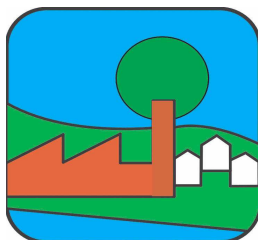


PARCO REGIONALE VALLE DEL LAMBRO



PROGETTO ESECUTIVO

OPERE DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAVO DIOTTI IN COMUNE DI MERONE (CO)

DICEMBRE 2011

UN DIRETTORE TECNICO Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI FIRMA DEL PROGETTISTA Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI CALCOLI IDRAULICI Dott. Ing. NOEMI MARIA COLOMBO		NOME	FIRMA	DATA
	REDAZIONE	N.M. Colombo		
	VERIFICA	G.B. Peduzzi		
	APPROVAZIONE	G.B. Peduzzi		



ETATEC S.R.L.
SOCIETA' DI INGEGNERIA

AZIENDA CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008
SINCERT SICIV - SC 06-647/EA 34

20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 - E-Mail: etatec@etatec.it

TITOLO

RELAZIONE GENERALE

Revisioni	N°	Descrizione	Data
	1	AGGIORNAMENTO	MAGGIO 2012
	2	AGGIORNAMENTO	LUGLIO 2012
	3		
Numero elaborato			
TIPOLOGIA PE		COMMESSA 365/02	DOCUMENTO ED
		NUMERO A.01.00	

INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	IL BACINO DEL FIUME LAMBRO	5
2.1	L'EMISSARIO DEL LAGO DI PUSIANO	5
2.2	LA NECESSITÀ DI REGOLAZIONE	6
3.	SOLUZIONE IN PROGETTO.....	11
3.1	OPERE IDRAULICHE	11
3.2	REGOLA DI GESTIONE	12
3.3	INTERVENTO COMPLEMENTARE NELL'AREA DEL CAVO DIOTTI	14
4.	ELENCO DEGLI ATTI	17
5.	CONCLUSIONI E QUADRO ECONOMICO	18

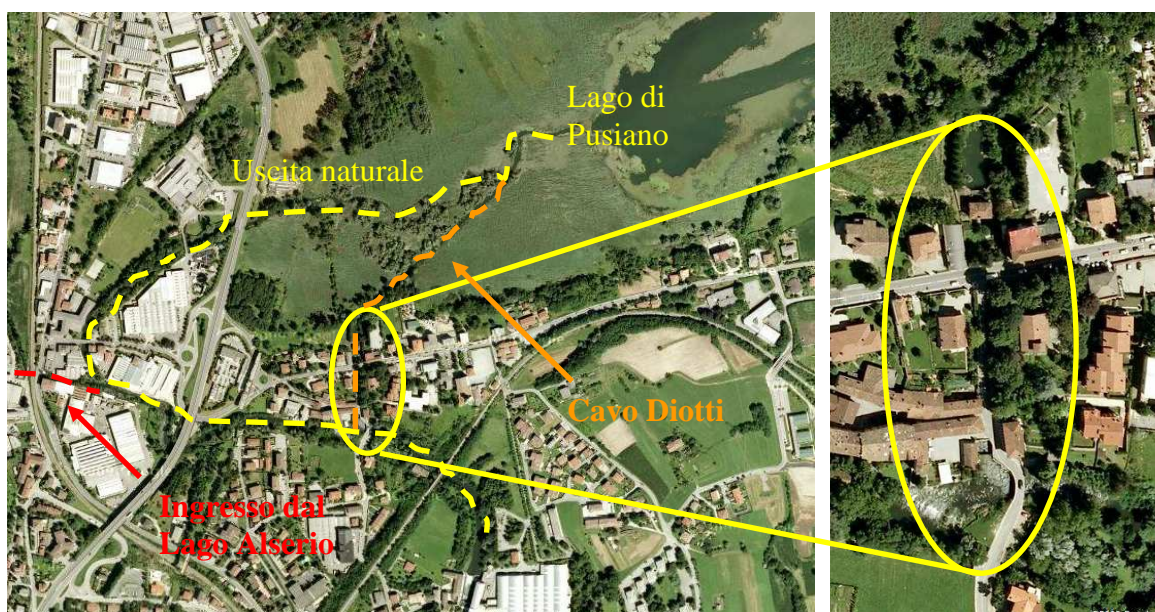
RELAZIONE GENERALE

1. PREMESSA

In data 18 marzo 2009, presso la sede del Parco Valle del Lambro (via Vittorio Veneto, 19, Triuggio MI), è stato affidato al Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi l'incarico per la progettazione definitiva, esecutiva e alla direzione lavori delle "Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti". Il progetto definitivo è stato consegnato nel luglio 2009, esaminato dagli enti competenti che hanno espresso i propri pareri e prescrizioni in sede di Conferenza dei Servizi, tenutasi presso il palazzo della Regione Lombardia il 31 marzo 2011.

La presente relazione generale si inserisce nell'ambito della "Progettazione esecutiva delle Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti in comune di Merone (CO)" con l'obiettivo di descrivere gli elementi base su cui si fonda e sviluppa il progetto.

Figura 1.1 – Immagine satellitare delle uscite del lago di Pusiano, particolare del Cavo Diotti



Il nodo idraulico del fiume Lambro all'uscita del lago di Pusiano in comune di Merone presenta problematiche non solo di natura idraulica ed infrastrutturale, ma anche aspetti legati alla storia dei luoghi ed alla gestione del rischio per l'intera asta fluviale valliva.

Particolare attenzione nel contesto in oggetto merita la struttura denominata "Cavo Diotti" che costituisce una derivazione dal bacino del lago di Pusiano, storicamente realizzata ed utilizzata per garantire un miglior regime di deflusso al fiume Lambro sub-lacuale e quindi mantenere attivi i numerosi mulini e contribuire all'irrigazione dei giardini reali di Monza.

Il sistema “*Cavo Diotti*” è costituito da un canale a cielo aperto di lunghezza 370 m (che si snoda dall’incile del lago alla Casa di Guardia), dalla Casa di Guardia stessa (il cavo) e da una galleria di lunghezza 98 m (che collega il cavo al fiume Lambro, in località Stallo).

La funzione storica del Cavo Diotti è stata connessa alla derivazione di portate per garantire un regolare deflusso nell’asta valliva del fiume Lambro, in particolare nei periodi siccitosi, garantendo una portata minima a valle del lago di Pusiano per scopi prevalentemente irrigui.

Nel secolo scorso, sotto la spinta della trasformazione del territorio e della notevole urbanizzazione attuata sulle sponde, il Cavo Diotti ha iniziato ad essere visto come elemento cardine per la riduzione del rischio idraulico.

Già alla fine degli anni '30, infatti, il “*Comitato Coordinatore delle Acque della Provincia di Milano*” aveva individuato la funzione strategica degli invasi di Pusiano ed Alserio nell’ambito delle possibilità di contenimento delle piene del fiume Lambro.

Successivamente la Regione Lombardia, con l’approvazione del “Progetto preliminare di sistemazione idraulica del fiume Lambro dalle sorgenti a Villasanta” redatto dagli scriventi nel 1999, ha individuato, come opera prioritaria per la protezione idraulica del territorio, la regolazione del lago di Pusiano mediante l’emissario artificiale “*Cavo Reale o Diotti*” in comune di Merone.

Infine l’Autorità di Bacino del fiume Po, con gli studi condotti con la consulenza degli scriventi, ha confermato l’inserimento di tale opera nell’assetto di progetto del fiume Lambro (2004).

Nel tempo quindi, anche per il susseguirsi di eventi importanti da cui si è tratta notevole esperienza (1951, 1976, 2002, 2009 e 2010), si è consolidata l’evidenza che, tramite una corretta gestione della derivazione dal Cavo Diotti, si può raggiungere l’obiettivo di maggior sicurezza idraulica dei territori vallivi.

Fondamentale in questo percorso è stata la comprensione dell’esatto regime idraulico del nodo che caratterizza la geometria dell’emissario del lago di Pusiano.

Come detto tale nodo si compone di due rami:

- il ramo naturale, privo di qualsiasi possibilità di regolazione o gestione, la cui scala di deflusso è determinata dalla geometria dell’alveo nei circa 3 chilometri a valle del lago, con valori dell’ordine di $5 \div 16 \text{ m}^3/\text{s}$ a livelli ordinari;
- il Cavo Diotti, dotato di paratoie in grado di consentire, a livelli del lago pari o poco superiori all’incile naturale, una derivazione di portata dell’ordine di $10 \div 20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il livello del lago di Pusiano segue quindi una dinamica naturale con limite al deflusso (per

livelli ordinari) assai inferiori alle portate in ingresso (circa dell'ordine dei $22 \text{ m}^3/\text{s}$ a fronte dei $230 \text{ m}^3/\text{s}$ della portata duecentennale).

Anche in occasione di importanti innalzamenti del livello (es. durante le alluvioni citate) la portata in uscita si mantiene comunque di gran lunga inferiore ai valori massimi in ingresso. Ad esempio durante l'alluvione del novembre 2002, la portata in uscita ha toccato i $45 \text{ m}^3/\text{s}$ massimi, a fronte di un picco di ingresso pari a circa $175 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'attivazione della derivazione mediante il Cavo Diotti non altera tale scenario in quanto può aggiungere valori di portata dell'ordine di $10 \div 20 \text{ m}^3/\text{s}$ e quindi di un ordine di grandezza inferiore alle portate di piena in ingresso.

La derivazione ha tuttavia una notevole importanza nella prevenzione dei fenomeni di piena in quanto può consentire di modulare il livello del lago nei giorni precedenti gli eventi con portate ($10 \div 20 \text{ m}^3/\text{s}$) del tutto compatibili con l'alveo di valle.

Assodata a seguito di tali studi la funzione strategica sopracitata all'invaso del lago di Pusiano, la presente relazione offre una sintetica descrizione del bacino del fiume Lambro e delle sue problematiche, dei calcoli idraulici eseguiti e della soluzione di progetto prevista.

Allo stato attuale l'opera di derivazione è costituita da una "casa" posta ai limiti del lago a livello soggetto ad esondazione. La "casa", sotto la quale sono installate le due paratoie di derivazione, si trova ad una quota inferiore ai livelli di oscillazione ordinaria del lago. Per eventi anche non estremi l'intero piano terra della casa viene sommerso e la struttura viene aggirata dalle acque del lago che possono imboccare il tratto tombinato del Cavo Diotti.

La situazione descritta rende inaffidabile l'opera di derivazione in quanto le paratoie e gli organi di manovra sono posti in zona soggetta ad allagamento.

Il recupero dell'attuale sistema di derivazione è quindi reso impossibile dalla localizzazione delle paratoie e dal fatto che la Casa di Guardia sia posta a livello tale da essere soggetta ad allagamento ed aggiramento. Storicamente questa situazione non era problematica in quanto, come detto, la funzione principale della derivazione era l'attivazione di forza motrice e irrigazione. Non era dunque problematico nei secoli scorsi il fatto che durante le piene la casa fosse irraggiungibile e che vi fosse un deflusso incontrollato nel Cavo Diotti.

Oggi tali condizioni non sono accettabili in quanto la derivazione incontrollata di portate durante le piene espone l'intera asta del fiume Lambro, sino oltre Milano, a danni ed esondazioni.

L'intervento in oggetto prevede pertanto lo smantellamento della vecchia derivazione e la sua sostituzione con nuove paratoie poste all'imbocco del tratto tombinato e quindi in

configurazione non aggirabile dalle acque del lago.

La nuova conformazione consentirà quindi la derivazione dal lago in condizioni di sicurezza e nei limiti previsti dalla regola gestionale proposta. Tale nuova configurazione non altera minimamente le condizioni di flusso “naturali” del lago mediante l’emissario costruito dal fiume Lambro.

Infine si segnala che il Cavo Diotti risulta essere attualmente registrato come una grande diga in virtù di un volume, definito dall’intervallo di oscillazione del livello del lago, superiore a $1\,000\,000\text{ m}^3$.

Si prende atto delle numerose anomalie tra la definizione di diga, secondo la legge, e le caratteristiche del ramo artificiale, prima tra tutte la presenza di un ramo naturale che sancisce la mancata possibilità di una concreta regolazione del livello del lago. A seguire si adempie a tutte le prescrizioni indispensabili a garantire il rispetto della normativa vigente che definisce il Cavo Diotti una grande Diga, secondo gli accordi intercorsi con gli enti competenti.

2. IL BACINO DEL FIUME LAMBRO

Il bacino del fiume Lambro è divisibile in quattro sottobacini caratterizzati da proprietà paesaggistiche ed urbane omogenee. In particolare si parla di:

- sistema lago: parte di bacino caratterizzato da un paesaggio montano, con piccoli e isolati agglomerati urbani. Il sistema, che trova la sua sezione di chiusura nel comune di Lambrugo, è contraddistinto dalla presenza dei laghi Alserio e Pusiano;
- sistema naturale: parte del bacino immediatamente a valle del sistema prelacuale, definito da un andamento del terreno pianeggiante, naturale e da piccoli agglomerati urbani. Il sistema si chiude a valle nel comune di Villasanta;
- sistema urbano: parte del bacino consecutivo al sistema naturale, determinato da una maggiore densità di centri urbani che ne caratterizzano il territorio. Questa peculiarità implica una maggiore impermeabilizzazione del suolo e contribuisce ai deflussi naturali del fiume Lambro con le acque di scolo scaricate dalle reti di fognatura limitrofe al corso d'acqua. Questa frazione di bacino è compresa tra Villasanta e la sezione di Redefossi a Milano;
- sistema irriguo: parte del bacino a valle del sistema urbano che ritrova la sua sezione di chiusura alla confluenza nel fiume Po. Il territorio ad uso prevalentemente agricolo utilizza le acque del fiume Lambro a fini irrigui.

La regione interessata dal presente progetto comprende il sistema laghi e parte del sistema naturale. Il bacino corrispondente, che ritrova la sua sezione di chiusura a Lambrugo, presso il ponte di via Dante, è modellato attraverso la suddivisione in 16 sottobacini. Il corrispondente regime idrologico - idraulico è simulato attraverso un programma di afflussi-deflussi (MIKE 11) in grado di restituire l'andamento temporale delle portate e delle altezze idriche, nelle sezioni modellate, a partire dai dati di pioggia in ingresso, simulando un processo di moto vario. Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione idraulico-idrologica (A.02.01).

2.1 L'EMISSARIO DEL LAGO DI PUSIANO

Il lago di Pusiano è caratterizzato da un emissario che si suddivide nell'incile in due rami: un ramo naturale, il Lambro, ed un ramo artificiale, il canale a monte del Cavo Diotti; quest'ultimo confluisce nell'asta naturale del Lambro in Comune di Merone, a valle della traversa in loc. Stallo.

In passato, la necessità di regolarizzare le portate defluenti nel Lambro anche in tempi di

secca ha portato all'esigenza di scavare un canale artificiale, a quote inferiori rispetto all'emissario naturale. Infatti il ramo naturale è caratterizzato da una quota di monte all'incile di circa 258,70 m s.m., che raggiunge, con un profilo sufficientemente regolare quota 259.15 m s.m., quota assoluta assunta dalla traversa in località Stallo.

Le quote crescenti determinano l'assenza di deflusso nel Lambro in tempi di particolare siccità, in cui il livello del lago si mantiene al di sotto della quota 259,15 m s.m.. Per ovviare a tale problema e garantire una portata minima nell'asta fluviale del Lambro, sufficiente al soddisfacimento delle esigenze irrigue dell'area a valle e di minimo deflusso vitale, si è costruito il cavo Diotti, ad opera dell'avv. Diotti da cui prende il nome, nel XIX secolo.

La funzione strategica di mitigazione degli eventi di piena che esso ha assunto nel tempo è divenuta sempre più importante in virtù delle quote di fondo delle paratoie (256,84 m s.m.) e del tombotto (256,80 m s.m.) che confluisce nel fiume Lambro in località Stallo. La geometria del Cavo Diotti permetterebbe un'oscillazione del livello del lago di Pusiano, in un intervallo di quote più ampio rispetto a quello permesso dal ramo naturale.

L'emissario è quindi caratterizzato da un ramo del tutto naturale e non regolato in cui il deflusso si attiva dopo una altezza minima del lago di 259,15 m s.m. ed un ramo regolabile.

È da sottolineare che per livelli del lago superiori a 259,15 m s.l.m., le portate defluenti sono caratterizzate da una quotaparte naturale che sancisce la mancata regolazione del lago ma un semplice incremento della stessa attraverso il contributo del cavo Diotti, qualora fosse necessario.

2.2 LA NECESSITÀ DI REGOLAZIONE

Come anticipato il lago di Pusiano ha storicamente la funzione di regolazione dei deflussi verso valle. Tale regolazione si esplica mediante la configurazione naturale dell'emissario che determina le portate a valle.

Come descritto precedentemente, l'emissario naturale del lago di Pusiano presenta la caratteristica di quota di incile, non prossima al lago, ma circa 1.500 metri a valle dello stesso. La quota di massimo svaso naturale del lago (259,15 m s.m.) si ritrova infatti in corrispondenza della traversa di località Stallo dopo l'aggiramento dell'abitato di Merone e la confluenza con l'emissario del lago di Alserio.

Il ramo naturale transita in una zona tra il lago di Pusiano e la S.P. 41 che, oltre a presentare un profilo di fondo sub-orizzontale, è molto pianeggiante, in parte paludosa e priva di protezioni arginali. Il tracciato del fiume Lambro nella zona risulta caratterizzato da sezioni

insufficienti per gli eventi di piena, molto intrecciato e ramificato. Tale zona risulta essere una vasta area esondabile che, in caso di piena, è più facile considerare normale espansione del lago di Pusiano piuttosto che fiume Lambro. Il ponte della S.P. 41 può pertanto essere considerato la sezione di inizio del Lambro sublacuale in condizioni di normale invaso, anche se storicamente il lago occupava le zone più esterne sino, durante le piene più gravose, quasi ad unirsi al lago di Alserio. A valle del medesimo il profilo del Lambro si mantiene regolare raggiungendo la quota 259.15 m s.m. in corrispondenza della loc. Stallo.

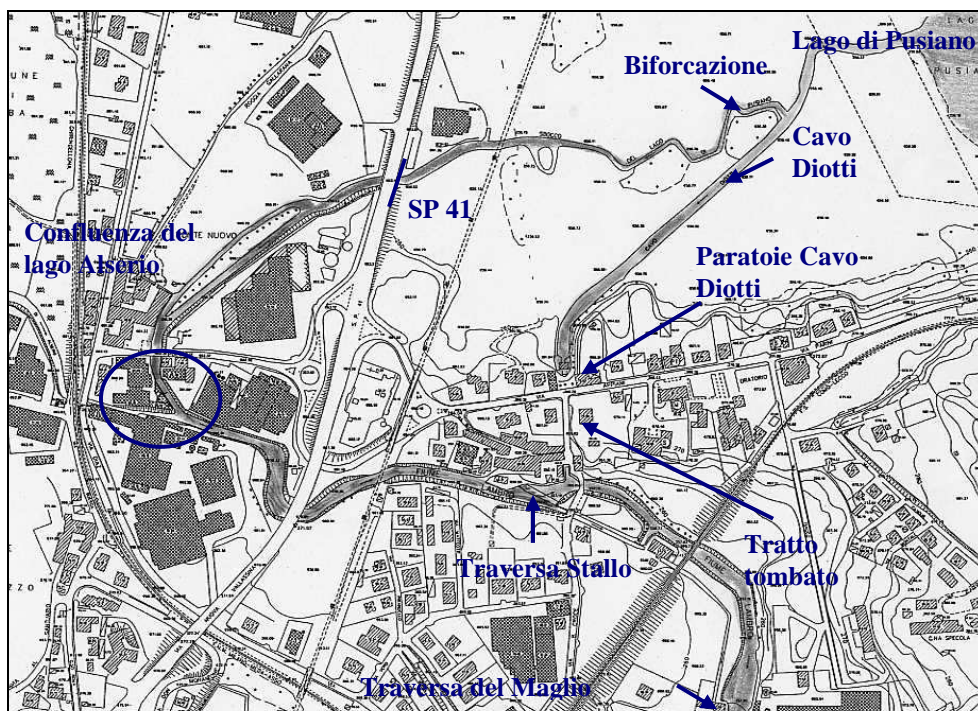
Figura 2.1 – Incile del lago di Pusiano



Tramite i rilievi di dettaglio e le conseguenti modellazioni idrauliche si è messo in evidenza come il livello del lago di Pusiano sia controllato dal sistema di opere idrauliche poste tra la sezione LA132.9.1 (traversa di Stallo)¹ e la sezione LA132.6.1 (traversa del Maglio).

In particolare in tale nodo idraulico sono presenti tre traverse a soglia fissa (due in corrispondenza della sezione LA132.9.1, mentre la terza è in corrispondenza della sezione LA132.6.1), uno stramazzo tipo Hegly (nei pressi delle due traverse, in destra idraulica, non inserito nella modellazione per le ridotte portate che lo interessano) su un'antica derivazione laterale, una chiusa al di sotto di un porticato gestita da privati.

¹ Codice identificativo sezioni Autorità di Bacino del fiume Po

Figura 2.2 – Ramo naturale del Lambro in uscita dal lago di Pusiano

Subito al piede delle due traverse localizzate in prossimità della sezione LA132.9.1 avviene anche la ricongiunzione con il Cavo Diotti.

Sono proprio le due traverse (loc. Stallo) insieme allo stramazzo e alla piccola chiusa a governare il livello del lago di Pusiano per effetto del profilo di corrente lenta rigurgitata. La quota di sommità della traversa maggiore è pari a 259,15 m s.m. mentre la sezione di uscita dal lago di Pusiano presenta una quota di fondo di 258,70 m s.m. Come detto tra di esse sono presenti anche alcune sezioni rilevate con il fondo alveo a quota oscillante.

Risulta quindi accertato come non possa svasarsi naturalmente il lago al di sotto della quota di 259,15 m s.m.

Oltre la quota 259,15 m s.m. la crescita di livello del lago determina il progressivo attivarsi del deflusso a valle con andamento governato dalla descritta geometria storica dell'emissario. Nelle Figura 2.3 e Figura 2.4 sono riportati gli idrogrammi ricostruiti durante l'evento del novembre 2002.

Figura 2.3 – Idrogramma (livelli) del lago di Pusiano durante l’evento del mese di novembre 2002

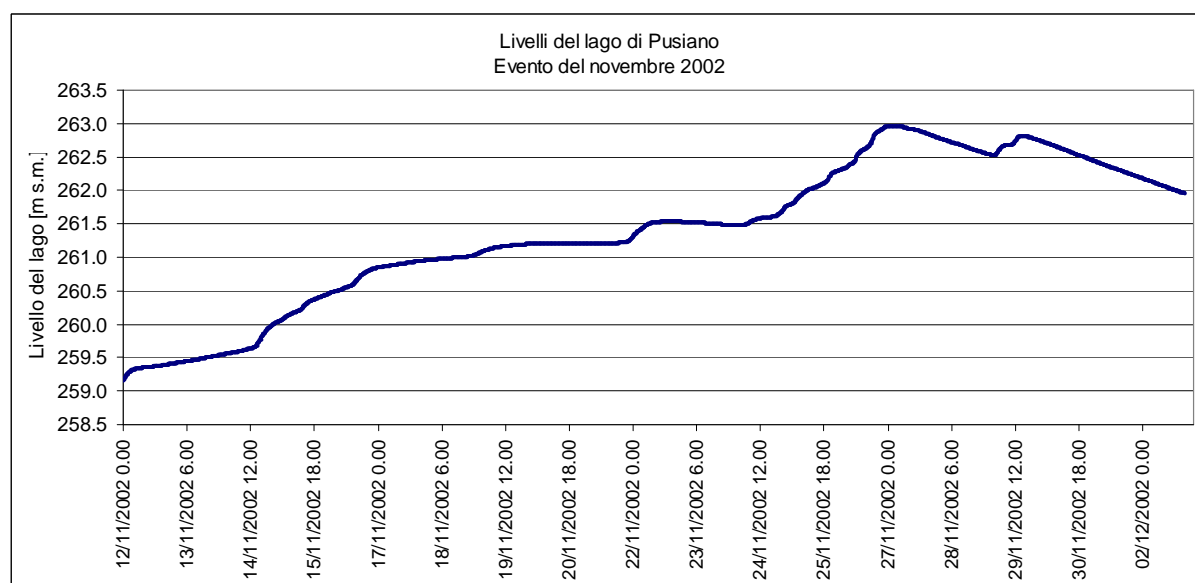
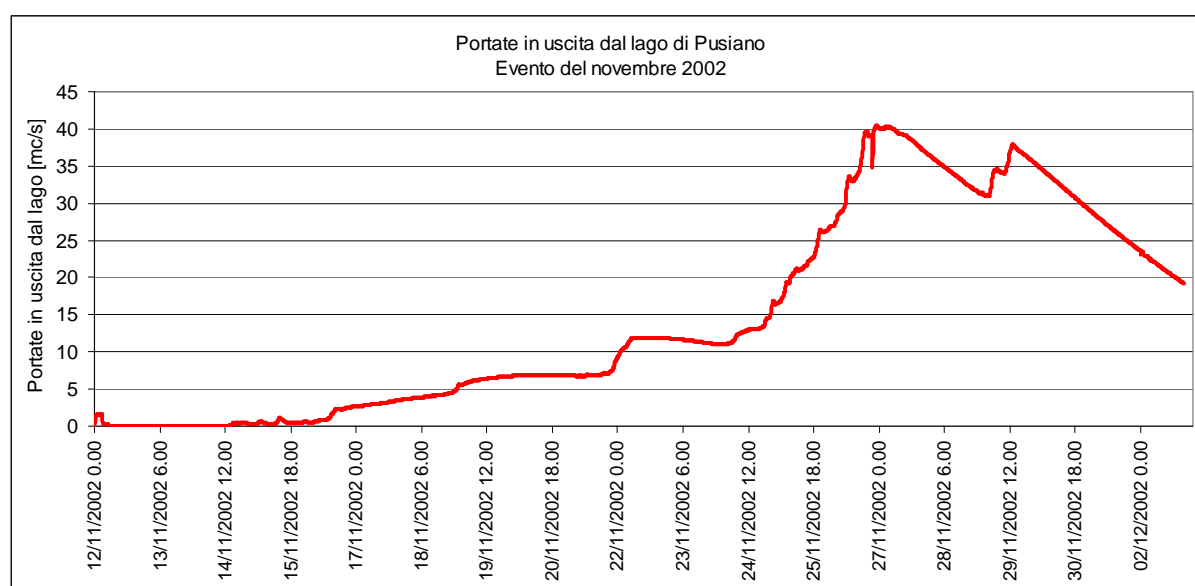


Figura 2.4 – Idrogramma (portate) del lago di Pusiano durante l’evento del mese di novembre 2002



Sulla base delle esperienze e dei monitoraggi attivati dall’anno 1999 ad oggi, con la stesura del Progetto Preliminare, Definitivo e in relazione all’evento del novembre 2002, è stata definita la necessità di regolazione del lago di Pusiano ai fini dell’ottimizzazione della storica funzione di contenimento delle piene pre-lacuali.

La regolazione del lago di Pusiano si esprime in un abbassamento del livello del lago, attraverso la regolazione della portata in uscita del Cavo Diotti. L’abbassamento aumenta la capacità di compenso e laminazione delle piene che il lago esercita naturalmente, in occasione degli eventi meteorici che si realizzano sul bacino montano del fiume Lambro. Questa

possibilità permette di ridurre il rischio idraulico nel bacino di valle e sulle aree spondali del lago.

Figura 2.5 – Effetti a Pusiano dell’evento del mese di novembre 2002



Figura 2.6 – Effetti a Pusiano dell’evento del mese di novembre 2002



3. SOLUZIONE IN PROGETTO

Verificando la funzione strategica del Cavo Diotti in termini di mitigazione del rischio idraulico lungo il fiume Lambro, si prevede la ristrutturazione delle opere idrauliche. In particolare si prevede l'intervento articolato su tre punti:

- aspetto idraulico;
- aspetto gestionale;
- aspetto ambientale-paesaggistico.

3.1 OPERE IDRAULICHE

La soluzione di ristrutturazione delle opere idrauliche (A.02.01) prevede lo smantellamento delle paratoie esistenti e lo spostamento dei nuovi elementi di derivazione all'imbocco della galleria, che si individua a valle della Casa di Guardia (vasca delle anguille).

Le paratoie regolano, allo stato attuale, due luci ad arco di larghezza 2,20 m e altezza variabile nell'intervallo $0,38 \div 0,72$ m. Si prevede l'ampliamento delle medesime luci a due di forma rettangolare, di larghezza 2,20 m e altezza 2,00 m.

La scelta progettuale di spostare gli organi di regolazione permette di considerare la Casa di Guardia come un elemento influente sul regime idraulico in quanto non determina una regolazione delle portate che defluiscono verso il tombotto. Le nuove luci permetteranno di gestire l'intervallo di portate da 0 a $20 \text{ m}^3/\text{s}$, anche con modesti livelli del lago.

Oltrepassata la Casa di Guardia si raggiunge la vasca delle anguille sulla cui parete di valle verranno montate due paratoie piane, di larghezza 1,70 m e altezza 2,20 m che regoleranno le portate in ingresso alla galleria. Le paratoie saranno automatizzate e gestite secondo criteri di previsione e mitigazione degli eventi di piena (A.03.02). A valle dell'imbocco del tombotto si inserisce un aeroforo di diametro 0,40 m, che collega il tetto della galleria al piano campagna. La sua presenza garantirà l'apporto in galleria di aria, apporto necessario a mantenere il un regolare regime di moto a superficie libera. Tale apporto in galleria garantisce condizioni di moto a superficie libera a qualsiasi grado di apertura della paratoia indipendentemente dal battente di monte.

Inoltre per garantire l'attuale stato di conservazione della galleria si prevede la sistemazione del fondo del tombotto attraverso la posa di una pavimentazione in pietre, e, il rivestimento della volta e delle pareti con spritz beton. Quest'ultima operazione è volta a proteggere le pareti della galleria da fenomeni erosivi determinati dal transito delle portate di piena.

Alla confluenza in località Stallo si prevede la risagomatura del fondo che indirizzi il deflusso verso la traversa del Maglio, un invito che elimina la realizzazione di fenomeni di calma e garantisce un minimo moto, soprattutto in tempi siccitosi.

Al fine di evitare possibili fenomeni erosivi si prevede la sistemazione con selciato in massi del fondo immediatamente a valle dello sbocco della galleria.

Si prevede inoltre il completamento delle opere di difesa spondale, attraverso una scogliera in massi ciclopici ammorsati nel cls, della sponda in destra a monte del ponte di via B. Croce. L'obiettivo dell'ultimo intervento esposto è di proteggere la sponda su cui si concentra la corrente uscente dalla galleria.

Al fine di garantire un afflusso regolare all'opera in progetto descritta si prevede il dragaggio esistente del canale a monte della Casa di Guardia, regolarizzato a pendenza costante dalla quota 257,24 m s.m., in corrispondenza della biforcazione all'incile, alla quota di 256,84 m s.m., raccordandosi così al piano delle paratoie attualmente presenti. A questa operazione seguirà nel tempo un piano di manutenzione atto al mantenimento della geometria di progetto del Cavo Diotti.

3.2 REGOLA DI GESTIONE

La regola di gestione (A.03.02), a cui si sottopongono le manovre delle paratoie, deve sottostare a due criteri:

- garantire un minimo deflusso nel fiume Lambro in tempi siccitosi, in coerenza con le originali finalità della derivazione;
- permettere una mitigazione del rischio idraulico lungo il fiume Lambro a partire dalle previsioni di eventi di piena.

È evidente come nel tempo, a seguito della maggiore urbanizzazione sulle sponde del Lambro, il secondo obiettivo sia stato prevalente sul primo. Infatti come sottolineato in Conferenza dei Servizi dalla Dott.ssa Silvia Castelli (D.G. Ambiente, Energia, Reti di Regione Lombardia) il Cavo Diotti è “un manufatto di proprietà pubblica che ha come scopo esclusivo la laminazione delle piene”.

Al lago di Pusiano affluisce una portata alla cui formazione contribuisce un bacino prelacuale di 89,55 km², pari ad 17% dell'intero bacino della valle del Lambro con sezione di chiusura a Milano, a confluenza Redefossi.

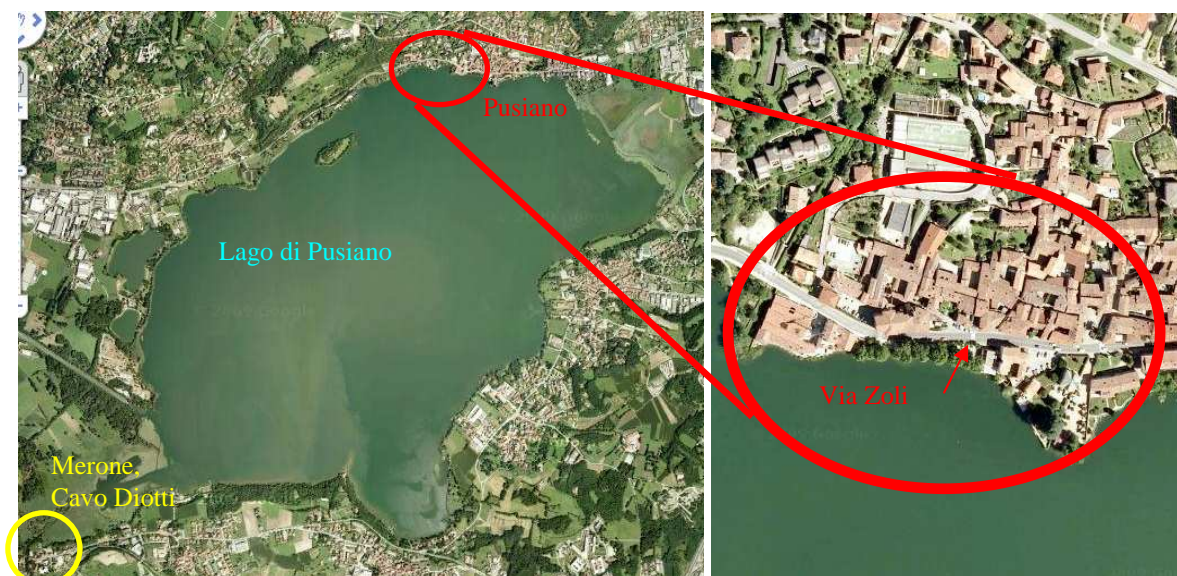
Il lago di Pusiano, caratterizzato da un'estensione di circa 5,37 km², offre già naturalmente un'opportunità di laminazione dell'onda in ingresso dal Lambrone e del proprio bacino. Le

conseguenti onde in uscita dal lago risultano caratterizzate da portate al colmo inferiori e maggiormente estese nel tempo rispetto all'andamento assunto dalle corrispondenti negli idrogrammi in ingresso. L'effetto di laminazione si determina attraverso un temporaneo accumulo delle acque che non riescono a defluire immediatamente in modo spontaneo nel sistema emissario, con conseguente innalzamento incontrollato del livello del lago.

Nel novembre 2002 si è assistito ad un evento duecentennale in cui si è realizzata un'onda in uscita dal lago incompatibile con il sistema di valle (portate al picco pari a $45 \text{ m}^3/\text{s}$) con conseguenti esondazioni ed allagamenti. L'onda al picco si è formata durante un evento persistente che nella sua prima parte ha esaurito il volume naturalmente disponibile per effettuare laminazioni.

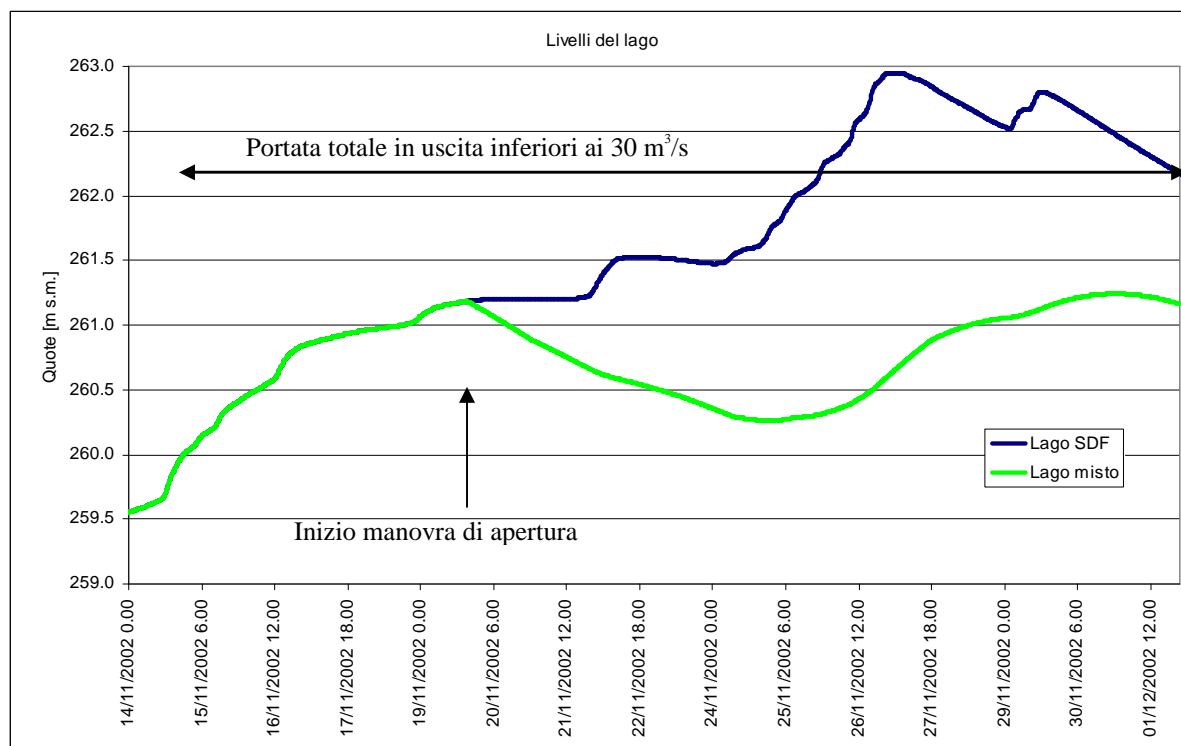
La gestione del livello del lago di Pusiano, attraverso l'opera di regolazione del Cavo Diotti, permette di svasare il lago fino al livello minimo di regolazione di 259,15 m s.m., in un arco temporale di 5 giorni, a partire dal un livello di massima regolazione di 261,5 m s.m.. Considerando che i tempi di previsione di eventi meteorici oggi a disposizione, sono del medesimo ordine di grandezza e sufficientemente affidabili, si potrebbe predisporre l'abbassamento del lago offrendo un volume di laminazione di circa 11 milioni di metri cubi. La quota di massima regolazione, 261,50 m s.m., è definita dal punto più depresso della strada costiera di Pusiano, via Zoli (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Immagine satellitare del lago di Pusiano e individuazione dell'area costiera più depressa



Gli effetti di questa gestione sono visibili in Figura 3.2, dove si è simulato l'evento di piena del novembre 2002.

Figura 3.2 – Idrogramma (livelli) del lago di Pusiano durante l'evento del mese di novembre 2002 senza e con simulazione della regola di gestione prevista



Come si può osservare i livelli assunti dal lago risultano contenuti nell'intervallo di regolazione e le portate defluenti sono compatibili con il sistema di valle.

La gestione permette quindi di laminare, cioè porre una regolazione che limita, in termini di portate al colmo, l'afflusso di valle. La regolazione permette quindi non di cambiare un fenomeno che già avviene naturalmente ma di amplificarne gli effetti attraverso una gestione di livelli.

Per ottemperare a tale compito tuttavia si deve provvedere la serie di opere atte alla ristrutturazione del Cavo Diotti in termini idraulici, come riportato nel presente progetto esecutivo.

3.3 INTERVENTO COMPLEMENTARE NELL'AREA DEL CAVO DIOTTI

Per poter raggiungere agevolmente con mezzi operativi la Casa di Guardia al Cavo Diotti é prevista la realizzazione di una pista di accesso che aggiri la chiesetta limitrofa ricalcando un sentiero sterrato esistente. Il passaggio risulta di notevole importanza in fase di cantiere ma soprattutto in seguito, in quanto offre un'ottima possibilità di accesso per eseguire la necessaria manutenzione ordinaria e straordinaria (A.06.00).

Inoltre, per ottenere una maggiore agevolezza nelle manovre in area di cantiere ed in particolare nella posa delle nuove opere di regolazione, si è progettata la sistemazione dell'area tra l'imbocco del tombotto e via Appiani. La sistemazione si articola in un terrazzamento il cui profilo è caratterizzato da due piani: il superiore è a quota 267,00 m s.m. e l'inferiore a quota 263,75 m s. m..

Il terreno di riporto adottato per la risagomatura del profilo del terreno a monte della vasca delle anguille è sostenuto da muri laterali che corrono al fianco dell'area attualmente recintata (elaborato grafico D.04.00). Il piano superiore, come indicato nelle specifiche tavole, si raccorda al secondo con una forma tale da garantire muri di altezza al più di 2 m, come richiesto dal Piano Generale del Territorio del Comune di Merone.

Si prevede a lato della risagomatura un accesso in progetto ad ovest, che ricalca e risulta essere il riassetto di quello esistente. Un secondo accesso è stato realizzato in occasione dei lavori relativi alle "opere di ristrutturazione della Casa del Camparo", ad est della medesima risagomatura, con un profilo tale da garantire l'accessibilità al primo piano dell'edificio in qualsiasi condizione del lago.

La scelta di sagomare un andamento su due piani implica diversi vantaggi:

- la possibilità di non dover realizzare muri troppo elevati (se si fosse previsto un unico piano il dislivello sarebbe stato di 5,25 m circa);
- l'opportunità di ricavare un luogo dove alloggiare i quadri di comando delle macchine. La possibilità infatti di posare le centraline elettriche e i macchinari ad essa connessi, sul piano inferiore, permette di ottenere un'area di comando centralizzata, ad una quota di sicurezza (263,75 m s.m.), accessibile da via Appiani e dalla pista che affianca la chiesa vicina, coperta dal rilevato superiore alla vista dei passanti e quindi da eventuali atti vandalici;
- la necessità di realizzare una piattaforma al medesimo piano della sede stradale comporta la possibilità di permettere l'accesso e la manovra dei mezzi, sia in fase di cantiere che in condizioni di emergenza, senza interrompere il traffico in via Appiani.

Il terrazzamento facilita quindi le fasi di posa delle paratoie e permette di raggiungerle agevolmente dall'alto, con gru, mezzi meccanici, in caso di emergenza. Questa possibilità risulta di notevole importanza considerando che la pista, che da via Appiani affianca la chiesa e discende fino alla casa del Camparo, risulta essere posta ad una quota prossima a quella di massima regolazione del lago e non fornisce quindi un franco sufficiente a garantire il transito dei mezzi in ogni occasione.

Si prevede poi il prolungamento della medesima pista, fino alla biforcazione tra ramo naturale e canale, utile alle operazioni di dragaggio dello stesso, già citate in precedenza (paragrafo 3.1) e alle future manutenzioni. Il prolungamento avviene in questa sede lungo il canale storico che confluisce alla Casa di Guardia.

È previsto in futuro la predisposizione di uno slargo, con conseguente variazione del tracciato che esula dal presente progetto esecutivo, per permettere il passaggio e le manovre alle barche turistiche, i cui utenti potranno godere della vista da monte del Cavo Diotti.

Attraversando l'area interessata dal prolungamento della pista si osserva come essa sia caratterizzata da una vegetazione a canneto che produce una notevole quantità di materiale flottante, trasportato dalla corrente alla sezione di derivazione.

Al fine di proteggere il sistema Cavo Diotti da eventuali intasamenti a seguito di accumulo di materiali e permettere il deflusso delle acque verso l'asta naturale del fiume Lambro, si prevede l'impiego di uno sgrigliatore. Tale impianto meccanico si fonderà su una soletta in c.a., che sostituisce in parte e rinforza la struttura esistente, e sormontato da una soletta nuova che sostituirà l'attuale grigliato carrabile. Il telaio in c.a. per la posa dello sgrigliatore è strutturalmente indipendente e adiacente alla Casa di Guardia.

Lo sgrigliatore sarà dotato di sonde di livello e temporizzatore che automatizzeranno le manovre di avvio alla pulitura della griglia, inclinata di 15° e a copertura di una luce rettangolare di altezza 4,90 m e larga 5,95 m. Il materiale rimosso verrà dapprima posato su un nastro meccanico il cui avvio risulta automatizzato e corrispondente a quello del pettine della griglia. Il nastro trasportatore riverserà il materiale in un cassonetto posato in sponda destra idraulica, al di sotto della quota del piano della soletta, per poi essere raccolto e smaltito a norma di legge.

4. ELENCO DEGLI ATTI

Il presente Progetto Esecutivo è composto dai seguenti atti .

Tabella 1 – Elenco degli atti

ELENCO DEGLI ATTI		
PROGETTO ESECUTIVO "Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti in Comune di Merone, CO"		
Elaborati tecnici ed economici		
A. 01.00	Relazione generale	
A. 02.01	Relazione idrologica - idraulica	
A. 02.02	Relazione geologica - geotecnica	
A. 02.03	Relazione di dimensionamento delle strutture	
A. 03.01	Relazione impianti elettrici	
A. 03.02	Relazione opere telecontrollo	
A. 03.03	Relazione opere di monitoraggio della diga	
A. 03.04	Relazione opere meccaniche	
A. 04.01	Studio di inserimento ambientale	
A. 04.02	Relazione indagini topografiche e interferenze sottoservizi	
A. 04.03	Piano di monitoraggio ambientale	
A. 05.00	Fasi lavorative e cantierizzazione, viabilità	
A. 06.00	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	
A. 07.00	Piano particellare di esproprio	
A. 08.01	Elenco prezzi unitari	
A. 08.02	Computo metrico	
A. 08.03	Computo metrico estimativo	
A. 08.04	Quadro dell'incidenza di manodopera	
A. 08.05	Lista delle categorie per offerta	
A. 08.06	Quadro economico	
A. 09.00	Cronoprogramma	
A. 10.00	Capitolato Speciale d'Appalto	
A. 11.00	Schema di contratto	
A. 12.01	Piano di Sicurezza e Coordinamento	
A. 12.02	Fascicolo dell'Opera	
A. 13.00	Piano di Gestione	
Elaborati grafici		
D. 01.00	Corografia scala 1:10 000	
D. 02.01,2,3,4	Rilievo planoaltimetrico e sezioni trasversali (scala 1:500) - fogli 1, 2, 3, 4 (scala 1:500)	
D. 03.00	Area di intervento - planimetria, sezioni e profilo longitudinale stato di fatto (scala varie)	
D. 04.00	Area di intervento - planimetria, sezioni e profilo longitudinale opere in progetto (scala varie)	
D. 05.01	Interventi Cavo Diotti - demolizioni (scala 1:100)	
D. 05.02.1,2,3	Interventi Cavo Diotti - opere civili - sez. orizzontali, verticali e particolari costruttivi (scala 1:100)	
D. 05.03.1	Interventi Cavo Diotti - opere civili - cementi armati zona sgrigliatore - piante (scala 1:50)	
D. 05.03.2,3,4,5	Interventi Cavo Diotti - opere civili - cementi armati zona sgrigliatore - sezioni (scala 1:25/50)	
D. 05.03.6,7,8	Interventi Cavo Diotti - opere civili - cementi armati zona paratoie - piante e sezioni (scala 1:50/25)	
D. 05.03.9	Interventi Cavo Diotti - opere civili - cementi armati recinzione e scala appoggiata al terreno - piante e sezioni (scala 1:50/25)	
D. 05.04.1,2	Interventi Cavo Diotti - opere elettromeccaniche - piante, sezioni e particolari costruttivi (scala 1:50/25)	
D. 06.00	Interventi tombotto Cavo Diotti - piante e sezioni (scala varie)	
D. 07.00	Interventi Loc. Stallo - piante e sezioni (scala varie)	
D. 08.01	Planimetria generale impianto elettrico e particolari (scale varie)	
D. 08.02	Layout generale di distribuzione	
D. 09.00	Sistema di monitoraggio dello sbarramento e cartellonistica - particolari costruttivi (scale varie)	
D. 10.01	Planimetria cantierizzazione e accessi - intervento di dragaggio Cavo Diotti - planimetria (scala 1:1000)	
D. 10.02	Planimetria cantierizzazione e accessi - intervento Cavo Diotti e tombotto - planimetrie (scala 1:200)	
D. 10.03	Planimetria cantierizzazione e accessi - intervento loc. Stallo - planimetrie (scala 1:200)	

5. CONCLUSIONI E QUADRO ECONOMICO

L'uscita del lago di Pusiano è caratterizzata da un ramo naturale, il Lambro, ed un ramo antropico del diciannovesimo secolo, il Cavo Diotti, che si uniscono nel nodo di confluenza in loc. Stallo. Nel tempo si è dimostrato come la regolazione del manufatto Cavo Diotti offre un'ottimizzazione dei fenomeni di accumulo e laminazione che naturalmente si realizzano nel lago di Pusiano. I benefici di questa regolazione si ripercuotono nell'intero sistema di valle, oltre che a garantire il controllo del livello del lago affinché non superino le quote di sicurezza (Pusiano).

In tale contesto si inserisce il presente Progetto Esecutivo delle “Opere di ristrutturazione del Cavo Diotti”, che si articola sulla ristrutturazione del manufatto civile, la ristrutturazione e la razionalizzazione delle opere di regolazione e la realizzazione di un sistema di monitoraggio e telecontrollo che permettano una gestione automatica del sistema, rendendolo conforme alle normative e leggi in materia.

Il costo complessivo dell'opera, come da calcolo riportato nel “Quadro Economico” (A.08.06), è pari a 1'080'000.00 € a cui si aggiungono somme a disposizione per ulteriori 920'000.00 €, per un totale di € 2'000'000,00.

Milano, luglio 2012

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Ha collaborato

Dott. Ing. Noemi Maria Colombo