

MODELLAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI E CALCOLO DEL DMV NEL SISTEMA IDROELETTRICO ORICHELLA-TIMPAGRANDE-CALUSIA

AUTORE: Giuseppe Mirarchi

INDICE TESI:

Cap. I: Gli impianti idroelettrici della Sila

Cap. II: La modellazione afflussi-deflussi

Cap. III: Il Deflusso Minimo Vitale (DMV)

Cap. IV: Modellazione del sistema Orichella-Timpagrande-Calusia.

PROGRAMMA DI SVILUPPO E DURATA:

La tesi è stata discussa in data 17/09/2013 presso la Facoltà di Ingegneria Civile dell'Università degli studi della Calabria. Il lavoro di tesi ha avuto un iter compilativo della durata di 6 mesi circa, sia a causa della modellazione idrologico-idraulica in continuo di un sistema molto complesso di invasi artificiali e derivazioni, sia per la difficile reperibilità di serie temporalmente prolungate di dati idro-pluviografici sul territorio in esame. Tale lavoro, inoltre, è stato possibile concretizzarlo, grazie alla collaborazione della A2A S.p.A. - *Nucleo Idroelettrico della Calabria*, società gestore del sistema, i cui dati aziendali forniti sono stati di estrema utilità nel perfezionare il modello da me implementato.

SCOPO

Gli obiettivi della tesi si possono riassumere, sostanzialmente, in 2 punti:

1. Implementazione del modello idrologico in continuo del Sistema Idroelettrico Orichella – Timpagrande – Calusia mediante software freeware HEC-HMS, sviluppato presso l'U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center;
2. Valutazione della risposta del sistema in 3 condizioni di esercizio:
 - rilascio del DMV calcolato mediante la formula dell'ABR Calabria;
 - rilascio del DMV calcolato mediante la formula adottata dal Parco Nazionale della Sila;
 - assenza di rilascio di DMV.

Infine, in relazione ai valori risultati dalle simulazioni effettuate è in corso una verifica della produzione idroelettrica nei suddetti casi, in modo da valutare la perdita, non solo di energia prodotta, ma anche in termini economici, cui è soggetta l'ente gestore, a causa del rilascio del DMV.

SOMMARIO

Inquadramento territoriale e descrizione del sistema

Il sistema silano comprende gli impianti idroelettrici in serie di **Orichella, Timpagrande e Calusia**, regolati in testa dai serbatoi **Arvo e Ampollino**, questi ultimi collegati tra loro mediante galleria ed aventi un volume utile di regolazione complessivo di **135 Mmc**.

Il sistema comprende **6 invasi e 10 prese**, il cui schema idraulico sarà brevemente descritto (*Fig.1*):

- invaso Ampollino, il quale riceve acqua dal lago Arvo, dall'invaso di Poverella mediante pompaggio e dalle prese Pulitrea, Fischio e Tacina1 (alto corso F. Tacina);
- lago Arvo, che riceve acqua dalla presa Frappia;
- bacino di Migliarite, che riceve acqua dalla presa Tacina2 (medio corso F. Tacina);
- bacino di Orichella, che riceve acqua dal lago Ampollino e dalle prese Juntura, Marinella e Virardi;
- invaso di Poverella, che riceve acqua dalla presa Gisbarro;
- la presa sul Neto a q.254 che deriva acqua per la centrale idroelettrica di Calusia;
- l'invaso di Ariamacina, ricavato dallo sbarramento dell'alto Neto, nonostante non sia direttamente connesso al sistema, contribuisce ai deflussi che arrivano alle prese di valle in quanto ricade nei bacini idrografici che contribuiscono ai deflussi stessi;
- gli invasi Votturino e Redisole, nonostante appartengono ai bacini contribuenti, non sono stati considerati nel modello, in quanto nella realtà dismessi a causa di problemi strutturali e di tenuta.

Il sistema utilizza per le acque ricadenti nel bacino del Neto, secondo fiume più importante della Calabria dopo il Crati, oltre, in parte quelle del bacino del Tacina e Savuto (*Fig.2*).

Gli impianti, situati in piccola parte nella provincia di **Cosenza** e per la maggior parte nella provincia di **Crotone**, si sviluppano tra le quote **1271 e 103 m s.l.m.** con un dislivello di **1168 m** (*Fig. 3*).

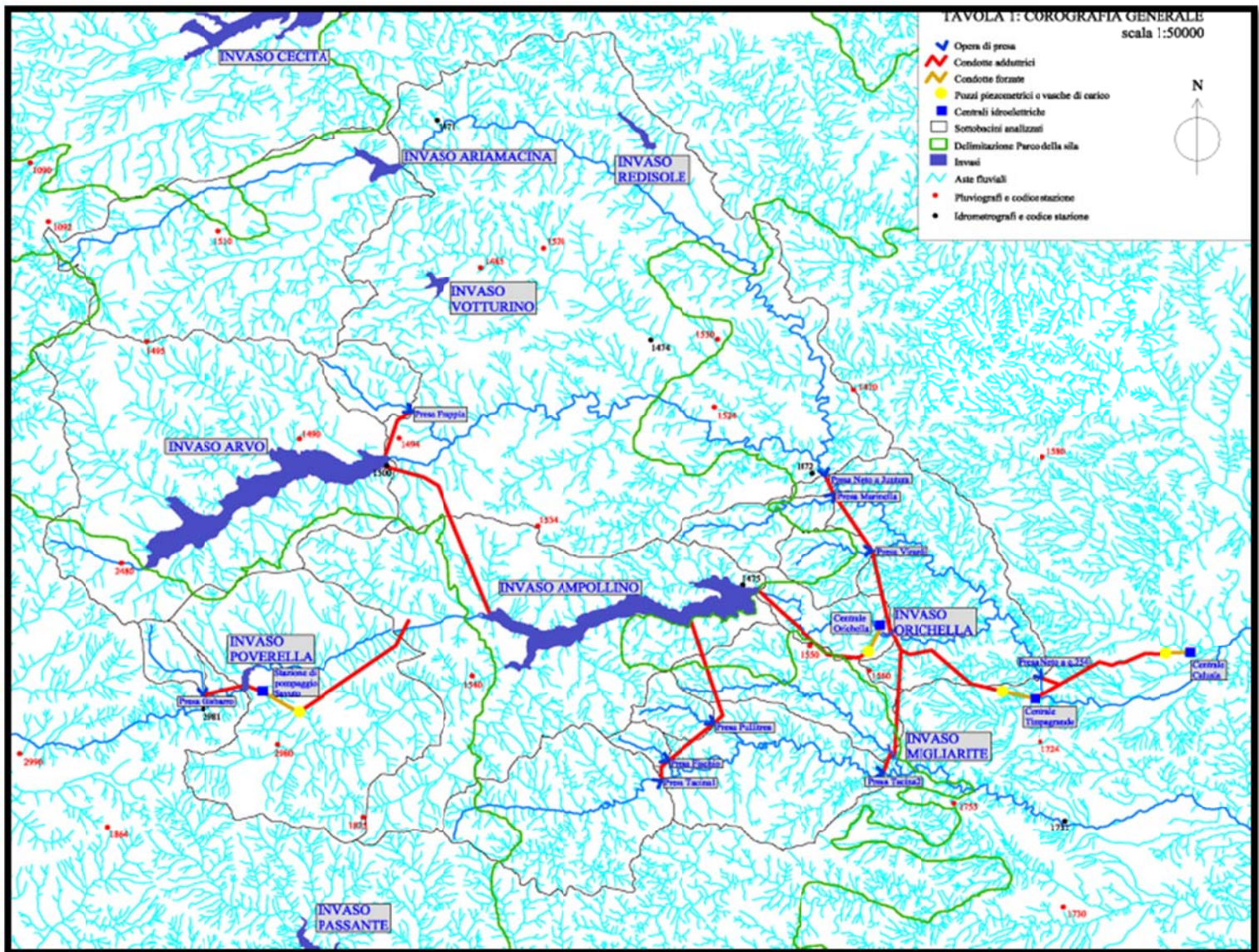


Fig.1: Corografia generale del Sistema Silano.

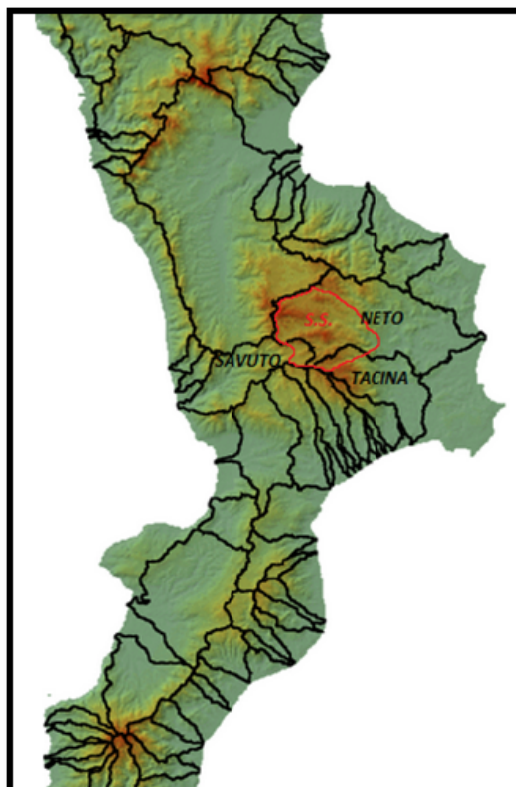


Fig. 1: Inquadramento del bacino del Sistema Silano (Rosso).

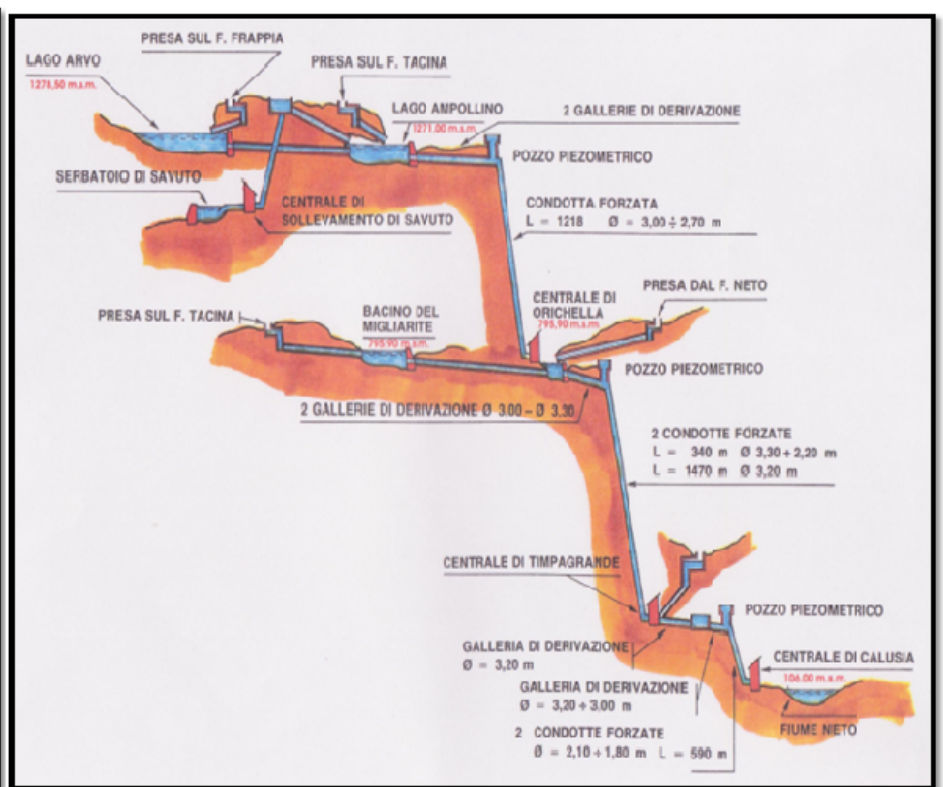


Fig. 2: Schema altimetrico del sistema silano (Fonte A2A).

Processo di modellazione

Lo studio effettuato, sinteticamente, è stato caratterizzato dai seguenti passaggi:

1. Esecuzione di una procedura automatica per la delimitazione dei bacini oggetto di studio, mediante *ArcView GIS*, in particolare tramite i tools *Hec-Geo HMS* e *ArcHydro*, a partire da un DEM (*Digital Elevation Model*) con maglia di $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ (passaggi: *pre-processamento*, *Flow direction*, *Flow accumulation*, *Watershed analysis*);
2. Individuazione delle varie stazioni della rete di monitoraggio calabrese ricadente nell'area di studio (idrometri, pluviometri, termometri): di queste sono state scelte le più significative con le rispettive registrazioni, ovvero quelle che presentano le serie di misurazioni più lunghe, esposizione il più possibile sul versante jonico (l'altopiano silano si comporta come una *barriera topografica*) e quota delle stazioni prossime a quelle medie dei bacini di studio.
3. Ricostruzione, nel software *Hec-Hms*, del modello di bacino (*basin model*, Fig. 3) e del modello meteorologico (*meteorologic model*);

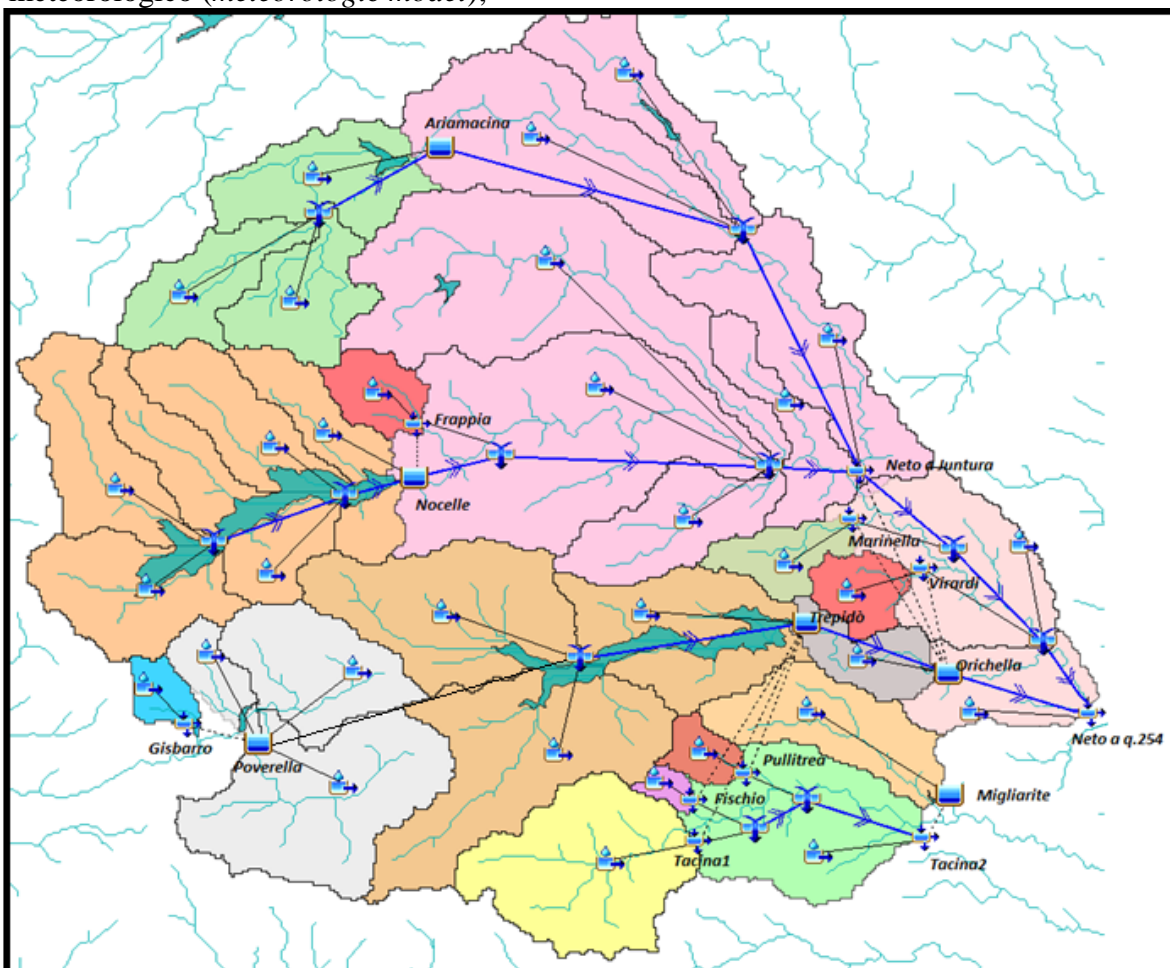


Fig.3: Modello di bacino del Sistema Silano su *Hec-Hms*.

4. Calibrazione, e successivamente validazione, del modello idrologico su un bacino (Garga a Torre Garga) che presenta la più lunga serie storica di dati idrometrici registrati dalla rete di monitoraggio calabrese; in particolare, per una simulazione in continuo, è opportuno scegliere i seguenti metodi:

Per il modello di bacino:

- Perdite per infiltrazione: Soil Moisture Accounting (SMA);
- formazione del deflusso superficiale: Clark's UH;
- formazione del deflusso di base: Linear reservoir (serbatoio lineare);
- trasferimento in alveo dei deflussi: Lag method.

Per il modello meteorologico:

- scioglimento della neve: Temperature Index (indice di temperatura);
- evapotraspirazione: Monthly constant (Thornthwaite);
- solido di pioggia: Inverse distance squared method (inverso del quadrato della distanza).

La calibrazione è stata eseguita per il periodo 1/gen/1950 - 1/gen/1961: sono stati considerati 11 anni di cui uno (il primo) si usa per la fase di "warm up", ovvero la fase di avvio in cui le condizioni iniziali

immesse, difficilissime da determinare, influenzano la simulazione nei primi mesi, è opportuno, pertanto, prendere in considerazione solo gli output dal secondo anno in poi, in quanto saranno indipendenti dalle condizioni sopracitate.

Nella fase di calibrazione, si è preferito agire manualmente sul valore dei parametri del modello, piuttosto che utilizzare le possibilità offerte da Hec-Hms di procedere ad una calibrazione automatica; la procedura manuale è stata ritenuta più idonea in considerazione della complessità del modello in continuo creato (24 parametri), così da poter controllare più facilmente gli output.

Il processo di calibrazione (o validazione) può considerarsi concluso (Fig. 4) nel momento in cui gli idrogrammi simulati e misurati presentano volumi simili, in quanto quello che si mira ad ottenere in una simulazione di questo tipo è un bilancio idrico mensile, e tratti di ricarica e di esaurimento simili (i picchi è quasi impossibile coglierli in quanto sia le misure spesso non sono attendibili a causa di errori nella misurazione, sia perché risulta molto difficile modellare i processi idrologici a causa dell'enorme quantità di variabili che entrano in gioco).

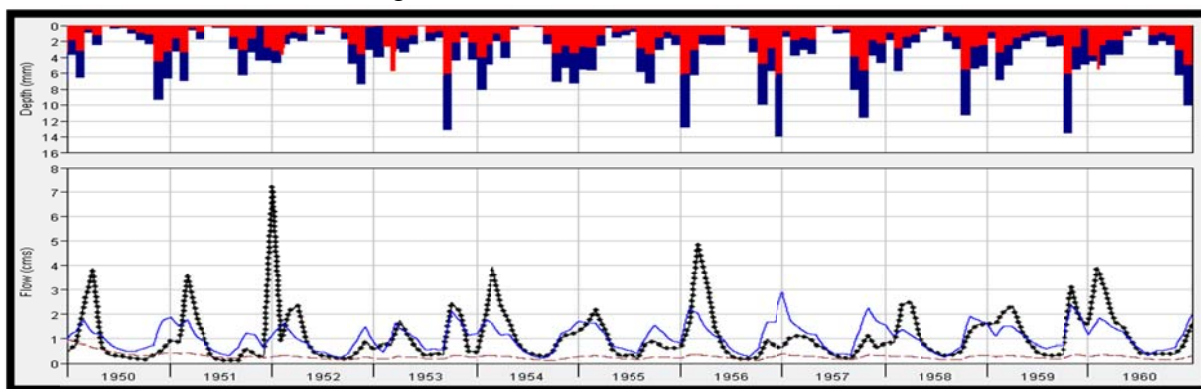


Fig. 4: Calibrazione dei parametri (idrogrammi: blu simulato, nero misurato, marrone di base, ietogrammi: rosso pioggia persa, blu scuro pioggia totale).

5. Calcolo del DMV alle varie prese e dighe attraverso le metodologie proposte sia dall'ADB, sia dall'Ente Parco Nazionale della Sila;
6. Implementazione del modello idrologico dei bacini del sistema silano mediante Hec-Hms nelle 3 condizioni di esercizio (vedi scopo tesi), in particolare, i parametri calibrati nel bacino di Garga a Torre Garga sono stati successivamente utilizzati nei modelli degli altri bacini del sistema, ammettendo la verosimile ipotesi che essi presentino analoghe caratteristiche geologiche e di uso del suolo del bacino sopracitato.

Risultati

Di seguito vengono riportati i risultati delle simulazioni, per semplicità, in termini di portate medie annue:

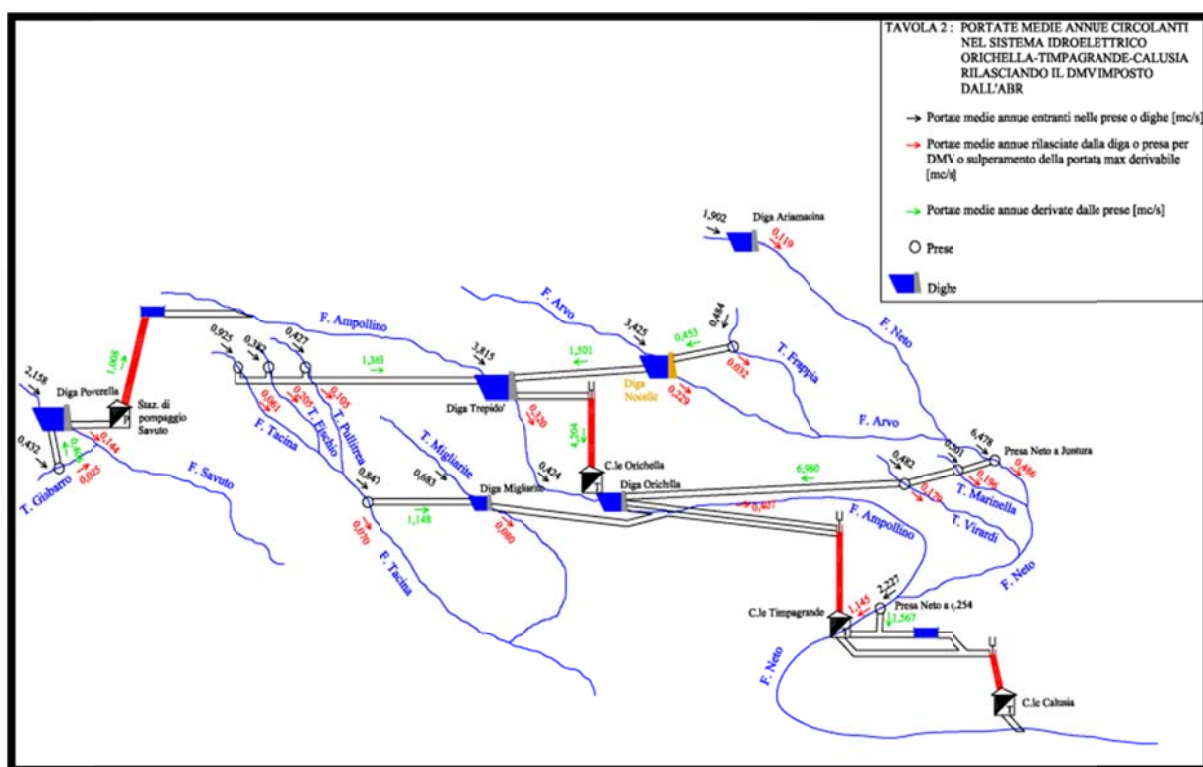


Fig. 5: Comportamento del sistema rilasciando il DMV imposto dall'ABR.

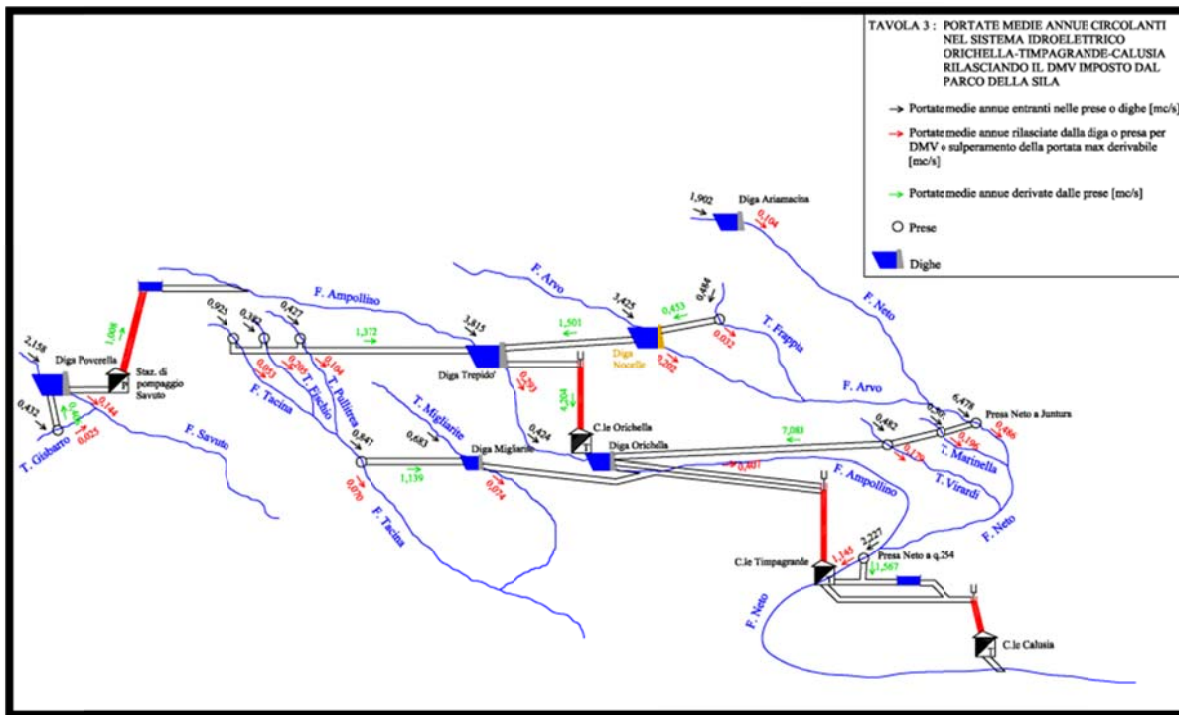


Fig. 6: Comportamento del sistema rilasciando il DMV imposto dall'Ente Parco.

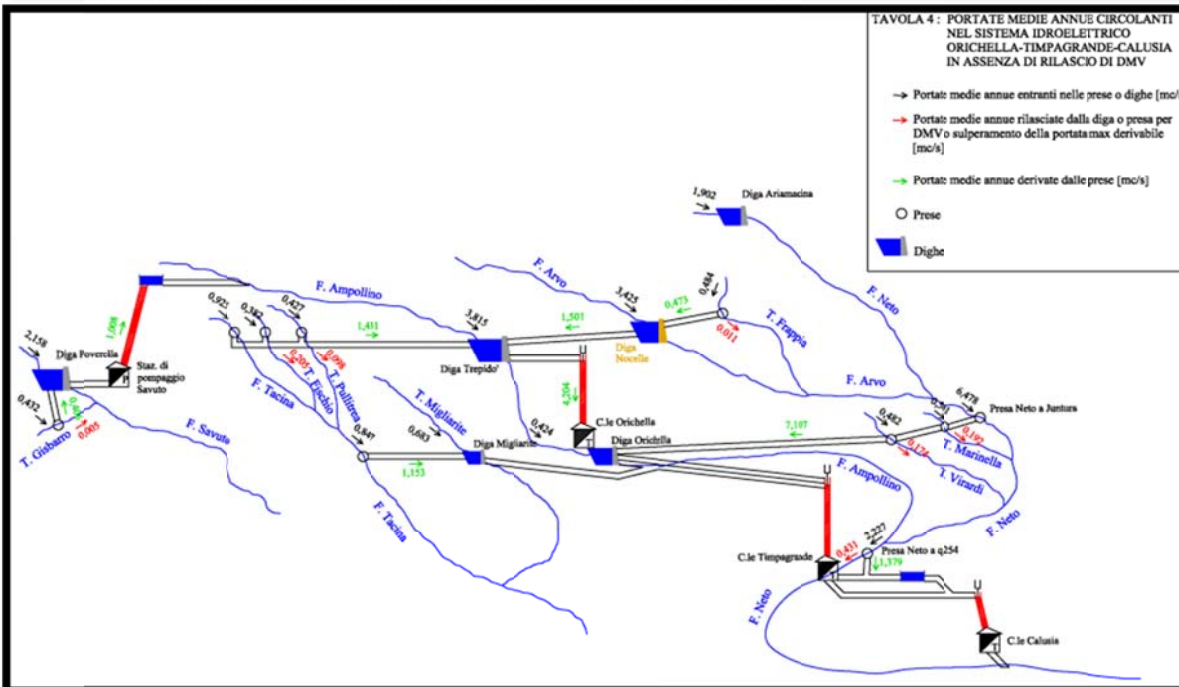


Fig. 7: Comportamento del sistema in assenza di rilascio del DMV.

Conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha avuto come scopo principale il bilancio idrico mensile del sistema Orichella-Timpagrande-Calusia per la produzione di energia idroelettrica, considerando il deflusso minimo vitale da rilasciare a valle di tutti gli sbarramenti (dighe e traverse) appartenenti al sistema stesso.

Di grande rilievo è stato scoprire, in fase di calibrazione, l'effettiva importanza che il fenomeno di accumulo e scioglimento della neve e la circolazione idrica sotterranea hanno sui deflussi dei bacini del sistema, in particolare, si fa notare, che una serie di dati idrometrici di più lunga durata e affidabilità, avrebbe garantito sicuramente la possibilità di calibrare contemporaneamente più bacini del sistema e quindi modellare una risposta idrologica più accurata.

Dai risultati ottenuti si evince che nei tronchi a valle delle dighe rientranti nel Parco della Sila, il valore del DMV risulta maggiore con la formula dell'ABR Calabria, che non tiene conto, allo stato, della differenziazione ipotizzata nella formula del Parco Nazionale della Sila in merito al parametro "G", rispetto al quale viene inserita l'ipotesi di corpo idrico fortemente modificato ai sensi del D.L. 152/2006.

Infine, in relazione ai valori risultati dalle simulazioni effettuate è in corso una verifica della produzione idroelettrica nelle 3 condizioni di esercizio suddette.