

SISTEMA INTEGRATO PER LA SORVEGLIANZA E GESTIONE DELLA DIGA DEL TIRSO

F. ROBOTTI and M. DI MAURO, Agisco Srl - Italy

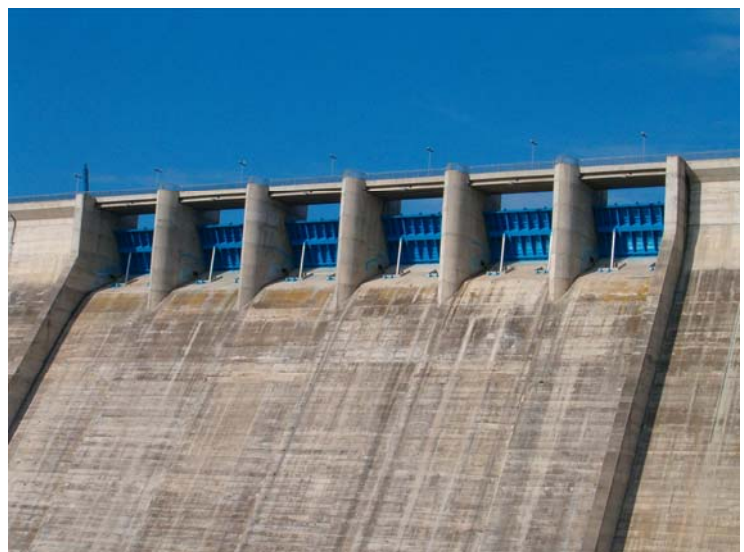


1. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA DIGA

La diga, ubicata sul fiume Tirso in località Cantoniera, è di calcestruzzo del tipo a gravità con vani interni, per un'altezza massima di 100 m. Essa è suddivisa in 38 conci indipendenti fra loro; ogni concio ha una larghezza pari a 15 m nelle due estremità di monte e valle e ad 11 m nella zona centrale.

L'inclinazione del paramento di valle è pari a 0.6 mentre quella del paramento di monte varia tra 0.18 e 0.24; le superfici dei due elementi di estremità si presentano invece verticali.

I sei conci centrali sono muniti di un profilo di sfioro del tipo Creager-Scimemi e di un dissipatore a bucket con 5 denti. Ad esso segue la vasca di dissipazione in calcestruzzo armato, lunga 100 m e chiusa all'estremità di valle da una controsoglia.





Il coronamento, ubicato ad una quota di 120 m s.l.m., ha una larghezza di 6.60 m, dei quali 5.20 carrabili, ed una lunghezza complessiva di 582 m.

L'asse planimetrico dello sbarramento è rettilineo nei primi 5 conci a partire dalla sponda destra, circolare con raggio di 172 m ed angolo di 36° nei 5 conci successivi ed infine nuovamente rettilineo per i 26 rimanenti.

La diga è munita di 4 cunicoli di controllo, la cui quota varia a dipendenza della posizione planimetrica, e di 2 scarichi di fondo costituiti ciascuno da un condotto di sezione circolare con diametro di 4.20 m.

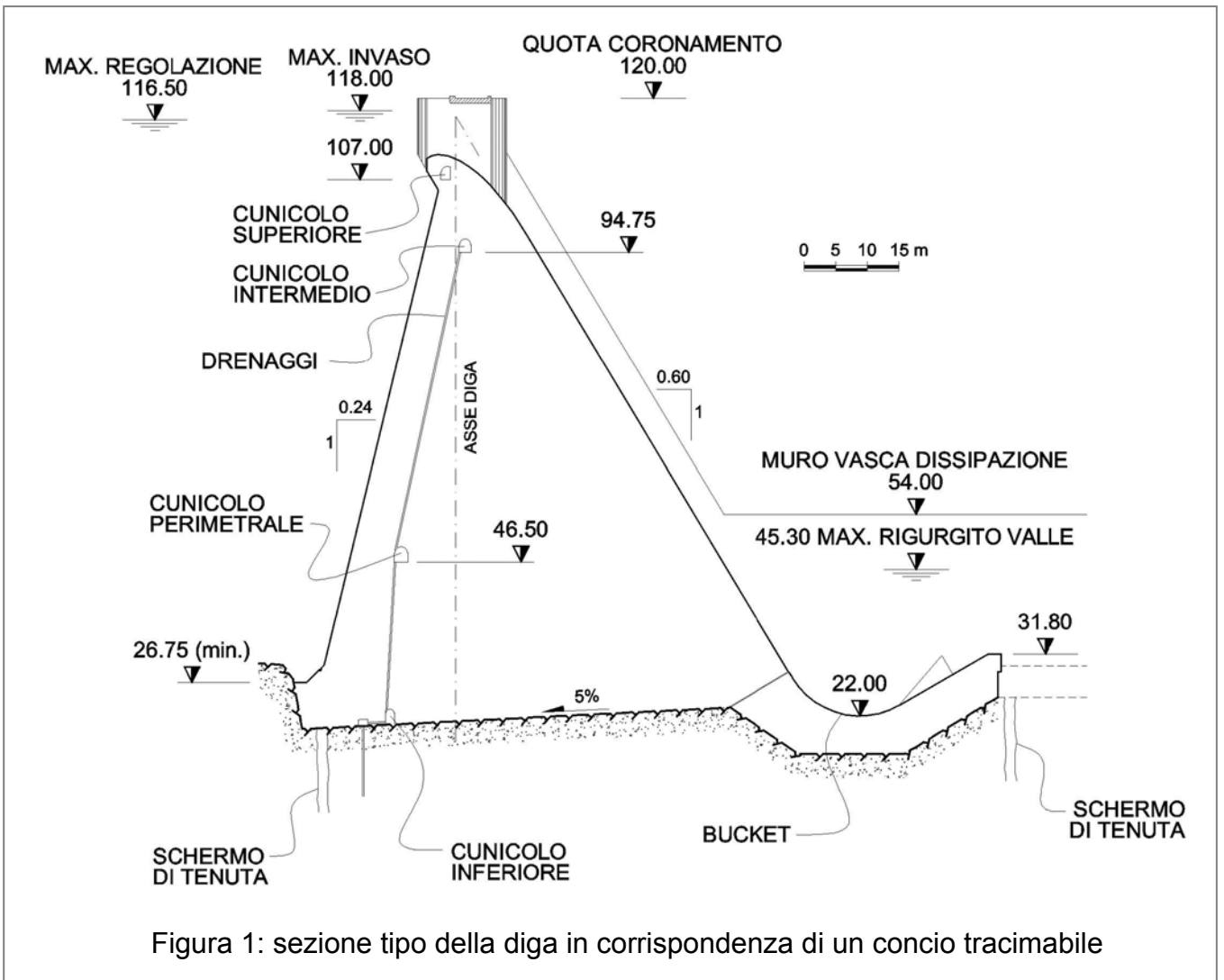
La diga è munita di 4 cunicoli di controllo, la cui quota varia a



La roccia di fondazione è costituita in parte da litotipi a tessitura isotropa (tipo graniti) e prevalentemente da litotipi a struttura orientata (gneiss o scisti micacei). Essa si presenta variamente alterata e con presenza piuttosto elevata di giunti o fratture.

La resistenza a scorrimento dell'imposta è stata migliorata mediante chiodature in acciaio ad alta resistenza, di diametro pari a 44 mm.

Il volume totale d'invaso è di $792.84 \times 10^6 \text{ m}^3$ mentre il bacino imbrifero ad esso afferente risulta pari a 2056 km^2 .



Infine, circa 2.7 km a valle della diga l'alveo è sbarrato dalla traversa di Pranu Antoni, che raccoglie anche le acque del Flumineddu e che interessa con il proprio rigurgito il piede della struttura fino alla quota di 45.3 m s.l.m.



2. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

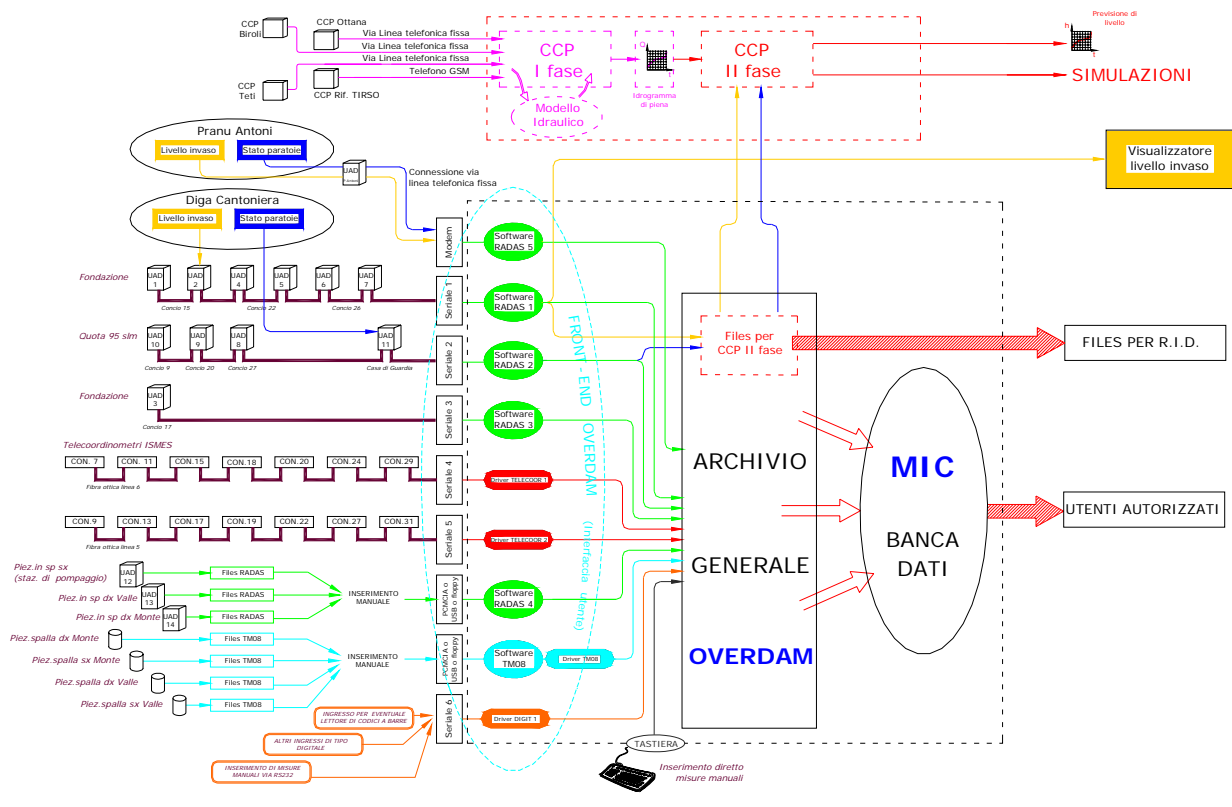
Il sistema di monitoraggio attualmente in vigore presso la diga Cantoniera è stato progettato e realizzato allo scopo di permettere il controllo del comportamento dell'opera sia durante la costruzione – relativamente ai parametri di controllo principali –, sia durante gli invasi sperimentali e la fase d'esercizio. Il sistema comprende un totale di 531 strumenti di misura e di controllo, così ripartiti:

- N. 3 misuratori di livello invaso
- N. 14 pendoli diritti
- N. 28 pendoli rovesci
- N. 3 pendoli ottici
- N. 202 termometri per calcestruzzo
- N. 7 termometri per aria
- N. 20 termometri per acqua
- N. 34 rockmeters a tre basi
- N. 40 misuratori di giunti triassiali
- N. 8 catene livellometriche (n. 24 livellometri)
- N. 112 piezometri per le sottopressioni
- N. 10 misuratori di portata dei dreni in fondazione
- N. 3 stramazzi
- N. 6 contatori perdite su pompe
- N. 2 misuratori portata stazione di pompaggio
- N. 18 estensimetri per calcestruzzo (n. 54 misure)
- N. 1 stazione meteorologica
- N. 16 misuratori di pressione portata dei dreni in fondazione

La quasi totalità degli strumenti e dei sensori presenti in diga sono collegati a sistemi automatici di acquisizione dati, programmati per eseguire cicli di misura a cadenze prefissate. Ad intervalli regolari il Centro di Controllo si mette in comunicazione, per mezzo dell'apposito software, con le unità periferiche ed acquisisce i dati memorizzati in ciascuna di esse fino a quel momento, registrandoli in un archivio storico.

Sono altresì previste una serie di misure complementari, ordinarie e straordinarie, effettuate mediante strumentazione manuale di tipo elettrico, meccanico ed ottico.

DIGA "CANTONIERA" SUL FIUME TIRSO Architettura del Sistema di Controllo



Il sistema di misura fa capo al Centro di Controllo il quale provvede alla gestione di tutte le misure sia automatiche che manuali mediante un programma appositamente sviluppato denominato "OVERDAM" che offre una interfaccia utente estremamente semplice ed altrettanto facilmente personalizzabile da parte dell'operatore.



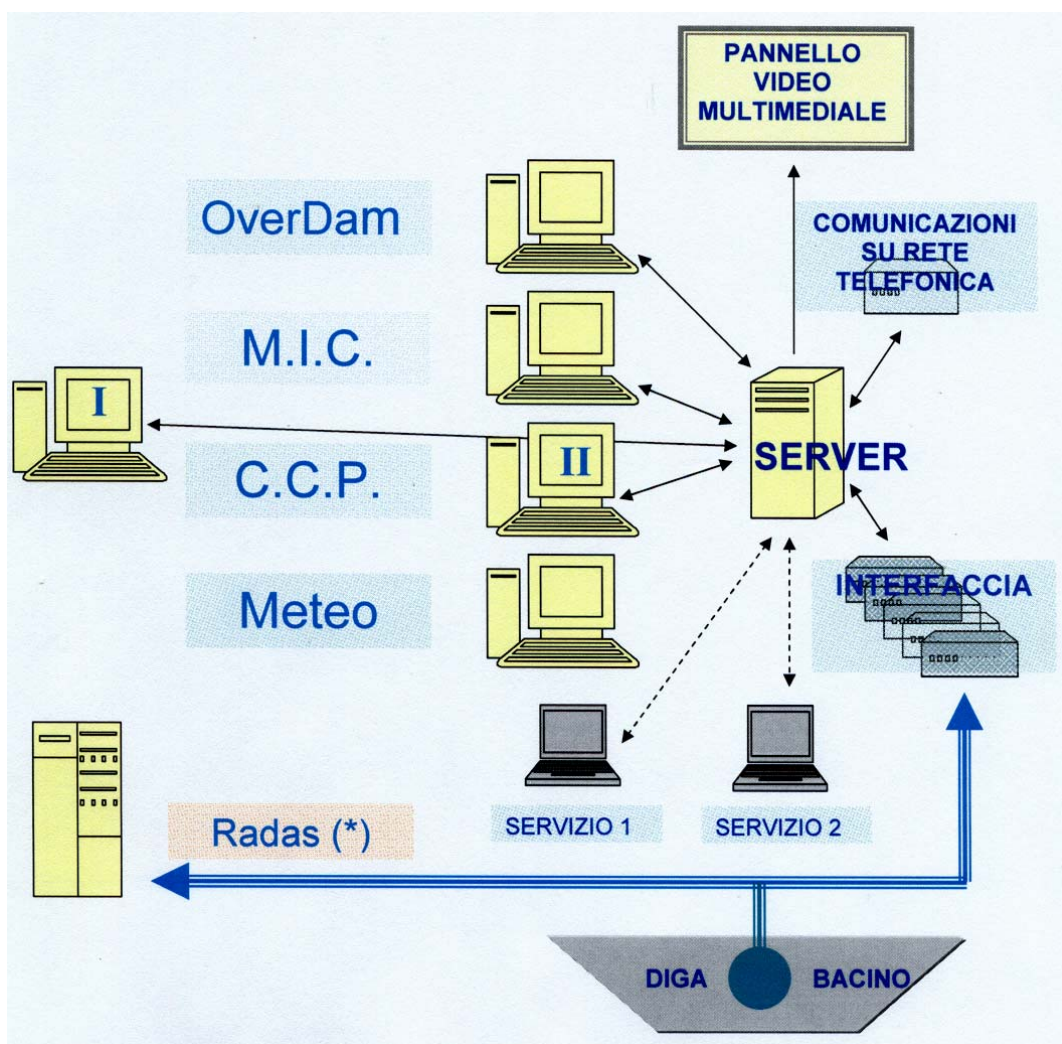
Il programma è in grado di gestire il colloquio con tutte le periferiche attive destinate alla raccolta automatica dei dati e di permetterne la configurazione grazie ai singoli programmi come ad esempio MEGADAM appositamente sviluppato per le RADAS (data acquisition unit). Tutte le misure vengono raccolte in una potente banca dati SQL server che mantiene in memoria tutti i dati grazie ad avanzati sistemi di backup.

3. ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA NEL SUO COMPLESSO

Overdam riceve le informazioni da più fonti e prepara tabelle, in uscita, ad uso di utenti differenti:

Informazioni in ingresso:

- Strumenti installati all'interno ed all'esterno della diga del Tirso
- CCP I° FASE e CCP II° FASE
- S.A.R.
- Meteosat
- Invaso di Pranu Antoni.
- Esercizio simulazione in tempo reale a partire da un ideogramma di piena o da una curva ipotetica.



Il Centro di Controllo è in grado di raccogliere tutte le informazioni riguardanti la struttura e le fondazioni, effettuarne le elaborazioni e fornire previsioni circa il comportamento strutturale e idraulico dello sbarramento.

L'analisi dei dati viene effettuata, in un primo momento, mediante il programma OVERDAM e, off-line, da un sofisticato programma denominato M.I.C.

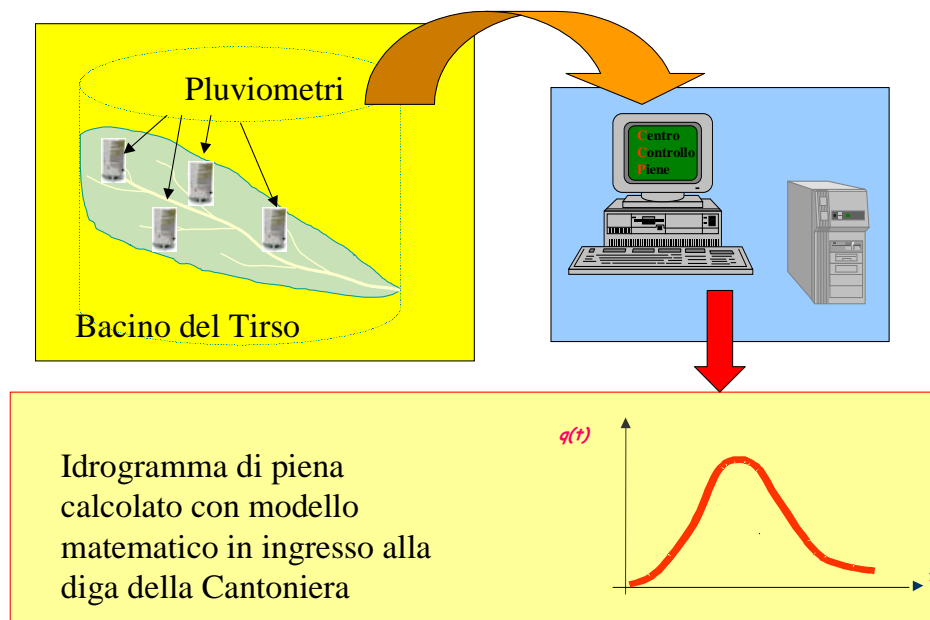
Questo programma, creato dallo Studio Lombardi di Minusio, si basa sull'utilizzo di due diversi modelli, (deterministico e stocastico), è in grado di tenere sotto controllo il comportamento strutturale ed idraulico dello sbarramento. Il programma fornisce all'utente preziose informazioni sul comportamento dell'opera con previsioni circa i possibili scostamenti dalla fascia ritenuta di sicurezza.

Un altro scopo del Centro di Controllo è quello di tenere sotto osservazione l'andamento delle piene del fiume in modo da poter intervenire tempestivamente per la loro laminazione.

Questa attività inizia dall'osservazione dei dati meteorologici ottenuti tramite il collegamento al Meteosat.

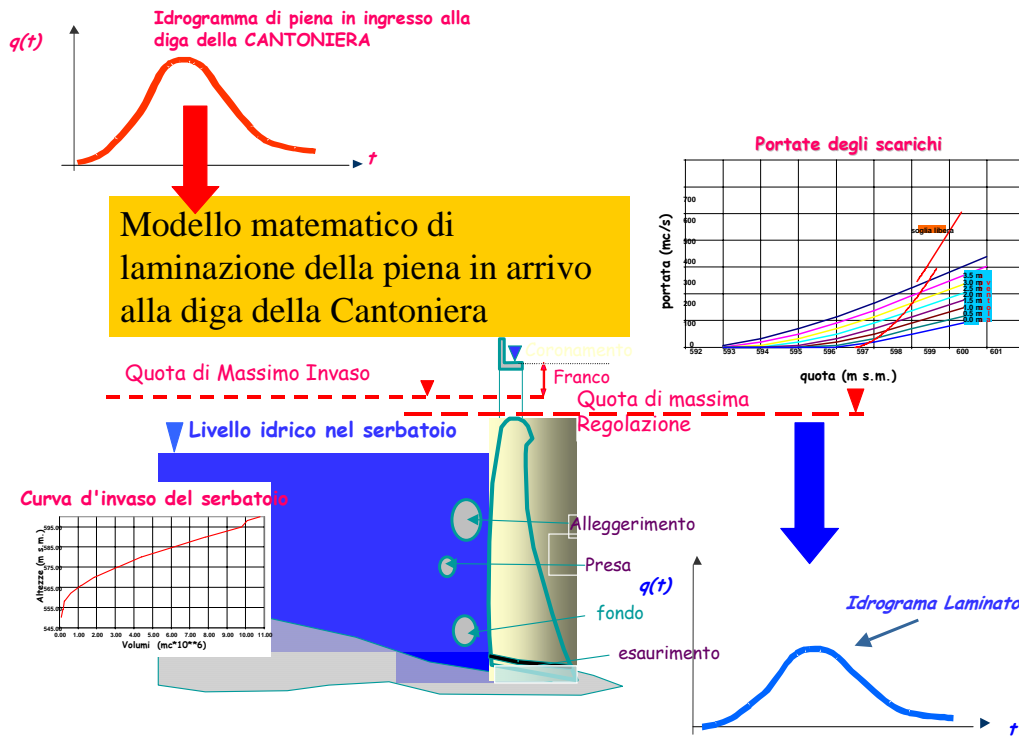
Se questi dati abbisognano di maggiori dettagli è possibile ottenerli dal S.A.R mediante l'impiego del loro Radar Meteorologico.

Nel bacino sono installati un certo numero di pluviometri e di misuratori di portata che fanno capo al Centro Controllo Piene di prima Fase il quale acquisisce le misure e le fornisce al Modello Idraulico del bacino.



Il Modello esegue la previsione dell'onda di piena e la mette a disposizione dell'ingegnere responsabile della diga dopo aver inviato, ad un certo numero di operatori, l'avvertimento che il modello è stato avviato e che ci si deve attendere un'onda di piena allo sbarramento nelle ore successive.

Dopo la messa a disposizione della previsione dell'onda di piena, entra in funzione il Centro di Controllo Piene di seconda Fase il quale provvede a trasformare la previsione dell'onda di piena da portate a livelli e a visualizzare la corrispondente curva di previsione.



A questo punto il gestore dell'opera dispone di un programma appositamente sviluppato che permette di configurare diverse ipotesi di gestione degli scarichi sia in termini di apertura che di tempo e di fornire immediatamente la nuova previsione dell'onda di piena modificata di conseguenza. Ogni configurazione può essere memorizzata per tenere conto di analoghe situazioni future.

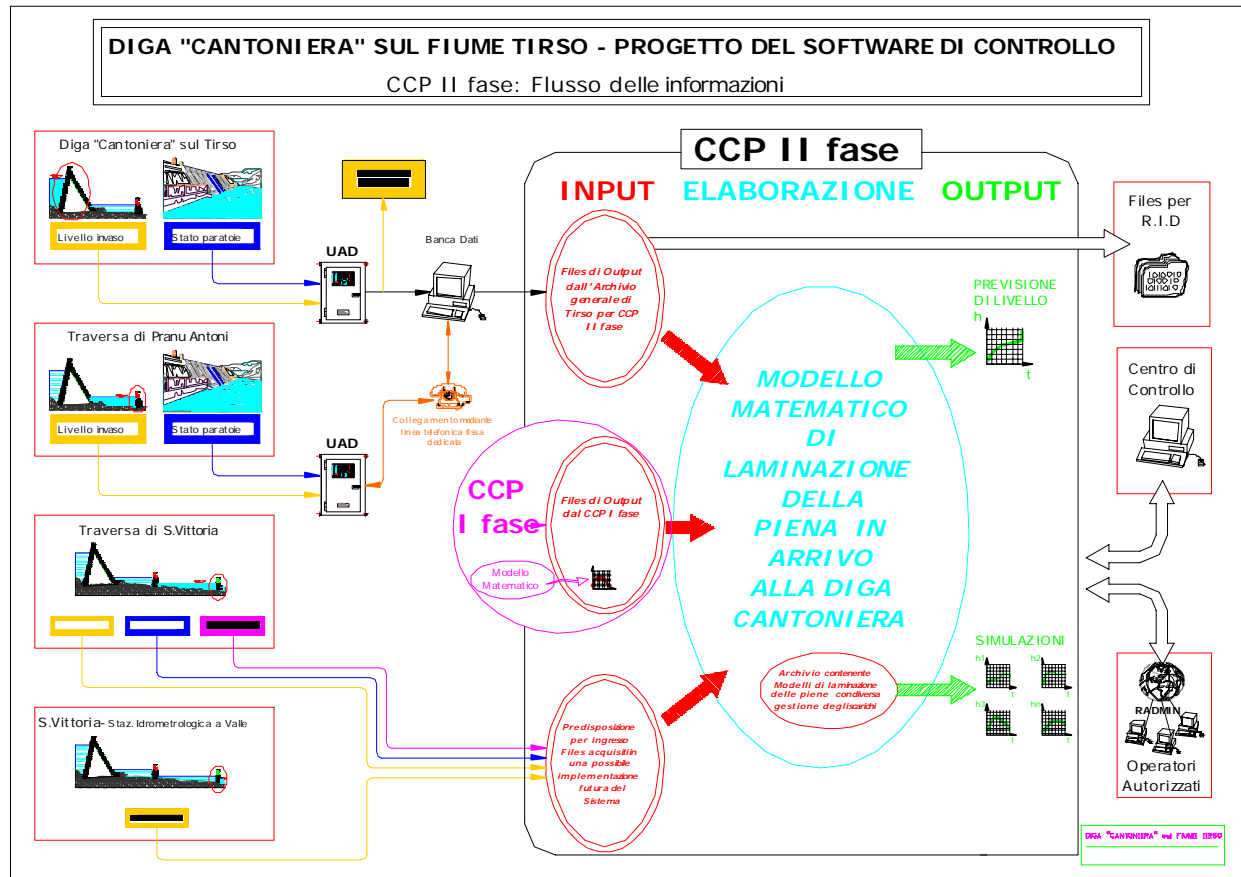
Contemporaneamente il programma di gestione OVERDAM acquisisce i dati relativi al livello di invaso ed allo stato di apertura degli scarichi per fornire una realistica situazione, istante per istante di questi importanti parametri di gestione della diga.

Infatti una recente disposizione del R.I.D. (Registro Italiano Dighe – Organismo Italiano di controllo di tutti gli sbarramenti in costruzione ed in esercizio) obbliga i gestori degli sbarramenti a mettere a disposizione, praticamente in tempo reale, i dati relativi al livello di invaso ed allo stato di tutti gli organi di scarico della diga in caso di importanti eventi di piena.

Queste informazioni debbono anche essere messe a disposizione della Protezione Civile.

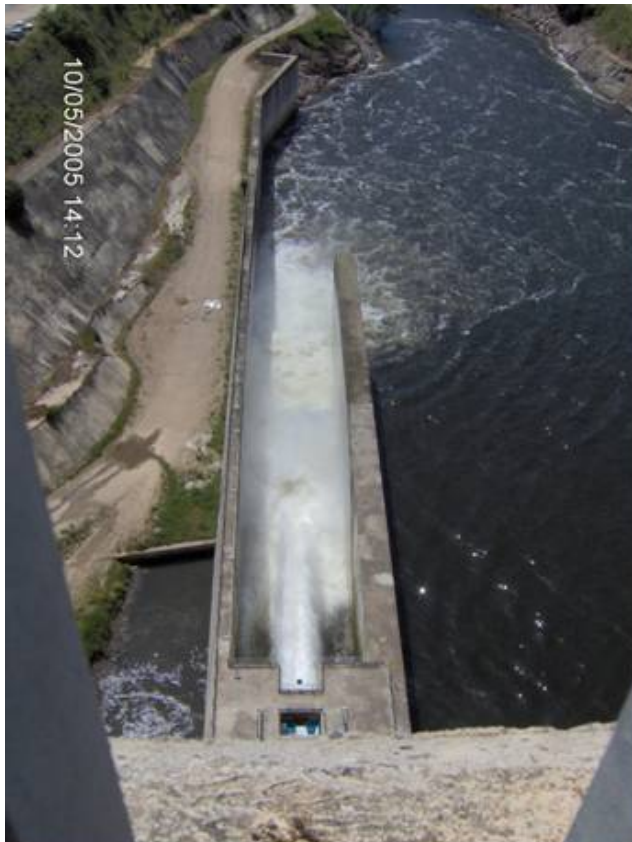
Il programma OVERDAM produce automaticamente, in caso di eventi di piena, un file apposito contenente tutte queste informazioni descritte sopra il quale viene inviato agli organismi di controllo oltre che essere immediatamente leggibile dagli Enti interessati sia attraverso accesso diretto che mediante sito internet aggiornato automaticamente.

A disposizione del Gestore della diga è stato recentemente messo a disposizione un nuovo programma per effettuare una esercitazione sulle modalità di gestione delle piene.



A partire dalla previsione di piena fornita dal modello oppure ipotizzata, l'operatore inizia questa forma di esercizio e mano a mano, in tempo reale, vede l'evolversi dell'onda di piena con il livello allo sbarramento che inizia la sua salita. Può decidere se e come manovrare gli scarichi vedendone i risultati in tempo reale. Da questo esercizio è facile dedurre la bontà e l'efficacia degli interventi effettuati e quindi modificarli di conseguenza.

4. CENTRO SIMULAZIONE LAMINAZIONE PIENE.



Al sistema di monitoraggio è stato affiancato anche un software di simulazione laminazione piene che si propone di costituire un valido elemento per l'addestramento degli addetti alle manovre degli scarichi.

Esso infatti, tenendo in conto il livello di invaso iniziale, l'onda di piena in ingresso e la condizione iniziale degli scarichi, avvia, in tempo reale una simulazione che consente all'operatore di disporre di tutti quei dati riferiti alla condizione presente.

Sono aggiornati, istante per istante, il livello in ingresso e la portata scaricata fino a quel momento, consentendo all'operatore di effettuare in tempo reale manovre sugli organi di scarico e vederne gli effetti immediati.

E' possibile riprodurre il sinottico di comando identico al pannello di controllo reale che l'operatore si troverà davanti per rendere ancora più efficace il test.



Livello di invaso iniziale

Centro Laminazione Piene

Impostazioni

Livello iniziale: 103.6

Ore simulazione: 8

Onda di piena in ingresso

14/09/04

Seleziona onda...

Simulazione Salvata

Carica simulazione ...

Imposta scarichi ...

Avvia simulazione

Onda di Piena in ingresso.



AVVIO SIMULAZIONE

Configurazione iniziale degli scarichi.

Impostazione Apertura Scarichi

DIGA CANTONIERA SUL FIUME TIRSO

SPONDA DESTRA

Scarico di superficie

SPONDA SINISTRA

Ventola 1 17 Ventola 2 18 Ventola 3 19 Ventola 4 20 Ventola 5 21 Ventola 6 22

40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

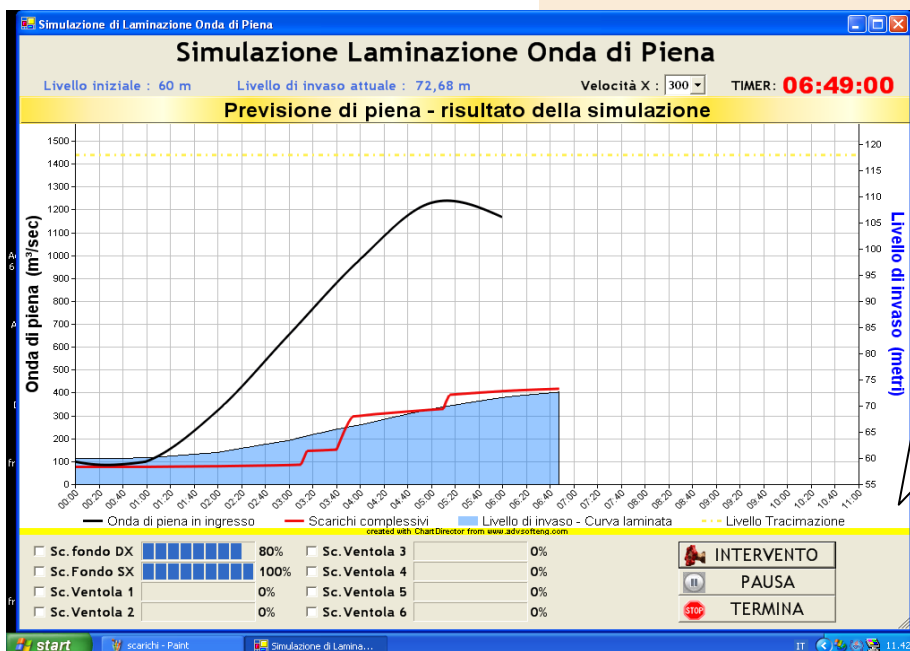
APRI CHIUDI STOP OK

Scarico di fondo

40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

APRI CHIUDI STOP OK

Conferma impostazione scarichi



Intervento in tempo reale sugli scarichi.

A fine simulazione è calcolato il dato di bilancio idrico in metri cubi, inteso come differenza tra la portata in ingresso al bacino e la portata scaricata. E' possibile salvare la simulazione, ricominciarla, o semplicemente uscire dal programma.

Il grafico del bilancio idrico mostra la differenza tra portata raccolta e scaricata lungo il tempo della simulazione.

