



**CONSORZIO DEL TICINO  
MILANO**

**RICERCA SUL DMV "DEFLUSSO MINIMO VITALE"  
DEL FIUME TICINO DALLA DIGA DELLA MIORINA  
ALLA CONFLUENZA CON IL PO**

*Pubblicazione n. 21*

**Milano, settembre 1999**

*Ugo Maione  
Doriana Bellani  
Michele Buffo  
Silvano Ravera  
Cecilia Mosca  
Nicola Quaranta  
Fabrizio Merati*

Consorzio del Ticino, Milano

*RICERCA SUL DMV "DEFLUSSO MINIMO VITALE" DEL FIUME TICINO DALLA DIGA DELLA MIORINA ALLA CONFLUENZA CON IL PO (Hydrodata S.p.A., Torino, settembre 1998)*

*L'ipotesi di introdurre organicamente e stabilmente nella gestione della risorsa idrica del fiume Ticino, nel suo tratto sub-lacuale, uno standard sui deflussi minimi da assicurare in alveo, con finalità idrologico-ambientali, rappresenta una questione alquanto problematica, da affrontare con una particolare attenzione ai benefici e costi associabili all'operazione.*

*Il Ticino sub-lacuale, il cui regime di portata dipende dalla regolazione che viene effettuata alla diga della Miorina sulle acque emissarie del Lago Maggiore, è infatti intensamente utilizzato, attraverso un sistema di derivazioni idriche, sia irrigue che idroelettriche, di grande importanza economica.*

*Le derivazioni irrigue, in particolare, appartenenti in destra idrografica al comprensorio Sesia-Ticino (Coutenza Canali Cavour, Associazione Est Sesia) e in sinistra al comprensorio "milanese" (Canale Villoresi, sistema dei Navigli), costituiscono a loro volta un sistema idrico multi-obiettivo - irriguo, idroelettrico, di approvvigionamento industriale e (soprattutto in prospettiva) idropotabile - strettamente e diffusamente intrecciato al territorio e funzionale all'assetto idrologico di falde sotterranee, fontanili, risorgive e rogge e all'equilibrio di un paesaggio ormai storicamente connaturato alla pianura irrigua padana, con i suoi tipici ambienti e manufatti.*

*D'altra parte l'obiettivo idrologico-ambientale, che nel caso specifico è legato alla protezione, riqualificazione e valorizzazione di un contesto fluviale di notevolissimo pregio dal punto di vista paesaggistico e naturalistico, rappresenta anch'esso, con importanza crescente, un fattore da considerare con attenzione.*

*L'ambiente fluviale del Ticino sub-lacuale è infatti caratterizzato da acque mediamente pulite, una morfologia differenziata e paesaggisticamente ed ecologicamente molto interessante, presenza di tratti ad elevata naturalità.*

*Valori significativi sia nell'ambito di una politica di salvaguardia e riqualificazione strettamente naturalistica che dal punto di vista dell'interesse alla fruizione sociale-ricreativa dell'ambiente fluviale stesso.*

*Una revisione delle regole operative che presiedono alla gestione idrologica del Ticino sub-lacuale, nella prospettiva di una riequilibrio tra obiettivi*

*economici e ambientali, si pone dunque in termini che, se sono oggi da riconoscersi come prioritari, al tempo stesso si presentano critici, se non decisamente conflittuali.*

*Per queste ragioni il Consorzio del Ticino, responsabile operativo della gestione, consapevole delle difficoltà intrinseche del problema, ha promosso una ricerca finalizzata alla definizione preliminare dei principali aspetti che caratterizzerebbero l'adozione di una "politica del deflusso minimo vitale" nell'ambito della regolazione della risorsa fluviale, sotto il profilo essenzialmente tecnico.*

*L'iniziativa è stata concretizzata anche grazie ai finanziamenti dell'Ente Nazionale Risi e del Ministero dei Trasporti - Gestione Governativa Navigazione Laghi Maggiore, Garda, Como.*

*Completata la fase di lavorazione vera e propria nel settembre 1998 ed eseguite successivamente le necessarie verifiche e validazioni, la ricerca trova oggi – nella sua finalizzazione e impostazione – una sostanziale conferma rispetto ai principi che il Decreto Legislativo 11.5.1999 n. 152 ("Ronchi") ha finalmente sancito circa l'esigenza di politiche di gestione ambientale delle risorse idriche non assolute ma, viceversa, flessibili e riferite a obiettivi di qualità e uso in senso lato; definite quindi, si potrebbe dire, a misura di singoli corpi idrici e situazioni.*

*Inoltre la ricerca promossa dal Consorzio del Ticino interagisce, costruttivamente, con gli indirizzi che sono in via di definizione – in materia di DMV – nell'ambito del Piano di Bacino ex L. 183/89, Sottoprogetto "DMV", da parte dell'Autorità di Bacino del Po (Hydrodata S.p.A., in corso).*

*I risultati del lavoro hanno, come si è detto, una prerogativa tecnica.*

*Tuttavia non si può prescindere, in un loro inquadramento di contesto e nella loro comprensione e utilizzazione, dal considerare quanto sia controversa l'introduzione di standard sui deflussi minimi nelle regolazioni dei grandi corsi d'acqua, non solo per il caso specifico ma in generale, in Italia come in Europa. E come l'aspetto strategico politico-normativo interagisca inevitabilmente con quello più propriamente metodologico-tecnico.*

*Nell'ottica di un approccio applicativo alla questione DMV, che in Italia ha registrato sino ad ora più tentativi e sperimentazioni – e naturalmente molte discussioni – piuttosto che risultati concreti, è frequente il verificarsi di posizioni estremamente contrapposte, accompagnate da pregiudizi e incomprensioni di metodo e di sostanza.*

*Innanzitutto occorre essere consapevoli di un dualismo di fondo, piuttosto significativo, presente nella differenziazione tra la sfera metodologico-scien-*

*tifica (tendente di fatto ad accentuare le complessità e difficoltà della questione) e quella pratica-normativa (tendente a semplificarla, forse anche eccessivamente).*

*Accade pertanto che un approccio "rigoroso" scientificamente risulti nella pratica inapplicabile o applicabile solo in casi-pilota, oppure che uno "pragmatico" venga contestato per inconsistenza, più o meno comprovata ed effettiva, di basi scientifiche.*

*DMV non è un numero, né una semplice formula.*

*Oppure può esserlo, ma è chiaro che in questo caso il "parametro" deve essere inquadrato e utilizzato in modo corretto, controllandone i limiti, quale dato di riferimento all'interno di una procedura di regolazione veramente completa, che identifichi funzionalmente anche responsabilità, tempistiche, metodologie di controllo e adattamento.*

*Non è materia di "verità assolute" ma, piuttosto, di "politiche". Il che appunto non esime dal che si disponga di standard tecnici di riferimento, e al tempo stesso, viceversa, comporta che si debbano trovare ragionevoli "vie di soluzione" al problema. Per evitare che, in alternativa, non se ne faccia niente, o nella migliore ipotesi si cada in una (comunque inaccettabile) dilatazione dei tempi per l'introduzione delle nuove norme operative, e conseguentemente per il raggiungimento dell'obiettivo.*

*In secondo luogo, una chiara gerarchizzazione nell'approccio fisiografico-territoriale al problema dev'essere nella mente di chi predispone e/o assume le decisioni; in quanto essa offre la possibilità di differenziare correttamente le definizioni tecniche, le modalità e le fasi di attuazione della politica del DMV, a vantaggio della praticabilità e dell'efficacia, in rapporto allo "zoom territoriale" con il quale si opera.*

*Questa è una seconda chiave di impostazione del problema, utile ad evitare o risolvere possibili equivoci e disquisizioni, spesso più strumentali che sostanziali, come quelle precedentemente richiamate in ordine al "numero", alla "formula", piuttosto che alla ricerca di una normativa "perfetta" e in quanto tale "irrealizzabile".*

*Precisamente, in questo senso, un'impostazione parametrica del DMV è comunque utile per fornire una norma-quadro a scala regionale, mentre con un approccio deterministico, interdisciplinare e progettuale può essere affrontato nel modo migliore l'obiettivo di stabilire un assetto regolamentare dei deflussi di magra a scala di singolo corso d'acqua, o addirittura di tratto.*

*Per il Ticino sub-lacuale, rientrando il caso nella scala "locale", superando un approccio a "numero" o "formula", si è nella condizione di poter definire un programma di riassetto combinato della regola operativa che governa il regi-*

*me di portata e insieme, con opportuni interventi, della struttura complessiva geo-morfologica e idrodinamica dell'ambiente fluviale. Adottando un piano-direttore del corso d'acqua che ne ottimizzi la qualità complessiva e i vari tipi di fruizione: economica e paesaggistico-ambientale, senza perdere di vista la sicurezza idraulica e la difesa del suolo.*

*La ricerca, che qui viene presentata attraverso la sintesi delle metodologie alle quali si è fatto riferimento e dei risultati, fornisce un quadro organico di elementi per la costruzione di tale strumento operativo, ai diversi livelli della gerarchizzazione territoriale di cui occorre tenere conto: regionale, di asta fluviale, di singolo tratto.*

*L'augurio è che, disponendo di un'adeguata base di elementi metodologici e tecnici, si possa meglio procedere alla realizzazione di un progetto del genere con spirito costruttivo, componendo le posizioni di parte, razionalmente e con efficacia.*

*Il Consorzio del Ticino è un organismo interamente dedicato al compito della regolazione idrologica, nel senso più operativo. Questo significa che la composizione di interessi in competizione, relativamente alla destinazione della risorsa idrica fluviale, costituisce di fatto la sua stessa missione e la sua "cultura".*

*E' in questo mestiere della regolazione che possono essere attuate le più opportune politiche del deflusso a scopo ambientale. Con le dovute conoscenze, che ora sono disponibili, e con adeguati strumenti e mezzi operativi, da mettere a punto e acquisire sulla base delle conoscenze.*

*La ricerca è stata realizzata con il coinvolgimento diretto della presidenza e della direzione del Consorzio del Ticino, attraverso il lavoro di un team interdisciplinare di esperti che ha integrato diverse attività nei campi idrologico, idrobiologico, geologico, territoriale-economico.*

*Il lavoro è stato presentato e discusso nell'ambito di un workshop qualificato, organizzato dal Consorzio (settembre 1998).*

*Consorzio del Ticino*

*prof. ing. Ugo Maione, presidente  
dr. Dorian Bellani, dirigente*

*Hydrodata S.p.A.  
Risorse Idriche S.p.A.*

*ing. Michele Buffo, idrologo, coordinatore  
ing. Silvano Ravera, esperto gestione risorse idriche  
ing. Cecilia Mosca, idrologo  
dr. Nicola Quaranta, idrogeologo  
dr. Fabrizio Merati, idrobiologo*

*(Milano, settembre 1999)*

## 1. INTRODUZIONE

Le portate defluenti dal Lago Maggiore sono, da oltre un cinquantennio, regolate mediante lo sbarramento mobile della Miorina, mentre da oltre cento anni le acque del Ticino a valle del lago sono derivate dal corso d'acqua per utilizzazioni irrigue, idroelettriche e per altri scopi.

Nel corso dell'esercizio della regolazione si sono presentate frequentemente numerose e particolari esigenze connesse con la salvaguardia del territorio e dell'ambiente: riduzione dei sovralti lacuali durante gli stati di piena, controllo dei livelli minimi del lago, riduzione delle fallanze nel periodo irriguo, controllo dei fenomeni di piena nel Ticino emissario ecc..

A questi problemi che possiamo definire "storici" - nel senso che sono stati pressochè sempre presenti da quando si è avviata la regolazione del lago - se ne aggiunge oggi un altro di grande rilievo economico e sociale: si tratta del rilascio di adeguate portate nel corso d'acqua per garantirne il Deflusso Minimo Vitale (DMV).

Questo problema assume aspetti molto particolari nel caso del Ticino sublacuale in quanto non può essere visto se non in stretta connessione con le necessità dell'agricoltura - che vive con le acque del fiume - della produzione idroelettrica e di tutte le altre attività di fruizione economica, sociale e ambientale di questo importante ecosistema fluviale.

Il Consorzio del Ticino ha ritenuto pertanto doveroso occuparsi - oltre che del controllo dei fenomeni di piena in relazione alle esigenze della difesa idraulica dei territori rivieraschi, del lago e del fiume emissario - anche delle problematiche relative al controllo della qualità ambientale del fiume, utilizzando metodologie di approccio rigorose, come per altro già avvenuto per i problemi delle piene.

Il presente documento descrive lo studio realizzato dal Consorzio del Ticino anche con l'apporto finanziario dell'Ente Nazionale Risi e del Min. Trasporti - Gestione Governativa dei Servizi Pubblici di Navigazione sui laghi Maggiore, di Garda e di Como.

## 2. INQUADRAMENTO METODOLOGICO

Il complesso dei problemi derivanti dalle interazioni antropiche con il sistema fluviale e la notevole diversificazione dei fattori fisici e biologici influenti sulle caratteristiche di qualità ambientale del tratto fluviale in esame (e in generale dei corsi d'acqua sublacuali), rende necessaria una regolamentazione dei deflussi minimi vitali articolata e flessibile.

In quest'ottica la "regola" del DMV può assumere le caratteristiche di un sistema esperto relativo alle operazioni necessarie per indirizzare i molteplici fattori antropici verso la finalità di raggiungere e mantenere un prefissato obiettivo di qualità ambientale del corso d'acqua.

A monte della definizione e dell'applicazione della regola per il DMV è necessario stabilire il grado di qualità ambientale ritenuto accettabile, eventualmente secondo un criterio non omogeneo lungo l'asta fluviale, orientato ad una tutela più rigorosa degli habitat di maggior pregio rispetto ad altri più compromessi.

La metodologia di stima del DMV deve quindi considerare sia la fase di definizione dello standard ambientale di riferimento, che la gestione delle successive azioni volte al suo conseguimento e mantenimento.

In questo senso il Decreto Legislativo 152/99<sup>1</sup> fornisce importanti indicazioni per valutare lo "stato ambientale" dei corsi d'acqua e per programmare le azioni necessarie al raggiungimento di specifici obiettivi di qualità.

In ambienti fluviali meno diversificati fisicamente, biologicamente e per le interazioni antropiche (tipicamente i corsi d'acqua montani), una regola del DMV basata sul parametro "portata" potrebbe essere idonea allo scopo: a questo parametro sono infatti correlate le principali trasformazioni fisico-biologiche degli habitat fluviali (morfologia, assetto idraulico, comunità ittiche e macrobenthoniche ecc.).

In questi ambiti idrografici le interazioni antropiche, prevalentemente costituite da scarichi e utilizzazioni idroelettriche, non presentano in generale gradi di complessità e reciproca correlazione elevati e si prestano a una gestione del DMV esclusivamente riferita a regole di rilascio e modulazione delle portate, secondo l'impostazione delle principali normative vigenti.

Per contro, in un sistema particolarmente articolato e complesso quale è quello del Ticino, l'approccio idrologico alla valutazione del DMV, sul quale sono basate le attuali normative, deve essere approfondito e specializzato con l'utilizzo di modelli interpretativi del sistema fluviale che considerano un maggior numero di variabili ambientali.

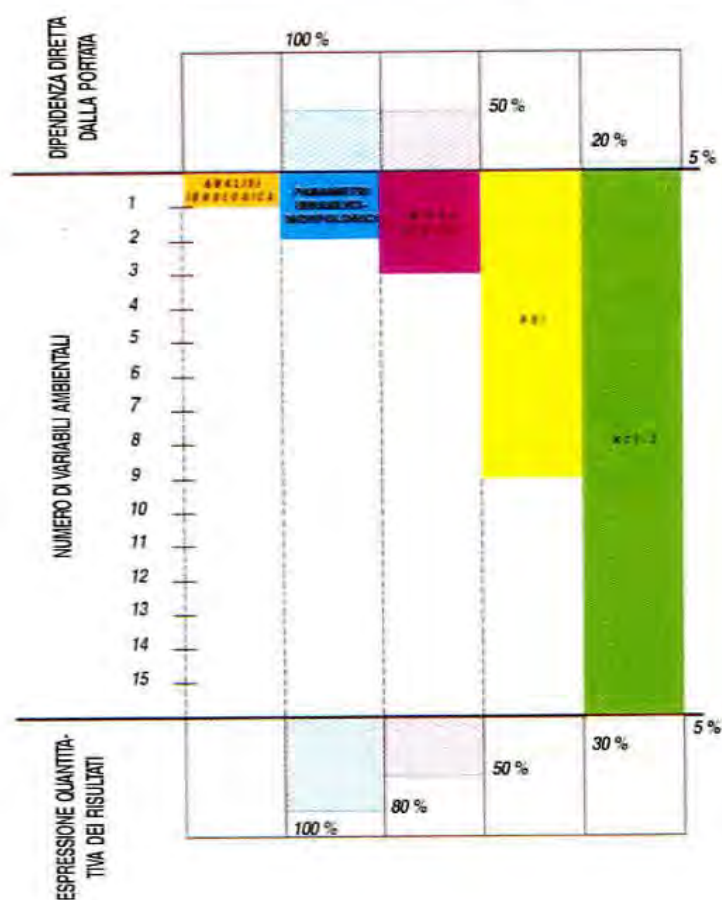
Questo passaggio comporta due modificazioni fondamentali nel processo di determinazione del DMV:

- la necessità di una specifica e approfondita conoscenza diretta degli ambienti fluviali
- l'introduzione di parametri di valutazione meno "quantitativi" rispetto al parametro "portata", per i quali si rende necessaria la prioritaria definizione dello "standard di riferimento".

Il primo aspetto richiede la conoscenza diretta del sistema fluviale per quantificare i parametri considerati dai modelli di valutazione della qualità ambientale.

<sup>1</sup> " Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

Fig. 1 Schema di confronto tra alcune metodologie di analisi del DMV e degli habitat fluviali



Il secondo aspetto può essere esemplificato dallo schema in figura 1, che fa riferimento ai modelli utilizzati nella presente ricerca e diffusamente descritti nel seguito: analisi idrologica, analisi idraulico-morfologica, microhabitat, Habitat Quality Index, Riparian Channel Environment-2 Inventory.

All'aumentare del numero di variabili ambientali considerate da un lato si riduce la dipendenza diretta dei modelli dal fattore "portata" e dall'altro la capacità di quantificazione numerica dei modelli per effetto dell'introduzione di variabili ricavate da processi di valutazione qualitativi.

In ogni caso tutti i modelli standard sono impostati in modo da fornire in output indici numerici e/o classi di qualità ambientale definite all'interno di prefissati campi di variazione dei parametri, ma resta aperto il problema di stabilire le soglie convenzionali di riferimento in grado di esprimere, rispetto all'optimum ambientale indicato dai modelli, i valori limite di accettabilità secondo la concezione di tutela delle condizioni "minime vitali" degli habitat fluviali.

Questo elemento di indeterminazione è peraltro compensato dal fatto che, una volta assunto un modello convenzionale in grado di interpretare la qualità dell'ambiente fluviale attraverso un insieme articolato di variabili, diventa possibile programmare



azioni di salvaguardia e recupero ambientale rivolte, oltre che ad assicurare un soddisfacente regime delle portate al corso d'acqua, anche ad individuare e applicare altre tipologie di intervento sul sistema, con la finalità di ottimizzare il guadagno ambientale realizzabile a parità di DMV.

La flessibilità dei modelli di valutazione ambientale consente inoltre di programmare obiettivi di recupero e salvaguardia diversificati per tratti fluviali (in funzione dei macrohabitat presenti, delle possibilità di fruizione, delle utilizzazioni in atto, di specifiche esigenze di tutela, di situazioni di particolare pregio ambientale ecc.), e di estendere l'analisi e l'operatività del sistema gestionale anche agli habitat indotti dal fiume o con esso strettamente correlati (canali irrigui, fasce ripariali, fontanili ecc.).

Rispetto a questa impostazione, allo stato attuale, la ricerca sul DMV del Ticino ha sviluppato l'indagine conoscitiva necessaria alla comprensione del sistema e delle complesse interazioni antropiche, e l'analisi dei deflussi minimi vitali attraverso l'applicazione delle metodologie standard più significative per il caso considerato.

L'articolazione delle attività svolte può essere così sintetizzata:

- indagine conoscitiva
  - caratterizzazione del sistema:
    - componenti antropiche (utilizzazioni, vincoli, fruizione turistico ricreativa ecc.);
    - sistema fisico (regime delle portate superficiali, idrogeologia, interazioni con i deflussi sotterranei, qualità dell'acqua, caratteristiche del comparto biologico);
  - idrologia e scenari di utilizzo della risorsa idrica in relazione a rilasci potenziali per DMV;
  - analisi economica relativa a diversi scenari di rilascio del DMV;
- analisi del DMV
  - quadro normativo di riferimento;
  - calcolo del DMV secondo le metodiche standard su base idrologica;
  - monitoraggio in sito e analisi idraulica finalizzati all'applicazione di modelli ambientali deterministici;
  - applicazione di modelli deterministici standard:
    - analisi di parametri idraulico-morfologici;
    - metodo dei microhabitat;
    - metodo HQI (Habitat Quality Index);
    - metodo RCE-2 (Riparian Channel Environment Inventory).

In funzione dei risultati ottenuti è stato delineato un programma di sperimentazione diretta riferito a specifici interventi in ambienti pilota fluviali.

Allo stato attuale i risultati prodotti dalla ricerca possono costituire la base di riferimento per il passaggio a una fase propositiva rivolta alla definizione della regola di gestione del DMV attraverso l'elaborazione di uno specifico modello concettuale di interpretazione dei fattori ambientali e di valutazione della qualità complessiva del-

l'ambiente fluviale.

Il modello potrà essere riferito alle metodologie standard applicate nella presente ricerca o definito in modo più specifico in base alle caratteristiche effettive del sistema fluviale del Ticino e a vincoli e parametri di valutazione convenzionalmente fissati dai soggetti competenti per l'emanazione degli elementi normativi e per la gestione delle azioni sul territorio.

### **3. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FLUVIALE**

#### **3.1 Ambito di indagine**

L'analisi del sistema fluviale è stata sviluppata per il tratto di Ticino sublacuale interessato dalle maggiori criticità in stato di magra, compreso tra il bacino di ripartizione del Panperduto fino all'altezza del Canale in Regresso (v. figura 2).

L'indagine conoscitiva ha richiesto la raccolta di tutti i dati necessari per caratterizzare compiutamente le dinamiche ambientali e del corso d'acqua connesse agli stati di magra, con riferimento in particolare alle utilizzazioni e alla regolazione artificiale delle portate.

I dati necessari sono stati in parte acquisiti da letteratura e lavori pregressi e in parte sono frutto di campagne specifiche di indagini dirette; queste hanno riguardato in particolare misure di portata in condizioni di magra, valutazioni sull'interscambio acque superficiali - falda, caratterizzazione della fauna ittica.

Nel seguito sono descritti i principali elementi utilizzati, acquisiti ed elaborati, per la caratterizzazione del sistema Ticino sublacuale nelle condizioni attuali: il sistema delle utilizzazioni, i vincoli esistenti e le caratteristiche di fruizione ambientale e ricreativa, l'analisi del sistema fisico (portate naturali superficiali e di subalveo, caratterizzazione dei substrati dell'alveo, qualità dell'acqua, ittiofauna ecc.).

#### **3.2 Componenti antropiche**

##### **3.2.1 Utilizzazioni della risorsa idrica**

I prelievi idrici dal Ticino vengono effettuati prevalentemente per scopi irrigui, tramite canali di derivazione (alcuni di antica costruzione) intorno ai quali si sono creati particolari habitat faunistico-vegetazionali, e secondariamente per la produzione di energia idroelettrica mediante alcune centrali dell'ENEL.

Tutte le utenze idriche sono organizzate e rappresentate dal Consorzio del Ticino, con sede a Milano; fanno parte del Consorzio i privati e gli enti che legittimamente usano o derivano le acque del Ticino dallo sbocco del lago alla confluenza col Po, purchè dispongano almeno di un modulo (100 l/s) se trattasi di utenza irrigua o producano non meno di 16 cavalli nominali medi in caso di utenza industriale.

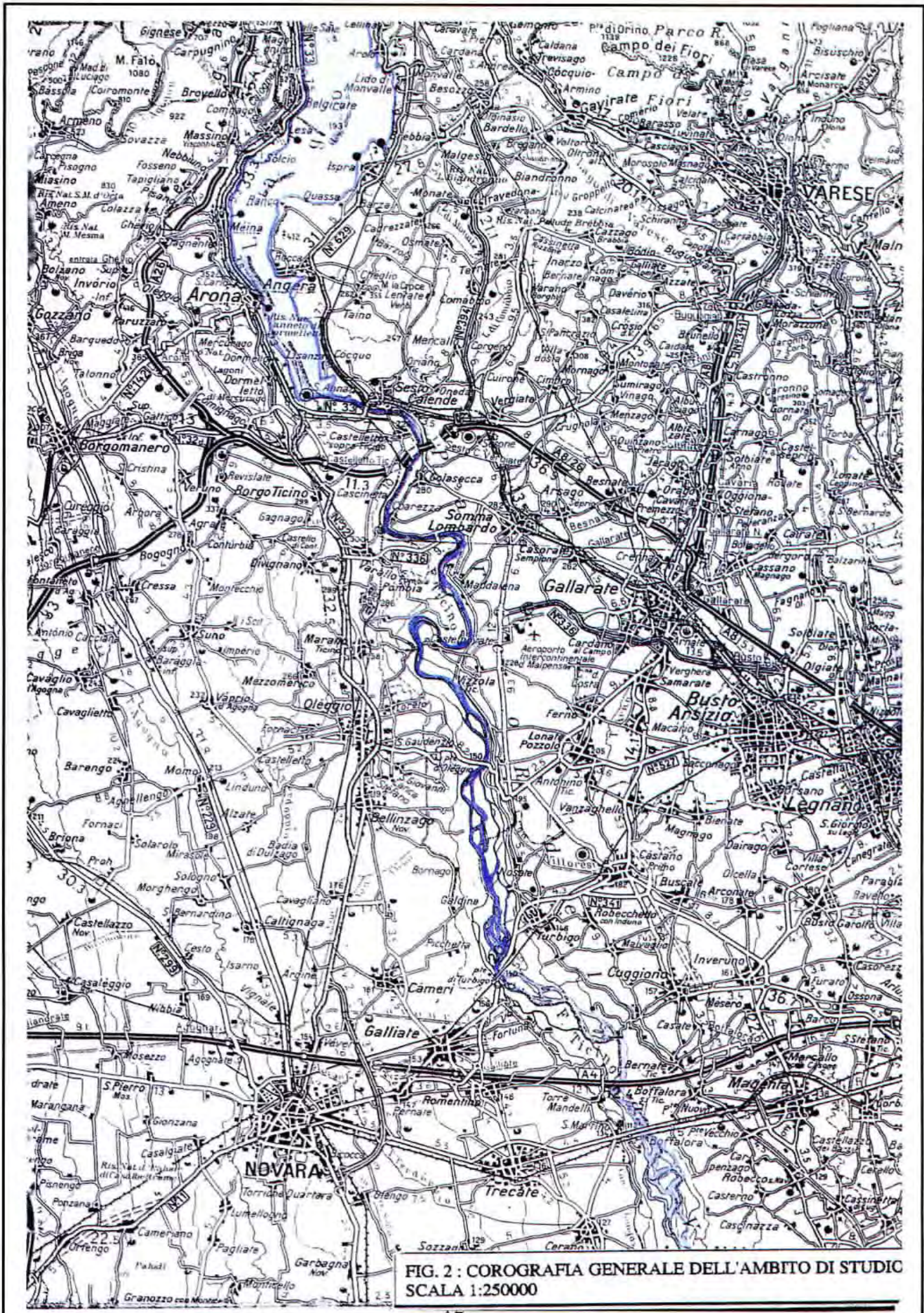


FIG. 2 : COROGRAFIA GENERALE DELL'AMBITO DI STUDIO  
 SCALA 1:250000

L'autorità del Consorzio si estende sulle acque del Ticino fino alla confluenza in Po. Le principali utenze irrigue sono rappresentate dall'Associazione Est Sesia in sponda destra e dal Consorzio Villorresi in sponda sinistra. Le utenze idroelettriche principali sono di proprietà dell'ENEL S.p.A., tranne una gestita da privati sul Naviglio Langosco (sono inoltre presenti alcune utenze private minori, come la centrale di Oleggio sul canale di Oleggio). Non esistono prelievi idropotabili.

Le caratteristiche delle principali utilizzazioni sono descritte nel seguito (v. schema in figura 3).

### Utenze irrigue

#### Derivazioni in sponda destra

**Canale Regina Elena:** di proprietà della Regione Piemonte, è il secondo canale per importanza dopo il Cavour. Viene gestito dall'AIES - Associazione Irrigazione Est Sesia (Coutenza Canale Cavour). Deriva dal Ticino, con presa in comune di Varallo Pombia, una portata massima di 45 m<sup>3</sup>/s, con possibilità di aumento fino a 70 m<sup>3</sup>/s. La concessione è stata formalizzata con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n.2347 dell'8 novembre 1990 con scadenza il 28 gennaio 2051. La presa è costituita da 3 paratoie metalliche piane a strisciamento della larghezza di 2.85 m, manovrate elettricamente e precedute da uno sgrigliatore automatico; alimenta un canale di circa 25 km, intervallato da numerosi salti utili per un utilizzo idroelettrico, che scarica nel Canale Cavour. Dal Regina Elena ricevono sussidio altre importanti rogge come la Busca e la Rizzo Biraga (che dispongono di concessione propria a derivare dal Sesia e che si sviluppano entrambe fino a raggiungere le zone della Lomellina), il diramatore Quintino Sella, il diramatore Alto Novarese.

**Roggia Clerici e Simonetta:** la derivazione è stata assentita con D.M. 27/4/1931 n°2829 (pur risalendo al 1492 il diritto di derivazione) con una competenza media di 1,26 m<sup>3</sup>/s sia in estate che in inverno; restituisce circa 0.85 m<sup>3</sup>/s. E' considerata "antica utenza non alimentata dal canale Vizzola" (ora canale industriale), come le rogge di Oleggio, Molinara di Val Ticino e Molinara di Castano; tutte le antiche utenze, seppur sottese dall'impianto ENEL di Vizzola che peraltro ha l'onere di soddisfarle integralmente, restituiscono l'acqua utilizzata per produzione di forza motrice per complessivi 10 m<sup>3</sup>/s. Essendo antica utenza la scadenza della concessione risulta soggetta alle numerose leggi proroga nazionali e regionali.

- 3) **Roggia Molinara di Oleggio:** la derivazione, posta circa 500 m a valle della Simonetta, è stata assentita con D.R. 16/2/1928 n°193 (seppur l'antico titolo di investitura risalga al 1477), con una portata massima di competenza pari a 6 m<sup>3</sup>/s in estate e pari a 4 m<sup>3</sup>/s in inverno (infatti sono stati concessi in aggiunta ai 4 m<sup>3</sup>/s di antico uso, 2 m<sup>3</sup>/s in più nel periodo estivo). Il diritto di prelazione sull'acqua spetta per i primi 4 m<sup>3</sup>/s al comune di Oleggio. Essendo antica utenza la scadenza della concessione risulta soggetta alle numerose leggi proroga nazionali e regionali.
- 4) **Naviglio Langosco:** la sua presa è situata subito a valle della restituzione della

# SCHEMA DELLE UTENZE PRINCIPALI DEL TICINO SUB-LACUALE

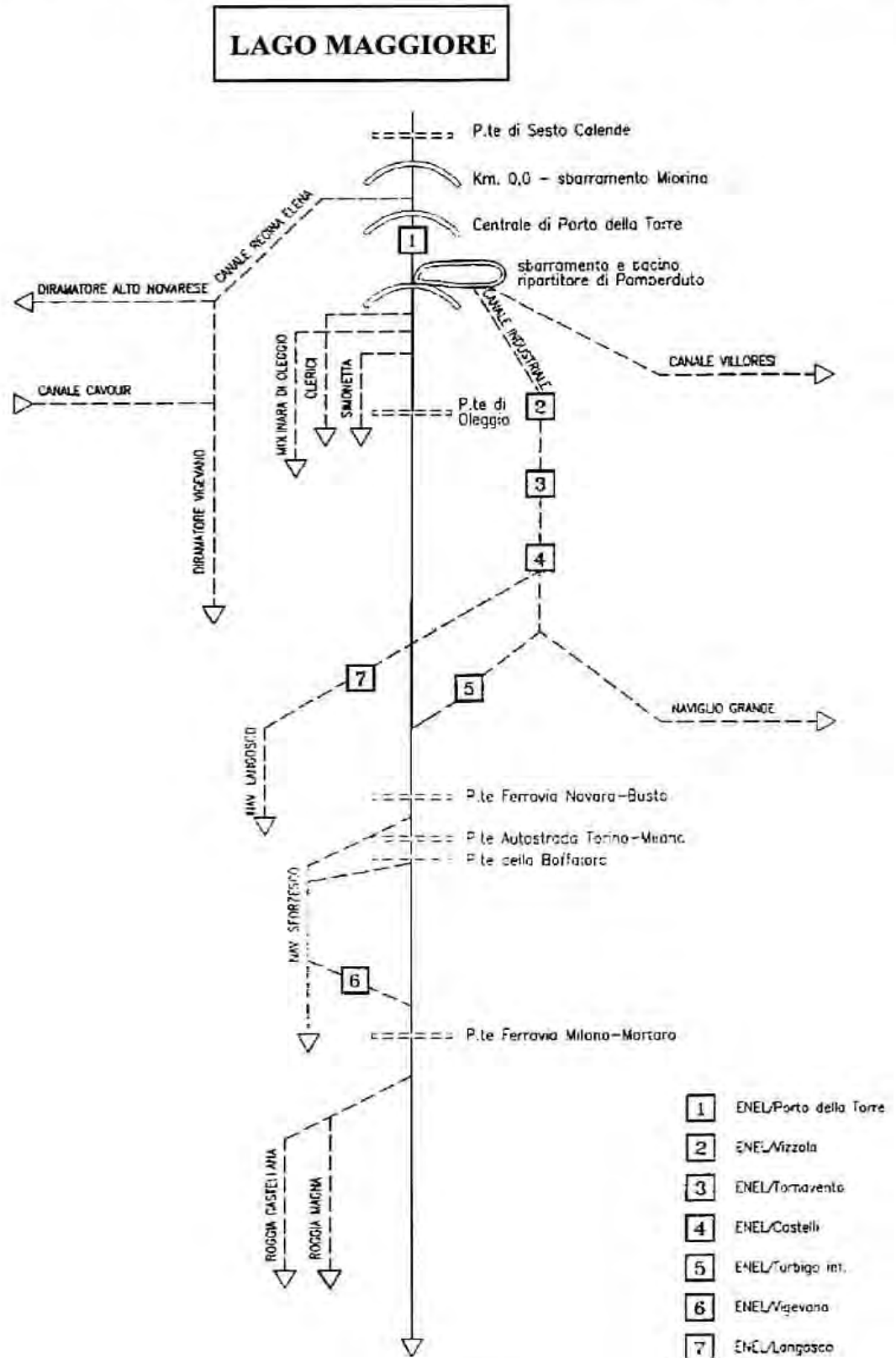


FIG. 3 : SCHEMA DELLE UTILIZZAZIONI IDRICHE

Figura 3 : Schema delle utilizzazioni idriche

roggia di Oleggio, in località Galdina, in comune di Cameri (NO); essa è in comune con la presa della roggia di Galliate. La derivazione (di diritto antichissimo risalente al 1613) è stata data in concessione con D.M. 18/5/1957 n° 3053 e successivamente con D.M. 3/7/1986 n°1579, per una portata massima di derivazione pari a 22.7 m<sup>3</sup>/s in estate e 18 m<sup>3</sup>/s in inverno. Di proprietà del Consorzio Condomini Naviglio Langosco, ora è gestita dall' AIES.

- 5) **Roggia di Galliate:** la derivazione è stata assentita con D.M. 5/6/1961 n°2985, con una portata di concessione estiva di 0.73 m<sup>3</sup>/s media e 4.12 m<sup>3</sup>/s massima ed una portata invernale di 2.7 m<sup>3</sup>/s.
- 6) **Naviglio Sforzesco:** la presa è localizzata in comune di Gallarate (NO), assentita con D.R. 10/8/1884 n°2644 e successivi art.13 R.D.L. 25/2/1924 n°465, D.C.P.S. 7/1/47 n°465/35/36/38; D.C.P.S. 21/12/61 n°1, D.C.P.S. 01/12/81 n°692; attualmente è in essere in forza di un D.Provv. n°1944 del 11/12/1985 con una portata massima estiva pari a 9.42 m<sup>3</sup>/s e una portata invernale pari a 8.4 m<sup>3</sup>/s. L'utenza è gestita dall' AIES.
- 7) **Roggia Magna e Castellana:** attualmente derivano grazie al disciplinare del 14/5/1965 (l'investitura di tale derivazione risalirebbe a 1477) e sono gestite dall' AIES, seppur di proprietà dell' Ospedale S. Matteo di Pavia. La portata concessa è pari a 9.5 m<sup>3</sup>/s nel periodo invernale e 10.8 m<sup>3</sup>/s nel periodo estivo. Per uso idroelettrico sono derivati dalla Roggia Castellana 4.025 m<sup>3</sup>/s per il Molino Borgo S.Sirio, che con un salto di 2.2 m ha una potenza nominale di 86.9 kW.

Derivazioni in sponda sinistra.

- 8) **Roggia Visconti:** la derivazione, di proprietà della ditta Duca Visconti di Modrone, è localizzata in comune di Somma Lombardo (VA) ed è stata assentita con D.M. 20/2/1935 n°1095; degli 8 m<sup>3</sup>/s concessi, 7 sono utilizzati dall' ENEL per produzione di energia elettrica, cessione avvenuta con atto del 13/5/1901.
- 9) **Canale Villoresi:** è il principale canale del Consorzio di Bonifica Est-Ticino Villoresi che ne gestisce altri quattro: il Naviglio Grande, il Martesana, il Bereguardo e il Naviglio Pavese. Il canale è stato costruito nel 1884, con presa in comune di Somma Lombardo (VA) e la derivazione è stata concessa con R.D. 30/1/1868 e riformata con D.M. 17/11/1918 n°11712, con attuale domanda di rinnovo del 1/6/1989; la portata di concessione è pari a 70 m<sup>3</sup>/s per il periodo estivo e 25-30 m<sup>3</sup>/s nel periodo invernale. Dei 70 m<sup>3</sup>/s prelevati, 6 sono previsti ad uso industriale.
- 10) **Naviglio Grande:** è un canale demaniale che deriva dal Ticino in località Tornavento (VA) 60 m<sup>3</sup>/s elevato a 64 m<sup>3</sup>/s sulla base del decreto di concessione n. 1088 del 04/11/87. Attualmente è gestito dal Consorzio di Bonifica Est-Ticino Villoresi.
- 11) **Roggia Molinara in valle Ticino:** la presa è localizzata in comune di Vizzola Ticino e preleva una portata di 1.45 m<sup>3</sup>/s in forza del D.M. 12/4/1935 n°3599 (seppur risalente al 1688). E' un' antica utenza, attualmente gestita da privati; la scadenza della concessione risulta soggetta alle numerose leggi proroga nazionali e regionali.
- 12) **Roggia Molinara di Castano:** la presa è localizzata sulla Roggia Molinara in

valle Ticino e preleva una portata di circa 1.5 m<sup>3</sup>/s in forza del D.M. 21/5/1937 n°2169. E' un'antica utenza, attualmente gestita da privati; la scadenza della concessione risulta soggetta alle numerose leggi proroga nazionali e regionali.

#### Utenze idroelettriche

Derivazioni in sponda destra.

**Naviglio Langosco-Treccione**, in forza del D.M. 18/05/1950 n° 3049, la cui scadenza, essendo antica utenza, è soggetta alle proroghe delle numerose leggi nazionali e regionali. La derivazione, localizzata sul Naviglio Langosco, è in uso al Consorzio Condomini Naviglio Langosco, ma è gestita dai f.lli Gianoli. Ha una portata massima di concessione pari a 17 m<sup>3</sup>/s e una portata media pari a 14 m<sup>3</sup>/s. Il salto nominale è di 3.65 m, per una potenza nominale di 501 kW; la potenza installata è invece pari a 1200 kW, con una produzione annua di circa 8 GWh. Il naviglio Langosco è principalmente un canale irriguo.

**Centrale ENEL di Vigevano (PV)**, (ex Società Lombarda per Distribuzione Energia Elettrica) in forza del D.R. 16/4/1918, con concessione relativa ad una portata media di prelievo pari a 19.5 m<sup>3</sup>/s in località Treccate (NO); il salto nominale è pari a 18.63 m per una potenza nominale di 3552 kW; la potenza installata è pari a 5400 kW, con una produzione annua di 38 GWh.

Derivazioni in sponda sinistra.

- 3) **Centrale ENEL di Porto della Torre**, in forza del D.P.R. 28/1/1953 n° 5843, con concessione di portata massima pari a 187 m<sup>3</sup>/s e media di 167.46 m<sup>3</sup>/s per produrre sul salto statico medio di 5.65 m la potenza nominale media di 9276 kW. Con autorizzazione provvisoria del 28/12/94 sono state autorizzate le seguenti modifiche: portata media 150 m<sup>3</sup>/s, max 180 m<sup>3</sup>/s, salto medio 6.65 m, potenza n.m. 9782 kW. L'impianto, entrato in servizio nel 1955, è costituito da una traversa a 9 luci di 20 m ciascuna che sbarra il Ticino alcuni chilometri a valle dell'incile del lago Maggiore e dalla centrale affiancata, in sponda sinistra. Questa è infatti l'unica centrale ENEL sul Ticino non inserita su canali derivati. La concessione non ha scadenza ai sensi della L.1643/62.
- 4) **Centrale ENEL di Vizzola (VA)**, in forza del D.R. 08/04/1939 n. 1143 e quindi del D.M. 8/4/1939 n°1143, con concessione di derivazione d'acqua per una portata massima di 108 m<sup>3</sup>/s dal bacino della Diga del Panperduto. Con un salto nominale di 29.33 m, l'impianto presenta una potenza nominale pari a 31055 kW; la potenza installata è di 32598 kW per una produzione media annua di 235 GWh. Questa è la prima delle 4 centrali ENEL poste in cascata sul canale industriale derivato dal bacino di ripartizione del Panperduto; le sue acque di scarico vengono convogliate alla successiva centrale di Tornavento, sita 5 km più a valle. La concessione non ha scadenza ai sensi della L.1643/62.
- 5) **Centrale ENEL di Tornavento (VA)**, in forza del D.R. 26/9/1941 n°4555, con concessione di derivazione d'acqua per una portata massima di 106.5 m<sup>3</sup>/s dal canale industriale sopraccitato. L'impianto è alimentato dallo scarico della centrale di Vizzola; la centrale scarica le sue acque per l'alimentazione dell'impianto di Turbigo Superiore. In caso di necessità lo scarico può avvenire diretta-

mente in Ticino tramite un apposito canale. Con un salto nominale di 7.12 m, l'impianto presenta una potenza nominale pari a 7434 kW; la potenza installata è di 7408 kW per una produzione media annua di 58 GWh. La concessione non ha scadenza ai sensi della L.1643/62.

- 6) **Centrale ENEL di Castelli o Turbigio Superiore (MI)**, in forza del D.M. 15/5/1942 e successivo D.I. 7/03/1988 n. 352, con concessione di derivazione d'acqua per una portata massima di 120 m<sup>3</sup>/s dal canale industriale sopraccitato. La centrale scarica parte nel Naviglio Grande, parte in un canale che alimenta il Langosco, parte nel Ticino con un canale da cui viene alimentata la centralina da 1000 kW di Turbigio Inferiore. Con un salto nominale di 9.2 m, l'impianto presenta una potenza nominale pari a 9606 kW; la potenza installata è di 10294 kW per una produzione media annua di 78 GWh. La concessione non ha scadenza ai sensi della L.1643/62.
- 7) **Centrale ENEL di Turbigio Inferiore (MI)**, in forza del D.G.R.L. 11/10/1994 n. 58153, con concessione di derivazione d'acqua per una portata massima di 40 m<sup>3</sup>/s e media di 26 m<sup>3</sup>/s dal canale industriale sopraccitato. La centrale scarica nel Ticino. Con un salto nominale di 4.6 m, l'impianto presenta una potenza nominale pari a 1173 kW; la potenza installata è di 1691 kW per una produzione media annua di circa 7 Gwh. La concessione non ha scadenza ai sensi della L.1643/62.

### 3.2.2 I vincoli e la fruizione turistico-ricreativa

L'indagine conoscitiva ha considerato i vincoli e le norme vigenti finalizzati alla tutela dell'ambiente fluviale, l'uso del suolo nella fascia di territorio fluviale, la fruizione della risorsa idrica dal punto di vista delle attività turistico-ricreative.

L'ambito di indagine è costituito dal corso principale del Ticino, ma anche dalle sue articolazioni idrauliche principali e secondarie, dalle lanche, dalle mortizze e dai ghiaietti ad esso connessi, nonché dalle aree a questi adiacenti. Dalla sovrapposizione dei vari tematismi trattati è stato possibile individuare le principali criticità del tratto fluviale indagato.

La figura 4 esemplifica alcuni risultati dell'indagine conoscitiva svolta, relativa ad alcuni tematismi di rilevante interesse per gli aspetti di fruizione del corso d'acqua.

Si richiamano in sintesi gli aspetti di principale interesse.

#### Vincoli ambientali

Sponda destra piemontese - *vincolo idrogeologico (R.D. 3267 /1923)*: interessa la sponda e il territorio limitrofo nel tratto immediatamente a monte della diga Ponte della Torre;  
- *riserva naturale speciale*: aree anche di ridotte dimensioni localizzate lungo le sponde su tutto il tratto.

Sponda sinistra lombarda - *vincolo idrogeologico (R.D. 3267 /1923)*: interessa la



sponda e il territorio limitrofo nel tratto a monte della diga Porto della Torre e nel tratto a monte di Turbigio;  
- *riserva naturale orientata*: interessa la fascia di territorio fluviale su tutto il tratto.

#### Corso d'acqua

- navigazione: è esclusa la navigazione a motore su tutto il Ticino sublacuale a partire dalla diga del Panperduto;
- pesca: i diritti esclusivi di pesca vengono acquisiti alla loro scadenza agli Enti Parco ai fini di regolamentare e gestire la Pesca nelle acque ricomprese nei due Parchi; tra il 20 e il 30 % delle acque dei Parchi è destinata a zone di protezione e riproduzione.

#### Uso del suolo

Entrambe le sponde del Ticino sono caratterizzate dalla presenza continua di aree boscate e da una certa abbondanza di zone umide (stagni e lanche) e vie d'acqua rappresentate dai numerosi canali.

In particolar modo sulla sponda lombarda i canali, scorrendo anche molto ravvicinati tra loro, contribuiscono a creare microambienti preziosi per la vegetazione e la fauna, salvaguardati dalla normativa vigente, all'interno dei quali si assiste ad una differenziazione delle specie a seconda delle dimensioni e della profondità del corso d'acqua e della velocità della corrente.

#### Attività turistico-ricreative

Il Ticino è meta di consistente turismo estivo di balneazione, con aree di concentrazione più consistenti in vicinanza dei ponti che raccordano le due sponde tramite la S.S.33 a Sesto Calende, la S.S.336 a Ponte della Torre e la S.S.527 di Turbigio, e concentrazioni minori nei punti di afflusso dalle località rivierasche.

Questo tipo di turismo viene quantificato in circa 800.000 presenze l'anno di frequentatori nel periodo estivo della sponda piemontese e in un numero almeno doppio di presenze nel Parco lombardo, molto più esteso di quello piemontese. A queste vanno aggiunte circa 500.000 presenze nelle seconde case.

Le seconde residenze sono diffuse in particolar modo nella stretta lingua di territorio compreso tra il fiume e il Canale Industriale in prossimità del ponte di Oleggio, nonché nella zona del ponte di Turbigio, dove assumono caratteristiche particolari di costruzioni di ridotte dimensioni contornate da piccoli giardini, frequentate per gite giornalieri.

Per quanto riguarda la pratica di attività sportive tipiche dell'ambiente fluviale, va fatto principalmente riferimento agli sport canoistici e alla navigazione da diporto.

Il Ticino per la legge italiana risulta "via d'acqua navigabile" ma la regolazione delle portate rende in alcuni tratti impossibile anche la piccola navigazione in periodo di magra.

Dalle informazioni reperite sulle carte per canoisti sono stati individuati i tratti canoabili con distinzione del periodo in cui è possibile praticare questo sport: lungo tutto il tratto indagato è possibile trovare acqua sufficiente nei mesi di maggio, giugno e settembre, mentre negli altri mesi, nel tratto che va dalla presa del canale Villorosi al ponte di Turbigo la portata spesso non è sufficiente per l'esercizio di questa pratica sportiva.

Un aspetto critico emerso nel corso dell'indagine riguarda appunto il periodo di magra estiva (luglio-agosto) sul tratto Panperduto-Turbigo, che impedisce la discesa in canoa del corso d'acqua proprio nella stagione climaticamente favorevole.

Un eventuale aumento della portata finalizzato al ripristino di condizioni di deflusso minime che permettano la canoabilità del tratto anche nei mesi estivi potrebbe portare all'incremento non solo dell'attività canoistica ma anche delle strutture ricettive (campeggi), ristorative e ricreative.

Rapportando gli elementi conoscitivi acquisiti con i dati delle elaborazioni idrauliche sviluppate nel corso della ricerca è stato verificato che, assumendo che un'altezza d'acqua intorno ai 50 cm permetta la canoabilità, una portata di circa 15 m<sup>3</sup>/s consentirebbe l'esercizio di questo sport su buona parte del tratto fluviale del Ticino.

Riguardo agli aspetti paesistici e ambientali in senso lato non emergono particolari criticità, anche perchè l'attuale situazione di portate e livelli soggetti da anni a regolazione ha modificato habitat preesistenti e determinato la nascita di nuovi ambienti che si sono consolidati nel tempo, acquisendo precise peculiarità dal punto di vista vegetazionale e faunistico.

### **3.3 Il sistema fisico**

#### **3.3.1 Aspetti idrogeologici**

L'analisi idrogeologica è stata rivolta ai seguenti aspetti:

- stima della permeabilità dei depositi alluvionali in alveo;
- stima dell'aliquota di infiltrazione teorica nella falda di subalveo;
- stima delle portate di risorgenza in alveo dalla Miorina al ponte di Turbigo.

La metodologia seguita è sintetizzabile nelle seguenti fasi:

- campionamento dei depositi in alveo per analisi granulometriche di laboratorio e

- stima della permeabilità in funzione del  $D_{10}$  (relazione di Hazen);
- stima dell'aliquota di infiltrazione (I) a partire dal calcolo delle portate medie della falda di subalveo (Q) nella sezione di fondovalle alluvionale, in corrispondenza di sezioni-tipo di dimensioni rappresentative ( $I = Q = K * L * H * i$ ), assumendo un gradiente piezometrico (i) uguale alla pendenza media dell'alveo (in assenza di punti di misura del livello di falda);
- stima delle portate di risorgenza a partire dalla ricostruzione delle curve di esaurimento teoriche nel periodo autunnale-invernale elaborate a partire dai minimi valori mensili misurati alle sezioni dei ponti di Oleggio e di Turbigo.

I risultati ottenuti consentono di definire un modello idrogeologico concettuale a carattere preliminare dell'acquifero di fondovalle del Ticino, i cui tratti salienti sono così sintetizzabili:

- i depositi alluvionali in alveo risultano scarsamente differenziati sotto il profilo della permeabilità, con variazioni contenute entro 2 ordini di grandezza (da  $2.2 * 10^{-2}$  a  $8.4 * 10^{-4}$  m/s) nel tratto indagato (dalla traversa del Panperduto sino al ponte di Turbigo);
- la portata di infiltrazione media nella falda di subalveo è modesta, riducendosi da  $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$  (tra la Miorina e il ponte di Oleggio) a  $0.11 \text{ m}^3/\text{s}$  (tra i ponti di Oleggio e Turbigo);
- la disponibilità di portate di risorgenza in alveo varia secondo semplici relazioni tempo-dipendenti di tipo lineare ( $Q_{\text{ris}} = a * t + b$ ), dall'integrazione delle quali si ottengono, nei periodi di esaurimento compresi da agosto/settembre e novembre/dicembre, valori di deflusso totale di risorgiva molto elevati, pari a circa  $80 \text{ Mm}^3$  tra la Miorina e il ponte di Oleggio e di  $100 \text{ Mm}^3$  da qui al ponte di Turbigo.

Ne consegue pertanto che la portata di risorgenza in alveo (per drenaggio dell'acquifero regionale della pianura novarese-lombarda) supera di 2 ordini di grandezza la dispersione del deflusso superficiale nell'acquifero di subalveo della valle del Ticino.

### 3.3.2 Stato fisico dell'alveo

Gli elementi descrittivi dello stato fisico dell'alveo sono principalmente: morfologia, natura dei substrati, modalità di deflusso, geometria dell'alveo.

Per verificare l'effetto del deflusso di portate di magra nell'alveo del Ticino in termini di qualità visiva dell'ambiente fluviale e per acquisire elementi conoscitivi di riscontro per valutare l'efficacia di eventuali rilasci di portata in relazione al miglioramento delle componenti paesaggistiche e di fruizione turistica, è stata svolta una campagna di indagine specifica, nella quale sono stati individuati 3 siti rappresentativi dal punto di vista delle portate defluenti (corrispondenti a tratti caratterizzati dai deflussi minimi in rapporto al bilancio tra derivazioni e scarichi) e della morfologia dell'alveo (sezione, pendenza, condizioni di flusso, depositi e tipologie di substrati ecc.).

Tali siti sono stati individuati come segue.

- TI/OS            - Ticino a valle delle rogge Oleggio-Simonetta (immediatamente a valle dello scarico dello sfioratore della roggia di Oleggio);
- TI/CA            - Ticino a Castelnovate (in corrispondenza della derivazione della roggia Molinara, inattiva al momento dei rilievi);
- TI/PO            - Ticino a Ponte Oleggio.

In ogni sito è stata misurata la portata e sono stati eseguiti rilievi topografici e schedature ambientali finalizzati alla rappresentazione delle caratteristiche del deflusso in relazione alla morfologia dell'alveo.

Sono stati inoltre eseguiti accertamenti sistematici in sito sulle dimensioni e sulla struttura del materiale di deposito presente, mediante osservazioni e rilevamenti diretti nelle zone con materiale di grossa pezzatura (pietrame e ciottoli) e mediante prelievo di campioni della matrice ghiaioso-sabbiosa per l'esecuzione di analisi granulometriche (v. figura 5).

I dati di misura, i rilievi e le osservazioni dirette evidenziano le problematiche connesse al deflusso di portate di magra in alvei a morfologia molto ampia, con presenza di ampie aree di depositi anche di grande pezzatura.

In questi ambiti fluviali il deflusso di magra, quando non confinato nei tratti in curva o in corrispondenza di opere in alveo, tende a distribuirsi (anche con configurazioni pluricursali) all'interno di alvei incisi instabili e condizionati dagli accumuli di materiale alluvionale.

I parametri idraulici del deflusso (velocità, profondità, larghezza del pelo libero) tendono a essere poco sensibili a variazioni di portata contenute in un campo limitato ai regimi di magra e ordinario, per la tendenza all'espansione dell'area di deflusso all'interno dell'alveo principale e/o alla variazione dell'assetto dell'alveo di magra.

Per questo motivo, in assenza di interventi specifici sulla morfologia dell'alveo è necessario prevedere incrementi rilevanti nelle portate di deflusso per ottenere variazioni significative dei parametri idraulici (con riferimento per esempio all'obiettivo di migliorare gli habitat per l'ittiofauna, come evidenziato nei capitoli successivi) e modificazioni percettibili dell'ambiente fluviale complessivo da riferire ad aspetti paesaggistici e di fruizione turistico-ricreativa.

### **3.4 La qualità dell'acqua**

Subito a valle della Miorina la qualità delle acque coincide ovviamente con quella del lago Maggiore, di per sé "sufficientemente buona" come risulta dalle considerazioni di sintesi dello studio dell'Autorità di Bacino del fiume Po "Regolazione dei grandi laghi alpini" e dai rapporti annuali dell'Istituto Idrobiologico di Pallanza.

Attualmente, infatti, il lago Maggiore è in una fase di forte oligotrofizzazione, sostenuta, oltre che dalla riduzione dei carichi (i provvedimenti di legge e gli interventi di depurazione attuati nel bacino del lago hanno determinato una sensibile riduzione dei carichi di fosforo), anche dalla mancanza di circolazione completa invernale (dal 1970) e quindi dall'arricchimento di nutrienti, dovuto ai carichi portati dagli immissari, nelle acque profonde.

In realtà gli accentuati gradienti chimici verticali presenti nel lago condizionano la chimica delle acque rilasciate; in particolare, la sedimentazione dei nutrienti nel lago può provocare in alcuni casi una significativa riduzione della concentrazione nelle acque in uscita, a causa anche di processi biologici e chimici come la mineralizzazione della sostanza organica (nitrificazione) o la fissazione dell'azoto.

In pratica, il risultato della regolazione sul chimismo delle acque in uscita dal lago è quello di avere una riduzione delle variazioni annuali, l'eliminazione degli estremi a breve termine e il ritardo nei massimi e minimi stagionali.

La qualità delle acque del Ticino sublacuale è quindi di fatto diversa dalla qualità delle acque del lago Maggiore.

Dato il particolare interesse ambientale dell'ecosistema del Ticino sublacuale, l'analisi dell'evoluzione della sua qualità chimico-fisica e, specialmente, biologica è oggetto di ricerca continua da parte di numerosi enti pubblici e privati quali il Parco del Ticino, le U.S.S.L., l'Ufficio di Igiene e profilassi di Novara, i Consorzi delle acque reflue e le stesse Regioni Piemonte e Lombardia.

Attualmente però non esiste ancora una raccolta organica di dati e di elaborazioni che permetta di individuare univocamente lo stato di qualità delle acque del Ticino: i dati di misura sono scoordinati e le campagne condotte non sono omogenee né sui parametri, né sulle sezioni di misura.

Non è quindi possibile ricostruire in modo significativo la variazione lungo il corso d'acqua della concentrazione dei parametri di qualità, nelle diverse stagioni.

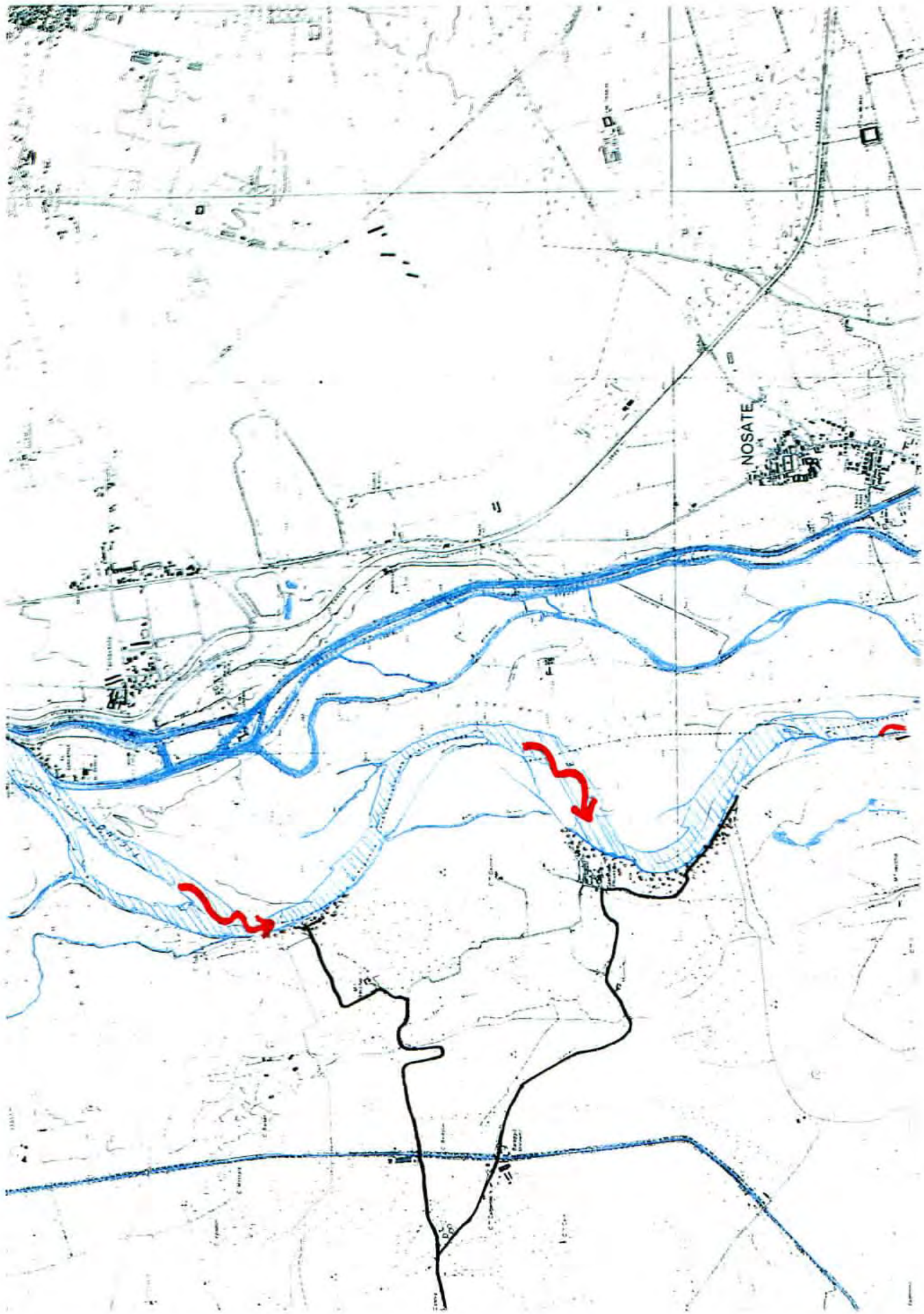
I valori dei parametri di qualità risentono indubbiamente delle condizioni di magra non solo naturali ma anche prodotte dai prelievi; se queste condizioni non sono registrate con apposite campagne di misura quali-quantitative, si ottiene una conoscenza media della situazione qualitativa del corso d'acqua, ma non è possibile individuare e quantificare le condizioni critiche.

Inoltre le misure eseguite da tutti gli enti preposti sono limitate ai valori di concentrazione e non comprendono il rilievo delle portate defluenti nel momento del campionamento, necessarie per calcolare i carichi inquinanti veicolati dal corso d'acqua e per valutare correttamente le variazioni del grado di inquinamento del corso nei diversi stati idrologici.

In definitiva non è quindi possibile, con le informazioni attualmente a disposizione, quantificare il potenziale beneficio allo stato qualitativo generale delle acque in alveo indotto dal rilascio del deflusso minimo vitale.

Il quadro conoscitivo potrà essere adeguato con l'esecuzione di campagne sistematiche di indagine quali-quantitativa nell'ambito del monitoraggio previsto dal già citato Decreto Legislativo 152/99.

In ogni caso, considerando che dall'analisi dei dati disponibili la qualità del Ticino nel tratto esaminato (seppur riferendosi a situazioni locali) può essere considerata buona, i margini di ulteriore miglioramento delle condizioni qualitative con il rilascio del DMV per effetto della maggiore diluizione degli scarichi inquinanti sono meno determinanti rispetto agli altri fattori analizzati nel seguito per la definizione del quadro di benefici ambientali ottenibili con l'applicazione di regole di rilascio dei deflussi minimi.



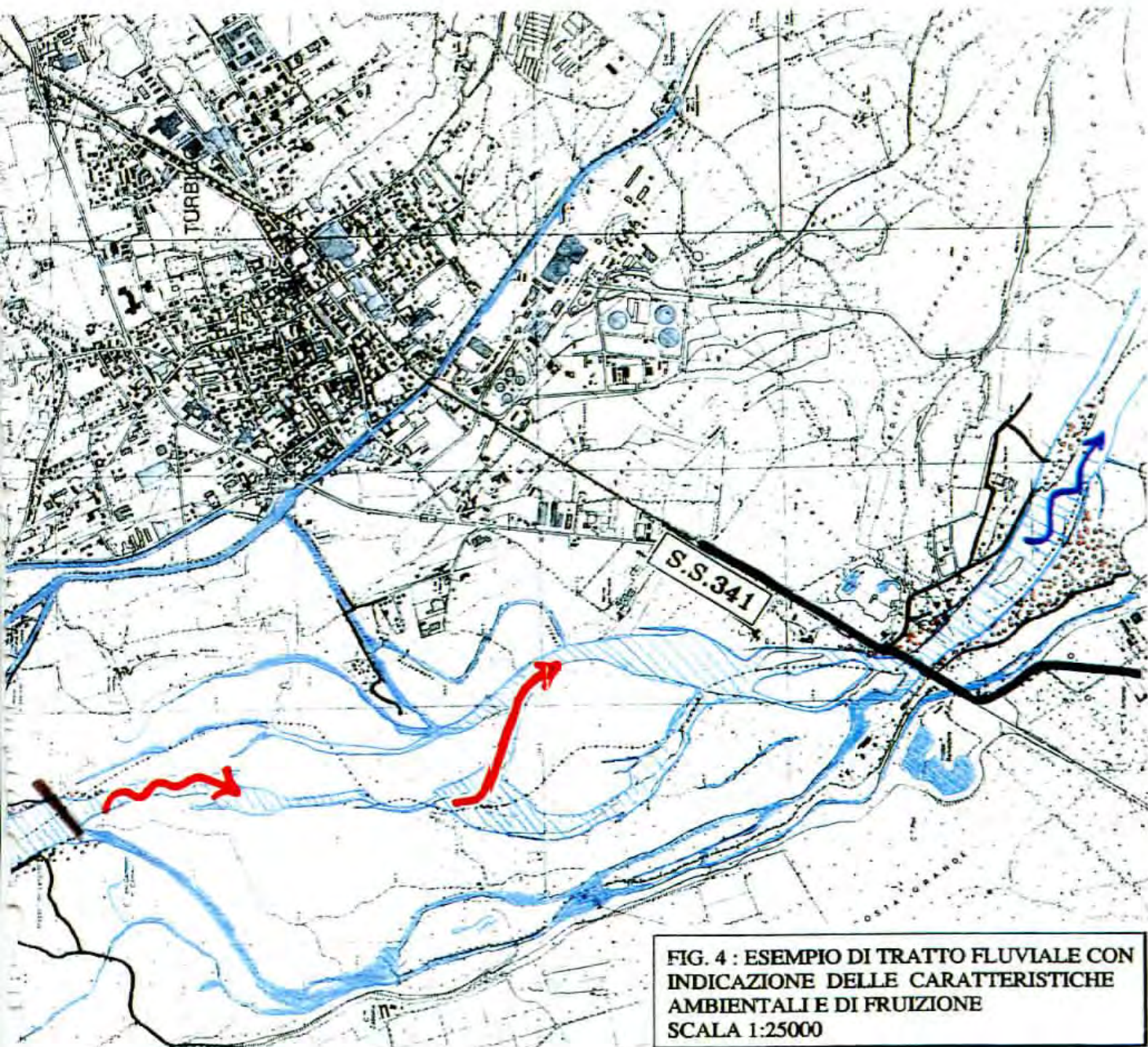


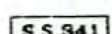









FIG. 4 : ESEMPIO DI TRATTO FLUVIALE CON INDICAZIONE DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI E DI FRUIZIONE  
 SCALA 1:25000

**LEGENDA DELLE TAVOLE**

**CARATTERISTICHE AMBIENTALI E FRUIZIONE DEL TERRITORIO FLUVIALE**

-  CORSO D'ACQUA PRINCIPALE
-  CANALI, ROGGE E ZONE UMIDE
-  STRADE DI ACCESSO PRINCIPALI
-  STRADE DI ACCESSO SECONDARIE
-  PRINCIPALI AREE DI AFFLUSSO LUNGO IL CORSO D'ACQUA (SPIAGGE, AREE VERDI, AREE ATTREZZATE)
-  TRATTI CANOABILI TUTTO L'ANNO
-  TRATTI CANOABILI UNICAMENTE NEI MESI DI MAGGIO, GIUGNO E SETTEMBRE
-  SBARRAMENTI SUPERABILI CON CANOA
-  SBARRAMENTI INSUPERABILI
-  ORMEGGIO - BANCHINA



## 3.5 Il comparto ittico

### 3.5.1 Metodologia

Sono stati inizialmente raccolti dati bibliografici disponibili in merito all'area oggetto dell'indagine con particolare riferimento a parametri chimici e fisici, qualità biologica delle acque, popolamento ittico.

I dati sono stati ricavati dalle Carte Ittiche della Regione Piemonte, della Regione Lombardia, della Provincia di Varese e della Provincia di Milano.

Una fase di campagna ha previsto l'individuazione di 5 stazioni di campionamento localizzate tra la diga della Miorina ed il ponte di Turbigo, come di seguito indicato (v. figure 4 e 9):

- T0: tratto di 500 m a valle dello sbarramento della Miorina;
- T1: tratto di 500 m a valle dello sbarramento del Panperduto;
- T2: Tratto di 250 m a valle della presa della Roggia di Oleggio;
- T3: Tratto di 500 m in località Ponte di Oleggio;
- T4: Tratto di circa 1.000 m in località Ponte di Turbigo.

Nelle stazioni T2 e T3 sono stati rilevati, mediante elettrosonda, i parametri fisici e chimici relativi a temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica e pH. Per la valutazione della qualità biologica delle acque è stato utilizzato l'indice E.B.I., applicato nelle stazioni T2, rappresentativa del tratto a valle dello sbarramento del Panperduto e T3, ponte di Oleggio.

Per quanto riguarda la caratterizzazione dell'ittiofauna, a causa delle particolari condizioni climatiche del periodo di effettuazione dello studio, non è stato possibile estendere le osservazioni a tutto il tratto oggetto delle indagini fisico-chimiche; sono risultati perciò disponibili solo i dati relativi ai seguenti ambienti: fiume Ticino presso il ponte di Turbigo, canale del Centralino, roggia Fagiolo e canale Marinone. I dati relativi agli altri ambienti sono stati ricavati da lavori pregressi risalenti alle annate 1994/96.

Le dimensioni del corpo idrico hanno suggerito valutazioni sull'ittiofauna di tipo esclusivamente qualitativo; l'elevata larghezza dell'alveo bagnato e la difficoltà di poter campionare con una buona efficienza a profondità superiori ai 2 m hanno sconsigliato di elaborare e proporre valutazioni sulla biomassa e densità delle specie ittiche presenti, per non incorrere in probabili sottostime.

ANALISI GRANULOMETRICA  
GRAIN SIZE DISTRIBUTION

CODICE LAVORO H1002  
JOB CODE

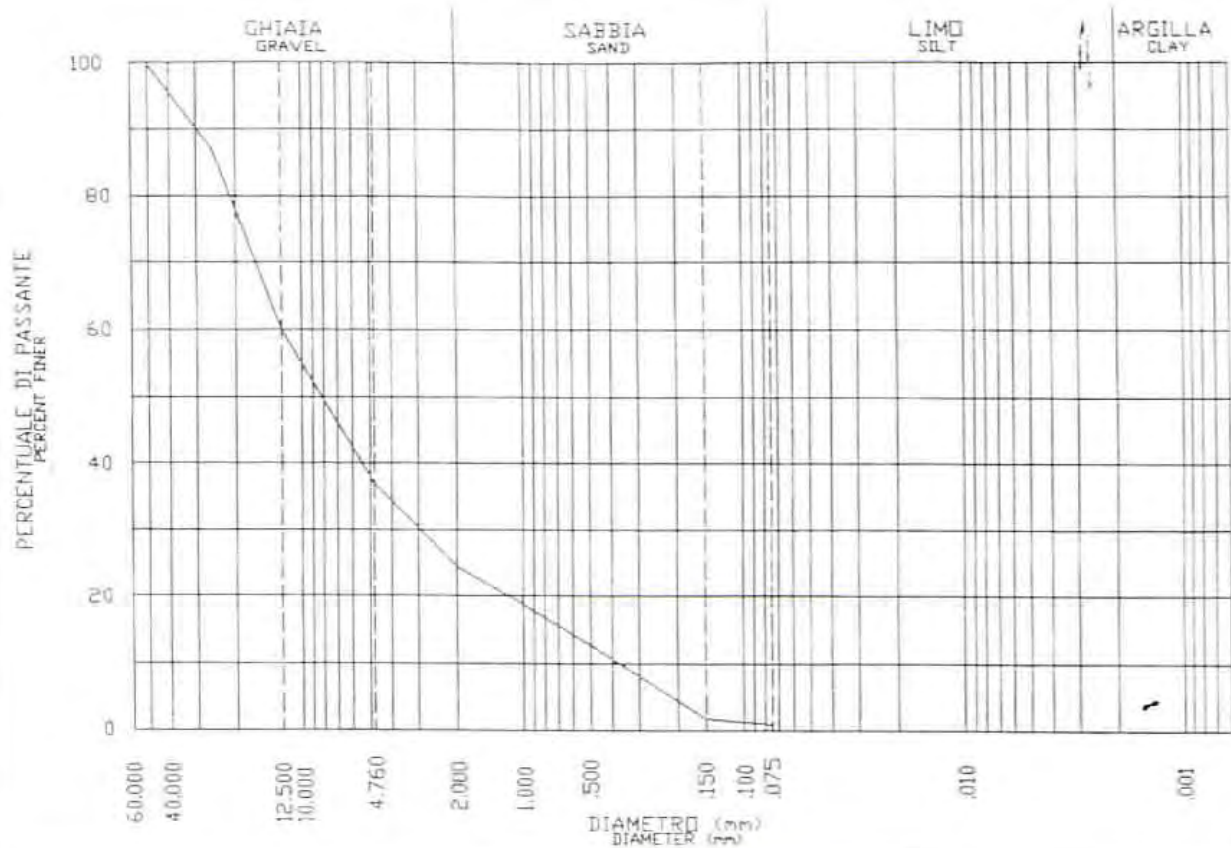
PRELIEVO N. 007  
SAMPLE N.

DATA 15/01/97  
DATE

LUOGO DI PRELIEVO TICINO - PONTE DI OLEGGIO - SEZ. 7 dx  
LOCATION OF TEST

DESCRIZIONE CAMPIONE Depositi spondali  
DESCRIPTION OF SAMPLE

PROVA ESEGUITA DA Vommaro  
TESTED BY



D90= 30.032 D65= 14.285 D50= 8.249 D35= 4.181 Cu=D60/D10= 34.083 Cc=D30^2/D10/D60= 1.886

ANNOTAZIONI  
ANNOTATIONS



FOTO 20

HYDRODATA

LABORATORIO MODELLI E MISURE

**Fig. 5 :** Indagine sulle caratteristiche del materiale d'alveo: rilievo in sito dei depositi a pezzatura grossolana e analisi granulometrica della matrice

Si è invece optato per l'applicazione di un indice di abbondanza basato sul seguente schema:

- p0: specie assente;
- p1: specie da occasionale a scarsa;
- p2: specie da scarsa a presente;
- p3: specie da presente ad abbondante;
- D: specie dominante.

Sono stati effettuati appropriati campionamenti e i pesci catturati sono stati determinati dal punto di vista sistematico e reimmessi in acqua.

Per l'applicazione della metodologia dei microhabitat (v. capitolo 8.3), è stata infine individuata la specie bersaglio, in base ai seguenti criteri:

- specie caratteristica della zona;
- importanza ecologica;
- sensibilità alle variazioni di portata;
- disponibilità di informazioni in merito alle esigenze fisiologiche della specie.

### 3.5.2 Caratterizzazione dell'ittiofauna

La comparazione dei risultati della campagna di rilevamenti con gli scarsi dati disponibili in bibliografia e relativi a campionamenti effettuati nel tratto di Ticino oggetto dello studio, confermerebbe sostanzialmente la vocazione ittica del tratto sublacuale come zona mista trota marmorata/temolo-ciprinidi reofili, così come già indicato nella Carta Ittica del Piemonte (Carta Ittica relativa al territorio della regione Piemontese, 1991), nella Carta Ittica della Lombardia (Carta delle Vocazioni Ittiche e Piano Regionale per la tutela e l'incremento dell'ittiofauna della Regione Lombardia, 1994) e nella Carta Ittica delle Province di Milano (Acque e pesci nella Provincia di Milano, 1990) e di Varese (La Pesca nella Provincia di Varese, 1988).

L'analisi dei dati attuali e di quelli pregressi (Merati, dati non pubblicati) permette di suddividere grossolanamente il tratto in oggetto in 3 sezioni distinte: una prima sezione, dall'uscita dal lago Maggiore fino allo sbarramento del Panperduto, presenta una ricca comunità ittica dove forte è l'influsso del lago. Accanto alle specie reofile tipiche dei tratti di fondovalle dei fiumi alpini, convivono specie potamofile e specie spiccatamente lacustri.

Una seconda sezione, compresa tra il Panperduto ed il ponte di Oleggio, ospita una comunità ittica che risente fortemente delle manovre idrauliche delle utilizzazioni e delle conseguenti variazioni di livello. In questo tratto la componente reofila è dominante, ma sono presenti ancora specie limnofile e di chiara derivazione lacustre.

Questo tratto è interessato da notevoli variazioni qualitative e quantitative

minime necessarie per consentire una costante colonizzazione lungo l'intero tratto fluviale da parte della comunità ittica vocazionale si attestano comunque su valori maggiori delle portate minime attuali.

In aggiunta alla definizione di un valore di DMV compatibile, a valle dello sbarramento del Panperduto, è possibile individuare alcuni interventi correttivi in grado di mitigare l'effetto della presenza della derivazione sulla comunità ittica residente.

Considerando un valore di riferimento del DMV, si rileva l'importanza della sua costanza nel tempo, per permettere la stabilizzazione dell'ambiente e l'adeguamento ad esso della comunità biologica; gli aumenti dei valori di portata dovrebbero essere quindi dovuti unicamente a variazioni naturali collegate a fenomeni meteorologici.

Per quanto riguarda in particolare le manovre idrauliche degli organi di regolazione, è di estrema importanza prevedere modalità operative che consentano la graduale modulazione delle portate, in particolare in coda ai fenomeni di piena naturale, per consentire alla comunità biologica residente a valle dello sbarramento di raggiungere zone di sicurezza senza incorrere nel rischio di rimanere in asciutta.

## **4. IDROLOGIA E SCENARI DI UTILIZZO DELLA RISORSA IDRICA**

### **4.1 Metodologia**

L'analisi idrologica è stata finalizzata alla definizione del "valore idrologico di riferimento" del DMV con la preliminare individuazione degli stati critici di magra a valle dello sbarramento della Miorina, in base ai dati misurati durante i 50 anni di regolazione, ed il successivo confronto di tali situazioni di criticità idrologica con condizioni "naturali" teoriche e con "scenari" ipotetici futuri nei quali è previsto il rilascio di diverse portate di DMV.

Sono stati affrontati i seguenti aspetti idrologici del sistema lago Maggiore-Ticino:

- individuazione degli stati critici di magra attuali (in termini di portate minime, durata e periodo stagionale), indotti sia dalla scarsità di afflussi al lago, sia dalla regolazione artificiale dei deflussi, legata alle variazioni stagionali della richiesta delle derivazioni irrigue e idroelettriche del Ticino sublacuale e agli invasi stagionali nei serbatoi alpini;
- confronto fra i dati storici misurati (portate erogate dalla Miorina nel cinquantennio) e quelli naturali ricostruiti sullo stesso periodo;
- individuazione delle portate di magra in condizioni teoriche "naturali", cioè non condizionate né dalla regolazione della Miorina né dalla regolazione stagionale dei numerosi serbatoi alpini esistenti sul bacino imbrifero; verifica dell'attendibilità di formulazioni teoriche (come le formule di regionalizzazione idrologica) per la definizione delle portate minime "naturali" a valle di grandi laghi alpini;
- valutazione dei possibili contributi ai regimi di magra del lago, e quindi del Ticino sublacuale, indotti da differenti regole operative (reali o ipotetiche) nella gestione

- dei serbatoi stagionali alpini riguardo ai deflussi minimi;
- individuazione di tratti fluviali con differente condizione idrica di criticità, legata principalmente ai prelievi, alle restituzioni in alveo e ai contributi residui (risorgive);
- valutazione, attraverso la ricostruzione del decennio 1984-1993, della variazione dei livelli nel lago e delle disponibilità idriche per le derivazioni conseguenti ad alcune ipotesi di applicazione di differenti valori di DMV; simulazione di due diversi scenari per la fornitura, nei periodi di carenza idrica, delle portate minime vitali in alcune sezioni di controllo del Ticino sub-lacuale, attraverso rilasci maggiori dalla Miorina o minore derivazione alle prese; simulazione dell'ipotesi di compensazione con l'ENEL.

I dati storici utilizzati sono quelli disponibili presso il Consorzio del Ticino e già in parte elaborati nell'ambito dello studio dell'Autorità di Bacino del fiume Po "Regolazione dei grandi laghi alpini" del maggio '96. Essi coprono il cinquantennio di regolazione (dal 1943 al 1993) e sono relativi ai valori giornalieri di: livelli misurati alla Miorina, corrispondenti portate erogate, portate affluite al lago (calcolate con l'equazione di continuità del lago) e portate che sarebbero defluite in condizioni naturali, queste ultime ricostruite considerando le scale di deflusso disponibili prima della costruzione dell'opera di regolazione.

Sono stati inoltre utilizzati i valori giornalieri stimati delle portate derivate dalle principali utenze (Regina Elena, Villorosi, Enel, Oleggio) localizzate lungo il tratto più critico.

Le valutazioni idrologiche sono state in parte integrate con le informazioni reperite dalle pubblicazioni del SIMN (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale) e in parte correlate con i valori desunti dalle misure dirette in campo (portate minime in gennaio, contributi delle risorgive...).

## **4.2 Analisi dei dati storici**

### 4.2.1 Individuazione dei periodi di criticità di magra: confronto fra il regime regolato misurato e quello naturale ricostruito alla Miorina

L'idrologia del fiume Ticino non è facilmente schematizzabile con formule sintetiche riguardanti i principali valori caratteristici del regime di deflussi, essendo questi alterati dall'invaso naturale del lago Maggiore, a sua volta regolato dallo sbarramento della Miorina che eroga le portate in funzione delle richieste delle utenze di valle.

E' evidente quindi l'esigenza di caratterizzare i regimi di magra del Ticino in base non solo ad una idrologia che tenga conto dei fattori fisico-climatici del bacino idrografico afferente, ma anche alle alterazioni indotte degli invasi (lago e serbatoi alpini), alle singole derivazioni sublacuali (prelievi e restituzioni) e ai contributi residui (risorgive).

La caratterizzazione delle condizioni critiche di magra è stata inizialmente condotta analizzando la storia pregressa dei 50 anni di regolazione, individuando i periodi di magra e confrontando il regime regolato con quello naturale calcolato attraverso i dati giornalieri del Consorzio del Ticino.

L'esame delle serie storiche su base giornaliera è stata condotta in una prima fase su tale periodo di 50 anni, per poter trattare correttamente gli aspetti statistici delle portate minime rilevate o ricostruite in regime naturale; successivamente si è fatto riferimento al decennio recente di dati disponibili, dal 1984-93, in quanto ritenuto sufficientemente significativo a rappresentare una situazione "attuale", ricavando le curve di durata per il regime regolato e naturale; questi regimi evidenziano le seguenti differenze nei valori minimi di riferimento:

Ticino alla Miorina	Qmin assoluta (m <sup>3</sup> /s)	Q355 (m <sup>3</sup> /s)	Q347 (m <sup>3</sup> /s)
regime regolato	45 (sett.1991)	58	75
regime naturale	60 (gen.1987)	78	83

A titolo di confronto, la curva di durata pubblicata dal SIMN per il periodo 1921-1984, comprendente quindi sia il regime regolato sia il precedente regime naturale, presenta i seguenti valori minimi di riferimento:

Ticino alla Miorina (periodo 1921-1984)	Qmin assoluta (m <sup>3</sup> /s)	Q355 (m <sup>3</sup> /s)	Q347 (m <sup>3</sup> /s)
SIMN	35 (genn.1922)	86	94

L'analisi degli andamenti giornalieri delle portate erogate alla Miorina evidenzia periodi di scarsità invernale, estiva, tardo estiva-autunnale e primaverile, a dimostrazione del fatto che tali situazioni critiche possono verificarsi in differenti periodi dell'anno e sono da attribuirsi per lo più a condizioni di afflusso scarso al lago, dovuto sia a situazioni climatiche particolari sia alla gestione dei serbatoi di ritenuta nel bacino a monte.

Sono state messe in evidenza inoltre anche le durate dei periodi di crisi (che possono raggiungere anche 90 giorni consecutivi, ottobre 1986-febbraio1987) e le modalità gestionali degli utenti operate per minimizzare le reciproche fallanze dovute a carenza idrica.

#### 4.2.2 Analisi delle criticità

I periodi critici sono stati individuati calcolando le portate giornaliere defluite a valle del Panperduto, sottraendo da quelle misurate alla Miorina le portate giornaliere derivate dalle diverse utenze a monte (Regina Elena, Villoresi ed ENEL).

Le condizioni di magra più gravose e di maggior durata (> 30 giorni consecutivi) sono state osservate tutti gli anni nel periodo invernale (novembre-febbraio), sebbene in certi anni tale criticità si sia prolungata fino a primavera, interferendo così con le prime necessità irrigue legate all'adacquamento delle risaie (marzo-aprile).

Il periodo di magra estivo si verifica quasi sempre fra luglio e agosto ed è spesso molto critico in quanto concomitante con le maggiori richieste del comparto irriguo: si hanno in tali periodi portate molto basse a valle del Panperduto e prolungate anche per 10-20 giorni consecutivi.

E' stata condotta un'analisi sui periodi, nel decennio considerato, in cui si ritrovano in alveo a valle del Panperduto portate inferiori a valori prefissati (3-50 m<sup>3</sup>/s).

La tabella seguente sintetizza i risultati di tale analisi, espressi come numero totale di giorni sul periodo considerato e numero medio di giorni all'anno in cui si sono verificati valori di portata inferiori alle soglie prefissate.

<b>EVENTI CRITICI SUL PERIODO 1984-1993: n° di giorni con portate "critiche" a valle del Panperduto</b>		
Q (m <sup>3</sup> /s)	n°gg totali	n°gg/anno
< 3	119	12
< 10	2033	203
< 15	2090	210
< 20	2122	210
< 30	2161	220
< 50	2296	230

Le criticità a valle del Panperduto sono state individuate anche su base mensile calcolando il numero di giorni/mese nel decennio considerato in cui le portate naturali defluenti a valle del Panperduto sono risultate superiori a determinati stati idrologici (assimilabili ai valori di riferimento assunti per il DMV), come rappresentato nella tabella seguente, in cui per ogni mese sono riportate le percentuali di presenza (in giorni) di un dato valore di portata:

<b>Percentuale del numero di giorni sul decennio con portata superiore o uguale a Q prefissata</b>						
	gg mese	Q(m <sup>3</sup> /s)>5	Q(m <sup>3</sup> /s)>8	Q(m <sup>3</sup> /s)>10	Q(m <sup>3</sup> /s)>15	Q(m <sup>3</sup> /s)>20
periodo	totali sul	%	%	%	%	%
gen	310	98.4%	22.3%	11.3%	10.6%	9.4%
feb	282	97.2%	20.9%	9.9%	9.6%	9.2%
mar	310	76.5%	33.9%	24.5%	22.9%	22.9%
apr	300	90.3%	77.7%	69.3%	68.0%	68.0%
mag	310	96.5%	81.6%	71.3%	70.3%	69.0%
giu	300	99.3%	86.3%	83.0%	82.7%	82.3%
lug	310	98.4%	68.4%	50.0%	47.1%	45.2%
ago	310	95.2%	50.0%	28.1%	21.6%	19.4%
set	300	96.3%	70.0%	62.7%	60.0%	59.3%
ott	310	99.0%	72.9%	71.0%	71.0%	71.0%
nov	300	93.7%	40.7%	33.0%	32.0%	30.0%

Da questa analisi su base mensile si possono stimare le carenze di portata a valle del Panperduto che è necessario integrare per garantire determinati valori di DMV.

Le durate e l'entità delle carenze-integrazioni possono essere determinate considerando, dalla tabella, la differenza fra i giorni mensili in cui si verificano valori di portate superiori a valori prefissati.

A titolo di esempio, si osserva come nel mese di giugno (in cui per l'82 % dei giorni nel decennio rappresentato, 24.7 giorni/mese medi, si hanno portate uguali o superiori a 20 m<sup>3</sup>/s) per garantire in alveo un DMV di pari entità (20 m<sup>3</sup>/s) sarebbe necessario integrare i deflussi per il 18% circa dei giorni (5-6 giorni/mese).

In agosto per la stessa condizione idrologica si ha solo il 20% circa di giorni con portate superiori; ciò significa che con un DMV pari a 20 m<sup>3</sup>/s da garantire a valle del Panperduto, in questo mese si avrebbe per circa l'80% dei giorni (25 giorni/mese) la necessità di integrare le portate.

L'entità di tale integrazione si può valutare considerando che, in agosto, una portata pari o superiore a 15 m<sup>3</sup>/s si verifica mediamente per 24 giorni, una portata pari a 10 m<sup>3</sup>/s si verifica per almeno 22 giorni, una portata di 8 m<sup>3</sup>/s per 15 giorni; quindi avendo valutato 25 giorni necessari di integrazione, per garantire un DMV pari a 20 m<sup>3</sup>/s, per 1 giorno (25-24) di dovrà integrare con al massimo 20-15= 5 m<sup>3</sup>/s, per altri 3 giorni con al massimo 10 m<sup>3</sup>/s e così via.

Nei 3 mesi di magra invernale (dicembre, gennaio, febbraio) solo per il 23% circa dei giorni totali si ritrovano in alveo portate superiori a 8 m<sup>3</sup>/s.

La durata e l'entità delle magre invernali è stata stimata come per l'esempio estivo sopra descritto.

Una sintesi della situazione "attuale" al Panperduto (ovvero della situazione idrologica media che si è ivi verificata nel decennio recente di analisi) è evidenziata nella tabella seguente, dove sono riportate le caratteristiche medie dei deflussi nel periodo irriguo e nel periodo non irriguo.

DEFLUSSI CARATTERISTICI MEDI SUL PERIODO 1984-93 A VALLE DEL PANPERDUTO									
		Qregolate	Q derivate	Qvalle	Q derivate	Q derivate	Qvalle	Q derivate	Qvalle
		(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)
		alla Miorina	R.ELENA	R.ELENA	VILLORESI	ENEL	Panperduto	OLEGGIO	OLEGGIO
anno medio	media	171.6	21.3	150.4	24.6	102.5	23.4	3.9	19.6
	min	49.0	0.0	49.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	max	609.0	58.0	560.0	70.1	136.5	370.6	4.5	366.1
periodo irriguo (1 MAG-30 SET)	media	207.0	38.9	168.1	47.9	90.6	29.9	4.2	25.8
	min	49.0	0.0	49.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.0
	max	609.0	56.0	560.0	70.1	136.5	370.6	4.5	366.1
periodo non irriguo	media	147.8	7.6	140.2	7.6	112.0	20.7	3.8	17.1
	min	50.0	0.0	71.1	0.0	62.0	0.0	0.2	0.0
	max	309.9	29.0	283.4	19.0	136.5	140.0	4.1	135.9



La tabella che segue riporta i volumi di acque nuove<sup>2</sup> erogati mediamente nel periodo 1984-1992, considerando le condizioni attuali dei deflussi sopra riportate.

VOLUMI ANNUI DI ACQUA NUOVA EROGATI DAL LAGO NEL PERIODO 1984-1992			
anno	V (106 m <sup>3</sup> ) anno	V (106 m <sup>3</sup> ) periodo non irriguo	V (106 m <sup>3</sup> ) periodo irriguo
1984	208	132	76
1985	135	59	76
1986	60	17	43
1987	64	21	43
1988	84	55	29
1989	165	24	141
1990	338	133	205
1991	251	79	172
1992	180	60	120

L'esigenza di garantire in alveo a valle del Panperduto un certo valore di DMV richiederebbe, nel caso in cui non venissero alterate le richieste delle utenze sublacuali, una maggiore erogazione dal lago, ovvero un aumento del volume complessivo delle acque nuove.

A titolo esemplificativo, considerando uno scenario con un valore di DMV pari a 10 m<sup>3</sup>/s, si osserva che, a fronte di un volume medio annuo attualmente erogato pari a 165.121.176 m<sup>3</sup>, si ottiene un incremento delle acque nuove pressochè trascurabile e pari al 1.2 %.

Considerando invece una situazione più sfavorevole, individuata per l'anno 1990 che ha presentato caratteristiche di magra piuttosto pronunciate, a fronte di un volume di acque nuove effettivamente erogato di 338.497.920 m<sup>3</sup>, si renderebbero necessari ulteriori 163.159.575 m<sup>3</sup> per poter garantire, oltre alle necessità delle utenze, il DMV di 10 m<sup>3</sup>/s a valle del Panperduto, pari quindi ad un incremento del 29.4%.

#### 4.3 Simulazione idrologica dell'applicazione del DMV

Lo scopo principale delle simulazioni idrologiche è stato quello di individuare un "range" di valori idrologici di riferimento del DMV in relazione a diversi stati critici di magra a valle dello sbarramento della Miorina, confrontando le attuali situazioni di criticità idrologica (valutate in termini di portate minime attuali defluenti, periodo e durata di tali condizioni) con "scenari" futuri che prevedono una garanzia di DMV minimo in alcune sezioni fluviali significative.

<sup>2</sup> Le "acque nuove" sono i maggiori volumi d'acqua resi disponibili alle utenze grazie alla regolazione della Miorina e rappresentano quindi il beneficio ottenuto in termini di volumi rilasciati, differenti a seconda delle necessità.

La riduzione dell'entità delle magre nei tratti attualmente penalizzati, ovvero la possibilità di garantire in alveo un valore prestabilito di DMV, è stata verificata considerando principalmente due scenari di intervento differenti, considerabili singolarmente o interconnessi:

- il primo scenario ipotizza che le utenze sublacuali (irrigue e idroelettriche) operino una autoriduzione temporanea dei prelievi in atto, affinché le portate in alveo non siano mai inferiori a quelle minime vitali, in rapporto alle relative competenze e alle esigenze stagionali, secondo criteri che tendano a minimizzare carenze e fallanze nei rispettivi comparti;
- il secondo scenario ipotizza che i rilasci minimi siano sempre garantiti dal lago Maggiore, attraverso una differente regolazione dei livelli alla Miorina, con un'ipotesi, del tutto teorica, di assenza di limiti di regolazione e fisici all'abbassamento del livello del lago al fine di rappresentare un caso estremo.

I due scenari considerati simulano le due diverse opportunità di integrazione nei periodi di carenza: o questa viene effettuata dalle principali utenze di monte (Regina Elena, Villoresi ed ENEL) mediante una autoriduzione temporanea dei prelievi, o essa viene del tutto caricata sulla regolazione del lago, imponendo che alla Miorina si presenti già il valore di portata al lordo del DMV assunto.

Un'ulteriore ipotesi, recentemente suggerita dall'Ente stesso, prevede che l'ENEL possa operare una sorta di compensazione; cioè se, aumentata la sua competenza (fino ad almeno 136.5 m<sup>3</sup>/s), le venisse permesso di derivare di più quando c'è abbondanza d'acqua, essa si potrebbe fare carico di rilasciare a valle del Panperduto il necessario DMV durante periodi di criticità idrologica.

Dalle simulazioni effettuate, questa ipotesi è stata verificata e i risultati ottenuti sono in effetti ottimistici, anche per l'ENEL (che risulta non penalizzata rispetto alle condizioni attuali); l'ipotesi è quindi piuttosto interessante e merita di essere approfondita nei suoi aspetti applicativi.

Tornando ai citati scenari, nel primo di essi si è ipotizzato che le cosiddette "antiche utenze" - ovvero le utenze sottese dal canale industriale dell'ENEL, aventi comunque diritto di prelievo (e garantite per le loro competenze dall'ENEL stessa attraverso lo scaricatore della Sabbia) - non siano alterate nelle loro competenze e quindi non partecipino alla formazione in alveo del DMV. Questa condizione, che vale solo per semplificare le procedure di analisi senza con questo prefigurare reali ipotesi applicative, si è resa necessaria specialmente per le utenze maggiori, quali la roggia di Oleggio, la cui presa è quella situata circa 2 km a valle del Panperduto, il Naviglio Grande, e il Naviglio Langosco.

La sezione fluviale "di controllo" nella quale si fa in modo che sia garantito il valore prefissato di DMV è quella subito a valle dello sbarramento del Panperduto.

Con l'ipotesi sopracitata, non si è considerata alcuna alterazione alla competenza della roggia di Oleggio, che quindi non partecipa alla garanzia in alveo del DMV. Nello schema adottato sussiste una maggiorazione al DMV al Panperduto pari alla sua competenza (ovvero 4 m<sup>3</sup>/s in più del valore DMV prefissato) e tale maggiorazione

è stata intesa a carico dell'ENEL, anche se in realtà dallo scaricatore della Sabbia vengono rilasciati in Ticino per la Roggia di Oleggio circa 6 m<sup>3</sup>/s, che non sono sottratti alle competenze ENEL ma vengono gestiti dal Consorzio.

Entrambi gli scenari sono stati simulati per 10 anni consecutivi (periodo 1984-1993) su base giornaliera, utilizzando le portate storicamente defluite dalla Miorina e prelevate da ogni singolo utente (quelli principali, ovvero Regina Elena, Villorresi, ENEL e Oleggio), resi disponibili dal Consorzio del Ticino, integrati con i risultati delle misure dirette in campo (portate minime, contributi delle risorgive...) e con alcune informazioni aggiuntive relative alla ripartizione delle acque nei nodi idraulici principali (in funzione delle competenze assegnate e delle modalità gestionali applicate).

I risultati degli scenari simulati sono stati confrontati con la situazione "attuale", o di riferimento, che si basa sulle regole gestionali attuate sull'intero sistema nel decennio 1984-1993 (riportata in sintesi su base media mensile in figura 6).

Le regole operative principali sono state ovviamente mantenute nelle simulazioni, poichè intrinseche nei valori giornalieri di erogazione e di derivazione registrati e utilizzati; alcune regolazioni sono state invece necessariamente semplificate per esigenze di generalizzazione secondo schemi più rigidi di quelli utilizzati dai gestori.

Infatti si è considerato che il Consorzio del Ticino operi la regolazione dei livelli alla Miorina in maniera immediata e non preventiva, come avviene realmente attraverso svasi o invasi anticipati.

Inoltre si è ipotizzato, per semplificare le procedure di calcolo, che nelle differenti stagioni, invernale e irrigua, le utenze si regolino fra loro in situazioni critiche secondo un criterio di precedenza all'uso (cioè nel periodo irriguo si riduce per primo l'uso idroelettrico, mentre nel periodo invernale si riduce l'uso irriguo), senza rappresentare invece la reale ripartizione proporzionale operata in continuo dai gestori in relazione a necessità oggettive.

Tali ipotesi rappresentano chiaramente situazioni critiche "limite": per questo motivo si ritiene che gli scenari "ottimali" possano essere individuati dalla mediazione fra i due interventi di integrazione di portata, prevedendo che il deflusso minimo vitale sia garantito in parte attraverso maggiori erogazioni dalla Miorina e in parte mediante autoriduzione dei prelievi da parte delle utenze, tenendo anche conto della citata possibile compensazione con l'Enel.

I valori "idrologici di riferimento" del DMV sono stati assunti costanti lungo il tratto considerato e pari a: 5.0 m<sup>3</sup>/s, 10 m<sup>3</sup>/s, 15 m<sup>3</sup>/s, 20 m<sup>3</sup>/s, 30 m<sup>3</sup>/s. In base ai valori suddetti sono stati calcolati i giorni medi annui sul decennio considerato in cui si sono registrate portate inferiori a quella prefissata e la corrispondente portata media carente per quel numero di giorni.

periodo	Qmedie mensili	Qregolate alla Miorina (m <sup>3</sup> /s)	Qprelevate R.ELENA (m <sup>3</sup> /s)	Qvalle R. Elena (m <sup>3</sup> /s)	Qprelevate VILLORESI (m <sup>3</sup> /s)	Qvalle Panperduto (m <sup>3</sup> /s)	Qprelevate OLEGGIO (m <sup>3</sup> /s)	Qvalle R. Oleggio (m <sup>3</sup> /s)
(1984-1993) genn		128.2	1.0	127.2	10.7	13.9	4.1	9.8
(1984-1993) feb		130.5	1.0	129.5	10.4	10.0	4.1	5.9
(1984-1993) mar		182.1	3.1	179.0	0.7	61.3	2.7	58.6
(1984-1993) apr		344.3	49.9	294.4	6.5	159.9	2.5	157.4
(1984-1993) mag		460.0	50.8	409.4	42.6	237.4	4.7	232.7
(1984-1993) giu		470.6	53.3	417.3	56.8	225.1	4.8	220.2
(1984-1993) lug		356.4	58.8	297.6	64.2	102.8	4.9	97.9
(1984-1993) ago		231.8	48.3	183.5	55.3	34.7	4.8	29.9
(1984-1993) sett		241.6	8.1	233.6	23.5	129.7	4.7	127.0
(1984-1993) ott		507.7	0.0	507.7	0.0	427.3	4.3	423.0
(1984-1993) nov		156.3	0.0	156.3	3.8	43.0	3.5	65.7
(1984-1993) dic		140.9	0.9	140.0	10.4	16.9	4.0	12.9

ANDAMENTO MEDIO MENSILE DELLE PORTATE

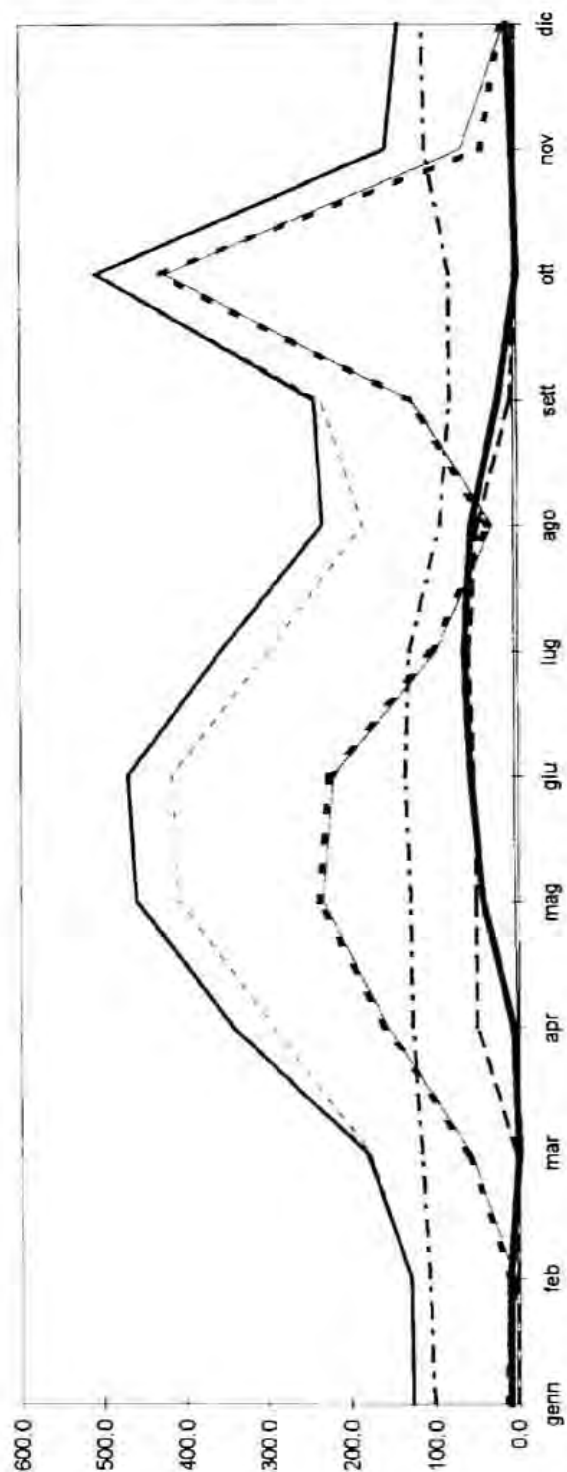


Figura 6 : Analisi idrologica/Andamento

Nella tabella seguente si riportano tali valori su base media annuale.

	DMV=5 m <sup>3</sup> /s	DMV=10 m <sup>3</sup> /s	DMV=15 m <sup>3</sup> /s	DMV=20 m <sup>3</sup> /s	DMV=30 m <sup>3</sup> /s
n° gg di carenza al Panperduto	17	203	209	212	216
portata media annua carente (m <sup>3</sup> /s)	0.14	1.88	4.71	7.6	13.4

Si osserva che valori di DMV uguali o superiori a 10 m<sup>3</sup>/s richiedono l'integrazione della portata a valle del Panperduto per oltre 6 mesi all'anno.

L'analisi dei due scenari simulati, rappresentanti come già detto condizioni estreme di garanzia del DMV nel Ticino sublacuale, permette di effettuare alcune importanti considerazioni.

Lo scenario 1, ovvero il deflusso minimo garantito da maggiori rilasci delle utenze a monte del Panperduto, comprende la riduzione delle portate medie annue derivate dalle singole utenze riportate nella tabella seguente.

	1984-1993 (m <sup>3</sup> /s)		variazione (in m <sup>3</sup> /s) delle portate medie annue utilizzate dalle utenze				
			DMV=5 m <sup>3</sup> /s	DMV=10 m <sup>3</sup> /s	DMV=15 m <sup>3</sup> /s	DMV=20 m <sup>3</sup> /s	DMV=30 m <sup>3</sup> /s
Q med. annua Regina Elena	23.1	delta Q (m <sup>3</sup> /s) Regina Elena	0.00	0.01	0.01	0.04	0.1
Q med. annua Villorresi	24.1	delta Q (m <sup>3</sup> /s) Villorresi	0.02	0.8	1.9	2.6	2.7
Q med. annua Enel	111.0	delta Q (m <sup>3</sup> /s) Enel	0.12	1.1	2.8	5.0	10.7

La maggior penalizzazione dei prelievi dell'Enel e la minor riduzione dei prelievi irrigui (pressochè nulla per il Regina Elena) sono dovute alle semplificazioni adottate per le simulazioni, legate alle precedenze di utilizzo nelle stagioni e nelle condizioni di magra precedentemente citate, che non rappresentano il reale riparto delle disponibilità fra le utenze, ma condizioni ipotetiche di riferimento.

Lo scenario 2, ovvero il deflusso minimo garantito da maggiori rilasci dal lago Maggiore, in teoria non coinvolge le utenze sublacuali. L'analisi dei livelli del lago nel periodo di riferimento (1984-1993) evidenzia peraltro già nella situazione reale effetti di riduzione delle portate dalla Miorina, quando il livello del lago scende sotto lo zero idrometrico. Le riduzioni suddette vengono messe in atto in base a regole gestionali non fisse e legate sia alla stagione in atto sia alle previsioni di afflusso al lago.

Le simulazioni sono state eseguite utilizzando i dati storici di livello misurati, mantenendo il loro andamento statistico, acquisendo quindi tale regola non scritta di limitazione delle derivazioni come un dato prefissato. Le differenze calcolate sono riferite quindi non alle competenze teoriche delle utenze, ma a quelle effettive verificatesi nel decennio considerato - con le limitazioni praticate - ed evidenziano quindi i

differenziali rispetto a queste.

L'analisi delle simulazioni condotte per questo secondo scenario mostra che la variazione dei livelli del lago indotta dal maggior rilascio, proprio perchè il periodo di integrazione delle portate al fine di garantire il DMV a valle del Panperduto è piuttosto lungo e spesso continuo (fino a quasi 90 giorni consecutivi), è decisamente molto onerosa e provoca notevoli alterazioni sia sui livelli minimi del lago, sia sulla durata dei periodi di crisi, intendendo come tali tutte le situazioni che si instaurano, coinvolgendo anche le utenze, quando il lago scende sotto lo zero idrometrico.

Nella figura 7 è riportato un grafico esemplificativo dello scenario simulato con  $DMV = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Nella tabella di sintesi dei risultati che segue sono riportati i giorni di tenuta dei livelli del lago sotto lo zero idrometrico nelle condizioni di riferimento e secondo i 5 valori di DMV assunti.

livelli lago	n° giorni di permanenza del livello del lago nell' intervallo designato					
	1984-1993 (gg)	DMV=5m <sup>3</sup> /s (gg)	DMV=10 m <sup>3</sup> /s (gg)	DMV=15 m <sup>3</sup> /s (gg)	DMV=20 m <sup>3</sup> /s (gg)	DMV=30 m <sup>3</sup> /s (gg)
h<-0.5 m	3	3	7	24	46	78
-0.5<h<-0.2 m	16	16	27	29	30	24
-0.2<h<0.0 m	22	23	17	18	9	16
livello minimo nel lago raggiunto nel periodo simulato						
h min	-0.56	-0.57	-0.65	-0.79	-1.08	-2.00

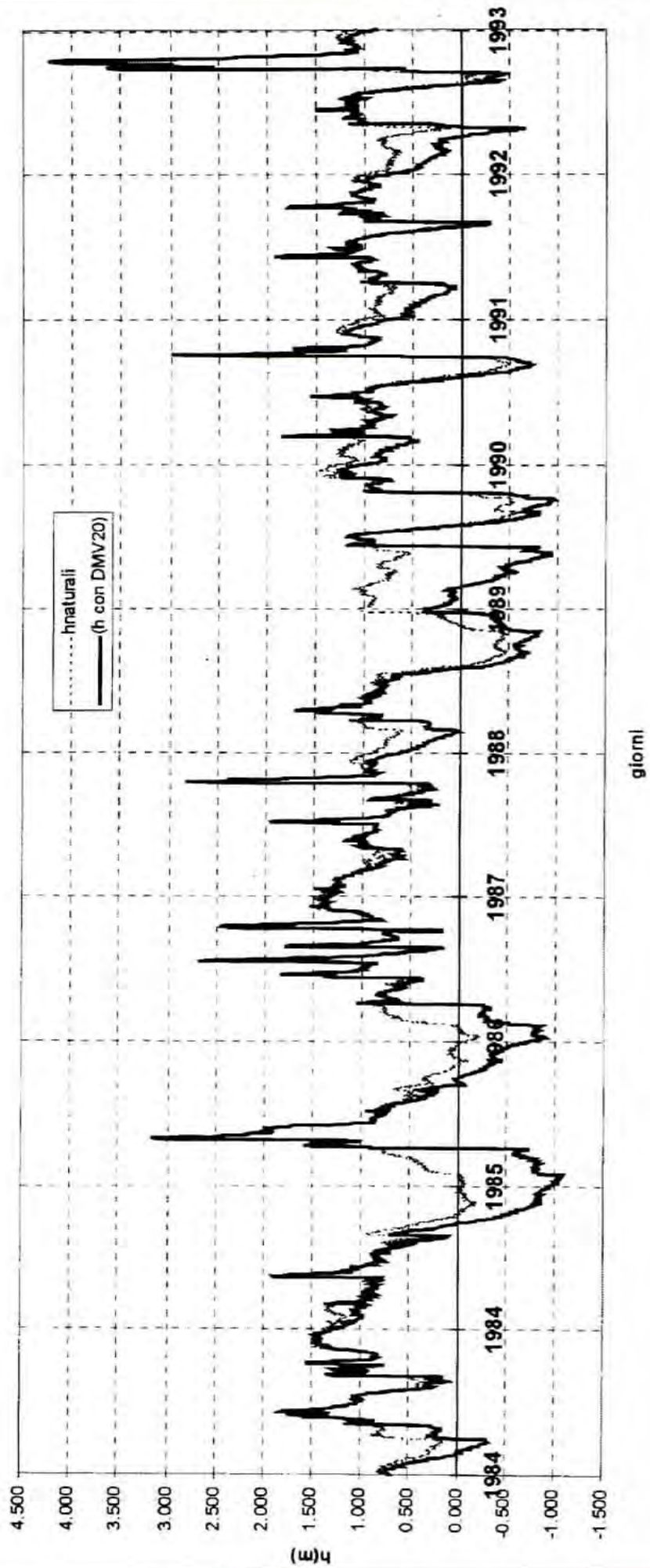
Si osserva come tali livelli siano inaccettabili, sia come entità sia come durata di permanenza dei valori minimi.

Analizzando i risultati delle simulazioni su base media mensile, si osserva che tali situazioni di massima crisi del lago si verificano principalmente nella tarda estate e in autunno. Ma si evidenzia che la condizione di allerta di crisi, che si attua con livelli inferiori allo 0.0 m, si verifica praticamente in tutti i mesi dell'anno (mentre nel periodo di riferimento si verifica mediamente solo da agosto a gennaio), con durate variabili, fino a 20 giorni al mese.

Come già detto, entrambi gli scenari, seppur estremi, mostrano la delicatezza del problema del valore di riferimento del DMV; valori di DMV maggiori di  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  evidenziano, simulando un decennio come quello considerato, carenze e problematiche che coinvolgono tutto il sistema del Ticino per oltre 6 mesi all'anno, sia in campo idrologico, che, specialmente, ambientale, economico e gestionale.

Una ulteriore ipotesi prospettata prevede che l'ENEL possa disporre di una portata massima derivabile maggiore di quella attuale, in modo da derivare portate più elevate nei periodi abbondanti e rilasciare il DMV a valle del Panperduto quando non è possibile garantirlo naturalmente. Questa ipotesi è stata simulata sul decennio di riferimento, ipotizzando una portata massima di prelievo dell'ENEL pari a  $136.5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**SCENARIO 2. IPOTESI DMV = 20 m<sup>3</sup>/s**  
**confronto andamenti dei livelli alla Miorina (1984-1993)**



**Figura 7 : Scenario 2 / Andamenti Simulati con DMV 20 m<sup>3</sup>/s**

I risultati ottenuti sono riportati sinteticamente nelle tabelle seguenti, dove sono indicati:

- per la situazione attuale: la portata media annua derivata dall'ENEL nel caso di competenza massima pari a 110 m<sup>3</sup>/s;
- per la situazione ipotizzata: la portata media annua derivata dall'ENEL nel caso di competenza massima pari a 136.5 m<sup>3</sup>/s ma senza impegno sulla garanzia di DMV a valle del Panperduto;
- per la situazione ipotizzata: la portata media annua derivata dall'ENEL nel caso di competenza massima pari a 136.5 m<sup>3</sup>/s con vincolo di garanzia di DMV secondo i diversi valori assunti; per tale simulazione sono riportati anche i giorni (calcolati sul decennio di simulazione).

SITUAZIONE ATTUALE	QMAX ENEL=110 m <sup>3</sup> /s
Qmedia derivata (m <sup>3</sup> /s)	95.0

IPOTESI SENZA DMV	QMAX ENEL=136.5 m <sup>3</sup> /s
Qmedia derivata (m <sup>3</sup> /s)	110.9

IPOTESI CON QMAX=136.5 m <sup>3</sup> /s E DMV					
	5 m <sup>3</sup> /s	10 m <sup>3</sup> /s	15 m <sup>3</sup> /s	20 m <sup>3</sup> /s	30 m <sup>3</sup> /s
Qmedia derivata (m <sup>3</sup> /s)	110.7	105.3	102.3	99.3	93.2
n° gg di compensazione <sup>(1)</sup>	175	2033	2090	2121	2160

(1) gg totali nel decennio

Dalle tabelle si può osservare come, anche nella simulazione relativa al valore di DMV più alto, la portata media annua derivabile dall'ENEL, nell'ipotesi di portata massima prelevabile aumentata, risulti pressochè invariata rispetto a quella risultante considerando la attuale competenza massima.

Infatti per valori di DMV minori o uguali a 20 m<sup>3</sup>/s risulta che l'ENEL può trarre ulteriori profitti (in termini di portata media annua utilizzabile) seguendo l'ipotesi di compensazione rispetto alla situazione attuale.

## 5. EFFETTI ECONOMICI CONSEGUENTI ALL'APPLICAZIONE DEL DMV

Rispetto ai valori di riferimento per portate di DMV considerati nello studio idrologico (v. capitolo 4), sono state analizzate le principali conseguenze che si verrebbero a determinare con differenti modalità di rilascio della portata in alveo, con riferimento sia ai livelli del lago Maggiore, sia alle utilizzazioni.

Si è quindi tentato di stimare il costo e/o i benefici che possono derivare sui vari comparti coinvolti dall'alterazione delle modalità gestionali oggi in atto, variando le modalità di rilascio.

L'introduzione di un vincolo idrologico stabile con prioritarie funzioni di salvaguardia



ambientale non può prescindere infatti dalle valutazioni delle ricadute economiche (benefici e costi) sia sotto il profilo delle utilizzazioni antropiche (a carattere economico diretto ed indiretto) sia per quanto attiene all'uso ambientale della risorsa.

Dal punto di vista metodologico-operativo, sulla base di una ricognizione sui fattori a valenza economica (per i quali risulta possibile una "monetizzazione"), si sono ricercati i relativi indicatori econometrici, vale a dire parametri unitari con i quali si rende possibile la stima del beneficio ovvero del mancato introito (costo), anche remoti (esternalità, costi ombra, ricadute ambientali) in conseguenza dell'applicazione di un particolare DMV. A questa fase è seguita la selezione d'un ristretto gruppo di parametri (e quindi di usi) in grado di rappresentare il campione ponderalmente più significativo.

Le valutazioni sono state condotte a moneta costante 1997.

Le principali voci di costo (ovvero di beneficio) prese in esame sono:

- produzione idroelettrica;
- uso irriguo;
- navigazione lacuale;
- laminazione delle piene;
- costi diretti sulle infrastrutture legati alle escursioni di livello del lago;
- qualità biologica e chimico-fisica degli ecosistemi acquatici lacuali - Aspetti paesaggistici/percettivi;
- effetti delle escursioni periodiche o permanenti dei livelli del lago;
- effetti della escursione di portata ovvero di livello in alveo del Ticino sublacuale;
- fruizione sociale e sportiva.

Nella figura 8 sono riportate le "matrici di valutazione" che rappresentano la sintesi dei risultati delle valutazioni economiche, distinte per gli scenari 1 e 2.

SCENARIO		1	Moneta costante 1997		
COMPARTO	COD	Maggiori Costi (-) Lit./anno	Benefici/Risparmi (+) Lit./anno	Saldo (+/-) Lit./anno	
DMV = 10 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	-170.000.000	0	-170.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	N.S.	0	N.S.	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	0	0	0	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	0	0	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	0	0	
DMV = 20 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	-780.000.000	0	-780.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	N.S.	0	N.S.	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	0	0	0	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	400.000.000	400.000.000	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	2.000.000.000	2.000.000.000	
DMV = 30 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	-1.700.000.000	0	-40.500.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	N.S.	0	N.S.	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	0	0	0	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	400.000.000	400.000.000	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	2.000.000.000	2.000.000.000	
SCENARIO		2	Moneta costante 1997		
COMPARTO	COD	Maggiori Costi (-) Lit./anno	Benefici/Risparmi (+) Lit./anno	Saldo (+/-) Lit./anno	
DMV = 10 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	0	35.000.000	35.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	0	0	0	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	-1.800.000.000	0	-1.800.000.000	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	0	0	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	0	0	
DMV = 20 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	0	145.000.000	145.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	0	0	0	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	-3.600.000.000	0	-3.600.000.000	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	400.000.000	400.000.000	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	2.000.000.000	2.000.000.000	
DMV = 30 m3/s)					
4.1 IDROELETTRICO	CIE	0	250.000.000	250.000.000	
4.2 IRRIGUO	CIR	n.s	n.s	n.s	
4.3 NAVIGAZIONE LACUALE	CTN	-4.800.000.000	0	-4.800.000.000	
4.4 LAMINAZIONE PIENE	CL	0	0	0	
4.5 INFRASTRUTTURE BORDO LAGO	CS	0	0	0	
4.6 INDOTTO BIOLOGICO-AMBIENTALE	CB	0	400.000.000	400.000.000	
4.7 FUNZIONE SOCIALE-SPORTIVA	CT	0	2.000.000.000	2.000.000.000	

**Figura 8 : ANALISI ECONOMICA - SINTESI DEI RISULTATI**

## **6. QUADRO DELLE NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEL DMV**

Vengono richiamate brevemente le principali normative promulgate e/o proposte in sede internazionale e in campo nazionale, soffermandosi con maggiore dettaglio su quelle che più direttamente hanno interesse per il Ticino, e precisamente la normativa della Regione Piemonte, quella per la Valtellina e, in qualche misura, anche la normativa Svizzera.

### **Indicazioni della CEE**

In un rapporto CEE del 1969 (da Fraser, 1975) si trovano indicazioni orientative riguardo ai rilasci minimi, riferite a tre tipi di corsi d'acqua:

- a) nei piccoli corsi d'acqua delle regioni montagnose deve essere mantenuto almeno un quinto della portata media minima o anche meno per brevi periodi quando, in casi eccezionali, questa può essere nulla;
- b) nei grandi corsi d'acqua dove la portata è più regolare, deve essere assicurata almeno metà della portata media minima;
- c) in tutti gli altri casi la portata residua non deve risultare più bassa di 0.8 volte la portata media minima.

La proposta di direttiva del Consiglio dell'Unione Europea del 1994 per la determinazione della "qualità ecologica degli ecosistemi acquatici" anche se per via indiretta può comunque fornire indicazioni utili per la regolazione dei deflussi negli ambienti fluviali sottesi dalle derivazioni.

### **La situazione legislativa in Francia**

La legge francese (n° 84-512) richiede che a valle delle opere di presa la portata minima non sia inferiore ad un decimo della portata media annua, valutata su un periodo minimo di cinque anni; per corsi d'acqua a portata media superiore ad 80 m<sup>3</sup>/s il limite può scendere, per decreto, fino ad 1/20 della portata media annua.

Queste disposizioni sono estese anche alle opere esistenti e devono essere applicate integralmente al rinnovo della concessione; per le stesse opere entro tre anni dalla pubblicazione della legge (entro il 1987) i rilasci devono essere adeguati, salvo impossibilità tecnica, ad 1/4 dei valori a regime.

Il Ministero dell'Ambiente francese suggerisce inoltre agli utilizzatori dei corsi d'acqua rilasci superiori in ogni caso al "DCE 355" (débits caractéristiques d'étiage) o portata caratteristica del corso d'acqua che dura 355 giorni all'anno; alcune disposizioni dipartimentali vietano addirittura, come avviene nel Puy de Dome, l'utilizzazione dei corsi d'acqua, quando la portata media annua è inferiore a 500 l/s.

Sempre in sede regionale, nell'Auvergne-Limousin, è stata definita una procedura di valutazione dei rilasci che consta dei seguenti passi:

- valutazione del "DCE 355" sulla base dei valori registrati negli ultimi 10 anni;
- calcolo dei rilasci di base ("DRB" - débit réservé de base) in considerazione di alcuni fattori specifici del corso d'acqua; il "DRB" è generalmente compreso tra 0.7 e 1.3 volte il "DCE 355");
- modulazione del "DRB" in base al periodo dell'anno (ai fini della conservazione degli habitat acquatici).

### **Stati Uniti d'America**

I criteri adottati sono di competenza delle Agenzie per la tutela dell'Ambiente che stabiliscono standard di portata ai fini della qualità dei corsi d'acqua riferiti alle condizioni di magra  $Q_{7,10}$  corrispondente alla portata minima media di sette giorni (media mobile) con tempo di ritorno pari a 10 anni.

### **Normative in ambito nazionale**

#### Provincia autonoma di Trento

Le norme per l'esercizio della pesca nella provincia (Legge Provinciale n. 60/78) e nel Piano Generale per l'utilizzo delle acque pubbliche (D.P.R. n. 1809 del 22.12.1986) stabiliscono che per i rilasci minimi dalle opere di derivazione o sbarramenti il valore sia pari a un terzo della portata minima continua.

Il DPR citato demanda allo Stato la revisione dei disciplinari di concessione delle grandi derivazioni idroelettriche al fine di adeguarli ai rilasci indicati.

#### Provincia autonoma di Bolzano

I due provvedimenti di riferimento contenenti indicazioni sui rilasci minimi sono, similmente alla Provincia di Trento, la legge provinciale n. 28/78 "Misure a tutela dei pesci" e il Piano Generale per l'utilizzazione delle Acque Pubbliche reso esecutivo con Decreto del Presidente della Repubblica dell'11.4.1986.

Il primo provvedimento prescrive la necessità dei rilasci da determinarsi di caso in caso, senza fornire indicazioni quantitative; nel secondo viene confermata la necessità di valutare rilasci minimi che garantiscano la tutela ambientale da valutare di volta in volta, prescrivendo che comunque non siano inferiori al valore corrispondente ad un contributo unitario di 2 l/s·km<sup>2</sup>.

#### Regione Autonoma Valle d'Aosta

Con Delibera del Consiglio regionale n. 1193/x del 22.02.1995 la Regione Valle d'Aosta ha adottato dei "Criteri tecnico-ambientali" per l'esame delle domande di concessione e subconcessione di derivazione di acqua.

Tali criteri stabiliscono il valore della portata di M.D.V. (Minimo Deflusso Vitale) che è determinato in base al contributo unitario del bacino corretto con alcuni coefficienti.

I contributi unitari sono stabiliti per ciascuno dei 12 sottobacini della regione e variano da un minimo di 1.0 l/s·km<sup>2</sup> ad un massimo di 3.5 l/s·km<sup>2</sup>; la più parte dei valori (8 su 12) è uguale a 3.5 l/s·km<sup>2</sup>.

I coefficienti correttivi riguardano la qualità ambientale variabile da 1 a 1.3 che incrementa il M.D.V. via via che il corso d'acqua è più inquinato e il fattore naturalistico variabile tra 1 a 1.2 a seconda del grado di tutela del bacino sotteso.

Il M.D.V. si applica integralmente a tutte le nuove concessioni e con gradualità in un arco temporale massimo di 10 anni nel caso dei rinnovi.

E' inoltre prevista la possibilità di aumento del M.D.V. in bacini particolari e di riduzioni per brevi tratti sottesi. E' richiesta di norma la realizzazione di un "passaggio artificiale per la risalita dell'ittiofauna" e l'installazione di un'asta idrometrica o altro per il controllo diretto del M.D.V. rilasciato.

Normative di interesse per il fiume Ticino

Normativa Svizzera

La legge federale sulla protezione delle acque 814.20 del 24.01.1991 (Stato 1.04.1993) stabilisce il deflusso minimo per prelievi da corsi d'acqua con deflusso permanente pari ai seguenti valori:

- per una portata Q <sup>347</sup> fino a 60 l/s	50 l/s
per ogni 10 l/s in più di portata	più 8 l/s
- per una portata Q <sup>347</sup> di 160 l/s	130 l/s
per ogni 10 l/s in più di portata	più 4.4 l/s
- per una portata Q <sup>347</sup> di 500 l/s	più 280 l/s
per ogni 100 l/s in più di portata	più 31 l/s
- per una portata Q <sup>347</sup> di 2500 l/s	900 l/s
per ogni 100 l/s in più di portata	più 21.3 l/s
- per una portata Q <sup>347</sup> di 10.000 l/s	2.500 l/s
per ogni 1000 l/s in più di portata	più 150 l/s
- per una portata Q <sup>347</sup> pari o superiore a 60.000 l/s	10.000 l/s

Tutti i valori, in mancanza di altri provvedimenti, possono essere aumentati per le seguenti esigenze:

- salvaguardia della qualità delle acque;
- alimentazione delle falde;

- conservazione di biotipi e biocenosi rari;
- garanzia della profondità necessaria alla migrazione dei pesci;
- nei corsi d'acqua con  $Q$  inferiore a 40 l/s per garantire la riproduzione o l'allevamento dei pesci.<sup>347</sup>

I Cantoni possono autorizzare deflussi minimi inferiori in particolari situazioni definite dalla legge.

E' richiesto a chi intende prelevare acqua un rapporto sulle conseguenze del prelievo per gli "interessi a favore del prelievo" e i prevedibili pregiudizi arrecati agli "interessi contro", interessi che sono elencati nella legge. Sulla base di tale rapporto l'autorità può aumentare i deflussi residuali minimi.

Rispetto ai prelievi esistenti, a seguito di trattative e analisi concertate delle problematiche, si è stabilito come prassi che le riduzioni per DMV che provochino danni stimati pari o inferiori al 2% del valore economico dell'utilizzo, siano realizzate senza indennizzo da parte dello Stato.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua del bacino afferente al lago Maggiore, l'attuazione del DMV dovrebbe essere stata avviata fin dal 1982, prima in fase sperimentale e poi via via con accordi definitivi con gli utilizzatori esistenti.

Sono attualmente in corso, anche sotto questo aspetto, l'individuazione e l'analisi di ambienti naturali di particolare pregio per i quali adottare eventuali maggiori cautele e protezione.

### Regione Lombardia

Nella legge 102/90 recante disposizioni per la ricostruzione e rinascita della Valtellina è previsto l'adeguamento delle concessioni idroelettriche nei territori interessati in particolare con l'adozione del rilascio del minimo deflusso costante vitale negli alvei.

Le attività del Gruppo di Lavoro costituito presso l'Autorità di Bacino del fiume Po hanno portato a formulare il deflusso minimo pari al valore derivante dall'adozione del contributo unitario di 1.6 l/s·km<sup>2</sup>.

Tale valore viene corretto da quattro fattori incrementali corrispondenti a: P fattore di precipitazione variabile fra 1 e 1.8, A fattore di altitudine per tre fasce altimetriche, Q fattore di qualità variabile fra 1 e 1.3 e N fattore naturalistico.

In mancanza di sufficienti elementi conoscitivi i fattori A, Q ed N sono posti uguali ad 1.

Il deflusso minimo così determinato è stato adottato in via sperimentale.

La Regione Lombardia con legge regionale 22.3.1980 n. 33 ha approvato il piano territoriale di coordinamento del parco lombardo della valle del Ticino. Le Norme di Attuazione del piano stesso all'art. 20 relativo alla "Gestione delle acque e regimazione dei corsi d'acqua" stabiliscono che l'utilizzazione delle acque dovrà essere conforme al piano predisposto dal Consorzio Parco e "in ogni caso dovrà

essere assicurata a valle di ogni presa diretta sul fiume Ticino una portata minima defluente di 3 m<sup>3</sup>/s”.

Appare in ogni caso dubbio che sussista la competenza della Regione a imporre degli obblighi su concessioni in corso e in particolare su concessioni relative a grandi derivazioni.

Come noto, è in corso l'iter di modifica delle suddette norme di attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento; tali modifiche nella versione datata 23.12.1993 prevedono al punto 13.5 che a valle di ogni presa diretta dal Ticino sia rilasciata una portata pari a 20 m<sup>3</sup>/s. Tale prescrizione è relativa, si precisa, al rilascio e al rinnovo delle piccole derivazioni (casi previsti dall'art. 90 del DPR 24.7.77 n. 616) e, in questo caso, al di là di valutazioni di merito, la competenza della Regione è sicuramente pertinente.

Più recentemente (maggio e giugno 1995) i due Enti Parco lombardo e piemontese con deliberazione d'intesa hanno determinato i rilasci a valle delle derivazioni interpretando in tal modo l'art. 25 della legge nazionale 36/94. Tale articolo è relativo alla disciplina delle acque nelle aree protette e stabilisce che l'ente gestore delle stesse “definisca le acque sorgive, fluenti e sotterranee necessarie alla conservazione degli ecosistemi, che non possono essere captate”. Tale articolo non pare comunque riferito in modo esplicito alla concessioni in atto e non è chiaro se possa intendersi anche correlato ai rilasci minimi costanti.

In ogni caso i due Enti di gestione del parco del Ticino in virtù di questo articolo hanno definito il valore dei rilasci con la metodologia dello Standard della Regione Piemonte pervenendo al valore di 5 m<sup>3</sup>/s da applicarsi nel 1994, che a regime nel 2005 assume valori variabili da 24 a 27 m<sup>3</sup>/s nelle varie sezioni del Ticino da Ponte Sesto Calende a Ponte della Becca. Le delibere citate contengono inoltre la determinazione dei rilasci per l'anno 1995 che sono stabiliti pari ad un valore variabile fra 12 e 13 m<sup>3</sup>/s.

La delibera di determinazione del DMV è stata trasmessa all'Autorità di Bacino del fiume Po ai sensi del comma 1 dell'articolo 25 citato, che ha risposto con nota in data 23.9.1994 “senza rilevare particolari osservazioni a quanto proposto” (dal testo della delibera del Consiglio Direttivo del Parco Lombardo n. 183 del 18.5.1995).

### Regione Piemonte

La Regione Piemonte ha adottato nel novembre 1991 lo Standard PD-IT/1 relativo alla “Determinazione del DMV-Deflusso Minimo Vitale in un corso d'acqua naturale”, completato nel novembre 1993 dallo Standard PD-IT/2 relativo a “Istruzioni integrative per l'applicazione del DMV-Deflusso Minimo Vitale in un corso d'acqua naturale e relative all'introduzione di uno standard di compatibilità ambientale per i prelievi idrici da acque superficiali”. Gli standard sono stati definiti a cura dell'Assessorato Ambiente con la collaborazione della società Risorse Idriche S.p.A..

La Delibera di Giunta Regionale DGR n. 74-45166 del 26.04.1995 ha integrato detti

standard nei “Criteri tecnici per il rilascio ed il rinnovo di concessioni di derivazioni da corsi d’acqua”.

Lo standard PD-IT/1 del novembre 1991 contiene una procedura tecnica che consente di determinare il valore di base di DMV-deflusso minimo vitale in un qualsiasi corso d’acqua naturale, con riferimento a:

- termini operativi di calcolo, in cui si applicano formule di regionalizzazione per la definizione della portata Q355 (minima di durata 355 giorni), basate sulle caratteristiche principali del bacino idrografico sotteso dalla sezione di prelievo: superficie, altitudine media e afflusso meteorico medio annuo;
- termini applicativi, in cui sono previsti parametri correttivi per l’adattamento del valore idrologico teorico pari a 0.7, per l’introduzione graduale dello standard variabile tra 0.5 e 1 e per la presa in conto di particolari livelli di protezione ambientale per alcuni tratti fluviali variabile tra 1 e 1.5;
- termini applicativi, in cui sono indicati i criteri operativi per l’utilizzazione dello standard.

E’ contemplata, in alternativa all’applicazione del metodo di regionalizzazione idrologica, la definizione del valore di Q355 attraverso un’analisi specifica e di dettaglio basata su dati empirici e calcolazioni di maggiore impegno (Analisi Idrologica Avanzata).

Lo standard PD-IT/2 del novembre 1992 ne integra i criteri operativi, affrontando complessivamente i seguenti aspetti:

- modulazione temporale del deflusso minimo;
- trattamento dei prelievi in subalveo e in zone prossime all’alveo, brevi tratti fluviali sottesi, prelievi da sorgenti;
- estensione delle deroghe a tratti fluviali o a intere regionali idrologiche;
- diretta presa in conto dei fattori ambientali nel loro complesso (fisiografia, bilancio idrico, biocenosi, paesaggio, qualità dell’acqua, infrastrutture, socioeconomia) per la definizione di un dossier-CAP (dossier di compatibilità ambientale del prelievo).

Entrambi gli standard rispondono, seppure in termini minimali, oltre che a criteri di qualità ambientale a obiettivi di salvaguardia del bilancio idrico a livello regionale, di tutela delle utenze minori, di mantenimento delle capacità di autodepurazione dei corsi d’acqua e di preservazione di una base minima di risorse idriche per necessità future.

Gli Standard si applicano a tutte le nuove concessioni di competenza regionale, ora subdelegata alle Province, ed ai rinnovi di quelle esistenti; per questi ultimi si adatta un criterio di gradualità che vede l’applicazione piena del DMV alla data dell’1.1.2005.

La Regione inoltre adotta tali Standard nel formulare il proprio parere in merito alle grandi derivazioni.



La Regione con D.G.R. n. 193-19674 del 2.11.1992 in attuazione del D.Leg. n. 130/92 ha "designato" il fiume Ticino dal Lago Maggiore al confine regionale necessitante di protezione o miglioramento per essere idoneo alla vita dei salmonidi. Tale designazione ha avviato una fase di monitoraggio appropriato per la successiva "classificazione" e attivato immediatamente le condizioni di qualità previsti dal D. Leg. n. 130/92 che prescrivono limiti più restrittivi per una serie di parametri chimico-fisici e biologici.

Risulta che la campagna di indagini abbia accertato la completa idoneità delle acque del Ticino alla definitiva classificazione, alla quale la Regione Piemonte sta provvedendo.

La Regione Lombardia ha avviato, con tempistiche diverse, analoga iniziativa.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po

L'Autorità di Bacino del Fiume Po ha avviato gli studi e le indagini per approfondire la problematica delle portate di magra e della determinazione del deflusso minimo a valle delle derivazioni.

Nel frattempo un gruppo di lavoro costituito presso l'Autorità stessa sta affrontando il tema del DMV al fine di predisporre un provvedimento provvisorio da adottare da parte dell'Autorità.

La metodologia per quantificare il valore dei rilasci sembra riferirsi alla formula definita per il caso sperimentale della Valtellina adattando i valori ai dati idrologici noti per i singoli sottobacini, anche, in modo da non discostarsi eccessivamente dalla quantificazione numerica conseguente al metodo della Regione Piemonte.

Sono stati individuati 59 sottobacini elementari per i quali sono state valutate le portate specifiche di riferimento in base alle quali quantificare il DMV.

## 7. CALCOLO DEL DMV DEL TICINO SECONDO LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le disposizioni normative di interesse per il fiume Ticino richiamate in precedenza, forniscono per la sezione fluviale della Miorina (bacino idrografico di superficie 6600 km<sup>2</sup>) i seguenti valori di deflusso minimo.

- DMV della Regione Piemonte (DGR n.74-45166 del 26.04.1995).  
In base a termini operativi di calcolo, basati sulle caratteristiche morfometriche e climatiche del bacino idrografico che determinano la portata specifica q<sub>355</sub>, e a termini applicativi generali, si ottiene il seguente valore:

$$\text{DMV} = 24.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tale valore è calcolato con riferimento ad un corso d'acqua naturale; il Ticino a valle della Miorina è un corso d'acqua regolato sia dallo sbarramento stesso, sia dal lago a monte e dagli invasi montani. Pertanto il suo regime non può essere considerato prettamente naturale e la quantificazione del deflusso minimo attraverso lo standard piemontese può non essere del tutto corretta, anche in relazione alla metodologia di "regionalizzazione" adottata nello standard che ha lo scopo di rispondere alle esigenze di identificazione dei deflussi minimi a scala regionale.

- DMV per la situazione specifica della Valtellina (legge 102/90 per la Valtellina).  
Il valore calcolato in funzione del contributo unitario pari a 1.6 l/s/km<sup>2</sup> fissato per la Valtellina ponendo uguali a 1 i tre fattori moltiplicativi per mancanza di sufficienti elementi conoscitivi è pari a :

$$\text{DMV} = 15.8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tale contributo unitario è stato adottato in via sperimentale per la ricostruzione e rinascita della Valtellina, area particolare che presenta caratteristiche diverse da quelle del Ticino sublacuale e difficilmente correlabili, se non per l'interesse idroelettrico riscontrato sul territorio.

- DMV dell'Autorità di Bacino del fiume Po.  
In base alle prime risultanze degli studi ed indagini del gruppo di lavoro costituito presso l'Autorità di Bacino, che ha sviluppato una metodologia di calcolo per la valutazione del DMV, utilizzando il contributo specifico di portata minima stimato per il Ticino sublacuale pari a 3.7 l/s/km<sup>2</sup> si ottiene il seguente valore:

$$\text{DMV} = 24.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

- DMV della Svizzera (Legge Federale 814.20 del 24.01.1991).  
Poichè tale legge stabilisce il deflusso minimo in funzione della portata Q<sub>347</sub> (di durata media 347 giorni all'anno) naturale, cioè non influenzata da sbar-

ramenti, nè prelievi, nè apporti, stimato tale valore di portata in base alle considerazioni idrologiche riportate nel capitolo precedente, si ottiene il seguente valore:

$$DMV = 10.0 \text{ m}^3/\text{s}.$$

La normativa prevede però che tale valore possa essere aumentato, ma non specifica come, in modo che risultino adempiute diverse esigenze, fra cui: la qualità prescritta delle acque superficiali, l'alimentazione delle falde freatiche, i biotipi e le biocenosi rari che dipendono direttamente o indirettamente dal corso d'acqua, la profondità d'acqua necessaria alla migrazione dei pesci.

## **8. APPLICAZIONE DI METODOLOGIE DI ANALISI IDRAULICO-BIOLOGICA**

### **8.1 Indagini in sito e analisi idraulica**

#### **8.1.1 Premessa**

Per supportare l'applicazione di metodologie basate sulla caratterizzazione idraulico-morfologica e biologica del sistema fluviale, sono state eseguite specifiche campagne di indagini in sito.

Utilizzando un modello di simulazione numerica è stato inoltre descritto il comportamento idraulico del corso d'acqua negli stati idrologici di interesse per la ricerca sul DMV.

Le indagini e l'analisi idraulica sono state indirizzate in una prima fase a più tratti fluviali rappresentativi, per ottenere una caratterizzazione generale del sistema.

In una seconda fase di approfondimento sono state analizzate in dettaglio le caratteristiche di uno specifico tratto sperimentale, ubicato a monte del ponte di Oleggio.

## 8.1.2 Indagini in campo

### 8.1.2.1 Finalità e ambiti di indagine

Le finalità delle indagini dirette eseguite in sito sono così sintetizzabili:

- quantificare lo stato idrologico del tratto fluviale in una situazione di deflusso significativa, per verificare l'entità delle portate presenti in alveo in relazione ai rilasci dalle utenze e agli effetti di risorgenza o dispersione in subalveo;
- fornire agli altri settori di indagine sul DMV gli elementi descrittivi dello stato fisico dell'alveo (morfologia, natura dei substrati, modalità di deflusso) necessari per lo svolgimento delle valutazioni specifiche di competenza.

In funzione dell'impostazione metodologica assegnata al lavoro e sulla base di sopralluoghi estensivi eseguiti lungo l'asta del Ticino da specialisti nei diversi settori, sono stati in una prima fase individuati i 4 tratti fluviali di studio sotto elencati (v. figura 9):

- tratto 1 (T1): valle Panperduto;
- tratto 2 (T2): valle roggia di Oleggio;
- tratto 3 (T3): monte ponte di Oleggio;
- tratto 4 (T4): monte ponte di Turbigio.

Tali scelte dei tratti di indagine risultano rappresentative di condizioni critiche riferibili ai deflussi minimi (tratti 1, 2, 3) o a condizioni ordinarie di confronto (tratto 4), dei nodi di derivazione importanti (tratti 1, 2), della diversificazione delle caratteristiche fisiografiche e di funzionalità idraulica, delle corrispondenze con i siti di studio dell'analisi ittiologica (v. capitolo 3.5).

In una seconda fase di indagine il sito a monte del ponte di Oleggio (T3) è stato sottoposto a specifiche campagne di approfondimento, per le quali è stato esteso verso monte in modo da comprendere un tratto bicursale (v. figura 10).



**Fig. 9 : COROGRAFIA GENERALE CON INDICAZIONE  
DEI TRATTI DI INDAGINE DIRETTA  
SCALA 1:100000**

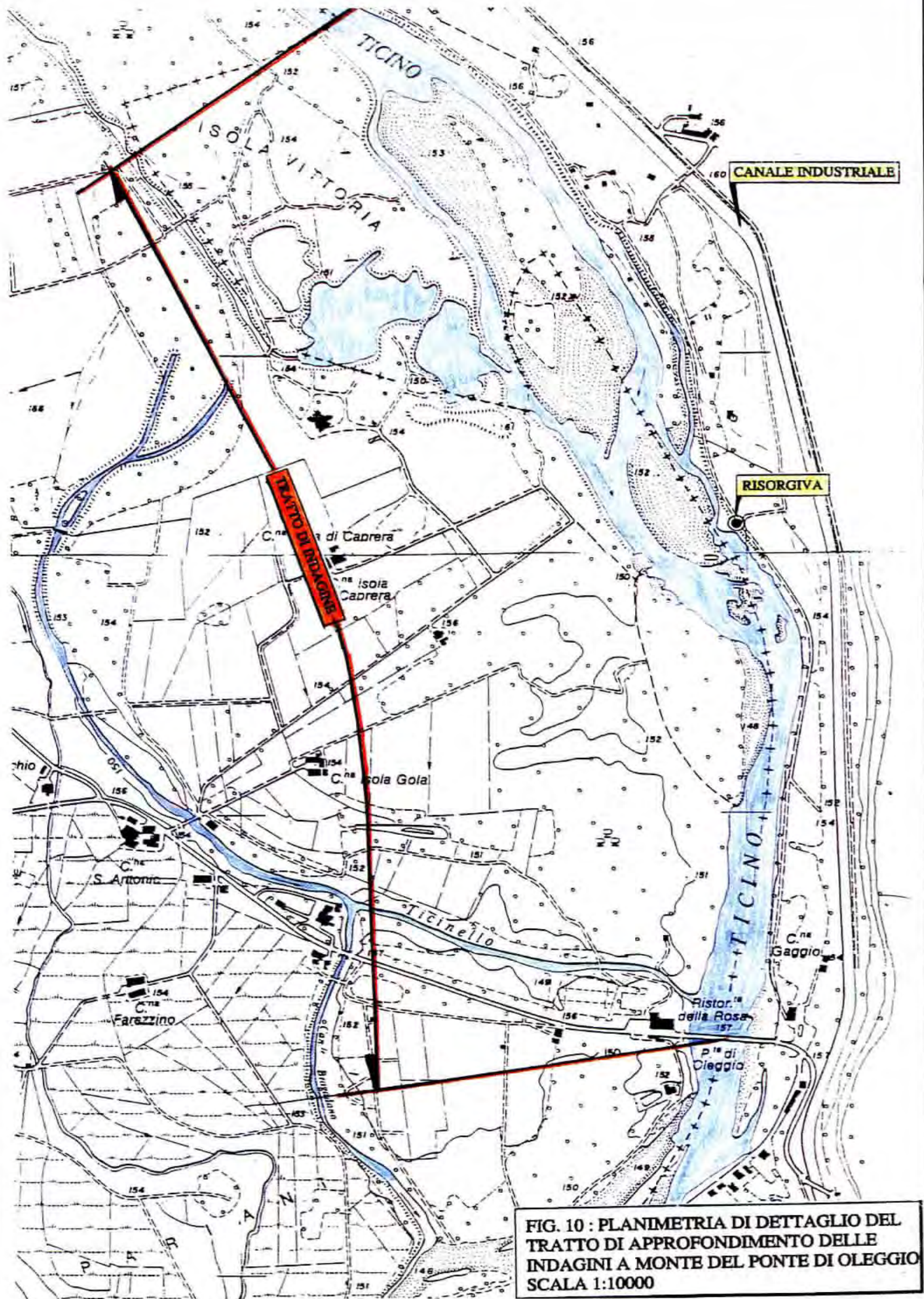


FIG. 10 : PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DEL TRATTO DI APPROFONDIMENTO DELLE INDAGINI A MONTE DEL PONTE DI OLEGGIO SCALA 1:10000

Questo tratto fluviale è stato ritenuto particolarmente rappresentativo per i seguenti motivi.

- Presenza dei caratteri morfologici tipici del Ticino sublacuale da Panperduto a Turbigio:
  - tratto di testata monocursale rithrale con depositi alluvionali;
  - tratto intermedio pluricursale stabile, con ramo principale in sinistra e ramo secondario in destra;
  - tratto terminale monocursale rigurgitato dalla soglia presente a valle del ponte di Oleggio;
- presenza di una risorgiva di entità significativa;
- presenza di opere di difesa spondale di diversa tipologia;
- presenza di tratti spondali in erosione e di tratti vegetati;
- collocazione sufficientemente a valle di Panperduto per consentire valutazioni in merito alle variazioni termiche in regime di magra;
- presenza di habitat fluviali differenti per le caratteristiche dell'ittiofauna.

#### *8.1.2.2 Metodologia e risultati delle indagini*

In una prima fase di indagini sono stati svolti i seguenti accertamenti in ogni tratto fluviale di studio:

- misure di portata e rilievi correntometrici;
- rilievi topografico-batimetrici;
- esame delle caratteristiche del substrato e analisi granulometriche.

Per le misure di portata è stato applicato il metodo correntometrico secondo lo standard ISO (cfr. Norme ISO n. 748, 1088, 1100/2, 2537, 3454, TR7178).

Si è fatto riferimento a procedure operative di calata a guado (dove possibile in funzione dei tiranti e delle velocità di flusso) e da imbarcazione, utilizzando aste di supporto con dispositivo scorrevole di rilocalizzazione del mulinello.

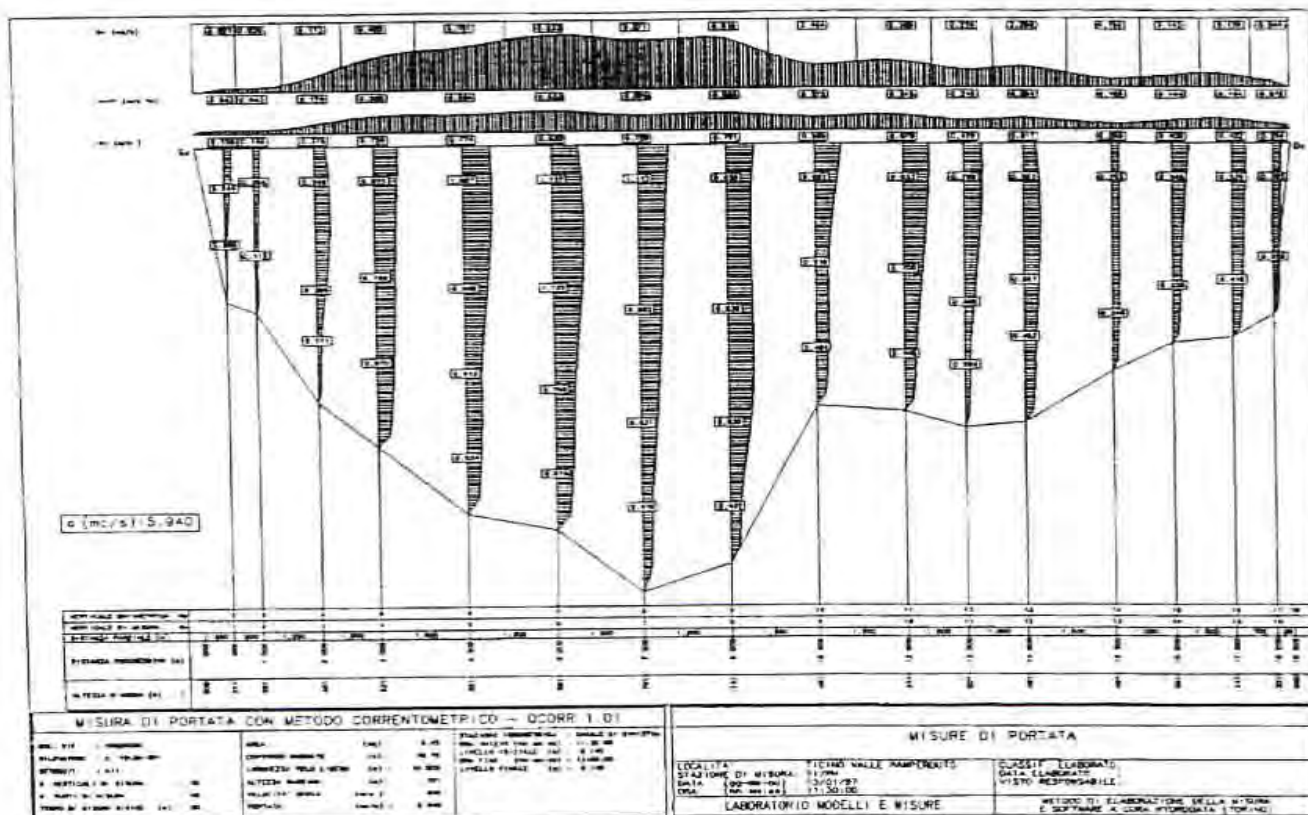
Le velocità di flusso puntuali sono state rilevate mediante mulinelli correntometrici C31, provvisti di dotazioni di eliche idonee per diametro, passo e grado di autocompenza a coprire l'intero campo di deflusso.

I dati di campagna sono stati elaborati mediante un programma di calcolo specifico, provvisto del data base delle curve di taratura di tutte le eliche utilizzate e delle costanti strumentali della calata.

La figura 11 riporta un esempio di restituzione grafica di una misura di portata.

I dati ricavabili dalle misure di portata forniscono un'indicazione completa anche della batimetria e della distribuzione del flusso nelle sezioni di misura, utilizzabile per l'applicazione di metodiche di valutazione delle condizioni di idoneità per lo sviluppo di specie ittiche (metodo dei microhabitat).

Per questo particolare tipo di indagine, i rilievi correntometrici in sito sono stati estesi anche in senso longitudinale, per indagare il campo di velocità nei tratti di alveo caratteristici assunti per la determinazione dei microhabitat.



**FIG. 11 : ESEMPIO DI RESTITUZIONE GRAFICA DI UNA MISURA DI PORTATA**

Per ricostruire il quadro complessivo dei deflussi nei nodi idraulici del tratto fluviale indagato, contestualmente con l'esecuzione della prima campagna di misure (13, 17 gennaio 1997) sono stati acquisiti presso gli enti competenti i dati relativi alle portate di derivazione e di scarico.

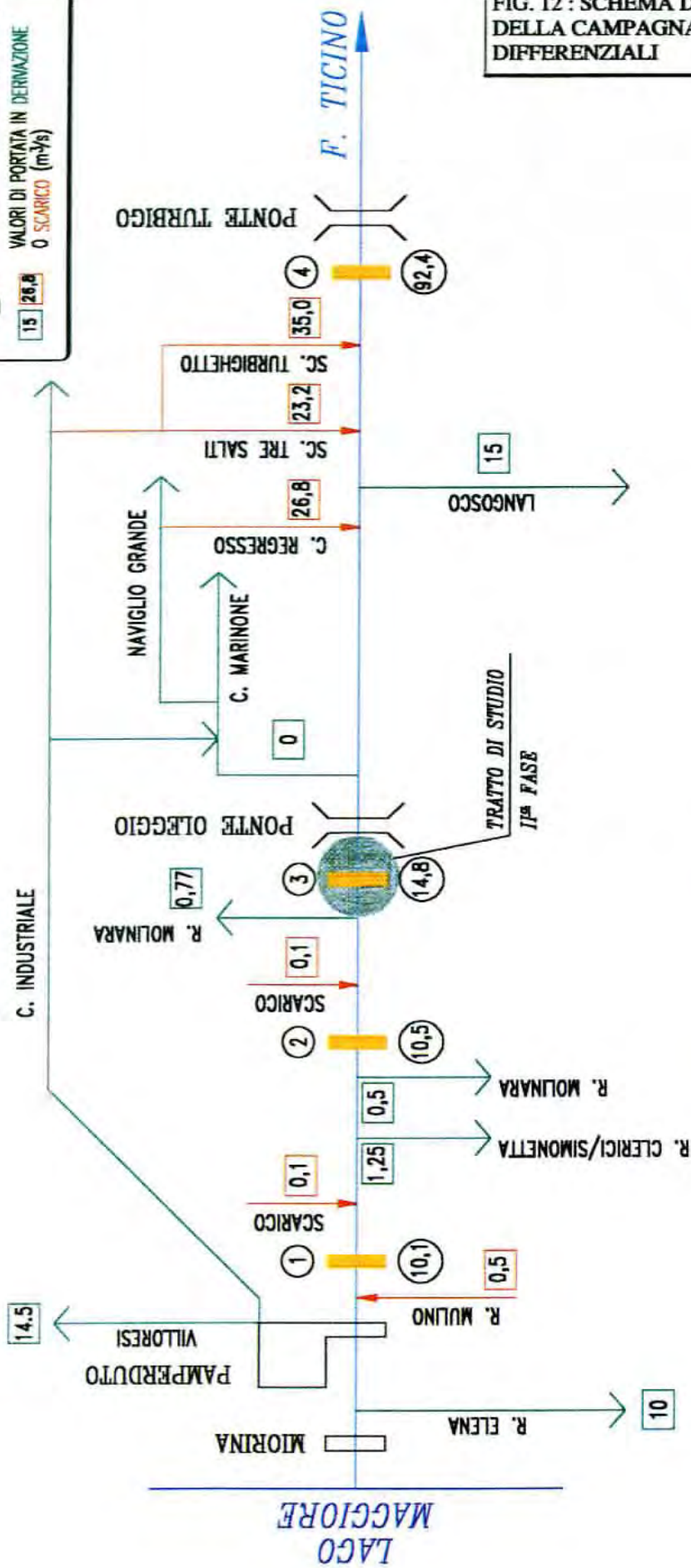
La figura 12 sintetizza il bilancio quantitativo del tratto fluviale ottenuto dalle misure, confrontato con dati di letteratura relativi a precedenti ricerche sugli apporti delle risorgive.



**INDAGINI IN SITO**

**LEGENDA**

- ④ SEZIONE FLUVIALE DI MISURA
- VALORE DI PORTATA MISURATO (m<sup>3</sup>/s)
- VALORI DI PORTATA IN DERIVAZIONE 0 SCARICO (m<sup>3</sup>/s)



**FIG. 12 : SCHEMA DI SINTESI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DI MISURE DI PORTATA DIFFERENZIALI**



In ogni tratto di indagine sono stati inoltre eseguiti rilievi topografico-batimetrici operando da imbarcazione con ecoscandaglio o a guado e realizzando il collegamento a terra mediante poligonale di livellazione.

Le sezioni di rilievo sono state posizionate in modo da rappresentare la morfologia dell'alveo al livello di dettaglio richiesto dalla metodologia dei microhabitat.

Oltre agli elementi geometrici rappresentati dalle sezioni e dal profilo di fondo, è stato rilevato l'andamento del profilo idrico corrispondente alla portata misurata al momento delle indagini, per supportare la taratura del modello idraulico sotto descritto.

Nella seconda fase di indagini, sul tratto a monte del ponte di Oleggio sono state svolte complessivamente 3 campagne di misura in condizioni idrologiche differenziate, articolate come sotto indicato.

- Indagini del 18-19-20/3/1998

In condizioni idrologiche di magra ordinaria (portata di circa 9 m<sup>3</sup>/s) sono stati eseguiti i seguenti accertamenti:

- misure di portata e rilievi correntometrici distribuiti in punti significativi dell'alveo complessivo e dei rami destro e sinistro, finalizzate alla quantificazione dell'entità dei deflussi e all'acquisizione degli elementi di riscontro (velocità e profondità puntuali) per l'applicazione della metodologia dei microhabitat;
- rilievi topografico-batimetrici di dettaglio per la ricostruzione della morfologia dell'alveo in relazione alle applicazioni relative ai microhabitat, per l'esecuzione di simulazioni idrauliche e per lo sviluppo progettuale di ipotesi di intervento;
- rilievo delle caratteristiche dei substrati di fondo alveo, eseguito in sito per individuare la distribuzione spaziale delle classi di pezzatura codificate dal metodo dei microhabitat;
- indagine ittiologica quantitativa;
- rilevamento delle caratteristiche ambientali;
- rilievo di parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua.

- Indagini del 04/06/1998

In occasione dei deflussi di morbida conseguenti alle precipitazioni primaverili (portata di circa 450 m<sup>3</sup>/s) sono stati eseguiti i seguenti accertamenti:

- rilievo dei livelli idrometrici e dei profili di deflusso;
- rilievo di parametri chimico-fisici di qualità dell'acqua;
- rilevamento delle caratteristiche ambientali.

- Indagini del 24/06/1998

In questa data è stata eseguita una regolazione a Panperduto in modo da consentire il deflusso di una portata dell'ordine di grandezza di quelle considerate nello studio sul DMV (circa 23 m<sup>3</sup>/s). Sono stati eseguiti i seguenti accertamenti:

- misure di portata e rilievi correntometrici puntuali distribuiti nei tratti di

- alveo interessati dall'applicazione della procedura dei microhabitat;
- rilievo dei livelli idrometrici e dei profili idrici;
  - rilievo dei parametri chimico-fisici e di qualità dell'acqua.

### 8.1.3 Analisi idraulica

Lo studio idraulico ha consentito di valutare i parametri caratteristici delle condizioni di deflusso relativi agli stati idrologici monitorati nelle campagne di misura e al range di portate ipotizzabili per il DMV.

I valori dei parametri idraulici sono stati utilizzati nelle applicazioni metodologiche indirizzate alla valutazione delle condizioni ottimali di sviluppo della vita acquatica attraverso l'impiego di variabili biologiche idraulicamente trasformate (v. paragrafi successivi).

Il comportamento idraulico del corso d'acqua nei tratti di indagine è stato simulato utilizzando un codice di calcolo monodimensionale alle differenze finite per la soluzione delle equazioni di de St. Venant in sistemi ramificati a maglia aperta o chiusa (modulo idrodinamico del modello MIKE 11 del Danish Hydraulic Institute).

L'elevata stabilità numerica delle soluzioni e l'efficienza dell'impostazione modellistica consentono di studiare con il modello il comportamento di sistemi con caratteristiche di elevata ramificazione, rendendolo idoneo in particolare all'analisi di tratti di alveo pluricursale.

Nel modello è stata implementata la geometria degli alvei nei tratti di indagine dedotta dai rilievi.

La taratura è stata eseguita riproducendo i profili idraulici rilevati durante le campagne in sito, corrispondenti alle misure dirette di portata e ai rilievi correntometrici puntuali eseguiti in ogni tratto di alveo.

Sono inoltre stati utilizzati i dati di scabrezza derivanti dall'analisi delle caratteristiche dei substrati.

Per la corretta rappresentazione dei profili di rigurgito rilevati è stato necessario, oltre ad operare sui parametri di scabrezza, introdurre in alcuni casi sezioni di controllo a valle regolate da leggi di deflusso corrispondenti a elementi strutturali modulatori.

Una volta ultimate le operazioni di taratura, sono state eseguite simulazioni idrauliche in moto permanente corrispondenti a diverse portate significative per le valutazioni sul deflusso minimo vitale, in modo da coprire il campo di valori riferibili alle diverse metodiche seguite, determinando per ogni sezione di calcolo i parametri idraulici caratteristici: livello, altezza d'acqua media, velocità media, area liquida, larghezza del pelo libero.

Per le applicazioni relative al “metodo dei microhabitat”, il calcolo dei parametri idraulici è stato ulteriormente dettagliato suddividendo ogni sezione in una serie di “celle” ed esprimendo in ognuna di esse i valori di altezza d’acqua media e velocità media.

A tale fine si sono utilizzati i risultati delle simulazioni idrauliche monodimensionali, riferite alla sezione di deflusso complessiva, attraverso il calcolo della “conveyance”.

La “conveyance”, parametro espresso in  $m^{8/3}/s$ , è un fattore geometrico ( $A \cdot R^{2/3}$  con A area e R raggio idraulico) che esprime la capacità di deflusso di una sezione o comunque di una qualunque porzione di sezione definita.

Poichè il rapporto tra la portata defluente e la “conveyance” è costante, in una qualsiasi porzione di sezione lungo quella in esame si può ottenere facilmente il valore della portata defluente calcolando il relativo valore di “conveyance” e moltiplicandolo per tale rapporto costante.

Dal valore di portata parziale così ottenuto, conoscendo l’area liquida della porzione di sezione relativa al livello idrico simulato, si ottiene la velocità di deflusso nella cella considerata.

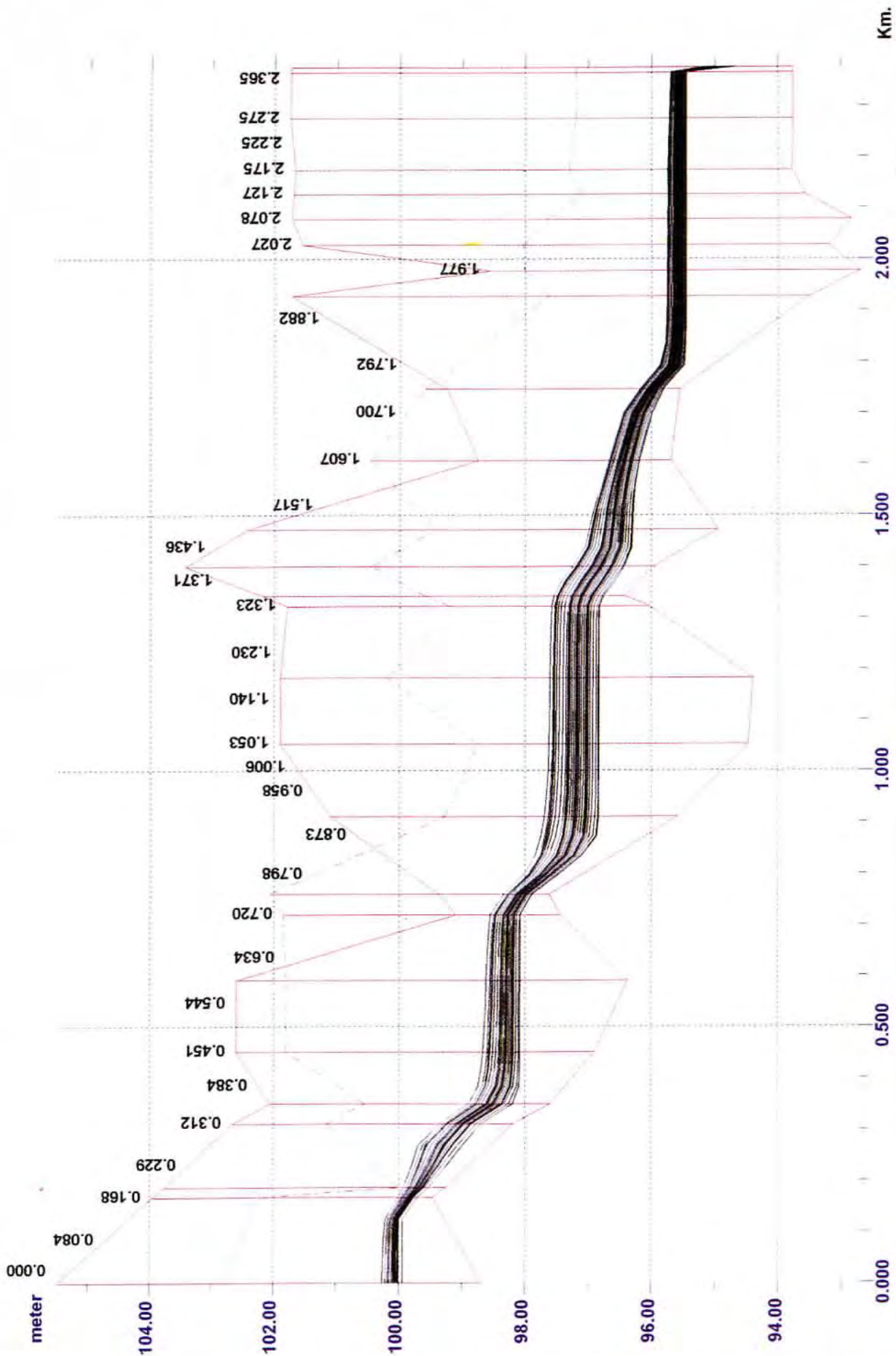
L’applicazione relativa al metodo dei microhabitat è descritta in dettaglio nel capitolo 8.3.

La figura 13 rappresenta un output esemplificativo delle simulazioni idrauliche, costituito dall’involuppo dei profili idrici corrispondenti a una serie di simulazioni con diverse portate di interesse.

## **8.2 Valutazioni basate sulla variazione dei parametri idraulici**

Nell’ambito del complesso di metodiche che fanno riferimento alla variazione di caratteristiche morfologiche e idrauliche delle sezioni d’alveo in funzione della portata, sono state ricercate le relazioni tra la portata (Q) e il contorno bagnato (B) in sezioni rappresentative dei tratti di alveo studiati, con particolare attenzione al tratto bicursale a monte del ponte di Oleggio.

Secondo queste metodiche, la portata di riferimento per il DMV va ricercata in corrispondenza di punti di flesso o di rottura della curva Q/B.



fiume Ticino - ramo principale sinistro  
 inviluppo dei peli liberi per  $Q_{monte}=5-50 \text{ m}^3/\text{s}$   
 $Q$  nel ramo =  $3.9-42.8 \text{ m}^3/\text{s}$

FIG. 13 : PROFILI IDRICI CALCOLATI MEDIANTE MODELLO DI SIMULAZIONE IDRAULICA

La figura 14 riporta i grafici ottenuti per i due rami del tratto bicursale suddetto a partire dai risultati delle simulazioni idrauliche, dal cui esame si osserva quanto segue (v. planimetria in figura 10).

- La curva del ramo destro presenta una sensibile variazione della pendenza in corrispondenza della portata di 8,10 m<sup>3</sup>/s.
- Sul ramo sinistro è possibile riscontrare tale punto di variazione solo in corrispondenza di portate molto più elevate, dell'ordine di 60 m<sup>3</sup>/s.
- La differenza di comportamento tra i due rami può essere riferita al fatto che in sinistra è presente l'alveo principale, mentre il ramo destro ha carattere secondario e morfologia analoga a quella di un corso d'acqua di limitate dimensioni.
- In base a questo tipo di approccio prettamente idraulico-morfologico, risulta di particolare interesse sviluppare una soluzione che preveda la creazione di condizioni compatibili con il deflusso minimo vitale nel ramo destro, che richiederebbe portate sensibilmente inferiori.

### 8.3 Metodo dei microhabitat

Il metodo dei "microhabitat" (Stalnaker, 1979; Trihey, 1979; Bovee, 1981) ricerca le condizioni fisiche del corso d'acqua che ottimizzano lo svolgimento delle funzioni biologiche essenziali per il ciclo di vita di una determinata specie acquatica, rappresentativa dell'ambiente fluviale esaminato.

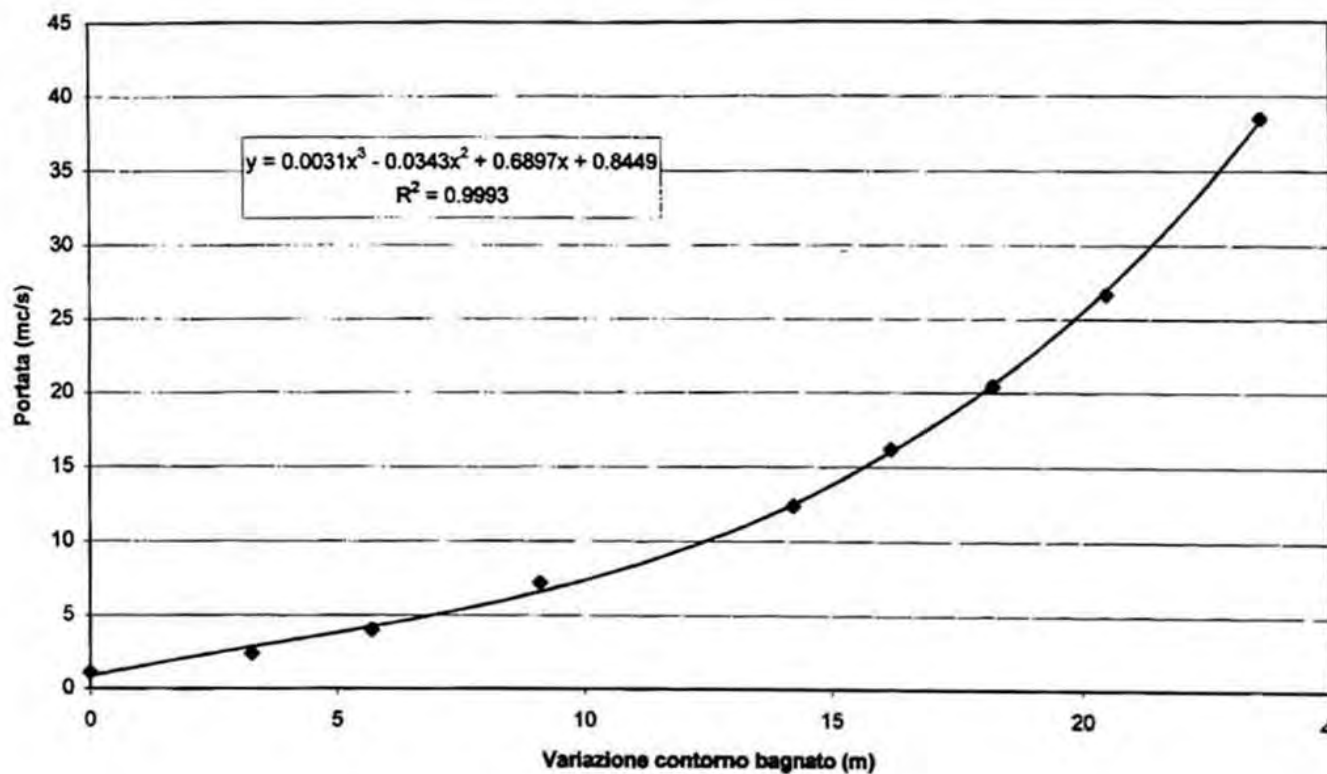
L'applicazione eseguita riprende la procedura derivata dallo standard IFIM, con il supporto della analisi modellistica sopra descritta per il calcolo dei parametri idraulici relativi alle portate di interesse.

Con il modello numerico vengono simulate le condizioni di deflusso corrispondenti a diverse portate di riferimento.

La figura 15 schematizza la procedura di valutazione, che consiste nei seguenti passi.

1. Suddivisione del tratto fluviale in celle, in base al rilievo della morfologia dell'alveo, e calcolo delle relative aree di superficie liquida di competenza.
2. Calcolo dei parametri idraulici: profondità e velocità relativi a ogni cella per diverse portate di deflusso, a partire dalle simulazioni numeriche.
3. Classificazione del substrato di fondo per categorie granulometriche: 1 = detrito vegetale e materiale organico, 2 = argilla-limo, 3 = fango, 4 = sabbia, 5 = ghiaia, 6 = ciottoli, 7 = massi, 8 = fondo roccioso.
4. Individuazione della "specie bersaglio" e definizione (su base sperimentale o utilizzando dati di letteratura) delle "curve di idoneità" che esprimono il grado di adattamento della specie ai parametri fisici (profondità, velocità e substrato) secondo una scala relativa da 0 (insufficiente) a 1 (ottimo).

TICINO - RAMO DESTRO



TICINO - RAMO SINISTRO

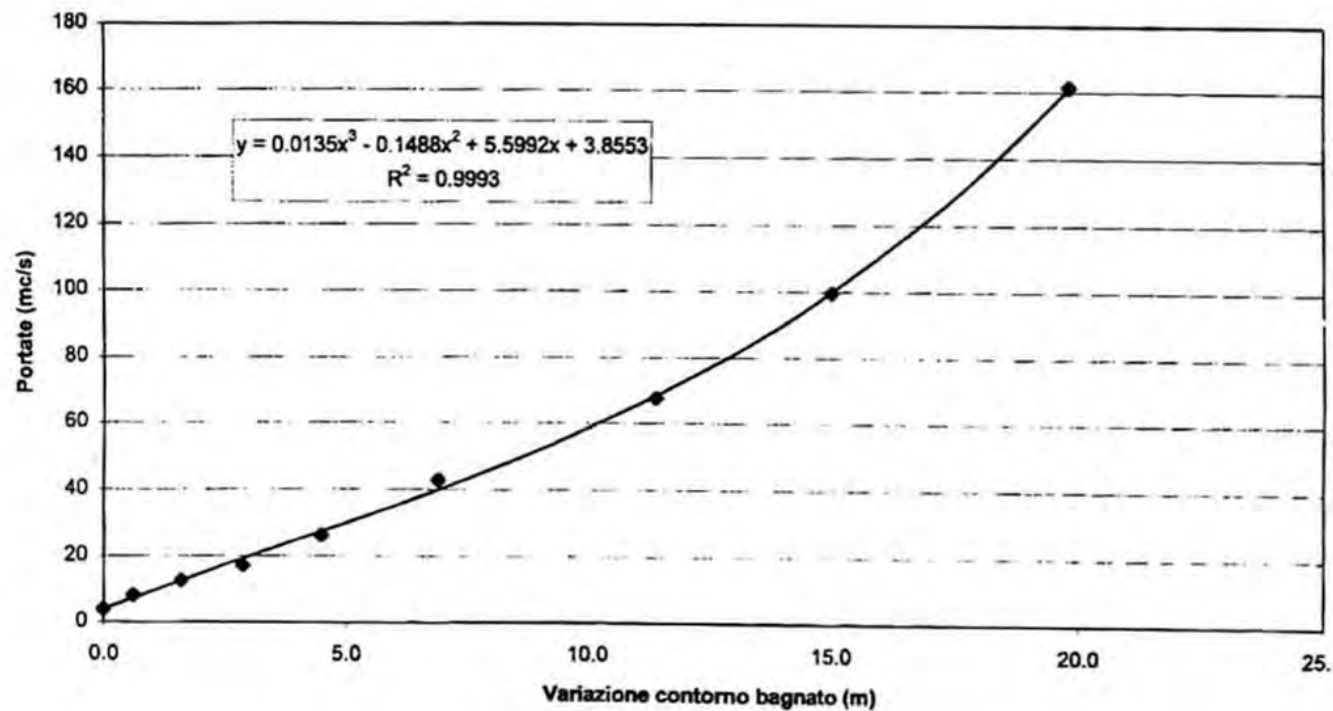
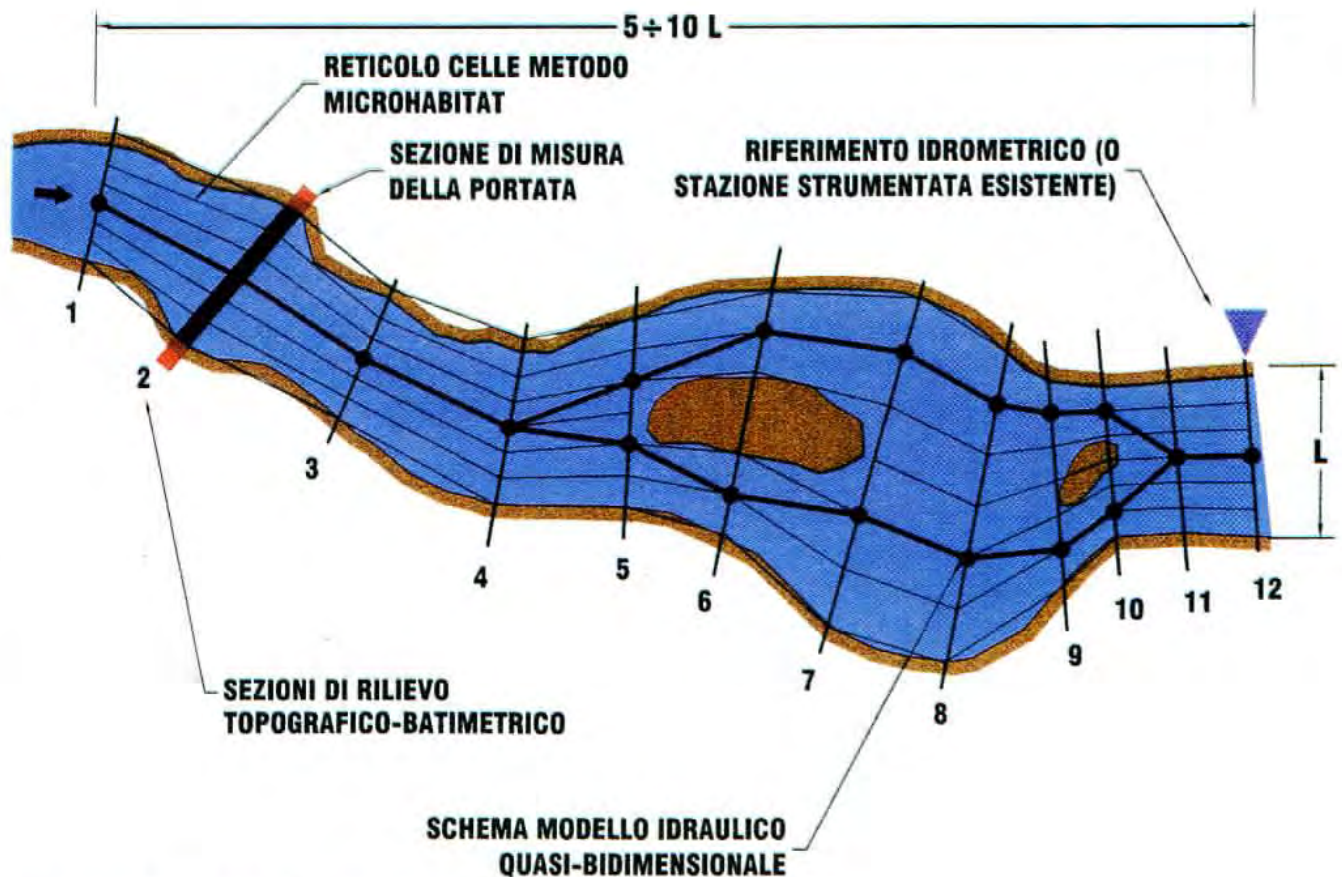


FIG. 14 : CURVE PORTATA / CONTORNO BAGNATO RELATIVE AI RAMI DESTRO E SINISTRO DEL TRATTO FLUVIALE DI INDAGINE A MONTE DEL PONTE DI OLEGGIO

## SCHEMA SITO DI INDAGINE PER APPLICAZIONE METODO MICROHABITAT



### QUADRO DELLE INDAGINI

- Rilievo topografico-batimetrico di sezioni e profili di fondo/rilievo del profilo idrico al momento della campagna.
- Misura di portata correntometrica e rilievo del livello idrometrico di riferimento.
- Indagine sul campo idrodinamico mediante misure puntuali di velocità con correntometro (celle metodo microhabitat).
- Caratterizzazione puntuale dei substrati (celle metodo microhabitat) calibrate su analisi granulometriche in sito (griglia) e in laboratorio su campioni prelevati.

FIG. 15 : SCHEMATIZZAZIONE DELLE INDAGINI PER APPLICAZIONE DEL METODO DEI MICROHABITAT



5. Calcolo, per ogni valore di portata simulata, dell' "Area Disponibile Ponderata" (ADP) con la seguente espressione:

dove:

- $C$  = area della superficie liquida di competenza della cella  $i^{\text{esima}}$ ;  
 $n^{(i)}$  = numero delle celle nel tratto fluviale di indagine;  
 $h^{(i)}$  = profondità media della cella  $i^{\text{esima}}$ ;  
 $v^{(i)}$  = velocità media della corrente nella cella  $i^{\text{esima}}$ ;  
 $s^{(i)}$  = categoria del substrato di fondo della cella  $i^{\text{esima}}$ ;  
 $f_{h(i)}^{(i)}, f_{v(i)}^{(i)}, f_{s(i)}^{(i)}$  = indici di idoneità dell'area della cella  $i^{\text{esima}}$  rispetto ai parametri  $h(i), v(i), s(i)$ , ottenuti dalle curve di idoneità.

6. Analisi dell'andamento del parametro ADP in funzione della portata per i diversi stadi vitali di riferimento della specie e determinazione della portata che, nelle diverse situazioni, ottimizza le condizioni di vita della specie.

Sulla base della metodologia utilizzata, la specie bersaglio è stata individuata in *Salmo (trutta) marmoratus*. La trota marmorata è un importante endemismo originario dei corsi d'acqua padani della sinistra idrografica del fiume Po, presente altresì negli affluenti piemontesi di destra fino al fiume Tanaro e nei bacini diretti tributari dell'Adriatico a nord del Po fino al fiume Isonzo.

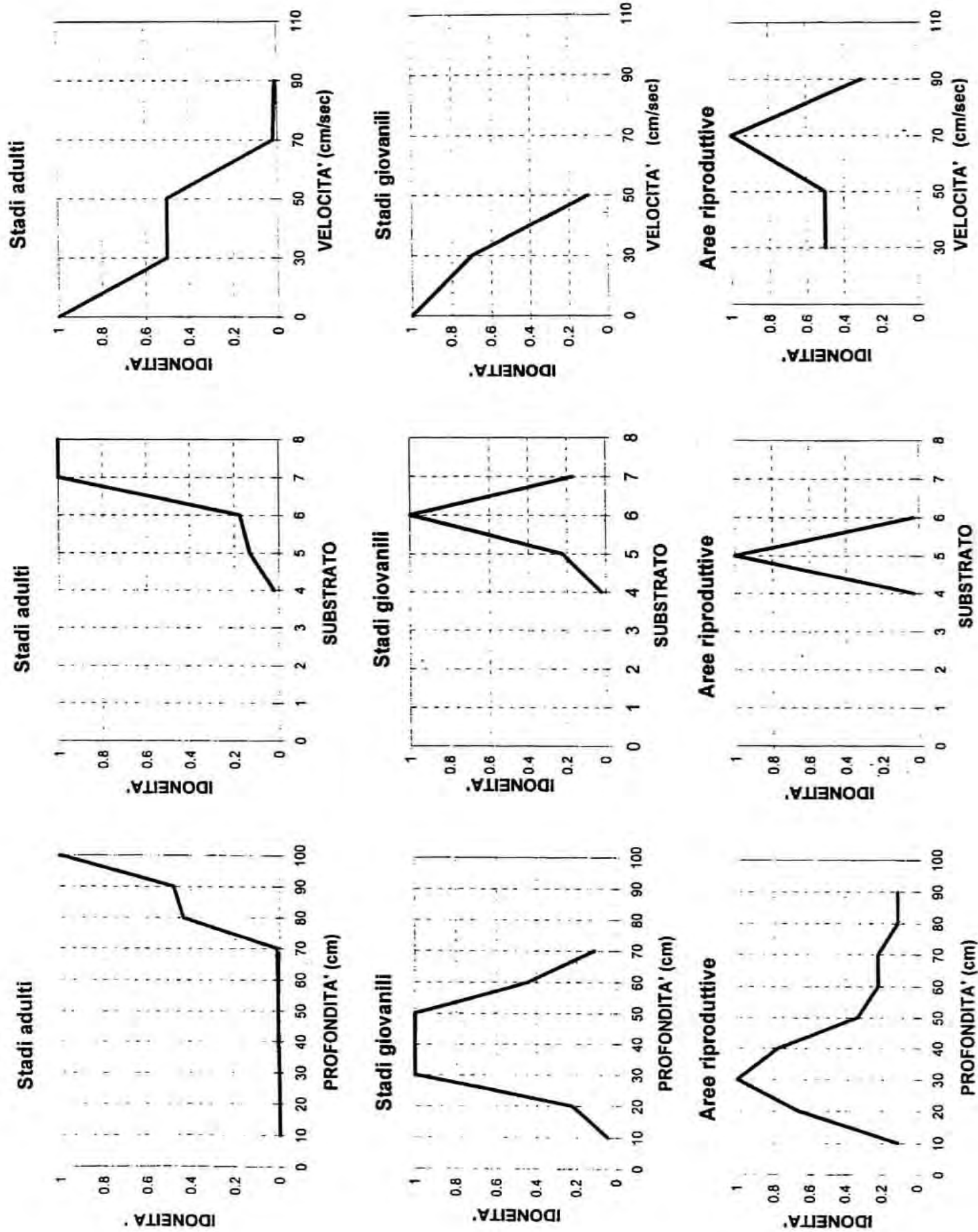
La specie risulta caratterizzante la vocazionalità ittica naturale del tratto in esame. Risultano inoltre disponibili, a seguito di indagini recentemente concluse, un numero sufficiente di dati in merito alla biologia della popolazione di questo salmonide residente nel fiume Ticino.

La figura 16 riporta i grafici relativi al grado di idoneità di ambienti a velocità, profondità e substrato differenti per gli adulti, per gli stadi giovanili e per la riproduzione di *Salmo (trutta) marmoratus*, ricavati in parte da fonti bibliografiche (Forneris et al., 1996; Merati, 1994, 1995, 1996) ed in parte da osservazioni effettuate durante le campagne di raccolta dei riproduttori di trota marmorata nel fiume Ticino e nei canali da esso derivati ed in corsi d'acqua della Provincia di Torino (Merati, dati non pubblicati; Pascale, dati non pubblicati).

Il parametro profondità, espresso in cm, indica le profondità ottimali per gli stadi vitali della specie e rappresenta la somma delle profondità cui l'animale compie le attività fisiologiche e comportamentali correlate alla sua biologia: alimentazione, riposo, attività riproduttiva.

Il parametro velocità di corrente, espresso in cm/sec, indica il valore ottimale di corrente cui gli stadi vitali compiono le attività fisiologiche correlate alla biologia della specie.

I risultati ottenuti sui diversi tratti di indagine evidenziano la notevole variabilità del parametro ADP con la portata, con andamenti che in alcuni casi esprimono un valore massimo compreso all'interno del campo di portate indagato (es. individui adulti



**Fig. 16 : Curve di idoneità per diversi stadi vitali della trota marmorata**

tratti 1, 3), in altri casi sono crescenti o decrescenti all'aumentare della portata, in funzione delle combinazioni di condizioni di velocità e profondità espresse attraverso le curve di idoneità.

Risultati particolarmente significativi sono stati ottenuti dall'approfondimento dell'indagine sul tratto pluricursale a monte del ponte di Oleggio.

Per questa applicazione sono stati considerati separatamente i rami destro e sinistro e il tratto di alveo complessivo a valle del punto di confluenza tra i due rami.

Le celle di riferimento per il calcolo delle aree disponibili ponderate sono state ricavate a partire dalla suddivisione di ogni sezione di calcolo in 10 parti di eguale lunghezza per ogni condizione simulata.

Sono stati calcolati, con il supporto del modello MIKE 11, i parametri idraulici (profondità dell'acqua e velocità) relativi alle seguenti portate (espresse in m<sup>3</sup>/s):

Alveo complessivo	Ramo sinistro	Ramo destro
5	3,9	1,1
10	8,2	1,8
15	12,6	2,4
20	17,1	2,9
30	26,1	3,9
50	42,8	7,2
		12,4
		16,2
		20,4
		26,7
		38,5

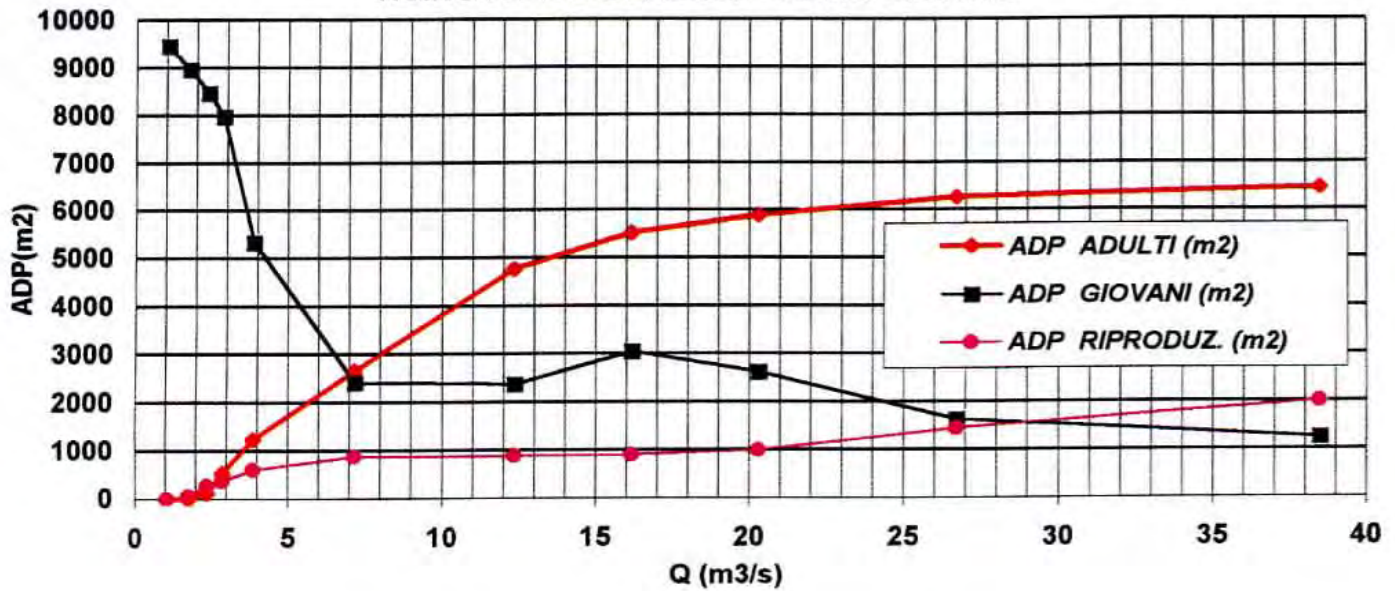
I grafici in figura 17 riportano l'andamento del parametro ADP relativo agli stadi adulti, giovanile e riproduttivo per i tre tratti di alveo simulati.

L'esame degli andamenti mette in evidenza una condizione di criticità riferibile all'area disponibile ponderata per lo stadio adulto.

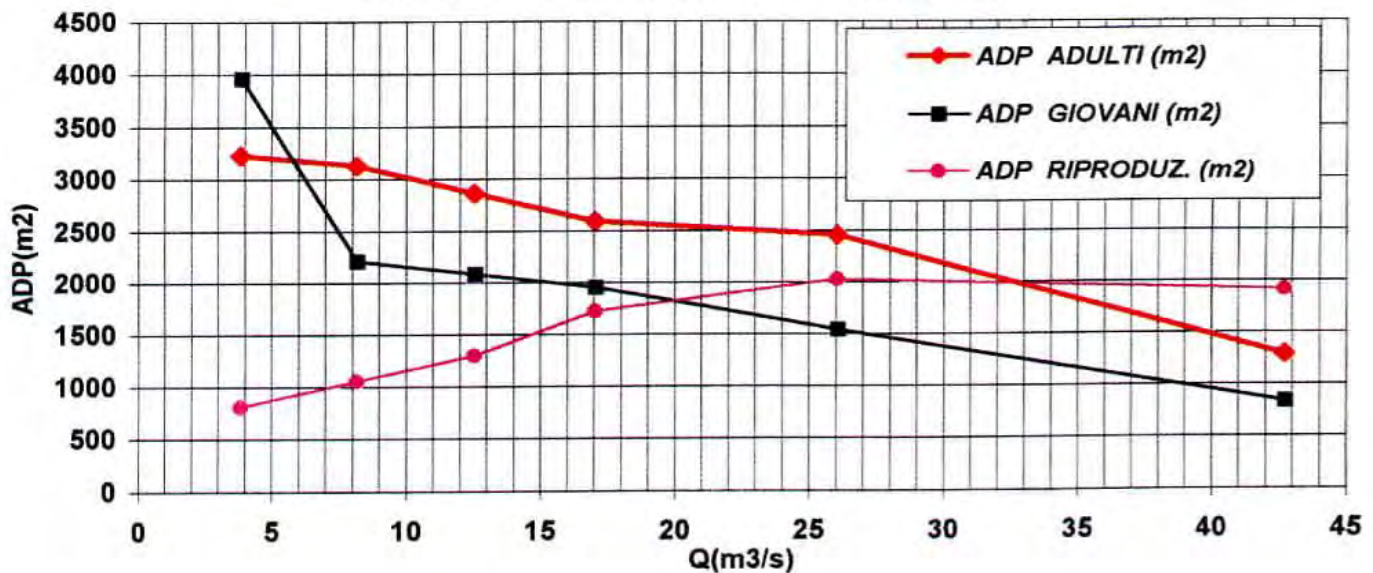
Al variare delle portate simulate, infatti, la disponibilità di aree per la riproduzione e per lo stadio giovanile si mantiene ampiamente sovrabbondante rispetto alle esigenze della colonia di adulti che può essere supportata dall'area disponibile per questo stadio.

La popolazione adulta, infatti, a parità di numero di individui, ha evidentemente bisogno di aree largamente superiori agli altri due stadi, non solo per la maggiore dimensione e mobilità degli individui, ma anche perché è interessata da un ciclo vitale pluriennale (5,6 anni) nel corso del quale si accumulano (a meno della mortalità nello stadio giovanile) gli individui derivanti dai cicli annuali relativi agli altri due stadi.

TICINO A P. TE OLEGGIO - RAMO DESTRO



TICINO A P. TE OLEGGIO - RAMO SINISTRO



TICINO A P. TE OLEGGIO - ALVEO MONOCURSALE

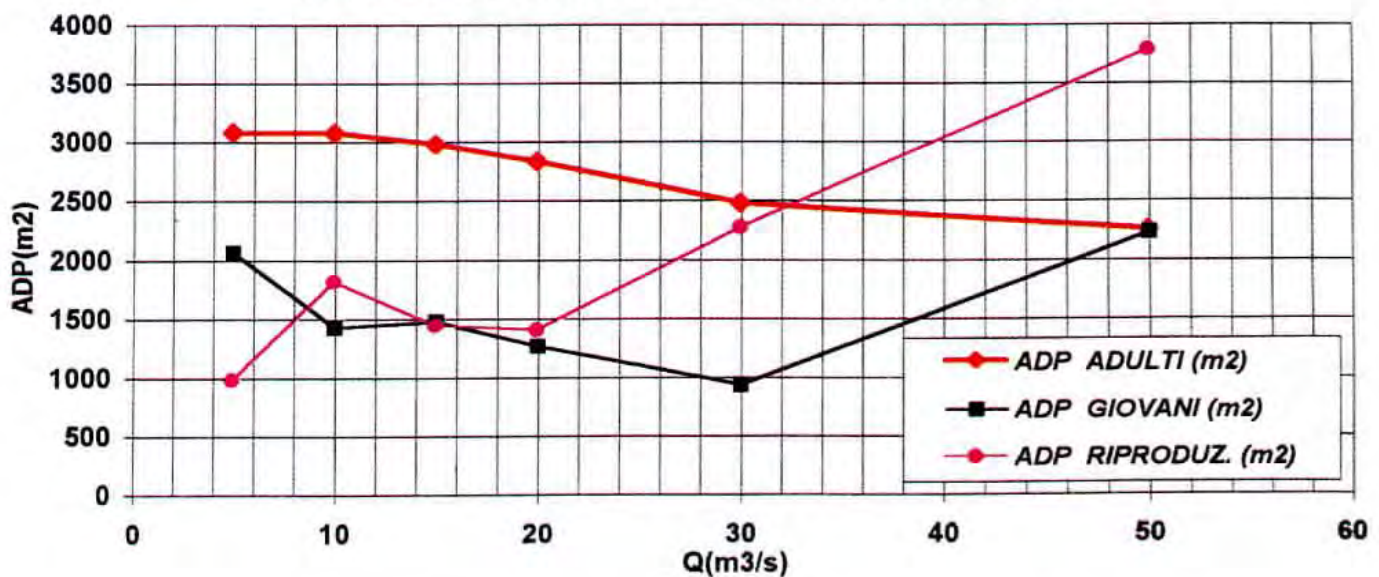
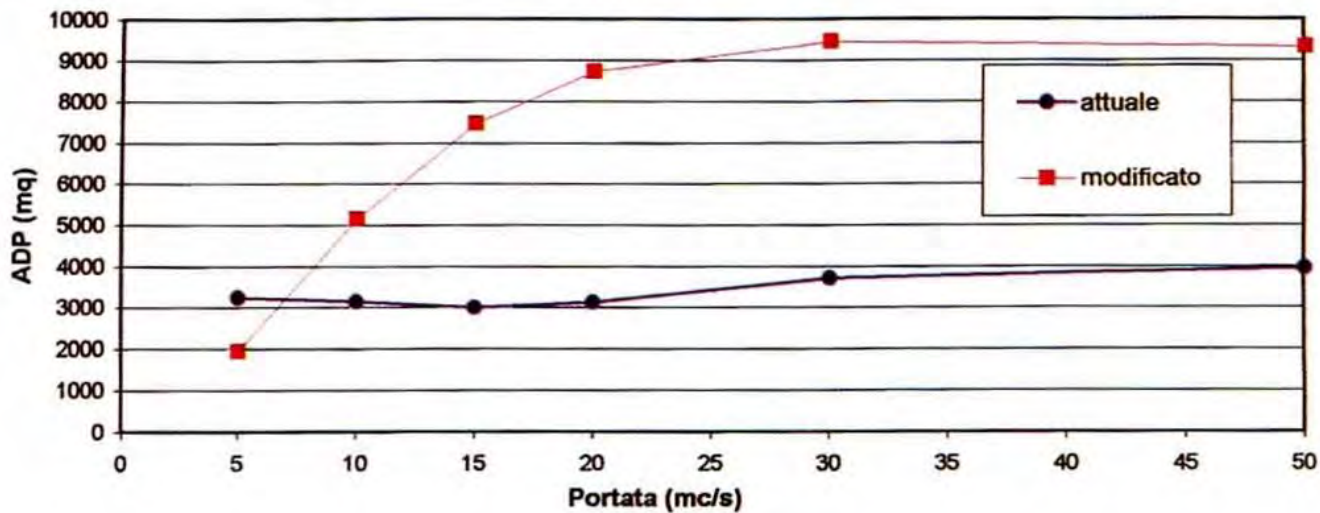
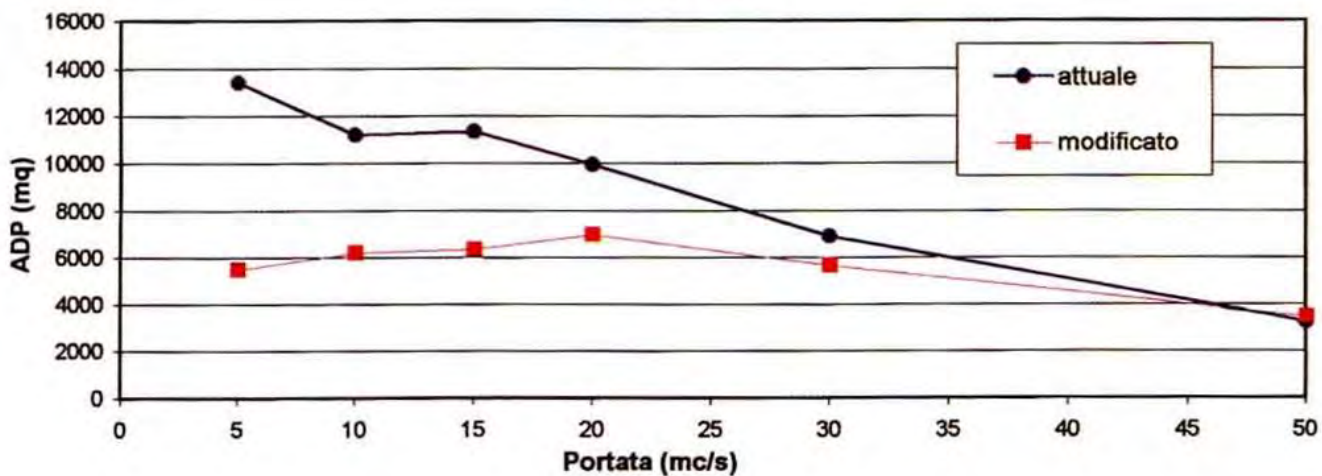


FIG. 17 : ANDAMENTO DELL'AREA DISPONIBILE PONDERATA NEI DIVERSI RAMI DEL TRATTO FLUVIALE DI INDAGINE A MONTE DEL PONTE DI OLEGGIO

### ADP ADULTI



### ADP GIOVANI



### ADP AREE RIPRODUTTIVE

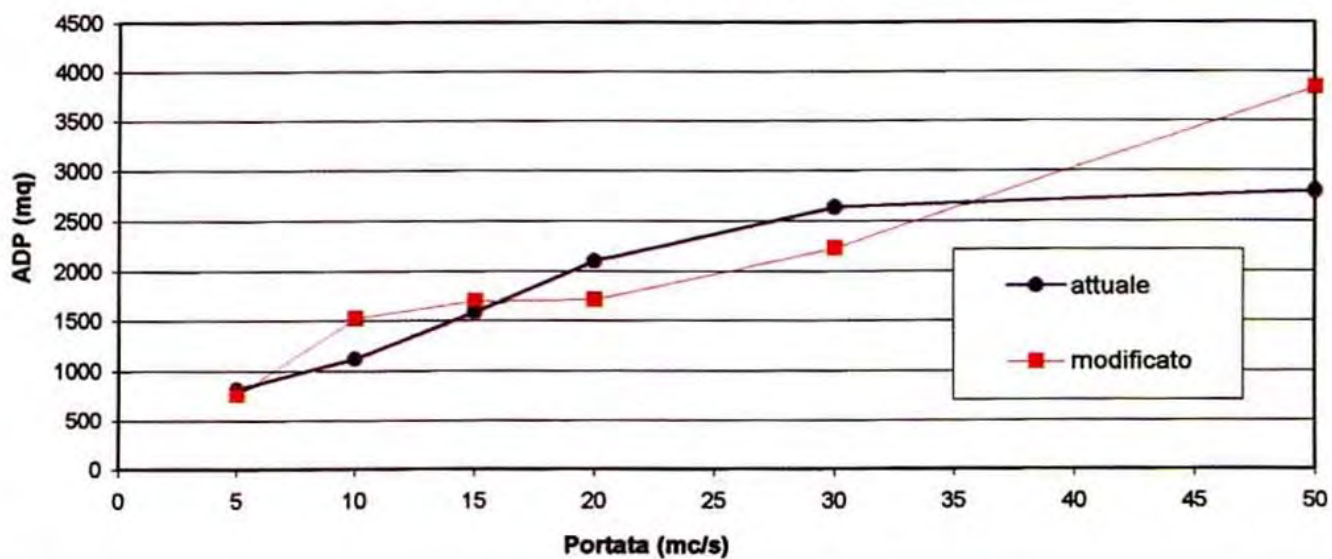


FIG. 18 : CONFRONTO TRA L'AREA DISPONIBILE PONDERATA RELATIVA AL TRATTO FLUVIALE DI INDAGINE A MONTE DEL PONTE DI OLEGGIO NELLA SITUAZIONE ATTUALE E CON L'INTERVENTO DI CALIBRATURA DEL RAMO DESTRO

Le aree per adulti producibili dal ramo sinistro e dall'alveo monocursale sono esigue e non appaiono incrementabili all'aumentare della portata, nel campo di deflussi ragionevolmente ipotizzabili per i rilasci del DMV.

Il ramo destro ha un comportamento nettamente più favorevole, grazie alla morfologia di alveo secondario più compatto in quanto prodotto da una divagazione interessata normalmente da portate di scarsa entità.

Per ottenere aree disponibili per lo stadio adulto significative nel ramo destro sarebbe tuttavia necessario, con la conformazione attuale dell'alveo del Ticino, rilasciare portate estremamente elevate, in quanto solo una piccola frazione di esse defluisce in questo ramo.

In particolare, per ottimizzare l'ADP nel ramo destro (e conseguentemente sull'intero tratto di indagine) sarebbe necessario disporre in questo ramo di circa 15 m<sup>3</sup>/s, per ottenere i quali dovrebbero defluire nel Ticino complessivamente portate di entità nettamente superiore.

E' stata pertanto sviluppata un'ipotesi di intervento consistente nella ricalibratura del ramo destro in modo da modificare la ripartizione dei deflussi di magra rispetto al ramo sinistro.

Le tabelle che seguono e i grafici riportati in figura 18 evidenziano il guadagno in termini di ADP (con riferimento in particolare allo stadio adulto) ottenibile ripartendo le portate prevalentemente nel ramo destro.

I valori di ADP riportati si riferiscono al deflusso complessivo nel Ticino (somma dei valori relativi ai due rami).

Q (m <sup>3</sup> /s)	SITUAZIONE ATTUALE			SUPERFICIE TOTALE (m <sup>2</sup> )
	ADP (m <sup>2</sup> ) (ramo dx + ramo sx)			
	ADULTI	GIOVANI	RIPRODUZIONE	
5	3228	13403	810	73565
10	3127	11173	1114	79164
15	2985	11334	1576	83135
20	3115	9922	2092	85901
30	3697	6876	2627	90649
50	3937	3240	2788	97114

IPOTESI DI RIDISTRIBUZIONE DEI DEFLUSSI						
Q (m <sup>3</sup> /s)			ADP (m <sup>2</sup> ) (ramo dx + ramo sx)			SUPERFICIE TOTALE (m <sup>2</sup> )
DX	SX	TOT	ADULTI	GIOVANI	RIPRODUZIONE	
3.9	0.	3.9	1246	5336	597	40595
7.2	3.9	11.1	5877	6361	1686	83025
12.4	3.9	16.3	8009	6323	1701	90022
16.2	3.9	20.1	8752	6986	1714	91888
20.4	3.9	24.3	9122	6561	1808	93065
26.7	3.9	30.6	9495	5579	2260	94765
38.5	12.6	51.1	9328	3323	3929	104598

La curva dell'ADP per individui adulti nella situazione modificata presenta un massimo intorno alla portata di 25,30 m<sup>3</sup>/s, in accordo con l'analisi svolta per la caratterizzazione generale degli altri tratti del Ticino studiati, che indica questo ordine di grandezza della portata come condizione ottimale secondo l'impostazione metodologica dei microhabitat.

Nell'ottica della ricerca di una condizione di "minimo vitale" è tuttavia evidente che con una portata di 15÷16 m<sup>3</sup>/s, ripartita in circa 12 m<sup>3</sup>/s sul ramo destro e 4 m<sup>3</sup>/s sul sinistro, si ottiene un'ADP/adulti pari all'80% del valore massimo (e al 250% del valore ottenibile con la ripartizione attuale dei deflussi tra i due rami).

Per ottenere il restante 20% di ADP sarebbe necessario incrementare la portata di circa il 100%.

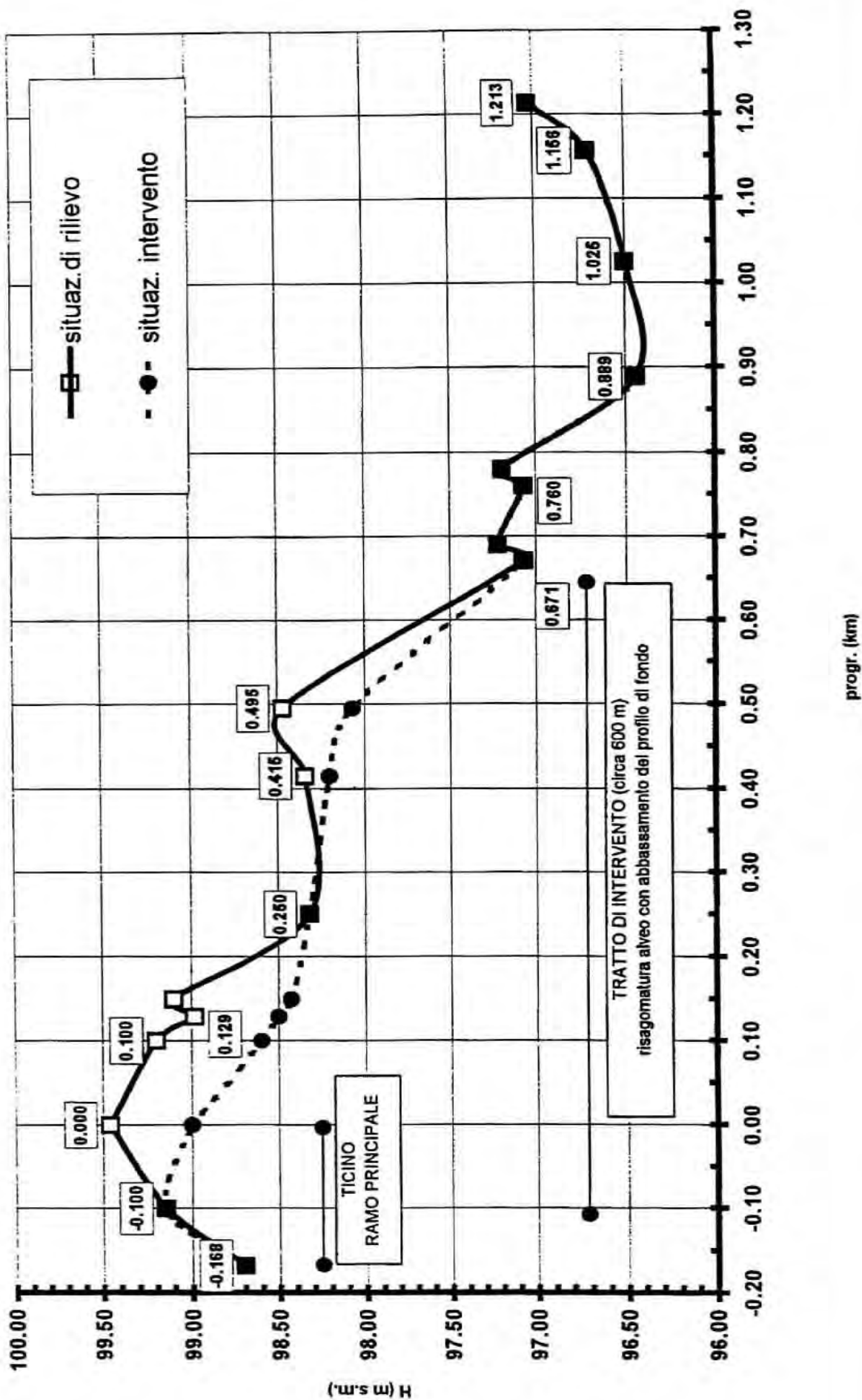
A fronte del sensibile incremento nell'ADP/adulti ottenibile con l'intervento di ricalibratura del ramo destro, le ADP relative allo stadio giovanile e alla riproduzione subiscono riduzioni non influenti sulle condizioni di vita della specie ittica, per quanto osservato in precedenza circa i rapporti di proporzionalità tra le ADP relative ai tre stadi vitali.

Per ottenere la ripartizione dei deflussi sopra indicata è necessario eseguire l'intervento di risagomatura del fondo alveo del ramo destro schematizzato nel profilo di fondo riportato in figura 19 (confronto tra situazione attuale e modificata).

#### 8.4 METODO HQI (HABITAT QUALITY INDEX)

Il metodo (Binns/Eiserman, 1979) fornisce uno standard di valutazione dello stato di qualità dell'ambiente fluviale per lo sviluppo delle specie ittiche, attraverso la ricerca di una relazione funzionale tra le quantità di pesce rilevate mediante indagini in sito e vari parametri ambientali di tipo idrologico-idraulico (portata media giornaliera di fine estate, rapporto tra i valori massimo e minimo annuale della portata, velocità dell'acqua, larghezza del corso d'acqua), chimico-fisico (temperatura estiva massima, azoto), morfologico (erosione delle sponde e presenza di aree-rifugio per ittiofauna) e vegetazionale (vegetazione sommersa).

**FIUME TICINO a monte ponte di Oleggio- ramo destro - (progr. km 0.00-1.213)**  
 profilo di fondo alveo in condizioni attuali e di progetto



**Figura 19 : Schema dell'intervento di riprofilatura del fondo alveo sul ramo destro del tratto di indagine amonte del ponte di oleggio**



Nella configurazione a 9 parametri applicata in questo caso, il modello ha la seguente struttura:

con:

$x$  = portata media giornaliera di fine estate;

$x^1$  = valore massimo annuale della portata diviso il valore minimo;

$x^2$  = temperatura estiva massima;

$x^3$  = azoto;

$x^4$  = aree rifugio (percentuale sulla superficie totale);

$x^7$  = erosione delle sponde (percentuale sulla lunghezza totale);

$x^8$  = vegetazione sommersa;

$x^9$  = velocità dell'acqua;

$x^{10}$  = larghezza del fiume.

11

Il metodo, tarato su corsi d'acqua americani, necessita di ulteriori sistematiche indagini di calibratura sulle caratteristiche ambientali di fiumi assimilabili al Ticino.

L'espressione, ottenuta dall'analisi di regressione multipla tra le quantità di pesce rilevate e i valori dei parametri suddetti (classificati in base a un indice adimensionale variabile tra 0 e 4), fornisce un dato interpretabile in kg/ha di popolazione ittica sostenibile dall'habitat fluviale.

In assenza di una specifica taratura del metodo sulle caratteristiche del corso d'acqua d'interesse per la presente applicazione, è opportuno interpretare l'indice in senso relativo, in termini di "unità di habitat" da utilizzare per confronti tra diverse situazioni ambientali e senza specifico riferimento a quantità assolute di fauna ittica.

Anche con questa limitazione l'indice, che sintetizza vari parametri ambientali, consente comunque di assegnare un peso relativo ai diversi fattori fisici che influenzano la qualità e idoneità degli habitat fluviali oltre allo specifico parametro "portata".

L'applicazione eseguita nell'ambito della presente ricerca, relativa al tratto di studio a monte del ponte di Oleggio (v. figura 10), riveste per quanto sopra osservato un significato ampiamente sperimentale, come approccio metodologico integrato multiparametrico alla ricerca sul DMV basata su indicatori ambientali.

Particolarmente significativa è risultata, nella fase propedeutica, l'indagine sulle temperature dell'acqua, che, anche se supportata da un quadro di dati non ancora esauriente, evidenzia i seguenti problemi.

In condizioni di deflusso ordinario e di magra sono stati rilevati significativi innalzamenti della temperatura nel tratto Panperduto-Oleggio, come evidenziano gli incrementi termici osservati tra il Ticino e l'adiacente Canale Industriale (3,4 °C) e tra il Ticino e la risorgiva presente in sponda sinistra (6 °C).

In condizioni di morbida le temperature nei tre ambienti monitorati (Ticino, Canale e risorgiva) sono analoghe.

Questi dati preliminari fanno ipotizzare un significativo effetto di riscaldamento delle acque nell'alveo del Ticino, in condizioni di magra, lungo il tratto Panperduto-Oleggio (molto più marcato di quello che può interessare sullo stesso percorso il Canale Industriale, data l'entità della portata e le caratteristiche dell'alveo e del deflusso).

Per valutare il fenomeno sull'intero ciclo annuale è stata condotta una ricerca di dati progressi, con riferimento in particolare ai rilevamenti eseguiti dagli enti regionali.

I dati disponibili sono risultati comunque insufficienti, in relazione soprattutto alle date e alle modalità di rilievo che non consentono confronti significativi.

Sembra comunque di rilevare una variazione termica più marcata tra Ticino e Canale Industriale nei mesi primaverili, un sostanziale bilanciamento nei mesi estivi e un'inversione di comportamento nel periodo autunnale-invernale (con temperature più elevate nel canale).

I valori massimi estivi di temperatura rilevata nell'alveo del Ticino (22.5 °C), evidenziano una condizione di criticità per l'ittiofauna che può avere rilevanza analoga a quella derivante da deflussi insufficienti.

Si rileva a questo proposito che il DL 25/01/1992 n. 130 (Attuazione della direttiva 78/659/CEE sulla qualità delle acque dolci che richiedono protezione o miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci) fissa i limiti di temperatura massimi imperativi in 21.5 °C per acque idonee alla vita dei salmonidi e in 28 °C per acque idonee alla vita dei ciprinidi.

L'importanza del parametro temperatura è stata evidenziata anche dalle indagini quantitative svolte sull'ittiofauna, che hanno evidenziato una forte presenza e varietà di specie in corrispondenza della risorgiva, caratterizzata da temperature sensibilmente più basse di quelle presenti in alveo.

Il prospetto che segue sintetizza i risultati dell'applicazione del metodo HQI a diverse condizioni di portata, evidenziando i valori dell'indice (interpretati come "unità di habitat per ettaro di superficie liquida") e l'estensione degli stessi all'intera superficie bagnata del tratto di alveo a monte del Ponte di Oleggio (somma dei rami destro e sinistro).

<b>Portata (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>HQI (unità/ha)</b>	<b>Superficie bagnata (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Habitat totale (-)</b>
5	2	43.500	9
10	4	51.000	20
15	4	54.000	20
20	9	56.250	22
30	19	58.500	51
150	67	120.300	804
450	63	161.250	1016

I dati non sono interpretabili direttamente per la ricerca della portata di riferimento per il DMV, anche se si può osservare quanto segue.

L'indice presenta un andamento a campana, con un massimo intorno a 150 m<sup>3</sup>/s (portata riferibile alla media annuale "naturale").

Il punto di rottura della curva, HQI/Q in corrispondenza del quale può essere collocata la portata di riferimento per il DMV, va ricercato tra 20 e 30 m<sup>3</sup>/s.

L'aspetto più significativo dell'applicazione consiste comunque nella stima dell'effetto relativo prodotto dai parametri fisici che concorrono nella formulazione del giudizio di qualità ambientale.

Oltre a quanto già osservato per la temperatura, si rileva che gli altri parametri che entrano in gioco nella valutazione dell'HQI forniscono indicazioni in merito all'incidenza dei diversi fattori fisici sulle caratteristiche di qualità ambientale e sulla possibilità di condizionarle mediante interventi diretti.

In particolare si osserva la significativa sensibilità dei parametri "idrologico-idraulici" (portata estiva, variazione massima di portata, velocità), nei limiti del campo di deflussi ipotizzabili per il DMV: una variazione della portata da 10 a 30 m<sup>3</sup>/s, a parità degli altri fattori, comporta un incremento dell'habitat complessivo di 4.5 volte.

Di analogo interesse sono i parametri di tipo morfologico strettamente connessi con il ciclo vitale dell'ittiofauna: cover e sponde in erosione.

La superficie di alveo viene classificata come "cover" quando è idonea a costituire rifugio per l'ittiofauna grazie alla presenza di massi, detriti organici, radici, o altri elementi morfologici adatti a svolgere la funzione di nascondiglio.

Le zone a "cover" possono riguardare sia il fondo alveo che le sponde.

Nel caso dei rifugi lungo le sponde è stata assunta come area di “cover” la superficie ottenuta dalla parte sommersa delle sponde e da una striscia di alveo prospiciente larga 2÷3 m in acqua corrente, costituente l’habitat normalmente frequentato dagli individui adulti.

Le verifiche svolte ipotizzando un incremento dell’area a “cover” dalla situazione attuale (< 10% dell’area liquida complessiva) alle classi di incidenza superiori (10%÷25%, 25%÷40% e 40%÷55%) in condizioni di portata dell’ordine di 20÷30 m<sup>3</sup>/s, hanno evidenziato incrementi dell’indice HQI rispettivamente del 26%, 37%, 47%.

Le zone a “cover” possono essere costituite anche artificialmente, con opportuni interventi in alveo e sulle sponde.

In particolare le sponde in erosione incidono negativamente sul valore di HQI per l’impossibilità di costituire naturalmente aree di rifugio.

Assume pertanto significato l’ipotesi di intervenire con sistemazioni di sponda compatibili con l’esigenza di costituire contemporaneamente dei rifugi per l’ittiofauna.

In questo senso si evidenzia che nell’indagine diretta sulla popolazione ittica nel tratto a monte del ponte di Oleggio è stata riscontrata la presenza di una colonia di entità e diversificazione rilevanti in corrispondenza di una difesa spondale in massi alla rinfusa presente in sinistra, a valle della risorgiva (v. planimetria in figura 10).

La stessa presenza di ittiofauna non è stata rilevata nelle altre zone dell’alveo indagate, e in particolare in corrispondenza di tratti di difesa spondale realizzati con massi sistemati e “chiusi” rispetto alla possibilità di costituire rifugio per i pesci.

## **8.5 Metodo RCE-2 Inventory (Riparian Channel Environment)**

L’indice di qualità ambientale RCE-2 prende in considerazione le caratteristiche dell’intero corridoio fluviale, con riferimento in particolare agli ambienti ripariali.

Rispetto alle metodologie viste in precedenza esso rappresenta quindi un ulteriore ampliamento del campo di osservazione dei fattori fisici influenti sulla qualità globale dell’habitat fluviale e sulla variabilità degli stessi in relazione all’entità del DMV da un lato, e ad interventi sul corso d’acqua, dall’altro.

In particolare, l’indice può fornire un efficace algoritmo di valutazione degli effetti prodotti, in termini di “guadagno ambientale”, da specifici interventi di sistemazione d’alveo.

La metodologia prevede l’osservazione di 16 parametri ambientali e l’attribuzione a ognuno di essi di un punteggio ricavato da una classificazione standard in quattro categorie di valutazione.

Dalla somma dei punteggi relativi ai 16 parametri si ottiene un punteggio totale in base al quale l'ecosistema fluviale osservato viene classificato all'interno delle 5 classi di qualità sotto elencate, ognuna delle quali è caratterizzata da un giudizio sintetico e da un colore per la rappresentazione cartografica.

<b>CLASSE</b>	<b>PUNTEGGIO</b>	<b>GIUDIZIO</b>	<b>COLORE</b>
I	251÷300	ottimo	blu
II	201÷250	buono	verde
III	101÷200	mediocre	giallo
IV	51÷100	scadente	arancione
V	14÷50	pessimo	rosso

Il prospetto che segue riporta l'elenco dei parametri ambientali osservati e gli standard di valutazione proposti dal metodo.

E' stata eseguita un'applicazione dell'indice ambientale al tratto di studio a monte del ponte di Oleggio, con la finalità di valutare l'incidenza degli interventi di sistemazione del ramo destro descritti nel capitolo successivo.

Gli interventi suddetti consistono, oltre alla ricalibratura del profilo di fondo, non influente sulle valutazioni in oggetto, nella sistemazione della sponda destra nel tratto in erosione mediante scogliera in massi alla rinfusa (per la realizzazione di "cover"), ricalibratura della scarpata e ripristino dell'impianto vegetale.

E' inoltre prevista la sistemazione di un tratto di fondo alveo a riffle/pool mediante opportuna disposizione di massi.



9	Naturalità della sezione dell'alveo bagnato - sezione naturale - naturale con lievi interventi artificiali - artificiale con qualche elemento naturale - sezione artificiale	15 10 5 1			
10	Fondo dell'alveo (negli ambienti lotici) - fondo a massi e ciottoli, irregolare e stabile - fondo ciottoloso, facilmente movibile con poco sedimento - fondo di ghiaia e sabbia stabile a tratti - fondo di sabbia e sedimento limoso o cementificato	25 15 5 1			
10bis	Fondo dell'alveo (negli ambienti lentici) - fondo sciolto senza sedimento organico - fondo sciolto uniforme con poco sedimento organico - fondo limoso con sedimento organico - fondo limoso con abbondante sedimento organico	20 10 5 1			
11	Raschi, pozze e meandri - ben distinti, ricorrenti, distanti al massimo 5-7 volte la larghezza - presenti a distanze diverse e con successione irregolare - lunghe pozze che separano corti raschi: pochi meandri - meandri raschi e pozze assenti: percorso raddrizzato	25 20 5 1			
12	Vegetazione in alveo - assente o formata da muschi e gruppi di idrofite - idrofite dominanti nelle pozze, elofite sui bordi - tappeti algali presenti, rare macrofite e pochi muschi - tappeto algale dominante e/o batteri filamentosi	15 10 5 1			
13	Detrito - formato da foglie e legno indecomposto - materiale organico parzialmente decomposto - materiale organico decomposto - detrito anaerobico	15 10 5 1			
14	Macrobenthos - molte specie presenti - molte specie presenti solo in habitat ben ossigenati - poche specie presenti ma in tutti gli habitat - poche specie presenti e solo negli habitat più ossigenati	15 10 5 1			
	PUNTEGGIO TOTALE				
	CLASSE DI QUALITÀ				

Il prospetto che segue riporta in dettaglio le valutazioni eseguite.

Il risultato dell'applicazione evidenzia significative possibilità di miglioramento dell'ambiente fluviale, sebbene questo si presenti già allo stato attuale in buone condizioni.

PARAMETRO		PUNTEGGIO	
		STATO ATTUALE	INTERVENTO
1	Stato del territorio circostante - prati, pascoli, boschi, pochi arativi e incolti	20	20
2	Ampiezza della zona riparia primaria e secondaria - zona riparia paludosa o arbustiva o boscosa 5÷30 m	20	20
3	Vegetazione della zona riparia primaria - alberi pionieri vicino alle rive e bosco maturo dietro	15	15
3 bis	Vegetazione della zona riparia secondaria - arbustivo paludosa con pochi alberi	10	10

4	Integrità della zona riparia - zona riparia intatta, senza interruzione della vegetazione - interruzioni frequenti con qualche erosione	5	20
5	Condizioni idriche dell'alveo - alveo di morbida molto maggiore dell'alveo bagnato	5	5
6	Stabilità delle rive - rive stabili trattenute da radici arboree - rive in erosione facile o con interventi artificiali	1	25
7	Strutture di ritenzione degli apporti trofici - massi e/o rami presenti con deposito di sedimento - strutture di ritenzione libere e mobili con le piene	5	15
8	Erosione delle rive - nessuna o poco evidente - erosioni frequenti con scavo delle rive e delle radici	5	20
9	Naturalità della sezione d'alveo bagnato - sezione naturale - naturale con lievi interventi artificiali	15	10
10	Fondo dell'alveo (negli ambienti lotici) - fondo sciolto senza sedimenti organico	20	20
10 bis	Fondo dell'alveo (negli ambienti lentic) - fondo sciolto senza sedimento organico	20	20
11	Raschi, pozze e meandri - presenti a distanze diverse e con successione irregolare	20	20
12	Vegetazione in alveo - assente o formata da muschi e gruppi di idrofite	15	15
13	Detrito - formato da foglie e legno indecomposto	15	15
14	Macrobenthos - molte specie presenti	15	15
PUNTEGGIO TOTALE		221	280
CLASSE DI QUALITÀ		II	I

## 9. IPOTESI DI INTERVENTO

Le valutazioni svolte con le diverse metodologie descritte nei capitoli precedenti mettono in evidenza alcune possibilità di intervento in grado di migliorare le caratteristiche di qualità ambientale del sistema fluviale, incrementando e razionalizzando gli effetti prodotti dall'assunzione della regola di gestione del DMV.

In particolare, con riferimento al tratto di approfondimento della ricerca a monte del ponte di Oleggio, sono emersi i seguenti aspetti di rilevante importanza in rapporto alla qualità ambientale ottenibile con il rilascio di portate controllate:

- migliore rispondenza dei deflussi nel ramo destro ai criteri di qualità ambientale assunti dai metodi basati sull'analisi idraulica dell'alveo (curve portata/contorno bagnato, microhabitat), con possibilità di realizzare un sensibile miglioramento dei parametri modificando la ripartizione delle portate nei due rami, in condizioni di magra;



- possibilità di migliorare i requisiti ambientali richiesti dai metodi che mettono in relazione più fattori influenti sulla qualità complessiva dell'habitat fluviale, mediante interventi finalizzati ad incrementare le aree di "cover" e a ridurre i tratti spondali in erosione (metodi HQI, RCE-2).

Le indagini svolte hanno peraltro evidenziato alcuni aspetti critici sui quali è possibile allo stato attuale ipotizzare di intervenire solo in termini gestionali, operando sull'entità e sulle modalità di regolazione delle portate di rilascio:

- temperature dell'acqua al limite della tollerabilità per le specie ittiche nel periodo primaverile ed estivo: questo problema potrebbe pesare in modo significativo nella valutazione dell'entità dei rilasci del DMV, a meno di ipotizzare interventi estensivi che contribuiscano a ridurre l'effetto di riscaldamento riscontrato lungo il percorso dei deflussi di magra (i dati conoscitivi attuali non sono sufficienti per caratterizzare il fenomeno al livello di ipotesi d'intervento);
- riduzioni di portata impulsive, particolarmente nel periodo riproduttivo primaverile, possono determinare gravi perdite di fauna ittica in quanto (come è stato osservato nel corso dell'evento di morbida verificatosi durante le indagini) sono disponibili ampie aree idonee alla riproduzione nelle zone di alveo raggiungibili da deflussi elevati (superiori a 100 m<sup>3</sup>/s): la riduzione impulsiva della portata può mettere in asciutta tali aree impedendo la schiusa e il raggiungimento da parte degli avannotti di zone dell'alveo con deflusso permanente.

Nell'ottica di verificare le possibilità operative praticabili per il miglioramento della qualità ambientale, sono stati studiati alcuni interventi relativi al tratto fluviale a monte del ponte di Oleggio illustrati nella figura 20 e sotto elencati sinteticamente.

- A - Ricalibratura del tratto iniziale del ramo destro, per modificare la ripartizione dei deflussi di magra secondo le indicazioni della ricerca.
- B - Realizzazione di una scogliera in massi alla rinfusa e sistemazione delle erosioni di sponda lungo il tratto iniziale del ramo destro, per incrementare la presenza di rifugi per l'ittiofauna e ridurre i tratti spondali in erosione.
- C - Sistemazione di un tratto di fondo alveo, nel ramo destro, secondo uno schema a rapide e vasche, con disposizione di massi e incremento delle aree di rifugio.
- D - Ripristino-realizzazione di condizioni di "cover" lungo i tratti di sponda vegetata sul ramo destro, mediante sistemazione a verde.

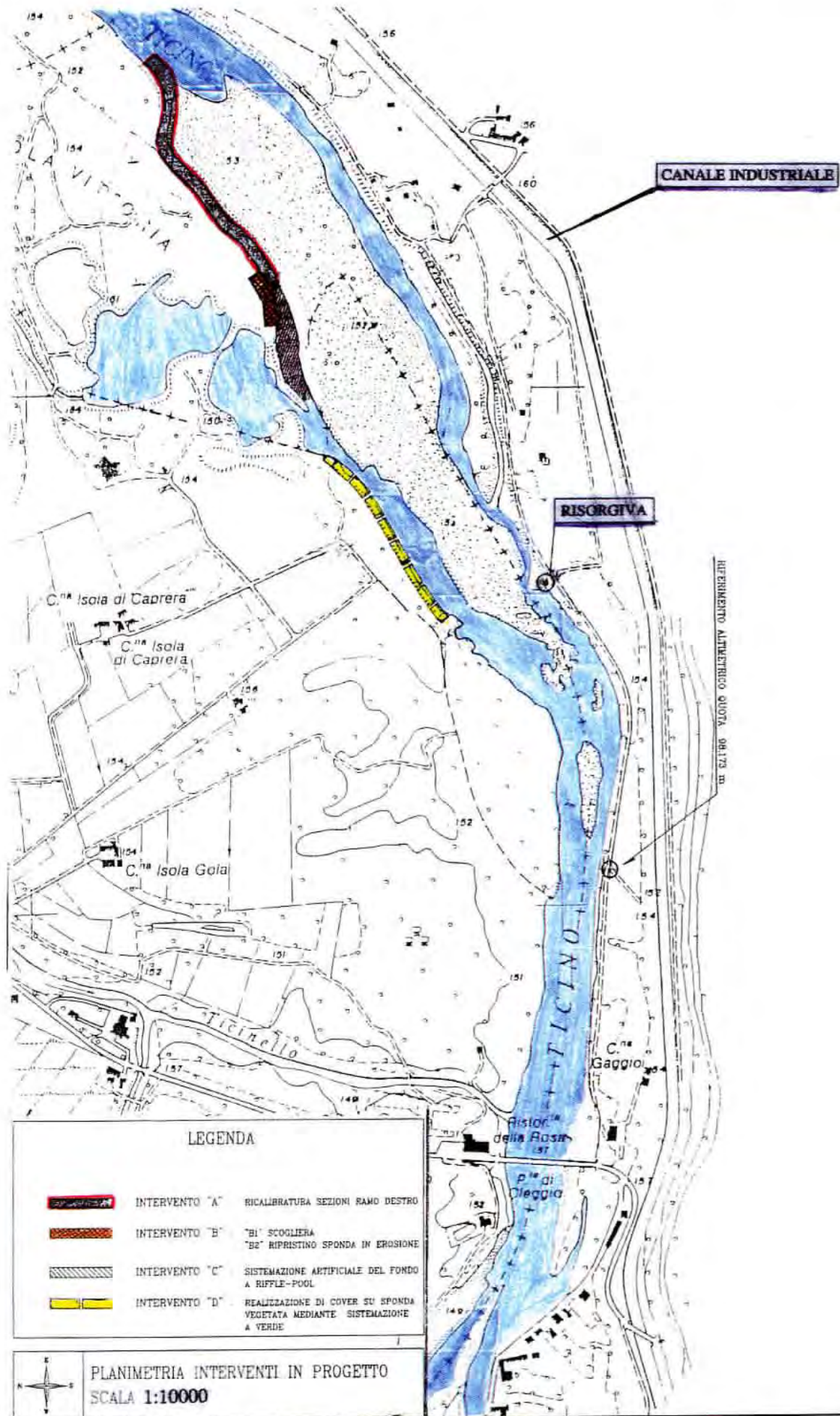


FIG. 20/1 : SCHEMA PLANIMETRICO DEGLI INTERVENTI NEL TRATTO SPERIMENTALE A MONTE DEL PONTE DI OLEGGIO

# SCHEMA TIPO INTERVENTO "B"

PARTICOLARE SCALA 1:100

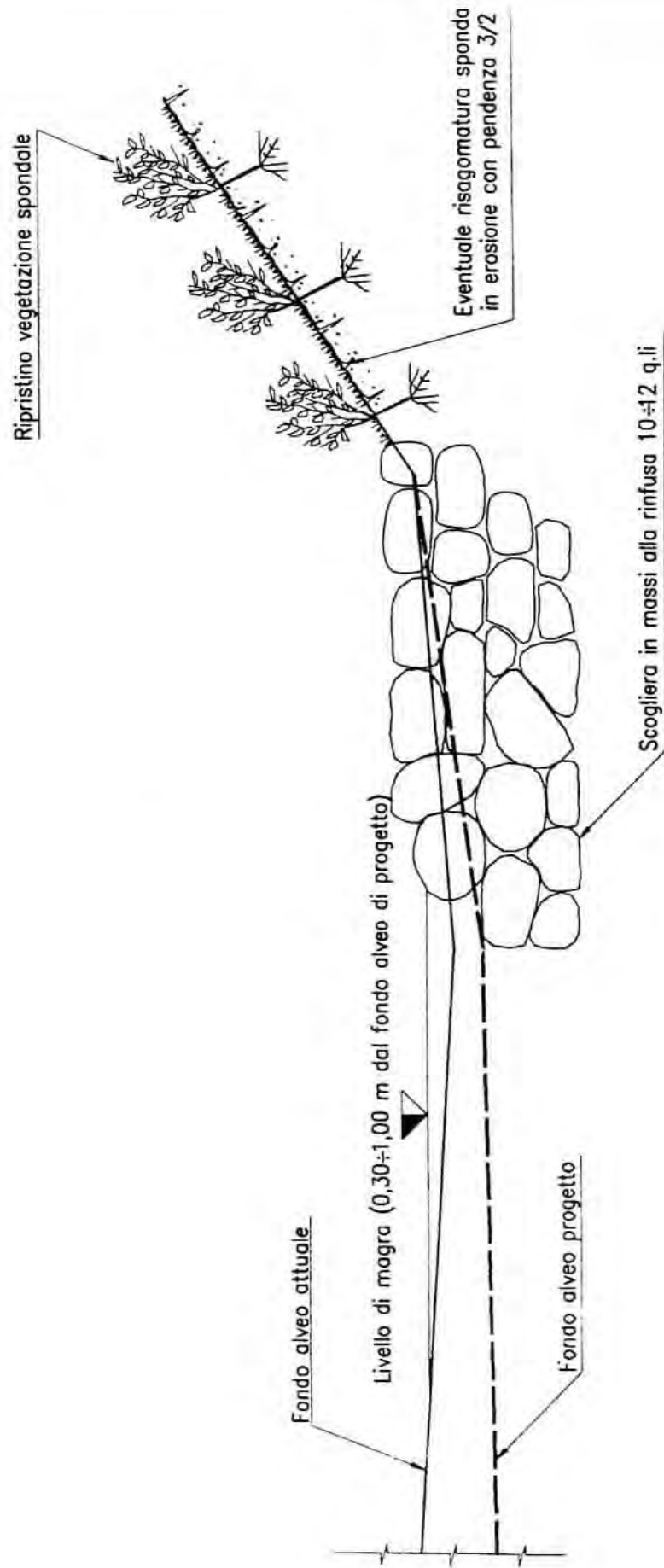


Figura 20/2 : Schema tipo dell'intervento di sistemazione spondale nel tratto sperimentale a monte del ponte di oleggio

## 10. SPERIMENTAZIONE

In base ai risultati acquisiti nel corso della ricerca è stato messo a punto un programma di approfondimento sperimentale finalizzato alla verifica degli effetti di interventi in alveo sull'ittiofauna e sulla qualità complessiva dell'ambiente fluviale.

Il programma è articolato in due sezioni:

interventi e indagini sul Ticino a monte del ponte di Oleggio;  
interventi e indagini su un tratto significativo del canale Marinone.

Gli interventi previsti nel tratto di studio sul Ticino sono in linea con le tipologie indicate nel capitolo 9:

- ricalibratura del tratto iniziale del ramo destro;  
sistemazione di un tratto di fondo alveo e riffle-pool mediante disposizione di massi;
- ripristino-realizzazione di condizioni di "cover" lungo le sponde vegetate, nelle zone di alterazione, mediante sistemazione a verde.

Gli accertamenti su questo tratto sperimentale da eseguire dopo la realizzazione degli interventi consistono nei protocolli di indagine richiesti per l'applicazione dei metodi dei microhabitat, HQI e RCE-2. Le indagini per campagne dovrebbero essere possibilmente supportate dal rilievo in continuo delle portate e delle temperature dell'acqua (dati gli elementi di criticità riscontrati nel corso dello studio per questo parametro), mediante specifiche installazioni strumentali.

Sul canale Marinone è stato previsto un programma specificatamente mirato agli aspetti ittologici e riferito a un contesto ambientale idoneo per l'esecuzione di controlli quantitativi sull'ittiofauna.

Il canale costituisce un ambito operativo estremamente significativo per l'esecuzione di sperimentazioni basate sul controllo di tutti gli individui delle popolazioni ittiche presenti, naturali o introdotte artificialmente.

Di seguito si riporta una breve scheda tecnica del canale.

Tipologia del corpo idrico	canale artificiale a fondo naturale
Funzione	scolmatore Naviglio Vecchio
Origine	Ticino (Lonate Pozzolo, Va)
Recapito	Ticino (Castano Primo, Mi)
Lunghezza	7 km

Nel corso di studi pregressi è stato evidenziato l'elevato livello qualitativo delle acque che risulterebbero sostanzialmente idonee ad ospitare una popolazione stabile di salmonidi (trota marmorata) e timallidi (temolo), tuttavia è stata rilevata una scarsa

presenza delle due specie sostanzialmente ricollegabile all'inadeguatezza dell'ambiente fisico eccessivamente uniforme.

Il programma di interventi prevede la realizzazione di opere accessorie finalizzate alla ottimizzazione ambientale del corso idrico nei confronti delle esigenze fisiologiche delle comunità biologiche ricostituendo i principali habitat caratteristici: buca, raschio, lama, sottosponda.

E' prevista l'attuazione delle seguenti tipologie di intervento:

- argini in pietra e/o legno;
- deflettori laterali;
- deflettori sommersi;
- costrittori d'alveo;
- dighe a cuneo;
- dighe a K;
- cascate a V;
- substrati di fondo in ghiaia, ciottoli e sabbia.

E' inoltre previsto un intervento di piantumazione da effettuarsi lungo le sponde del corso idrico, che dovrà uniformarsi alla struttura floristica dell'area.

Il monitoraggio avrà lo scopo di verificare la funzionalità dell'intervento nei confronti delle comunità ittiche residenti; in particolare saranno valutati i seguenti elementi:

- evoluzione stagionale dei principali parametri chimici e fisici;
- processo di colonizzazione da parte della vegetazione sommersa;
- processo di colonizzazione macrobentonica;
- processo di colonizzazione ittica;
- caratterizzazione delle aree di stazionamento;
- migrazioni riproduttive;
- caratterizzazione delle zone di riproduzione ittiche.

I dati del monitoraggio forniranno importanti elementi per la calibrazione delle metodologie dei microhabitat e HQI nelle condizioni ambientali di interesse.

Le sperimentazioni quantitative sul canale Marinone consentiranno inoltre di verificare l'idoneità di interventi "esportabili", in una successiva fase operativa, all'alveo principale del Ticino.

Infine, in un'ottica più ampia di riqualificazione ambientale del Ticino in affiancamento al tema del DMV, si rileva come la presenza di aree idonee ad ospitare gli stadi successivi di accrescimento del materiale ittico immesso fino al raggiungimento della maturità riproduttiva, giochi un ruolo di fondamentale importanza per il successo dei programmi di ripopolamento. Allo scopo sono attualmente in fase di studio avanzato una serie di interventi di risistemazione di piccoli fontanili utilizzabili nella fase di primo accrescimento del novellame; appare tuttavia evidente la necessità di elementi di continuità costituiti da corpi idrici di maggiore portata

in grado di ospitare gli stadi successivi di accrescimento del materiale ittico.

La presenza di un ambiente idrico della vastità del Canale Marinone opportunamente modificato costituirebbe dunque il necessario elemento di congiunzione tra le aree di primo accrescimento e l'asta principale del Ticino, costituendo quel fondamentale serbatoio di partenza della futura ricolonizzazione del fiume da parte delle specie attualmente maggiormente in pericolo (trota marmorata, temolo).

## **11. CONSIDERAZIONI DI SINTESI**

La ricerca sul DMV del fiume Ticino sublacuale è stata affrontata con un'approfondita indagine conoscitiva rivolta alla caratterizzazione sia del sistema fisico (idrologia dei deflussi superficiali, idrogeologia, qualità dell'acqua, componenti biologiche, habitat fluviali) sia dei fattori antropici (utilizzazioni della risorsa idrica e altre forme di fruizione del corso d'acqua), analizzati anche dal punto di vista dell'impatto economico-sociale conseguente ad ipotetici scenari di regolazione delle portate ed in base a diverse modalità di rilascio di deflussi minimi.

Ne sono emersi in sintesi i seguenti principali aspetti di specifico interesse per la ricerca.

### Sistema fisico

Le valutazioni sulla distribuzione dei deflussi superficiali lungo l'asta del fiume, basate su campagne di misura della portata - finalizzate alla definizione del bilancio tra portate naturali, derivazioni, scarichi, apporti di risorgiva e perdite in subalveo - hanno evidenziato la presenza delle maggiori criticità per deflussi di magra nel tratto Panperduto-Oleggio.

Lo studio sul sistema idrogeologico e sulle interazioni con le acque sotterranee ha evidenziato la presenza di significativi apporti di risorgenza dovuti al drenaggio dell'acquifero regionale, più consistenti nel tratto compreso tra il ponte di Oleggio e il ponte di Turbigo (mediamente  $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$  per km di asta fluviale), rispetto al tratto tra Panperduto e il ponte di Oleggio ( $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$  per km di asta).

Le perdite nel subalveo in regime di magra possono essere considerate trascurabili rispetto all'entità degli apporti di risorgiva.

La qualità chimico-fisica delle acque è in generale accettabile e non costituisce un elemento di criticità per lo studio della regola sul DMV.

Fa eccezione la temperatura dell'acqua, direttamente correlata con i cicli vitali dell'ittiofauna, rispetto alla quale sono stati osservati nel tratto Panperduto-Oleggio fenomeni di incremento termico in regime di magra nella stagione primaverile-estiva, al limite delle soglie di accettabilità per la vita dei pesci (cfr. D.L. 25/01/92 n. 130).

Per questo parametro, come in generale per l'intero comparto relativo alla qualità chimico-fisica dell'acqua, è stata rilevata una sostanziale carenza di dati omogenei relativi a indagini pregresse, tale da non consentire una valutazione approfondita degli aspetti critici evidenziati.

Per quanto riguarda l'ittiofauna, l'area analizzata è attribuibile alla "zona a trota marmorata/temolo-ciprinidi reofili".

Dai sopralluoghi effettuati emerge che la conformazione assunta dal Ticino a valle del Panperduto durante i periodi di minima portata sia quella di un corso idrico di modesta entità che congiunge alcuni ambienti lentici costituiti dalle poche zone a sufficiente profondità presenti lungo il tratto in studio.

La risposta della comunità ittica, nelle condizioni di minima portata, è quella di concentrarsi nelle zone lentiche, sostanzialmente inadatte alle specie vocazionali caratterizzate da spiccata reofilia.

Le zone rithrali durante la fase di minima portata risultano sostanzialmente deserte, venendo temporaneamente ricolonizzate soltanto nei brevi periodi di piena o comunque di maggiore portata.

La situazione attuale non permette di esprimere le notevoli potenzialità del tratto in esame, deprimendo nella sostanza l'entità complessiva della biomassa ittica della zona.

#### Componenti antropiche

E' stato definito il quadro di sintesi delle utilizzazioni idriche per uso idroelettrico e irriguo, e sono state analizzate le altre componenti antropiche interagenti con il sistema fluviale in relazione all'uso del suolo, alla fruizione turistico-ricreativa, ai vincoli ambientali connessi con la presenza dei parchi piemontese e lombardo.

#### Idrologia

L'analisi idrologica è stata finalizzata:

- alla ricostruzione del regime naturale di riferimento antecedente le regolazioni;
- all'individuazione di periodi storici di criticità in magra;
- alla simulazione di scenari relativi all'andamento dei deflussi di un decennio di riferimento in presenza di rilasci per DMV di diversa entità considerando le seguenti ipotesi:
  - compensazione a carico degli utenti del tratto sublacuale;
  - compensazione mediante regolazione del lago;
  - compensazione mediante rilasci dei serbatoi artificiali ENEL.

Le valutazioni eseguite hanno evidenziato che per valori di DMV rilasciato superiori a 10 m<sup>3</sup>/s si vengono a determinare, con l'assetto attuale delle regolazioni, carenze e problematiche per gli utilizzatori che coinvolgono tutto il sistema del Ticino, per oltre 6 mesi all'anno.

La fase di analisi del DMV, impostata sui risultati dell'indagine conoscitiva e

supportata da specifiche campagne di rilevamento di parametri idrologico-idraulici, ittologici, di qualità dell'acqua e ambientali, è stata articolata nell'applicazione di diverse metodologie, relative ai modelli idrologici assunti da normative esistenti, all'analisi dei parametri idraulico-morfologici, a metodiche basate sulle condizioni vitali per l'ittiofauna e/o sulla ricerca dello stato ottimale dell'ambiente fluviale complessivo.

Dall'applicazione delle normative esistenti sono risultati valori di DMV compresi tra 10 m<sup>3</sup>/s (Normativa Svizzera) e 25 m<sup>3</sup>/s (metodo preliminare Autorità di Bacino del Po).

Dato il carattere generale delle suddette normative - derivate da procedure di analisi idrologica - e tenuto conto dei risultati differenti che si ottengono dalla loro applicazione, sono stati eseguiti approfondimenti di studio mirati alla comprensione del sistema fisico e dei fattori che condizionano la qualità dell'ambiente fluviale complessivo, al fine di giungere ad una stima più appropriata e convincente del DMV.

L'applicazione di protocolli metodologici standard riferiti alla situazione specifica degli ambienti fluviali-pilota considerati (metodo dei microhabitat, HQI), con particolare riferimento al tratto sperimentale a monte del ponte di Oleggio, ha consentito di verificare le correlazioni dei fattori ambientali sia con la portata (DMV), sia con possibili interventi in alveo finalizzati al miglioramento delle caratteristiche ambientali.

Le stime delle portate di DMV eseguite con i suddetti metodi sperimentali hanno sostanzialmente confermato il range di valutazione dei metodi idrologici (10,25 m<sup>3</sup>/s).

L'obiettivo di queste applicazioni è consistito peraltro soprattutto nel fornire elementi per la definizione di una regola di gestione del DMV basata non solo sull'entità e sulla modulazione della portata, ma articolata in un complesso di interventi su più variabili fisiche interdipendenti.

L'analisi ha evidenziato i seguenti fattori fisici di maggior peso, oltre alla portata, sulla qualità ambientale:

- temperatura dell'acqua;
- morfologia dell'alveo e ripartizione dei deflussi nei tratti pluricursali;
- aree di cover per ittiofauna;
- collegamenti e continuità idraulica tra aree di cover, aree di riproduzione, zone di risorgiva, di rifugio o caratterizzate da minore temperatura dell'acqua;
- stabilità delle sponde (in relazione ai tratti in erosione e ai tratti vegetati e classificabili a cover).

Con il supporto delle metodologie di valutazione della qualità ambientale sono stati stimati gli effetti di possibili interventi su alcuni dei fattori fisici suddetti.

In particolare è stato elaborato un tipo di sistemazione e di riqualificazione dell'ambiente fluviale per il conseguimento di determinati obiettivi di qualità degli habitat,



attraverso interventi mirati a favorire velocità e profondità di deflusso ottimali per l'ittiofauna, aree di rifugio e nicchie ecologiche ripariali, condizioni di flusso e ombreggiatura tali da ridurre l'effetto di riscaldamento delle acque ecc..

L'attuazione di questo tipo di interventi può permettere di conseguire un notevole miglioramento della qualità ambientale, a fronte di un onere economico di modesto rilievo.

Per l'esatta determinazione del regime idrico più appropriato è necessario proseguire la ricerca secondo le linee di approfondimento individuate nella presente fase di studio ed espresse in un piano di interventi e di accertamenti sul tratto fluviale di indagine e su un tratto-laboratorio del Canale Marinone, finalizzato alla esecuzione di sperimentazioni dirette relative alle problematiche sopra evidenziate.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- **NORMATIVA ISO** relativa a misure quantitative in corsi d'acqua: Norme 555/75, 555-2/74, 555-3/82, 748/79, 1088/85, 1100-2/82, 2537/74, 3454/75, 3455/76, 4363/77, 4375/79, TR 7178/83;
- **ISO STANDARD COMPENDIUM ENVIRONMENT/Water Quality:**
  - \* Vol. 1 General
  - \* Vol. 2 Chemical methods;
  - \* Vol. 3 – Physical, biological and microbiological methods.
- **U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (Bovee K.D.):** Probability of use criteria for the family salmonidae (Instream Flow Information Paper No. 4, US. 1978).
- **U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (Bovee K.D.):** A user guide to Instream Flow Incremental Methodology (1981).
- **U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (Bovee K.D.):** A guide to Stream Habitat Analysis Using the Instream Flow Incremental Methodology (Instream Flow Information Paper No. 12, U.S. 1982).
- **U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (Bovee K.D.):** Perspectives on two-dimensional river habitat models: the PHABSIM experience (2<sup>nd</sup> International Symposium on Habitat Hydraulics, 1996).
- **U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE (Bovee K.D.):** Development and evaluation of habitat suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology (Instream Flow Information Paper No. 12, U.S, 1982).
- **WYOMING GAME AND FISH DEPARTMENT (Binns A.N.)**  
"Habitat Quality Index Procedure Manual"  
(1982)

- STALNAKER C.B.  
“Importance of the temporal aspects of habitat hydraulics to fish population studies”  
 (“Regulated Rivers: Research & Management”, 1996)
- INTERNATION WATER RESOURCES ASSOCIATION  
“Instream flow assessment and economic valuation: a survey of non market benefits research” (“IX World Water Congress, Acts” - Montreal, 1997)
- ENEL: Criteri di approccio alla trattazione del minimo deflusso costante vitale alvei sottesi (1993).
- ENEL: Esperienze ENEL nell’applicazione di metodi idraulico-biologici nella stima del deflusso minimo vitale (Convegno Nazionale “DEFLUSSO MINIMO VITALE” – Reggio Emilia, 21 Marzo 1997).
- ENEL: Cautele nell’utilizzo dei metodi di stima del deflusso minimo costante vitale (Convegno Associazione Idrotecnica Italiana “L’acqua e l’ambiente”, ottobre 1995).
- REGIONE PIEMONTE  
“Determinazione del “DMV-Deflusso Minimo Vitale in un corso d’acqua naturale” (Standard PD-IT/1)” (Novembre 1991).
- REGIONE PIEMONTE  
“Istruzioni integrative per l’applicazione del “DMV-Deflusso Minimo Vitale in un corso d’acqua naturale” e relative all’introduzione di uno standard di compatibilità ambientale per i prelievi idrici da acque superficiali (Standard PD-IT/2)  
(Novembre 1993)
- PROVINCIA DI TORINO - Assessorato Caccia e Pesca  
“Conseguenze delle captazioni idriche sugli ecosistemi fluviali (situazione attuale e proposte di regolamentazione per il territorio piemontese).  
(Torino, Gennaio 1990).
- PROVINCIA DI TORINO - Assessorato Caccia e Pesca  
“Proposta di un modello di determinazione della qualità ambientale dei corsi d’acqua con parametri idrologici e biologici”  
(Torino, Dicembre 1990)
- AUTORITA’ DI BACINO DEL FIUME PO - PARMA  
“Nota tecnica illustrativa sulle proposte operative per l’adeguamento delle concessioni idroelettriche ex legge 2/5/98 N. 102, Art. 8, Comma 1 (Rilascio della portata minima vitale costante)”.
- UNIVERSITA’ DEGLI STUDI DI MILANO, Dipartimento di Biologia - Sezione di Ecologia “Determinazione delle portate minime necessarie per la

tutela della vita acquatica in corsi d'acqua soggetti a derivazioni o ritenute”  
 (“Acqua-aria”, Luglio 1988).

- UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO, Istituto di Idraulica (Santoro)  
 “Il minimo deflusso vitale”  
 (“L'acqua e l'ambiente”, Dicembre 1994).
- BRAIONI A.  
 “Definizione di nuovi indici ambientali sintetici di valutazione della qualità delle rive: valore naturalistico, didattico, zona filtro e analisi delle potenzialità percettive del paesaggio”  
 (“Ambiente Risorse e Salute”, 1994).
- CONSIGLIO FEDERALE SVIZZERO  
 “Disegno di revisione della Legge Federale sulla Protezione delle Acque della Svizzera”  
 (29 Aprile 1987)
- FRANCIA  
 “Sulla pesca e sulla gestione delle risorse piscicole in acqua dolce”  
 (Legge 29.06.1984 n. 84-512)
- A.A.V.V. - Experiencens in Appennines's streams: regional and biological methodologies (EAMIE - International Workshop, Parma 1998).
- CREMONESI - Water multiple use and minimum flow in a river flowing through an interregional Park: Ticino River (EAMIE - International Workshop, Parma 1998).
- STALNAKER C.B. - Instream Flow Incremental Meghodology (EAMIE - International Workshop, Parma 1998).
- VISMARA, AZZELINO, RENOLDI - Deflusso Minimo Vitale  
 Problematica ed esperienza italiane.  
 (EAMIE - International Workshop, Parma 1998).
- ARGE LIMNOLOGIE INNSBRUCK (Moritz Ch.)  
 Determining a sufficient (limnological point of view) instream flow. Method and results in same alpine brooks and rivers.
- A.A.V.V., 1988. La Pesca nella Provincia di Varese. Carta delle vocazioni ittiche e piano provinciale per la destinazione e l'uso delle acque pubbliche della provincia di Varese. Provincia di Varese, 115pp.
- A.A.V.V., 1994. Carta delle vocazioni ittiche e piano regionale per la tutela e l'incremento dell'ittiofauna. Regione Lombardia, Settore Agricoltura e Foreste, Servizio Faunistico, 100 pp.

- FORNERIS G., PALMEGIANO G.B., PASCALE M., 1996. Caratterizzazione delle aree di frega di una popolazione di *Salmo trutta marmoratus* Cuv. del basso Pellice".Distribuzione della fauna ittica italiana. Atti del 4° Convegno Nazionale A.I.A.A.D. (Riva del Garda, 12 - 13 dicembre 1991), Trento 355 -366.
- MARCONATO E., MAIO G., SALVIATI S., 1996. Caratterizzazione faunistica e qualità delle acque dei torrenti interessati dal progetto di captazione "Saviner II". Aquaprogram, Vicenza, 34 pp.
- MERATI F., 1994 Progetto Marmorata 1993-1995. Regione Lombardia, Settore Agricoltura e Foreste, Milano.
- MERATI F., 1995 Progetto Marmorata 1993-1995. Regione Lombardia, Settore Agricoltura e Foreste, Milano.
- MERATI F., 1996 Progetto Marmorata 1993-1995. Regione Lombardia, Settore Agricoltura e Foreste, Milano.
- PROVINCIA DI MILANO, 1990. Acque e pesci nella provincia di Milano. Assessorato allo Sport, Turismo, Tempo libero, Spettacolo, Caccia e Pesca, Milano, 128 pp.
- REGIONE PIEMONTE, 1991. Carta ittica relativa al territorio della regione piemontese. Assessorato Caccia e Pesca, Torino.

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	7
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO METODOLOGICO</b>	7
<b>3.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FLUVIALE</b>	11
	3.1 Ambito di indagine	11
	3.2 Componenti antropiche	11
	3.2.1 Utilizzazioni della risorsa idrica	11
	3.2.2 I vincoli e la fruizione turistico-ricreativa	17
	3.3 Il sistema fisico	19
	3.3.1 Aspetti idrogeologici	19
	3.3.2 Stato fisico dell'alveo	20
	3.4 La qualità dell'acqua	21
	3.5 Il comparto ittico	26
	3.5.1 Metodologia	26
	3.5.2 Caratterizzazione dell'ittiofauna	28
<b>4.</b>	<b>IDROLOGIA E SCENARI DI UTILIZZO DELLA RISORSA IDRICA</b>	29
	4.1 Metodologia	29
	4.2 Analisi dei dati storici	30
	4.2.1 Individuazione dei periodi di criticità di magra: confronto fra il regime regolato misurato e quello naturale ricostruito alla Miorina	30
	4.2.2 Analisi delle criticità	31
	4.3 Simulazione idrologica dell'applicazione del DMV	34
<b>5.</b>	<b>EFFETTI ECONOMICI CONSEGUENTI ALL'APPLICAZIONE DEL DMV</b>	41
<b>6.</b>	<b>QUADRO DELLE NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER LA VALUTAZIONE DEL DMV</b>	44
<b>7.</b>	<b>CALCOLO DEL DMV DEL TICINO SECONDO LE NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	51
<b>8.</b>	<b>APPLICAZIONE DI METODOLOGIE DI ANALISI IDRAULICO-BIOLOGICA</b>	52
	8.1 Indagini in sito e analisi idraulica	52
	8.1.1 Premessa	52
	8.1.2 Indagini in campo	53
	8.1.2.1 Finalità e ambiti di indagini	53
	8.1.2.2 Metodologia e risultati delle indagini	56
	8.1.3 Analisi idraulica	60
	8.2 Valutazioni basate sulla variazione dei parametri idraulici	61
	8.3 Metodo dei microhabitat	63
	8.4 Metodo HQI (Habitat Quality Index)	72
	8.5 Metodo RCE-2 Inventory (Riparian Channel Environment)	77
<b>9.</b>	<b>IPOTESI DI INTERVENTO</b>	81
<b>10.</b>	<b>SPERIMENTAZIONE</b>	85
<b>11.</b>	<b>CONSIDERAZIONI DI SINTESI</b>	87
<b>12.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	90

## PUBBLICAZIONI DEL CONSORZIO DEL TICINO

- |    |      |   |   |
|----|------|---|---|
| 1  | 1940 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Sistemazione dello sbocco del Lago Maggiore   |
| 2  | 1943 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Determinazione delle portate che la regolazione dei deflussi dal Lago Maggiore renderà disponibili per le utilizzazioni   |
| 3  | 1950 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Determinazione dei benefici ritraibili dall'elevamento del limite superiore della trattenuta attiva dall'altezza di + 1,00 m a quella di + 1,50 m sopra lo zero dell'idrometro di Sesto Calende |
| 4  | 1950 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Ripercussioni della regolazione del lago Maggiore sulle piene del lago e su quelle del Ticino a Sesto Calende   |
| 5  | 1950 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Variazioni provocate dalla regolazione dei deflussi nelle tenute dei livelli del lago Maggiore  |
| 6  | 1955 | Prof. Ing. Giulio De Marchi                               | Determinazione delle portate che la regolazione del lago Maggiore renderà disponibili per le utilizzazioni. (seconda parte, anni 1945-1954)   |
| 7  | 1961 | Consorzio del Ticino                                      | Portate regolate giornaliere derivabili nei periodi irrigui dal 1916 al 1959 calcolate con le modalità del normale esercizio  |
| 8  | 1963 | Prof. Ing. Mario Marchetti                                | Sistemazione dell'alveo del fiume Ticino al Dosso dei Murazzi   |
| 9  | 1964 | Prof. Ing. Luigi Gherardelli                              | Influenza dei serbatoi montani alpini sulla regolazione del lago Maggiore   |
| 10 | 1964 | Consorzio del Ticino                                      | Portate autunno-inverno derivabili dal fiume Ticino calcolate con le modalità del normale esercizio dal 1916 al 1964  |
| 11 | 1965 | Prof. Ing. Mario Marchetti<br>Dr. Ing. Ugo Raffa          | Le portate dell'incile del lago Maggiore in regime libero prima e dopo la sistemazione del suo alveo  |
| 12 | 1965 | Prof. Ing. Mario Marchetti<br>Dr. Ing. Ugo Raffa          | Le risorgenze nell'alveo del fiume Ticino dalla diga della Miorina al ponte di Turbigio   |
| 13 | 1968 | Consorzio del Ticino                                      | La regolazione del lago Maggiore nel primo venticinquennio di esercizio (1943-1967)   |
| 14 | 1973 | Prof. Ing. Duilio Citrini                                 | Le piene del lago Maggiore e del Ticino emissario nel primo trentennio di regolazione   |
| 15 | 1981 | Prof. Ing. Duilio Citrini<br>Prof. Ing. Giuseppe Cozzo    | Influenza dei serbatoi alpini sulla regolazione del lago Maggiore   |
| 16 | 1982 | Prof. Ing. Duilio Citrini<br>Prof. Ing. Giuseppe Cozzo    | Influenze delle modalità di regolazione del lago Maggiore nei riguardi delle portate erogabili e dei livelli di piena   |
| 17 | 1986 | Prof. Ing. Piero Maria Pello<br>Dr. Ing. Giulio Roncoroni | Informazioni relative all'evento di piena del lago Maggiore dell'aprile-maggio 1986 con analisi degli effetti, nella circostanza, di ipotetici interventi tendenti a ridurre le esondazioni     |
| 18 | 1993 | Prof. Ing.<br>Domenico Zampaglione                        | Cinquanta anni di regolazione   |
| 19 | 1995 | Prof. Ing. Ugo Maione<br>Prof. Ing. Paolo Mignosa         | Il funzionamento idraulico dell'incile del lago Maggiore: Modello matematico dal Lago allo sbarramento di Porto della Torre e ricostruzione delle piene dell'autunno 1991 e 1993                |
| 20 | 1997 | Prof. Ing. Ugo Maione<br>Prof. Ing. Paolo Mignosa         | Conseguenze di una modifica dell'incile del Lago Maggiore sugli alti livelli lacuali e sulle portate di piena del Ticino emissario  |