



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

LINEE GENERALI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E QUADRO DEGLI INTERVENTI
BACINO DEL TICINO

9. Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico nel bacino del Ticino

9.1 Caratteristiche generali

9.1.1 Inquadramento fisico e idrografico

Il bacino idrografico del Ticino ha una superficie complessiva di circa 6.033 km². Una parte significativa del suo territorio, il 53%, si trova in territorio svizzero, sicché solo 2.822 km² appartengono al territorio italiano (4% della superficie complessiva del bacino del Po). Complessivamente il bacino si trova per il 79% in ambito montano e per il 21% in pianura. La parte italiana del bacino si trova in ambito montano per il 49%.

Il corso d'acqua ha origine in territorio svizzero, in prossimità del passo del S. Gottardo, ed ha una lunghezza complessiva di 284 km. Costituisce con il fiume Toce il principale affluente del lago Maggiore o di Verbano; a monte della sua immissione in lago, in località Locarno, riceve in sinistra torrenti Brenno e Moesa.

Il lago di Verbano ha una superficie media di 212 km², sul livello idrico medio a quota 193,87 m s.m.; l'invaso del lago raccoglie le acque provenienti dal versante meridionale delle Alpi Lepontine.

Il fiume riprende il suo corso quale emissario del lago, dallo sbarramento della Miorina (Sesto Calende) e prosegue fino alla confluenza con il Po, al ponte della Becca. In questo tratto non riceve tributari naturali ma le acque del Terdoppio novarese che si immette a valle di Cerano; esso scorre in una valle a fondo circa piatto, incisa nella superficie fondamentale della circostante pianura e a essa raccordata per mezzo di un terrazzo principale, la cui altezza decresce da 40 a 15 m circa; l'alveo è dapprima monocursale, per poi divagare formando meandri con alveo pluricursale ramificato.

Il corso d'acqua è caratterizzato da un assetto idraulico di tipo naturale in quanto sede del Parco Regionale.

Per la parte sublacuale può essere suddiviso in due diverse tipologie fluviali:

- la prima, tra Sesto Calende e Oleggio è caratterizzata da un alveo molto inciso in cordoni morenici e in terrazzi fluviali, incanalato in un unico filone di corrente con velocità discreta, sezione media di larghezza pari a 50-80 m, sponde ripide e vegetate. Nella parte alta del tratto il deflusso risente della

regolazione del lago effettuata dalla traversa della Miorina; i livelli hanno mediamente escursioni poco rilevanti e permettono una stabilizzazione delle sponde e dell'interfaccia sponda-alveo;

- la seconda fino alla confluenza in Po, di gran lunga più estesa, ha una tipologia fluviale costituita da un alveo molto ampio (larghezza massima sui 400 m), a filone divagante in diversi rami, sponde basse, vegetazione molto consistente sia di sponda che in alveo, con notevole presenza di isole, sabbioni, terre nude.

I corsi d'acqua naturali compresi nel bacino sono prevalentemente tributari dei laghi di Lugano e Maggiore; solo il torrente Strona è affluente diretto del fiume.

Ai fini delle analisi conoscitive e della successiva delineazione degli interventi di Piano, il bacino idrografico del Ticino viene suddiviso nell' asta principale e nel suo bacino montano¹.

9.1.2 Caratteri generali del paesaggio naturale e antropizzato

Con il suo profilo lungo e sinuoso il bacino lacuale del Verbano partecipa sia del sistema prealpino, sia di quello alpino (Alpi Lepontine). La sua origine è posta in relazione con l'orogenesi alpina e con l'intensa attività erosiva delle acque, avvenuta durante il Messiano (Terziario), quindi con la successiva attività dei ghiacciai quaternari che plasmarono e modellarono il grande solco vallivo, depositando al suo sbocco in pianura materiali morenici che sbarrarono il corso delle acque.

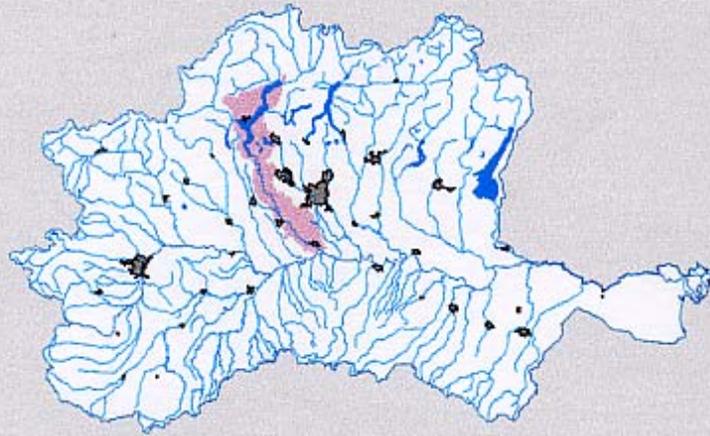
Il bacino del Ticino, che del Verbano è immissario ed emissario, in area piemontese è caratterizzato dalla serie di valli dei torrenti afferenti al lago: Onsernone, Melezzo (Val Vigezzo), Cannobino (Valle Cannobina), S. Giovanni, S. Bernardino e Rio di Valgrande (all'interno del Parco nazionale della Val Grande).

Il territorio si differenzia per le caratteristiche di notevole naturalità dell'area a nord del centro abitato di Verbano, e quelle di forte antropizzazione dell'area posta a sud di tale centro.

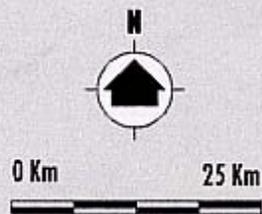
¹ Il quadro dei dissesti sui versanti e sulla rete idrografica minore viene definito con maggior dettaglio, considerando separatamente i sottobacini del Maggia - Verzasca, del Verbano, del Tresa - Ceresio e del Ticino sublacuale.

Infatti, alla rilevante concentrazione di nuclei abitati sul lago, si contrappone la zona del Parco della Val Grande, con le cime elevate di Monte Zeda, Pozzo Mottac, Cima del Laurasca, Pedun.

**FIG. 9.1. BACINO DEL FIUME TICINO:
AMBITO FISIOGRAFICO**



- SOTTOBACINO DEL TICINO SUBLACUALE**
- SOTTOBACINO DEL TICINO LACUALE**



In area lombarda il bacino comprende parte del territorio del luinese, zona propriamente alpina nella quale prevalgono formazioni rocciose cristalline (micascisti) e un paesaggio montano dall'aspetto marcatamente alpestre. L'ambiente è naturalisticamente integro e qualificato da ampie aree boschive, con rari piccoli abitati legati alla cultura contadina e all'economia rurale.

Più a sud, oltre il centro abitato di Arolo, il promontorio di Ispra è un'area di elevato interesse naturalistico, caratterizzata da un habitat con rive basse, sabbiose, canneti, ove le sinuosità della costa sono tracciate dalle boscaglie che giungono a lambire le sponde.

All'altezza di Angera la fascia costiera è fronteggiata dall'isolino Partegora, che con i circostanti canneti costituisce una zona "umida" di notevole importanza per l'ecosistema lacustre. Oltre Angera, il territorio del comune di Taino costituisce un'isola di notevole interesse geologico: sono presenti infatti sabbie, argille e marne con fossili marini a testimonianza dell'ingressione del mare avvenuta in età pliocenica (Terziario).

Oltre Sesto Calende si entra nel territorio del Parco del Ticino, il primo parco fluviale italiano e il maggiore d'Europa, istituito nel 1978 dalla Regione Lombardia al fine di limitare il degrado ambientale in un'area sottoposta a forti pressioni urbanizzative.

Il territorio investito dal Parco si estende sino alla confluenza del Ticino nel Po, a valle di Pavia; esso si può dividere in tre settori (da nord a sud):

- nel primo, da Sesto Calende fin circa a sud del ponte di Oleggio, il corso del Ticino è incassato nell'alta pianura, che è impermeabile e scarsamente adatta all'agricoltura;
- nel secondo, fino al ponte di barche di Bereguardo, la pianura scende al fiume con successive terrazze: è la fascia delle risorgive con terreno permeabile ad alto utilizzo idrico;
- nel terzo, da Bereguardo al ponte della Becca (confluenza Po), il Ticino corre nella bassa pianura organizzata a risaie e colture foraggere.

Il Parco si caratterizza per la presenza di biotopi boschivi igrofilo e ambienti ripariali ben conservati. Emergenze botaniche sono il nannufaro e la ninfea bianca. La fauna si presenta ben strutturata in tutti i gruppi animali: emergenze faunistiche sono la rana di Lataste, il pelobate fosco, la testuggine palustre, l'airone rosso, lo storione.

Sono presenti nel Parco anche numerosi centri abitati, compresa la città di Pavia il cui rapporto con il Ticino è fondamentale e storicamente consolidato.

Lungo la destra orografica del fiume, in prossimità della località Torre d'Isola è situata la Riserva statale Bosco Siro Negri, lembo dell'originale foresta planiziale padana. L'area è minacciata da un'intensa attività erosiva da parte del fiume, che ne asporta parecchi metri all'anno su un fronte di circa 360 m.

Nel suo insieme la valle del Ticino è stata oggetto nel corso dei secoli di una assidua frequentazione antropica per cui risulta di notevole interesse archeologico (con particolare riferimento alla zona di Golasecca, in area lombarda, e all'area limitrofa a Dorbi, in area piemontese).

La direttrice fluviale del Ticino è stata infatti sin dalla protostoria via di comunicazione e tramite, tra il Verbano e il Po, per la diffusione di manufatti e tecnologie. E in effetti la stessa disposizione fisica del corso fluviale, parallelo agli altri fiumi dell'area cisalpina (Adda, Oglio, Mincio) e diretto trasversalmente alla pianura, costituisce insieme al Po un sistema a pettine che predispose, favorì e orientò la penetrazione del territorio padano sia da nord, sia da sud.

La prima forma organizzativa territoriale consolidata verrà importata e imposta dai Galli: sarà infatti il "pagus", villaggio circondato da esigui lembi di terre coltivabili estorte alla vegetazione con il fuoco. A esso si sovrapporrà la colonizzazione romana nella forma, ancora leggibile sul territorio, della "limitatio" e della "centuriatio".

Nel periodo romano il percorso fluviale divenne elemento di raccordo della rete viaria che interessò il territorio con alcuni percorsi importanti, quali le vie Mediolanum-Novaria, Mediolanum-Ticinum, Novaria-Comum.

Decisiva per la formazione della trama insediativa fu, a partire dal XI-XII sec., l'organizzazione ecclesiastica delle pievi, mentre alla presenza dei Borromeo (XVI-XVII sec.) si devono alcune trasformazioni territoriali di grande effetto scenografico e monumentale (Palazzo Borromeo dell'Isola Bella).

Con il XVII e XVIII sec. emerge il primato dei borghi del centro lago (Intra, Pallanza) ma è l'Ottocento, con la costruzione della rotabile del Sempione, della litoranea di collegamento con la Svizzera e l'istituzione di un regolare servizio di battelli, a introdurre le svolte e i processi decisivi per la storia di questo territorio, delineando il quadro attuale.

L'acqua e il suo sfruttamento hanno da sempre rappresentato un aspetto cardine dell'area del Ticino, caratterizzata da territori spesso aridi poiché posti più in alto del livello delle risorgive.

Il sistema di canalizzazioni e derivazioni idrauliche ebbe origine in periodo medievale e fu in seguito perfezionato in epoca viscontea dando origine a un sistema irriguo in parte tuttora esistente e utilizzato (canale Regina Elena, roggia Molinara di Oleggio del XIV sec., roggia di Montelame del 1492, Naviglio di Langosco e Naviglio sforzesco, entrambi con impianti risalenti al XV secolo). Allo sfruttamento irriguo, negli ultimi cento anni si è affiancato quello per la produzione di energia elettrica (sbarramenti della Miorina, Porto Torre, Pamperduto).

9.1.3 Aspetti geomorfologici e litologici

Nel seguito si descrivono le principali caratteristiche geolitologiche del bacino con particolare attenzione verso quei litotipi che per le proprie caratteristiche geomeccaniche manifestano alti gradi di erodibilità e/o propensione a dissesti gravitativi; fra parentesi si indica la sigla del litotipo riportata nella cartografia geolitologica, alla scala 1:250.000, contenuta nell'elaborato di Piano n.6.

Le litologie maggiormente rappresentate in sponda destra del lago Maggiore sono litoidi sedimentari, con frequenti discontinuità (LDS), e depositi glaciali e fluvioglaciali (DGL); in sponda sinistra si hanno litoidi metamorfici, con discontinuità frequente (LDM) e depositi glaciali e fluvioglaciali (DGL).

La parte di valle, fino alla foce in Po, è costituita da depositi clastici alterati (DCG) e da alluvioni fluviali e lacustri (AFL).

Nella fascia a nord-ovest, sul versante di destra del lago Maggiore, a monte di Baveno, si incontrano litologie massive sia ignee che sedimentarie (LMI, LMM) e in subordine depositi eterogenei di falda (DEV). Presso Arona sono presenti alcuni affioramenti di litotipi ignei con discontinuità frequenti (LDI).

Sul versante sinistro del lago Maggiore, nel sottobacino del Fresa, i litotipi maggiormente rappresentati sono termini metamorfici con discontinuità frequente (LDM); in subordine affiorano litoidi metamorfici massivi (LMM) e depositi eterogenei di versante (DEV).

Nella fascia est-ovest, che comprende la località di Angera e i laghi di Varese, di Monate e di Comabbio, si incontrano litoidi ad alternanza di termini a diverso comportamento meccanico (ADM) e in subordine termini a comportamento plastico (TCP).

L'intera fascia di valle è totalmente interessata da depositi clastici alterati (DCG). Le alluvioni fluviali e lacustri (AFL) fiancheggiano tutti i principali corsi d'acqua del bacino.

9.1.4 Aspetti idrologici

9.1.4.1 Caratteristiche generali

Il regime idrologico del Ticino sublacuale è condizionato da alcuni fattori principali:

- la regolazione del deflusso dal lago Maggiore allo sbarramento della Miorina;
- lo scambio di portate con la fitta e complessa rete dei canali artificiali derivatori e tributari;
- l'alimentazione da parte del bacino imbrifero superficiale sotteso.

Di fondamentale importanza per il regime idrologico del Ticino è la regolazione del lago, che è legata prevalentemente alle esigenze delle utenze idroelettriche e irrigue di valle. La regolazione opera in modo tale da ritenere i deflussi nei periodi invernali e primaverili, per distribuirli nei mesi estivi; l'intervallo di regolazione è fissato tra i livelli idrometrici -0.50 m e +1.50 m nel periodo tra il 15 novembre e il 31 marzo. Il regime delle portate di regolazione del Ticino è caratterizzato da massimi deflussi nel periodo maggio-luglio e minimi deflussi nella stagione invernale. Le portate di massima piena si registrano prevalentemente nel periodo autunnale.

9.1.4.2 Portate di piena e piene storiche principali

Alla sezione della Miorina i deflussi del Ticino sono regolati dal 1° ottobre 1942, con una capacità massima di regolazione pari a 420 milioni di m³ la portata massima che può defluire dallo sbarramento in condizioni di massimo invaso del lago è dell'ordine di 2.000 m³/s. Prima della realizzazione dell'opera le portate di piena defluite erano sicuramente maggiori; la massima piena storica, del 2 ottobre 1868, è stata infatti pari a 5.000 m³/s. I valori delle portate di piena desunte dalle serie storiche disponibili sono riportati nella seguente Tab. 9.1

Tab. 9.1. Valori delle portate di piena storiche nel bacino del Ticino

Sezione	Superficie km ²	Hmedia m s.m.	Hmin m s.m.	Qmax m ³ /s	qmax m ³ /s km ²	Data
Ticino a Bellinzona	1.515	1.615	219	1.500	0,99	25/09/1927
Tresa a Ponte Tresa	615	786	270	223	0,36	25/10/1896
S. Bernardino a Santino	125	1.230	225	389	3,11	16/09/1960
Bardello a Ponte Bardello	112	370	237	25	0,22	21/11/1951
Ticino a Miorina	6.599	1.283	190	5.000	0,76	02/10/1868

9.1.4.3 *Trasporto solido*

La caratterizzazione della capacità di trasporto solido nell'asta principale è stimata impiegando la formulazione di Engelund-Hansen sulla base della scala di durata delle portate, delle caratteristiche idrauliche (larghezza dell'alveo attivo, pendenza di fondo, scabrezza) e della granulometria del materiale d'alveo. La Tab. 9.2 rappresenta i dati numerici relativi.

Tab. 9.2. Bacino idrografico del Ticino; caratteristiche del trasporto solido dell'asta fluviale

Asta fluviale	Capacità di trasporto al fondo 10 ³ m ³ /anno	Capacità di trasporto in sospensione 10 ³ m ³ /anno	Capacità di trasporto totale 10 ³ m ³ /anno
Ticino	305.3	--	305.3

9.1.5 *Assetto morfologico e idraulico*

9.1.5.1 *Caratteristiche generali*

Il Ticino sublacuale, fino a Vizzola, scorre incassato entro i depositi glaciali del lago Maggiore, con alveo a struttura monocursale; da valle di Castelnovate il fondovalle si allarga decisamente e il corso d'acqua descrive ampie anse, talora alternate a segmenti rettilinei, con struttura prevalentemente pluricursale, per il progressivo incremento di barre laterali e isole fluviali non stabilizzate.

Da Ponte Oleggio all'attraversamento autostradale della A7, il fondovalle acquisisce una ampiezza di alcuni chilometri in cui il corso d'acqua scorre con andamento marcatamente sinuoso e con alveo a struttura pluricursale con frequenti barre longitudinali e talvolta vere e proprie isole fluviali. Il corso d'acqua presenta modesti interventi di sistemazione e numerose opere di derivazione, alcune di notevole importanza. Tra la fitta rete di canali presenti è da segnalare il Naviglio Grande, il cui molo di imbocco è di particolare ostacolo al deflusso di piena, unitamente alla diffusa presenza di fabbricati nelle aree golenali. Il corso d'acqua viene attraversato da numerose infrastrutture di rilievo quali le SS 527, 341, 11 e 494 e le linee ferroviarie Novara-Milano e Alessandria-Milano. Le aree golenali sono delimitate da superfici terrazzate di altezza di circa 10-20 m, sui quali sono ubicati i principali centri abitati.

Dall'attraversamento autostradale A7 alla confluenza in Po il corso d'acqua passa da una struttura pluricursale a monocursale, con andamento debolmente sinuoso. La larghezza dell'alveo è pressoché costante a eccezione del tratto

compreso tra il Ponte Coperto di Pavia e la confluenza del Naviglio Grande dove si ha un sensibile restringimento.

9.1.5.2 Fenomeni di erosione spondale

Il Ticino sublacuale fino a Ponte Oleggio non presenta fenomeni erosivi particolarmente intensi; quelli presenti sono comunque limitati a livello locale con possibilità di innesco, per le portate elevate, di piccoli fenomeni gravitativi.

Da Ponte Oleggio all'attraversamento autostradale A7 l'erosione di sponda diventa più diffusa, riflettendo l'instabilità planimetrica dell'alveo che manifesta una tendenza a modificare la configurazione delle anse e delle barre longitudinali presenti.

Dall'autostrada A7 alla confluenza in Po, i fenomeni erosivi risultano quasi assenti.

9.1.5.3 Tendenza evolutiva del fondo alveo

I fenomeni di erosione del fondo alveo, per il tratto sublacuale, risultano quasi assenti; solo tra il lago e Oleggio si sono riscontrati fenomeni erosivi di moderata entità.

9.2 Quadro dei dissesti

9.2.1 Quadro dei dissesti sul corso d'acqua principale

Il corso d'acqua nel suo complesso non presenta dissesti di particolare entità.

Dallo sbarramento della Miorina a Turbigo non si segnalano abitati a rischio di allagamento in quanto ubicati ad una quota di sicurezza rispetto alla piena di riferimento. Unica eccezione è rappresentata dalla centrale idroelettrica di Somma Lombarda e da nuclei abitati localizzati in prossimità di attraversamenti.

Lungo il corso d'acqua è presente una fitta rete di canali artificiali regolati da opere trasversali; di questi soltanto il molo di imbocco del Naviglio Grande costituisce un significativo ostacolo al deflusso in piena, con rischio di allagamento degli edifici circostanti.

Da Turbigo all'attraversamento autostradale A7, l'alveo di piena risulta molto ampio (dell'ordine di alcuni chilometri), delimitato da superfici terrazzate con scarpate di altezza di circa 10-20 m, sulle quali sono ubicati i principali centri

abitati che risultano quindi in sicurezza; a rischio di allagamento sono alcune abitazioni e cascine isolate.

In destra Ticino, all'altezza di Cerano, si ha la confluenza dello scolmatore del torrente Terdoppio novarese.

In prossimità dell'abitato di Vigevano in sinistra orografica, a valle dell'attraversamento della SS 494 e della linea ferroviaria Novara-Milano, vi sono delle difese spondali dissestate, con conseguente elevato rischio di inondazione per le abitazioni ubicate sulle aree circostanti; ulteriori aree a rischio di piena sono quelle site a circa 2 km a monte dell'attraversamento autostradale della A7.

Il tratto terminale dell'asta fluviale, dalla A7 alla confluenza in Po, ha aree a rischio di esondazione malgrado la presenza di argini: i centri abitati di Verzuolo e S. Lazzaro in sinistra, a valle di Pavia, e in destra parte degli edifici del quartiere Borgo Ticino di Pavia. Sono diffuse nel tratto le erosioni di sponda, che non rappresentano per altro un fattore di criticità.

Particolarmente critica risulta la zona di confluenza, dove in caso di eventi straordinari viene investita dalla piena un'area urbanizzata in destra orografica.

9.2.2 Quadro dei dissesti sui versanti e sulla rete idrografica minore

Come indicatori di dissesto vengono presi in considerazione i fenomeni gravitativi che interessano i versanti e i processi fluvio-torrentizi sui corsi d'acqua; rientrano nel primo caso le frane e le valanghe mentre per il secondo caso si fa riferimento alle esondazioni, ai processi di erosione di sponda e di fondo e ai fenomeni di sovralluvionamento e/o di trasporto di massa in corrispondenza delle conoidi.

Tab. 9.3. Superfici in dissesto relative a conoidi, esondazioni, frane, corsi d'acqua soggetti ad erosione e/o sovralluvionamento, numero dei corridoi di valanga (valori riferiti al settore montano)

Sottobacino	Superficie	Superficie settore montano	Conoide	Esondazione	Erosione Sovralluvion. aste	Franosità osservata	Franosità potenziale	Valanghe
	km ²	km ²	km ²	km ²	km	km ²	km ²	Numero
Maggia-Verzasca	159	159	1	0	36	1	6	0
Tresa - Ceresio	362	362	5	0	8	1	12	46
Toce - Cusio	1.607	1.607	21	47	330	55	61	49
Verbano	1.048	1.048	7	8	47	4	30	0
Ticino sublacuale	1.253	0	0	0	0	0	0	0
<i>Totale</i>	<i>4.429</i>	<i>3.176</i>	<i>34</i>	<i>55</i>	<i>421</i>	<i>61</i>	<i>109</i>	<i>95</i>

La Tab. 9.3 evidenzia i valori che esprimono, in sintesi, e caratterizzano i diversi fenomeni di dissesto.

I fenomeni di dissesto maggiormente presenti nel sottobacino del Tresa-Ceresio sono i fenomeni di conoide e torrentizi e le frane; nel sottobacino del Verbano risultano, oltre ai precedenti, anche casi di esondazione.

Il territorio montano presenta una franosità diffusa non elevata; esistono comunque aree a franosità elevata quali le pendici settentrionali del M. Mottarone tra Stresa e Verbania, la Val Cavargna e alcune "isole" in Valcuvia e a nord di Varese nel bacino del Ceresio.

I fenomeni a carico delle conoidi sono presenti in tutta l'area, lungo le sponde del Verbano e nell'area compresa tra Varese e Luino sul ramo orientale del lago di Lugano.

Sul sottobacino direttamente afferente al lago Maggiore i dissesti più importanti si trovano sui versanti del monte Spalavera (Cannero), allo sbocco della Val Veddasca (torrenti Giona, Maccagno), sul versante occidentale del monte Zuccherò e sul torrente Erno.

All'interno della fascia tra Verbano e Ceresio i maggiori dissesti trovano in Valcuvia e in Valtravaglia e, per quanto riguarda il lago di Lugano, sul versante meridionale del monte Piambello e allo sbocco della Val di Rezzo (Porlezza).

I dissesti della rete torrentizia interessano i versanti della sponda occidentale, da Sala Comacina fino alla testata, la Val Varrone, il versante nord-occidentale del monte S. Primo e, in particolare, la Valle del Dosso sul torrente Liro, il versante occidentale del Costone di Bregagno, la rete idrografica minore a monte di Ossuccio.

I più importanti fenomeni di esondazione interessano il corso di pianura del Ticino, in particolare a valle di Abbiategrasso.

9.2.3 *Stima della pericolosità a livello comunale*

La Tab. 9.4 riporta il numero di Comuni soggetti alle diverse classi di pericolosità: moderata, media, elevata e molto elevata.

Tab. 9.4. Numero e percentuale di Comuni per classe di pericolosità

Classe di pericolosità	No Comuni	Moderata		Media		Elevata		Molto elevata	
		No	%	No	%	No	%	No	%
Sottobacino									
Ticino	214	55	25,7	97	45,3	22	10,3	40	18,7

La valutazione delle pericolosità specifiche rispecchia la grave situazione che deriva dal censimento e dall'analisi dei dissesti: i sottobacini del Tresa-Ceresio e del Verbano presentano alti livelli di pericolosità per dissesti a carico delle conoidi, accompagnati da medi livelli di pericolosità per dissesto della rete fluvio-torrentizia.

La pericolosità per esondazione del Ticino sublacuale passa da elevata a molto elevata nel tratto inferiore.

9.3 Livello di protezione esistente

Il Ticino sublacuale, da Miorina a Turbigo, ha un'incidenza molto modesta delle opere di sistemazione, che sono limitate alle zone circostanti gli attraversamenti e le opere di derivazione. Numerose sono le opere trasversali, alcune di esse di notevole importanza quali:

- la traversa della Miorina, per mezzo della quale viene regolato il lago Maggiore,
- la traversa idroelettrica di Somma Lombarda alla quale è collegata, in destra, l'opera di presa del canale Regina Elena,
- la traverse del canale Villorosi e del Naviglio Langosco;

In prossimità di Ponte Oleggio, in sinistra, è presente il molo d'imbocco del Naviglio Grande.

Da Turbigo all'attraversamento autostradale A7 le opere di difesa spondale hanno carattere puntuale e sporadico, localizzate in massima parte in prossimità degli attraversamenti. Sia in destra che in sinistra gli ambiti golenali sono limitati da un terrazzo (altezza 10-20 m), sul quale sono collocati i principali centri abitati. Da valle di Vigevano in destra la golena si amplia progressivamente; è presente un'arginatura a partire dalla frazione di Parasacco fino all'attraversamento della A7. In corrispondenza di Abbiategrasso è ubicato in destra lo scarico del canale scolmatore nord-ovest di Milano. Il grado di artificializzazione dell'alveo risulta pressoché nullo e la protezione dalle piene sufficiente.

Dall'attraversamento autostradale A7 alla confluenza in Po, l'ambito golenale sinistro è definito da un terrazzo a quota 5-10 m superiore all'alveo inciso, che corre in prossimità delle sponde; in destra vi è un terrazzo di analoga altezza arretrato di alcuni chilometri a sud rispetto all'alveo inciso. A contenimento dei livelli di piena è presente un'argine pressoché continuo, salvo una breve

interruzione a nord di Villanova d'Ardenghi, che va dal ponte di barche a monte del ponte A7 fino agli argini maestri del Po a sud-est di Pavia.

Sono presenti inoltre numerose opere di restituzione di canali artificiali, tra cui quella del Naviglio Vecchio e del Naviglio di Pavia in sinistra, del canale Gravellone in destra; non vi sono opere di derivazione nè altre tipologie di opere trasversali.

Le opere di difesa spondale hanno carattere locale, in prossimità di abitati (Pavia).

Il grado di protezione dalle piene non risulta completamente sufficiente, in quanto in occasione di piene straordinarie concomitanti per Ticino e Po diverse aree abitate, tra le quali il quartiere di Borgo Ticino, vengono allagate (come già successo in occasione dell'evento del novembre 1994).

9.4 Individuazione degli squilibri

9.4.1 *Gli squilibri sul corsi d'acqua principale e nei territori di fondovalle*

I principali squilibri individuati, per altro limitati ad alcuni tratti dell'asta, afferiscono ai seguenti aspetti:

- nel tratto dalla Miorina a Turbigo si manifestano situazioni critiche di deflusso in piena con rischi di esondazione in corrispondenza della centrale idroelettrica di Somma Lombarda e in prossimità di attraversamenti, ove sono a rischio nuclei abitati;
- in corrispondenza del molo di imbocco del Naviglio Grande il deflusso in piena avviene in condizioni critiche per gli ostacoli rappresentati dalle opere presenti;
- nel tratto da Turbigo all'attraversamento autostradale A7 vi è rischio di allagamento per abitazioni e cascine isolate, elevato rischio di inondazione per le abitazioni ubicate sulle aree in prossimità dell'abitato di Vigevano, a valle dell'attraversamento della SS 494 e della linea ferroviaria Novara-Milano;
- nel tratto terminale dell'asta fluviale, dalla A7 alla confluenza in Po, vi è rischio di inondazione per i centri abitati di Verzuolo e S. Lazzaro in sinistra, a valle di Pavia, e in destra per parte del quartiere Borgo Ticino di Pavia; particolarmente critica risulta la zona di confluenza, dove in caso di eventi

straordinari viene investita dalla piena un'area urbanizzata in destra orografica.

9.4.2 *Gli squilibri nei territori collinari e montani*

Le principali condizioni di squilibrio connesse ai fenomeni di dissesto che interessano il reticolo idrografico minore si riscontrano nel bacino del Melezzeo orientale e in alcuni corsi d'acqua minori direttamente afferenti al lago Maggiore; particolare incidenza è data dai fenomeni di trasporto in massa nella valle del Melezzeo orientale e nella zona afferente al lago Maggiore, sia lungo le aste principali sia lungo i numerosi tributari (Selva Spessa e Stresa e altri rii minori nei comuni di Baveno, Stresa e Verbania). Gli effetti del trasporto solido si manifestano con riattivazione delle conoidi (tributari del lago, a sud dell'immissione del Toce), danneggiamenti alle opere in alveo (Melezzeo tra Re e Dissimo) e sovralluvionamenti (confluenza dei torrenti S. Giovanni e S. Bernardino a monte di Verbania-Intra).

Processi di approfondimento dell'alveo e scalzamento delle sponde si riscontrano lungo il Melezzeo e sua rete minore, a monte di Isella, di Meis e a valle del ponte al confine tra Villette e Re, sul torrente Cannobino e lungo i corsi d'acqua della zona nella zona di Verbania-Premeno-Ghiffa.

Per i versanti i fenomeni prevalenti sono i crolli, che coinvolgono in genere aree di limitata estensione (in particolare la parte inferiore del versante nei comuni di Baveno e Stresa e alcune aree nei pressi di Lunecco, Lesa e Cannero Riviera) e interferiscono con la viabilità di fondovalle del Melezzeo orientale a est di Re (SS 337), del torrente Cannobino (SS 631), del torrente S. Giovanni.

Frane complesse e profonde si riscontrano nell'esteso settore di versante compreso tra Baveno e Stresa, nella parte alta dei bacini tributari del Melezzeo orientale (rio a est di Craveggia e torrente Loana), nella valle del torrente S. Giovanni a nord-est dell'abitato di Scareno (Intragna), nella parte inferiore della valle del torrente di Lunecco (affluente del Cannobino nei pressi di Cavaglio Spocchia).

Fenomeni valanghivi si riscontrano unicamente nell'alta valle del torrente Cannobino e interferiscono con la SS 631 di fondovalle.

Nel settore montano del bacino si contano circa 90 situazioni puntuali di dissesto che interessano il 10% dei Comuni dell'intero bacino; una quarantina sono i centri abitati interessati da tali dissesti i quali danno anche luogo ad alcune interferenze con infrastrutture di viabilità, soprattutto ferrovie. Questa

situazione si riscontra soprattutto nel Verbano e nel sottobacino del Maggia - Verzasca.

9.4.3 *Stima del rischio totale a livello comunale*

La Tab. 9.5 riporta il numero dei Comuni soggetti a rischio. Si osserva che circa il 30% dei Comuni del bacino risulta a rischio da elevato a molto elevato.

Tab. 9.5. Numero e percentuale di Comuni per classe di rischio

Classe di rischio	No Comuni	Moderato		Medio		Elevato		Molto elevato	
		No	%	No	%	No	%	No	%
Sottobacino									
Ticino	214	41	19,2	110	51,4	32	14,9	31	14,5

Nel Ticino sublacuale circa la metà dei Comuni a valle di Magenta è caratterizzata da rischio di esondazione da elevato a molto elevato.

9.5 Linee di intervento sull'asta del Ticino

9.5.1 *Linee di intervento strutturali*

9.5.1.1 *Tratto da Miorina a Turbigo*

Le linee di intervento di seguito indicate rappresentano l'applicazione alla situazione del bacino idrografico del Ticino, quale emerge dalle analisi conoscitive e dalle elaborazioni condotte, dei criteri generali definiti a scala di intero bacino idrografico del Po, espressi nella Relazione generale.

Gli interventi strutturali sulle aste sono coerenti con l'assetto di progetto definito nell'ambito della delimitazione delle fasce fluviali e con la relativa regolamentazione dell'uso del suolo nella regione fluviale, che rappresenta il più importante intervento a carattere non strutturale per i corsi d'acqua principali.

Nel *tratto da Miorina a Turbigo* la fascia di esondazione (fascia B) è individuata dai limiti morfologici naturali dalla piena di riferimento. L'assetto idraulico del corso d'acqua è naturale e non si individuano interventi strutturali di rilievo.

9.5.1.2 *Tratto Turbigo all'attraversamento autostradale A7*

La fascia di esondazione (fascia B) è individuata dai limiti morfologici naturali dalla piena di riferimento e dalle opere di contenimento dei livelli esistenti o in progetto.

Gli interventi strutturali individuati sono costituiti dai seguenti punti:

- a) contenimento dei livelli di piena per tempo di ritorno 200 anni mediante realizzazione di arginature locali a difesa dell'abitato di Zerbolò, in sponda destra a monte dell'attraversamento autostradale A7;
- b) realizzazione di opere di difesa spondale con funzione di contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo inciso a livello locale.

9.5.1.3 *Tratto dall'attraversamento autostradale A7 alla confluenza in Po*

La fascia fluviale di esondazione (fascia B) è individuata dai limiti morfologici naturali dalla piena di riferimento e dalle opere di contenimento dei livelli esistenti od in progetto.

Gli interventi strutturali individuati sono costituiti dai seguenti punti:

- a) contenimento dei livelli di piena per tempo di ritorno 200 anni mediante realizzazione di arginature locali a difesa di Verzuolo e S. Lazzaro di Pavia;
- b) realizzazione di opere di difesa spondale a completamento e integrazione di quelle esistenti, con funzione di contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo inciso.

9.5.2 *Linee di intervento non strutturali*

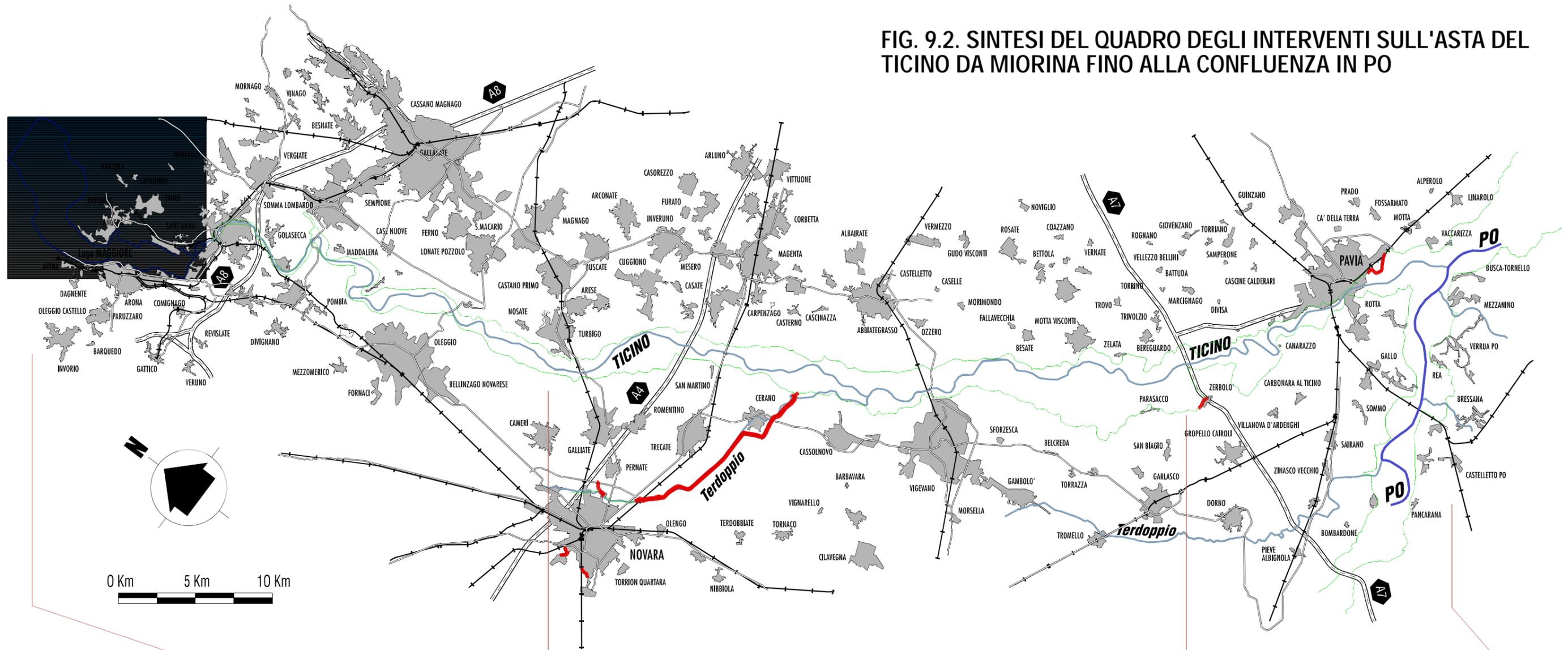
Il quadro degli interventi strutturali sopra evidenziato va integrato con azioni a carattere non strutturale collegate allo specifico sistema di difesa progettato lungo le aste fluviali. Come detto in precedenza, le modalità di uso del suolo nelle aree costituenti la regione fluviale sono dettate dalle relative norme e sono coerenti con l'assetto difensivo individuato.

Per l'asta del Ticino le fasce fluviali sono state delimitate nel tratto dal lago Maggiore alla confluenza in Po.

Ai fini delle esigenze di monitoraggio di previsione in tempo reale degli eventi di piena, le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua richiedono di integrare le reti di misura esistenti in modo da poter disporre di:

- previsioni di eventi critici per i tratti alti sulla base di valori di precipitazioni;
- previsioni delle portate al colmo lungo l'asta del Ticino, dalla Miorina alla confluenza.

FIG. 9.2. SINTESI DEL QUADRO DEGLI INTERVENTI SULL'ASTA DEL TICINO DA MIORINA FINO ALLA CONFLUENZA IN PO



PROGRESSIVA
KILOMETRICA

LAMINAZIONE
NATURALE IN RETE
(Superficie e volumi fascia fluviale B*)

ARGINATURE

DIFESE
SPONDALI

ALTRI
INTERVENTI

PROGRESSIVA KILOMETRICA	60,6	34,9	95,5	48,7	144,2	21,8	166
LAMINAZIONE NATURALE IN RETE (Superficie e volumi fascia fluviale B*)		25,74 km ² / 60,89 · 10 ⁶ m ³		97,92 km ² / 172,92 · 10 ⁶ m ³		30,23 km ² / 106,47 · 10 ⁶ m ³	
ARGINATURE		A carattere locale		A carattere locale			
DIFESE SPONDALI		A carattere locale, anche tramite completamento e integrazione delle opere esistenti					
ALTRI INTERVENTI							

* Valori stimati

9.6 Linee di intervento sui versanti e sulla rete idrografica minore del bacino del Ticino

Nel seguito vengono evidenziate le linee di assetto da conseguire nel bacino montano, in coerenza con le linee generali di intervento sui versanti e sulle rete idrografica minore delineate a scala di intero bacino idrografico.

Per i fenomeni di dissesto di versante e sulla rete idrografica minore, oltre agli interventi a carattere strutturale, le Norme di attuazione contengono gli indirizzi circa la regolamentazione dell'uso del suolo, con particolare riferimento agli aspetti urbanistici, individuati in funzione dello stato di rischio riscontrato.

Tab. 9.6. Linee generali di assetto da conseguire nel sottobacino del Ticino

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<p>Rete idrografica minore</p> <p>Le più rilevanti manifestazioni di dissesto si riscontrano nel bacino del Melezzo orientale e in alcuni corsi d'acqua minori direttamente afferenti al lago Maggiore, rappresentate da fenomeni di trasporto in massa sia lungo le aste principali sia lungo i numerosi tributari (in particolare i torrenti Selva Spessa e Stresa e altri rii minori nei comuni di Baveno, Stresa e Verbania) che danno luogo a riattivazione delle conoidi (in particolare dei tributari del lago a sud dell'immissione del Toce), danneggiamenti alle opere in alveo (in particolare sul Melezzo tra Re e Dissimo) e sovralluvionamenti (in particolare alla confluenza dei torrenti S. Giovanni e S. Bernardino a monte di Verbania-Intra).</p> <p>Processi di approfondimento dell'alveo e scalzamento delle sponde si riscontrano lungo il Melezzo (e sua rete minore) in particolare a monte di Isella, di Meis e a valle del ponte al confine tra Villette e Re, lungo il Cannobino e lungo i corsi d'acqua della zona nella zona di Verbania-Premeno-Ghiffa, dove si rilevano abbassamenti anche superiori al metro.</p> <p>Le linee di intervento prevedono manutenzione ordinaria e straordinaria dell'alveo e opere di difesa longitudinali, soglie e/o briglie di stabilizzazione del fondo e controllo del trasporto solido.</p>													
<p>Versanti</p> <p>I fenomeni prevalenti sono rappresentati da frane di crollo e da deformazioni gravitative profonde e complesse.</p> <p>I fenomeni di crollo, dovuti all'elevato grado di fratturazione che caratterizza il substrato roccioso e all'elevata acclività dei versanti, coinvolgono in genere aree di limitata estensione. Interferiscono con la viabilità di fondovalle del Melezzo orientale a est di Re (SS 337), del torrente Cannobino (SS 631) e del torrente S. Giovanni. Sono inoltre interessati le parti inferiori del versante nei comuni di</p>													

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<p>Baveno e Stresa e alcune aree nei pressi di Lunecco, Lesa e Cannero Riviera.</p> <p>Frane complesse e profonde si riscontrano nel versante compreso tra Baveno e Stresa, in estese aree nella parte alta dei bacini tributari del Melezzo orientale (rio a est di Craveggia e torrente Loana), nella valle del torrente S. Giovanni a nord-est dell'abitato di Scareno (Intragna), nella parte inferiore della valle del torrente di Lunecco (affluente del Cannobino nei pressi della località Cavaglio Spoccia).</p> <p>Valanghe si hanno unicamente nell'alta valle del torrente Cannobino, dove interferiscono con la SS 631 di fondovalle.</p> <p>Le linee di assetto prevedono interventi di regimazione idraulica del reticolo minuto, lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria comprendenti bonifica del versante roccioso, associati a interventi di sistemazione idraulico-forestali, interventi attivi, eventualmente integrati da opere di difesa passiva, a protezione della viabilità dalle valanghe.</p>													

9.7 Fattori naturalistici, storico culturali ed ambientali

Le linee di intervento strutturale del Piano tengono conto delle caratteristiche ambientali dei diversi bacini idrografici, nel rispetto degli ambiti di rilevanza naturalistica e paesaggistica e del patrimonio monumentale esistenti sul territorio.

In particolare nel bacino del fiume Ticino le aree di interesse naturalistico sono le seguenti:

- la riserva statale Bosco Siro Negri;
- i parchi regionali del Ticino e di Valgrande;
- le riserve regionali Sacro Monte di Ghiffa e Garzaia della Carola;
- i monumenti naturali Preia Buia e Sasso Cavallaccio;
- i biotopi di rilevanza faunistico-vegetazionale "Boschi del Ticino tra Vigevano e Abbiategrasso, "Garzaia di Cusago", riserva di caccia "La Zelata".

Inoltre nell'area in studio su un totale di 471 beni storico-culturali considerati circa l'8% appartiene alla categoria dei centri e nuclei storici (38).

Gli edifici monumentali interessano prevalentemente strutture religiose (222) sia ricomprese nei centri storici, sia esterne ad essi; sono presenti inoltre numerosi esempi di architettura civile (150).

Le strutture militari (29) sono costituite principalmente da ponti e castelli, mentre gli edifici industriali (23) interessano prevalentemente impianti rurali di notevole dimensione e mulini, conservatisi anche non per l'uso specifico fino ai nostri giorni quali esempi di archeologia industriale.

Sono presenti, infine, in numero significativo rispetto alla norma, le aree archeologiche (9) costituite prevalentemente da ritrovamenti dell'età di Golasecca, celtica, romana, longobarda-altomedievale.