

Studio interdisciplinare: Geologia e Idrogeologia

a cura di Giovanni Sidoli

1.	Descrizione geologica	2
2.	Formazioni Geologiche del S.I.C. Lago di Piano	3
3.	Depositi di copertura	
4.	Idrogeologia e idrografia	
5.	Indagini svolte	
6.	Metodologie di lavoro	
7.	Sintesi dei dati	
8.	Bilancio idrico	
9.	Considerazioni conclusive	
10.	Bibliografia	

1. Descrizione geologica

Il Lago di Piano, come tutti i laghi della Lombardia centro-occidentale, occupa l'estremità occidentale del Dominio Sudalpino (Prealpi). Le Alpi Meridionali (o Sudalpino) sono separate, dalle Alpi propriamente dette, ad opera della Linea Insubrica: discontinuità tettonica ad andamento est-ovest estremamente importante perché divide due regioni caratterizzate da vicende geodinamiche profondamente diverse. Il Dominio Sudalpino è divisibile in due porzioni ben distinte, sia nella composizione litologica che nell'origine: il Basamento Cristallino metamorfico dell'era Paleozoica (affiorante nella parte settentrionale in una lunga fascia est-ovest) e le falde sedimentarie dell'era Mesozoica (affioranti nella parte meridionale). Le due porzioni sono separate da una faglia molto inclinata, ad andamento est-ovest, meglio nota come "Linea della Grona" che passa dal Monte Grona (La Forcola), scende presso l'Alpe di Logone (Val Sanagra) e raggiunge il Monte Piaggia e il Sasso di Cusino. Da Cusino la faglia prosegue verso i Sassi della Porta e arriva nel Cantone Ticino alla Bocchetta di San Bernardo. La conca del Lago di Piano, trovandosi a "valle" della Linea della Grona, poggia su substrati interamente composti da falde sedimentarie mesozoiche risalenti al periodo Triassico (210-200 milioni di anni). Tali falde sono rappresentate dalla Dolomia Principale sovrastata dal Calcare di Zorzino entrambe sepolte in un primo tempo da depositi morenici fini e successivamente da depositi grossolani di origine alluvionale (in parecchi punti raggiungono i 20 metri di spessore). Sotto i vari strati appena elencati vi è uno spesso strato argilloso-limoso seguito poi dalla roccia. Il versante settentrionale è costituito da dolomie e calcari dolomitici che presentano forme di dissoluzione carsiche. Le rocce che formano il substrato della valle sono la Dolomia Principale e il Calcare di Zorzino; sui fianchi meridionali affiorano il Calcare di Zu, il Calcare di Moltrasio, la Dolomia a Conchodon e le Argilliti di Riva di Solto.

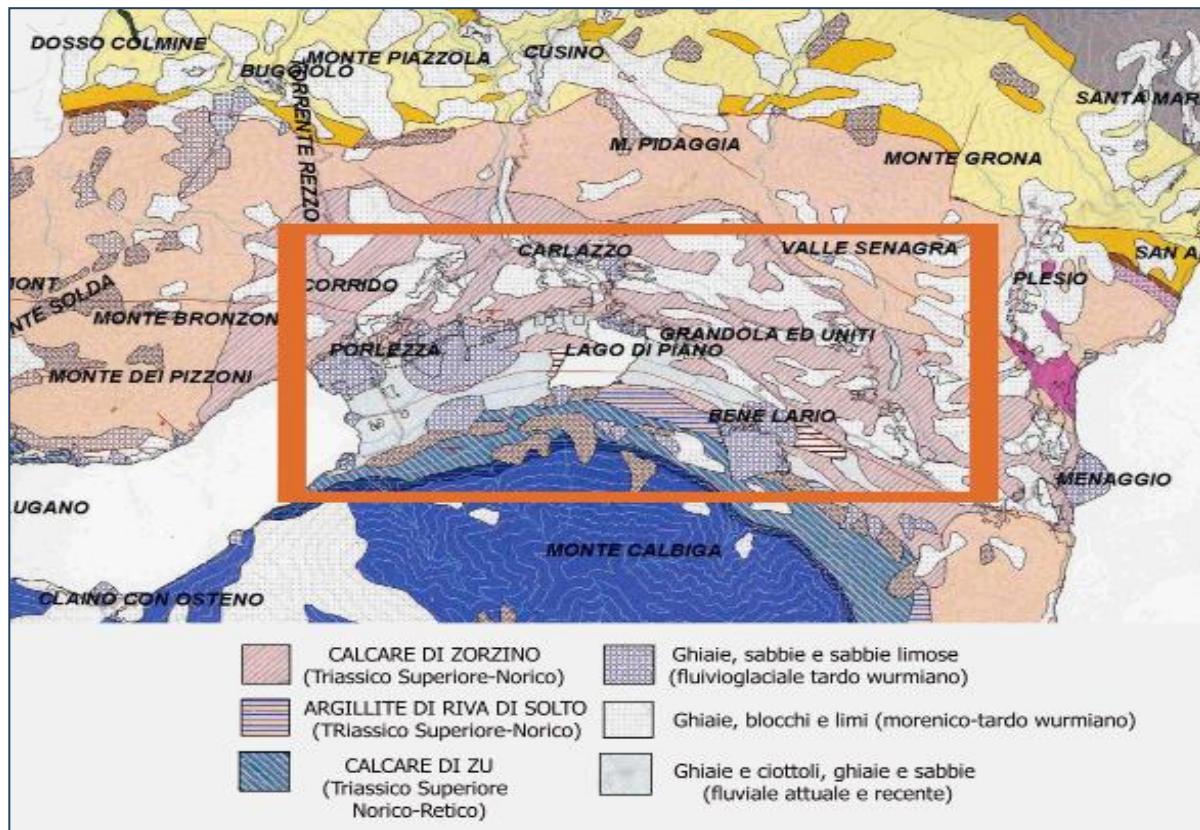


Figura 1 - Cartina geologica della zona del Lago di Piano

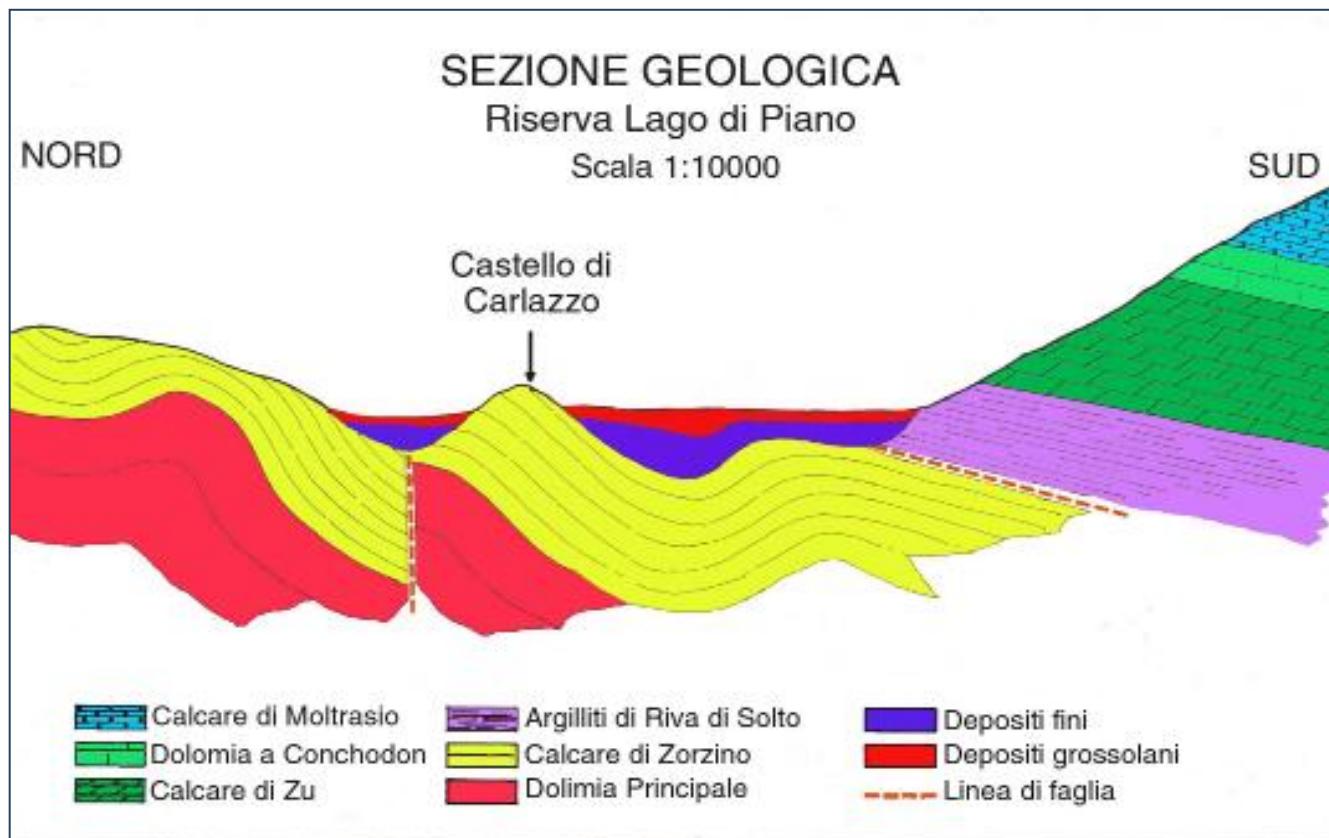


Figura 2 - Sezione geologica del Lago di Piano

2. Formazioni Geologiche del S.I.C. Lago di Piano

2.1 Dolomia Principale e Calcare di Zorzino

Nell'area indagata, la Dolomia Principale e il Calcare di Zorzino si sostituiscono rispettivamente da nord a sud, procedendo quindi dall'Alta Val Rezzo al S.I.C. Lago di Piano. Queste formazioni sono considerate eterotipiche, ovvero depositate nello stesso periodo (Norico) ma in ambienti di sedimentazione diversi. Questo avvenimento spiega l'apparente contraddizione della presenza di due facies (aspetto e caratteristiche dell'unità geologica in relazione all'origine) in una stessa serie stratigrafica. La distinzione morfologica tra Dolomia Principale, facies della Dolomia P. e Calcare di Zorzino è abbastanza evidente: la prima costituita da dolomie chiare, massive o al più grossolanamente stratificate; la seconda costituita da dolomie alternate a calcari scuri bituminosi, densamente stratificati.

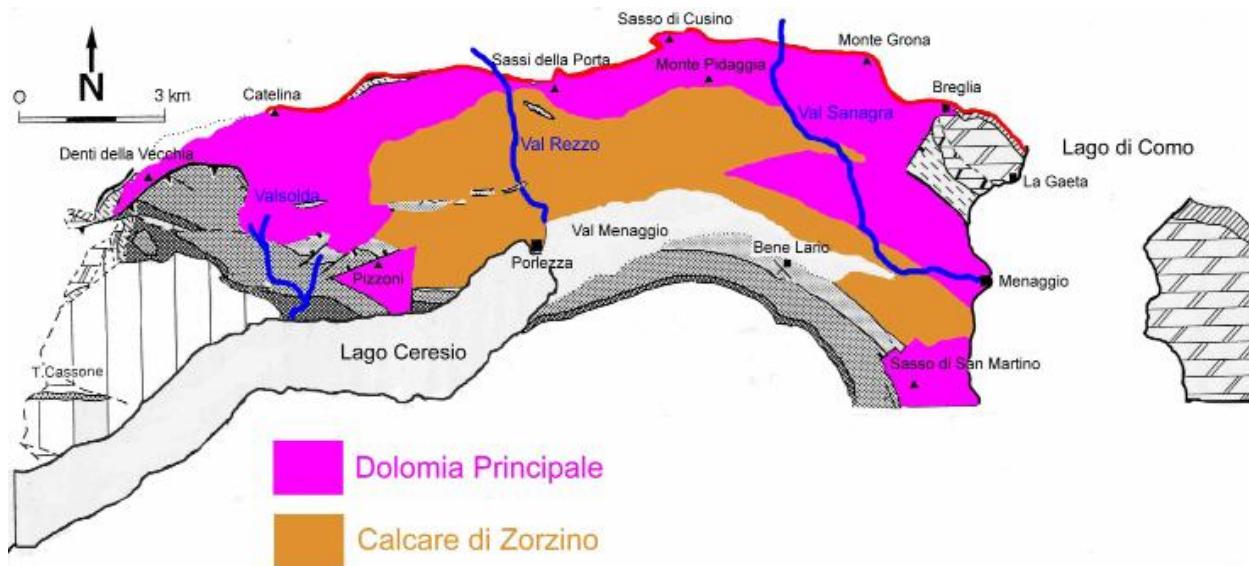


Figura 3 - Distribuzione della Dolomia Principale e del Calcare di Zorzino nell'area in esame

Un fattore di considerevole importanza è la differenza resistenza meccanica della Dolomia P. e del Calcare di Zorzino. La prima, molto compatta, è meno soggetta a fenomeni di faturazione mentre, la seconda, marnosa e stratificata, può disgregarsi più facilmente. La Dolomia Principale non interessa l'area del S.I.C. Lago di Piano essendo collocata, rispettivamente a nord, est e ovest dell'area suddetta. La sua variante, il Calcare di Zorzino è la formazione su cui poggiano i substrati morenici e alluvionali del lago ed è il litotipo che origina i dossi affioranti nella Riserva: Dosso Brione, Dosso Castello, Dosso Mirandola e Dosso Criaggia.

Le stratificazioni del Calcare di Zorzino sono particolarmente evidenti al margine della pista ciclabile che attraversa parte del territorio incluso nel S.I.C. Lago di Piano.



Figura 4 - In evidenza le stratificazioni al margine della Pista ciclabile che conduce a Bene Lario

Distribuzione del Calcare di Zorzino all'interno del S.I.C.

All'interno del S.I.C. Lago di Piano il Calcare di Zorzino affiora in prossimità della Pista Ciclabile (ex tracciato Ferrovia Menaggio-Porlezza), in tutti i Dossi (Brione, Castello, Mirandola, Criaggia), al margine delle strade sterrate che scendono da Bene Lario e laddove manca copertura morenica, fluvio glaciale o fluviale recente.

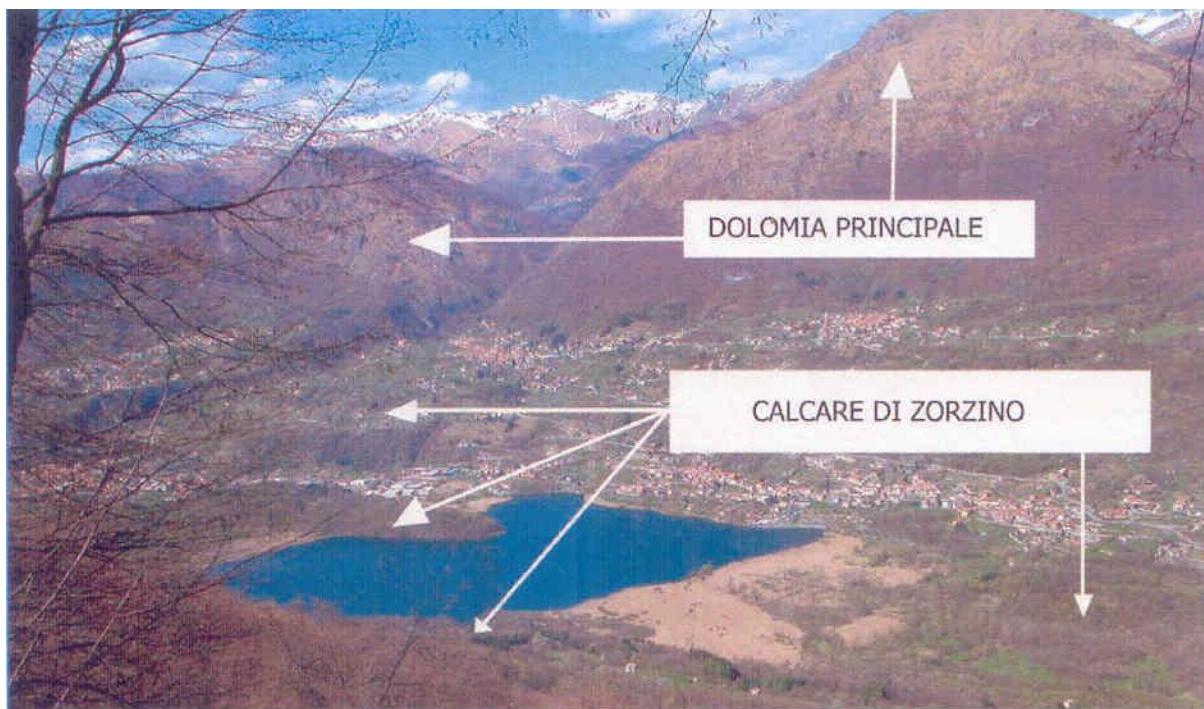


Figura 5

**Visione spaziale della distribuzione di Dolomia Principale e del Calcare di Zorzino al margine e all'interno del S.I.C.
Lago di Piano**

2.2 Argillite di Riva di Solto e Calcare di Zu

Queste formazioni interessando le pendici del Monte Galbiga rivestono in modo diffuso il settore meridionale del S.I.C. Lago di Piano; in genere sono collocate in aree distanti dai centri abitati e sono ricoperte da aree boscate.

L'Argillite di Riva di Solto è una formazione che prende il nome dalla località Riva di Solto presente sul Lago d'Iseo. Essa è costituita da argilliti e marne argillose grigio-nerastre, alle quali sono a volte intercalati calcaro e calcari marnosi scuri, compatti a stratificazione generalmente media o sottile. Le intercalazioni calcaree o calcareo-marnose sono più frequenti nella parte alta della serie.

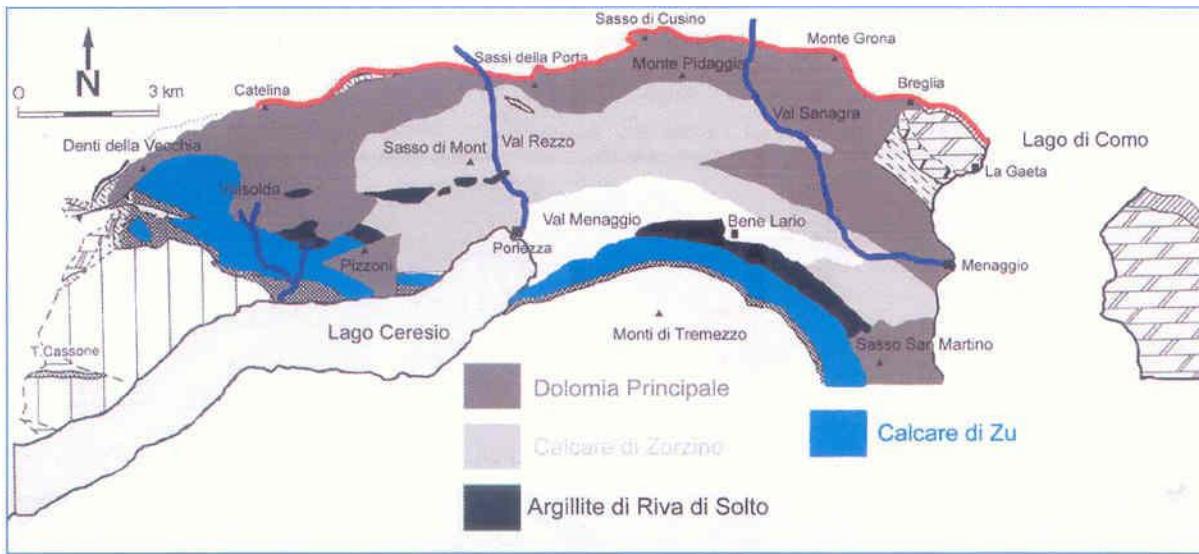


Figura 6 - Le zone di affioramento del Calcare di Zu e dell'Argillite di Riva di Solto nell'area in esame

Questa formazione (Calcare di Zu) che succede all'Argillite di Riva di Solto è costituita da calcari e calcari debolmente marnosi grigio-scuri, grigio bruni o grigio nerastri, compatti, a stratificazione variabile (da sottile a massiccia). Entro le stratificazioni calcaree sono spesso intercalate (in modo particolare all'inizio della serie) argille e argilliti marnose nerastre.

La scarsa consistenza di questa formazione rocciosa associata alla notevole fatturazione del Calcare di Zu (sovrastante) sono le cause responsabile del detrito di versante che si accumula alla base del Monte Galbiga così come i numerosi smottamenti.

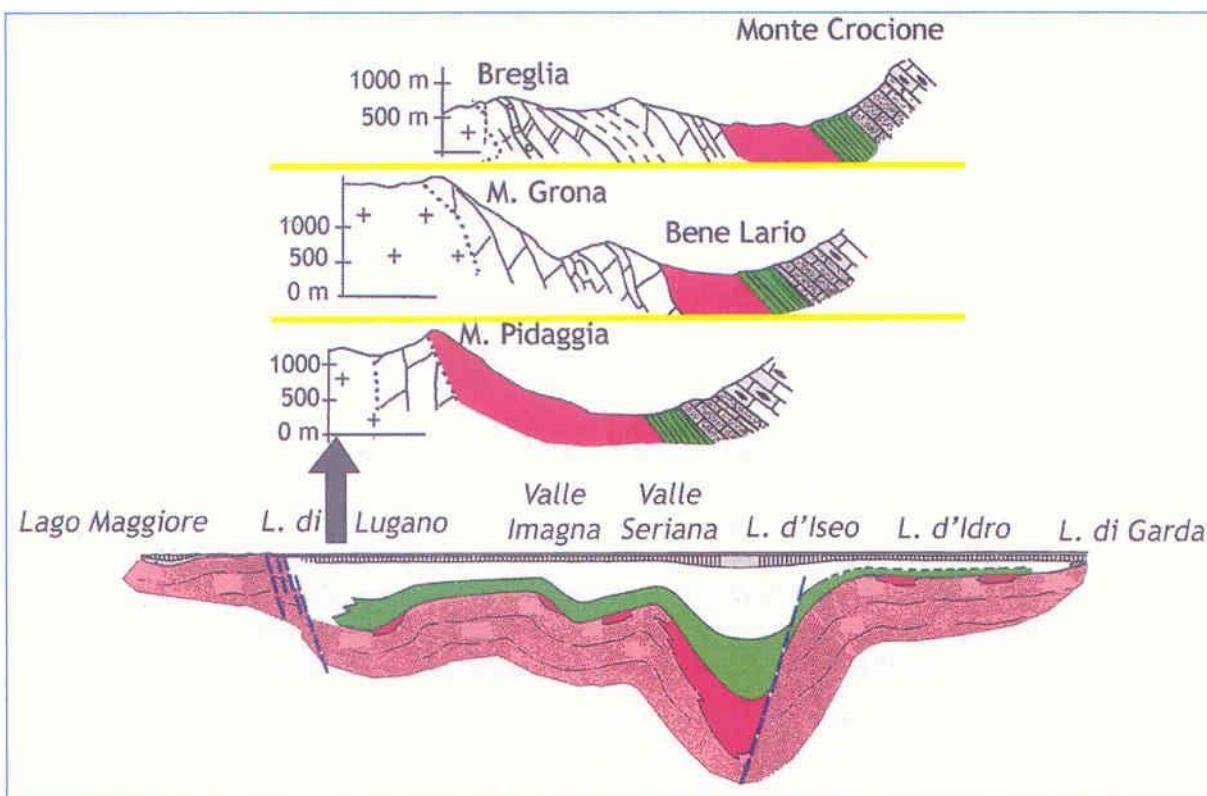


Figura 7 – Stratigrafia dell'Argillite di Riva di Solto



Figura 8 – Formazioni comprese tra l'Argillite di Riva di Solto e il Calcare di Zu ben visibili presso il Comune di Bene Lario (Torrente Civagno)

Distribuzione dell'Argillite di Riva di Solto all'interno del S.I.C.

L'Argillite di Riva di Solto si estende lungo il margine meridionale del S.I.C. Lago di Piano, esattamente nell'area compresa tra il Campeggio della Rivetta e la Mirandola. Il Calcare di Zu segue in successione l'Argillite di Riva di Solto ma fuori dai confini dell'area protetta; va precisato che diverse rocce prodotte dal disaggregamento del Calcare di Zu sono depositate sotto forma di detrito di versante al margine del S.I.C..

3. Depositi di copertura

La morfologia generale del S.I.C. Lago di Piano deriva dalle differenti caratteristiche geologiche delle rocce: la Dolomia Principale genera i profili aspri e accidentati che caratterizzano il Monte Pidaggia, mentre il Calcare di Zorzino, più tenero e disaggregabile, origina una fascia blanda che ha favorito la genesi del lago. Questa variazione morfologica, associata agli episodi glaciali avvenuti ripetutamente nel corso del periodo Quaternario (e successivi), hanno avuto profondi influssi in relazione all'accumulo di depositi glaciali, fluvio-glaciali e alluvionali.

Questa considerazione deriva dal fatto che una morfologia accentuata favorisce in misura minore la trattenuta di depositi morenici, viceversa una morfologia blanda offre numerosi spazi per il deposito di materiale incoerente. L'esplicarsi di questo fenomeno è un fattore da considerare nello studio del S.I.C., infatti se si escludono eventuali smottamenti provocati dalla faturazione delle facies dell'Argillite di Riva di Solto, del Calcare di Zu e del Calcare di Zorzino, un ipotetico fattore di disturbo potrebbe derivare dal movimento di questi detriti.

La conca dove risiede il S.I.C. Lago di Piano e tutte le aree pianeggianti ivi presenti sono sovrastate da queste imponente coltre di detriti, distinti in funzione dell'origine. Per maggiore chiarezza vengono di seguito elencati le

diverse tipologie di depositi e la loro distribuzione nell'ambito del S.I.C. Lago di Piano.

GHIAIE, SABBIE E SABBIE LIMOSE (Fluvioglaciale tardo wurmiano)

Interessano il settore settentrionale del S.I.C. Lago di Piano, in particolare l'area interposta tra la Casa della Riserva e gli abitati di Piano di Porlezza. È un deposito abbastanza consolidato che appoggia su dolci versanti del Calcare di Zorzino; in genere è abbastanza stabile ma può muoversi in caso di opere di scavo. Gli stessi depositi affiorano presso il comune di Bene Lario, a nord e sud di Porlezza ma oltre il confine del S.I.C..

GHIAIE E CIOTTOLI , GHIAIE E SABBIE (Fluviale attuale e recente)

Interessano tutte le aree pianeggianti a est e a ovest del S.I.C. Lago di Piano; originano i substrati dove poggiano le aree agricole e i prati da sfalcio. Sono abbastanza stabili

BLOCCHI, GHIAIE, TALORA CEMENTATI (Depositi di versante)

Sono una serie di depositi (vedi figura sotto), incoerenti o parzialmente cementati, che interessano il settore meridionale del S.I.C. Lago di Piano, in particolare la fascia compresa tra il Campeggio Rivetta e la Mirandola. Sono detriti parzialmente consolidati dalla matrice e trattenuti dalla radici degli alberi; tuttavia possono generare smottamenti di notevole entità soprattutto se si incanalano in locali incisioni vallive. La presenza di questi depositi suggerisce la salvaguardia del bosco situato sull'orlo meridionale della Riserva evitando tagli intensivi e associando un gestione razionale e conservativa della copertura forestale.

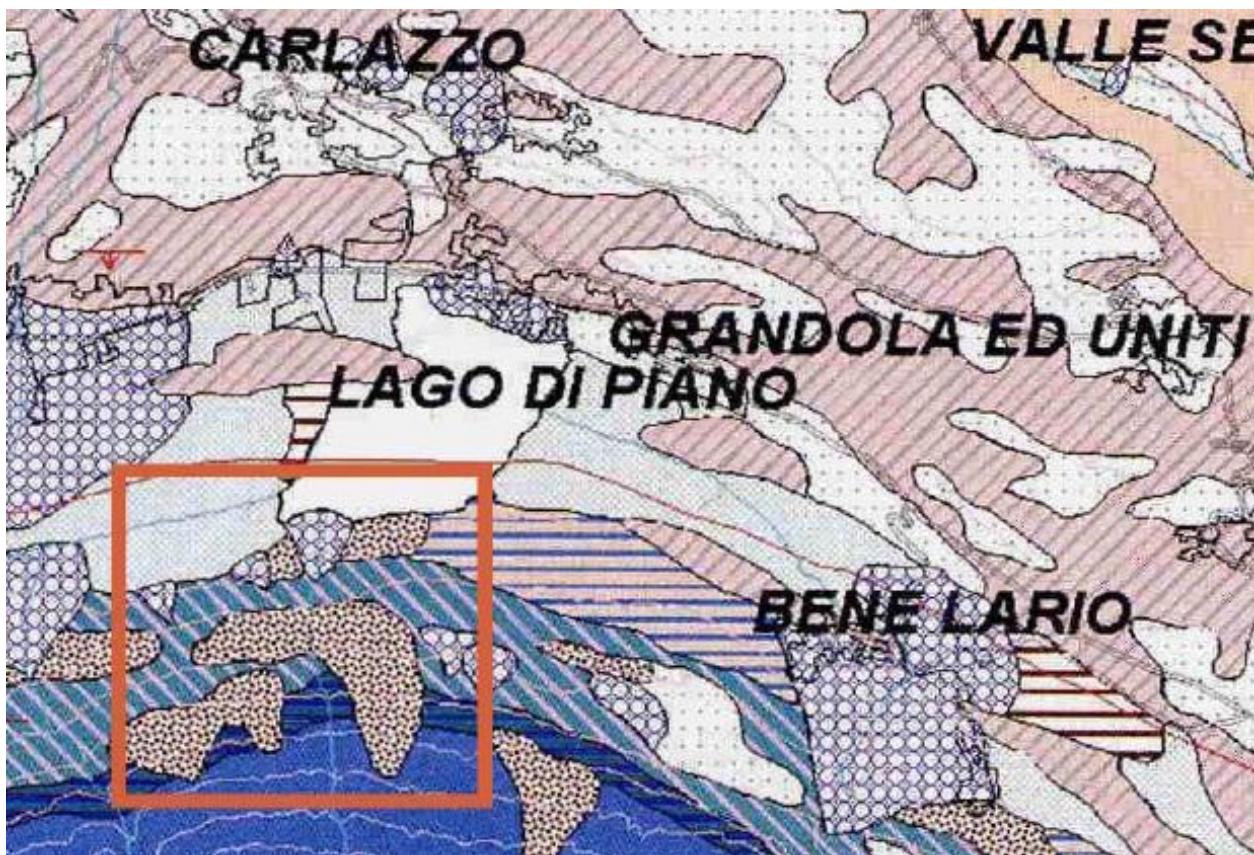


Figura 9 – In evidenza depositi di versante del S.I.C. Lago di Piano

4. Idrogeologia ed idrografia

La conca lacustre di Piano Porlezza deve i suoi motivi di interesse al fatto di non avere origine da uno sbarramento operato dalla deposizione di morene o dalla esistenza di ostacoli naturali al deflusso delle acque superficiali, ma dal naturale affioramento di una falda molto ricca, che riempie una depressione situata tra due conoidi di deiezione ghiaioso-sabbiose. Tale falda, infatti, scorre a pochi metri di profondità, con una inclinazione vicina a quella del terreno,

defluendo verso Porlezza.

La grande estensione del bacino idrogeologico del lago del Piano, che copre circa 21 km², in relazione alle sue ridotte dimensioni (lo specchio idrico non raggiunge l'estensione areale di 1 km²), determina una quantità di deflusso superficiale elevata lungo i ripidi fianchi vallivi costituenti circa i ¾ del bacino idrogeologico con formazioni litologiche, quali calcari marnosi talvolta con intercalazioni argillose, che sono caratterizzate da una permeabilità primaria nulla, ed una secondaria legata all'intensità di fratturazione. L'infiltrazione su queste zone risulta essere ridotta a vantaggio della formazione di corsi d'acqua (che possono essere attivi tutto l'anno o avere carattere stagionale), e del deflusso superficiale di acque non incanalate.

Ai piedi dei versanti la situazione cambia, in quanto i depositi superficiali incoerenti grossolani che colmano parzialmente la valle e su cui è posizionato il lago sono caratterizzati da una permeabilità primaria elevata, localmente ridotta per la presenza di orizzonti cementati.

La conseguenza è che le acque non incanalate e parte di quelle che scorrono nei torrenti vengono assorbite dai terreni, la cui particolare permeabilità favorisce l'infiltrazione in falda.

5. Indagini svolte

Le indagini compiute in situ ed a tavolino hanno mirato alla definizione del bilancio idrico delle acque superficiali del lago di Piano.

Indagini svolte:

Identificazione dei principali corpi idrici superficiali.

Misura della loro portata.

Bilancio idrico tra le acque in uscita ed in entrata.

Identificazione degli eventuali pozzi attivi e della loro captazione nella fascia di territorio compresa in un raggio di 500 m intorno al lago.

6. Metodologie di lavoro

Allo scopo di calcolare il valore di portata si è proceduto all'individuazione dei tratti di sezione fluviale il più possibile regolari in modo tale da ottenere delle superfici linearizzate vicine alla realtà. Nei casi in cui l'alveo del torrente è risultato essere canalizzato, il calcolo della superficie bagnata dall'acqua è risultato essere facilitato dalla regolarità della sezione.

Al fine di definire un bilancio idrico quanto più possibile omogeneo il calcolo della portata è stato condotto nell'arco di due giorni (30 e 31 Dicembre) caratterizzati da tempo stabile (ovverosia in assenza di piogge), e di conseguenza in presenza di condizioni meteorologiche e climatiche stazionarie.

6.1 Sintesi dei dati

Premessa

Le operazioni svolte in situ hanno mirato all'identificazione dei principali corpi idrici che affluiscono e defluiscono dal lago con continuità, ed al monitoraggio della loro portata, al fine di definire il bilancio idrico superficiale del lago.

Questo è stato infatti calcolato considerando solamente gli immissari e gli emissari attivi durante tutto il corso dell'anno, ed escludendo dal computo tutti quei corsi d'acqua di carattere stagionale, ovverosia quei torrenti che si attivano solamente in determinate stagioni o che sono strettamente legati alle precipitazioni meteoriche.

Similmente, non si è tenuto conto dell'effetto sul bilancio idrico delle acque di infiltrazione in entrata ed in uscita dal lago, sia per perdite di fondo dei corsi d'acqua, sia per infiltrazione dei rivi più o meno occasionali che si formano durante le precipitazioni, in quanto tale studio avrebbe richiesto tempi inevitabilmente più lunghi ed avrebbe esulato dallo scopo di questa ricerca.

I torrenti individuati sono i seguenti:

Immissari

Torrente Bonallo

Torrente Cavettone
 Canale "Laghetto Bianco"
 Canale "Valle del Mulino"
 Torrente scolmatore del depuratore
 Emissari
 Canale Lagadone

Nelle pagine successive vengono esposte le operazioni effettuate per arrivare alla definizione del valore della portata effettuata per ciascun corso d'acqua, il dato relativo alla portata dell'acquedotto di Carlazzo, nonché il bilancio idrico tra le acque in entrata ed in uscita dal lago.

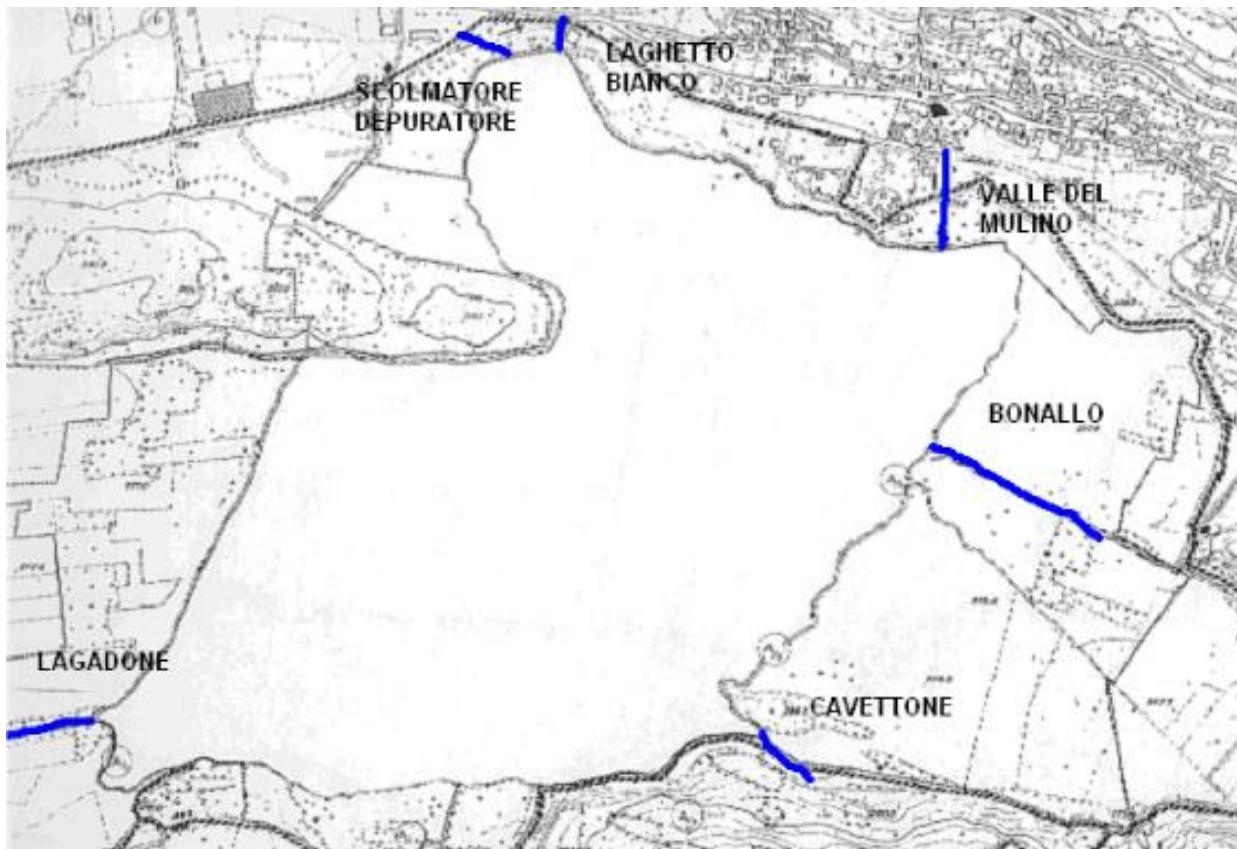


Figura 10 – Posizione geografica decorsi d'acqua di cui è stata valutata la portata

Torrente Bonallo

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,15 \text{ m}$	$l = 1,6 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,15 \times 1,6 = 0,24 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORSO DI UN TRATTO DI 2,8 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 9 \text{ sec}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 2,8 m A SEZIONE COSTANTE	

$V = 2,8/9 = 0,311 \text{ m/s}$	
PORTATA	
$Q = V \times S = 0,311 \text{ m/s} \times 0,24 \text{ m}^2 = 0,0746 \text{ m}^3/\text{s}$	

Torrente Cavettone

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,16 \text{ m}$	$l = 1 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,16 \times 1 = 0,16 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORRENZA DI UN TRATTO DI 1,6 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 4,5 \text{ sec}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 1,6 m A SEZIONE COSTANTE	
$V = 1,6/4,5 = 0,355 \text{ m/s}$	
PORTATA	
$Q = V \times S = 0,355 \text{ m/s} \times 0,16 \text{ m}^2 = 0,0568 \text{ m}^3/\text{s}$	

Canale "Laghetto Bianco"

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,09 \text{ m}$	$l = 0,3 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,0172 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORRENZA DI UN TRATTO DI 4,2 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 3 \text{ s}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 4,2 m A SEZIONE COSTANTE	
$V = 4,2/2,5 = 1,68 \text{ m/s}$	
PORTATA	
$Q = V \times S = 1,68 \text{ m/s} \times 0,0172 \text{ m}^2 = 0,0288 \text{ m}^3/\text{s}$	

Canale "Valle del Mulino"

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,08 \text{ m}$	$l = 0,8 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,0385 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORRENZA DI UN TRATTO DI 9,25 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 5 \text{ s}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 9,25 m A SEZIONE COSTANTE	
$V = 9,25/5 = 1,85 \text{ m/s}$	

PORATA	
$Q = V \times S = 1,85 \text{ m/s} \times 0,0385 \text{ m}^2 = 0,0712 \text{ m}^3/\text{s}$	

Torrente scolmatore del depuratore

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,3 \text{ m}$	$l = 2 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,3 \times 2 = 0,6 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORRENZA DI UN TRATTO DI 2,2 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 19 \text{ s}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 2,2 m A SEZIONE COSTANTE	
$V = 2,2/19 = 0,115 \text{ m/s}$	
PORATA	
$Q = V \times S = 0,115 \text{ m/s} \times 0,6 \text{ m}^2 = 0,0694 \text{ m}^3/\text{s}$	

Canale Lagadone

SEZIONE TRASVERSALE linearizzata bagnata d all'acqua	
$h = 0,3 \text{ m}$	$l = 3,82 \text{ m}$
SUPERFICIE DELLA SEZIONE TRASVERSALE	
$S = 0,3 \times 3,82 = 1,146 \text{ m}^2$	
TEMPO DI PERCORRENZA DI UN TRATTO DI 3,7 m A SEZIONE COSTANTE	
$T = 11 \text{ s}$	
VELOCITÀ DELL' ACQUA NEL TRATTO DI 3,7 m A SEZIONE COSTANTE	
$V = 3,7/11 = 0,336 \text{ m/s}$	
PORATA	
$Q = V \times S = 0,336 \text{ m/s} \times 1,146 \text{ m}^2 = 0,385 \text{ m}^3/\text{s}$	

6.2 Bilancio idrico

Al fine di definire il bilancio idrico del lago di Piano relativamente ai corsi d'acqua superficiali aventi un carattere di continuità durante tutto il corso dell'anno, è stato fatto un confronto tra le portate dei torrenti immissari e la portata dell'unico emissario, ossia il Lagadone.

PORTATA TOTALE DEGLI IMMISSARI $0,3008 \text{ m}^3/\text{s}$

PORTATA TOTALE DELL'EMISSARIO $0,3850 \text{ m}^3/\text{s}$

BILANCIO IDRICO DEL LAGO DI PIANO $-0,0842 \text{ m}^3/\text{s}$

Come è possibile osservare, il bilancio idrico del lago di Piano relativo ai corsi d'acqua superficiali risulta essere negativo. L' unico pozzo attivo in un raggio di 500 m intorno al lago di Piano è quello relativo all'acquedotto di Carlazzo, posizionato alle spalle dell'omonimo castello, lungo il tracciato della vecchia ferrovia. Esso preleva dalla falda lacustre una quantità di acqua pari a circa 100.000 m³ l'anno. Esprimendo il tutto in secondi:

CAPTAZIONE DELL'ACQUEDOTTO DI CARLAZZO $0,0031 \text{ m}^3/\text{s}$

6.3 Considerazioni conclusive

L'esame della struttura idrogeologica e del bilancio idrico del lago di Piano hanno consentito di concludere che la sua alimentazione è molto buona, concorrendovi un vasto bacino, un buon flusso superficiale ed una discreta quantità di acqua per infiltrazione sotterranea, nonché la presenza di una falda di discreta portata.

Dal momento che esistono anche le condizioni (emissario di elevata portata, falda in terreni molto permeabili e alquanto ghiaiosi che possono lasciare defluire grandi quantità di acqua dal bacino) perché il deflusso sia molto consistente, si ritiene fondamentale l'installazione di stazioni di misura termopluviometriche, di umidità atmosferica, di portata dell' emissario e dei principali corpi idrici superficiali che affluiscono al lago.

Si considera inoltre indispensabile conoscere e tenere sotto controllo le portate erogate dai pozzi situati in prossimità del lago (per un raggio di circa 500 m intorno allo stesso) e avere indicazioni circa la portata solida (erosione e trasporto di materiale) degli affluenti al lago. Questo parametro può essere misurato con controlli periodici nel corso delle piene e delle precipitazioni più intense e di maggiore durata.

Solamente una volta che saranno acquisiti questi dati sarà possibile la stesura di un bilancio completo ed attendibile del bacino, al quale potrà essere fatto seguire un razionale piano di gestione.

6.4 Bibliografia

Francani-Grimaldi-Pirola, 1987. *Il Lago di Piano*. Amministrazione Provinciale di Como