



PROVINCIA DI SAVONA
SETTORE DIFESA DEL SUOLO
SERVIZIO DI PROTEZIONE CIVILE

“Piano per l’individuazione di scenari di rischio inerenti la presenza di sbarramenti e dighe sui corsi d’acqua della Provincia di Savona”

Dicembre 2003

INDICE

INTRODUZIONE	5
<i>PARTE PRIMA:</i>	6
CENSIMENTO DELLE OPERE DI SBARRAMENTO.....	6
COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE	7
DIGA DEI FRATI	7
COMUNE DI BOISSANO	8
DIGA DI BOISSANO	8
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE	11
INVASO INCHER	11
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE	13
DIGA MONTECATINI - LOCALITÀ S. GIUSEPPE	13
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE	14
DIGA 3M	14
COMUNE DI CASANOVA LERRONE	15
DIGA ASCENSIONE.....	15
COMUNE DI GARLEDA	18
SBARRAMENTO CIAN BURRÈ.....	18
COMUNE DI MILLESIMO	21
DIGA - VIA MARCONI.....	21
COMUNE DI MILLESIMO	22
DIGA – LOCALITÀ S. ROCCO	22
COMUNE DI ONZO	23
DIGA DI MENEZZO	23
COMUNE DI OSIGLIA	25
DIGA DI OSIGLIA	25
COMUNE DI PALLARE	28
SBARRAMENTO IN LOCALITÀ BIESTRO	28
COMUNE DI PIANA CRIXIA	30
DIGA DI PIANA CRIXIA	30
COMUNE DI RIALTO	31
DIGA PIENA	31
COMUNE DI URBE	34

DIGA DELL' ANTENNA.....	34
COMUNE DI URBE	37
DIGA DEL BUIETO.....	37
COMUNE DI VADO LIGURE	41
DIGA CIAN CASCIN.....	41
COMUNE DI VARAZZE	42
DIGA LAGORARA.....	42
COMUNE DI VENDONE	44
DIGA RIO ARMELLA INFERIORE.....	44
COMUNE DI VENDONE	47
DIGA RIO ARMELLA SUPERIORE.....	47
COMUNE DI VENDONE	48
LAGO BORGO	48
COMUNE DI VENDONE	51
INVASO LEUSO	51
DIGHE MINORI	53
COMUNE DI ANDORA - INVASO VILLA STAMPINO.....	53
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE - SARSORE.....	54
COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE - CASAZZA	55

Dott. Geol. Franco Mazzoli, Settore Difesa del Suolo- Servizio Protezione Civile

Dott. Ing. Matteo Delbuono, Settore Difesa del Suolo- Servizio Protezione Civile

Dott. Simona Cuttica, Stagista



Nota: I due Invasi Incher vengono indicati da un'unica posizione data la loro vicinanza; lo stesso vale anche per le dighe di Armella .

INTRODUZIONE

Questo lavoro si propone di ricostruire un dettagliato censimento degli invasi e degli sbarramenti situati all'interno della Provincia di Savona, evidenziandone alcune caratteristiche: note tecnico-ingegneristiche riguardanti la struttura, geologia del luogo su cui è stato realizzato l'invaso e caratteri idraulici.

I mezzi con i quali è stato possibile effettuare tale censimento sono stati:

- l'utilizzo dei dati presenti nell'archivio del Settore Difesa del Suolo della Provincia di Savona;
- la preziosa collaborazione dei colleghi del Servizio Idraulico e Idrogeologico sul Territorio;
- indagine presso i Comuni, a cui è stata infatti inviata una comunicazione chiedendo informazioni sull'eventuale presenza di sbarramenti sul territorio. Le risposte ricevute hanno così contribuito all'analisi svolta.

La seconda parte di questo lavoro consiste nella perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili nel caso di collasso delle opere di sbarramento oggetto di questo studio.

Il risultato finale sarà visibile su apposita cartografia.

Per ogni Comune del territorio provinciale vengono indicati i numeri utili di riferimento ai quali rivolgersi in caso di necessità ed i numeri o gli indirizzi dei concessionari delle strutture in questione.

Nell'Appendice A- Schede Tecniche sono riportate le schede riassuntive dei dati inerenti gli sbarramenti, tranne che per alcuni piccoli invasi ritenuti di scarsa rilevanza ai fini dello studio.

PARTE PRIMA:

Censimento delle opere di sbarramento

COMUNE DI ALBISOLA SUPERIORE

Diga dei Frati

La diga è situata in Loc. Pace ad Albisola Superiore (precisamente al confine tra Celle Ligure ed Albisola Superiore), sul corso d'acqua Rio Remenone.

La diga si presenta come una struttura ad arco in cemento armato con evidenti segni di usura e cattivo stato di manutenzione.

In particolare, in seguito a sopralluogo, effettuato in data 29/01/1993, su richiesta della Prefettura di Savona, sono emerse alcune problematiche relative a fenomeni di erosione del piede, nonché filtrazioni d'acqua per fessurazione del calcestruzzo e lesioni in alcune zone della struttura.

In seguito a quanto osservato si è invitato il Titolare dello sbarramento a provvedere all'immediata esecuzione di lavori di ripristino della fondazione dell'opera di sbarramento ed all'impermeabilizzazione del suo paramento, mediante ordinanza del Sindaco.

Non avendo presentato la documentazione tecnica richiesta e in assenza delle migliori intimitate, è stato invitato il Titolare dello sbarramento a mantenere l'invaso vuoto (come emerge da un ulteriore sopralluogo) lasciando aperto lo scarico di fondo e prendendo tutti i provvedimenti al fine di garantire l'incolumità pubblica.

Allo stato attuale il bacino di invaso risulta vuoto.

COMUNE DI BOISSANO

Diga di Boissano

Lo sbarramento si trova ad una quota di 160 m s.l.m.e ad una distanza di 3.2 km dal mare, e precisamente sulla confluenza dei Rii Rubbo e Banchette, in corrispondenza del Rio Marmoraire nel Comune di Boissano.

Questo serbatoio viene utilizzato per l'irrigazione e si imposta con forma romboidale lungo il rio Marmoraire nella sua zona di testata, intercettando le acque del modesto impluvio del bacino sotteso.

Nella zona a monte le scarpate sono state ricavate mediante scavo diretto nel terreno naturale. L'altezza del rilevato arginale risulta essere intorno ai 10 m. Per la realizzazione dell'argine è stato utilizzato il materiale proveniente dagli scavi. Le sponde dell'invaso nel tratto a monte risultano in terreno naturale o roccia con buona copertura vegetale, senza particolari forme di erosione.

Organi di scarico

Lo scarico di superficie è ancora da realizzare: si prevede la costruzione di un canale in cemento armato, passante a lato dell'invaso ed avente una larghezza di 2.5 m; allo scarico di base di tale canale si realizzerà una scogliera anti-erosiva posta nell'alveo del Rio Marmoraire. Lo scarico è stato dimensionato per una portata di massima piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Lo scarico di fondo e la condotta di adduzione sono realizzati mediante due tubazioni in acciaio, poste all'interno di una trincea rivestita di conglomerato cementizio. Tale trincea scorre sotto al rilevato arginale per raggiungere una cabina di manovra dotata di una valvola di regolazione per lo scarico dei deflussi.

Lo scarico di fondo potrà essere azionato dalla saracinesca ed il ricettore sarà direttamente costituito dall'alveo del Rio Marmoraire.

Il canale di sfioro è realizzato in sponda sinistra, per il primo tratto, in calcestruzzo e, per il secondo tratto, con la messa in opera di una canaletta aperta tipo tubosider in acciaio zincato.

Il canale in cls ha una sezione pari a 2 m x 2 m.

Per quanto riguarda la geologia del sito (Saglietto-Ferraro, 2003) si riscontrano condizioni di affioramento diretto del substrato lapideo che risulta appartenere alla formazione geologica

degli Gneiss di Albissola, ovvero Gneiss a grana minuta, finemente scistosi di colore grigio chiaro fino al giallo-rossastro. Si è potuto osservare la presenza di una zona di alterazione: qui l'ammasso roccioso presenta fratturazione sensibile e diffusa. La coltre superficiale è di natura eluviale e deriva dalla degradazione meccanica e chimica del substrato.

La morfologia, molto acclive, è caratteristica di rocce ad elevata resistenza meccanica, anche in sponda sinistra, dove la coltre alterata, per la già citata presenza di un sistema di fratture sfavorevole, è più potente.

Mentre il versante in sponda destra è classificabile come versante ad elevata stabilità, data la disposizione mediamente favorevole della scistosità e della fratturazione della roccia affiorante, la sponda sinistra è da classificare come versante a stabilità ridotta per la presenza di copertura in roccia disarticolata e disposizione sfavorevole di un sistema di fratture.

Le indagini, effettuate a monte della realizzazione dell'opera, hanno evidenziato, in base al tipo di formazione e l'estesa presenza di affioramenti, congiuntamente all'assenza di fenomeni tettonici di rilievo, la sufficiente garanzia verso la presenza di imprevisti geologici negativi per la realizzazione dell'invaso in questione, con giudizio complessivo di idoneità.

Mentre sotto il profilo statico, si è potuto accertare che il rilevato insiste certamente su roccia in posto, le cui caratteristiche meccaniche sono largamente sufficienti a garantirne la stabilità, analoghe garanzie non esistono per quanto riguarda la possibilità di filtrazione delle acque al contatto rilevato-acqua.

Sebbene si noti una certa incuria dei luoghi, con crescita di notevole vegetazione, il rilievo ha permesso di osservare l'assenza di moti franosi di notevole rilevanza. Si conclude pertanto che l'area è stabile e, da un punto di vista geostatico, non presenta problematiche.

Il luogo presenta generali caratteristiche di impermeabilità, anche se le coltri superficiali presentano una certa porosità e comportano un certo scorrimento superficiale.

Risultano pressoché nulli la filtrazione e lo scorrimento profondo.

Si sono comunque previsti particolari accorgimenti costruttivi: la fondazione è stata incastrata nello gneiss fresco e compatto che si rinviene a circa 1 metro di profondità, in corrispondenza del cunicolo di smaltimento delle acque fluenti, come visibile da sondaggio.

L'opera di sottomurazione ha uno sviluppo minimo di 25 m, ritenuto sufficiente ad impedire moti di filtrazione al di sotto del rilevato.

Il Rio Marmoraire fa parte delle acque pubbliche della Provincia di Savona. Le aste fluviali sono caratterizzate da regime torrentizio.

All'interno del bacino idrografico considerato non sussistono particolari forme di dissesto e comunque la tenuta idraulica dello sbarramento risulta garantita, oltre che dalle caratteristiche del terreno in loco, anche dalla completa impermeabilizzazione del lato di monte della diga prevista nel progetto dell'opera stessa.

Idrologia

Il bacino del rio Marmoraire, sotteso alla sezione di chiusura dello sbarramento, è di circa 1.50 km².

Il valore al colmo di piena determina condizioni idrauliche conservative e sufficientemente tarate per eventi eccezionali con tempo di ritorno mai inferiore ai 200 anni.

Il valore della portata di piena risulta:

$$Q_{\max}=57.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Per il dimensionamento dello sfioratore, assunti i tempi di corrivazione e le altezze di pioggia verificatesi per quel tempo, si è arrivati ad una portata $Q=10 \text{ m}^3/\text{s}$.

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

Invaso Incher

In località Incher, nel Comune di Cairo Montenotte, sono presenti due sbarramenti denominati:

- “INVASO INCHEER PRINCIPALE” (bacino progettato nel 1962);
- “INVASO INCHEER SECONDARIO” (bacino progettato e costruito nel 1986);

L'area, avente una superficie di circa 0.5 kmq ed una morfologia collinare, è solcata da incisioni con andamento circa E-W, legate a regime prettamente torrentizio ed attualmente in secca. All'interno dell'area è compresa una tenuta agricola (Cascina Incher).

Essendo necessario incrementare la disponibilità irrigua della cascina, ed essendo improponibile la ricerca di falde sotterranee, è stata scelta come soluzione la realizzazione di un piccolo invaso artificiale, delimitato da uno sbarramento in terra.

I terreni affioranti abbracciano due delle principali unità geologiche delle zone interne delle Alpi Occidentali: la zona Brianzonese e la zona del Piemonte. Si vedono marne con locali intercalazioni di arenarie. Il paesaggio è marcato dalle incisioni determinate dal reticolato idrografico del Rio del Carretto e da tipiche forme calanchive. La degradabilità dei litotipi descritti è elevata: le marne risentono in maniera particolare dei fenomeni di disgregazione chimico-fisica e vengono rapidamente erose dalle acque meteoriche e superficiali.

CARATTERISTICHE DELL'INVASO INCHEER PRINCIPALE:

- franco: 1.5 m;
- larghezza del coronamento: 4.6 m;
- altezza della diga: 8 m.

Per quanto riguarda lo scarico superficiale il volume del bacino di raccolta è stimato in 56.000 m³ e la portata massima di afflusso all'invaso può essere calcolata con la formula di Mongiardini:

$$Q_{\max} = Q_{100} \left(\frac{S}{100} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

dove $Q_{100} = 0.75 \text{ m}^3/\text{sec}$

e sostituendolo si ottiene:

$$Q_{\max} = 31.7 \text{ m}^3/\text{sec km}^2$$

$$Q = 31.7 * 0.056 = 1.77 \text{ m}^3/\text{sec}$$

SCARICO DI FONDO

Il volume di invaso si ottiene considerando una larghezza della gola pari a circa 7 m, una larghezza del bacino pari a circa 100 m, un'altezza massima dell'acqua dello sbarramento di 6.5 m:

$$V = 2275 \text{ m}^3.$$

Si può ritenere corretto un tempo di svuotamento compreso tra le 3.5 e le 4 ore.

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

Diga Montecatini - Località S. Giuseppe

Si tratta di un'opera di sbarramento fluviale in corrispondenza della confluenza della Bormida di Pallare con la Bormida di Mallare, ad una quota di 340 m s.l.m.

Venne costruita negli anni '30 per uso industriale. Il progetto fu eseguito nel 1938.

Questa diga a ponte, costruita in cemento armato su una morfologia di terreno da fondovalle, ha le paratoie per lo scarico di legname che si azionano a comando, per meccanismi idraulici.

Si riportano alcune caratteristiche tecniche:

- Il bacino ha una superficie di 144 km²;
- una lunghezza di 80 m ed un'altezza di 7 m;
- La quota di massimo invaso è di circa 335 m s.l.m.
- Il volume è di circa 300000 m³;

Si rileva la presenza di una strigliatrice in sponda destra.

L'invaso in questione ha la possibilità di ricevere acqua dal serbatoio di Val Cummi.

Durante il sopralluogo avvenuto il 3/11/2003 si è rilevata la presenza di abbondante materiale arboreo dentro l'alveo a valle della diga; a monte l'invaso risulta pieno di fango.

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

Diga 3M

La diga è posta sul fiume Bormida di Mallare in Comune di Cairo Montenotte (frazione Ferrania) località Baraccamenti. E' stata concessa la derivazione di acqua ad uso industriale per moduli 0.70 (70 litri al secondo) alla 3M ITALIA S.p.A. con decreto n°84 del 14/03/1996 (pratica 2029/d), con restituzione integrale al fiume medesimo. In seguito alla suddetta società è subentrata la IMATION S.p.A.

Si tratta di una diga di tipo sfiorante, in calcestruzzo, avente uno sviluppo di circa 33.5 m ed una larghezza di circa 7.00 m.

Vi sono due elettropompe che adducono l'acqua, per mezzo di un tubo di ferro, e la immettono nella rete industriale dello stabilimento, e successivamente una rete di tubi in modo da distribuire in maniera capillare l'acqua ai diversi reparti dello stabilimento. Dopo l'uso nello stabilimento, l'acqua viene convogliata attraverso la rete fognaria all'impianto di depurazione, posto in sponda sinistra del fiume Bormida di Mallare, a circa 800 m dal punto di presa. Infine l'acqua viene scaricata interamente nel fiume Bormida di Mallare.

COMUNE DI CASANOVA LERRONE

Diga Ascensione

L'impianto irriguo gestito dal Comune di Casanova Lerrone viene alimentato da un invaso costruito negli anni '50 con la messa in opera di uno sbarramento in calcestruzzo. L'invaso presenta una capacità pari a 33000 m³, un'altezza massima dello sbarramento di 7 m, una quota di massimo invaso di 6 m ed una larghezza di 30 m. Dallo sbarramento l'acqua viene canalizzata ad un serbatoio di carico che alimenta la stazione di pompaggio: le pompe provvedono al rilancio ad un serbatoio principale dal quale l'acqua viene distribuita a tutto il comprensorio irriguo. Negli ultimi anni, a monte dello sbarramento, è stata realizzata una briglia di contenimento (detta anche "briglia prelago"), in cemento armato, al fine di fermare il trasporto solido e quindi di impedire il rapido riempimento dell'invaso. Essa, inoltre, consente agevoli interventi di pulizia.

Dallo sbarramento diparte una condotta che ha la funzione di carico del serbatoio di alimentazione della pompa e di scarico di fondo dell'invaso. Per quest'ultima funzione, esiste anche una paratoia che può essere sollevata meccanicamente (utilizzata anche per lo svuotamento dell'invaso). Le sponde dell'invaso risultano incassate nell'alveo e ben immorsate nella roccia con un solco fluviale piuttosto stretto e profondamente inciso nel substrato geologico. Le rocce di fondo risultano nell'insieme non molto permeabili.

Dall'indagine geologica del Dott. Geol. Flavio Saglietto, l'invaso risulta localizzato nella fascia altimetrica tra i 200 e 220 m s.l.m. nel solco vallivo della zona di testata del torrente Lerrone. In particolare, la quota dello sbarramento è 211.6 m s. l. m.. I versanti, avendo una pendenza con valori anche superiori al 50%, causano un notevole fenomeno erosivo, dato dall'incisione del substrato geologico da parte del torrente, che tende a produrre la morfologia tipica di un "alveo a fondo fisso".

L'assetto tettonico è definito nel contesto di interesse dalla sovrapposizione per contatto tettonico della serie "Moglio - Testico" a quella di "Alassio - Borghetto". Nel territorio affiorano principalmente marne più o meno calcaree e detritiche, arenarie e argilliti.

Il torrente Lerrone ha caratteristiche ben delineate dagli spartiacque orografici definiti dalla sommità dei monti Vegie, Verderi, Mucchio di Pietre, Torre di Ubaga, e da numerosi rii tra i quali si ricordano il Rio Scalette, Rio Villetta, Rio S. Sebastiano, Rio Gai, Rio delle Feghe.

FOGLIO DI CONDIZIONI PER L'ESERCIZIO E LA MANUTENZIONE DELLO SBARRAMENTO DENOMINATO "ASCENSIONE"

Comune: Casanova Lerrone

Località : Ascensione

Titolare e concessionario dell'opera: Comune di Casanova Lerrone

Descrizione opera di sbarramento: diga tracimabile in conglomerato cementizio con paramento a monte verticale, paramento a valle profilato, platea di valle con elementi dissipativi e muri d'ala in spalla destra e sinistra. Planimetricamente la diga presenta andamento rettilineo. Le fondazioni sono direttamente immorsate nella roccia.

Organi di scarico: Bocchette di sfioro superficiali e scarico di fondo

Accesso allo sbarramento: 2

Corso d'acqua: Torrente Lerrone

Utilizzazione acqua: Irriguo

Bacino Principale: Torrente Lerrone – Fiume Centa – Bacino sotteso: 9.80 km²

Grado di sismicità del sito: S=9

Altezza dello sbarramento: 7.70 m

Altezza massima di regolazione: 6.40 m

Quota massima di regolazione: 209.90 m s.l.m.

Quota piano di coronamento: 210.70 m s.l.m.

Quota di massimo invaso: 212.60 m s.l.m.

Sviluppo coronamento: 26 m

Volume di invaso: 27500 m³

Volume totale d'invaso: 40000 m³

Carta tecnica Regionale n°: 245130

CALCOLO PORTATA ONDA DI PIENA (Dott. Ing. Mauro Zumino e Dott. Ing. Mauro Benzi, 27/03/1998)

Per definire la massima portata di piena sono state utilizzate le "curve di inviluppo" dell'Ing. Cati, in particolare quella con cui si ottiene il contributo massimo unitario q_{max} .

La portata di massima piena si ricava dalla relazione:

$$Q_{max} = q_{max} * S = 145 \text{ mc/sec}$$

dove S è la superficie del bacino in kmq.

Il valore del colmo di piena, ricavato dalle curve di Cati determina condizioni idrauliche conservative e sufficientemente tarate per gli eventi eccezionali con un tempo di ritorno non inferiore a 250 anni.

COMUNE DI GARLENDÀ

Sbarramento Cian Burrè

All'interno del comprensorio del Golf Club Garlenda, nella proprietà dell'immobiliare Garlenda, esiste un laghetto collinare realizzato mediante lo sbarramento artificiale del Rio Ferraia tributario dell'adiacente Rio Cian Burrè, che affluisce nel Torrente Lerrone.

Si tratta di una diga in materiali sciolti dall'andamento planimetrico rettilineo. Lo sbarramento è denominato Cian Burrè.

ESTREMI CATASTALI:

- Foglio n°3
- Mappali 17-72-37-151-152-153
- C.T.R. 255144

La portata derivata per cui si è chiesta la concessione è dell'ordine di moduli $0.10 - 0.20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Non sono previsti rilasci a valle.

Lo sbarramento è stato costruito nei primi anni '60. ed ha portato alla formazione di un modesto laghetto collinari tuttora utilizzato per scopi agricoli.

Le scarpate dello sbarramento, sia a monte che a valle, avendo un'acclività molto bassa, escludono problematiche di stabilità.

Lo sbarramento in oggetto è impostato geologicamente sulla formazione pliocenica delle Argilliti di Ortovero, costituita da livelli di argille marnose grigio-azzurre. Lo sbarramento artificiale, con altezza di circa 10 m è costituito da materiale omogeneo argilloso-marnoso costipato proveniente dalla formazione delle Argille di Ortovero. Lungo la scarpata lato valle, in passato, è stata scaricata una notevole quantità di materiale detritico, costituito da inerti e ricoperto da terreno vegetale.

Dai rilievi eseguiti risulta che il dislivello massimo tra il fondo della valletta e la quota del paramento è di circa 11 m, mentre la capacità di sfioro è di circa 85.000 m^3 . Il laghetto è contenuto per oltre i 3/5 da spalle naturali e per il resto da opere artificiali. Di fatto le acque di sfioro non si scaricano più nel tratto vallivo del corso d'acqua intercettato (Rio Ferraia), perché lo scolmatore le riversa, tramite un percorso laterale, nel Rio Cian Burrè, circa 300 m più a monte del punto della vecchia immissione. Il laghetto è dotato di una tubazione di limitato diametro, posta sul fondo, che attraversa la piccola diga e che viene di norma usata

per i prelievi irrigui, ma è anche utilizzabile come modesto scarico di fondo, in occasione di lavori nel bacino.

IDROLOGIA

Mentre i versanti sulla sinistra orografica presentano una situazione morfologica ed una fitta vegetazione prevalentemente arbustiva tali da escludere un ruscellamento superficiale significativo, i versanti sulla destra orografica presentano numerosi solchi erosivi originati dagli scarichi, talvolta incubati, delle acque superficiali raccolte dal campo da golf sovrastante. E' stato inoltre rilevato un modesto ruscellamento superficiale diffuso sul lato a valle del corpo di sbarramento, con formazione di piccoli solchi di erosione.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, non si segnala la presenza di falde idriche grazie all'elevata impermeabilità delle litologie locali: l'unica nota da evidenziare è la presenza di ristagni d'acqua alla base dello sbarramento causati dalla venuta a giorno della linea di saturazione dovuta alle acque dell'invaso.

La Geosilt così conclude in merito alle indagini effettuate (Alassio, 24/07/1998): “alla luce delle indagini geognostiche e geotecniche effettuate nonché delle verifiche di stabilità del corpo di sbarramento e delle sponde del laghetto artificiale, si escludono problematiche di stabilità, anche in tempi lunghi e se ne assesta la sicurezza non ravvisando peraltro situazioni di pericolo per la popolazione.”

ORGANI DI SCARICO:

- scolmatore laterale ubicato sul versante sinistro dell'invaso, circa 150 m dallo sbarramento, che scarica le acque di sfioro nell'adiacente bacino di Rio Cian Burrè.
- tubazione di fondo con diametro di 200 mm adibita al prelievo dell'acqua (portata smaltibile=0.1 m³/s). Il corso d'acqua interessato è il Rio Ferraia.
- priva di organi di regolazione sullo scarico di superficie

Il bacino imbrifero in questione ha una superficie di circa 40 ha (0.40 km²) e interessa il versante montuoso soprastante sino alla sommità, tra le quote 70 m e 300 m s.l.m.

La lunghezza dell'asta principale è pari a circa 1000 m.

I colatori del bacino sono il Rio Ferraia e un altro privo di denominazione (v. C.T.R. 245144).

Lo scolmatore scarica le acque di piena nel laterale Rio Cian Burrè, che dopo circa 700 m di percorso li riversa nel Torrente Lerrone.

Per le portate di massima piena lo studio è stato condotto con riferimento alla Curva Inviluppo delle Portate di Piena dei Corsi d'Acqua con foce nel Mar Ligure, predisposta dall'Ufficio Idrografico del Genio Civile di Genova.

Per il bacino in esame la curva indica un valore della portata temibile massima pari a 15.8 m³/s.

- Lunghezza della soglia dello sfioratore L=13.00 m.
- Portata unitaria smaltibile dallo stramazzo: P_{max}=1.22 m³/s*m
- Sovraltezza del pelo libero del lago sulla quota della soglia: H=0.80 m
- Quota del coronamento rispetto alla quota dello stramazzo di progetto: H'=2.60 m

L'obiettivo finale ha sempre fatto riferimento all'esigenza di poter predisporre opportuni avvisi e mezzi di difesa del territorio di valle: per questo motivo si è previsto, in fase di verifiche idrauliche, che tutto il volume d'acqua invasato (da quota coronamento sino alla quota della soglia di scarico per tracimazione) debba defluire attraverso la breccia senza riduzioni per quantità rilasciate dall'organo di scarico superficiale.

Nel caso di collasso della diga, l'idrogramma dell'onda di piena evidenzia un valore massimo della portata fuoriuscente -senza contemporaneo contributo allo scarico di superficie- pari a circa 41.6 m³ /s che si mantiene per oltre 4 minuti.

COMUNE DI MILLESIMO

Diga - Via Marconi

La traversa intercetta il fiume Bormida in prossimità dell'abitato di Millesimo ed è raggiungibile percorrendo la S.S. n° 28 bis.

L'opera di presa, costruita nel 1939, è stata realizzata con 2 paratoie mobili autolivellanti ed uno sfioratore fisso con strutture in muratura di pietrame e calcestruzzo.

Lo scarico di fondo è costituito da un vano rettangolare posto in sponda destra (a valle dell'opera di presa del canale derivatore) ed è sormontato da una paratoia piana che funge anche da paratoia sgrigliatrice.

Esiste inoltre uno sfioratore superficiale posto sul lato sinistro utile in caso di malfunzionamento delle paratoie autolivellanti.

Essa costituisce l'opera di presa della centrale di Cairo Montenotte ed è stata data in concessione per grande derivazione d'acqua ad uso idroelettrico.

La concessione d'uso prevede che venga garantito il rilascio di una portata minima a valle di 1200 l/s, al fine di garantire il naturale deflusso dell'acqua.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Altezza dello sbarramento: 6.00 m;

Quota di massimo invaso: 430.95 m s.l.m.;

Volume d'invaso: 288.000 m³;

Sviluppo del coronamento: 60 m;

Superficie bacino imbrifero: 202.50 km²;

Volume utile di regolazione: 180.000 m³

COMUNE DI MILLESIMO

Diga – Località S. Rocco

Si tratta di una piccola opera di presa della centrale di Millesimo.

Caratteristiche tecniche:

Altezza dello sbarramento: 4 m;

Lunghezza del coronamento: 22 m;

Volume dell'invaso: 1300 m³;

COMUNE DI ONZO

Diga di Menezzo

L'invaso di Menezzo (Foglio I.G.M. 92 III NO Nasino) è stato costruito su progetto del 1967 dal Consorzio di Bonifica Montana del Centa ed ha come gestore il Comune di Onzo.

L'alimentazione proviene dalle acque del bacino del Rio Fossarello; esiste uno sfioratore sul lato SE dell'invaso con relativo canale in cemento che immette l'acqua in uscita in un rio presente a valle.

L'acqua viene utilizzata per l'irrigazione di una superficie di 33 ha, con sviluppo delle tubazioni per 7100 m.

La diga è in terra, ha un volume di 59000 m³ e possiede uno scarico di fondo di diametro pari a 400 mm.

CARATTERISTICHE DEL BACINO (come da progetto):

Volume di max invasore: 43000 m³.

Larghezza max: 80 m.

Profondità massima dell'acqua: 11.50 m.

Altezza max della diga: 19 m.

Superficie di max invasore: 6288 m² a quota 556.50 m

Superficie interessata dal coronamento: 8320 m² a quota 558.50 m².

Differenza tra la quota di max invasore e quella del coronamento: circa 2 m.

In data 2-1-1966 il dott. Lucio Damiani ha eseguito il sopralluogo nella zona interessata rilevando quanto segue:

- scarsi affioramenti in roccia nella zona del bacino ;
- abbondante copertura detritica;

Lo sbarramento di Menezzo si trova in corrispondenza di una modesta depressione lungo il rio Fossarello, che si sviluppa lungo il versante sinistro del rio Cornareo (affluente di sinistra del torrente Arroscia) incidendo profondamente il proprio corso entro la copertura detritica, ovunque molto abbondante.

Gli affioramenti della roccia in posto risultano per tanto molto scarsi; non appare roccia neppure sul fondo del rivo che scorre tra massi distaccati e detriti di pezzatura molto varia.

Affioramenti sicuri si hanno invece sul versante sinistro del valloncetto, in corrispondenza ad un modesto sbancamento della strada che sale alla chiesa di Menezzo.

trattasi di una roccia calcareo-arenacea ben compatta, presentante dei livelli a fitta stratificazione, alternati ad altri più massicci.

Il versante della valle, per lo più sistemato a terrazze, è caratterizzato da una copertura molto abbondante e pressoché continua, costituita da una copiosa matrice fina inglobante elementi maggiori ed anche massi di discrete dimensioni.

La terrazzatura è realizzata mediante una serie di muri a secco costituiti dai massi contenuti dallo stesso materiale di copertura.

In altri punti il versante mantiene invece il proprio profilo naturale; in entrambi i casi il grado di stabilità del terreno è ottimo anche nei punti più scoscesi.

Nella zona interessata dall'opera e nelle vicinanze non sono stati notati fenomeni franosi in atto, né segni di degradamento, neppure di modesta entità.

Concludendo le osservazioni e i rilievi compiuti hanno accertato le buone condizioni di fondazione dello sbarramento e altrettanto buone condizioni di impermeabilità del bacino, sia ove viene interessata la copertura sia dove gli sbancamenti del bacino hanno messo a nudo la roccia.

Contrastanti sono i dati relativi alle dimensioni dell'opera che, messi insieme, citano valori di massima altezza pari a 13.80 m, 16.50 m e infine 18 m.

L'incertezza è causata di fatto dall'impossibilità di stabilire con esattezza la quota reale del piano delle fondazioni: le stratigrafie dei sondaggi eseguiti non forniscono indicazioni sufficienti a tale determinazione.

Dalla relazione eseguita in sede di collaudo il giorno 10/7/1976 l'opera risulta di altezza pari a 16.50 m .

Detto ciò il problema attuale è quello relativo alla competenza: ad oggi la diga risulta essere di competenza del Servizio Nazionale Dighe in quanto non è stata accolta la declassificazione richiesta dal gestore dell'opera.

COMUNE DI OSIGLIA

Diga di Osiglia

Con il Decreto Presidenziale n°3686 del 21-9-1950 viene data la concessione per costruire sul torrente Osiglietta, in località Cavallotti del Comune di Osiglia, una diga ad arco con sezione verticale curvilinea.

Il progetto presentato prevede la costruzione di un serbatoio della capacità di 13 milioni di m³. Il torrente Osiglietta è un affluente del Bormida di Millesimo, perciò la costruzione di questo serbatoio rientra nel complesso delle opere per lo sfruttamento idraulico del fiume Bormida.

Dalle propaggini Nord-Est delle Alpi Marittime in territorio della Provincia di Savona, hanno origine due vallate con direzione da Sud a Nord che rappresentano le valli delle due Bormide e precisamente:

- il corso d'acqua Bormida di Spigno (est) compie buona parte del suo percorso in Provincia di Savona entrando poi in Provincia di Alessandria;
- il corso d'acqua Bormida di Millesimo (Ovest) entra in Provincia di Cuneo poco a valle di Cengio e la percorre per 25 km, quindi percorre per un breve tratto la Provincia di Asti immettendosi poi nella provincia di Alessandria, dove si unisce all'altra Bormida in prossimità di Bistagno.

Derivazioni in atto:

Col D.P.R. 3696 del 1950 viene assentita la concessione di derivare le acque del bacino del fiume Bormida in provincia di Savona e Alessandria a scopo di produzione di energia elettrica.

Nei pressi di Millesimo la Bormida è sbarrata da una diga che determina un invaso di 250000 m³ con funzione di vasca di carico.

Oggi il torrente Osiglietta è sbarrato da una diga per la formazione di un serbatoio artificiale del volume di 13 milioni di m³, capace di riversare nell'area della Bormida di Millesimo una portata supplementare pari a 4 moduli.

La centrale di Cairo Montenotte utilizza 38.50 moduli medi (105 massimi) prelevati dal serbatoio di Millesimo mediante la galleria di Cosseria e deviati nella Bormida di Spigno.

La centrale ha le seguenti caratteristiche:

- derivazione dalla Bormida di Millesimo e dal suo affluente Osiglietta per complessivi moduli 35 atti a produrre un salto di 93.38 m (pot. nominale media di 3250 kW);

- derivazione dallo stesso Bormida di moduli 3 atti a produrre un salto di 75.79 m, per una potenza nominale di 223 kW.

L'impianto di Spigno Monferrato (AL) utilizza invece, oltre alle acque di scarico della centrale di Cairo Montenotte, anche i deflussi naturali della Bormida di Spigno mediante un'opera di presa nel Comune di Deگو, nonché le acque del suo affluente di destra torrente Valle.

La centrale di Spigno ha le seguenti caratteristiche:

- derivazione da torrente Bormida di Spigno di mod. 71.5, dal torrente Valle di mod. 17.05, dal torrente Bormida di Millesimo di mod. 29, dall'affluente Osiglietta di mod. 1, per un totale di moduli 121.55 atti a produrre la potenza nominale media di 6794 kW, per un salto di 57 m.

Le acque del serbatoio, oltre ad essere utilizzate per gli impianti idroelettrici, servono anche per aumentare le portate di magra della Bormida di Spigno a S.Giuseppe di Cairo nei pressi degli stabilimenti delle Società Ammonia e Derivati per assicurare al torrente una disponibilità idrica sufficiente per il raffreddamento dei macchinari, senza la quale verrebbe pregiudicato il funzionamento degli stabilimenti stessi.

La diga ha un'altezza massima, dalla risega fondazione fuori terra (quota 567 m s.l.m.) alla soglia di cresta (quota 638 m s.l.m.), di 71 m. L'altezza di massima ritenuta in regime della maggiore piena prevedibile per la quale si avrà uno stramazzo di 0.60 m sulla soglia centrale, è di 71.60 m. Ecco alcuni componenti della diga:

- Scarico di fondo, costituito da una galleria, ricavata in sponda destra, della lunghezza di 180 m chiusa da due paratie piane in serie di 1.80 x 2.80 m, manovrabile sia a mano che con comandi elettrici installati in una cabina situata a valle della diga;
- sfiatore, costituito da una soglia funzionante a stramazzo a quota 637 m s.l.m., lungo complessivamente 104 m, ubicato in sponda sinistra in fregio al lago, circa a 40 m dal ciglio della diga, capace di smaltire 370 m³/s.
- camera da mina (in sponda sinistra ed in sponda destra).
- accessi alle opere, per la costruzione e per la sorveglianza delle stesse.
- ponte di servizio in cemento armato largo 3.45 m posto sopra il ciglio della diga. Alla cabina di manovra delle paratoie dello scarico di fondo si accede dalla sponda destra mediante un sentiero largo 2 m; un analogo sentiero conduce dall'estremità sinistra

della diga alla camera di manovra delle valvole della galleria di derivazione. Due sentieri conducono anche alla camera da mina.

Il paramento a valle della diga è ispezionabile in ogni suo punto mediante una serie di passerelle a sbalzo di opportuna larghezza distanti, in altezza, 10 m e riunite da rampe di scale.

PROVVEDIMENTI DA ATTUARE IN CASO DI PERICOLO

“Qualora venga accordata la concessione definitiva e quindi la diga possa essere posta in carico, nel caso di immediato svasso del serbatoio si provvederà alla manovra, da effettuarsi coi comandi a distanza, delle paratoie, del tubo di presa, nonché all’apertura delle paratoie della galleria costituente lo scarico di fondo. Lo scarico di mezzo fondo dovrà sempre entrare in completo funzionamento prima che la portata di deflusso del lago raggiunga 175 m³ al minuto secondo e cioè prima che la diga tracimi. Le società che gestiscono la diga dovranno assicurarsi col personale di guardia che il deflusso a valle avvenga in condizioni normali evitando ogni danno alle proprietà pubbliche e private. In caso di temuto pericolo per la stabilità delle opere durante l’invaso i guardiani dovranno dare immediato avviso telefonico alla Direzione delle Società, alla stazione dei Carabinieri di Millesimo e Cengio, al Genio Civile e dovranno eseguire le manovre per l’immediata apertura di tutti gli scarichi. Nel caso di manifesto pericolo dovrà inoltre esserne dato avviso al pubblico per mezzo delle sirene elettrico acustiche installate negli abitati di Millesimo, Cengio e Saliceto e a mezzo dell’automezzo munito di sirena. Le sirene verranno azionate ogni giorno alle ore 12.00 a.m. precise. Le società in ogni caso saranno le uniche responsabili della perfetta stabilità delle opere eseguite e di ogni danno alle proprietà pubbliche e private e riterranno l’Amministrazione dei lavori pubblici sollevata ed indenne da ogni richiesta di terzi per eventuali danni.”

“In data 30/11/1999 si precisa che il gestore ha adempiuto alle prescrizioni normative attualmente vigenti, che prevedono tra l’altro di installare un dispositivo di segnalazione acustica in prossimità della diga, azionato dal custode ed udibile nel raggio di 2 km.”

COMUNE DI PALLARE

Sbarramento in località Biestro

Lo sbarramento del laghetto artificiale del Comune di Pallare, località Biestro, è una diga in materiali sciolti di terra pressoché omogenea a permeabilità uniforme.

I terreni che costituiscono lo sbarramento sono i seguenti (Urbinati, 1999):

-copertura di materiali di riporto, rimaneggiati, costituiti da granulometrie limo-sabbiose, con variabile presenza di ghiaie per uno spessore massimo dell'ordine di 10 m al centro dello sbarramento e riducentesi a circa 7 m verso la spalla sinistra, a circa 4.50 verso la spalla destra;

-sottostante livello di limo sabbioso poggiante su un successivo livello in prevalenza sabbioso;

-il pelo libero della falda è stato riscontrato tra 1.50 e 2.00 m circa di profondità dal coronamento del terrapieno.

L'invaso è stato costruito negli anni 1961 - 1970 ed ha ottenuto il Decreto di Concessione n° 4735/11, rilasciato il 30 dicembre 1970 dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. La messa in opera è stata attuata mediante lo scavo, lungo il tracciato di un Rio Anonimo, ed il successivo riporto, in corrispondenza dell'attuale area di sbarramento. La quota tra il punto più depresso del fondo vaso e l'apice dello sbarramento è di 8.15 m. L'alimentazione deriva dal Rio Anonimo la cui sorgente è inserita nell'ambito della proprietà dell'Istituto Diocesano per il Sostentamento del Clero di Mondovì. L'area studiata è ubicata nel comune di Pallare (SV), al di sotto dell'Oratorio dell'Annunziata lungo la strada comunale che collega Plodio a Biestro.

Il rio che alimenta il laghetto artificiale di Biestro ricade nel bacino del fiume Po.

La morfologia prevalente è collinare, i rilievi sono dolci e degradanti verso la pianura, con torrenti e corsi d'acqua che tendono ad incassarsi generando gole strette e profonde.

L'invaso si presenta con dimensioni planimetriche ridotte. L'opera è in materiale sciolto con dimensioni trasversali pari a 61 m di larghezza alla base e 5 m di larghezza alla sommità.

L'altezza massima è di 8.15 m. e l'opera di scarico è costituita da un canale in terra, che si sviluppa lateralmente in destra all'invaso e, per un breve tratto, in adiacenza di un piccolo altopiano. La sponda destra del canale è costituita dal bordo dell'altopiano stesso mentre la sinistra è verso il pendio. Non vi è alcuna opera di regolazione che agisca sullo scarico e quindi la situazione indicata è quella permanente per il lago artificiale, fatta eccezione per

eventi di pioggia particolarmente intensi in cui le differenti condizioni idrauliche del rio in entrata e del canale in uscita possono creare alcune variazioni del livello del lago.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

- Superficie dello specchio acqueo in condizioni di calma: 2700 mq;
- Altezza massima dell'acqua in condizioni di calma: 7.50 m;
- Altezza media dell'acqua: 4.50 m;
- Volume d'acqua presente nell'invaso: 9500 m³;
- Lunghezza in sommità dell'opera di sbarramento: 45 m;
- Larghezza di coronamento del terrapieno: tra 3.70 – 5.10 m;
- Altezza massima dello sbarramento: tra 10 - 15 m;
- Franco sul pelo dell'acqua in condizioni di calma: 0.60 m. (ossia emergenza dello sbarramento sul pelo dell'acqua).

Il litotipo prevalente nella zona (Filippi e Filippi, 1999) è una facies arenacea o micro-conglomeratica della “formazione di Molare”, trasgressiva su un substrato più antico, rappresentato presumibilmente da lembi della formazione degli “Scisti di Gorra” con nuclei prasinitici della “formazione di Eze”.

L'invaso è stato realizzato una trentina di anni fa a scopo irriguo e non risulta abbia mai posto problemi.

Lo sbarramento è costituito da un semplice terrapieno in terra, ottenuto con movimentazione e compattazione dei materiali presenti nei dintorni. Ha una sezione a trapezio. Tutto il coronamento si presenta rivestito di vegetazione erbacea e cespugliosa, mentre il paramento esterno è abbondantemente ricoperto da vegetazione arborea (robinie). Sia i terreni di fondazione dello sbarramento sia quelli di imposta delle spalle sono rappresentati da materiali sciolti detritici, debolmente diagenizzati nei livelli inferiori.

A parte il lato di valle in cui il serbatoio è delimitato dall'opera di sbarramento, sugli altri tre lati esso è delimitato dai versanti del luogo in cui è stato ricavato. Le sponde risultano debolmente acclivi; quelle laterali sono rivestite da vegetazione cespugliosa ed arborea. Si presume che all'interno dell'invaso la pendenza delle sponde sia più accentuata rispetto a quella che si vede all'esterno, tuttavia non risultano sintomi di cedimenti e nell'insieme vi sono condizioni di stabilità.

COMUNE DI PIANA CRIXIA

Diga di Piana Crixia

Lo sbarramento di Piana Crixia consiste in una traversa fluviale tracimabile situata sul fiume Bormida di Spigno, in località Tiglione, costruita nel 1921. L'opera è dotata di tre paratoie autolivellanti, sostenute da strutture in muratura di pietrame e calcestruzzo. Si tratta di una diga a grande derivazione d'acqua di competenza statale.

La morfologia del terreno è di fondovalle.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLO SBARRAMENTO

- Quota del coronamento: 292.40 m s.l.m.
- Quota soglia di fondo: 283.60 m s.l.m.
- Altezza dello sbarramento: 11 m
- Lunghezza del coronamento: 64.45 m
- Volume d'invaso: 180000 m³

COMUNE DI RIALTO

Diga Piena

Il torrente Pora nasce a circa 1000 m dalla dorsale che unisce il Colle del Melogno al Pian dei Corsi, e viene arricchito da numerosi rii che nascono dai ripidi valloncelli laterali scendendo fino alla costa. La valle è piuttosto ripida e chiusa fino a Calice, dove si presenta una barra molto ampia che forma un bacino vasto e profondo, occupato da una folta vegetazione arborea. La situazione del corso d'acqua si presenta buona, poiché l'acclività dei pendii ed il carattere locale della strada, che segue il fianco del Pora, rendono il torrente poco attraente come area per scaricare i rifiuti. A Calice il torrente riceve sulla sinistra il Carbuta e poco prima di Final Borgo il torrente Aquila. L'elevata pendenza dei pendii rendeva il torrente soggetto a piene disastrose per cui, dopo un'inondazione avvenuta nel 1933, si decise una regimazione delle acque e nel 1934 iniziarono i lavori di costruzione di 8 briglie destinate a formare degli invasi che creando delle zone di calma rallentassero la distruttrice rapidità con cui le acque precipitavano a valle.

Presso una di queste briglie si forma un invaso, denominato "diga Piena", situato in Comune di Rialto, in località Martinetti, ad una quota di circa 126 m sul livello del mare. Lo specchio acqueo, a forma di triangolo allungato avente per base, a valle, il muraglione della diga, è limitato sulla destra orografica da un ripido pendio boscoso, mentre sulla sinistra la riva è costituita da una striscia prativa di lieve declivio, da cui si estende un ripido e breve pendio boscoso di latifoglie fino al ciglio della Strada Provinciale n°8 che collega Finale con Rialto. Lungo questa riva vi sono alcune attrezzature per la pesca facilitata di proprietà di un privato: in data 1/02/1996 viene fatta la disciplinare per la concessione di esercizio del diritto esclusivo di pesca nei fiumi Pora e Carbuta in provincia di Savona nel tratto tra Comune di Rialto e Calice Ligure.

La profondità dell'invaso è di circa 3-4 m. Il fondo del bacino è riempito da un abbondante strato di sedimento grigiastro e, nel corso dei vari sopralluoghi, l'acqua è apparsa da limpida a mediamente torbida. Non si sono riscontrate colorazioni o odori anomali. La faccia a valle del muro della diga "piena" mostra prevalentemente nella sua parte orografica destra, dal piede fino a circa un terzo dell'altezza, numerose striature concrezionate limose di colore giallo oca, in corrispondenza dei trafiletti di acqua provenienti dall'interno del bacino. Il sedimento presente sul fondo del sottostante specchio acqueo, per una estensione limitata di circa 1 m, è costituito da un limo giallo-ocra del tutto simile a quello delle striature soprastanti: in quest'area limitata si avverte un odore caratteristico di acido solfidrico.

Analoghe striature sono state riscontrate nei muri della briglia più a monte, e nella successiva e soprastante “Diga del Fascio”.

Per quanto concerne la presenza di inquinanti nelle acque, nessun campione di acqua risulta contaminato da metalli tossici o da solventi organici. Nei campioni d’acqua è presente costantemente ferro disciolto in concentrazioni sempre al di sotto del milligrammo per litro.

CARATTERISTICHE IDRAULICHE

Il bacino del torrente Pora si sviluppa per 13 km², misurati con planimetro sulle carte con scala 1: 25000 dell’I.G.M.

La portata massima nelle sezioni di interesse può essere stimata con diversi metodi:

1. Uno è la “Curva di Inviluppo delle portate di piena dei corsi d’acqua della Liguria”, proposta dall’Ing. Cati calcolata in corrispondenza della briglia nel caso di massima piena:

$$Q_1 = 329 \text{ m}^3/\text{sec} \quad (\text{a})$$

che risulta essere maggiore di qualsiasi portata massima avuta anche a seguito di eventi eccezionali.

2. Un elemento di misura della portata di massima piena per la stessa alluvione può essere considerato il ponte di Porta Testa a Finalborgo, in corrispondenza del quale è stata verificata una portata :

$$Q_2 = 158 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Visti i risultati alquanto discordanti si è svolta un’indagine idrologica avvalendosi degli Annali Ideologici della Sezione Autonoma del Genio Civile per il Servizio Idrografico di Genova, facendo riferimento al pluviografo della stazione di Rialto, sita al centro del bacino in esame (con dati aggiornati al 1972).

Per il bacino sotteso dalla sezione dell’alveo del Pora in esame risulta:

S = Superficie del bacino = 13 km²

L = Lunghezza dell’asse della valle percorsa dal fiume collettore = 2.0 km

h = Altezza media del bacino in m = 400 m

da cui:

$$T = \text{Tempo di Corrivazione} = 1.65 \text{ ore}$$

$$Q = \text{Portata di massima piena} = 242 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Poiché trattasi di una verifica idraulica basata, per il Rio dei Poeti affluente di sinistra del torrente Pora, sull'assunzione della portata di massima piena, e verificando la non contemporaneità dei colmi di piena con il torrente Pora al fine della determinazione del massimo livello alla confluenza per il torrente Pora, si assume un'altezza critica derivata da Q_1 :

$$Y_c = 2.3 \text{ m}$$

COMUNE DI URBE

Diga dell'Antenna

La diga dell'Antenna fu costruita in muratura di pietrame e malta di calce idraulica negli anni '20 come traversa a gravità, avente un'altezza di 6.80 m con soglia tracimabile a quota 556.05 m s.l.m.

Lo sbarramento è ubicato sul Torrente Orba nei Comuni di Urbe e Sassello (Provincia di Savona) con coordinate Gauss-Boaga: Longitudine 467782 e Latitudine 925502. La zona è caratterizzata da valli di limitata estensione con gole strette ed incavate e da corsi d'acqua che presentano regime torrentizio, sia per la scarsità di sorgenti cospicue (per la natura impermeabile delle rocce), sia per la forte acclività dei pendii.

Il primo affluente in riva sinistra del torrente Orba è l'Orbarina; altri sono poi l'Olbicella in riva sinistra, il rio Carpescio e soprattutto il torrente Stura in riva destra. Infine l'Orba versa le proprie acque nel fiume Bormida che, a sua volta, è affluente del Tanaro.

La diga è impostata sugli serpentinoscisti del Gruppo di Voltri. Si tratta di rocce assai compatte il cui assetto strutturale conferisce stabilità alle formazioni ed all'intero corpo di diga, fornendo ampie garanzie di resistenza ed impermeabilità.

La diga presenta una disposizione planimetrica arcuata con raggio di curvatura dell'estradosso di 60 m ed una struttura di sovralzato costituita da 10 voltini arcuati.

Sulla sommità dello sbarramento è stata posizionata una passerella su cui è impostato l'apparecchio meccanico (vericello) che permette la manovra degli organi di scarico.

L'impianto di produzione, denominato centrale Limbo, è stato costruito nel dopoguerra dal cotonificio ligure. La concessione prevede la possibilità di derivare una quantità d'acqua non superiore a 13 moduli massimi e 7 moduli medi al fine di produrre un salto di 51 m per una potenza nominale di 350 kW. L'impianto di produzione, denominato centrale Limbo, è stato costruito nel dopoguerra dal cotonificio ligure.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI:

- Altezza di massima ritenuta = 14.30 m
- Spessore della base = 10.00 m circa
- Inclinazione del parametro di monte = verticale
- Inclinazione del parametro di valle = 0.677
- Sviluppo del coronamento = 135.00 m

- Volume totale dell'invaso = 82000 m³.

DESCRIZIONE DEGLI ORGANI DI SCARICO

L'opera di scarico si compone dei seguenti organi:

- **SCARICHI DI FONDO:** vi sono 7 aperture rettangolari distribuite nel corpo diga aventi dimensioni di 1.00*0.70m con soglia inferiore a quota 549.01 m s.l.m., ed una apertura rettangolare di m 0.63*1.00, con soglia inferiore a quota 548.11 m, localizzata presso l'imposta destra. Lo scarico, attraverso le aperture di fondo, può essere approssimato con un deflusso attraverso luci di fondo, le cui portate valgono:

$$Q_f = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1}$$

dove

μ = coefficiente di efflusso pari a 0.61;

S = area dell'apertura (in metri quadrati);

h_1 = carico idraulico tra la quota del pelo libero della corrente e la quota d'asse delle aperture;

- **SFIORATORE DI SUPERFICIE:** la diga è tracimabile sopra le voltine per il suo intero sviluppo. La larghezza netta L della soglia stramazante viene valutata, in maniera cautelativa, sottraendo la larghezza dei pilastrini in cemento armato posti ai lati delle voltine.

$$L = 58.00 - (9 * 0.45) = 53.5m$$

Sono altresì da rilevare cartelli monitori e segnalatori acustici, da inserire nel contesto degli strumenti atti a segnalare situazioni di pericolo. I cartelli sono in quattro lingue e segnalano il pericolo per piene artificiali. Sono in numero di 17 lungo tutto il tratto del torrente Orba a valle del corpo diga su una lunghezza di 1.5 km.

Il segnalatore acustico è un dispositivo collegato alle aperture delle paratoie della valvola di fondo ed è stato posizionato in modo che la sua sirena venga distintamente sentita.

COMUNE DI URBE

Diga del Buieto

(dalla relazione tecnica del Dott. Ing. Roberto Primavera)

Si tratta in realtà di una traversa sul torrente Orba, detta diga del Buieto, sita nel comune di Urbe (SV). La portata derivata dal piccolo serbatoio venutosi a creare viene utilizzata nella centrale dell'impianto idroelettrico Carpescio.

La traversa vera e propria è alta 7.10 m, larga in sommità 2.00 m e al piede è 6.00 m; è costituita da muratura di pietrame e malta idraulica.

Per raggiungere l'altezza di 7.10 m l'opera è stata successivamente sopraelevata mediante una struttura in calcestruzzo armato, costituente l'attuale cordolo di coronamento.

In particolare è stato effettuato un rialzo appoggiando sulla muratura esistente un cordolo di sommità in c.a. delle dimensioni di 2 x 2 m circa, su cui poggiano i montanti a forma di sella che supportano la passerella.

Da un approfondito esame risultano adeguatamente armati con staffe e ferri longitudinali.

Dall'esame dello stato di fatto e di consistenza dell'opera e per analogia con opere similari facenti parte dello stesso complesso idraulico di cui è stata reperita documentazione esauriente, si ritiene che il cordolo in c.a. sia stato eseguito seguendo le buone regole dell'arte e cioè che il collegamento fra le due strutture sia stato realizzato scalpellando a fondo la parte superficiale della vecchia muratura ed asportando in più punti alcuni blocchi di pietrame, in modo da creare una superficie molto scabra ed irregolare per l'immorsamento con il calcestruzzo del cordolo.

Vi sono tracce di più recenti manutenzioni atte a risanare la vecchia muratura mediante stuccatura dei giunti delle murature e iniezioni cementizie.

Il coronamento costituisce l'attuale profilo tracimabile per uno sviluppo di circa 47.15 m, poi la diga prosegue verso le due imposte laterali con sezioni trasversali a gradoni immorsate nella roccia .

La disposizione planimetrica è rettilinea.

- L'opera è sprovvista di canne di drenaggio e di giunti di contrazione, né vi sono cunicoli per l'ispezione interna.
- Sono state poste 6 luci di scarico di 1.00m*0.70m.
- lo scarico di fondo risulta spostato verso la sponda sinistra e misura 1.00m*0.70m.

Per quanto riguarda l'inquadramento geologico dell'area vi sono tre principali tipi di formazioni:

- serpentiniti compatte, generalmente a banchi, localmente a tessitura orientata con scistosità fogliacea; in genere presentano una notevole fatturazione; affiorano estesamente in tutto il bacino in esame ed oltre, fino alla costa da un lato e fino a Molare dall'altro;
- anfibioliti eclogitiche ed eclogiti massicce, che generalmente presentano una fratturazione a maglia abbastanza larga;
- prasiniti generalmente massicce.

Le forme del paesaggio sono originate essenzialmente per l'azione dell'erosione fluviale e della gravità.

Le rocce affioranti danno origine a forme molto aspre, con versanti acclivi, frequenti affioramenti e pareti rocciose.

Le coperture di maggior spessore sono per lo più formate dai depositi alluvionali di fondo valle e da qualche coltre detritica più cospicua.

Il reticolo idrografico risulta profondamente inciso in roccia con forme generalmente incassate e con prevalente erosione del fondo.

La dinamica dei versanti e dei corsi d'acqua non presenta fenomeni di particolare rilievo ai fini della stabilità, date le buone caratteristiche meccaniche delle rocce.

IDROGEOLOGIA

I litotipi del substrato roccioso affioranti nell'area, data la tessitura massiccia e l'assenza di porosità, presentano in genere permeabilità nulla.

Tuttavia la presenza di fratturazione, localmente anche intensa, può dare origine ad una modesta permeabilità.

Le coperture detritiche ed alluvionali mostrano sempre una elevata permeabilità primaria, pur non costituendo qui formazioni acquifere degne di rilievo.

In tale situazione la circolazione idrica sotterranea risulta limitata al livello superficiale dei versanti, comprendente la coltre detritica e la parte di roccia fratturata; in particolare la circolazione lungo frattura mostra sempre carattere locale, mancando la continuità dei circuiti sia per la limitata estensione delle zone fratturate sia per la presenza di riempimento di fini.

Essendo le precipitazioni meteoriche l'unico fattore di alimentazione e ricarica dei circuiti, prevalgono le circolazioni a carattere temporaneo.

Si riportano di seguito le conclusioni della relazione geologico - idrogeologico eseguita:

“.....

- la captazione del corso d'acqua non sembra modificare in modo sensibile la circolazione superficiale presente in alveo, anche in condizioni di minimo deflusso;
- nell'ambito dell'area non ci sono evidenze di importanti circolazioni sotterranee di acque; i circuiti che alimentano le emergenze idriche rilevate in zona hanno carattere superficiale e sviluppo molto modesto e non appaiono dipendere come zona di ricarica del corso d'acqua o di essere collegati;
- non esistono particolari problemi di stabilità dei versanti e del corso d'acqua in corrispondenza delle opere costituenti l'impianto ed in particolare della Diga del Buieto;
- dall'altro lato le opere esistenti non determinano alcun pregiudizio a carico della stabilità dei versanti e del reticolo idrografico locale.

In particolare si ritiene che l'esercizio dell'impianto sia perfettamente compatibile con la situazione geomorfologica locale e non determini modificazioni significative nell'equilibrio idraulico ed idrogeologico del corso d'acqua interessato.

.....”.

GEOMETRIA DELL'OPERA DI SBARRAMENTO:

-Altezza massima del coronamento: 7.10 m

-Spessore della base: 6.00 m

-Inclinazione del paramento di valle: circa 30°

-Sviluppo del coronamento: 75.15 m

-Capacità dell'invaso, in condizioni normali circa 14500 m³

La condotta forzata è dotata in testa di una valvola a farfalla di sopravvelocità, la quale interviene nell'eventualità che si verifichi una anomalia che provochi un aumento della velocità del flusso idrico: la valvola in questione interviene intercettando in pochi secondi l'immissione di acqua nella condotta.

Per avere la garanzia che tale dispositivo di sicurezza intervenga anche in mancanza di energia elettrica, a mezzo di un contrappeso agisce la forza di gravità.

Problemi rilevati durante un sopralluogo del 1992

- Sul paramento del corpo della diga è stata notata una perdita d'acqua all'altezza delle opere di presa nella risega del montante sul lato sinistro.
- A valle sul lato destro dello sbarramento c'è un leggero scalzamento della fondazione .
- A valle nella sponda destra a circa 40-50m dal parametro di valle della diga vi è una erosione superficiale della sponda dovuta ad uno smottamento localizzato.
- Non si sono rilevati difetti di carattere statico o costruttivo nelle varie parti ispezionabili, a meno di alcuni tratti di staffatura esposta a seguito della perdita di copriferro.

Ulteriori sopralluoghi effettuati nell'anno 1993 hanno evidenziato il mantenimento costante dell'apertura degli scarichi, al fine di lasciare libero l'invaso.

Nel mese di Novembre 1995, sono stati eseguiti dei lavori di realizzazione di un cordolo drenante a monte della traversa del Buieto e di un muro di contenimento in località Villa Carlotta, costituito da gabbioni sovrapposti.

COMUNE DI VADO LIGURE

Diga Cian Cascin

La traversa del Rio Ciancascin, realizzata in cemento armato ed incastrata ai lati, è situata in località Segno, Comune di Vado Ligure; essa presenta una larghezza alla base di 3.35 m ed uno spessore di muro in sommità di 0.5 m. L'opera di sbarramento è situata direttamente sulla formazione rocciosa di base che affiora in tutta la zona e che è caratterizzata da una evidente scistosità suborizzontale. Lo strato roccioso affiorante è composto da gneiss e non presenta alterazioni chimico - fisiche o fratture all'esterno. Il Rio Ciancascin è tributario sinistro del torrente Segno.

La costruzione della traversa è iniziata nel 1961 ed è terminata nel 1962. Lo sbarramento risulta regolarmente autorizzato e la concessione dell'acqua pubblica ad uso irriguo è stata data ad un Consorzio. Come tipologia lo sbarramento risulta essere una traversa fluviale. Esiste un'opera di scarico superficiale.

ALCUNE CARATTERISTICHE DELLO SBARRAMENTO:

- Altezza dello sbarramento = 4 m;
- Sviluppo coronamento = 6 m;
- Quota di massimo invaso = 116 m;
- Quota livello di coronamento = 117.6 m;
- Volume di invaso = 456 m³;
- Superficie serbatoio = 228 m²;
- Franco = 1.6 m.

COMUNE DI VARAZZE

Diga Lagorara

Lo sbarramento fluviale si trova sul Rio Cavetto (o Rio Santa Caterina) nel Comune di Varazze, in località Acqua Ferruginosa, presso la strada denominata Via Don Minzoni nel tratto compreso fra la diga e la corsia dell'autostrada SV-GE. Si tratta in realtà di due dighe a gravità massiccia in muratura di pietrame e con una tenuta idraulica interna verticale. La fondazione è in calcestruzzo armato. L'invaso è utilizzato per l'irrigazione.

Da un punto di vista geologico lo sbarramento s'impone sui Metagabbri di Varazze, localmente molto fratturati, con fratturazioni principali a franapoggio sul versante sinistro ed appoggio da indifferente a reggipoggio sul versante destro.

I servizi di vigilanza non sono previsti così come pure gli impianti di allarme. A valle dell'invaso vi sono circa una trentina di costruzioni (per una popolazione di circa 700-800) aventi distanza dalle opere di sbarramento di 300 m. Inoltre a valle dell'invaso ci sono strade (distanza di 5 e 350 m), ponti (180, 240 m), linee di telecomunicazione (a 250 m) e l'autostrada GE-SV (a 180 m).

Si evidenziano le seguenti frane, in atto e potenziali:

-in atto per un volume di 200 m^3 ed una distanza dall'invaso di 100 m verso valle (trattasi di distacchi diffusi di materiale lapideo causati dalla giacitura sfavorevole della fratturazione).

-frane potenziali poste ad una distanza dall'invaso di circa 5 m: trattasi di potenziali locali distacchi di materiale lapideo dovuti alla fratturazione sfavorevole della roccia in corrispondenza del versante sinistro, all'altezza della sezione di imposta. Si segnalano infiltrazioni capillari d'acqua nel paramento ad est della diga (in corrispondenza della spalla destra).

I due sbarramenti fluviali costruiti in pietrame e calcestruzzo hanno le seguenti caratteristiche tecniche:

1. INVASO MAGGIORE:

-Altezza diga = 7-8 m

-Lunghezza diga = 35 m

-Prof. longitudinale vaso = 150 m

-Volume acque contenute = 4500 m^3

2. INVASO MINORE:

-Altezza diga = 4-5 m

-Lunghezza diga = 25 m

-Prof. longitudinale invaso =

-Volume d'acque contenute = 2500 m³

L'area investigata è stata interessata nel 30/9/88 da un evento alluvionale che ha provocato il franamento della scarpata (di collegamento tra la corsia dell'autostrada SV-GE con la strada vicinale) e danni alla strada vicinale ad opera delle acque sia provenienti dalla parte alta della strada, che tracimate dal corpo della diga. I provvedimenti presi, oltre ad una riduzione del 60% del volume dell'acqua invasata (note n°6337 del 23/12/88 e n°535 del 30/1/89), sono:

- a) la creazione di due sfioratori superficiali a soglia libera aventi ciascuno una larghezza di 3 m ed una altezza, misurata dal piano di coronamento di 1.5 m. Le luci di scarico dovevano essere posizionate in prossimità delle spalle destra e sinistra della diga di ritenuta e, più precisamente, il primo a partire da 4 m dalla spalla destra ed il secondo a partire dal piccolo troppo pieno esistente in corrispondenza della spalla sinistra. I contorni degli sfioratori dovevano essere realizzati mediante getto di cordolo in c.a. di spessore adeguato.
- b) Elevazione parziale del muro in c.a. di invito all'inghiottitoio in spalla destra sino alla sua attuale quota massima e per uno sviluppo tale da superare l'ingombro dello sfioratore superficiale di cui si è parlato nel punto a).
- c) la verifica della funzionalità degli scarichi di fondo.

Dall'esame effettuato risulta che le opere non risultano eseguite come richiesto, infatti in corrispondenza dello sfioratore in spalla destra non è stata operata una sopraelevazione del muro di invito all'inghiottitoio. Inoltre entrambi gli sfioratoi hanno un approfondimento rispetto al piano di coronamento di soli 90 cm anziché 150 come richiesto. Queste minori dimensioni determinano una minore capacità di smaltimento delle massime portate d'acqua, una ridotta diminuzione del volume di invaso ed una maggiore altezza di caduta dell'acqua dalla diga.

COMUNE DI VENDONE

Diga Rio Armella Inferiore

L'opera consiste in uno sbarramento in conglomerato di cemento armato, con profilo a gravità, localizzato a quota 319 m sul livello del mare, sui rii Dallò, Colletta e Ciana: al fine di incrementare l'adduzione si è previsto di deviare il rio Ciambauso, situato nelle vicinanze. Lo sbarramento ha una lunghezza di circa 51 m al coronamento. Il muro è rinforzato da nove contrafforti di altezza e spessore variabili.

La tipologia strutturale favorisce una maggiore leggerezza senza andare ad influire negativamente sulla resistenza. Lo sbarramento a valle è protetto contro l'erosione mediante apposite opere.

Il bacino imbrifero dei rivi confluenti nello sbarramento si estende per una superficie di circa 400000 m², totalmente appartenente al Comune di Vendone.

L'invaso insiste lungo tutto il suo perimetro su un ottimo substrato roccioso, per cui è stato possibile ancorare lo sbarramento ad esso.

In particolare (Accade, 1988) il terreno in oggetto costituisce la parte sommitale del bacino imbrifero del rio Gombo e la zona immediatamente dopo il punto di confluenza del suddetto rio con il rio Ciana. La morfologia della zona è prevalentemente collinare con quote medie intorno ai 350-450 m slm.. I due versanti risultano essere più ripidi e ravvicinati l'uno all'altro proprio al livello dello sbarramento. Ovunque la copertura vegetale è in buono stato e molto fitta. Il terreno presenta affioramenti della formazione di Albenga costituita da calcari.

La struttura è dotata di:

- scarico di fondo (dimensioni 0.70 m x 0.70 m);
- opera di presa (diametro 110 mm n.2);
- scarichi di superficie (3 x diametro 200 mm);
- stramazzo localizzato nella zona centrale (questa zona fa parte del bacino del fiume Centa).

Secondo alcuni calcoli la portata defluibile dallo scarico di fondo è molto maggiore della portata di efflusso ed anche in caso di un evento meteorico eccezionale il deflusso sarà assicurato avendo un margine di portata pari a circa 3 volte quella supposta da smaltire.

A valle dello sbarramento sono state inserite opere per proteggere la struttura dall'erosione delle acque in caso di sfioro.

La valle man mano che degrada s'incassa sempre più e le aree coltivate sono ad una quota maggiore di circa 20 m rispetto all'alveo e collocate in zone tali da consentire, in caso di collasso, il deflusso dell'onda di piena senza interessare zone abitate e o coltivate.

Il punto critico si presenta in corrispondenza del ponte della strada provinciale, anche se da calcoli risulta una superficie sufficiente al deflusso dell'onda di piena.

DATI DIMENSIONALI:

- Altezza della diga: < 10 m;
- Quota di massimo invaso: 8.50 m;
- Altezza di massimo invaso: 7.20 m;
- Franco: 1.50 m;
- Volume di massimo invaso: circa 15500 m³

Considerazioni generali relative all'onda di piena conseguente all'ipotetico collasso della diga:

Dalla relazione idraulica, supponendo che sul bacino cadano in una previsione massima 400 mm/giorno il massimo volume effluibile sarà di 160000 m³/giorno pari ad una portata di 1.852 m³/sec, in ipotesi di terreno perfettamente permeabile che lascia confluire tutta l'acqua nell'impluvio.

D'altra parte, la portata defluibile dallo scarico di fondo, assimilabile ad una bocca a battere in parete spessa con condotto addizionale esterno, si calcola con la formula:

$$Q=n1 \times A \times v(2 \times g \times h)$$

che fornisce una portata pari a $Q=5.339 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Pertanto la portata defluibile nello scarico di fondo è molto maggiore della portata di efflusso anche in caso di un evento meteorico eccezionale.

Questo senza tenere conto degli altri scarichi presenti.

Il collasso dello sbarramento può avvenire, nella situazione più gravosa:

- per rottura dello sbarramento superiore;
- per cause proprie.

Se il collasso avviene nelle normali condizioni di esercizio non siamo nella situazione più gravosa, infatti abbiamo un'altezza del pelo libero di 7.80 ml, essendo sempre garantito un franco di 1.50 ml.

Se invece il collasso avviene a causa della rottura dello sbarramento superiore, l'acqua potenzialmente riversabile interesserà un volume di circa 5500 m³.

L'impianto pur nella sua complessità è stato concepito per poter restare in funzionamento con una semplice manutenzione, senza operazioni complicate.

Le operazioni previste sono quelle che riguardano lo scarico di fondo, le opere di presa e il bacino in genere: in particolare le opere in metallo devono garantire una perfetta funzionalità per poter essere usate in caso di necessità.

Le opere di presa saranno soggette ad una manutenzione annuale.

COMUNE DI VENDONE

Diga Rio Armella Superiore

Il consorzio Acquedotto Irriguo Rurale per il Miglioramento Fondiario, nella frazione di Cantone nel comune di Vendone, ha previsto di derivare acqua per uso irriguo a favore dei terreni agricoli della zona; in particolare, in seguito alle criticità dell'impianto preesistente e alle mutate condizioni di utilizzo si è deciso di potenziare l'intero impianto.

L'impianto preesistente era servito da un invaso alimentato dalle acque superficiali del bacino idrografico a monte delle zone da irrigare; dall'invaso parte poi la condotta adduttrice con le varie diramazioni atte a servire il comprensorio.

Il nuovo impianto si propone di completare la rete adduttrice con la costruzione di alcune vasche d'accumulo e la messa in opera di tratti di tubazioni che, oltre ad ottimizzare la distribuzione, garantiscono il servizio irriguo alle zone limitrofe del comprensorio servito dall'impianto preesistente.

I tre serbatoi di accumulo (interrati) sono progettati per una capacità di circa 250 m³.

Lo sbarramento (Saglietti-Valle, 1998) è realizzato in conglomerato cementizio di altezza massima pari a 7.3 m e forma rettilinea con 4 speroni di rinforzo a valle. L'opera risulta tracimabile ed il substrato roccioso risulta costituito da litotipi arenacei calcarei (appartenenti alla formazione di Albenga).

L'asseverazione dello stato dello sbarramento in merito alla sicurezza dell'opera attesta che la stessa non presenta particolari anomalie e degradamenti e pertanto risulta in buone condizioni di sicurezza e manutenzione.

Inoltre nel tempo non si sono evidenziate perdite, movimenti franosi delle aree circostanti l'invaso o altre manifestazioni che potessero compromettere la stabilità dell'opera o la sicurezza in genere; il bacino idrografico, in particolare la zona del serbatoio, non presenta particolari problematiche di stabilità dei versanti, né alla base dell'opera si riscontrano problematiche erosive.

Non si evidenziano fenomeni estesi d'instabilità delle sponde che facciano temere la generazione di onde sulla superficie dell'invaso in grado di tracimare in modo incontrollato.

COMUNE DI VENDONE

Lago Borgo

Il serbatoio di accumulo si trova in sponda sinistra del Rio Fontana, a quota circa 570 m lungo la strada interpodere di Castell'Ermo a monte della frazione Borgo del Comune di Vendone. Il serbatoio è situato sul versante che discende dalla dorsale Peso Grande-Castell'Ermo-M. Nero verso la vallata del T. Arroscia, nel tratto compreso tra le incisioni dovute al Rio Paraone (ad ovest) e del Rio Gombo (a est); in particolare esso è ubicato all'inizio dell'incisione del Rio Fontana, da cui trae alimentazione, attraverso due prese di modesta entità, poste più a monte.

Il rilevamento superficiale ha evidenziato la presenza di un potente accumulo detritico, al di sotto del quale si ha un substrato roccioso arenaceo. Quest'ultimo, denominato membro di Leuso, appartiene all'unità di Arnasco-Castelbianco. Il tratto di versante, su cui è posta la vasca è caratterizzato da debole acclività (pendenza del 20-30%).

Dalla relazione del Dott. Geol. Mauro Odone emerge che l'esistente invaso, denominato "Lago Borgo", consiste in una vasca in c.a. della capacità di 4000 m³.

La superficie interna del serbatoio è impermeabilizzata mediante un rivestimento in idoneo materiale plastico, che versa in buone condizioni di manutenzione. Il bacino di accumulo viene alimentato dalle due sorgenti mediante condotte di ferro. Inoltre la vasca è dotata di scarico di superficie realizzato con un tubo di emergenza in polietilene e lo scarico di fondo avviene mediante tubazione in ferro, che trova recapito più a valle in una vasca di diramazione dell'impianto irriguo dotata di scarico di emergenza.

SCHEMA TECNICO SBARRAMENTO

-Titolare dello sbarramento:

-Comune di ubicazione: Vendone;

-Località: frazione Borgo;

-Estremi catastali: Foglio: 4 Mappali: 303/304/305/306;

-Carta Tecnica Regionale n°:245091 (scala 1: 5000);

-Coord. Gauss-Boaga Longitudine: 1424355 Latitudine: 4882000

-Tecnico di fiducia:

-Geologo di fiducia:

- Ingegnere incaricato:
- Sbarramento con Concessione di derivazione: SI;
- Estremi e/o concessioni rilasciate: Concessione n° 1/90 del 16/10/90;
- Anno di costruzione: 1992;
- Direttore dei lavori:
- Ente Finanziatore: comunità Montana Ingauna;
- Tipologia dello sbarramento: Sbarramento di vario tipo (vasca in c.a. con telo impermeabile);
- Altezza sbarramento: 9.00 m;
- Volume invaso: 4000 m³;
- Quota livello coronamento (m s.l.m.): 570 m;
- Superficie serbatoio: 541 m²;

DATI IDROGRAFICI

- Derivazione da: corso d'acqua;
- Denominazione: Rio Fontana;
- Bacino idrografico: Fiume Centa;
- Sottobacino Idrografico: T. Arroscia;
- Superficie bacino sottesa: 0.085 km²;
- Portata di massima piena nella sezione di sbarramento: 3.4 m³/s;
- Frequenza dei controlli: Settimanali (con servizio di vigilanza);

CARATTERISTICHE IDRAULICHE (relazione idraulica del Dott. Ing. Manuela Sciutto, Novembre 1999)

Il bacino in oggetto raccoglie le acque provenienti da due sorgenti di modesta entità, su cui sono state realizzate due opere di presa (PRESA 1 sul versante destro; PRESA 2 sul versante sinistro).

La portata addotta complessivamente al bacino dalle tubazioni alimentatrici vale:

$$Q = 3.91 \text{ l/sec}$$

ORGANI DI SCARICO

Lo scarico di fondo avviene mediante una tubazione in ferro che trova recapito più a valle in una vasca di diramazione dell'impianto irriguo dotata di scarico di emergenza nel Rio Fontana. Lo scarico di superficie del bacino di accumulo in oggetto è costituito da un tubo di troppo pieno di emergenza posto a circa 30 cm dal piano di coronamento dello sbarramento.

COMUNE DI VENDONE

Invaso Leuso

L'invaso Leuso (località a Sud-Ovest di Borghetto d'Arroscia), costruito secondo un progetto del 1964 dal Consorzio di Bonifica Montana del Centa, viene usato a scopo irriguo e si trova in comune di Vendone.

L'alimentazione di detto invaso deriva dalle acque piovane, da alcune scaturigini a monte del laghetto e dalle eccedenze dell'acquedotto. Esiste uno sfioratore con canale in cemento sul lato NW dell'invaso.

La diga è una struttura omogenea in terra con impermeabilizzazione interna con strato in argilla ed un volume di massimo invaso di circa 13000 m³; la larghezza del laghetto si aggira intorno ai 20 m; la profondità massima ha un valore compreso tra 5 ÷ 6 m e quindi risulta un'altezza inferiore ai 10 m; la superficie interessata dallo specchio d'acqua è di 3.500 m².

Nel 1985 sono stati realizzati i lavori di impermeabilizzazione con uno strato di argilla costipata dell'intero serbatoio dell'invaso; pertanto l'opera può essere considerata come uno sbarramento di tipo C, cioè con manto impermeabile. Contemporaneamente ai lavori di impermeabilizzazione sul fondo dell'invaso è stato creato un muro di cemento che assicura una buona resistenza statica nelle parti più sollecitate. Il progetto dell'invaso fu redatto e presentato il 30/11/64; i lavori vennero ultimati nell'autunno-inverno del 1971.

Il laghetto in oggetto si trova a mezzacosta sul versante meridionale di Rocca Dailo nella fascia altimetrica intorno ai 400 m a monte dell'abitato di Leuso. L'assetto geologico risulta abbastanza articolato e caratterizzato da un complesso edificio a falde. I litotipi sono facenti parte della formazione di Albenga, il suolo è di modesto spessore e a tratti la roccia è direttamente affiorante. Il laghetto è quindi sito in un luogo a bassa vulnerabilità in un contesto geomorfologicamente "sicuro".

SISTEMI DI DRENAGGIO E OPERE DI SCARICO

Lo scarico di fondo ha tubazione con diametro di 300 mm ricavato con scavo nel terreno naturale al di sotto della fondazione del rilevato e la tubazione è rivestita in conglomerato cementizio. Nel corpo del terrapieno è localizzato un drenaggio in pietrame con tubazione di raccolta per il controllo di eventuali filtrazioni.

TRATTAMENTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE

L'argine di Leuso aveva denunciato delle permeazioni di acqua, localizzate lungo la parte del paramento e sotto lo scarico di superficie. Le filtrazioni d'acqua si erano particolarmente

sviluppatе presso quest'ultimo, fino ad imbibire il terreno di fondazione e ad allargare progressivamente le fessure. Per ovviare a tali inconvenienti si è deciso di attuare un intervento di impermeabilizzazione mediante una serie di iniezioni cementizie in fori, eseguite dal coronamento e localizzati in prossimità delle perdite d'acqua. I lavori, eseguiti da marzo a maggio del 1973, hanno dato esito soddisfacente, ricostituendo l'impermeabilità generale e quindi anche la sua stabilità.

DIGHE MINORI

COMUNE DI ANDORA - Invaso Villa Stampino

Nel territorio del Comune di Andora, località Acqua Donnetta è presente un piccolo invaso artificiale di forma quadrata e di larghezza massima di 40 m; la superficie interessata è di 1250 mq circa. Esso ha gestione privata.

Si tratta di una diga in terra che si trova ad un'altitudine di 125 m sul livello del mare, all'interno della tenuta Stampino. Secondo le ultime notizie (circa 8 anni fa) l'invaso era stato svuotato.

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE - Sarsore

E' uno sbarramento fluviale sul Bormida di Spigno, costruito in pietra e legname su una morfologia di terreno di fondovalle. Il bacino ha una superficie di 16.000 mq e si trova ad un'altitudine di 310 m s. l. m. Esso è stato costruito a scopo industriale e forniva acqua al molino di Cairo M. (Molino di Brocero).

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE - Casazza

Il tipo di impianto è una vasca di carico (una condotta forzata con 80 m di cascata) su un tipo di terreno misto tra il versante ed il fondovalle. La sua superficie si estende per 550 mq in Val Cummi ad un'altitudine di 350 m sul livello medio marino. Viene utilizzata per scopi industriali sulle collinette in località Casazza e che deriva le acque della diga di Osiglia