato.

I risultati degli studi sono sintetizzati, per quanto riguarda la pericolosità dei singoli tronchi del reticolo idrografico superficiale, nelle tabelle N.1 ed S.1 in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 10 anni e nelle tabelle N.2 ed S.2 in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 50 anni. In tali tabelle, successivamente riportate, la pericolosità dei tronchi è stata individuata in funzione dei “coefficienti di sicurezza” adottati nella definizione sia del livello idrometrico massimo (tirante) indotto dalla portata di piena, sia del livello massimo ammissibile.

E’ opportuno sottolineare che la pericolosità dei tronchi costituenti il sistema è stata valutata in riferimento ad eventi di pioggia uniformi su tutto il bacino e di intensità costante. Ciò significa che possono accadere eventi che, pur essendo caratterizzati dalla stessa probabilità di accadimento di quello di riferimento per la messa in sicurezza del sistema, comportano un pericolo notevolmente maggiore di quello risultante dagli studi idraulici. Tale fatto è stato tenuto per quanto possibile in considerazione nella definizione sia dei “coefficienti di sicurezza”, sia degli interventi strutturali previsti che, al di là della loro priorità di realizzazione, devono pertanto essere visti tutti come necessari.

TABELLA S.1 – Pericolosità tronchi Savena A. per $Tr = 10$ anni

TABELLA N.1 – Pericolosità tronchi Navile e Diversivo. per $Tr = 10$ anni

TABELLA S.2 – Pericolosità tronchi Savena A. per $Tr = 50$ anni

TABELLA N.2 – Pericolosità tronchi Navile e Diversivo. per $Tr = 50$ anni

TRONCHI						EVENTO PIOGGIA TR=10 anni			VALUTAZIONE PERICOLOSITA' TRONCHI															
Denom.	Nodi Inizio e Fine		Zona	Sezione			Livelli		Portata [m3/sec]	Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza	
				Arg	H [m]	H max [m]	Tirante [m]	Quota s.l.m. [m]					Tirante	Liv. max				Tirante	Liv. max				Tirante	Liv. max
SAV1	183	182	Molino del Gomito	0	5.0	5.0	1.96	32.57	15.2	183	182	no	1.96	4.46	183	182	no	2.16	4.46	183	182	no	2.35	3.96
SAV2	182	181	Case Nuove	0	3.8	3.7	2.38	32.19	15.0	182	181	no	2.38	3.33	182	181	no	2.62	3.33	182	181	no	2.86	2.96
SAV3	181	180	travata S.Anna	0	4.4	4.1	2.8	32.05	14.9	181	180	no	2.80	3.66	181	180	no	3.08	3.66	181	180	si	3.36	3.26
SAV4	180	179	Immissione Calamosco	0	4.7	4.7	2.24	31.51	30.1	180	179	no	2.24	4.25	180	179	no	2.46	4.25	180	179	no	2.69	3.78
SAV5	179	178	ponte Cadriano	0	3.8	3.6	2.38	29.91	30.0	179	178	no	2.38	3.23	179	178	no	2.62	3.23	179	178	no	2.86	2.87
SAV6	178	177	travata Minghetti	0	4.4	3.8	2.87	29.05	29.1	178	177	no	2.87	3.39	178	177	si	3.16	3.39	178	177	si	3.44	3.02
SAV7	177	176	travata Pidocchio	0	4.2	3.8	2.77	28.15	28.6	177	176	no	2.77	3.38	177	176	no	3.05	3.38	177	176	si	3.32	3.00
SAV8	176	175	Sabbiuno	0	4.4	3.1	2.99	26.96	28.1	176	175	si	2.99	2.78	176	175	si	3.29	2.78	176	175	si	3.59	2.47
SAV9	175	174	Casette di Cadriano	0	4.4	3.9	2.96	25.69	27.0	175	174	no	2.96	3.47	175	174	si	3.26	3.47	175	174	si	3.55	3.09
SAV10	174	173	travata Calari 2	0	4.8	3.2	2.7	24.54	27.2	174	173	no	2.70	2.86	174	173	si	2.97	2.86	174	173	si	3.24	2.54
SAV11	173	172	ponte strada trasv.di pianura	0	5.1	3.6	3.23	24	26.5	173	172	no	3.23	3.25	173	172	si	3.55	3.25	173	172	si	3.88	2.89
SAV12	172	171	Immissione Zenetta di Quarto	0	5.0	4.1	3.14	23.39	35.5	172	171	no	3.14	3.67	172	171	no	3.45	3.67	172	171	si	3.77	3.26
SAV13	171	170	travata Bolognino	0	5.0	4.6	3.35	22.22	34.4	171	170	no	3.35	4.14	171	170	no	3.69	4.14	171	170	si	4.02	3.68
SAV14*	170	169	ponte Capo d'Argine	1	3.9	3.9	2.88	20.98	34.2	170	169	no	2.88	3.52	170	169	no	3.17	3.52	170	169	si	3.46	3.13
SAV15*	169	168	botte C.E.R.	1	5.2	5.2	3.21	20.15	33.8	169	168	no	3.21	4.68	169	168	no	3.53	4.68	169	168	no	3.85	4.16
SAV16*	168	167	Palazzaccio	1	4.7	4.7	2.83	19.55	33.1	168	167	no	2.83	4.27	168	167	no	3.11	4.27	168	167	no	3.40	3.79
SAV17*	167	166	travata Tavoni	1	4.7	4.7	2.98	18.91	33.1	167	166	no	2.98	4.22	167	166	no	3.28	4.22	167	166	no	3.58	3.75
SAV18*	166	165		1	4.9	4.9	3.08	18.36	32.8	166	165	no	3.08	4.37	166	165	no	3.39	4.37	166	165	no	3.70	3.89
SAV19*	165	164	ponte Cà de Fabbri	1	4.7	4.7	2.73	17.91	32.5	165	164	no	2.73	4.24	165	164	no	3.00	4.24	165	164	no	3.28	3.77
SAV20*	164	163		1	5.5	5.5	3.23	17.42	32.4	164	163	no	3.23	4.95	164	163	no	3.55	4.95	164	163	no	3.88	4.40
SAV21*	163	162	Casoni/travata Rusconi	1	4.5	4.5	3.51	17.1	32.0	163	162	no	3.51	4.03	163	162	si	3.86	4.03	163	162	si	4.21	3.58
SAV22*	162	161	confluenza Diversivo	1	5.4	5.4	3.6	16.92	32.0	162	161	no	3.60	4.87	162	161	no	3.96	4.87	162	161	no	4.32	4.33
SAV23*	161	160	Cà Alberti	1	5.4	5.4	4.29	16.75	78.8	161	160	no	4.29	4.90	161	160	si	4.72	4.90	161	160	si	5.15	4.35
SAV24*	160	159	ponte strada Asinari	1	5.5	5.5	4.08	16.67	78.7	160	159	no	4.08	4.98	160	159	no	4.49	4.98	160	159	si	4.90	4.42
SAV25*	159	158	travata Canaletto	1	5.9	5.9	4.26	16.54	78.2	159	158	no	4.26	5.27	159	158	no	4.69	5.27	159	158	si	5.11	4.68
SAV26*	158	157		1	5.8	5.8	4.03	16.35	78.0	158	157	no	4.03	5.18	158	157	no	4.43	5.18	158	157	si	4.84	4.60
SAV27*	157	156	ponte Cucco	1	6.2	6.2	4.39	16.17	77.6	157	156	no	4.39	5.61	157	156	no	4.83	5.61	157	156	si	5.27	4.98
SAV28*	156	155	travata Contri	1	6.5	6.5	4.93	15.99	77.3	156	155	no	4.93	5.82	156	155	si	5.42	5.82	156	155	si	5.92	5.18
SAV29*	155	154		1	5.4	5.4	4.15	15.21	77.1	155	154	no	4.15	4.86	155	154	si	4.57	4.86	155	154	si	4.98	4.32
SAV30*	154	153	travata Angelini	1	5.4	5.4	4.11	15.61	76.7	154	153	no	4.11	4.84	154	153	si	4.52	4.84	154	153	si	4.93	4.30
SAV31*	153	152	ponte Altedo	1	5.8	5.8	4.2	15.36	76.5	153	152	no	4.20	5.18	153	152	no	4.62	5.18	153	152	si	5.04	4.61
SAV32*	152	151	ponte strada di Malalbergo	1	5.5	5.5	4.3	15.19	76.1	152	151	no	4.30	4.98	152	151	si	4.73	4.98	152	151	si	5.16	4.42
SAV33*	151	150	ponte strada Uberseto	1	5.4	5.4	4.27	15.02	75.9	151	150	no	4.27	4.89	151	150	si	4.70	4.89	151	150	si	5.12	4.34
SAV34*	150	149		1	5.2	5.2	4.2	14.82	75.4	150	149	no	4.20	4.71	150	149	si	4.62	4.71	150	149	si	5.04	4.18
SAV35*	149	148	Ca Bianca	1	5.2	5.2	4.2	14.65	75.4	149	148	no	4.20	4.64	149	148	si	4.62	4.64	149	148	si	5.04	4.13
SAV36*	148	147		1	4.8	4.8	3.92	14.51	74.9	148	147	no	3.92	4.30	148	147	si	4.31	4.30	148	147	si	4.70	3.82
SAV37*	147	146	ponte Canova	1	5.3	5.3	4.5	14.39	74.8	147	146	no	4.50	4.80	147	146	si	4.95	4.80	147	146	si	5.40	4.26
SAV38*	146	145	Scarani	1	5.5	5.5	4.05	14.26	74.4	146	145	no	4.05	4.97	146	145	no	4.46	4.97	146	145	si	4.86	4.42
SAV39*	145	144		1	5.6	5.6	4.04	14.16	74.3	145	144	no	4.04	5.08	145	144	no	4.44	5.08	145	144	si	4.85	4.51
SAV40*	144	143	Possessione S.Filippo	1	5.7	5.7	4.01	13.97	74.0	144	143	no	4.01	5.12	144	143	no	4.41	5.12	144	143	si	4.81	4.55
SAV41*	143	142	Prato Ginepri	1	5.5	5.5	3.91	13.84	73.8	143	142	no	3.91	4.99	143	142	no	4.30	4.99	143	142	si	4.69	4.43
SAV42*	142	141		1	5.3	5.3	3.94	13.73	73.5	142	141	no	3.94	4.78	142	141	no	4.33	4.78	142	141	si	4.73	4.25
SAV43*	141	140	ponte Boschi	1	5.6	5.6	3.93	13.59	73.3	141	140	no	3.93	5.05	141	140	no	4.32	5.05	141	140	si	4.72	4.49
SAV44*	140	139	ponte Boschi	1	5.5	5.5	3.87	13.44	73.1	140	139	no	3.87	4.94	140	139	no	4.26	4.94	140	139	si	4.64	4.39
SAV45*	139	138	C. Malvezza	1	5.6	5.6	3.98	13.29	72.8	139	138	no	3.98	5.04	139	138	no	4.38	5.04	139	138	si	4.78	4.48
SAV46*	138	137		1	5.3	5.3	3.65	13.08	72.6	138	137	no	3.65	4.79	138	137	no	4.02	4.79	138	137	si	4.38	4.26
SAV47*	137	136		1	5.3	5.3	3.76	12.88	72.3	137	136	no	3.76	4.79	137	136	no	4.14	4.79	137	136	si	4.51	4.26
SAV48*	136	135		1	6.0	6.0	3.2	12.53	72.2	136	135	no	3.20	5.37	136	135	no	3.52	5.37	136	135	no	3.84	4.78
SAV49*	135	134		1	7.0	7.0	2.75	11.7	71.9	135	134	no	2.75	6.27	135	134	no	3.03	6.27	135	134	no	3.30	5.58
SAV50*	134	133		1	7.5	7.5	3.53	11.45	71.8	134	133	no	3.53	6.77	134	133	no	3.88	6.77	134	133	no	4.24	6.02
SAV51*	133	132		1	7.6	7.6	3.71	11.31	71.4	133	132	no	3.71	6.86	133	132	no	4.08	6.86	133	132	no	4.45	6.10
SAV52*	132	131	Ghiarone	1	7.9	7.9	3.68	11.25	71.4	132	131	no	3.68	7.10	132	131	no	4.05	7.10	132	131	no	4.42	6.31
SAV53*	131	130		1	7.9	7.9	4	11.23	71.0	131	130	no	4.00	7.12	131	130	no	4.40	7.12	131	130	no	4.80	6.33
SAV54*	130	129		1	7.9	7.9	3.8	11.21	71.0	130	129	no	3.80	7.09	130	129	no	4.18	7.09	130	129	no	4.56	6.30
SAV55*	129	128		1	8.5	8.5	4.15	11.17	70.6	129	128	no	4.15	7.61	129	128	no	4.57	7.61	129	128	no	4.98	6.77
SAV56*	128	127	foce Savena Abbandonato	1	8.8	8.8	4	11.14	70.6	128	127	no	4.00	7.95	128	127	no	4.40	7.95	128	127	no	4.80	7.06

Tabella S.1 - Pericolosità tronchi Savena A. con Tr = 10 anni

Denom.	TRONCHI					EVENTO PIOGGIA TR=50 anni			VALUTAZIONE PERICOLOSITA' TRONCHI															
	Nodi Inizio e Fine		Zona	Sezione			Livelli		Portata	Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza	
				Arg	H [m]	H max [m]	Tirante [m]	Quota s.l.m. [m]					Tirante 0	Liv. max 0.1				Tirante 0.1	Liv. max 0.1				Tirante 0.2	Liv. max 0.1
SAV1	183	182	Molino del Gomito	0	5.0	5.0	2.5	33.2	24.0	183	182	no	2.54	4.46	183	182	no	2.79	4.46	183	182	no	3.05	3.96
SAV2	182	181	Case Nuove	0	3.8	3.7	3.0	32.8	23.9	182	181	no	2.96	3.33	182	181	si	3.55	3.33	182	181	si	3.55	2.96
SAV3	181	180	travata S.Anna	0	4.4	4.1	3.2	32.5	23.4	181	180	no	3.20	3.66	181	180	si	3.84	3.66	181	180	si	3.84	3.26
SAV4	180	179	Immissione Calamosco	0	4.7	4.7	2.8	32.1	48.9	180	179	no	2.80	4.25	180	179	no	3.08	4.25	180	179	no	3.36	3.78
SAV5	179	178	ponte Cadriano	0	3.8	3.6	2.9	30.5	48.2	179	178	no	2.93	3.23	179	178	si	3.52	3.23	179	178	si	3.52	2.87
SAV6	178	177	travata Minghetti	0	4.4	3.8	3.5	29.7	46.5	178	177	si	3.52	3.39	178	177	si	3.87	3.39	178	177	si	4.22	3.02
SAV7	177	176	travata Pidocchio	0	4.2	3.8	3.4	28.8	46.3	177	176	si	3.38	3.38	177	176	si	3.72	3.38	177	176	si	4.06	3.00
SAV8	176	175	Sabbiuino	0	4.4	3.1	3.6	27.6	44.9	176	175	si	3.59	2.78	176	175	si	3.95	2.78	176	175	si	4.31	2.47
SAV9	175	174	Casette di Cadriano	0	4.4	3.9	3.5	26.2	44.7	175	174	si	3.49	3.47	175	174	si	3.84	3.47	175	174	si	4.19	3.09
SAV10	174	173	travata Calari 2	0	4.8	3.2	3.4	25.2	43.7	174	173	si	3.39	2.86	174	173	si	3.73	2.86	174	173	si	4.07	2.54
SAV11	173	172	ponte strada trasv.di pianura	0	5.1	3.6	3.9	24.7	43.3	173	172	si	3.92	3.25	173	172	si	4.31	3.25	173	172	si	4.70	2.89
SAV12	172	171	Immissione Zenetta di Quarto	0	5.0	4.1	3.9	24.2	58.0	172	171	si	3.91	3.67	172	171	si	4.30	3.67	172	171	si	4.69	3.26
SAV13	171	170	travata Bolognino	0	5.0	4.6	4.0	22.9	56.8	171	170	no	4.04	4.14	171	170	si	4.44	4.14	171	170	si	4.85	3.68
SAV14*	170	169	ponte Capo d'Argine	1	3.9	3.9	3.6	21.7	56.6	170	169	si	3.57	3.52	170	169	si	3.93	3.52	170	169	si	4.28	3.13
SAV15*	169	168	botte C.E.R.	1	5.2	5.2	3.9	20.8	55.7	169	168	no	3.89	4.68	169	168	no	4.28	4.68	169	168	si	4.67	4.16
SAV16*	168	167	Palazzaccio	1	4.7	4.7	3.5	20.2	55.3	168	167	no	3.49	4.27	168	167	no	3.84	4.27	168	167	si	4.19	3.79
SAV17*	167	166	travata Tavoni	1	4.7	4.7	3.7	19.6	54.9	167	166	no	3.65	4.22	167	166	si	4.02	4.22	167	166	si	4.38	3.75
SAV18*	166	165		1	4.9	4.9	3.8	19.0	54.2	166	165	no	3.76	4.37	166	165	si	4.14	4.37	166	165	si	4.51	3.89
SAV19*	165	164	ponte Cà de Fabbri	1	4.7	4.7	3.4	18.6	54.2	165	164	no	3.39	4.24	165	164	no	3.73	4.24	165	164	si	4.07	3.77
SAV20*	164	163		1	5.5	5.5	4.0	18.2	53.6	164	163	no	3.96	4.95	164	163	no	4.36	4.95	164	163	si	4.75	4.40
SAV21*	163	162	Casoni/travata Rusconi	1	4.5	4.5	4.2	17.8	53.4	163	162	si	4.21	4.03	163	162	si	4.63	4.03	163	162	si	5.05	3.58
SAV22*	162	161	confluenza Diversivo	1	5.4	5.4	4.3	17.6	53.1	162	161	no	4.30	4.87	162	161	si	4.73	4.87	162	161	si	5.16	4.33
SAV23*	161	160	Cà Alberti	1	5.4	5.4	5.0	17.4	113.3	161	160	si	4.97	4.90	161	160	si	5.47	4.90	161	160	si	5.96	4.35
SAV24*	160	159	ponte strada Asinari	1	5.5	5.5	4.8	17.4	113.0	160	159	no	4.76	4.98	160	159	si	5.24	4.98	160	159	si	5.71	4.42
SAV25*	159	158	travata Canaletto	1	5.9	5.9	4.9	17.2	112.4	159	158	no	4.93	5.27	159	158	si	5.42	5.27	159	158	si	5.92	4.68
SAV26*	158	157		1	5.8	5.8	4.7	17.0	111.9	158	157	no	4.69	5.18	158	157	si	5.16	5.18	158	157	si	5.63	4.60
SAV27*	157	156	ponte Cucco	1	6.2	6.2	5.0	16.8	111.4	157	156	no	5.03	5.61	157	156	si	5.53	5.61	157	156	si	6.04	4.98
SAV28*	156	155	travata Contri	1	6.5	6.5	5.6	16.6	110.8	156	155	no	5.57	5.82	156	155	si	6.13	5.82	156	155	si	6.68	5.18
SAV29*	155	154		1	5.4	5.4	4.8	15.8	110.5	155	154	no	4.78	4.86	155	154	si	5.26	4.86	155	154	si	5.74	4.32
SAV30*	154	153	travata Angelini	1	5.4	5.4	4.7	16.2	109.8	154	153	no	4.72	4.84	154	153	si	5.19	4.84	154	153	si	5.66	4.30
SAV31*	153	152	ponte Altedo	1	5.8	5.8	4.8	16.0	109.6	153	152	no	4.80	5.18	153	152	si	5.28	5.18	153	152	si	5.76	4.61
SAV32*	152	151	ponte strada di Malalbergo	1	5.5	5.5	4.9	15.8	108.8	152	151	no	4.89	4.98	152	151	si	5.38	4.98	152	151	si	5.87	4.42
SAV33*	151	150	ponte strada Uberseto	1	5.4	5.4	4.8	15.6	108.6	151	150	no	4.83	4.89	151	150	si	5.31	4.89	151	150	si	5.80	4.34
SAV34*	150	149		1	5.2	5.2	4.8	15.4	107.9	150	149	si	4.77	4.71	150	149	si	5.25	4.71	150	149	si	5.72	4.18
SAV35*	149	148	Ca Bianca	1	5.2	5.2	4.8	15.2	107.7	149	148	si	4.78	4.64	149	148	si	5.26	4.64	149	148	si	5.74	4.13
SAV36*	148	147		1	4.8	4.8	4.6	15.2	107.0	148	147	si	4.60	4.30	148	147	si	5.06	4.30	148	147	si	5.52	3.82
SAV37*	147	146	ponte Canova	1	5.3	5.3	4.7	14.6	106.8	147	146	no	4.70	4.80	147	146	si	5.17	4.80	147	146	si	5.64	4.26
SAV38*	146	145	Scarani	1	5.5	5.5	4.6	14.8	106.3	146	145	no	4.63	4.97	146	145	si	5.09	4.97	146	145	si	5.56	4.42
SAV39*	145	144		1	5.6	5.6	4.6	14.7	105.9	145	144	no	4.62	5.08	145	144	si	5.08	5.08	145	144	si	5.54	4.51
SAV40*	144	143	Possessione S.Filippo	1	5.7	5.7	4.6	14.6	105.5	144	143	no	4.60	5.12	144	143	si	5.06	5.12	144	143	si	5.52	4.55
SAV41*	143	142	Prato Ginepri	1	5.5	5.5	4.5	14.4	105.1	143	142	no	4.49	4.99	143	142	si	4.94	4.99	143	142	si	5.39	4.43
SAV42*	142	141		1	5.3	5.3	4.5	14.3	104.8	142	141	no	4.51	4.78	142	141	si	4.96	4.78	142	141	si	5.41	4.25
SAV43*	141	140	ponte Boschi	1	5.6	5.6	4.5	14.2	104.3	141	140	no	4.50	5.05	141	140	si	4.95	5.05	141	140	si	5.40	4.49
SAV44*	140	139	ponte Boschi	1	5.5	5.5	4.4	14.0	104.0	140	139	no	4.44	4.94	140	139	si	4.88	4.94	140	139	si	5.33	4.39
SAV45*	139	138	C. Malvezza	1	5.6	5.6	4.6	13.9	103.5	139	138	no	4.55	5.04	139	138	si	5.01	5.04	139	138	si	5.46	4.48
SAV46*	138	137		1	5.3	5.3	4.2	13.6	103.3	138	137	no	4.18	4.79	138	137	si	4.60	4.79	138	137	si	5.02	4.26
SAV47*	137	136		1	5.3	5.3	4.3	13.4	102.7	137	136	no	4.27	4.79	137	136	si	4.70	4.79	137	136	si	5.12	4.26
SAV48*	136	135		1	6.0	6.0	3.7	13.0	102.6	136	135	no	3.69	5.37	136	135	no	4.06	5.37	136	135	no	4.43	4.78
SAV49*	135	134		1	7.0	7.0	3.0	12.0	102.0	135	134	no	3.00	6.27	135	134	no	3.30	6.27	135	134	no	3.60	5.58
SAV50*	134	133		1	7.5	7.5	3.8	11.7	102.0	134	133	no	3.75	6.77	134	133	no	4.13	6.77	134	133	no	4.50	6.02
SAV51*	133	132		1	7.6	7.6	3.9	11.5	101.3	133	132	no	3.85	6.86	133	132	no	4.24	6.86	133	132	no	4.62	6.10
SAV52*	132	131	Ghiarone	1	7.9	7.9	3.8	11.4	101.3	132	131	no	3.79	7.10	132	131	no	4.17	7.10	132	131	no	4.55	6.31
SAV53*	131	130		1	7.9	7.9	4.1	11.3	100.7	131	130	no	4.10	7.12	131	130	no	4.51	7.12	131	130	no	4.92	6.33
SAV54*	130	129		1	7.9	7.9	3.9	11.3	100.6	130	129	no	3.86	7.09	130	129	no	4.25	7.09	130	129	no	4.63	6.30
SAV55*	129	128		1	8.5	8.5	4.2	11.2	100.1	129	128	no	4.17	7.61	129	128	no	4.59	7.61	129	128	no	5.00	6.77
SAV56*	128	127	foce Savena Abbandonato	1	8.8	8.8	4.0	11.1	100.0	128	127	no	4.00	7.95	128	127	no	4.40	7.95	128	127	no	4.80	7.06

Tabella S.2 - Pericolosità tronchi Savena A. con Tr = 50 anni

TRONCHI						EVENTO PIOGGIA TR=10 anni			VALUTAZIONE PERICOLOSITA' TRONCHI																				
Denom.	Nodi Inizio e Fine		Zona	Sezione			Livelli		Portata [m3/sec]	Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza						
				Arg	H [m]	H max [m]	Tirante [m]	Quota s.l.m. [m]					Tirante	Liv. max 0 0.1				Tirante	Liv. max 0.1 0.1				Tirante	Liv. max 0.2 0.1	Tirante	Liv. max 0.2 0.2			
NAV1	92	91	Bova	0	7.4	7.4	2.5	34.1	51.8	92	91	no	2.51	6.64	92	91	no	2.76	6.64	92	91	no	3.01	6.64	92	91	no	3.01	5.90
NAV2	91	90	ponte via Carracci	0	7.4	7.4	1.8	33.3	51.3	91	90	no	1.79	6.64	91	90	no	1.97	6.64	91	90	no	2.15	6.64	91	90	no	2.15	5.90
NAV3	90	89	parco Comunale	0	4.9	4.9	3.0	33.1	50.5	90	89	no	3.02	4.41	90	89	no	3.32	4.41	90	89	no	3.62	4.41	90	89	no	3.62	3.92
NAV4	89	88		0	4.9	4.9	2.7	32.7	52.6	89	88	no	2.68	4.41	89	88	no	2.95	4.41	89	88	no	3.22	4.41	89	88	no	3.22	3.92
NAV5	88	87	ponte via Gagarin	0	3.8	3.8	2.1	32.1	51.7	88	87	no	2.10	3.40	88	87	no	2.31	3.40	88	87	no	2.52	3.40	88	87	no	2.52	3.02
NAV6	87	86	via del Navile	0	4.3	4.3	1.5	30.9	51.7	87	86	no	1.50	3.86	87	86	no	1.65	3.86	87	86	no	1.80	3.86	87	86	no	1.80	3.43
NAV7	86	85	Sostegno Battiferro	0	4.2	4.2	2.9	28.6	50.8	86	85	no	2.88	3.76	86	85	no	3.17	3.76	86	85	no	3.46	3.76	86	85	si	3.46	3.34
NAV8	85	84	Fornace Gallotti	0	4.2	4.2	2.5	28.2	51.6	85	84	no	2.49	3.76	85	84	no	2.74	3.76	85	84	no	2.99	3.76	85	84	no	2.99	3.34
NAV9	84	83	via del Pellegrino	0	4.2	4.2	3.2	28.1	51.2	84	83	no	3.18	3.74	84	83	si	3.50	3.74	84	83	si	3.82	3.74	84	83	si	3.82	3.33
NAV10	83	82	ponte ferrovia	0	4.2	4.2	2.9	27.9	51.5	83	82	no	2.92	3.74	83	82	no	3.21	3.74	83	82	no	3.50	3.74	83	82	si	3.50	3.33
NAV11	82	81	Sostegno Torreggiani	0	3.4	3.1	2.6	26.7	51.2	82	81	no	2.62	2.81	82	81	si	2.88	2.81	82	81	si	3.14	2.81	82	81	si	3.14	2.50
NAV12	81	80	ponte tangenziale	0	3.5	3.0	2.6	25.8	51.3	81	80	no	2.56	2.66	81	80	si	2.82	2.66	81	80	si	3.07	2.66	81	80	si	3.07	2.37
NAV13	80	79	Sostegno Landi	0	3.9	2.9	3.1	25.4	51.1	80	79	si	3.12	2.57	80	79	si	3.43	2.57	80	79	si	3.74	2.57	80	79	si	3.74	2.29
NAV14	79	78	Sostegno Grassi	0	3.9	2.9	2.8	25.2	50.6	79	78	si	2.83	2.57	79	78	si	3.11	2.57	79	78	si	3.40	2.57	79	78	si	3.40	2.29
NAV15	78	77	ponte della Bionda	0	4.3	3.0	2.8	24.9	50.5	78	77	si	2.79	2.69	78	77	si	3.07	2.69	78	77	si	3.35	2.69	78	77	si	3.35	2.39
NAV16	77	76	Fornace	0	3.9	3.9	2.7	24.6	50.0	77	76	no	2.74	3.52	77	76	no	3.01	3.52	77	76	no	3.29	3.52	77	76	si	3.29	3.13
NAV17	76	75		0	4.5	4.5	1.6	23.1	50.0	76	75	no	1.59	4.05	76	75	no	1.75	4.05	76	75	no	1.91	4.05	76	75	no	1.91	3.60
NAV18	75	74	Sostegno Corticella	0	4.8	3.7	3.9	22.4	49.4	75	74	si	3.92	3.31	75	74	si	4.31	3.31	75	74	si	4.70	3.31	75	74	si	4.70	2.94
NAV19	74	73		0	4.1	3.5	3.1	22.3	49.4	74	73	si	3.14	3.12	74	73	si	3.45	3.12	74	73	si	3.77	3.12	74	73	si	3.77	2.78
NAV20	73	72	ponte canale	0	4.5	3.8	3.5	22.4	49.0	73	72	si	3.54	3.38	73	72	si	3.89	3.38	73	72	si	4.25	3.38	73	72	si	4.25	3.00
NAV21	72	71		0	5.3	5.3	3.2	22.1	51.4	72	71	no	3.23	4.78	72	71	no	3.55	4.78	72	71	no	3.88	4.78	72	71	no	3.88	4.25
NAV22	71	70	Ponte via di Corticella	0	7.7	7.7	2.7	21.8	51.3	71	70	no	2.67	6.93	71	70	no	2.94	6.93	71	70	no	3.20	6.93	71	70	no	3.20	6.16
NAV23	70	69	ponte strada Prov.	0	6.6	6.6	2.8	21.5	50.9	70	69	no	2.78	5.92	70	69	no	3.06	5.92	70	69	no	3.34	5.92	70	69	no	3.34	5.26
NAV24	69	68	Depuratore	0	8.5	8.5	2.9	21.1	52.1	69	68	no	2.89	7.64	69	68	no	3.18	7.64	69	68	no	3.47	7.64	69	68	no	3.47	6.79
NAV25	68	67	ponte via Di Vittorio	0	8.8	8.8	2.7	20.6	51.6	68	67	no	2.72	7.89	68	67	no	2.99	7.89	68	67	no	3.26	7.89	68	67	no	3.26	7.02
NAV26	67	66	Castelmaggiore	0	8.4	8.4	3.3	20.5	51.6	67	66	no	3.33	7.54	67	66	no	3.66	7.54	67	66	no	4.00	7.54	67	66	no	4.00	6.70
NAV27	66	65		0	8.4	8.4	3.2	20.4	51.2	66	65	no	3.21	7.54	66	65	no	3.53	7.54	66	65	no	3.85	7.54	66	65	no	3.85	6.70
NAV28	65	64	Castelmaggiore	0	4.7	3.5	3.1	20.2	51.1	65	64	no	3.11	3.15	65	64	si	3.42	3.15	65	64	si	3.73	3.15	65	64	si	3.73	2.80
NAV29	64	63	sostegno Castelmag.	0	3.5	3.4	2.5	19.5	50.8	64	63	no	2.50	3.02	64	63	no	2.75	3.02	64	63	no	3.00	3.02	64	63	si	3.00	2.69
NAV30	63	62		0	7.5	7.5	3.2	19.2	50.7	63	62	no	3.18	6.77	63	62	no	3.50	6.77	63	62	no	3.82	6.77	63	62	no	3.82	6.02
NAV31	62	61		0	7.5	7.5	3.1	19.1	50.4	62	61	no	3.09	6.77	62	61	no	3.40	6.77	62	61	no	3.71	6.77	62	61	no	3.71	6.02
NAV32	61	60		0	4.7	4.7	2.9	18.9	50.3	61	60	no	2.89	4.22	61	60	no	3.18	4.22	61	60	no	3.47	4.22	61	60	no	3.47	3.75
NAV33	60	59	Centergross	0	6.3	6.3	3.4	18.8	50.0	60	59	no	3.38	5.65	60	59	no	3.72	5.65	60	59	no	4.06	5.65	60	59	no	4.06	5.02
NAV34	59	58	Centergross	0	6.3	6.3	3.3	18.7	49.8	59	58	no	3.34	5.65	59	58	no	3.67	5.65	59	58	no	4.01	5.65	59	58	no	4.01	5.02
NAV35	58	57	Centergross	0	8.9	8.9	3.2	18.6	49.2	58	57	no	3.21	8.02	58	57	no	3.53	8.02	58	57	no	3.85	8.02	58	57	no	3.85	7.13
NAV36	57	56	immissione Carsè	0	8.9	8.9	3.1	18.5	49.4	57	56	no	3.10	8.02	57	56	no	3.41	8.02	57	56	no	3.72	8.02	57	56	no	3.72	7.13
NAV37	56	55	Centergross	0	7.7	7.7	3.3	18.4	50.2	56	55	no	3.25	6.94	56	55	no	3.58	6.94	56	55	no	3.90	6.94	56	55	no	3.90	6.17
NAV38	55	54	Loc. Pioppeda	0	7.1	7.1	3.5	18.2	49.9	55	54	no	3.53	6.35	55	54	no	3.88	6.35	55	54	no	4.24	6.35	55	54	no	4.24	5.65
NAV39	54	53		0	6.8	6.8	3.5	18.0	49.8	54	53	no	3.51	6.15	54	53	no	3.86	6.15	54	53	no	4.21	6.15	54	53	no	4.21	5.46
NAV40	53	52	Loc. Conserva	0	5.3	5.3	3.0	17.9	49.4	53	52	no	3.04	4.76	53	52	no	3.34	4.76	53	52	no	3.65	4.76	53	52	no	3.65	4.23
NAV41	52	51	Immis. Castagnolino	0	5.3	5.3	2.9	17.8	49.5	52	51	no	2.93	4.76	52	51	no	3.22	4.76	52	51	no	3.52	4.76	52	51	no	3.52	4.23
NAV42	51	50	Ponte La Ringhiera	0	4.7	4.5	3.5	17.6	50.5	51	50	no	3.46	4.06	51	50	no	3.81	4.06	51	50	si	4.15	4.06	51	50	si	4.15	3.61
NAV43	50	49	Loc. Santa Croce	0	4.7	4.7	3.0	17.5	53.0	50	49	no	3.04	4.19	50	49	no	3.34	4.19	50	49	no	3.65	4.19	50	49	no	3.65	3.72
NAV44	49	48	ponte Paleotto	1	4.8	4.8	3.3	17.3	54.1	49	48	no	3.31	4.32	49	48	no	3.64	4.32	49	48	no	3.97	4.32	49	48	si	3.97	3.84
NAV45	48	47	località Paleotto	1	4.4	4.4	3.6	17.3	53.1	48	47	no	3.55	3.96	48	47	no	3.91	3.96	48	47	si	4.26	3.96	48	47	si	4.26	3.52
NAV46	47	46	botte C.E.R.	1	4.6	4.6	3.9	17.2	52.8	47	46	no	3.87	4.14	47	46	si	4.26	4.14	47	46	si	4.64	4.14	47	46	si	4.64	3.68
NAV47	46	45	Marposs	1	4.5	4.5	4.1	17.2	51.9	46	45	no	4.06	4.09	46	45	si	4.47	4.09	46	45	si	4.87	4.09	46	45	si	4.87	3.63
NAV48	45	44	Immis. Diversivo	1	4.4	4.4	4.0	16.9	51.9	45	44	si	4.01	4.00	45	44	si	4.41	4.00	45	44	si	4.81	4.00	45	44	si	4.81	3.55
DIV1	44	184	Canale Diversivo	1	4.9	4.9	4.3	17.1	51.3	44	184	no	4.27	4.39	44	184	si	4.70	4.39	44	184	si	5.12	4.39	44	184	si	5.12	3.90
DIV2	184	185	Canale Diversivo	1	5.4	5.4	4.4	17.1	51.2	184	185	no	4.36	4.87	184	185	no	4.80	4.87	184	185	si	5.23	4.87	184	185	si	5.23	4.33
DIV3	185	186	Canale Diversivo	1	5.4	5.4	4.5	17.1	50.8	185	186	no	4.46	4.84	185	186	si												

TRONCHI						EVENTO PIOGGIA TR=50 anni			VALUTAZIONE PERICOLOSITA' TRONCHI																				
Denom.	Nodi Inizio e Fine		Zona	Sezione			Livelli		Portata [m3/sec]	Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza		Nodi Inizio e Fine		Tratto "pericoloso"	Coef.sicurezza						
				Arg	H [m]	H max [m]	Tirante [m]	Quota s.l.m. [m]					Tirante	Liv. max				Tirante	Liv. max				Tirante	Liv. max	Tirante	Liv. max			
												0	0.1				0.1	0.1				0.2	0.1			0.2	0.2		
NAV1	92	91	Bova	0	7.4	7.4	2.9	34.4	65.9	92	91	no	2.85	6.64	92	91	no	3.14	6.64	92	91	no	3.42	6.64	92	91	no	3.42	5.90
NAV2	91	90	ponte via Carracci	0	7.4	7.4	2.1	33.6	65.2	91	90	no	2.06	6.64	91	90	no	2.27	6.64	91	90	no	2.47	6.64	91	90	no	2.47	5.90
NAV3	90	89	parco Comunale	0	4.9	4.9	3.3	33.4	64.4	90	89	no	3.34	4.41	90	89	no	3.67	4.41	90	89	no	4.01	4.41	90	89	si	4.01	3.92
NAV4	89	88		0	4.9	4.9	3.0	33.0	66.8	89	88	no	2.98	4.41	89	88	no	3.28	4.41	89	88	no	3.58	4.41	89	88	no	3.58	3.92
NAV5	88	87	ponte via Gagarin	0	3.8	3.8	2.4	32.3	65.7	88	87	no	2.36	3.40	88	87	no	2.60	3.40	88	87	no	2.83	3.40	88	87	no	2.83	3.02
NAV6	87	86	via del Navile	0	4.3	4.3	1.7	31.1	65.5	87	86	no	1.71	3.86	87	86	no	1.88	3.86	87	86	no	2.05	3.86	87	86	no	2.05	3.43
NAV7	86	85	Sostegno Battiferro	0	4.2	4.2	3.3	29.0	64.5	86	85	no	3.28	3.76	86	85	no	3.61	3.76	86	85	si	3.94	3.76	86	85	si	3.94	3.34
NAV8	85	84	Fornace Gallotti	0	4.2	4.2	2.9	28.6	65.3	85	84	no	2.90	3.76	85	84	no	3.19	3.76	85	84	no	3.48	3.76	85	84	si	3.48	3.34
NAV9	84	83	via del Pellegrino	0	4.2	4.2	3.6	28.6	64.6	84	83	no	3.62	3.74	84	83	si	3.98	3.74	84	83	si	4.34	3.74	84	83	si	4.34	3.33
NAV10	83	82	ponte ferrovia	0	4.2	4.2	3.4	28.3	65.1	83	82	no	3.35	3.74	83	82	no	3.69	3.74	83	82	si	4.02	3.74	83	82	si	4.02	3.33
NAV11	82	81	Sostegno Torreggiani	0	3.4	3.1	3.0	27.0	64.5	82	81	si	2.99	2.81	82	81	si	3.29	2.81	82	81	si	3.59	2.81	82	81	si	3.59	2.50
NAV12	81	80	ponte tangenziale	0	3.5	3.0	2.9	26.2	64.9	81	80	si	2.93	2.66	81	80	si	3.22	2.66	81	80	si	3.52	2.66	81	80	si	3.52	2.37
NAV13	80	79	Sostegno Landi	0	3.9	2.9	3.5	25.8	64.5	80	79	si	3.49	2.57	80	79	si	3.84	2.57	80	79	si	4.19	2.57	80	79	si	4.19	2.29
NAV14	79	78	Sostegno Grassi	0	3.9	2.9	3.2	25.5	64.0	79	78	si	3.19	2.57	79	78	si	3.51	2.57	79	78	si	3.83	2.57	79	78	si	3.83	2.29
NAV15	78	77	ponte della Bionda	0	4.3	3.0	3.1	25.2	63.7	78	77	si	3.14	2.69	78	77	si	3.45	2.69	78	77	si	3.77	2.69	78	77	si	3.77	2.39
NAV16	77	76	Fornace	0	3.9	3.9	3.1	24.9	63.2	77	76	no	3.05	3.52	77	76	no	3.36	3.52	77	76	si	3.66	3.52	77	76	si	3.66	3.13
NAV17	76	75		0	4.5	4.5	1.8	23.3	63.0	76	75	no	1.81	4.05	76	75	no	1.99	4.05	76	75	no	2.17	4.05	76	75	no	2.17	3.60
NAV18	75	74	Sostegno Corticella	0	4.8	3.7	4.3	22.8	62.4	75	74	si	4.29	3.31	75	74	si	4.72	3.31	75	74	si	5.15	3.31	75	74	si	5.15	2.94
NAV19	74	73		0	4.1	3.5	3.5	22.7	62.2	74	73	si	3.51	3.12	74	73	si	3.86	3.12	74	73	si	4.21	3.12	74	73	si	4.21	2.78
NAV20	73	72	ponte canale	0	4.5	3.8	3.9	22.8	61.7	73	72	si	3.91	3.38	73	72	si	4.30	3.38	73	72	si	4.69	3.38	73	72	si	4.69	3.00
NAV21	72	71		0	5.3	5.3	3.6	22.4	65.3	72	71	no	3.59	4.78	72	71	no	3.95	4.78	72	71	no	4.31	4.78	72	71	si	4.31	4.25
NAV22	71	70	Ponte via di Corticella	0	7.7	7.7	3.0	22.1	65.1	71	70	no	3.00	6.93	71	70	no	3.30	6.93	71	70	no	3.60	6.93	71	70	no	3.60	6.16
NAV23	70	69	ponte strada Prov.	0	6.6	6.6	3.1	21.9	64.6	70	69	no	3.12	5.92	70	69	no	3.43	5.92	70	69	no	3.74	5.92	70	69	no	3.74	5.26
NAV24	69	68	Depuratore	0	8.5	8.5	3.2	21.4	66.1	69	68	no	3.21	7.64	69	68	no	3.53	7.64	69	68	no	3.85	7.64	69	68	no	3.85	6.79
NAV25	68	67	ponte via Di Vittorio	0	8.8	8.8	3.1	20.9	65.6	68	67	no	3.06	7.89	68	67	no	3.37	7.89	68	67	no	3.67	7.89	68	67	no	3.67	7.02
NAV26	67	66	Castelmaggiore	0	8.4	8.4	3.7	20.9	65.5	67	66	no	3.68	7.54	67	66	no	4.05	7.54	67	66	no	4.42	7.54	67	66	no	4.42	6.70
NAV27	66	65		0	8.4	8.4	3.6	20.7	64.9	66	65	no	3.55	7.54	66	65	no	3.91	7.54	66	65	no	4.26	7.54	66	65	no	4.26	6.70
NAV28	65	64	Castelmaggiore	0	4.7	3.5	3.5	20.5	64.9	65	64	si	3.46	3.15	65	64	si	3.81	3.15	65	64	si	4.15	3.15	65	64	si	4.15	2.80
NAV29	64	63	sostegno Castelmag.	0	3.5	3.4	2.9	19.8	64.3	64	63	no	2.86	3.02	64	63	si	3.15	3.02	64	63	si	3.43	3.02	64	63	si	3.43	2.69
NAV30	63	62		0	7.5	7.5	3.6	19.5	64.3	63	62	no	3.56	6.77	63	62	no	3.92	6.77	63	62	no	4.27	6.77	63	62	no	4.27	6.02
NAV31	62	61		0	7.5	7.5	3.5	19.5	63.7	62	61	no	3.48	6.77	62	61	no	3.83	6.77	62	61	no	4.18	6.77	62	61	no	4.18	6.02
NAV32	61	60		0	4.7	4.7	3.3	19.3	63.8	61	60	no	3.29	4.22	61	60	no	3.62	4.22	61	60	no	3.95	4.22	61	60	si	3.95	3.75
NAV33	60	59	Centergross	0	6.3	6.3	3.8	19.2	63.3	60	59	no	3.79	5.65	60	59	no	4.17	5.65	60	59	no	4.55	5.65	60	59	no	4.55	5.02
NAV34	59	58	Centergross	0	6.3	6.3	3.8	19.2	63.2	59	58	no	3.75	5.65	59	58	no	4.13	5.65	59	58	no	4.50	5.65	59	58	no	4.50	5.02
NAV35	58	57	Centergross	0	8.9	8.9	3.6	19.1	62.8	58	57	no	3.62	8.02	58	57	no	3.98	8.02	58	57	no	4.34	8.02	58	57	no	4.34	7.13
NAV36	57	56	immissione Carsè	0	8.9	8.9	3.5	18.9	62.7	57	56	no	3.50	8.02	57	56	no	3.85	8.02	57	56	no	4.20	8.02	57	56	no	4.20	7.13
NAV37	56	55	Centergross	0	7.7	7.7	3.7	18.8	64.1	56	55	no	3.65	6.94	56	55	no	4.02	6.94	56	55	no	4.38	6.94	56	55	no	4.38	6.17
NAV38	55	54	Loc. Pioppeda	0	7.1	7.1	3.9	18.6	63.9	55	54	no	3.94	6.35	55	54	no	4.33	6.35	55	54	no	4.73	6.35	55	54	no	4.73	5.65
NAV39	54	53		0	6.8	6.8	3.9	18.4	63.6	54	53	no	3.90	6.15	54	53	no	4.29	6.15	54	53	no	4.68	6.15	54	53	no	4.68	5.46
NAV40	53	52	Loc. Conserva	0	5.3	5.3	3.4	18.3	63.4	53	52	no	3.43	4.76	53	52	no	3.77	4.76	53	52	no	4.12	4.76	53	52	no	4.12	4.23
NAV41	52	51	Immis. Castagnolino	0	5.3	5.3	3.3	18.2	63.2	52	51	no	3.32	4.76	52	51	no	3.65	4.76	52	51	no	3.98	4.76	52	51	no	3.98	4.23
NAV42	51	50	Ponte La Ringhiera	0	4.7	4.5	3.9	18.1	64.6	51	50	no	3.90	4.06	51	50	si	4.29	4.06	51	50	si	4.68	4.06	51	50	si	4.68	3.61
NAV43	50	49	Loc. Santa Croce	0	4.7	4.7	3.4	17.9	67.3	50	49	no	3.43	4.19	50	49	no	3.77	4.19	50	49	no	4.12	4.19	50	49	si	4.12	3.72
NAV44	49	48	ponte Paleotto	1	4.8	4.8	3.9	18.0	68.2	49	48	no	3.92	4.32	49	48	no	4.31	4.32	49	48	si	4.70	4.32	49	48	si	4.70	3.84
NAV45	48	47	località Paleotto	1	4.4	4.4	4.2	17.9	66.7	48	47	si	4.17	3.96	48	47	si	4.59	3.96	48	47	si	5.00	3.96	48	47	si	5.00	3.52
NAV46	47	46	botte C.E.R.	1	4.6	4.6	4.5	17.9	66.7	47	46	si	4.51	4.14	47	46	si	4.96	4.14	47	46	si	5.41	4.14	47	46	si	5.41	3.68
NAV47	46	45	Marposs	1	4.5	4.5	4.7	17.8	65.9	46	45	si	4.70	4.09	46	45	si	5.17	4.09	46	45	si	5.64	4.09	46	45	si	5.64	3.63
NAV48	45	44	Immis. Diversivo	1	4.4	4.4	4.7	17.6	65.5	45	44	si	4.67	4.00	45	44	si	5.14	4.00	45	44	si	5.60	4.00	45	44	si	5.60	3.55
DIV1	44	184	Canale Diversivo	1	4.9	4.9	4.9	17.8	65.1	44	184	si	4.94	4.39	44	184	si	5.43	4.39	44	184	si	5.93	4.39	44	184	si	5.93	3.90
DIV2	184	185	Canale Diversivo	1	5.4	5.4	5.0	17.7	64.6	184	185	si	5.02	4.87	184	185	si	5.52	4.87	184	185	si	6.02	4.87	184	185	si	6.02	4.33

LA QUALITA' DEI CORSI D'ACQUA

CARATTERISTICHE FISICHE, CHIMICHE E BATTERIOLOGICHE

Le caratteristiche chimiche, fisiche e batteriologiche delle acque sono tali che, come risulta dai grafici successivamente riportati, le acque del sistema non potrebbero in molti casi essere usate neanche per irrigazione secondo quanto prescritto dalle attuali normative vigenti.

Per quanto riguarda l'impianto di depurazione acque reflue della città di Bologna, è opportuno evidenziare che esso è stato costruito per trattare 270.000 m³/g di liquami originati da 900.000 abitanti equivalenti, dei quali 650.000 provenienti dalla popolazione di Bologna e alcuni comuni limitrofi (Villanova di Castenaso, Quarto, Cadriano, Castel Maggiore, Casalecchio di Reno, Zola Predosa, Calderino, Pianoro) ed i restanti 250.000 originati da scarichi industriali di diversa tipologia.

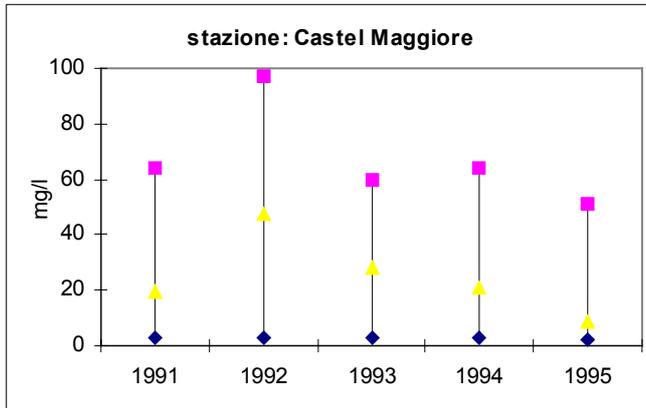
Si tratta di un depuratore a fanghi attivi che utilizza il sistema dell'ossigeno puro. Il reattore biologico è preceduto dalla grigliatura fine, dalla disabbatura, dalla disoleazione e dalla sedimentazione primaria dei liquami ed è seguito da una sedimentazione secondaria con parziale riciclo dei fanghi attivi e l'estrazione dei fanghi di supero. A questo stato la linea acqua prosegue con la sola disinfezione mediante acido paracetico e l'immissione delle acque trattate nel canale Navile.

L'impianto è dotato di un efficiente ed imponente sistema di aspirazione e trattamento, mediante filtri biologici, dell'aria maleodorante. Questa soluzione è stata adottata per limitare, nel popoloso quartiere limitrofo, l'impatto olfattivo dei processi di trattamento.

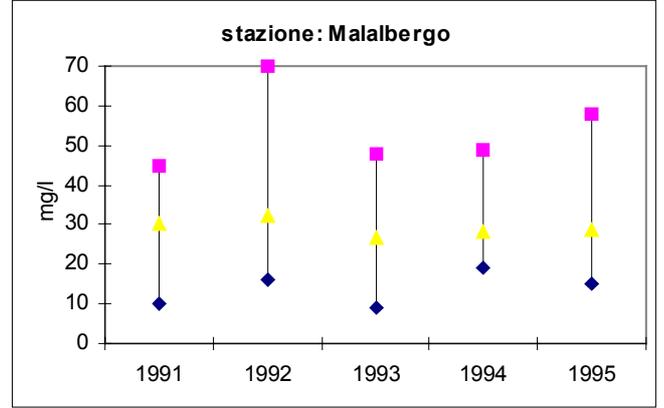
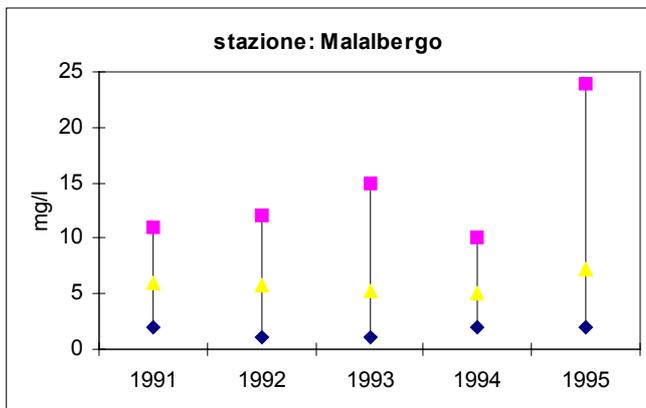
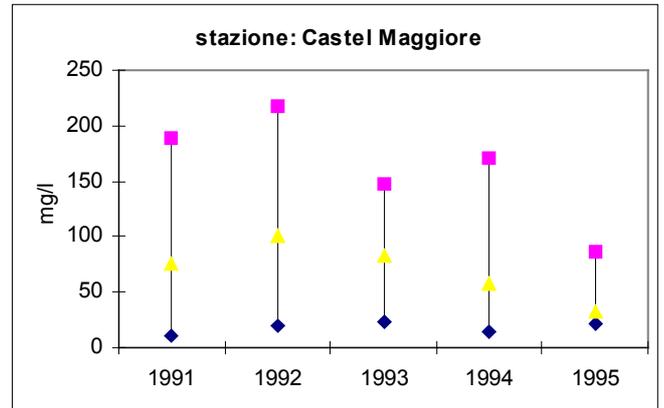
L'impianto non è stato altrettanto opportunamente dotato dei sistemi idonei a contenere le concentrazioni dei macro nutrienti algali (azoto e fosforo) con reattori di denitrificazione e/o defosfatizzazione chimica o biologica. Cioè l'odierno trattamento di depurazione non contempla il finissaggio delle acque in uscita e le caratteristiche idrochimiche del canale Navile confermano questa situazione.

Risulta pertanto estremamente difficile il rispetto delle direttive della Unione Europea e delle leggi della Regione Emilia-Romagna (n. 7 del 29.01.1983 e successive modifiche e integrazioni e n. 9 del 01.02.1983) per il contenimento e la riduzione dell'eutrofizzazione del mare Adriatico

Parametro: BOD5
 Valore limite di riferimento: 9 mg/l
 Corso d'acqua: Navile

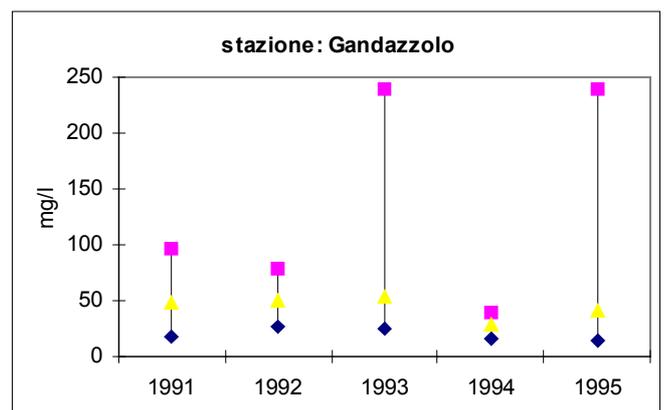
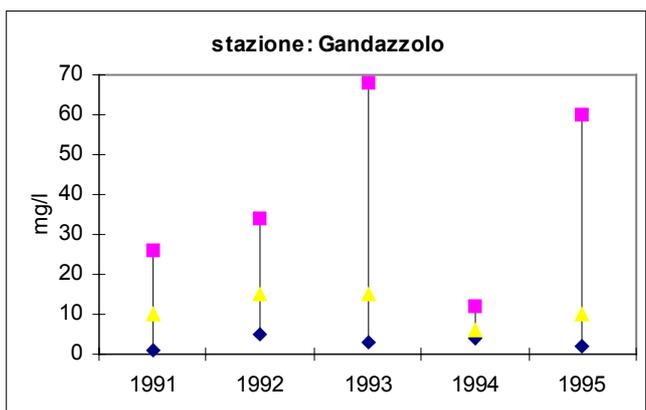
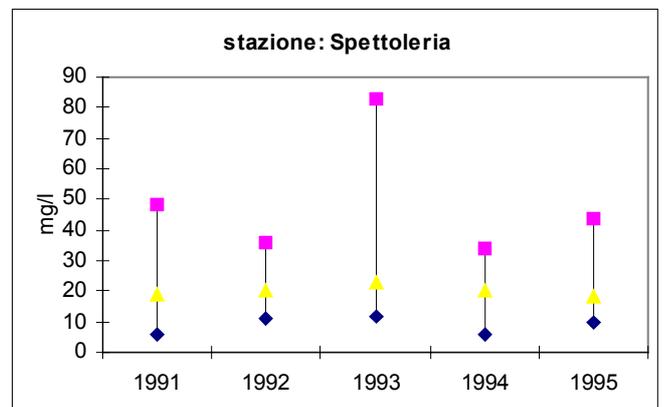
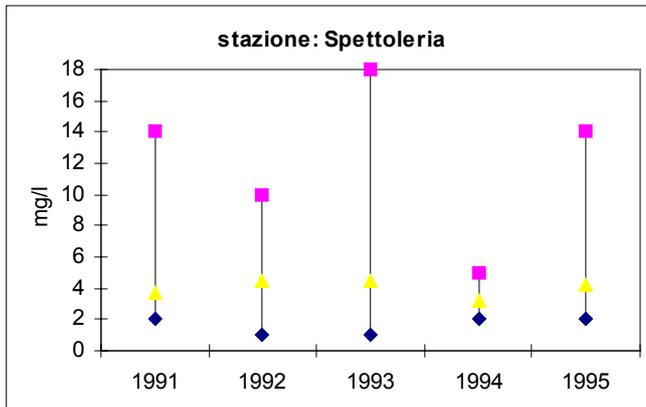


Parametro: COD
 Valore limite di riferimento: 30 mg/l
 Corso d'acqua: Navile



Corso d'acqua: Savena Abbandonato

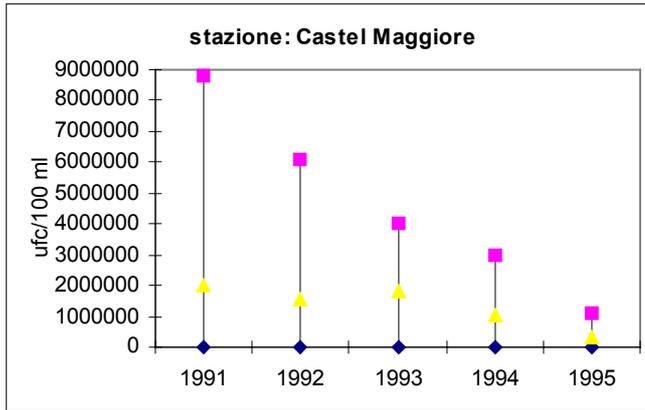
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



Parametro: Coliformi fecali

Valore limite di riferimento: < 1000 U.F.C./100 ml

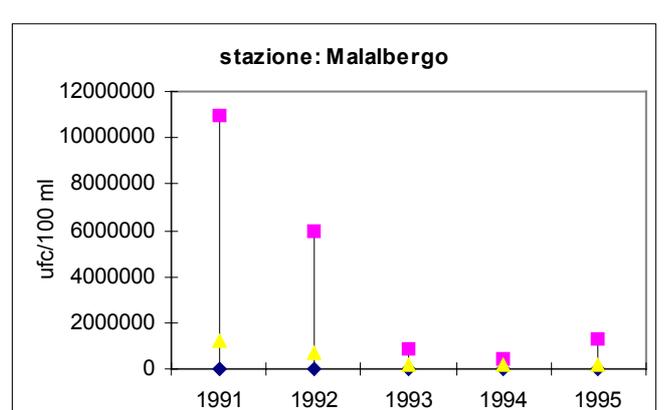
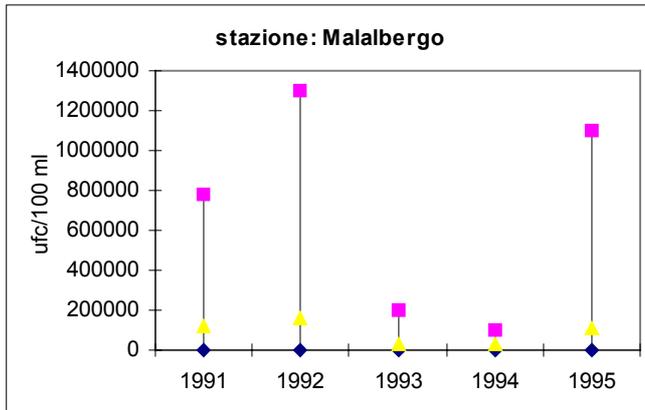
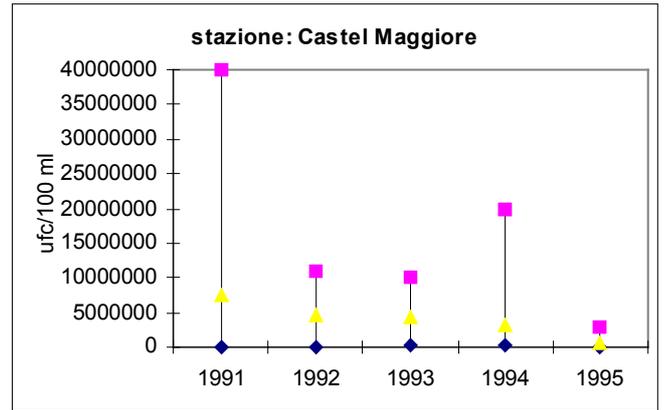
Corso d'acqua: Navile



Parametro: Coliformi totali

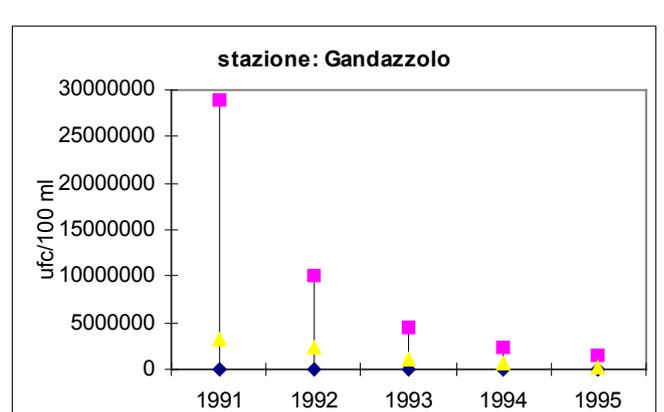
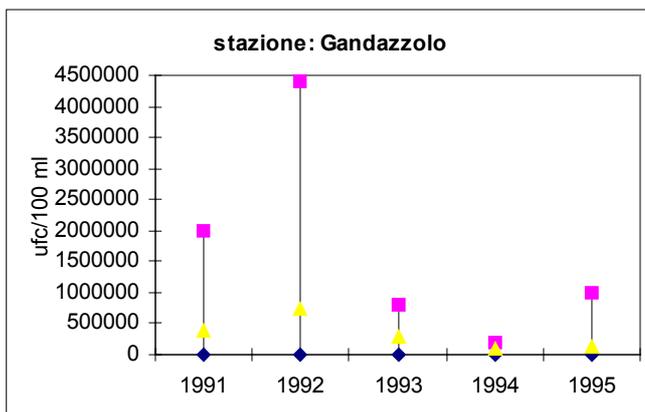
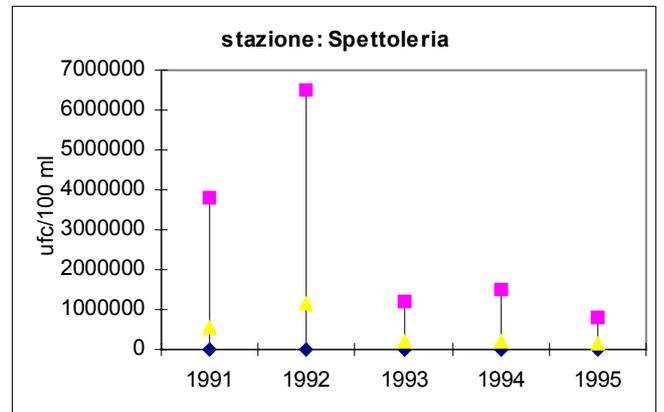
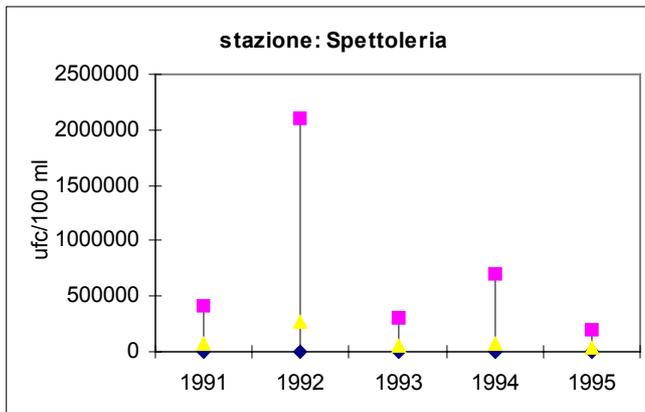
Valore limite di riferimento: < 5000 U.F.C./100 ml

Corso d'acqua: Navile



Corso d'acqua: Savena Abbandonato

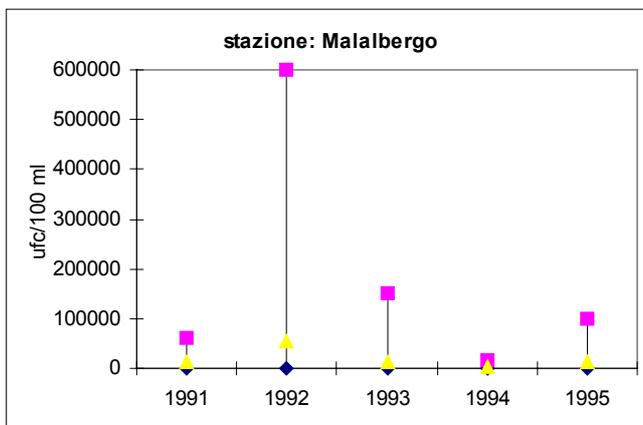
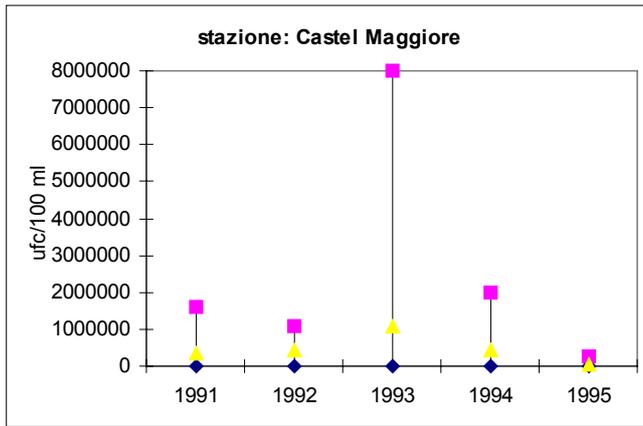
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



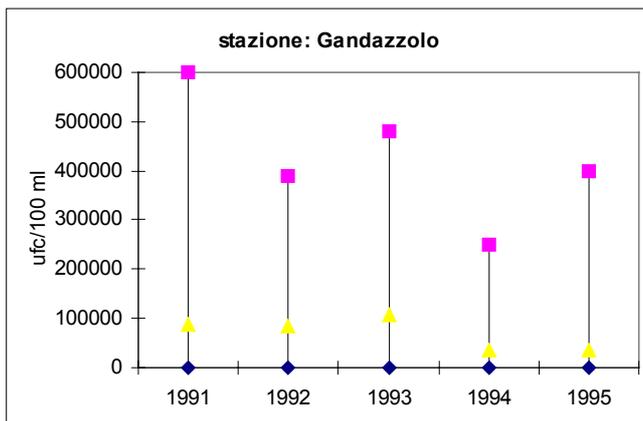
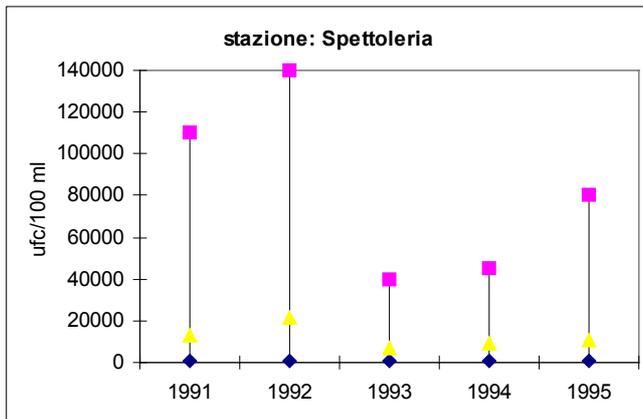
Parametro: Streptococchi fecali

Valore limite di riferimento: < 1000 U.F.C./100 ml

Corso d'acqua: Navile



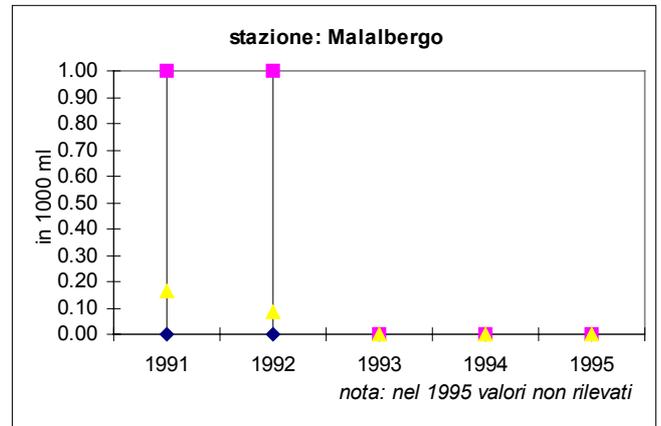
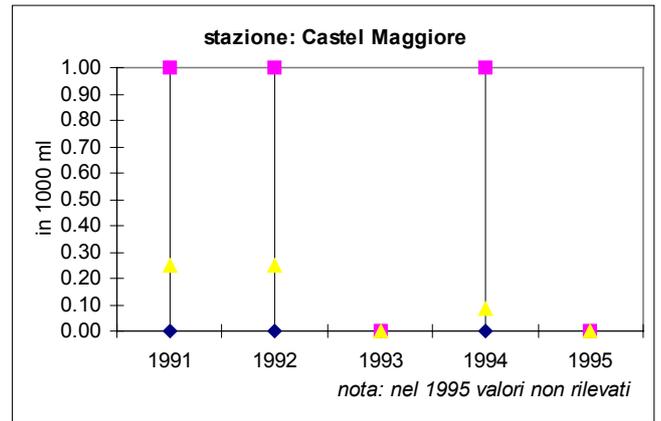
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



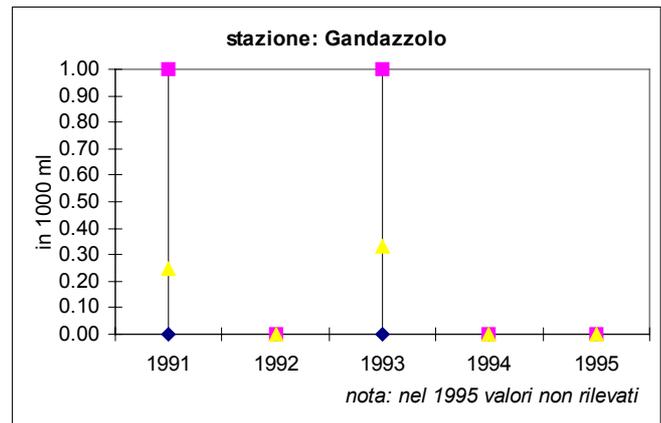
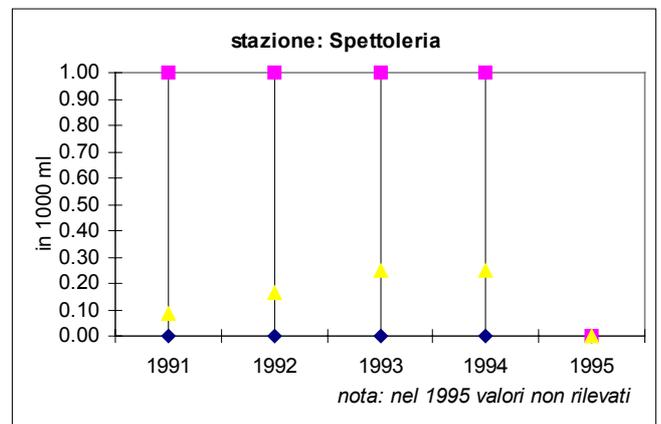
Parametro: Salmonelle

Valore limite di riferimento: assenti

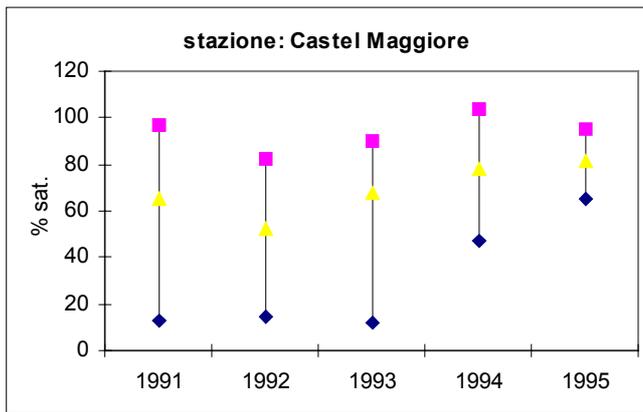
Corso d'acqua: Navile



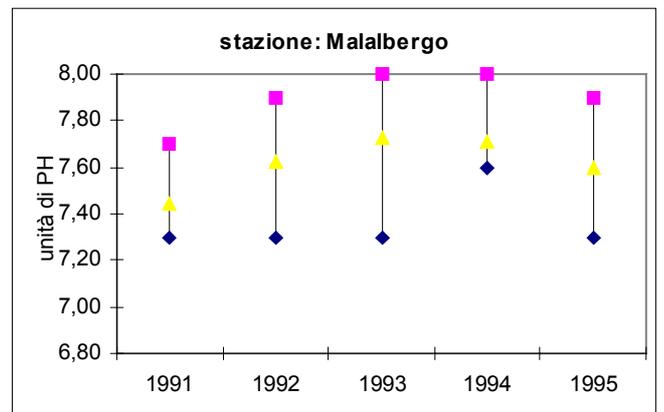
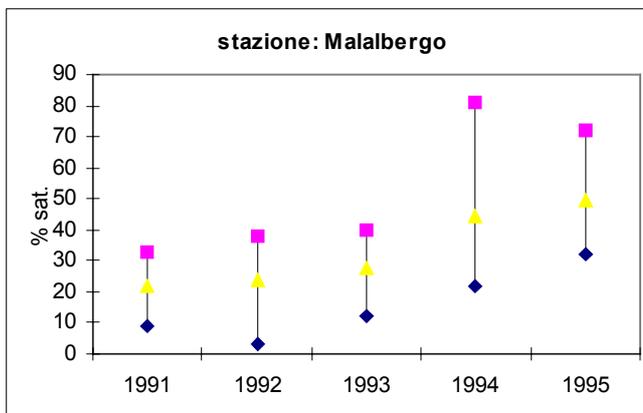
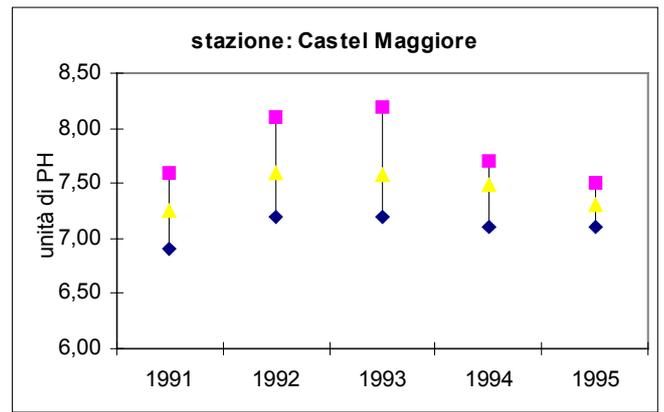
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



Parametro: Ossigeno
 Valore limite di riferimento: > 50%
 Corso d'acqua: Navile

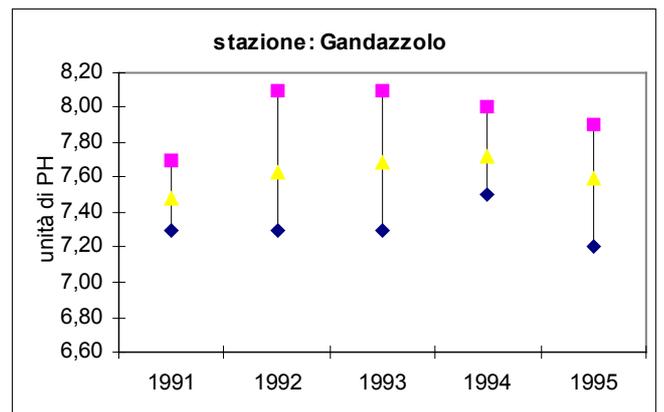
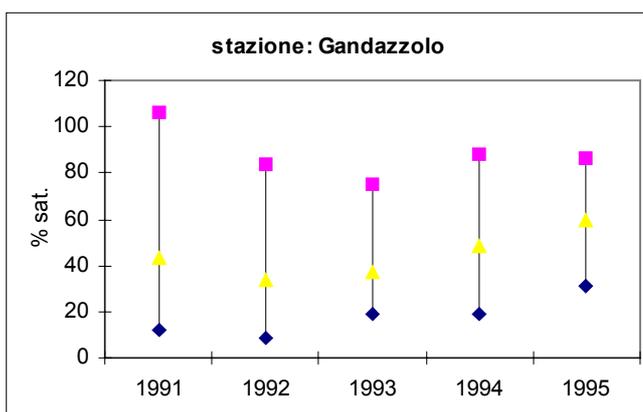
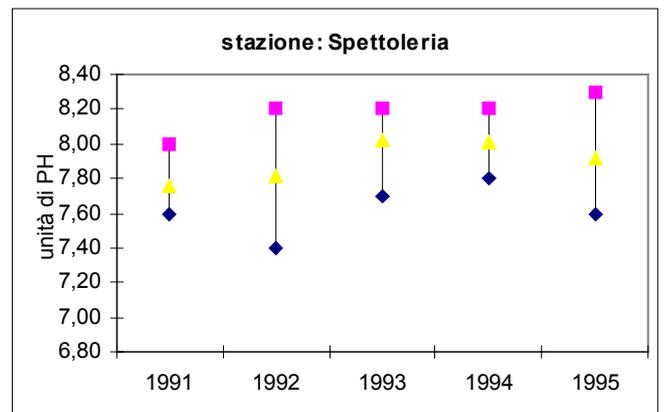
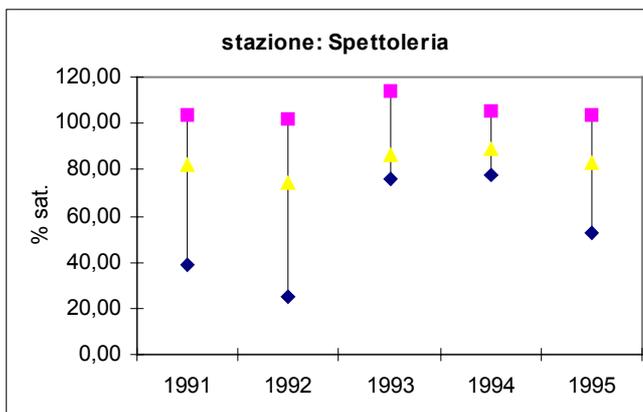


Parametro:PH
 Valore limite di riferimento: 6-9
 Corso d'acqua: Navile



Corso d'acqua: Savena Abbandonato

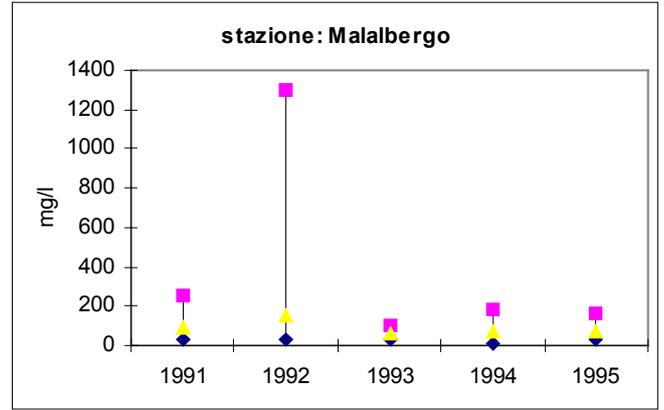
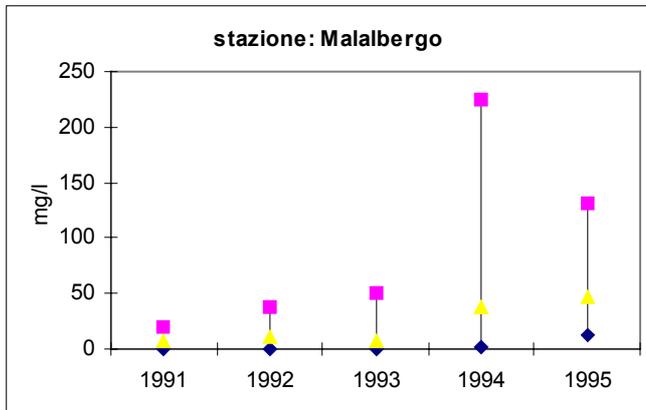
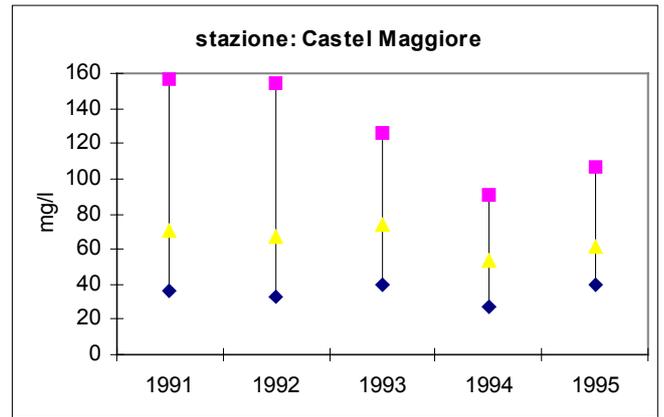
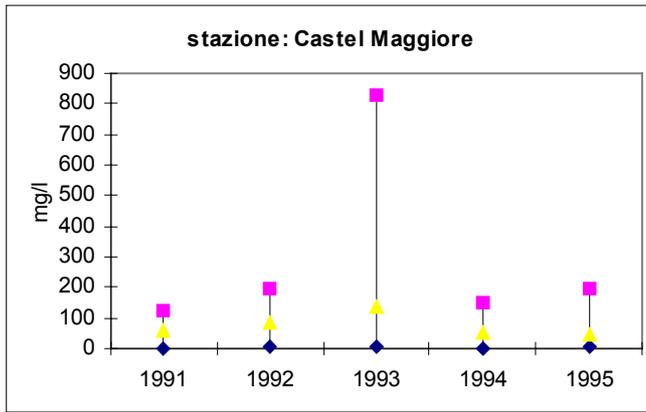
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



Parametro: Materiali in sospensione

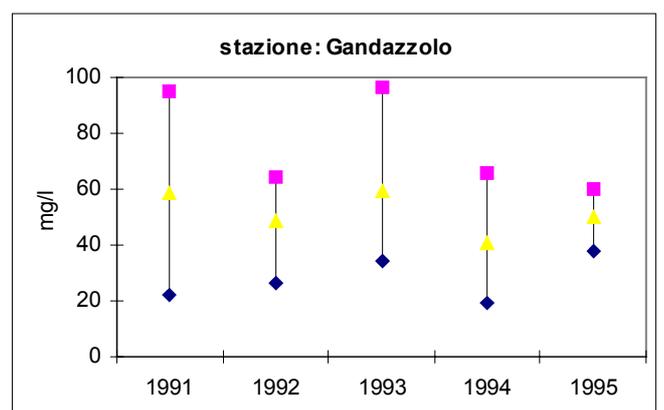
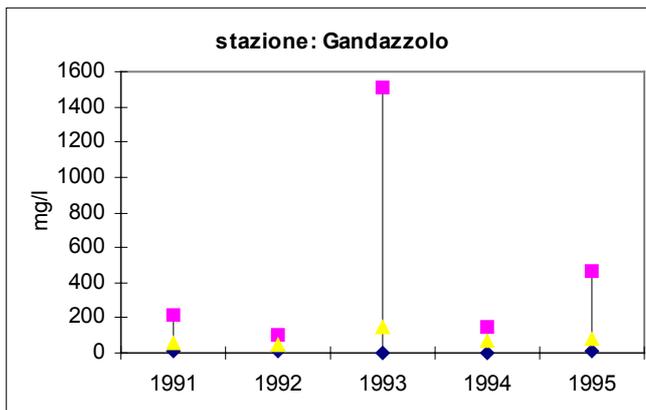
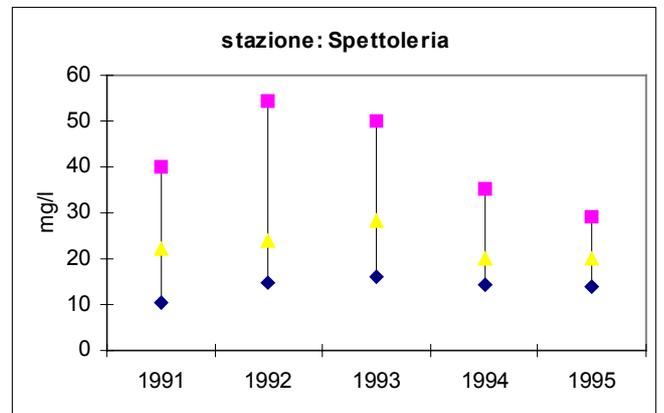
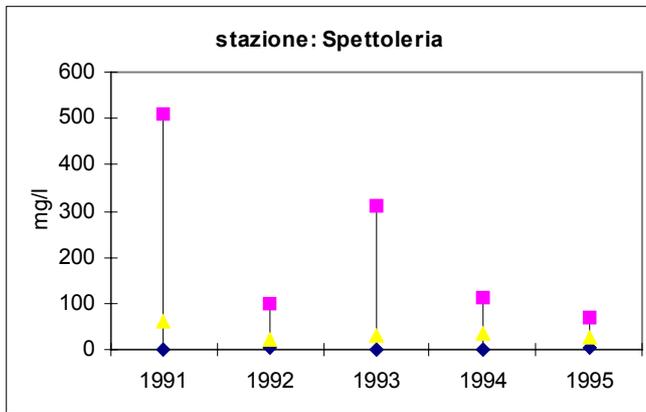
Valore limite di riferimento: -

Corso d'acqua: Navile



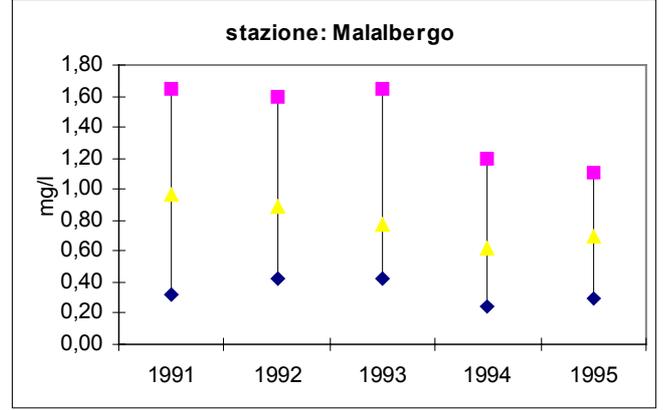
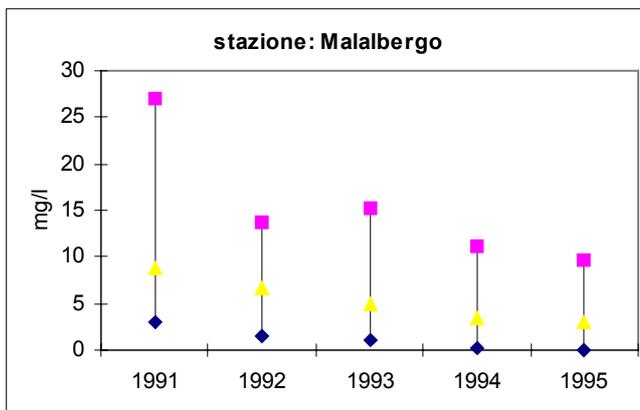
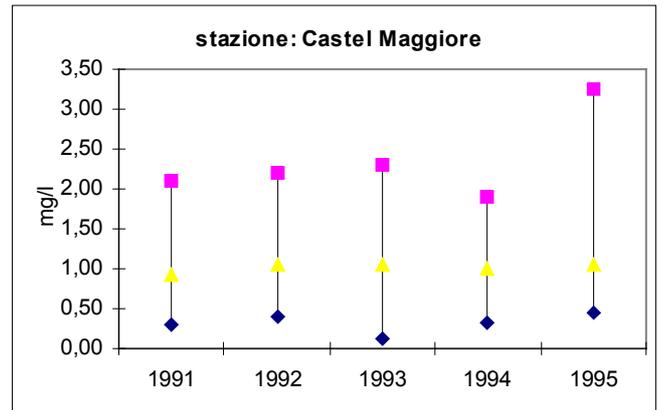
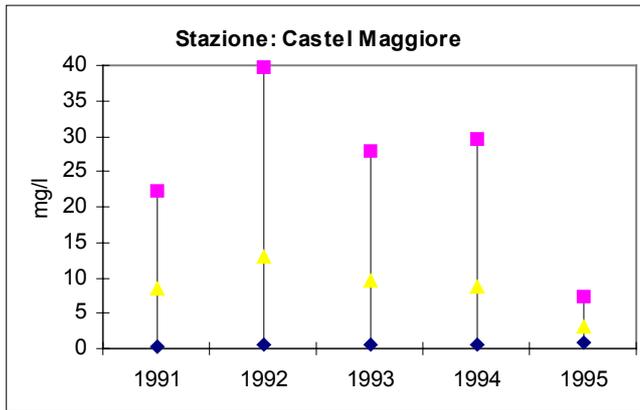
Corso d'acqua: Savena Abbandonato

Corso d'acqua: Savena Abbandonato



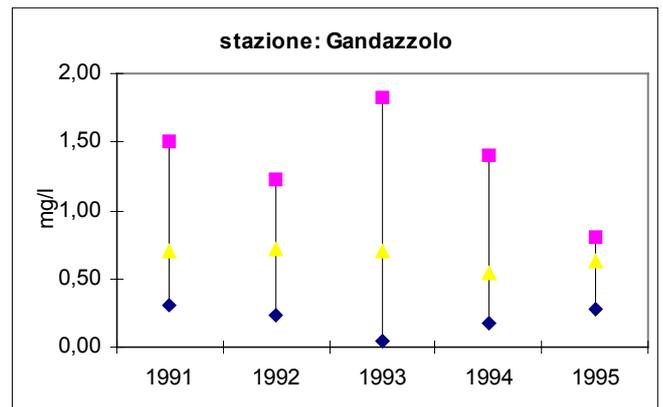
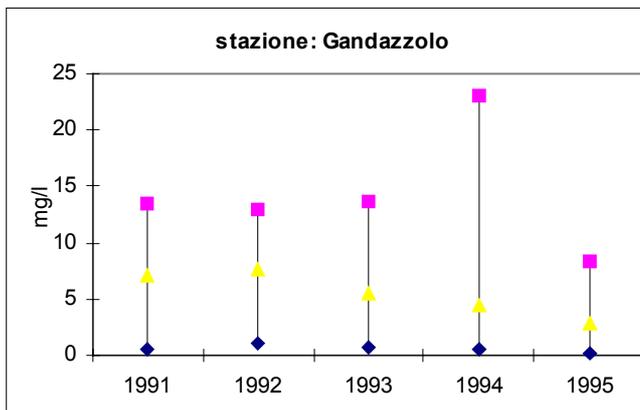
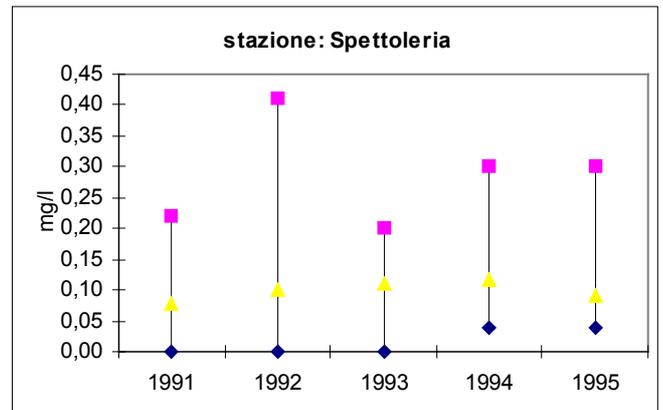
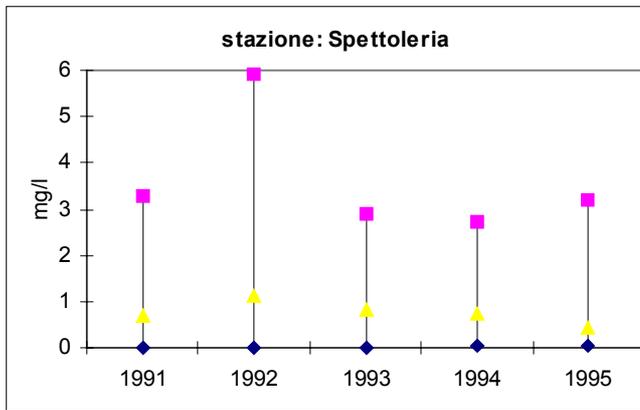
Parametro: Ammoniaca
 Valore limite di riferimento: -
 Corso d'acqua: Navile

Parametro: Fosforo reattivo
 Valore limite di riferimento: -
 Corso d'acqua: Navile

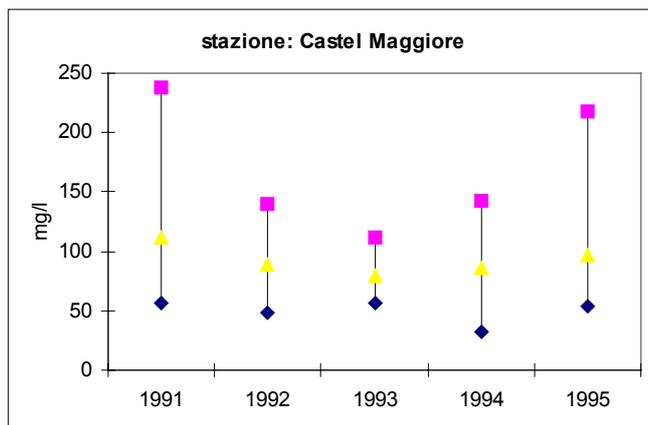


Corso d'acqua: Savena Abbandonato

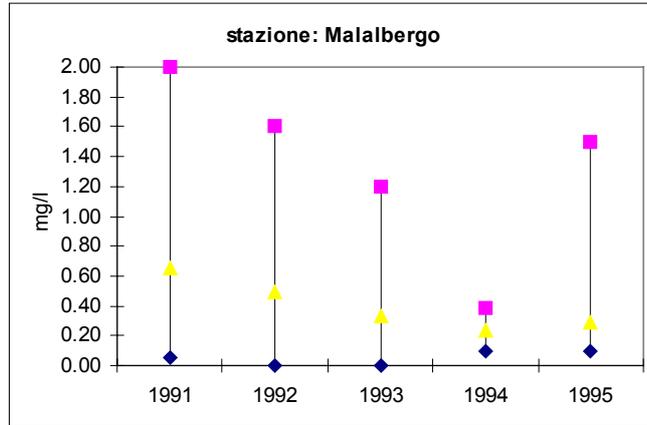
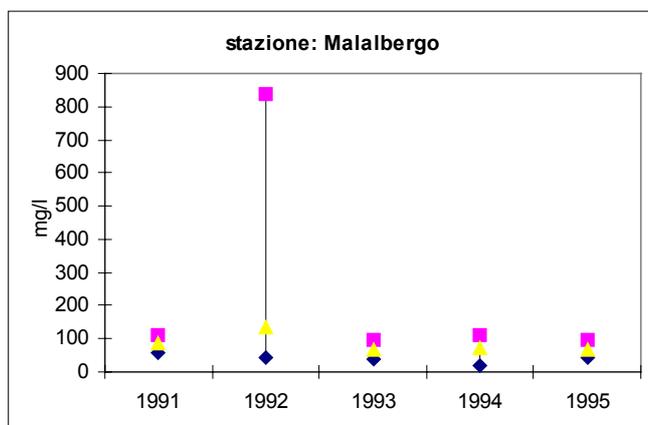
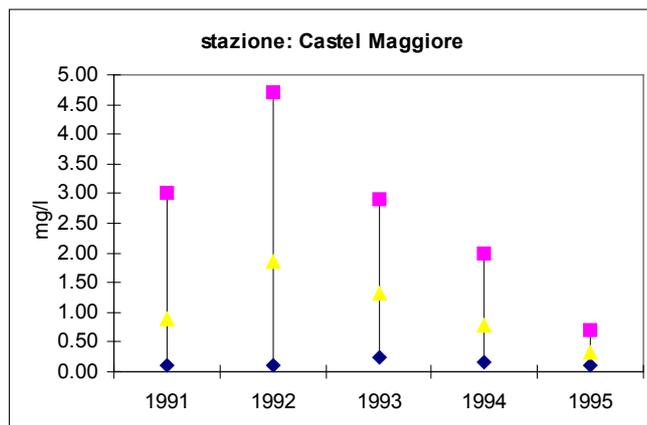
Corso d'acqua: Savena Abbandonato



Parametro: Solfati
 Valore limite di riferimento: < 100 mg/l
 Corso d'acqua: Navile

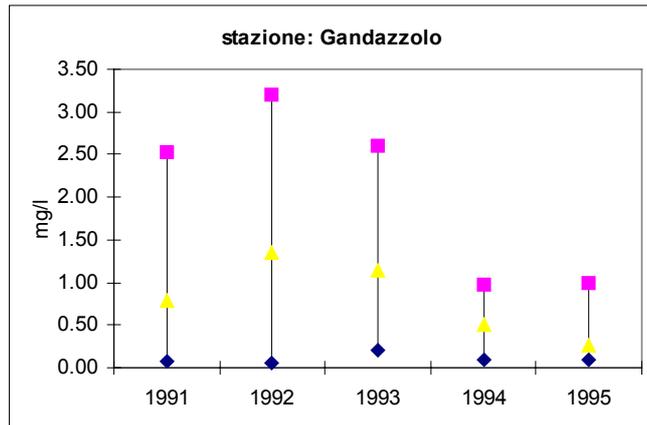
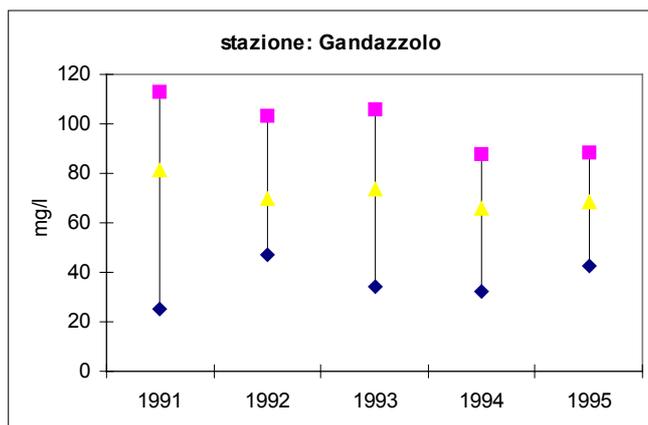
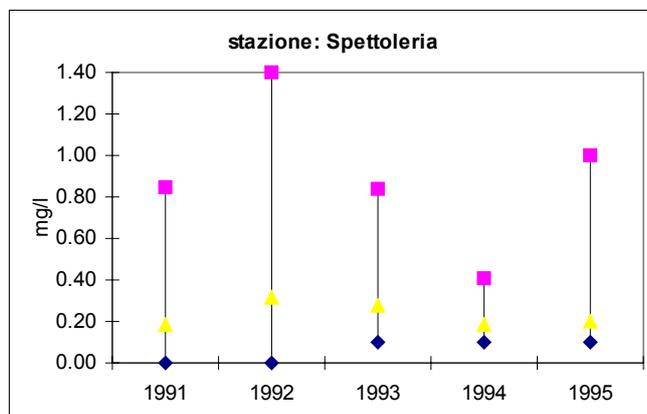
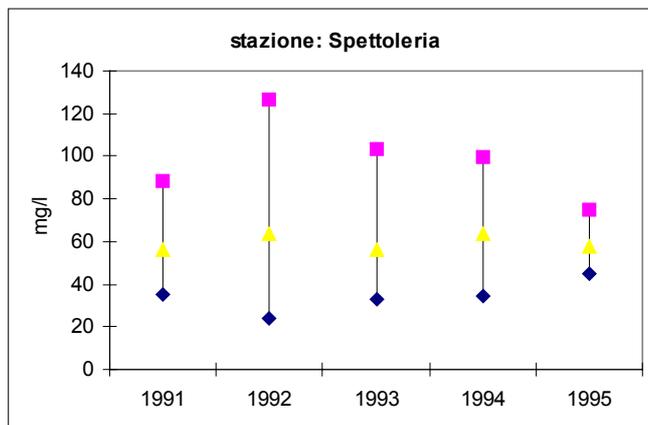


Parametro: Tensioattivi
 Valore limite di riferimento: -
 Corso d'acqua: Navile



Corso d'acqua: Savena Abbandonato

Corso d'acqua: Savena Abbandonato



CAPACITÀ “NATURALE” DI DEPURAZIONE”

Anche se non sono state svolte particolari indagini per valutare la prestazione in oggetto, è possibile affermare che essa è comunque insufficiente per contribuire in modo apprezzabile al miglioramento della qualità delle acque. Ciò è dovuto in buona parte alle attuali caratteristiche morfometriche del reticolo idrografico che presenta una morfologia longitudinale e trasversale eccessivamente lineare ed è privo di microhabitat differenziati con la conseguenza che la variabilità biologica è fortemente penalizzata.

DISPONIBILITÀ ACQUA PER USI PRODUTTIVI

La disponibilità di acqua per usi produttivi è stata valutata mediante un bilancio idrico nel quale agli apporti al reticolo idrografico superficiale sono state sottratte le quantità d'acqua complessivamente necessarie per garantire il deflusso minimo vitale in tutte le parti del reticolo medesimo.

Il valore del deflusso minimo vitale è stato definito in questa sede facendo riferimento alla situazione attuale del reticolo idrografico.

Tale situazione sarà certamente modificata a seguito degli interventi strutturali previsti e conseguentemente varierà anche il valore del deflusso minimo vitale.

Per tenere conto di questo fatto è stato ipotizzato un altro valore, che sarà da verificare in sede di progettazione esecutiva degli interventi, al quale potrà comunque essere fatto riferimento anche come dato di progetto.

GLI APPORTI D'ACQUA

Gli apporti al sistema Navile-Savena Abbandonato, in assenza di pioggia sono:

- la derivazione dal Reno alla chiusa di Casalecchio;
- la derivazione dal Savena alla chiusa di San Ruffillo;

- le acque reflue del depuratore di Bologna.

Dalla chiusa di Casalecchio, al fine di garantire il minimo deflusso vitale in Reno a valle della chiusa medesima, è stato previsto di derivare al massimo metà della portata in arrivo.

Nel mese più siccitoso (agosto) la portata media in Reno è di 4,02 m³/sec come risulta dalla tabella sottoriportata¹⁰. In tali condizioni può essere derivata una portata media di 2 m³/sec.

Elementi caratteristici del Reno a Casalecchio per il periodo 1921-1943 e 1946-1978:

	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q massima (m ³ /s)	[1040.00]	532.00	[703.00]	649.00	361.00	500.00	288.00	140.00	171.00	281.00	422.00	[1040.00]	546.00
Q media (m ³ /s)	25.10	37.10	41.60	44.70	34.30	19.90	11.90	4.84	4.02	7.04	17.20	37.40	39.70
Q minima (m ³ /s)	0.48	0.68	3.43	3.69	2.88	2.00	1.09	0.61	0.48	0.80	0.82	0.68	1.31
Q media (l/s.km ²)	23.9	35.3	39.6	42.5	32.6	18.9	11.3	4.6	3.8	6.7	16.4	35.6	37.8
Deflusso (mm)	753.1	94.5	100.3	113.9	84.7	52.9	29.5	12.3	10.2	17.4	43.9	92.2	101.3
Afflusso meteorico (mm)	1331.2	122.7	124.3	120.5	116.4	99.3	78.0	44.7	57.2	98.3	146.8	178.2	144.8
Coefficiente di deflusso	0.57	0.77	0.81	0.95	0.73	0.53	0.38	0.28	0.18	0.18	0.30	0.52	0.70

La derivazione di San Ruffillo in oggetto risulta in grado di garantire un apporto di 0,2 m³/sec in tutta la stagione estiva.

L'apporto del depuratore di Bologna risulta essere nella stagione estiva mediamente di 2 m³/sec.

IL DEFLUSSO MINIMO VITALE

La portata corrispondente al deflusso minimo vitale è stata valutata, con riferimento alla situazione attuale, in 0,5 m³/sec in tutto il reticolo. Con riferimento a situazioni future, tale portata è stata ipotizzata di 1,5 m³/sec nei tronchi non arginati e sempre di 0,5 m³/sec in quelli arginati.

¹⁰ Annali Idrologici 1979

LA DISPONIBILITÀ DI ACQUA

La disponibilità di acqua per usi produttivi, considerando di scaricare in Reno $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ (corrispondente alla somma del deflusso minimo vitale nel Navile e nel Savena A.), risulta mediamente, durante il mese più siccitoso della stagione estiva, pari a $3,2 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Il suddetto valore non cambia al variare del deflusso minimo vitale nei tronchi non arginati; tale variazione, infatti, incide soltanto sulla “distribuzione” delle disponibilità del sistema.

La disponibilità di $3,2 \text{ m}^3/\text{sec}$ sembra soddisfare l’attuale richiesta per usi irrigui che risulta essere di pari valore¹¹.

E’ opportuno evidenziare che al fine di soddisfare con continuità le richieste d’acqua è necessario superare due problemi riguardanti la distribuzione e la discontinuità degli apporti d’acqua al sistema.

La discontinuità degli apporti induce un “scarsità” di acqua in alcuni giorni e la “sovrabbondanza” in altri.

Per la valutazione del deficit di acqua prodotto dalla discontinuità degli apporti, non è stato possibile far altro, vista l’insufficienza dei dati statistici disponibili, che prefigurare un insieme di scenari in riferimento ai quali definire obiettivi e linee d’intervento.

Nei giorni più siccitosi è possibile mediamente¹² derivare da Reno soltanto $1,4 \text{ m}^3/\text{sec}$. Il deficit di portata risulta in questo caso pari a $0,4 \text{ m}^3/\text{sec}$ corrispondente ad un volume massimo di $3.456.000 \text{ m}^3$ in tutta la stagione irrigua considerata coincidente con i 100 giorni più siccitosi dell’anno.

Il deficit di acqua a seguito di una mancanza totale di apporti da Reno, pari a $2 \text{ m}^3/\text{sec}$, per nove giorni consecutivi è di circa $1.500.000 \text{ m}^3$. Tale volume rappresenta anche il deficit per

¹¹ Così come indicato nel documento “Progetto per l’utilizzazione ai fini irrigui delle acque reflue trattate dal depuratore di Bologna” predisposto dal Consorzio della Bonifica Renana.

¹² La media è ricavata prendendo in considerazione i cento giorni più siccitosi dell’anno.

soddisfare, oltre ovviamente il minimo deflusso vitale, le richieste di prelievo soltanto dal reticolo idrografico principale (pari a circa $2,8 \text{ m}^3/\text{sec}$) per 30 giorni consecutivi sempre in assenza di apporti da Reno.

Se si considera di derivare dal CER $0,6 \text{ m}^3/\text{sec}$ (mediante l'impianto in corso di realizzazione da parte del Consorzio della Bonifica Renana) è possibile rispondere in termini di quantità complessiva a tutte le richieste d'acqua (compresa ovviamente quella per garantire il deflusso minimo vitale) relative al reticolo idrografico principale per tutta la stagione estiva anche in assenza di apporti da Reno. E' da rilevare comunque che in questo caso sorgerebbero rilevanti problemi igienico-ambientali per la città di Bologna che per il loro superamento richiederebbero un apporto costante da Reno stimabile in circa $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Il secondo problema relativo alla stagione estiva riguarda la distribuzione degli apporti all'interno del sistema. Infatti, in particolari circostanze, non si riesce neanche a raggiungere il minimo deflusso vitale nei tronchi del Navile a monte del depuratore ed in quelli del Savena Abbandonato a monte dell'immissione del Diversivo. Tale problema sarà in parte risolto mediante la realizzazione dell'impianto proposto dal Consorzio della Bonifica Renana che permetterà di immettere parte delle acqua reflue del depuratore di Bologna anche nel Savena Abbandonato. Mediante tale impianto sarà in ogni caso risolto il problema del minimo deflusso vitale nel Savena Abbandonato ma, in caso di mancanza di una sufficiente portata derivata da Reno, potrebbe entrare in crisi la parte del Navile a monte del depuratore e l'insieme dei canali della zona urbana di Bologna.

OBIETTIVI E LINEE D'INTERVENTO

Gli obiettivi del presente piano sono, come già detto, sostanzialmente tre:

- riduzione del rischio idraulico;
- miglioramento della qualità dei corsi d'acqua e dell'acqua;
- risparmio delle risorse idriche "pregiate".

I suddetti obiettivi sono stati articolati, per ciò che concerne la loro definizione, in quattro classi, in funzione sia delle priorità d'intervento, sia delle reali possibilità d'intervento, sia infine dello stato delle conoscenze:

- *obiettivi prioritari*, da raggiungere in tempi brevissimi, che riguardano sostanzialmente i livelli minimi di sicurezza ed i vincoli alle trasformazioni territoriali al fine di non pregiudicare il perseguimento del complesso degli obiettivi ai massimi livelli previsti;
- *obiettivi di prima fase*, da raggiungere in tempi medio-brevi, che riguardano, oltre ad un incremento dei livelli di sicurezza, i livelli minimi di qualità dei corsi d'acqua e di risparmio delle risorse idriche;
- *obiettivi di seconda fase*, da raggiungere in tempi medi, che riguardano un ulteriore incremento dei livelli di sicurezza;
- *obiettivi di terza fase*, da perseguire in tempi lunghi, che riguardano i livelli massimi di tutte le prestazioni caratterizzanti il sistema in oggetto e che dovranno essere resi congruenti con quelli relativi a tutti gli altri sistemi facenti parte del bacino del Reno.

RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Si è precedentemente visto che il sistema Navile-Savena Abbandonato presenta elementi di crisi già per eventi con il tempo di ritorno di 10 anni e che in ogni caso il valore della "capacità di smaltimento" è compreso tra 10 e 20 anni.

Le attuali prestazioni del sistema per quanto attiene al rischio idraulico sono tali che non si può pensare di intervenire portando subito la capacità di smaltimento a valori superiori a 50 anni.

L'obiettivo di mettere in sicurezza il sistema Navile-Savena Abbandonato in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 200 anni, che rappresenta attualmente uno "standard" al quale adeguarsi, può essere visto soltanto come un risultato da raggiungere in tempi medi.

Per questi motivi, gli obiettivi relativi al rischio idraulico sono stati così definiti:

- capacità di smaltimento del sistema almeno pari a 50 anni e non incremento del rischio idraulico residuo come *obiettivi prioritari*;
- capacità di smaltimento del sistema almeno pari a 100 anni come *obiettivo di prima fase*;
- capacità di deflusso almeno pari a 100 anni e riduzione del rischio idraulico residuo nelle parti non arginate del reticolo idrografico come *obiettivi di seconda fase*;
- capacità di smaltimento del sistema almeno pari a 200 anni come *obiettivo di seconda fase*;
- capacità di smaltimento del sistema, considerando indeformabile il reticolo idrografico, almeno pari a 500 anni e riduzione del rischio idraulico residuo nelle parti arginate del reticolo idrografico come *obiettivi di terza fase*.

Gli obiettivi sono stati tradotti in richieste di prestazione relative alle grandezze che determinano il rischio idraulico: pericolosità, valore e vulnerabilità degli elementi esposti. Sulla base di tali grandezze sono state individuate le finalità specifiche degli interventi.

PERICOLOSITÀ

La pericolosità è l'elemento di rischio sul quale il piano agisce maggiormente.

Tra i fattori che determinano la pericolosità di un sistema idraulico, il presente piano prevede di agire mediante *interventi strutturali* sulle caratteristiche del reticolo idrografico che determinano il regime idraulico e sulla funzionalità delle opere e delle apparecchiature per le manovre idrauliche.

Mediante *interventi di tipo normativo* è previsto invece di agire sulle caratteristiche idrologiche del bacino (volume di invaso specifico, coefficienti di deflusso, ecc.) al fine di impedire almeno un peggioramento della situazione attuale.

Nella definizione delle priorità d'intervento sono stati presi in considerazione in primo luogo i tronchi dove la pericolosità incide maggiormente sul rischio e quindi i tronchi arginati. Per questo motivo è stata considerata nulla la vulnerabilità degli elementi esposti a rischio nelle aree limitrofe

ai tronchi non arginati. Anche in questi casi però, non essendo nullo il rischio reale, occorrerà ridurre la pericolosità per mettere in sicurezza tutto il sistema rispetto agli obiettivi fissati.

I principali interventi strutturali per ridurre la pericolosità sono stati finalizzati alla riduzione delle sollecitazioni (portate e livelli) alle quali è sottoposto il sistema e non all'incremento delle opere arginali attualmente presenti.

VALORE E VULNERABILITÀ DEGLI ELEMENTI ESPOSTI A RISCHIO

Per ridurre il rischio idraulico si potrebbe agire anche soltanto “rimuovendo” gli elementi esposti a rischio. Tale strada risulta impraticabile per diversi motivi tra i quali si evidenziano i seguenti:

- i “costi”, sia finanziari che sociali, per la “ricollocazione” degli elementi esposti a rischio potrebbero in molti casi essere superiori a quelli derivanti dal verificarsi dell'evento critico;
- la scelta di “ricollocazione” non può essere fatta nell'ambito del piano di bacino per la natura stessa dei fattori che entrano in gioco e anche per mancanza di conoscenza in molti casi delle caratteristiche degli elementi esposti a rischio;
- non esistono, nella maggioranza dei casi, gli strumenti normativi per *imporre* una *delocalizzazione* degli elementi a rischio.

Per tali motivi l'obiettivo che il piano si pone in questo campo è quello di evitare, mediante interventi di tipo normativo, l'incremento del valore degli elementi esposti a rischio idraulico (anche residuo) e di indurre un comportamento da parte delle amministrazioni comunali tendente a promuovere, mediante incentivi, agevolazioni, ecc., la delocalizzazione degli elementi a rischio o, in via subordinata, la riduzione del loro valore attraverso un cambio, anche parziale, di destinazione d'uso.

MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DEI CORSI D'ACQUA

La qualità dei corsi d'acqua è stata correlata all'insieme degli "usi" che dovranno essere permessi dal loro "assetto ambientale": qualità fisica, chimica e batteriologica dell'acqua, deflusso minimo vitale, caratteristiche morfologiche del reticolo idrografico e copertura vegetale.

In questa sede, per quanto evidenziato in precedenza, non è possibile definire il complesso degli usi ai quali riferirsi e quindi sono stati fissati obiettivi "parziali" rimandando alle successive fasi di attuazione del piano il completamento del quadro degli obiettivi di riferimento. In tal senso sono state prese in considerazione soltanto le caratteristiche dei corsi d'acqua relative allo sviluppo della fauna ittica tipica delle zone in cui si opera, ad un utilizzo irriguo dell'acqua, ed alla capacità di depurazione naturale delle acque del reticolo idrografico principale non arginato.

Per quanto riguarda invece la "qualità ambientale complessiva", il piano si pone l'obiettivo di garantire la possibilità di intervenire in futuro con opere di riqualificazione e recepisce gli obiettivi di qualità ambientale espressi dal Piano Paesistico Regionale della regione Emilia-Romagna.

Sulla base dei suddetti obiettivi sono state definite le linee d'intervento per quanto riguarda:

- la qualità fisica, chimica e batteriologica dell'acqua;
- la garanzia della presenza nel reticolo idrografico principale del deflusso minimo vitale;
- le caratteristiche morfologiche e vegetazionali del reticolo idrografico;
- la disponibilità, attraverso la definizione delle fasce di pertinenza fluviale, di aree per future attività di riqualificazione ambientale mediante la riduzione del grado di artificialità dei corsi d'acqua.

CARATTERISTICHE FISICHE, CHIMICHE E BATTERIOLOGICHE DELL'ACQUA

Gli obiettivi in oggetto, che sono stati definiti di “seconda fase”, si concretizzano nel raggiungimento dei valori dei principali parametri¹³ fisici, chimici e batteriologici previsti dalle seguenti normative o classificazioni in relazione agli usi:

- a) Legge 130 del 25/01/1992 - Acque per Ciprinidi
- b) Classificazione Provincia di Bologna - Classe III, vita acquatica ed uso irriguo
- c) Classificazione Unione Regionale Veneta Bonifiche - Classe I per usi irrigui
- d) Classificazione Provincia di Ravenna - Uso irriguo

I valori limite definiti per i diversi parametri sono riportati nella seguente tabella.

Parametro	Unità di misura	Limite	Riferimento normativo
Temperatura	°C	28	a)
pH	-	6 - 9	a)+b)
Alcalinità totale	meq/l	25	b)
Conducibilità	µS/cm	< 750	c)
Solidi sospesi	mg/l	< 80	a)+b)
Ossigeno disciolto	mg/l	> 7	a)
Saturazione di ossigeno	%	> 50	a)
BOD 5	mg/l	9	a)+b)
COD	mg/l	30	b)
Cloruri	mg/l	< 100	c)
Solfati	mg/l	< 100	c)
Fosforo totale	µg/l	140	a)
Azoto ammoniacale totale	µg/l	1000	a)
Azoto ammoniacale non ionizzato	µg/l	25	a)
Azoto nitroso	µg/l	30	a)
Azoto nitrico	µg/l	20	b)
Coliformi totali	U.F.C./100 ml	< 5000	b)+c)
Coliformi fecali	U.F.C./100 ml	< 1000	d)
Streptococchi fecali	U.F.C./100 ml	< 1000	b)
Salmonelle	-	assenti	b)+c)

¹³ Per i singoli parametri sono stati scelti i limiti più restrittivi delle diverse normative di riferimento.

La prestazione in oggetto è stata definita anche ponendosi l'obiettivo di rispettare le normative per il contenimento e la riduzione dell'eutrofizzazione del mare Adriatico.

Il piano prevede di conseguire gli obiettivi definiti in questo campo mediante interventi strutturali finalizzati ad incrementare le capacità di depurazione naturale del sistema Navile-Savena Abbandonato.

DEFLUSSO MINIMO VITALE

Al fine di garantire la presenza in alveo del deflusso minimo vitale, anche in previsione dei suoi possibili incrementi dovuti alle trasformazioni previste del reticolo idrografico, cercando comunque di non ridurre a valori irrilevanti la disponibilità di acqua per usi irrigui, sono state adottate le seguenti linee d'intervento:

- incrementare la disponibilità di risorse idriche, recuperando le acque non utilizzate di pioggia e di scarico del depuratore di Bologna, mediante la realizzazione di serbatoi con la funzione di "volano idrico";
- subordinare, mediante norme di piano, qualsiasi prelievo d'acqua alla presenza in alveo del deflusso minimo vitale.

INCREMENTO DELLA DISPONIBILITÀ DELLE RISORSE IDRICHE

Come precedentemente evidenziato, per definire obiettivi e linee d'intervento in questo campo sono stati prefigurati alcuni scenari "critici", indotti dalla discontinuità degli apporti nella stagione estiva, rispetto ai quali riferirsi al fine di fornire adeguate risposte alle problematiche emergenti.

I problemi indotti dalla discontinuità degli apporti possono essere in buona parte risolti mediante la creazione di serbatoi dove accumulare l'acqua quando disponibile per rilasciarla nel sistema nei momenti di scarsità.

Il volume complessivo d'acqua per far fronte ai giorni mediamente più siccitosi nella stagione estiva può essere valutato, come si è cercato precedentemente di dimostrare, in circa

3.500.000 di metri cubi. Il rendere disponibile tale quantità d'acqua è stato definito come *obiettivo di prima fase*.

Il volume dei serbatoi necessario per assolvere idoneamente alla funzione di “volano idrico”, considerando la possibilità di invasare nella stagione estiva almeno quattro volte i serbatoi stessi, risulta poco inferiore a 900.000 m³.

La disponibilità di circa 1.500.000 m³ d'acqua soddisfa, oltre il minimo deflusso vitale, le richieste di prelievo dal reticolo idrografico principale per 30 giorni consecutivi in assenza totale di apporti da Reno e di eventi di pioggia. Tale disponibilità è stata definita come *obiettivo di seconda fase*.

LIMITAZIONE DEI PRELIEVI IN ASSENZA DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE.

L'insieme degli apporti del sistema Navile-Savena Abbandonato dovrebbe essere in grado, anche in previsione della realizzazione di interventi strutturali che incrementino la disponibilità delle risorse idriche, di soddisfare durante la stagione estiva sia il minimo deflusso vitale, sia la richiesta per usi irrigui.

Risulta comunque necessaria una norma che subordini i prelievi alla presenza nel reticolo del sistema del deflusso minimo vitale. I motivi che rendono necessaria una norma di questo genere sono:

- la possibilità che si verifichino periodi di siccità nei quali, anche con l'utilizzo dei serbatoi con funzione di “volano idrico”, non sia possibile soddisfare tutte le richieste d'acqua;
- le quantità d'acqua realmente prelevate non sono attualmente conosciute e sono di difficile valutazione in quanto anche estremamente variabili nel tempo in funzione di fattori difficilmente controllabili e prevedibili;
- la quantità massima d'acqua prelevabile dipende dalla portata presente in alveo e quindi non può essere stabilita in termini assoluti.

RISPARMIO DELLE RISORSE IDRICHE

Il presente piano si pone degli obiettivi di risparmio idrico e non di risposta ad esigenze d'uso. In altre parole, si tende a recuperare ed a rendere disponibile, *come alternativa all'uso di risorse idriche "pregiate"*¹⁴, la massima quantità d'acqua possibile che altrimenti andrebbe in tutto o in parte "perduta" (come, per esempio, l'acqua derivante da eventi di pioggia e dal depuratore di Bologna) senza porsi il problema di soddisfare una determinata quota di fabbisogno.

In tal senso, il piano prevede un risparmio idrico minimo di risorse "pregiate" pari a circa 3.500.000 m³ come *obiettivo di prima fase* e pari a 5.000.000 - 6.000.000 di m³ come *obiettivo di seconda fase*.

Gli interventi strutturali previsti per perseguire l'obiettivo di risparmio idrico sono stati finalizzati alla realizzazione di idonei "serbatoi" dove accumulare l'acqua quando disponibile e restituirla nei periodi di siccità evitando anche in tal modo sia i rilevanti problemi emergenti nel caso di una riduzione degli apporti, sia l'incremento del grado di artificializzazione del sistema che si traduce anche in un non trascurabile aumento dei costi di gestione e di manutenzione, sia infine i rischi idraulici derivanti dall'invasare i canali del sistema. Rispetto a questa ultima questione è opportuno evidenziare che, per ridurre i problemi dovuti alla scarsità di acqua per uso irriguo si sfruttano attualmente le capacità d'invaso del reticolo idrografico principale, inducendo però seri problemi di sicurezza idraulica al verificarsi di eventi estivi di pioggia anche di modesta entità.

Per avere un'idea dell'utilità in termini finanziari dei risparmi idrici suddetti, è opportuno evidenziare che essi si traducono in un risparmio finanziario valutabile almeno in circa 500.000.000 di lire all'anno. Infatti, in uno studio eseguito presso l'Autorità di Bacino del Reno¹⁵ nel 1994 è stata avanzata l'ipotesi di recuperare il deficit d'acqua durante la stagione estiva (1.000.000 m³) mediante un impianto di prelievo dal Canale Emiliano-Romagnolo al costo annuale di 70.000.000 di lire. L'attuale costo dell'acqua prelevata dal CER non può pertanto essere considerato inferiore a 100 lire a metro cubo.

¹⁴ Per risorse idriche "pregiate" si intendono quelle la cui disponibilità implica non trascurabili costi ambientali o finanziari o che possono essere usate a fini definiti "prioritari".

¹⁵ Ipotesi progettuale d'intervento per la riqualificazione ambientale del Navile nel territorio di Bentivoglio.

SALVAGUARDIA AREE PER INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

Non si può negare che qualsiasi attività di riqualificazione ambientale, comunque siano le connotazioni dell'assetto ambientale che si vuol ottenere, passa attraverso il riportare i corsi d'acqua il più vicino possibile alle loro condizioni di "equilibrio naturale". Si tratta cioè di ridurre il grado di artificialità degli attuali sistemi idraulici mediante l'incremento delle aree "a disposizione" dei corsi d'acqua. E' opportuno evidenziare che un'operazione di questo genere produrrebbe anche al contempo una forte riduzione del rischio idraulico residuo ed un rilevante incremento dell'efficienza dei sistemi idraulici creando le condizioni per "recuperare" in tempi relativamente brevi i costi di "ristrutturazione" dei sistemi medesimi.

Il problema di definire le aree necessarie per procedere nella direzione sopra delineata, tenendo anche conto dell'attuale utilizzo del territorio, è stato affrontato secondo i criteri idraulico e paesistico-ambientale individuando le "fasce di pertinenza fluviale" definite come l'insieme delle aree necessarie per la riduzione dell'artificialità dei corsi d'acqua, per ricostruire la loro funzione di corridoio ecologico, per confinare e far defluire con sicurezza al loro interno le portate caratteristiche di un corso d'acqua, comprese quelle relative ad eventi estremi, mediante opere di regimazione caratterizzate da un basso grado di artificialità.

Il piano prevede di salvaguardare le aree così individuate, integrandole ed adattandole sulla base delle emergenze ambientali e territoriali presenti e delle previsioni del piano paesistico regionale, mediante misure di tipo normativo al fine di garantire la possibilità di intervenire con opere di riqualificazione ambientale.

E' opportuno evidenziare infine che le differenze sostanziali tra le "fasce di pertinenza fluviale" definite con il criterio idraulico e le "zone di tutela" previste dal piano paesistico¹⁶ riguardano soltanto il Diversivo che non era stato preso in considerazione all'atto della redazione del PTPR.

¹⁶«Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua» previste dal piano paesistico all'art.17

PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI

L'insieme degli interventi strutturali previsti nel presente piano è stato articolato in funzione del tipo e della priorità di realizzazione degli interventi stessi.

INTERVENTI PRIORITARI

RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Gli “interventi prioritari” sono stati finalizzati alla riduzione della pericolosità del sistema in quelle parti dove essa incide maggiormente nella determinazione del rischio idraulico e dove questo assume i valori più significativi in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 50 anni.

L'analisi dei risultati degli studi idraulici permette di individuare lungo il Navile le seguenti zone contenenti i tronchi arginati¹⁷ ad elevata pericolosità (vedi tavole I):

- dal Paleotto al Diversivo;
- il Diversivo.

Lungo il Savena Abbandonato i tronchi arginati ad elevata pericolosità sono localizzati nella zona compresa tra Casoni e Ca' Alberti ed in quella situata poco a valle di Altedo in località Cà Bianca.

Le aree dove il rischio idraulico assume valori maggiori sono:

- lungo il Navile, dal Paleotto fino a Bentivoglio;
- il Diversivo;
- i tratti del Savena Abbandonato in prossimità dell'immissione del Diversivo.

I principali insediamenti urbani ed i complessi edilizi globalmente esposti a rischio sono:

- l'insediamento industriale in destra del Navile immediatamente a valle del Canale Emiliano Romagnolo;
- il centro abitato di Bentivoglio;
- la frazione di Casoni.

¹⁷ Dove la pericolosità incide maggiormente nella determinazione del rischio idraulico.

Gli interventi strutturali prioritari hanno pertanto come finalità specifica la riduzione della pericolosità dei tronchi del reticolo idrografico nelle zone prima indicate mediante:

- la riduzione delle sollecitazioni, in termini di portate e di livelli idrometrici, che si realizzano nel reticolo idrografico;
- la dotazione del reticolo idrografico di caratteristiche tali da renderlo idoneo a “resistere” alle sollecitazioni, in termini sempre di portate e di livelli idrometrici, alle quali viene sottoposto.

I risultati delle simulazioni indicano con sufficiente chiarezza che gli interventi maggiori per ridurre la pericolosità dei tronchi del reticolo prima indicati devono essere finalizzati all’attenuazione delle “sollecitazioni” alle quali è sottoposto il reticolo stesso.

I principali *interventi strutturali prioritari* sono stati pertanto indirizzati ad un’adeguata riduzione dei picchi di piena prevedendo una limitazione delle portate massime orientativamente ai seguenti valori¹⁸:

- 35 m³/sec. nel tratto del Navile compreso tra il “Paleotto” ed il Diversivo;
- 25 m³/sec. negli ultimi tronchi del Savena Abbandonato prima dell’immissione del Diversivo.

Per contenere le portate entro tali valori massimi, in riferimento ad eventi di pioggia con $T_R=50$ anni e durata di 3 ore, è necessario che sia reso possibile, prima dei tronchi suddetti, lo “stoccaggio” di complessivi 1.000.000 m³ nel Navile (grafico I_S.1) e di 500.000 m³ nel Savena Abbandonato (grafico I_S.2).

Le aree individuate al fine di realizzare casse di espansione per contenere i volumi previsti, schematicamente indicate nella Tavola I , sono una lungo il Navile e due lungo il Savena Abbandonato.

L’area lungo il Navile (contraddistinta con il codice “N1”) è localizzata in destra idraulica immediatamente a monte del Canale Emiliano Romagnolo.

Le aree lungo il Savena Abbandonato (contraddistinte con i codici “S1” ed “S2” sono localizzate:

- 1 - in sinistra idraulica, in località Sabbiuino;
- 2 - in destra idraulica, immediatamente a valle della precedente area.

¹⁸ Valori confermati anche sperimentalmente da misure effettuate dal Servizio Provinciale Difesa Suolo di Bologna in occasione della piena del Dicembre 1996.

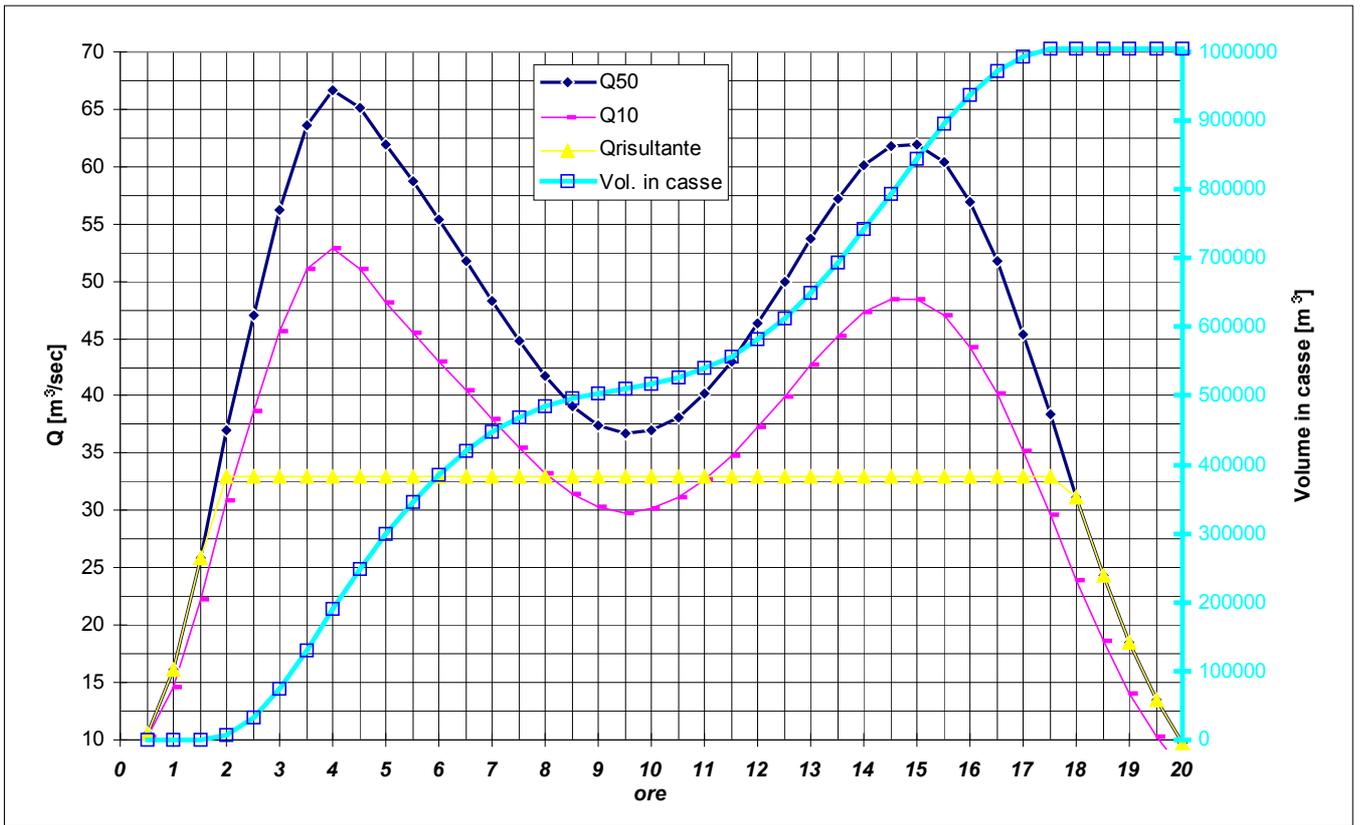


Grafico I_s.1 - Navile nodi 47-46

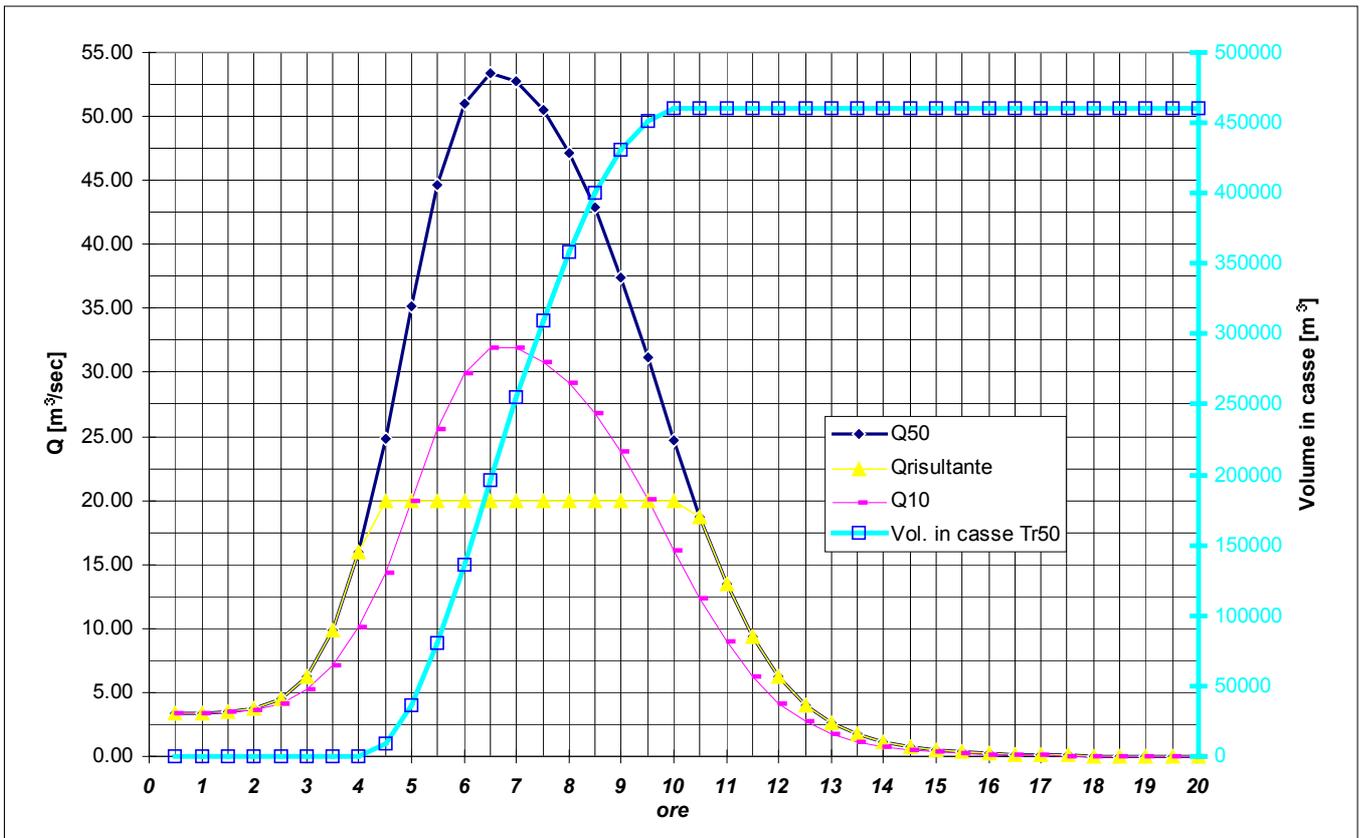


Grafico I_s.2 - Savena nodi 163-162

Si evidenzia che il costo stimato complessivo per i principali interventi strutturali prioritari sopra indicati è di circa 8.000.000.000 di lire.

Gli interventi strutturali prioritari per incrementare le caratteristiche di resistenza del sistema alle sollecitazioni previste¹⁹, che possono essere definiti di “manutenzione straordinaria” sono:

- svasso, risezionamento e rafforzamento arginature del Navile a valle del centro abitato di Bentivoglio;
- rettifica e rafforzamento arginature del Navile prima del centro abitato di Bentivoglio;
- rifacimento paratoie sul Navile immediatamente a valle del Diversivo;
- rafforzamento arginature Diversivo.

INTERVENTI DI PRIMA FASE

RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Si premette che la definizione puntuale delle finalità specifiche degli interventi strutturali di prima fase potrà avvenire soltanto sulla base di studi idraulici facenti riferimento al reticolo idrografico risultante dalla realizzazione degli interventi prioritari o, quantomeno, dalla loro progettazione esecutiva.

Possono comunque essere individuate in questa sede le caratteristiche principali degli interventi strutturali al fine di definire la loro tipologia e le aree di localizzazione.

Gli obiettivi di prima fase consistono nel portare il valore della capacità di smaltimento del sistema almeno a 100 anni.

Anche per gli obiettivi di prima fase le problematiche maggiori, riguardanti la capacità di smaltimento, sono concentrate nel “nodo” di Bentivoglio e il loro superamento è previsto agendo

¹⁹ Tali interventi erano, per la maggior parte, previsti nella “*Ipotesi progettuale d'intervento per la riqualificazione ambientale del Navile nel territorio di Bentivoglio*” predisposta dall’Autorità di Bacino del Reno nel marzo 1994. Alcuni di essi sono già in corso di realizzazione.

sulla pericolosità del sistema mediante un'adeguata laminazione delle portate e la realizzazione dell'alveo di deflusso alternativo.

Per quanto concerne il primo punto, gli interventi strutturali sono stati previsti al fine di mantenere le portate al di sotto dei valori massimi ammissibili che, come nel caso degli interventi prioritari, risultano:

- 35 m³/sec nel tratto del Navile compreso tra il "Paleotto" ed il Diversivo;
- 25 m³/sec negli ultimi tronchi del Savena Abbandonato prima del Diversivo.

Per laminare le portate in modo adeguato è necessaria la realizzazione di ulteriori casse di espansione con un volume utile complessivo pari orientativamente a 500.000 m³ nel Navile e 300.000 m³ nel Savena Abbandonato (grafici I_{s.3} e I_{s.4}).

Le aree dove risulta possibile realizzare idonee casse di espansione, indicate nelle tavole I con le sigle "N2" ed "S3", sono localizzate:

- sul Navile, in destra idraulica, all'altezza del Centergross;
- sul Savena Abbandonato, in sinistra idraulica all'altezza dell'immissione del canale di bonifica Zenetta di Quarto.

Si evidenzia che la cassa prevista sul Navile è prevista per funzionare anche come "serbatoio di accumulo e di alimentazione" dell'impianto di fitodepurazione che sarà successivamente descritto e come "volano idrico" durante la stagione irrigua. Per tali funzioni risulta opportuno portare il volume utile ad almeno 600.000 m³.

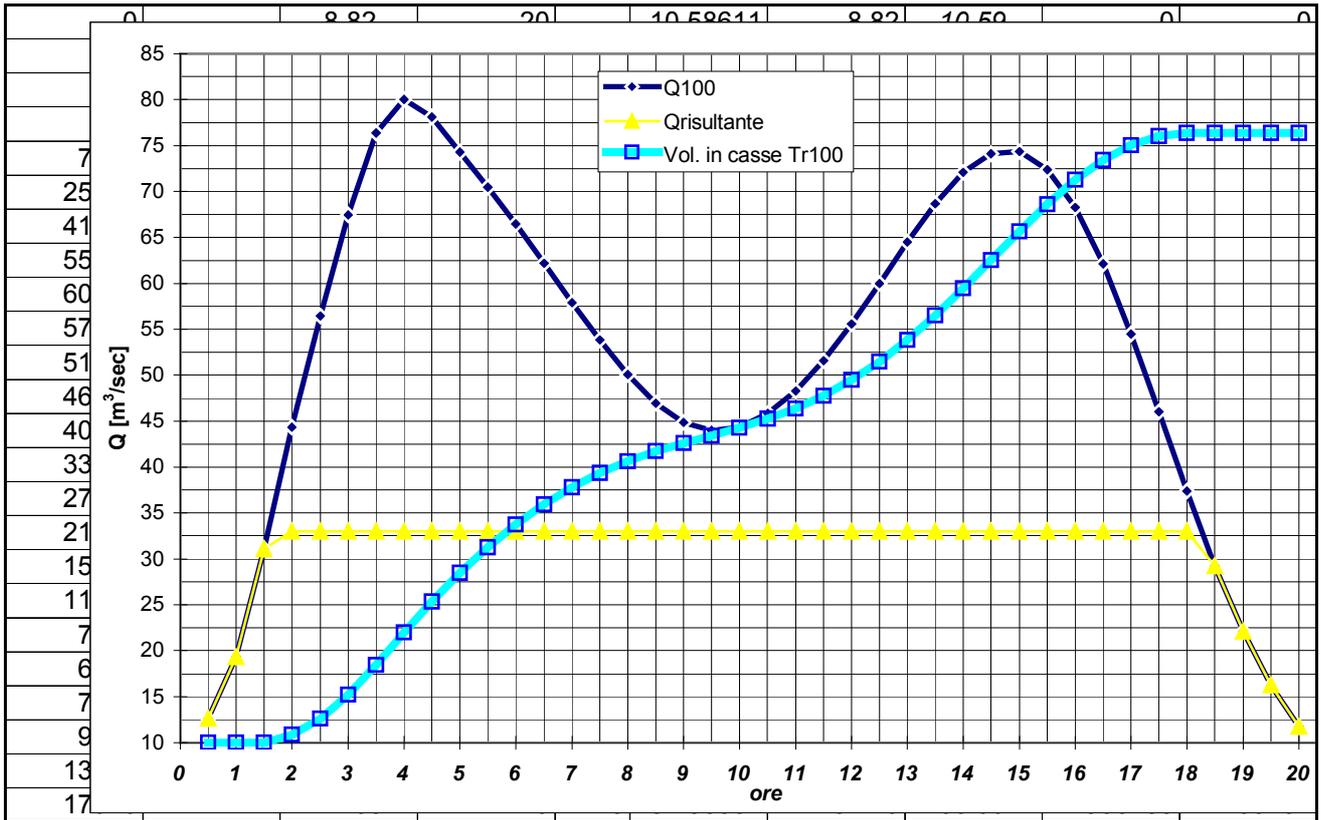


Grafico I_{5.3} - Navile nodi 47-46

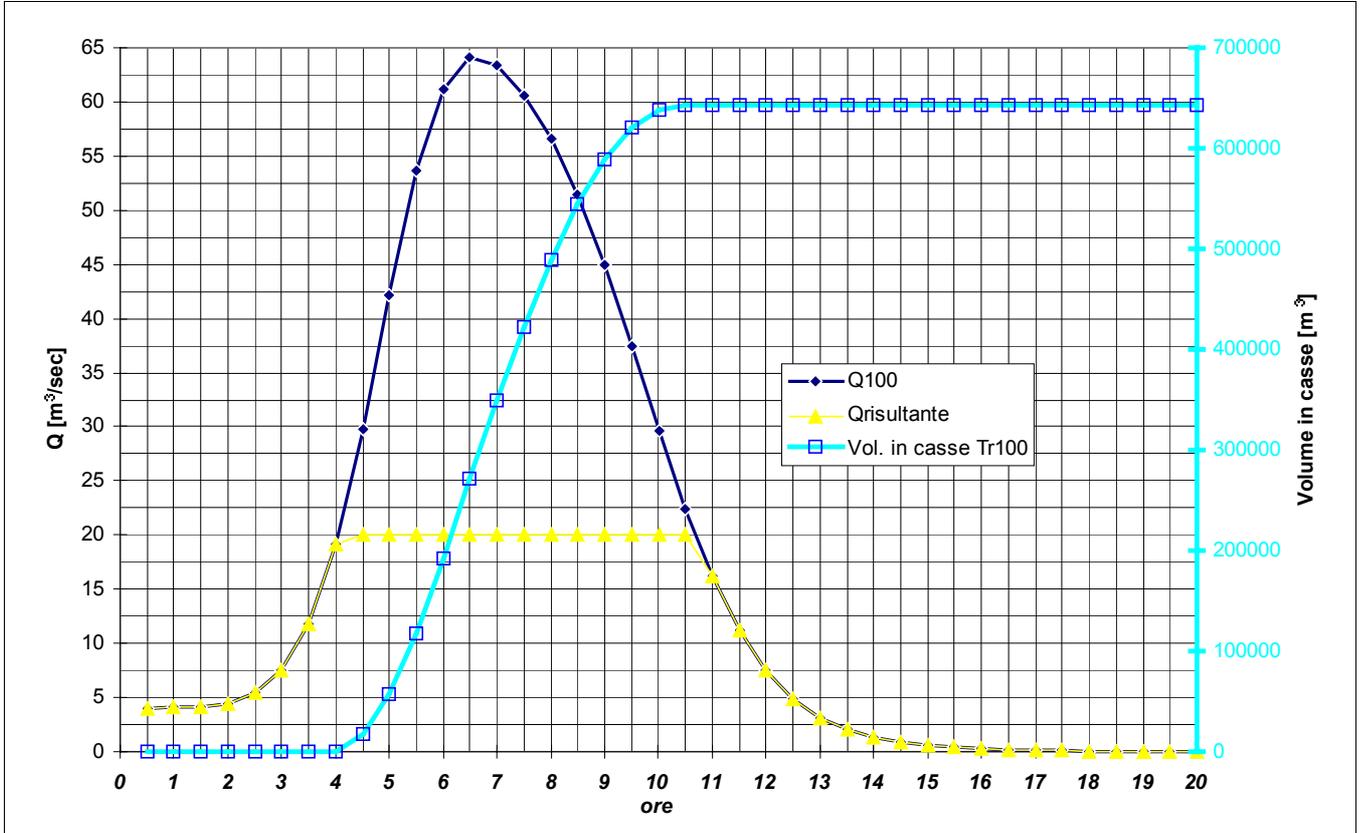


Grafico I_{5.4} - Savena nodi 163-162

MIGLIORAMENTO DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE E DEI CORSI D'ACQUA

L'obiettivo di prima fase per quanto riguarda la qualità delle acque è quello di portare i principali parametri che caratterizzano tale qualità ai valori precedentemente indicati e, cioè, di rendere possibile utilizzare l'acqua per usi irrigui e per permettere lo sviluppo della vita acquatica rispondendo alle normative attualmente in vigore.

La scarsità dei dati (in relazione anche alla loro attendibilità e significatività) non permette di individuare in modo idoneo le attuali caratteristiche qualitative specialmente per quanto riguarda i valori assoluti degli elementi inquinanti presenti.

Per tale motivo è stato necessario definire gli obiettivi in termini più di "potenzialità depurativa" che di risultato finale.

Gli interventi strutturali previsti per il miglioramento della qualità delle acque sono:

- un impianto di fitodepurazione nel Navile all'altezza del Centergross;
- una "modellazione" dei tratti non arginati del Navile e del Savena Abbandonato al fine di incrementare le loro capacità di autodepurazione.

L'impianto di fitodepurazione è stato previsto per avere una potenzialità depurativa quale quella che risulta dalle tabelle di seguito riportate dove, a seconda delle modalità di utilizzo dell'impianto, sono indicate, in funzione delle portate depurate, le concentrazioni di inquinanti in uscita dall'impianto e le percentuali di abbattimento.

Fitodepuratore considerato con due stadi in serie										
Valori medi in entrata		Concentrazioni in uscita in funzione di Q [m ³ /sec]								
		Q=1	Q=1,5	Q=2	Q=2,5	Q=3	Q=3,5	Q=4	Q=4,5	Q=5
Solidi sospesi	80,2	0,8	3,9	5,7	6,9	7,7	8,3	8,8	9,2	9,5
BOD	26,4	3,8	4,7	5,2	5,6	5,8	6,0	6,1	6,2	6,3
P reattivo	1,04	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
N ammoniacale	8,6	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1
N inorganico	31,3	4,6	5,6	6,2	6,6	6,9	7,1	7,3	7,4	7,5
Coli totali	3202708	32027	155747	227840	274795	307748	332131	350895	365778	377869
Coli fecali	1170625	11706	56927	83278	100441	112485	121398	128256	133696	138115
Streptococchi	495677	4957	24105	35262	42529	47630	51403	54307	56611	58482
Percentuale di abbattimento										
Parametri chimici		85,4	82,1	80,1	78,9	78,0	77,3	76,8	76,4	76,1
Solidi e batteri		99,0	95,1	92,9	91,4	90,4	89,6	89,0	88,6	88,2

Fitodepuratore considerato a tre stadi per la presenza della cassa di espansione										
Valori medi in entrata		Concentrazioni in uscita in funzione di Q [m ³ /sec]								
		Q=1	Q=1,5	Q=2	Q=2,5	Q=3	Q=3,5	Q=4	Q=4,5	Q=5
Solidi sospesi	80,2	0,1	1,8	2,9	3,6	4,1	4,5	4,8	5,1	5,3
BOD	26,4	1,5	2,0	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
P reattivo	1,04	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
N ammoniacale	8,6	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0
N inorganico	31,3	1,7	2,4	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6	3,7
Coli totali	3202708	3203	71452	114342	143441	164393	180172	192470	202322	210387
Coli fecali	1170625	1171	26117	41793	52429	60088	65855	70350	73951	76899
Streptococchi	495677	496	11059	17697	22200	25443	27885	29788	31313	32561
Percentuale di abbattimento										
Parametri chimici		94,4	92,4	91,2	90,3	89,7	89,2	88,8	88,6	88,3
Solidi e batteri		99,9	97,8	96,4	95,5	94,9	94,4	94,0	93,7	93,4

La modellazione dei tratti non arginati è stata finalizzata, oltre che all'incremento della capacità di autodepurazione, ad un miglioramento della qualità ambientale del corso d'acqua.

RISPARMIO IDRICO

Il raggiungimento dell'obiettivo di "risparmiare" circa 3.500.000 di metri cubi di acqua, supponendo di invasare quattro volte i "serbatoi" destinati a tale scopo, non richiede sostanzialmente la realizzazione di nuove opere oltre a quelle precedentemente indicate e quindi può essere considerato a "costo zero". Tale risparmio, infatti, può essere ottenuto mediante un idoneo uso delle casse di espansione previste per ridurre il rischio idraulico con riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 100 anni: la cassa di espansione, posta sul Navile all'altezza del Centergross (contraddistinta con il codice "N2"), con un volume utile previsto di circa 600.000 m³ e quella, posta sul Savena Abbandonato all'altezza del punto di confluenza della Zenetta di Quarto (contraddistinta con il codice "S3"), con un volume utile previsto di circa 300.000 m³.

E' opportuno evidenziare che tenere invasate le suddette casse nella stagione estiva non comporta problemi da un punto di vista del rischio idraulico in quanto esse sono state previste, al fine di laminare le piene unitamente alle casse "N1", "S1" ed "S2", per eventi di pioggia con tempi di ritorno di 100 anni. Comunque nel caso in cui, cosa improbabile nella stagione estiva, fosse previsto un evento di tale intensità, esse possono essere svasate in poche ore.

INTERVENTI DI SECONDA FASE

RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Gli obiettivi di seconda fase, per quanto concerne la problematica in oggetto, sono stati così definiti:

- capacità di smaltimento del sistema, considerando indeformabile il reticolo idrografico, almeno pari a 200 anni;
- capacità di deflusso, nelle parti non arginate del reticolo idrografico, almeno pari a 100 anni e riduzione del rischio idraulico residuo.

Gli interventi strutturali previsti per conseguire gli obiettivi definiti consistono:

- nella realizzazione di un'ulteriore cassa di espansione lungo il Navile per circa 500.000 m³ (vedi grafici Is.5 e Is.6);
- nel risezionamento dell'alveo in tutte le parti non arginate del reticolo idrografico.

L'area necessaria per la realizzazione della suddetta cassa di espansione, contraddistinta con la sigla "N4", è stata localizzata alla sinistra del Navile immediatamente prima del Canale Emiliano-Romagnolo.

Il risezionamento dell'alveo di libero deflusso è finalizzato alla riduzione della pericolosità dei tronchi non arginati del sistema.

Lungo il Navile le zone contenenti i tronchi non arginati²⁰ da ritenere pericolosi sono:

- dal sostegno Torreggiani al "ponte della bionda";
- i tratti a ridosso del sostegno di Corticella;
- Castello di Castel Maggiore²¹.

Lungo il Savena Abbandonato i tronchi non arginati ad elevata pericolosità sono localizzati nella zona compresa tra Cadriano e Capo d'Argine.

²⁰ Dove la pericolosità incide in misura minore, rispetto ai tronchi arginati, nella determinazione del rischio idraulico in quanto risulta nella maggior parte dei casi notevolmente minore la vulnerabilità degli elementi esposti a rischio in riferimento all'intensità presunta degli eventi potenzialmente dannosi.

²¹ Dove esiste attualmente un insediamento industriale di rilevante importanza.

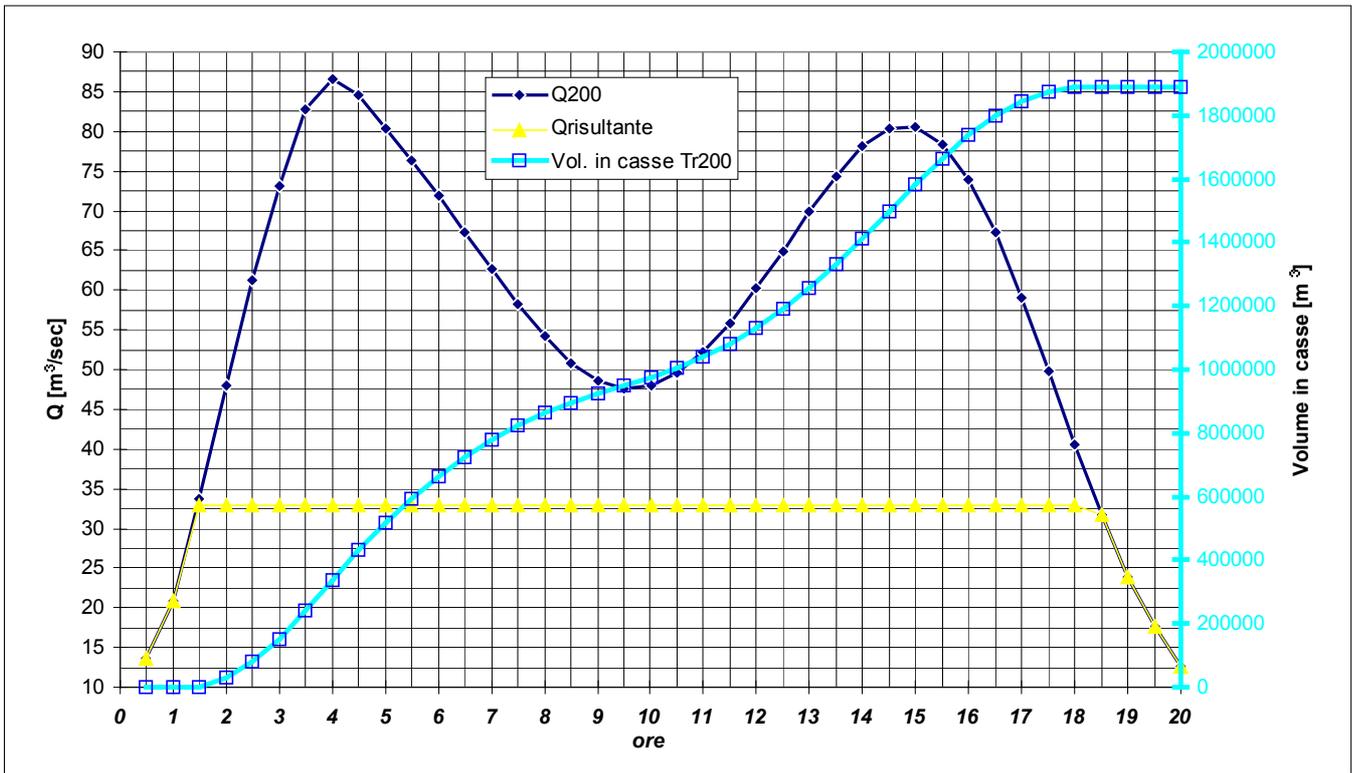


Grafico I_{5.5} - Navile nodi 47-46

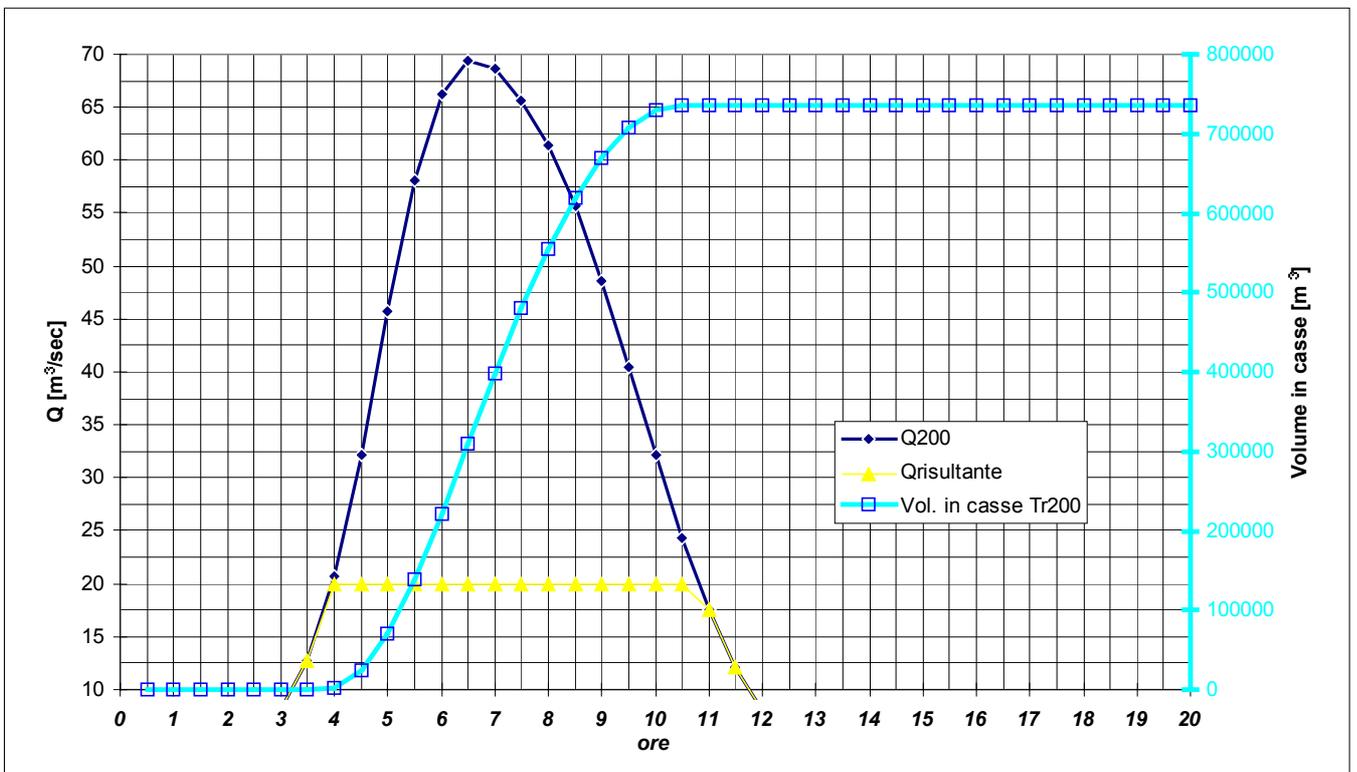


Grafico I_{5.6} - Savena nodi 163-162

Per ridurre la pericolosità dei tronchi del reticolo sopra indicati, si è ritenuto opportuno non intervenire aumentando il valore del livello massimo ammissibile; agendo in tal modo, oltre ad incrementare il grado di artificializzazione del sistema (e quindi la necessità di manutenzioni onerose) e a “giustificare” la realizzazione di manufatti in aree comunque esposte a rischio, si sarebbero in molti casi resi pericolosi altri tronchi da mettere, a loro volta, in sicurezza. In altre parole, ridurre la pericolosità dei tronchi aumentando il valore del livello massimo ammissibile corrisponde a dare inizio ad un processo che porta ad aumentare a dismisura le parti arginate del reticolo idrografico e a realizzare casse di espansione sempre più a monte con sempre maggiori problemi di efficacia e di efficienza.

La soluzione che appare più idonea per risolvere i problemi di sicurezza idraulica nelle parti non arginate del reticolo idrografico è la realizzazione di un “alveo di sicurezza”²² mantenendo inalterati gli attuali valori dei livelli massimi ammissibili.

La proiezione planimetrica dell’ alveo di sicurezza coincide o risulta interna alle “fasce di pertinenza fluviale”²³. Con la realizzazione dell’alveo di sicurezza si può pertanto ottenere anche un’area realmente “rinaturalizzata” che, oltre a costituire uno spazio ad alta valenza ambientale ed ecologica, renderebbe possibile lo sfruttamento delle potenzialità di autodepurazione dei corsi d’acqua.

Per quanto riguarda la funzionalità delle opere idrauliche, occorre evidenziare che la messa in sicurezza del sistema non può prescindere dalla soluzione delle problematiche indotte dal sottodimensionamento delle sezioni di deflusso nei nodi di inizio e di fine del Diversivo. Tali punti di intervento sono indicati nella tavola I con i codici “IP1” e “IP2”.

Al momento attuale non è possibile individuare, neanche grossolanamente, il tipo e l’entità degli interventi. E’ possibile soltanto prospettare l’ipotesi di interventi diretti anche ad abbassare il livello del Savena Abbandonato nei tratti a cavallo dell’immersione del Diversivo .

²² L’*alveo di sicurezza* è l’ipotetico alveo in cui possono essere confinate le azioni idrauliche e meccaniche (allagamenti ed erosioni) delle portate caratteristiche di un corso d’acqua anche considerando le sue naturali trasformazioni (crescita vegetazione, cambiamenti pendenza, ecc.) in un periodo di tempo abbastanza lungo (10-20 anni).

²³ La *fascia di pertinenza fluviale* è l’insieme delle aree all’interno delle quali possono essere realizzati interventi necessari a ridurre l’artificialità del corso d’acqua, a recuperare la funzione di corridoio ecologico e a far defluire con sicurezza le portate caratteristiche di un corso d’acqua, comprese quelle relative ad eventi estremi, mediante opere di regimazione caratterizzate da un basso grado di artificialità

RISPARMIO IDRICO

La realizzazione della cassa di espansione “N4” incrementa la disponibilità di acqua durante la stagione estiva di 2.000.000 m³ portando la capacità totale di risparmio idrico di risorse pregiate del sistema a circa 5.500.000 di metri cubi all’anno.

INTERVENTI DI TERZA FASE

RIDUZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

Gli obiettivi di terza fase, per quanto concerne la problematica in oggetto, consistono nel portare il valore della capacità di smaltimento del sistema almeno a 500 anni e di ridurre il rischio idraulico residuo nelle parti arginate del reticolo idrografico mediante interventi strutturali finalizzati anche alla riduzione del grado di artificialità del sistema.

Al fine soltanto di individuare, sia pure molto grossolanamente, le aree da impegnare per far fronte ad eventi con tempi di ritorno di 500 anni, è stato valutato il volume che occorrerebbe invasare per evitare il verificarsi di fatti critici rilevanti.

I volumi da invasare risultano orientativamente essere di:

- 500.000 m³ lungo il Navile prima del CER;
- 300.000 m³ lungo il Savena Abbandonato prima del centro di Casoni.

Le aree dove risulta possibile realizzare le suddette casse di espansione sono indicate nella tavola I con il codice “N5.i” per quelle lungo il Navile e con il codice “S4.i” per quelle lungo il Savena Abbandonato.

QUADRO RIASSUNTIVO DEGLI INTERVENTI

COD.	CORSO D'ACQUA	TIPO INTERVENTO	FINALITÀ	FASE ATTUATIVA
N1	Navile	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 50 anni 	Intervento prioritario
S1	Savena A.	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 50 anni 	Intervento prioritario
S2	Savena A.	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 50 anni 	Intervento prioritario
N2	Navile	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 100 anni • Vasca accumulo impianto fitodepurazione • Serbatoio risparmio idrico 	Fase 1
N3	Navile	Impianto fitodepurazione	<ul style="list-style-type: none"> • Abbattimento <i>parametri chimici</i>: 95-88 % • Abbattimento <i>solidi e batteri</i>: 99 - 93 % • Portate depurate: 1 - 5 m³/sec 	Fase 1
S3	Savena A.	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 100 anni • Serbatoio risparmio idrico 	Fase 1
N1d	Navile Tronchi non arginati	Realizzazione adeguata sezione di deflusso	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità deflusso ≥ 100 anni • Incremento capacità autodepurazione • Incremento qualità ambientale 	Fase 2
S1d	Savena A. Tronchi non arginati	Realizzazione adeguata sezione di deflusso	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità deflusso ≥ 100 anni • Incremento capacità autodepurazione • Incremento qualità ambientale 	Fase 2
N4	Navile	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 200 anni • Serbatoio risparmio idrico 	Fase 2
IP1	Nodo Navile Diversivo	Realizzazione adeguata sezione di deflusso	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità deflusso ≥ 200 anni 	Fase 2
IP2	Nodo Diversivo Savena A.	Realizzazione adeguata sezione di deflusso	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità deflusso ≥ 200 anni 	Fase 2
N5.i	Navile	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 500 anni • Serbatoio risparmio idrico 	Fase 3
S4.i	Savena A.	Cassa espansione	<ul style="list-style-type: none"> • Capacità smaltimento ≥ 500 anni • Serbatoio risparmio idrico 	Fase 3

AREE DI LOCALAZIONE INTERVENTI STRUTTURALI
E FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE

TAVOLA I – quadro 1

TAVOLA I – quadro 2

LE NORME

Le finalità specifiche degli indirizzi normativi contenuti nel presente piano sono:

- la limitazione del valore degli elementi esposti a rischio idraulico, anche residuo, e della loro vulnerabilità;
- la limitazione delle variazioni delle caratteristiche idrologiche del bacino imbrifero che portino ad un incremento degli apporti d'acqua;
- la salvaguardia delle aree per la realizzazione degli interventi strutturali in riferimento ai massimi obiettivi previsti dal piano;
- il controllo ed il mantenimento delle prestazioni complessive del sistema;
- la garanzia della presenza del deflusso minimo vitale in tutto il reticolo idrografico principale.

Sulla base delle finalità sopra enunciate sono state predisposte le principali norme di piano che di seguito integralmente si riportano.

Art. 3

(Limitazione del valore degli elementi esposti a rischio idraulico e della loro vulnerabilità)

1. Sono da considerare passibili di inondazione e/o esposte ad azioni erosive dei corsi d'acqua:
 - le aree indicate nelle tavole "RI" e contraddistinte dai simboli "AR" e "ARvi" fino alla realizzazione del complesso degli interventi strutturali previsti dal presente piano per la riduzione della pericolosità con riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno fino a 100 anni;
 - le aree racchiuse dalle linee esterne di intersezione delle masse arginali con il piano di campagna.
2. All'interno delle aree di cui al precedente comma 1 non è ammessa la realizzazione di nuovi manufatti edilizi e di nuove opere infrastrutturali ad eccezione di quelli relativi alla gestione idraulica dei corsi d'acqua e di opere infrastrutturali essenziali e non diversamente collocabili; la realizzazione di tali opere è comunque subordinata al parere favorevole dell'Autorità di Bacino del Reno in merito alla loro compatibilità e coerenza con gli obiettivi del presente piano ed alla dimostrazione di non vulnerabilità delle opere medesime rispetto a fenomeni di inondazione ed erosivi, e di non aggravamento del rischio idraulico.
3. I manufatti edilizi e le opere infrastrutturali esistenti posti all'interno delle aree di cui al comma 1 sono da considerare a tutti gli effetti esposti a rischio idraulico.
4. Le amministrazioni comunali dovranno verificare la legittimità (conformità alle normative vigenti per la zona) dei manufatti edilizi di cui al comma 3 e dettare norme o comunque emanare

atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la loro delocalizzazione o, in via subordinata, variazioni di destinazione d'uso al fine di renderli il più possibile compatibili con la loro collocazione.

5. *Sui manufatti edilizi esposti a rischio idraulico non è ammessa alcuna opera o variazione di destinazione d'uso che incrementi in modo rilevante il valore dei manufatti medesimi o la loro vulnerabilità ad eccezione dei seguenti casi:
 - le opere siano imposte dalle normative vigenti;
 - i manufatti siano tutelati dalle normative vigenti;
 - le trasformazioni dei manufatti edilizi siano definite dalle amministrazioni comunali a "rilevante utilità sociale" espressamente dichiarata;
 - le opere da eseguire portino la vulnerabilità dei manufatti edilizi a valori irrilevanti.Ai fini del presente piano, le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria (art. 31, L.457 del 1978) senza aumento di vani utili non sono da considerare opere che incrementano in modo rilevante il valore dei manufatti.*
6. *La realizzazione delle eventuali opere di cui al precedente comma 5, escluse le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria, è comunque subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente anche sotto il profilo della suddetta congruenza.*
7. *Le disposizioni di cui ai precedenti commi 2, 3 e 5 hanno carattere immediatamente vincolante anche per i soggetti privati in tutte le aree contraddistinte, nelle tavole "RI", con il simbolo "ARvi".*
8. *Sono da considerare globalmente esposti a rischio idraulico gli insediamenti urbani ed i complessi edilizi contraddistinti nella tavola "C" con il simbolo "UR".*
9. *Le amministrazioni comunali dovranno dettare norme o comunque emanare atti che consentano e/o promuovano interventi sui manufatti edilizi costituenti gli insediamenti urbani ed i complessi edilizi di cui al precedente comma 8 al fine di ridurre la vulnerabilità rispetto ad eventuali inondazioni.*
10. *Nel caso le caratteristiche morfologiche ed idrauliche dei corsi d'acqua subiscano modifiche tali da configurare diversamente il rischio idraulico in specifiche e definite zone, la perimetrazione delle aree di cui al comma 1 può essere modificata, con delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Reno su proposta del Comitato Tecnico, sulla base di studi idraulici, eseguiti conformemente a quanto indicato nell'allegato A da enti od anche da privati interessati, in cui venga dimostrato che le aree in oggetto non sono passibili di inondazione e/o esposte ad azioni erosive o che il rischio idraulico interessa un'area diversamente configurata. Della adozione di detta delibera è data notizia sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna.*
11. *La delibera di adozione di modifica e la documentazione che individua la nuova perimetrazione sono depositate e sono disponibili per la consultazione per quarantacinque giorni presso la Regione e la Provincia di Bologna.*
12. *Osservazioni alla delibera possono essere inoltrate all'Autorità di Bacino del Reno entro i successivi quarantacinque giorni. Il Comitato Istituzionale, tenuto conto delle osservazioni,*

adotta la conclusiva proposta di perimetrazione che viene trasmessa alla Regione Emilia-Romagna per l'approvazione.

Art. 4

(Salvaguardia delle aree per la realizzazione di interventi strutturali)

- 1. Le aree per la realizzazione di interventi strutturali sono articolate, ai fini dell'applicazione del presente articolo, in tre classi in relazione alle finalità degli interventi stessi e/o al grado di approfondimento delle attività progettuali che hanno portato alla loro individuazione:
 - "aree di potenziale localizzazione degli interventi", se individuate per la realizzazione di interventi previsti al fine di ridurre il rischio idraulico connesso con eventi con tempi di ritorno superiori a 200 anni;
 - "aree di localizzazione interventi", se individuate sulla base di un'attività di progettazione sostanzialmente assimilabile, per quanto concerne la descrizione dell'intervento, alla "progettazione preliminare" e/o per la realizzazione di interventi previsti al fine di ridurre il rischio idraulico connesso con eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni;
 - "aree di intervento", se individuate sulla base del "progetto definitivo" degli interventi su esse previsti.*
- 2. Le aree di cui al precedente comma sono definite nelle tavole "RI" e contraddistinte rispettivamente dalle sigle "Pi", "Li" ed "Ai" seguite dal codice che identifica l'intervento come indicato nella tabella IS di cui all'art. 1 comma 3.*
- 3. Sono in ogni caso da considerare "aree d'intervento", anche quando non specificatamente indicato, le aree racchiuse dalle linee esterne di intersezione delle masse arginali con il piano di campagna.*
- 4. Le amministrazioni comunali dovranno adeguare i piani regolatori per le "aree di potenziale localizzazione degli interventi" con scelte congruenti con l'eventuale utilizzo di tali aree per la realizzazione degli interventi strutturali previsti.*
- 5. All'interno delle "aree di localizzazione interventi", nonchè nel terreno sottostante per una profondità pari a quella del fondo alveo incrementata di un metro, non è ammessa, fino alla progettazione definitiva degli interventi ed alla individuazione delle aree di intervento, la realizzazione di manufatti edilizi e di opere infrastrutturali ad eccezione di manufatti relativi alla gestione idraulica dei corsi d'acqua.e di opere infrastrutturali non diversamente collocabili previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino del Reno*
- 6. All'interno delle "aree di intervento", a meno di quanto previsto dal progetto definitivo approvato degli interventi strutturali da realizzare, non è ammessa la realizzazione di manufatti edilizi e di opere infrastrutturali; sui manufatti edilizi esistenti all'interno delle aree medesime sono ammesse solo opere di manutenzione ordinaria (art. 31, L.457 del 1978).*
- 7. Per manufatti edilizi esistenti all'interno delle "aree di localizzazione interventi" sono consentite, previo parere favorevole dell'Autorità idraulica competente, le sole opere di manutenzione ordinaria e straordinaria (art. 31, L.457 del 1978); sono consentite inoltre opere imposte dalle normative vigenti, opere relative a manufatti tutelati dalle normative vigenti, trasformazioni di manufatti edilizi definite dalle amministrazioni comunali a "rilevante utilità sociale" espressamente dichiarata.*

8. *Le amministrazioni comunali dovranno verificare la legittimità (conformità alle normative vigenti per la zona) dei manufatti edilizi di cui al comma 7 e dettare norme o comunque emanare atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la loro delocalizzazione o, in via subordinata, variazioni di destinazione d'uso al fine di renderli il più possibile compatibili con la loro collocazione.*
9. *Le limitazioni di cui al precedente comma 7 cessano nel caso di manufatti edilizi esterni alle "aree di intervento" così come delimitate dal progetto definitivo approvato degli interventi strutturali da realizzare.*
10. *Le disposizioni di cui al comma 7 hanno carattere immediatamente vincolante anche per i soggetti privati in tutte le aree destinate alla realizzazione dei seguenti interventi strutturali:*
- *Cassa di espansione sul Navile contraddistinta, nella tabella IS di cui all'art.2, dal codice "N1";*
 - *Cassa di espansione sul Navile contraddistinta, nella tabella IS di cui all'art.2, dal codice "N2";*
 - *Impianto di fitodepurazione sul Navile contraddistinto, nella tabella IS di cui all'art.2, dal codice "N3";*
 - *Cassa di espansione sul Savena contraddistinta, nella tabella IS di cui all'art.2, dal codice "S1";*
 - *Cassa di espansione sul Savena contraddistinta, nella tabella IS di cui all'art.2, dal codice "S2".*

Art. 5

(Controllo degli apporti d'acqua)

1. *Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento, i Comuni compresi nel bacino imbrifero del sistema, come delimitato nella tavola "B", dovranno introdurre norme nei piani regolatori che rendano obbligatoria, nelle zone di espansione o trasformazione o comunque nelle zone soggette a intervento urbanistico preventivo, la realizzazione di vasche di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 m³ per ogni ettaro di superficie territoriale delle suddette zone.*
2. *Le vasche di raccolta di cui al comma precedente dovranno essere localizzate in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel reticolo idrografico principale. Il progetto di tali vasche di raccolta deve essere valutato positivamente dall'Autorità idraulica competente con il quale dovranno essere preventivamente definite le caratteristiche funzionali e concordati i criteri di gestione.*
3. *L'adozione, nei terreni ad uso agricolo, di nuovi sistemi di drenaggio che riducano sensibilmente il volume specifico d'invaso, modificando quindi i regimi idraulici, è subordinata all'attuazione di interventi compensativi consistenti nella realizzazione di un volume d'invaso pari almeno a 100 m³ per ogni ettaro di terreno drenato con tali sistemi e al parere favorevole, espresso sulla base di un'ideonea documentazione in cui sia dimostrato il rispetto di quanto previsto dal presente comma, dell'Autorità idraulica competente. Ai fini dell'applicazione del presente comma, i sistemi di "drenaggio tubolare sotterraneo" e di "scarificazione con aratro talpa" sono da considerare come sistemi che riducono sensibilmente il volume specifico d'invaso.*

4. Le amministrazioni comunali dovranno dettare norme o comunque emanare atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la realizzazione di vasche di raccolta delle acque piovane anche nelle aree edificate.

Art. 6

(Fasce di pertinenza fluviale)

1. Le “fasce di pertinenza fluviale” sono definite nelle tavole “RI” e contraddistinte dalle sigle “PF” e “PF.Li”.
2. All’interno delle “fasce di pertinenza fluviale” nonchè nel terreno sottostante per una profondità pari a quella del fondo alveo incrementata di un metro, non è ammessa la realizzazione di nuovi manufatti edilizi e di nuove opere infrastrutturali ad eccezione di manufatti costituenti pertinenza di alloggi esistenti alla data del 12 Agosto 1998, di quelli relativi alla gestione idraulica dei corsi d’acqua e di opere infrastrutturali essenziali e non diversamente collocabili previo parere favorevole dell’Autorità di Bacino del Reno in merito alla loro compatibilità e coerenza con gli obiettivi del presente piano. Le aree interne alle “fasce di pertinenza fluviale” contraddistinte dalla sigla “PF.Li” sono da considerare anche come “aree di localizzazione interventi” e soggiacciono pertanto anche a quanto previsto dai commi 7 e 9 dell’art. 4 delle presenti norme.
3. Le amministrazioni comunali dovranno dettare norme o comunque emanare atti che consentano e/o promuovano, anche mediante incentivi, la delocalizzazione dei manufatti edilizi presenti all’interno delle “fasce di pertinenza fluviale” o, in via subordinata, variazioni di destinazione d’uso al fine di renderli il più possibile compatibili con la loro collocazione e la realizzazione di opere, previo parere favorevole dell’Autorità idraulica competente, al fine di ridurre la vulnerabilità rispetto ad eventuali fenomeni di inondazione.

Art. 7

(Controllo delle prestazioni complessive e della gestione del sistema)

1. I consorzi di bonifica competenti per il territorio costituente il bacino imbrifero del sistema idraulico oggetto del presente piano dovranno, entro un anno dalla data di adozione del piano medesimo, valutare l’insieme dei rischi idraulici connessi con la propria rete di smaltimento delle acque meteoriche in riferimento ad eventi di pioggia con tempi di ritorno di 50 e 100 anni; dovranno inoltre essere definite linee d’intervento per la riduzione dei rischi individuati. Tali studi dovranno essere approvati con delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino del Reno su proposta del Comitato Tecnico.
2. Il finanziamento di qualsiasi opera idraulica finalizzata alla riduzione dei rischi idraulici è subordinata alla dimostrazione della congruenza delle caratteristiche dell’opera stessa con i risultati degli studi di cui al precedente comma 1.
3. I consorzi di bonifica, i comuni, le aziende di settore e gli altri enti interessati dovranno fornire all’Autorità di Bacino del Reno, entro un anno dalla data di adozione del presente piano, tutti i dati riguardanti le caratteristiche:
 - funzionali, idrauliche e morfologiche dei collettori che si immettono nel reticolo idrografico principale e delle opere idrauliche eventualmente presenti nei punti di immissione;

- idrauliche ed idrologiche dei bacini scolanti nei loro punti di immissione nel reticolo idrografico principale.

I suddetti dati dovranno essere aggiornati ogni due anni.

- 4. Ogni trasformazione della rete di smaltimento delle acque piovane che possa alterare le attuali caratteristiche delle portate immesse nel reticolo idrografico principale è subordinata al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente.*
- 5. Le caratteristiche di ogni opera che modifichi il reticolo idrografico principale dovranno in ogni caso essere fornite all'Autorità di Bacino del Reno entro sei mesi dalla sua realizzazione.*
- 6. E' vietata la realizzazione di qualsiasi opera che possa ostacolare il libero deflusso delle acque nel reticolo idrografico principale creando problemi di sicurezza idraulica. La realizzazione di nuove opere ed il mantenimento delle attuali sono subordinate al parere favorevole dell'Autorità idraulica competente con il quale dovranno comunque essere concordate le modalità di funzionamento di tali opere e di ogni altra manovra idraulica non eseguita dall'Autorità idraulica medesima.*
- 7. Le manovre d'invaso a fini irrigui del reticolo idrografico principale non dovranno indurre nel reticolo idrografico principale livelli idrometrici rispetto al fondo dell'alveo superiori al 60% dei livelli massimi ritenuti ammissibili che, per la parte arginata del reticolo idrografico, sono da considerarsi pari all'80% dell'altezza della sommità arginale più bassa.*
- 8. La realizzazione di opere idrauliche e lo svolgimento delle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria sul reticolo idrografico principale sono subordinati alla dimostrazione, in sede di rilascio del nullaosta idraulico o di approvazione dei progetti da parte degli Enti od Uffici competenti, della loro congruenza con le finalità ed i contenuti del presente piano e con gli indirizzi ed i criteri progettuali di cui all'allegato B.*
- 9. Le modalità di funzionamento e di manutenzione delle opere idrauliche facenti parte del reticolo idrografico principale e non gestite direttamente dall'Autorità idraulica competente, dovranno essere concordate e definite con l'Autorità idraulica medesima mediante apposita convenzione.*

Art. 8

(Controllo prelievi d'acqua)

- 1. L'Ente od Ufficio preposto al rilascio delle concessioni di derivazione o di attingimento predisporrà, entro un anno dalla data di approvazione del presente piano ed in coerenza con quanto previsto dal D.lg. 11 Maggio 1999 n. 152 e dalla legislazione vigente, un regolamento delle attività di prelievo dal reticolo idrografico principale al fine di garantire:*
 - la presenza del minimo deflusso costante vitale in tutte le parti del reticolo idrografico principale;*
 - un'equa e razionale distribuzione delle risorse idriche disponibili;*
 - la prioritaria soddisfazione delle richieste di prelievo nell'ambito del sistema idraulico Navile-Diversivo-Savena Abbandonato.*
- 2. E' vietato qualsiasi prelievo d'acqua dal reticolo idrografico principale nel caso in cui la portata a valle del punto di prelievo sia inferiore od uguale, per un tempo maggiore di 6 ore,*

alle quantità indicate nella seguente tabella A con riferimento alla suddivisione in tronchi del reticolo idrografico riportata nella tavola "A" :

Tabella A - Portate minime ammissibili

Corso d'acqua	Tronco	Portata minima ammissibile [m ³ /sec]
Navile	dal nodo 92 al nodo 69	0,3
Navile	dal nodo 69 al nodo 44	0,5
Navile	dal nodo 44 all' immissione in Reno	0,5
Savena Abbandonato	dal nodo 183 al nodo 169	0,5
Savena Abbandonato	dal nodo 169 al nodo 161	0,5
Savena Abbandonato	dal nodo 161 all' immissione in Reno	0,5
Diversivo	dall' inizio alla fine	0,5

3. Il valore delle portate minime ammissibili di cui al comma 2 potrà essere modificato, con delibera del Comitato Istituzionale dell' Autorità di Bacino del Reno su proposta del Comitato Tecnico, a seguito di significative modificazioni morfologiche del reticolo idrografico. Della adozione di detta delibera è data notizia sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna.
4. La delibera di adozione di modifica è depositata ed è disponibile per la consultazione per quarantacinque giorni presso la Regione e la Provincia di Bologna.
5. Osservazioni alla delibera possono essere inoltrate all' Autorità di Bacino del Reno entro i successivi quarantacinque giorni. Il Comitato Istituzionale, tenuto conto delle osservazioni, adotta la conclusiva proposta di modifica che viene trasmessa alla Regione Emilia-Romagna per l'approvazione.