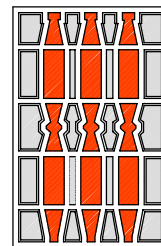




COMUNE DI
CITTÀ DI CASTELLO



TIBER ELETTRA S.r.l.



REGIONE UMBRIA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "LA CANONICA" SUL FIUME TEVERE



n. 2.3.1

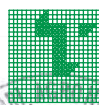
RELAZIONE IDROLOGICA

Committente:

TIBER ELETTRA S.r.l.

Via Marconi 7 -06012 - Città di Castello

Progettazione:



TECNIMP S.r.l.

Via Marconi n.7 -06012 Città di Castello (PG)
Tel. 0758557800 - e-mail: info@studiovincenti1983.it



1 PREMESSA.....	2
2 COMPATIBILITA' CON IL PAI.....	3
3 CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO	10
4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO.....	14
4.1 ACQUIFERI ALLUVIONALI.....	15
5 IDROLOGIA E PORTATE TURBINABILI.....	16
5.1 STAZIONI IDROGRAFICHE STORICHE ESISTENTI	16
5.2 COSTRUZIONE DELLA CURVA DI DURATA PER LA SEZIONE DI SANTA LUCIA	21
5.3 INTERPRETAZIONI E COMMENTI ALLE CURVE DI DURATA IN SEGUITO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO DELLA DIGA DI MONTEDOGLIO.....	30
5.4 CURVA DI DURATA DEL FIUME TEVERE ALLA SEZIONE DI PROGETTO.....	33
5.5 CALCOLO DEL MINIMO DEFLUSSO COSTANTE VITALE (MDCV)	35
5.6 CALCOLO DEL MINIMO DEFLUSSO VITALE DMV	36
5.7 CALCOLO DEL M.D.C.V SECONDO ABT TEVERE.....	37
5.8 CALCOLO DEL MDCV SECONDO IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE CON L'APPLICAZIONE DELLA LEGGE REGIONALE 10 DICEMBRE 2009 N. 25	40
6 CURVA DI DURATA DELLE PORTATE TURBINABILI -PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO	45
7 PARAMETRI DI CONCESSIONE.....	47

1 PREMESSA

Il presente **Progetto Definitivo** illustra gli interventi previsti per la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico, denominato “**La Canonica**”, sul fiume Tevere, nel comune di Città di Castello in provincia di Perugia, dov'era ubicato l'antico mulino della Canonica.

Il progetto prevede la captazione di parte delle acque del fiume Tevere mediante la realizzazione di uno sbarramento con 2 paratoie ad abbattimento totale, di altezza 4 metri, 50 metri a valle del vecchio mulino della Canonica, ed il rilascio completo della stessa immediatamente a valle.

Le opere previste dal progetto in esame sono costituite da:

- realizzazione dello sbarramento con numero 2 paratoie ad abbattimento totale della larghezza di 15 metri ciascuna, e dell'opera di presa in sponda sinistra
- realizzazione della scala di risalita per la fauna ittica in sponda sinistra, a lato del fabbricato di centrale, parzialmente interrato
- realizzazione dell'edificio di centrale parzialmente interrato in linea lungo il Tevere, e del canale di scarico a cielo aperto, di lunghezza 15 m circa

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico netto 4,00 m circa
- portata massima dell'impianto 20,00 m³/s
- portata media annua derivabile 7,29 m³/s
- produzione energetica media annua 2.130.000 KWh
- periodo di funzionamento dell'impianto: tutto l'anno

In riferimento alle leggi 9/91 e 10/91 relative al Piano Energetico e relative Norme di attuazione, l'opera in oggetto costituisce un'opera di pubblico interesse e di pubblica utilità ai sensi del comma 4, art. 1 della Legge 10/91: *“l'utilizzazione delle fonti di energia rinnovabile, tra cui l'idroelettrica, è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità, e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini dell'applicazione delle leggi sulle opere pubbliche”*.

Tale definizione è stata ribadita anche con il Dlgs n. 387 del 29 dicembre 2003, che all'art. 12 comma 1 prevede che *“Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti”*, ed al comma 7 stabilisce che *“gli impianti di produzione di energia*

elettrica, di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c) possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici”.

L'impianto proposto risulta inoltre in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili.

Nella Figura 1 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è mostrato l'estratto dalla Carta Tecnica regionale con l'indicazione dell'area di progetto.



Figura 1: Estratto dalla Carta Tecnica Regionale(CTR), con indicazione dell'area di progetto

2 COMPATIBILITA' CON IL PAI

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico, di seguito denominato P.A.I., persegue la migliore compatibilità tra le aspettative di utilizzo e di sviluppo del territorio e la naturale dinamica idrogeomorfologica del bacino, nel rispetto della tutela ambientale e della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture.

L'ambito territoriale di applicazione del Piano è costituito dall'intero bacino idrografico del fiume Tevere, così come definito dal D.P.R. 1° Giugno 1998.

La delimitazione delle fasce fluviali e delle zone di rischio sul reticolo principale è contenuta nell'elaborato cartografico “Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale”.

Come si può dedurre dalla cartografia seguente **l'opera in progetto è inserita in fascia B; l'accesso al corpo centrale è però ubicato al di fuori della fascia B.**

Le Norme di Attuazione del PAI per la fascia B prevedono quanto segue (Art. 29):

1. *Nella fascia B il P.A.I. persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di invaso della piena di riferimento, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.*

2. Nella fascia B, sono ammessi:

a) tutti gli interventi consentiti in fascia A di cui all'art. 28;

Nella fascia A sono ammessi esclusivamente:

- a) gli interventi edilizi di demolizione senza ricostruzione;
- b) gli interventi edilizi sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, di manutenzione ordinaria, straordinaria, restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia, così come definiti alle lettere a), b), c) e d) dell'art. 3 del DPR 380/2001 e s.m.i., nonché le opere interne agli edifici, ivi compresi gli interventi necessari all'adeguamento alla normativa antisismica, alla prevenzione sismica, all'abbattimento delle barriere architettoniche ed al rispetto delle norme in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro, nonché al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie, funzionali, abitative e produttive. Gli interventi di cui sopra possono comportare modifica delle destinazioni d'uso senza incremento del carico urbanistico, aumento di volume ma non della superficie di sedime ad eccezione delle opere necessarie per l'abbattimento delle barriere architettoniche e degli adeguamenti impiantistici e tecnologici in adempimento alle norme in materia di sicurezza e risparmio energetico; tali interventi devono essere realizzati in condizioni di sicurezza idraulica senza modifica delle condizioni di deflusso della piena previo parere dell'autorità idraulica competente;
- c) gli interventi volti alla messa in sicurezza delle aree e degli edifici esposti al rischio a condizione che tali interventi non pregiudichino le condizioni di sicurezza idraulica a monte e a valle dell'area oggetto di intervento;
- d) gli interventi necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici, delle infrastrutture e delle attrezzature esistenti ed a migliorare la tutela della pubblica incolumità senza aumento di superficie e di volume;
- e) gli interventi di ampliamento di opere pubbliche o di pubblico interesse, riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché di realizzazione di nuove infrastrutture lineari e/o a rete non altrimenti localizzabili, compresa la realizzazione di manufatti funzionalmente connessi e comunque ricompresi all'interno dell'area di pertinenza della stessa opera pubblica. E' consentita altresì la realizzazione di attrezzature ed impianti sportivi e ricreativi all'aperto con possibilità di realizzazione di modesti manufatti accessori a servizio degli stessi. Tali interventi sono consentiti a condizione che tali interventi non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile e sono subordinati all'autorizzazione dell'autorità idraulica competente;
- f) gli interventi per reti ed impianti tecnologici, per sistemazioni di aree esterne, recinzioni ed accessori pertinenziali di arredo agli edifici, alle infrastrutture ed alle attrezzature esistenti, purché non comportino la realizzazione di nuove volumetrie, alle condizioni di cui alla lettera e) e previo parere dell'autorità idraulica competente;
- g) la realizzazione di manufatti di modeste dimensione al servizio di edifici, infrastrutture, attrezzature e attività esistenti, realizzati in condizioni di sicurezza idraulica e senza incremento dell'attuale livello di rischio e previo parere dell'autorità idraulica competente;
- h) le pratiche per la corretta attività agraria con esclusione di ogni intervento che comporti modifica della morfologia del territorio
- i) interventi volti alla bonifica dei siti inquinati, ai recuperi ambientali ed in generale alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione dei fattori di interferenza antropica;
- l) le occupazioni temporanee, a condizione che non riducano la capacità di portata dell'alveo realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- m) gli interventi di manutenzione idraulica come definiti nell'allegato "Linee guida per l'individuazione e la definizione degli interventi di manutenzione delle opere idrauliche e di mantenimento dell'efficienza idraulica della rete idrografica";
- n) gli edifici e i manufatti finalizzati alla conduzione delle aziende agricole, purché realizzate in condizioni di sicurezza idraulica e senza incremento dell'attuale livello di rischio;

- o) gli interventi di difesa idraulica così come disciplinati dall'art. 33;*
 - p) l'attività estrattiva nei limiti previsti dall'articolo 34;*
 - q) gli interventi e le attività connessi alla navigazione nei tratti classificati, purché ricompresi in piani di settore o regionali, ed a condizione che non costituiscano fonte di trasporto per galleggiamento di mezzi o materiali durante la piena.*
 - b) gli interventi di ristrutturazione urbanistica sugli edifici, sulle infrastrutture sia a rete che puntuali e sulle attrezzature esistenti e relative aree di pertinenza, sia private che pubbliche o di pubblica utilità, così come definiti dalle normative vigenti, nonché di ampliamento e modifica della destinazione d'uso, a condizione che tali interventi siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica e non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità di invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile e previo parere dell'autorità idraulica competente;*
 - c) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate, da realizzarsi secondo le modalità prescritte in sede di autorizzazione;*
 - d) gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici generali vigenti alla data di entrata in vigore del P.A.I. nelle zone omogenee A, B e D (limitatamente al completamento di lotti residui in ambiti totalmente o parzialmente urbanizzati), nelle zone F (limitatamente alle attrezzature di carattere generale e pubblico) di cui al decreto interministeriale 1444/68, subordinando l'attuazione delle previsioni alla loro messa in sicurezza.*
3. *È richiesta specifica autorizzazione dell'autorità idraulica competente relativamente agli interventi disciplinati ai sensi del RD 524/1904; in particolare nei casi di cui alla lettere a c),d) del precedente comma 2.*

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è mostrato l'Estratto dal P.A.I. con l'ubicazione dell'impianto

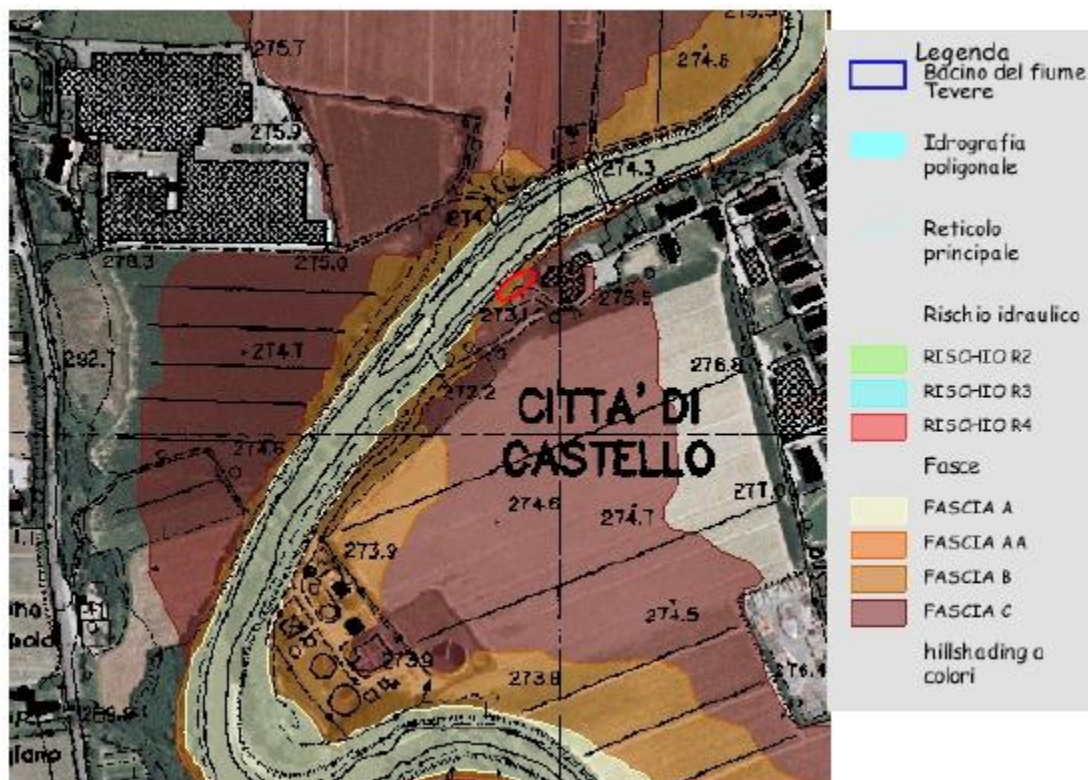


Figura 2: Estratto PAI- Delimitazione fasce fluviali

Per quanto riguarda la perimetrazione delle aree a pericolosità idrogeologica (in quanto esposte a potenziali o effettivi dissesti), vengono individuati i livelli di rischio distinguendo la **pericolosità – rischio da frana** o geomorfologico e la **pericolosità – rischio idraulico**.

I livelli di rischio sono i seguenti:

- R1: Rischio moderato
- R2: Rischio medio
- R3: Rischio elevato
- R4: Rischio molto elevato

L'area di progetto è ricompresa in area a Rischio Idraulico medio (R2), come si può vedere nell' estratto riportato nella Figura 3.

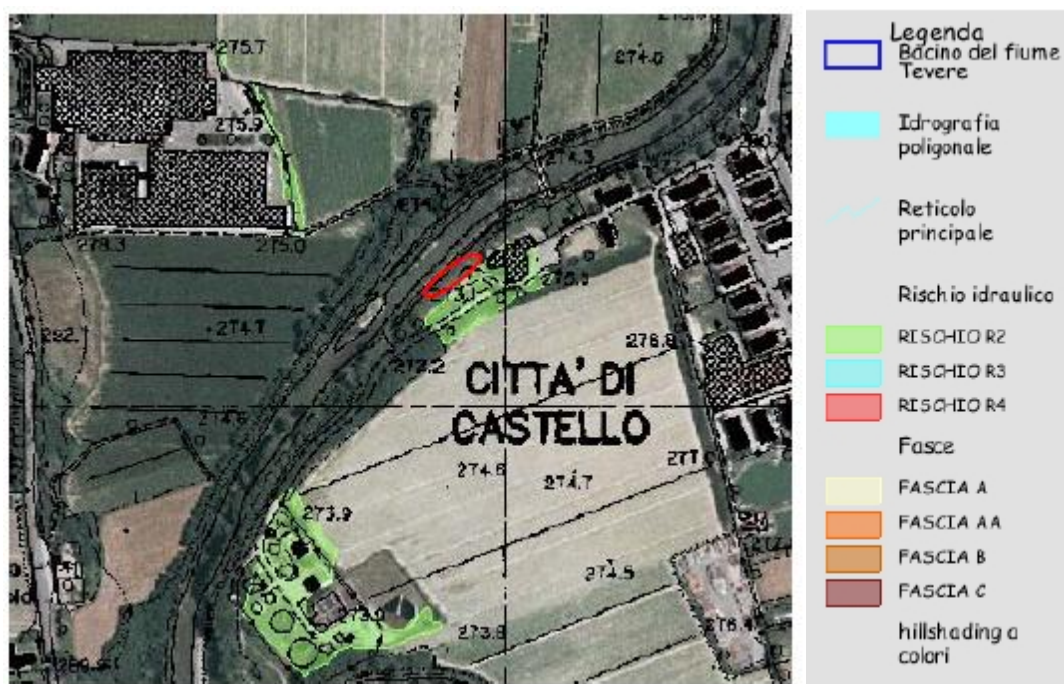


Figura 3: Estratto del PAI Rischio idraulico

Si riporta infine nella Figura 4 l'estratto della cartografia dell'assetto geomorfologico, da cui si può vedere che l'area in oggetto non presenta frane, né attive né quiescenti

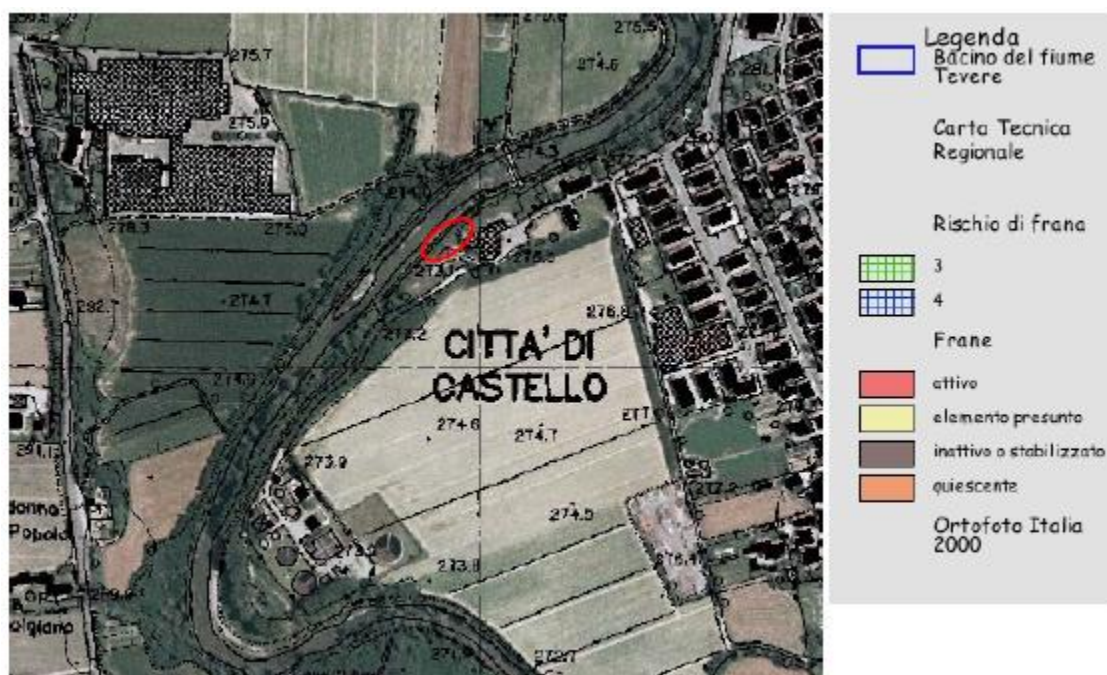


Figura 4: Estratto del PAI - Assetto geomorfologico

Per la verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto con il deflusso delle portate di piena di riferimento, si fa riferimento alla *relazione generale di calcolo idraulico allegata al seguente progetto*, che contiene la verifica idraulica in moto permanente in corrispondenza delle stesse, sia nelle condizioni di stato attuale dei luoghi che in quello di stato di progetto.

La simulazione idraulica effettuata per l'elaborazione del PAI è stata effettuata con le portate al colmo di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100, e 200 anni.

L'area di progetto si trova molto prossima alla sezione del modello idraulico del tratto A del fiume Tevere identificata come 918 (Figura 6), come riportato nella Figura 5 riportata di seguito.



Figura 5: Cartografia estratta dal Pai con indicate le sezioni utilizzate per la modellazione idraulica del PAI



Figura 6 :Sezione TV 0918. Dati estratti dal rilievo SIA Regione Umbria nel 2001

Di seguito nella Tabella 1 si riportano le portate di piena e i corrispondenti livelli idrici di piena estratti dal PAI, per la sezione in esame 918.

Tabella 1: Sezione fluviale TV 918 e relative portate TR 50, 100, 200 e 500 con massimi livelli.

SEZIONI FLUVIALI					
codice identificativo: TV_0918					
Tratto	Tevere_A				
Dati portate					
Tempo di ritorno (anni)	Q. totale (mc/s)	W.S. Elev (m)	Velocita' sx (m/s)	Velocita' canale (m/s)	Velocita' dx (m/s)
50	459,00	273,50	0,55	2,79	0,46
100	515,00	273,86	0,58	2,90	0,53
200	609,00	274,27	0,64	3,15	0,62
500	844,00	275,22	0,49	3,16	0,53

Per la verifica della compatibilità idraulica delle opere in progetto con deflusso delle portate di pieni di riferimento, si fa comunque riferimento alla relazione generale di calcolo idraulico, che contiene la verifica idraulica in moto permanente in corrispondenza delle stesse, nelle seguenti condizioni:

- stato attuale
- stato di progetto/esercizio con portate di TR 50, 100, 200 anni
- stato di progetto/esercizio in caso di frazionamento del dispositivo mobile con avaria di una paratoia con portata di 200 anni

3 CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

Il fiume Tevere è il principale fiume dell'Italia centrale e peninsulare.

È il terzo fiume italiano per lunghezza (392 km) dopo il Po e l'Adige, ed in assoluto il secondo per ampiezza del bacino idrografico (17.156 km²) dopo il Po. Il Tevere risulta inoltre anche il 3° fiume italiano per volume di acque dopo Po e Ticino con quasi 240 m³/s di portata media annua alla foce.

Il fiume trae origine dalle pendici del Monte Fumaiolo a 1.268 m s.l.m., sul lato che volge verso la Toscana, vicino alla località le Balze, frazione del comune di Verghereto (in Provincia di Forlì-Cesena), e dopo 392 Km sfocia nel mar Tirreno.

Fu Mussolini che nel 1923 spostò i confini regionali (confini che in effetti scendevano molto oltre il crinale verso la città di Forlì, dando luogo a quella che era chiamata la Romagna Toscana), affinché le sorgenti del Tevere fossero nel forlivese, cioè appunto nella sua provincia di origine, includendo il Monte Fumaiolo, che fino ad allora era in Toscana, nell'Emilia-Romagna.



Figura 7 :Sorgente del Tevere sul Monte Fumaiolo

A pochi chilometri dalla sorgente, il Tevere lascia la Romagna ed entra in Toscana (provincia di Arezzo) attraversandola per un breve tratto con regime torrentizio. Tra Pieve Santo Stefano e Sansepolcro, assieme a tre affluenti minori, dà vita al Lago di Montedoglio.

Attraversa poi l'Umbria scendendo da quota 300 a quota 50 m (Alta valle tiberina). Questo tratto finale del corso del Tevere in Umbria di circa 50 km costituisce il Parco fluviale del Tevere. Arrivato a Orte tra Umbria e Lazio, riceve le abbondanti acque del Nera-Velino, e si accinge a delimitare la Tuscia e la Sabina. Le enormi anse si alternano a golene e aree ripariale. Alla confluenza del Farfa tra i comuni di Nazzano e Montopoli si trova la Riserva

naturale Tevere Farfa, area umida di importanza internazionale per l'aviofauna migratoria e per la preservazione delle biodiversità.

Infine attraversa Roma, ricevendo il fiume l'Aniene che incrementa la portata media a quasi 240 m³/s e infine, dopo altri 30 km, sfocia nel Mar Tirreno, non più a Ostia come un tempo, ma a Fiumicino, in un delta di due soli bracci, uno naturale detto Fiumara grande e l'altro artificiale (il Canale di Traiano), che delimitano l'Isola Sacra.

Il bacino del Tevere è ricco di affluenti e subaffluenti, ma il fiume riceve la maggior parte delle sue acque dalla riva sinistra, dove ha come adduttori principali il sistema Chiascio - Topino, il Nera (che raccoglie le acque del fiume Velino) e l'Aniene.

I tributari della riva destra sono il Nestore, il Paglia (con il Chiani), e il Treja, a cavallo tra le province di Roma e Viterbo, attorno al quale, in consorzio fra i comuni di Mazzano Romano e Calcata, è stato costituito dal 1982 il Parco regionale Valle del Treja.

Il fiume fu utilizzato per molti secoli come via di comunicazione: in epoca romana il naviglio mercantile poteva risalire direttamente fino a Roma, all'Emporio che era situato ai piedi dell'Aventino, mentre barche più piccole e adatte alla navigazione fluviale trasportavano merci e prodotti agricoli dall'Umbria, attraverso un sistema navigabile capillare che penetrava nella regione anche attraverso gli affluenti, in particolare Chiascio e Topino.

Il limite del bacino idrografico del Tevere risulta stabilito da due linee di spartiacque, una orientale e l'altra occidentale.

La linea orientale separa il bacino dai corsi d'acqua del versante Adriatico, sviluppandosi prevalentemente lungo la dorsale appenninica per una lunghezza di circa 474 km ed a una quota in prevalenza elevata. I punti più importanti per i quali passa sono il Monte Fumaiolo (m.1408) sul cui versante meridionale si trovano le sorgenti del Tevere, il Pizzo dei Tre Vescovi (m.1227), il Passo di Viamaggio (m.998), il crinale dell'Alpe della Luna, i valichi di Bocca Trabaria e di Bocca Seriola, i colli di Gubbio e di Fassato dove essa raggiunge il crinale dell'Appennino centrale.

La linea dello spartiacque occidentale si sviluppa prevalentemente lungo l'Antiappennino, sull'allineamento formato dai rilievi vulcanici compresi tra i Colli Albani ed il Monte Amiata e dall'Alpe di Poti, Alpi di Catenaia e Alpi di Serra, per una lunghezza di circa 403 km, ed a quote meno elevate della linea orientale.

Il territorio è fortemente caratterizzato dalla presenza della valle del Tevere, che si snoda da Nord a Sud con lievi deviazioni da tale direzione, in posizione decisamente asimmetrica nel tratto centrale, dove si allontana decisamente dalle catene montuose centrali appenniniche, andando a bordare la base dei rilievi vulcanici al margine orientale della provincia laziale.

L'orografia del bacino risulta caratterizzata dai rilievi montuosi appenninici, aventi orientamento Nord Ovest - SudEst, che raramente, soltanto nei settori orientale e sudorientale, superano le quote di 1.500 m s.l.m..

Gli stessi rilievi risultano intervallati da valli e piane interne che si snodano con le medesime orientazioni del forte controllo strutturale.

In pratica, soltanto il corso del fiume Nera risulta “trasversale” alle strutture suddette, scorrendo da NordEst a SudOvest.

Procedendo da Est verso Ovest, le stesse catene montuose passano a rilievi più dolci, fino a vere e proprie colline come quelle nei dintorni del lago Trasimeno, dell'area di Perugia e le colline che bordano la media e bassa valle del Tevere.

Anche l'allineamento dei rilievi vulcanici che chiude il bacino ad Ovest, si presenta come una lunga fascia collinare, fatta eccezione per il rilievo isolato del Monte Amiata, che si erge fino a 1.800 m. slm.

Dal punto di vista idromorfologico l'intero fiume può essere suddiviso in 3 parti.

Il tratto montano - dalle origini fino all'inizio della diga di Montedoglio presso Peive Santo Stefano in Toscana – presenta carattere torrentizio, substrato irregolare e roccioso, acque basse con scorrimento veloce ed elevata turbolenza.

Il tratto intermedio, fino alla confluenza con il fiume Nera, presenta anch'esso carattere torrentizio. Il substrato è prevalentemente ciottoloso, e la pendenza variabile determina un'alternanza di tratti con pozze mediamente profonde e lunghe fino a qualche centinaio di metri e tratti a scorrimento veloce, moto turbolento e con modesta profondità.

Il tratto finale, fino alla foce, presenta regime tipicamente fluviale.

Il Tevere umbro è quasi interamente compreso nel tratto intermedio.

Oltre ad essere stato individuato come corpo idrico significativo, il tratto del fiume fino a Pierantonio, nell'Alto Bacino del Tevere, è stato classificato come corpo idrico idoneo alla vita dei pesci. La stessa destinazione funzionale è stata attribuita al torrente Soara, suo affluente in sinistra idrografica.

Lungo l'asta del Tevere, nei tratti iniziale e medio, sono stati realizzati una serie di invasi che ne frammentano la continuità.

Il primo sbarramento, la diga di Montedoglio situata in località Gorgabuia in Toscana, è recentemente entrato in esercizio. L'invaso, con superficie di circa 8 km² e capacità di 142,5 milioni di m³, è destinato principalmente all'utilizzo irriguo ed idropotabile.

Più a valle, in Umbria, nel sottobacino del Medio Tevere, sono stati realizzati negli anni '60 due sbarramenti a scopi idroelettrici che hanno creato gli invasi artificiali di Corbara (superficie lacustre superiore a 10 km², profondità massima 51 metri, volume di invaso di 192 milioni di m³) e di Alviano (superficie lacustre 1.5 km² e profondità massima 11 metri), inserito in una delle più importanti oasi faunistiche, che comprende anche 500 ettari di palude. Tali invasi sono stati individuati come corpi idrici significativi.

Il corso d'acqua si sviluppa con dieci stazioni di monitoraggio su tre sottobacini. Il fiume che attraversa da nord a sud l'intera regione dell' Umbria mantiene in ogni stagione una buona portata.

Ospita nelle sue vicinanze centri urbani di rilevanti dimensioni, quali Città di Castello, Umbertide, Perugia, Todi che giustificano la presenza di importanti impianti di depurazione: San Giustino Selci-Lama, Città di Castello Canonica, Umbertide Pian d'Assino, Perugia Ponte Valleceppi, Perugia Ponte San Giovanni, Perugia Ponte Rio, Perugia San Martino in Campo, Deruta Capoluogo, Cannara Don Minzoni, Todi Cascianella.

Relativamente alle attività agronomiche, lungo il suo corso si distinguono in via prioritaria la coltivazione di mais, tabacco e girasole. Estese aree a prevalente destinazione agricola si ritrovano nell'Alto Tevere tra Umbertide e Ponte Felcino e nel sottobacino del Medio Tevere tra Deruta e Todi Pantalla. Importanti allevamenti zootecnici sono localizzati nel sottobacino del Chiascio, condizionando le acque del Tevere comprese nella parte alta del sottobacino del Medio Tevere.

Alla chiusura in esame di La Canonica, in corrispondenza dell'opera di presa in progetto, il bacino del fiume Tevere presenta le seguenti caratteristiche:

- **Superficie: 881 km²**
- **Quota massima: monte dei Frati (Alpe della Luna) 1.453 m s.l.m.**
- **Quota della sezione di chiusura all'opera di presa: 268.80 m s.l.m.**
- **Quota media: 790 m s.l.m.**

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI PROGETTO

L'area di progetto ricade nell'Alta valle del Tevere, che si estende dalla stretta di Montedoglio fino all'altezza di Città di Castello per circa 135 Km².

I terreni che bordano i depositi alluvionali sono rappresentati nel settore orientale da formazioni flyschoidi della serie umbro-marchigiana e di quella toscana; la porzione nordoccidentale è costituita da terreni argilloso-calcarei, argilloscisti e metamorfici della serie ofiolitifera alloctona ligure dei monti Rognosi. Depositi lacustri villafranchiani si rinvenivano nel settore occidentale, da Anghiari a Citeria, e meridionale all'altezza di Città di Castello.

Una porzione meridionale del margine occidentale è rappresentata infine da terreni flyschoidi umbri.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali si rivelano situazioni differenti. È presente una fascia, posta lungo il margine orientale da San Sepolcro a Città di Castello, costituita da alluvioni antiche terrazzate giacenti a quote fino a 50 m al di sopra di quelle attuali; la massima ampiezza si registra a partire dalla porzione a sud di San Giustino. Tra queste alluvioni e l'alveo attuale del Tevere si interpongono altre alluvioni terrazzate con un'elevazione inferiore rispetto al fiume Tevere.

Situazione analoga si ripete nella parte occidentale ma interessa superfici arealmente ridotte.

Il reticolo idrografico è caratterizzato dalla presenza, in sinistra del Tevere, di numerosi affluenti che scendono dai rilievi appenninici formando consistenti conoidi alluvionali, mentre in destra fluviale esiste un unico sistema importante, costituito dai torrenti Soara e Cerfone che confluiscono nel Tevere poco a nord di Città di Castello.

Il tracciato del Tevere si mantiene, infatti, prossimo al margine nord-est delle alluvioni (asse circa EO) fino all'altezza di San Sepolcro, poi assume un andamento circa NO-SE fino a spingersi, a sud di Pistrino, a ridosso del margine occidentale della piana, posizione che mantiene fino a Città di Castello.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni presenti nell'area possiedono diversi gradi di permeabilità, in funzione delle diverse formazioni interessate. I terreni affioranti in corrispondenza del bordo orientale della valle hanno permeabilità bassa o medio-bassa e lo stesso può dirsi per i terreni a nord. Troviamo alta permeabilità quasi esclusivamente nelle alluvioni fluviali, che colmano la valle e sono sede dell'acquifero studiato. La permeabilità è comunque molto variabile in relazione all'estrema eterogeneità della porosità efficace che contraddistingue i depositi alluvionali.

L'idrogeologia riveste un' importanza fondamentale nell'ambito del bacino del Tevere in merito alle risorse idriche. Nell'ambito del bacino infatti si vengono a trovare alcune tra le più importanti sorgenti d'Italia, con valori di portata che in qualche caso superano i 10 m³/s.

I sistemi acquiferi legati alle strutture carbonatiche che affiorano ai margini orientali e meridionali del bacino idrografico ne ampliano notevolmente i limiti agli effetti della risorsa idrica in generale e della disponibilità di acque pregiate in particolare.

4.1 ACQUIFERI ALLUVIONALI

La Regione Umbria ha intrapreso a partire dagli anni ottanta una serie di approfondite indagini idrogeologiche e di attività di sorveglianza e monitoraggio qualitativo e quantitativo allo scopo di valutare lo stato delle risorse idriche della regione a seguito del loro sovrasfruttamento e inquinamento.

L'espansione sul territorio delle aree urbane ed industriali, della zootecnia e dell'agricoltura intensiva hanno causato negli ultimi anni preoccupanti effetti sulla disponibilità e qualità delle risorse idriche sotterranee.

Per quanto riguarda l'Alta Valle del Tevere è un'area ad alta vocazione agricola che ha sviluppato negli ultimi anni colture di tipo specializzato.

Attualmente non sono noti studi o censimenti che valutano il carico di fertilizzanti.

Per quanto riguarda, invece, pesticidi e diserbanti sono stati stimati dalla USL Alta Valle del Tevere i quantitativi dei principali prodotti utilizzati e sono stati ricercati, con esito negativo, nelle falde quelli più solubili.

L'attività zootecnica presenta la maggiore concentrazione nei dintorni di Sansepolcro (settore settentrionale del bacino); l'attività industriale, concentrata nell'area compresa tra Città di Castello e San Giustino, produce scarichi e rifiuti organici difficilmente biodegradabili.

5 IDROLOGIA E PORTATE TURBINABILI

Il Servizio Idrografico della Regione dell'Umbria è stato istituito a seguito della legge 319/76 che obbliga le Regioni ad effettuare il rilevamento delle caratteristiche quantitative dei corpi idrici superficiali. Il Servizio Idrografico regionale si occupa dell'acquisizione, elaborazione e pubblicazione dei dati idrologici ed idrometrici relativi all'intero territorio regionale.

Per assolvere a tali compiti, dal 1984 è stato istituito un sistema di monitoraggio che controlla i principali nodi del reticolo idrografico regionale, costituito da una rete formata da idrometri, pluviometri, termometri, stazioni meteorologiche e di qualità delle acque.

Il sistema permette di accedere alle seguenti informazioni:

- ubicazioni delle stazioni
- caratteristiche tecniche delle stazioni e dei sensori
- enti proprietari
- dati degli annali idrologici

5.1 STAZIONI IDROGRAFICHE STORICHE ESISTENTI

Per il tratto di fiume Tevere oggetto del presente studio, esiste una stazione di misura dei livelli idrici, con correlata scala delle portate defluenti in alveo, in Comune di Città di Castello, circa 2 km a valle dell'area di progetto. Tale stazione di misura è detta di Santa Lucia ed è mostrata nelle Figure Figura 8, Figura 9 Figura 10.

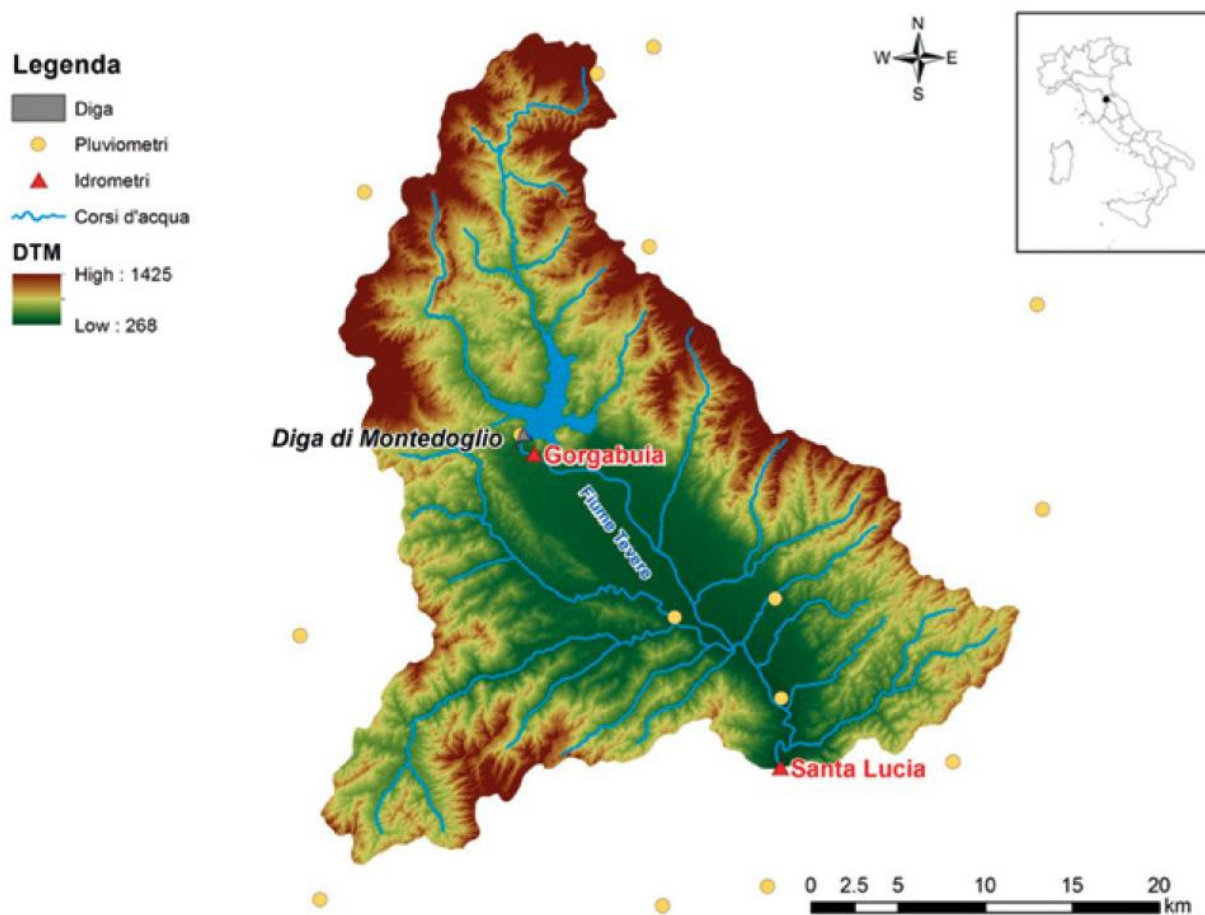


Figura 8: Bacino del fiume Tevere alla sezione di chiusura di Santa Lucia



Figura 9: Ubicazione della stazione di misura di Santa Lucia, sita 2 Km circa a valle dell'opera in progetto nella carta 1:100.000 IGM



Figura 10: Aerofotogrammetria della zona dell'idrometro di Santa Lucia, con indicata la sezione strumentata

Tale stazione, posta a quota 268 m s.l.m., alle coordinate Nord 4811367 ed Est 2296539, presenta un bacino imbrifero sotteso di 934 Km².

Nella Figura 11: Sezione del Tevere presso l'idrometro di Santa Lucia estratta dal sito del sistema idrografico regionale.

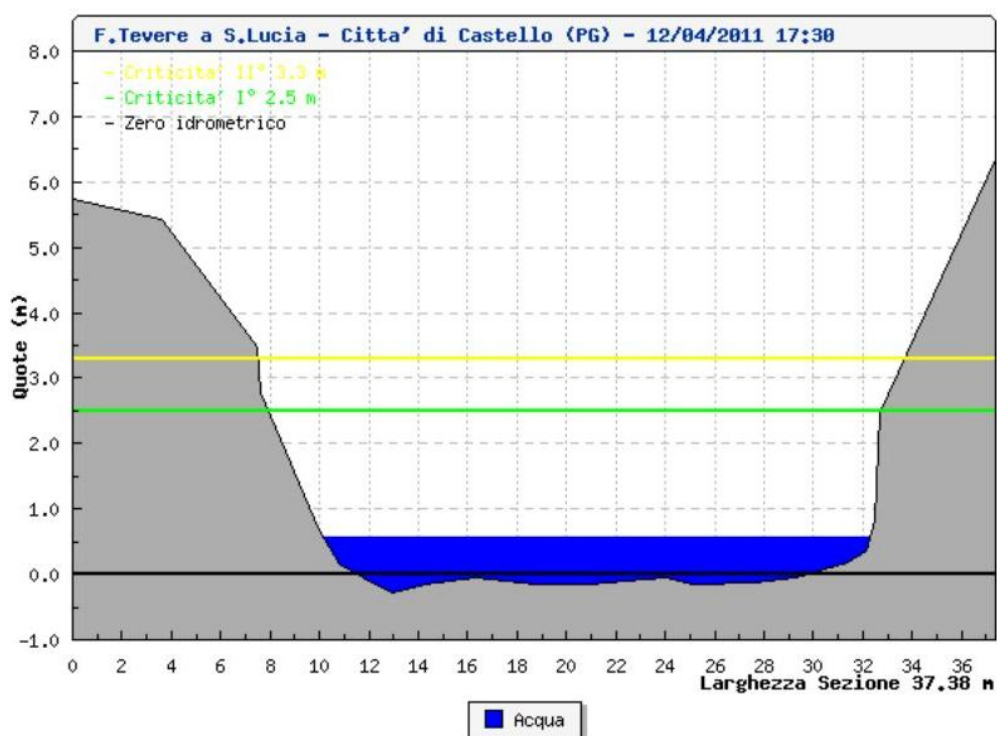


Figura 11: Sezione del Tevere presso l'idrometro di Santa Lucia

Per il reperimento dei dati degli ultimi anni della suddetta stazione, è stata fatta richiesta all'ufficio Idrografico della Regione Umbria. I dati reperiti sono riferiti agli anni 1993-2011 e sono stati validati dall'ufficio stesso, il che gli attribuisce un alto grado di affidabilità.

E' stato deciso di utilizzare al fine del calcolo delle portate turbinabili solamente gli anni 1993-2009 poiché l'anno 2010 presentava lacune dal punto di vista dei dati ricevuti al momento della redazione di questo studio.

Inoltre è stato deciso di non utilizzare l'anno 2011 poiché a seguito dell'incidente occorso allo sfioratore di superficie il giorno 30/12/2010 la gestione operativa dei rilasci idrici della diga risultava anomala ; tale influenza che si è sicuramente rilevata anche nella stazione di Santa Lucia si è ritenuto che potesse possa essere utile al fine della costruzione della Curva di durata delle portate turbinabili

Si è deciso di fare riferimento solo ai dati relativi alle portate, piuttosto che ai dati di pioggia del bacino, in quanto la sezione di chiusura dell'idrometro dista relativamente poco rispetto alla sezione oggetto del progetto quindi non si ritiene necessario ragguagliare con ulteriori studi delle piogge.

Inoltre al fine di studiare l'effetto dei rilasci dalla diga di Montedoglio, è stata fatta richiesta dei dati relativi alla stazione idrometrica di Gorgabuia (Figura 12: Aerofotogrammetria della zona dell'idrometro di Gorgabuia, con indicata la sezione strumentata), situata immediatamente a valle della diga di Montedoglio e della centrale idroelettrica posta presso uno dei due scarichi dell'invaso.



Figura 12: Aerofotogrammetria della zona dell'idrometro di Gorgabuia, con indicata la sezione strumentata

Gli anni di riferimento in questione sono stati gli anni dal 2002 al 2009, anni in cui la diga funzionato a regime insieme alla piccola centrale idroelettrica posta allo scarico della stessa..

Nel tratto compreso tra l'impianto la Canonica e la stazione di misura di Santa Lucia, si immette nel Tevere in sinistra idrografica il torrente Soara: questo torrente presenta un bacino imbrifero di 53 Km² come indicato nella Figura 13. Nella Tabella 2 è mostrato il riepilogo delle aree del bacino imbrifero alla sezione di progetto.

Tabella 2: Riepilogo aree del bacino imbrifero alla sezione di progetto

Area bacino imbrifero alla sezione di progetto	881 Km²
Area bacino imbrifero alla sezione dell' idrometro di S. Lucia	934 Km²
Area bacino imbrifero del Torrente Soara	53 Km²
Differenza percentuale	5.6%

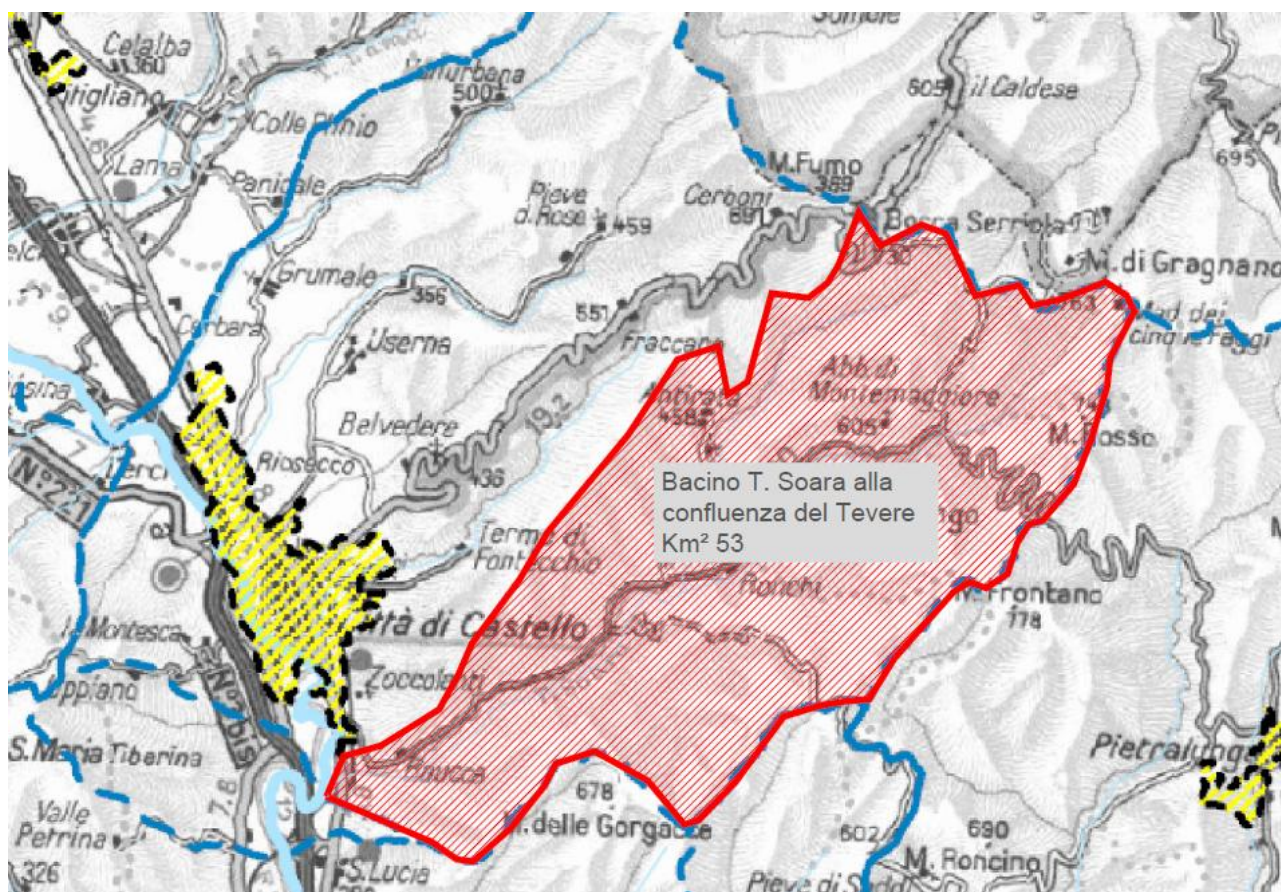


Figura 13: Bacino del torrente Soara

Pertanto, ai fini della costruzione delle curve di durata per l'impianto in progetto, si considerano come rappresentativi i dati idrometrici direttamente ricavati dalla stazione di misura di portata di Santa Lucia diminuiti in del 5.6%.

Si è scelto di adottare questa diminuzione in loco di altre formule di ragguaglio per i seguenti motivi:

- l'area di bacino che fa riferimento al torrente Soara non risente dell'influenza dell'invaso di Montedoglio durante i mesi estivi quindi le formule di ragguaglio non sarebbero corrette, poiché non tengono conto della presenza di eventuali invasi.
- una variabilità del 5.6% sulle portate medie, ai fini dello studio della portata turbinabile per un impianto sotto 1 MW di potenza, è alquanto influente specialmente sulla scelta delle turbine e sulla determinazione delle portate massime e minime turbinabili.

5.2 COSTRUZIONE DELLA CURVA DI DURATA PER LA SEZIONE DI SANTA LUCIA

Una volta reperiti tutti i dati relativi alle portate, si è provveduto alla costruzione delle curva di durata.

La curva di durata è la rappresentazione idrologica predefinita per lo studio delle centrali ad acqua fluente e serve per conoscere il numero di giorni durante i quali ciascuna specifica portata è raggiunta o superata.

La curva di durata può essere ricavata relativamente ad uno specifico anno, oppure ad una molteplicità di anni. Una volta ricavata una curva rappresentativa della sezione di interesse è possibile ottenere il volume derivabile ai fini della produzione di energia elettrica, e quindi calcolare i dati definitivi per procedere alla richiesta per la concessione di derivazione di acque pubbliche.

**IMPIANTO IDROELETTRICO "LA CANONICA" SUL FIUME TEVERE A CITTA' DI CASTELLO (PG)
PROGETTO DEFINITIVO _ RELAZIONE IDROLOGICA**

Per la costruzione delle curve, sono stati analizzati i dati relativi disponibili e validati degli anni 1993-2009 come precedentemente esposto. Per prima cosa si è proceduto all'ordinamento delle portate medie giornaliere dalla più grande alla più piccola Tabella 3. Il numero di valori per anno è pari al numero di giorni dell'anno (365).

Tabella 3 Portate alla sezione di Santa Lucia, suddivise per anni ed in ordine crescente

Portate in m³/s rilevate presso la sezione di Santa Lucia sul fiume Tevere															
1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009
0,49	1,1	1,68	1,24	1,52	1,55	1,78	1,45	1,59	1,93	2,24	3,53	3,26	2,02	1,83	2,22
0,49	1,09	1,56	1,21	1,51	1,49	1,76	1,44	1,59	1,93	2,22	3,51	3,24	2	1,81	2,21
0,49	1,09	1,45	1,2	1,5	1,48	1,74	1,43	1,58	1,92	2,22	3,49	3,24	2	1,8	2,21
0,49	1,09	1,43	1,2	1,48	1,47	1,73	1,42	1,57	1,86	2,22	3,49	3,23	1,99	1,73	2,19
0,49	1,09	1,39	1,2	1,48	1,47	1,73	1,4	1,57	1,85	2,22	3,48	3,22	1,98	1,73	2,18
0,49	1,08	1,39	1,17	1,48	1,46	1,71	1,4	1,56	1,8	2,22	3,48	3,19	1,96	1,72	2,18
0,49	1,07	1,38	1,15	1,46	1,42	1,65	1,37	1,43	1,74	2,22	3,47	3,13	1,92	1,72	2,13
0,49	1,06	1,33	1,13	1,42	1,36	1,62	1,36	1,42	1,74	2,22	3,45	3,07	1,89	1,7	2,13
....
....
29,7	27,5	39,2	51,3	74	34,4	31,8	33,3	41,1	33,3	42,6	76,5	91,2	51,3	32,9	47
30,3	28,6	43,1	52,6	81,6	35,2	33,2	37,7	42,4	34,7	42,8	78,4	96,3	55,4	34,5	47,4
32,3	28,9	44,1	65,7	82,1	37,8	35,4	41,3	44,4	34,9	43,7	80,4	102	56,4	34,8	56,6
33,6	32,6	64,1	70	92,2	42,6	36,2	64,5	44,7	36,1	43,8	83,5	110	61,9	35	57,5
35,7	32,8	69,9	73	112	50,8	36,9	72,6	45	37,5	43,9	83,8	122	72,1	46,7	67,4
36,5	35,3	72,4	117	112	52,2	37,8	80,3	47	39,2	47,3	86,9	132	74,1	62	68
45,9	40,4	121	148	117	56	38,6	103	48,3	39,4	48,8	90	168	85,8	62,9	70,1
49,6	50,3	134	236	188	56,8	51,6	105	54,4	43,9	56,9	124	200	134	76,7	74,3
60,9	72,9	219	193	213	61,8	104	141	58	45,8	69,4	169	228	183	238	86,4

**IMPIANTO IDROELETTRICO "LA CANONICA" SUL FIUME TEVERE A CITTA' DI CASTELLO (PG)
PROGETTO DEFINITIVO _ RELAZIONE IDROLOGICA**

Una volta effettuato l'ordinamento, è stata creata la tabella delle frequenze cumulate (FCum) delle portate medie, con un passo di 0,5 m³/s (Tabella 4). È stato scelto come passo delle frequenze un passo diverso da 1 m³/s, usato nei metodi standard della letteratura, per aumentare il grado di accuratezza dello studio.

Tabella 4 Frequenza cumulate delle portate alla sezione di Santa Lucia

Frequenze cumulate delle portate medie in m³/s alla sez. Santa Lucia sul Tevere																
Q (m³/sec)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,5	105	43	7	24	7	8	0	14	3	0	0	0	0	0	0	0
2	125	86	13	43	81	30	20	68	27	13	0	0	0	8	46	0
2,5	147	143	57	79	102	36	34	106	61	36	27	0	0	61	132	52
3	177	166	127	95	114	47	48	140	82	82	66	0	0	94	180	102
3,5	182	182	144	109	124	54	66	157	98	118	118	7	25	159	211	147
4	197	192	154	120	138	69	88	166	109	159	140	58	80	190	232	173
4,5	210	206	166	127	151	96	126	182	131	197	149	89	102	204	248	191
5	219	223	182	134	161	107	163	208	151	216	163	105	126	215	254	206
5,5	227	237	191	145	175	121	181	229	163	236	180	121	137	224	265	214
6	237	248	201	155	191	131	191	250	170	256	206	130	144	237	278	217
6,5	251	255	209	167	198	143	194	259	176	264	216	150	156	249	290	221
....
....
236	365	365	365	364	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364	365
237	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364	365
237	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364	365
238	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364	365
238	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	364	365
239	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
239	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
240	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
240	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365

Il secondo passaggio è stato quello di calcolare la durata delle frequenze relative ad ogni anno (Tabella 5). Questa operazione consiste nel contare i numeri di giorni in cui una certa portata viene superata o eguagliata. A titolo di esempio la portata 0.5 m³/sec è raggiunta tutti i giorni dell'anno in tutti gli anni. Invece la portata di 1.5 m³/sec, viene raggiunta per 365 giorni all'anno solo dal 2002 in poi (anno di entrata in esercizio della diga di Montedoglio).

Tabella 5 Durata in giorni delle curve relative alla sezione di Santa Lucia

Durata delle Curve relative alla sezione di Santa Lucia																
Q (m³/sec)	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009
0	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
0,5	354	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
1	299	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
1,5	260	322	358	341	358	357	365	351	362	365	365	365	365	365	365	365
2	240	279	352	322	284	335	345	297	338	352	365	365	365	357	319	365
2,5	218	222	308	286	263	329	331	259	304	329	338	365	365	304	233	313
3	188	199	238	270	251	318	317	225	283	283	299	365	365	271	185	263
3,5	183	183	221	256	241	311	299	208	267	247	247	358	340	206	154	218
4	168	173	211	245	227	296	277	199	256	206	225	307	285	175	133	192
4,5	155	159	199	238	214	269	239	183	234	168	216	276	263	161	117	174
5	146	142	183	231	204	258	202	157	214	149	202	260	239	150	111	159
5,5	138	128	174	220	190	244	184	136	202	129	185	244	228	141	100	151
6	128	117	164	210	174	234	174	115	195	109	159	235	221	128	87	148
6,5	114	110	156	198	167	222	171	106	189	101	149	215	209	116	75	144
7	107	101	147	182	160	199	169	89	186	96	138	199	201	106	69	138
7,5	98	92	142	174	150	174	168	79	182	91	133	194	195	98	59	134
....
....
235	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
235	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
236	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
236	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

A seconda delle esigenze è possibile costruire la curva di durata. Questa operazione viene fatta scegliendo gli anni di riferimento, calcolando la frequenza cumulata (FCum), mediandola sul numero di anni totale degli intervalli (FCum/n° di anni dell'intervallo) e ricavando il numero di giorni in cui mediamente la portata viene raggiunta facendo la differenza tra la media e il numero di giorni di un anno (365-FCum).

Al fine di studiare le conseguenze dell'entrata in funzione del bacino di Montedoglio, sono stati valutati tre differenti scenari:

1. antecedente al funzionamento della diga, 1993-2001 (Tabella 6);
2. successivo all'entrata in funzione della diga, 2002-2009 (Tabella 7);
3. comprensivo di tutti i dati disponibili (Tabella 8)

Tabella 6 Costruzione della curva di durata media degli anni 1993-2001

Q (m³/sec)	F CUM 93-2001	FCUM/9	365-FCUM
0	11	1,222222222	363,7777778
0,5	66	7,333333333	357,6666667
1	211	23,44444444	341,5555556
1,5	493	54,77777778	310,2222222
2	765	85	280
2,5	996	110,6666667	254,3333333
3	1116	124	241
3,5	1233	137	228
4	1395	155	210
4,5	1548	172	193
5	1669	185,4444444	179,5555556
5,5	1774	197,1111111	167,8888889
6	1852	205,7777778	159,2222222
6,5	1945	216,1111111	148,8888889
...
...
235	3284	364,8888889	0,111111111
235.5	3284	364,8888889	0,111111111
236	3284	364,8888889	0,111111111
236.5	3285	365	0
237	3285	365	0
237.5	3285	365	0

Tabella 7 Costruzione della curva di durata media degli anni 2002-2009

Q (m³/sec)	FCUM 02-09	FCUM/7	365-FCUM
0	0	0	365
0,5	0	0	365
1	0	0	365
1,5	67	9,571428571	355,4285714
2	308	44	321
2,5	524	74,85714286	290,1428571
3	785	112,1428571	252,8571429
3,5	1032	147,4285714	217,5714286
4	1180	168,5714286	196,4285714
4,5	1285	183,5714286	181,4285714
5	1377	196,7142857	168,2857143
5,5	1468	209,7142857	155,2857143
6	1546	220,8571429	144,1428571
6,5	1608	229,7142857	135,2857143
7	1651	235,8571429	129,1428571
7,5	1705	243,5714286	121,4285714
8	1761	251,5714286	113,4285714
8,5	1811	258,7142857	106,2857143
9	1860	265,7142857	99,28571429
9,5	1901	271,5714286	93,42857143
10	1927	275,2857143	89,71428571
...
...
235	2554	364,8571429	0,142857143
235.5	2554	364,8571429	0,142857143
236	2554	364,8571429	0,142857143
236.5	2554	364,8571429	0,142857143
237	2554	364,8571429	0,142857143
237.5	2554	364,8571429	0,142857143

Tabella 8 Costruzione della curva di durata media di tutti gli anni i cui dati sono stati messi a disposizione (1993-2009)

Q (m³/sec)	FCUM 93-09	FCUM/17	365-FCUM
0	0	0	365
0,5	11	0,6875	364,3125
1	66	4,125	360,875
1,5	211	13,1875	351,8125
2	560	35	330
2,5	1073	67,0625	297,9375
3	1520	95	270
3,5	1901	118,8125	246,1875
4	2265	141,5625	223,4375
4,5	2575	160,9375	204,0625
5	2833	177,0625	187,9375
5,5	3046	190,375	174,625
6	3242	202,625	162,375
6,5	3398	212,375	152,625
7	3553	222,0625	142,9375
7.5	3677	229,8125	135,1875
8	3804	237,75	127,25
8.5	3912	244,5	120,5
9	4029	251,8125	113,1875
9.5	4141	258,8125	106,1875
10	4241	265,0625	99,9375
...	4320	270	95
...
235
235.5	5838	364,875	0,125
236	5838	364,875	0,125
236.5	5838	364,875	0,125
237	5839	364,9375	0,0625
237.5	5839	364,9375	0,0625

Nella Figura 14 si riportano le curve di durata prodotte con le metodologie sopra espone, riferite agli scenari 1 e 2 quindi per gli anni 1993-2002 e 2003-2009

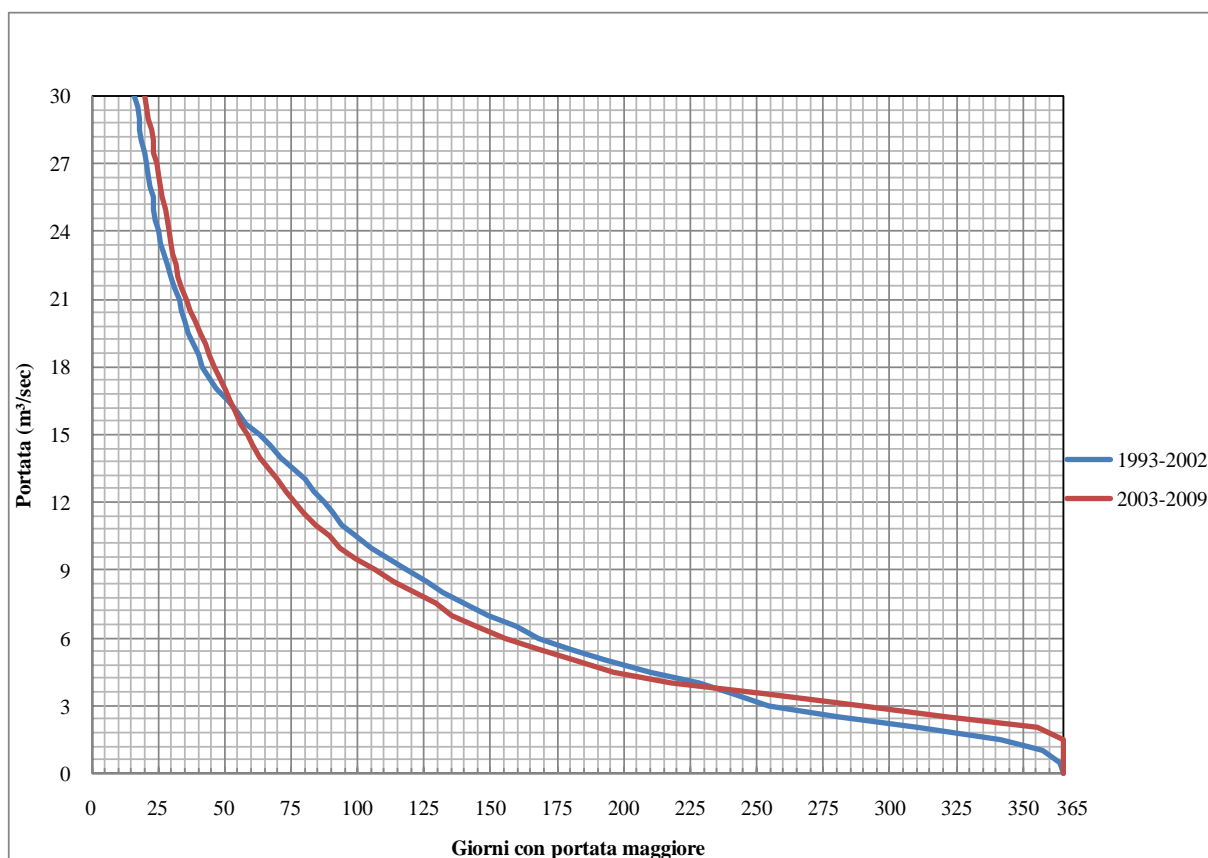


Figura 14 Rappresentazione grafica delle curve di durata dell'anno medio relative al fiume Tevere a S. Lucia negli anni 1993-2002 (Scenario 1) e 2003-2009 (Scenario 2).

Nella Figura 15 è presente la rappresentazione grafica delle curve di durata relative al fiume Tevere a S. Lucia per i singoli anni 1993-2009. Inoltre in rosso è riportata anche la curva di durata media di tutto l'intervallo

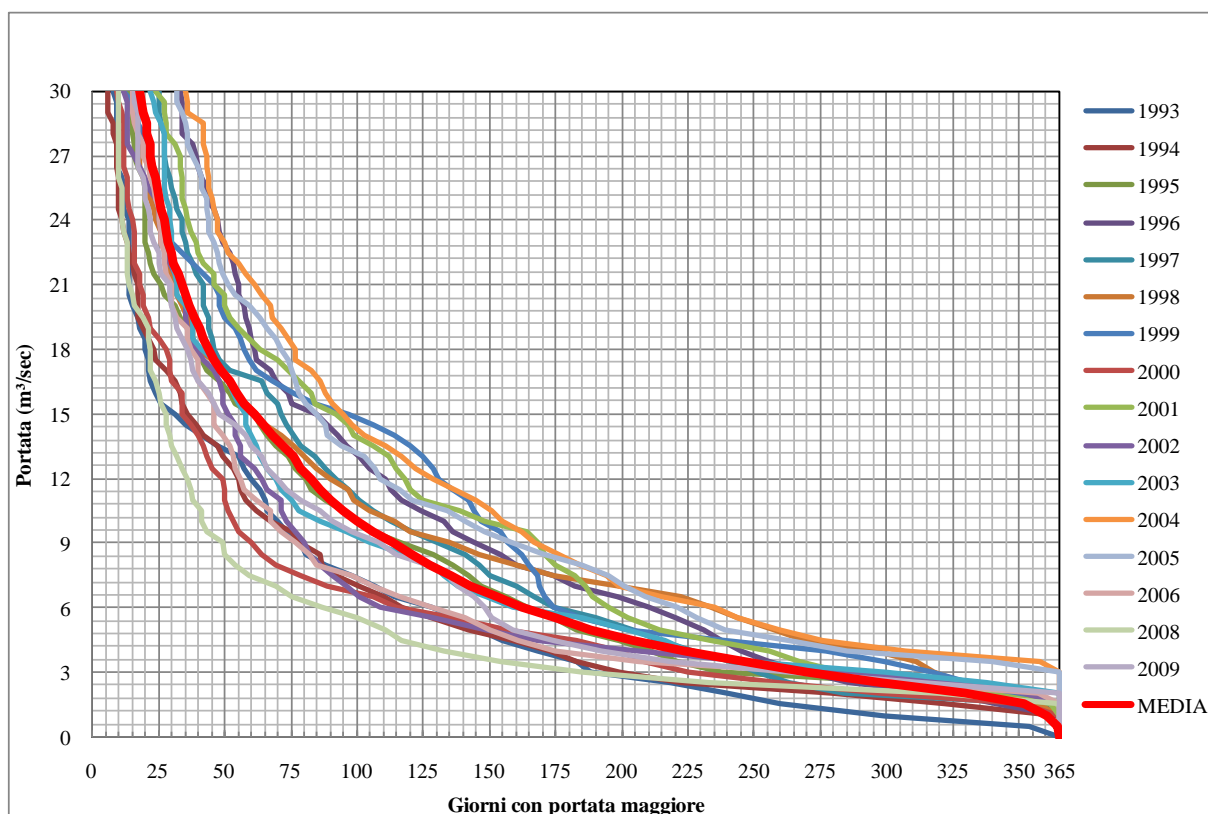


Figura 15 Rappresentazione grafica delle curve di durata relative al fiume Tevere a S. Lucia per gli anni 1993-2009. È riportata anche la curva di durata media di tutto l'intervallo

Nella Figura 16 è mostrata la rappresentazione grafica delle curve di durata relative al fiume Tevere a Gorgabuia per gli anni 2002-2009. È riportata anche la curva di durata media di tutto l'intervallo relativa a tale stazione che sarà utilizzata per le successive interpretazioni

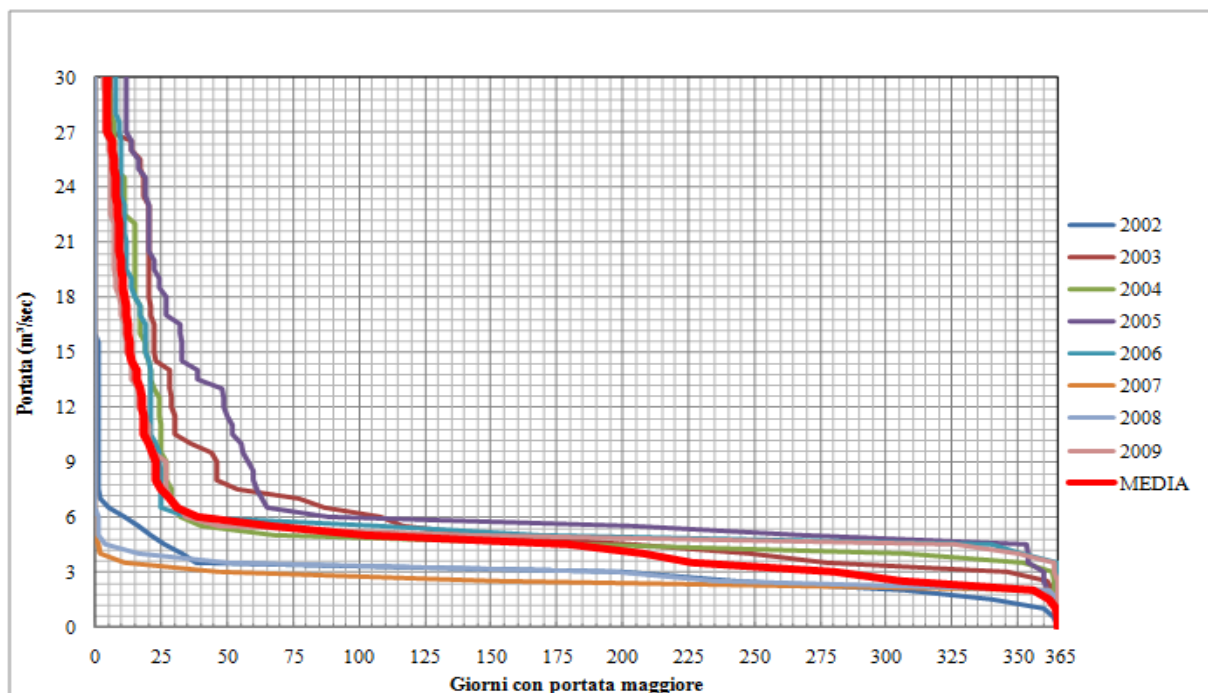


Figura 16 Rappresentazione grafica delle curve di durata relative al fiume Tevere a Gorgabuia per gli anni 2002-2009. È riportata anche la curva di durata media di tutto l'intervallo

5.3 INTERPRETAZIONI E COMMENTI ALLE CURVE DI DURATA IN SEGUITO ALL'ENTRATA IN ESERCIZIO DELLA DIGA DI MONTEDOGLIO

Il periodo di funzionamento dagli anni 2002 agli anni 2009, coincidenti con l'esercizio regolare dei rilasci delle dighe e coincidenti con l'entrata a regime delle opere irrigue dei comprensori dell'Alto Tevere, ha consentito la quasi totale cessazione di attingimenti estivi dal fiume Tevere per uso irriguo.

Questo ha permesso al Tevere di avere, anche nei periodi di magra, sempre significative portate garantendo in ogni periodo eventuali afflussi idonei ad una corretta utilizzazione produttiva della centrale idroelettrica della Canonica. Ulteriore testimonianza di ciò si può riscontrare nei risultati operativi della centrale di Umbertide, posta circa 42 km a valle, che rimane sempre attiva, nonostante nel progetto redatto sulla base dello studio idrologico senza la presenza della diga, erano previsti 35 giorni annui di fermo.

Per quanto sopra, l'effetto laminante e di regimazione della diga di Montedoglio diventa ancor più significativo grazie all'utilizzo della centrale idroelettrica installata dall'Ente Irriguo nello scarico di fondo di Montedoglio che mediamente rilascia tra 2 e 3 m³/sec durante tutto l'anno, superando di almeno 6/7 volte il minimo deflusso vitale richiesto ad oggi dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Di fatto il grande invaso di Montedoglio, ai fini dell'utilizzo idroelettrico del tratto fluviale dell'Alto Tevere, costituisce una fondamentale opportunità. Esso, infatti, funziona come una sorta di serbatoio di compenso idraulico e di laminazione; inoltre, grazie alle reti di distribuzione irrigua, ha consentito di eliminare completamente gli attingimenti irrigui dal Tevere che rappresenterebbero un limite per i periodi di magra, per la realizzazione di impianti idroelettrici ad acqua fluente.

Dal confronto tra la curva di durata media del Tevere a S. Lucia relativa agli anni 1993-2002 e quella relativa agli anni 2003-2009 mostrata in Figura 17, si nota come l'entrata in esercizio della diga di Montedoglio abbia confermato quanto scritto sopra.

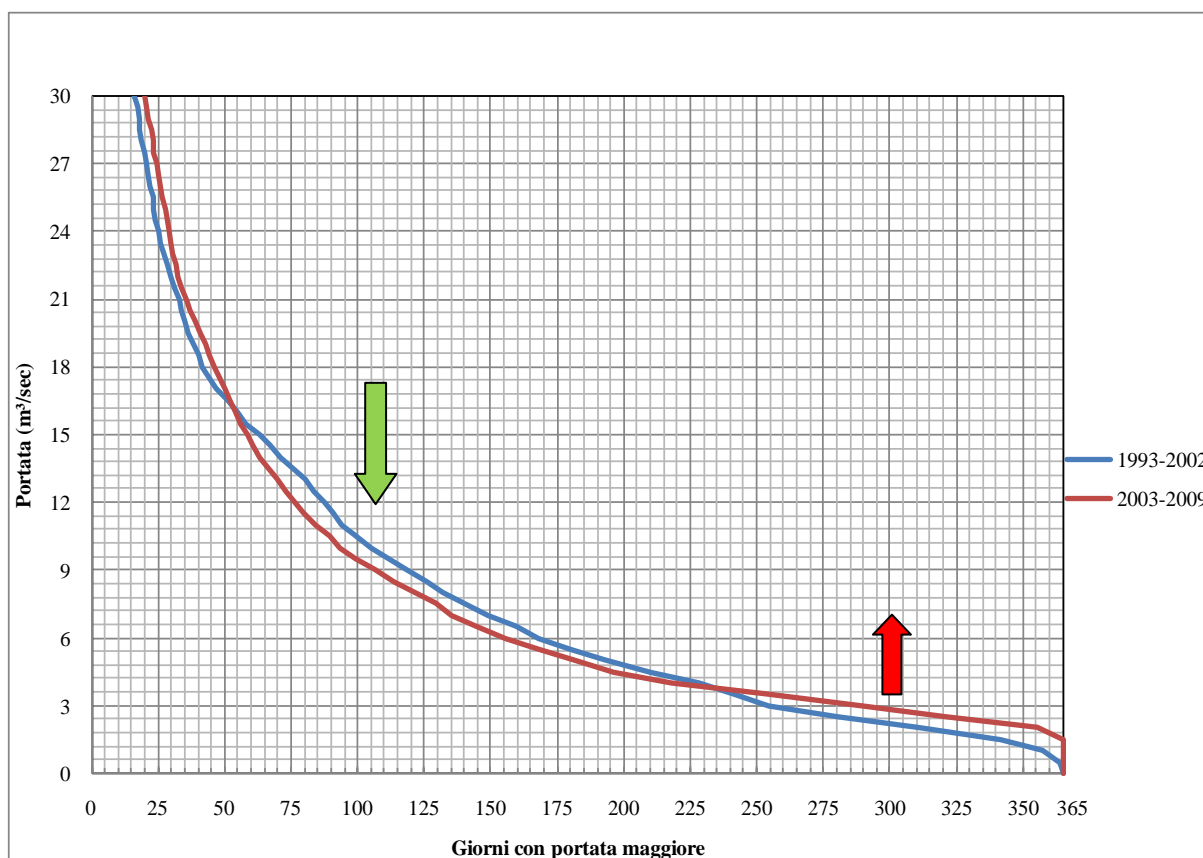


Figura 17: Confronto tralle curve di durata dell'anno medio relative al fiume Tevere a S. Lucia negli anni 1993-2002 (Scenario 1) e 2003-2009 (Scenario 2): Si noti un innalzamento delle portate più basse e una diminuzione delle portate medie.

Per prima cosa si nota un innalzamento della curva nella parte terminale (freccia rossa) , che significa un aumento delle portate minime, dovuto ai maggiori rilasci dell'invaso. Si può inoltre notare che ormai non si scende mai sotto il valore di portata di 1.2 m³/sec. Inoltre, si osserva un abbassamento della curva nella parte centrale ((freccia verde) dovuto all'effetto di laminazione che il serbatoio esercita sull'asta oggetto di studio.

Altro interessante confronto può essere fatto sovrapponendo la curva di durata media della sezione di Gorgabuia e le curve relative alla sezione di Santa Lucia, come rappresentato nella Figura 18. Si noti come dopo circa 225 giorni, la curve di Gorgabuia e quelle degli anni 2002-2009 siano quasi coincidenti. Invece è possibile vedere come quella antecedente la costruzione della diga sia più bassa. Da questo confronto si può dedurre che l'entrata in esercizio della diga e della sua centrale allo scarico, garantiscono delle portate più elevate durante i periodi di magra ; inoltre si può dedurre che tale innalzamento sia dovuto anche dall'eliminazione degli attingimenti irrigui estivi. **Questi due fattori contribuiscono quindi ad un effetto di laminazione positivo al fine dello sfruttamento idroelettrico della sezione a valle dell'invaso, aumentando la possibilità di non interrompere mai il funzionamento della centrale neanche nei mesi estivi**, come già avviene nella centrale di Umbertide, 50 km più a valle della sezione di progetto in esame.

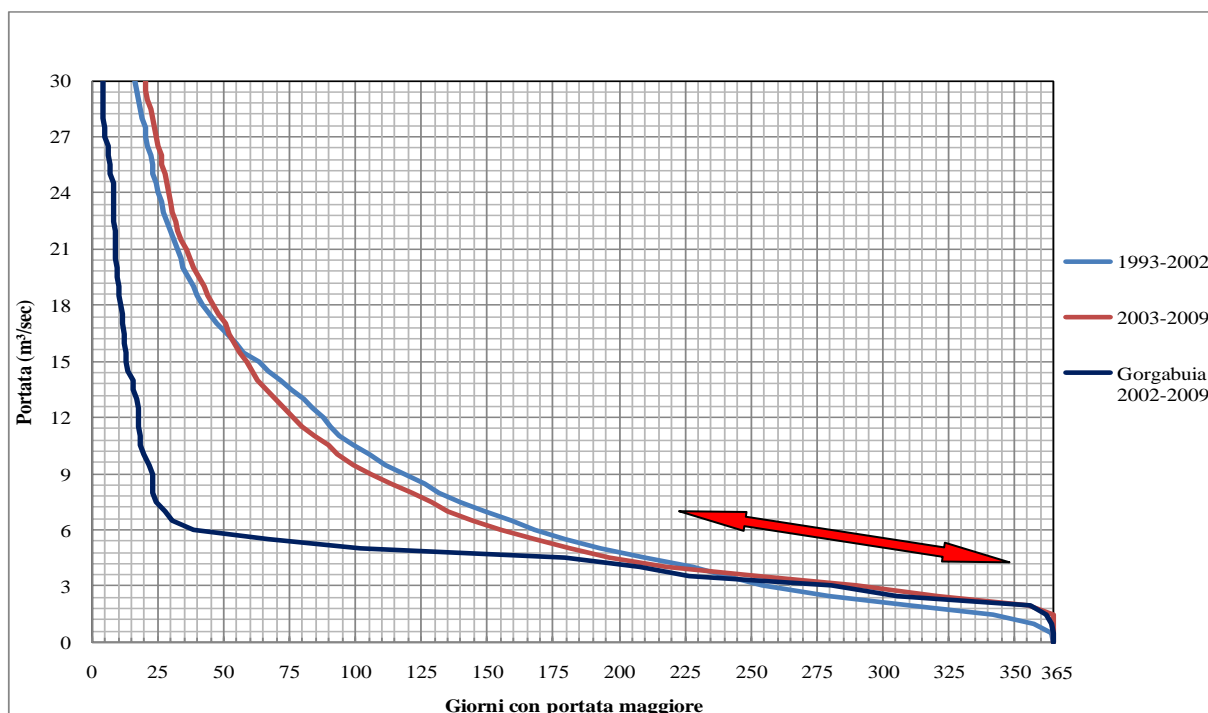


Figura 18 Confronto curve di durata alla sezione di Santa Lucia e quella alla sezione di Gorgabuia

Al fine di confrontare l'entrata in esercizio anche con i dati di portata, nella Tabella 9 sono rappresentate le portate minime e massime riferite al periodo 1 (1993-2002), e nella Tabella 10 le portate minime e massime riferite al periodo 2 (2002-2009). Da queste si può vedere come le portate minime registrate durante il periodo antecedente l'entrata in esercizio della diga di Montedoglio, siano molto più basse rispetto al periodo. Infatti la media del primo periodo delle portate minime è pari a 1.22m³/s contro una media della minima di 2.12m³/s.. Infine si può notare che ad eccezione dell'anno 2007, caratterizzato da un eccezionale siccità, si vede che dal 2002 in poi le portate minime sono sempre sopra 1,6 m³/s.

Tabella 9 Portate minime e massime alla sezione di Santa Lucia nel periodo 1993-2001

Anno	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	MEDIA
Q min (m³/s)	0.49	1.04	1.32	1.13	1.38	1.29	1.6	1.35	1.39	1.221111

Tabella 10: Portate minime e massime alla sezione di Santa Lucia nel periodo 2002-2009

Anno	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	MEDIA
Q min (m³/s)	1.67	2.17	3.44	3.04	1.88	1.06	1.68	2.08	2.1275

5.4 CURVA DI DURATA DEL FIUME TEVERE ALLA SEZIONE DI PROGETTO

Al fine della stima della producibilità idroelettrica del nuovo impianto, come già esplicitato nel 5.1 e successivi, si è deciso di utilizzare la curva di durata delle portate naturali costruita considerando gli anni 1993-2009, utilizzando i metodi precedentemente descritti.

Si ricorda che i dati idrometrici direttamente ricavati dalla stazione di misura di portata di Santa Lucia sono stati diminuiti in del 5.6% per la costruzione della curva di durata del fiume Tevere alla sezione in progetto de la “Canonica”.

Tale curva è rappresentata nella Figura 19.

Inoltre analizzando i dati di portata ragguagliati e non, si è ricavato che la portata annuale media del fiume Tevere per gli anni 1993-2009 alla sezione de “la Canonica” è pari a 9.30 m³/s contro gli 9.63m³/s della sezione presso Santa Lucia nello stesso periodo.

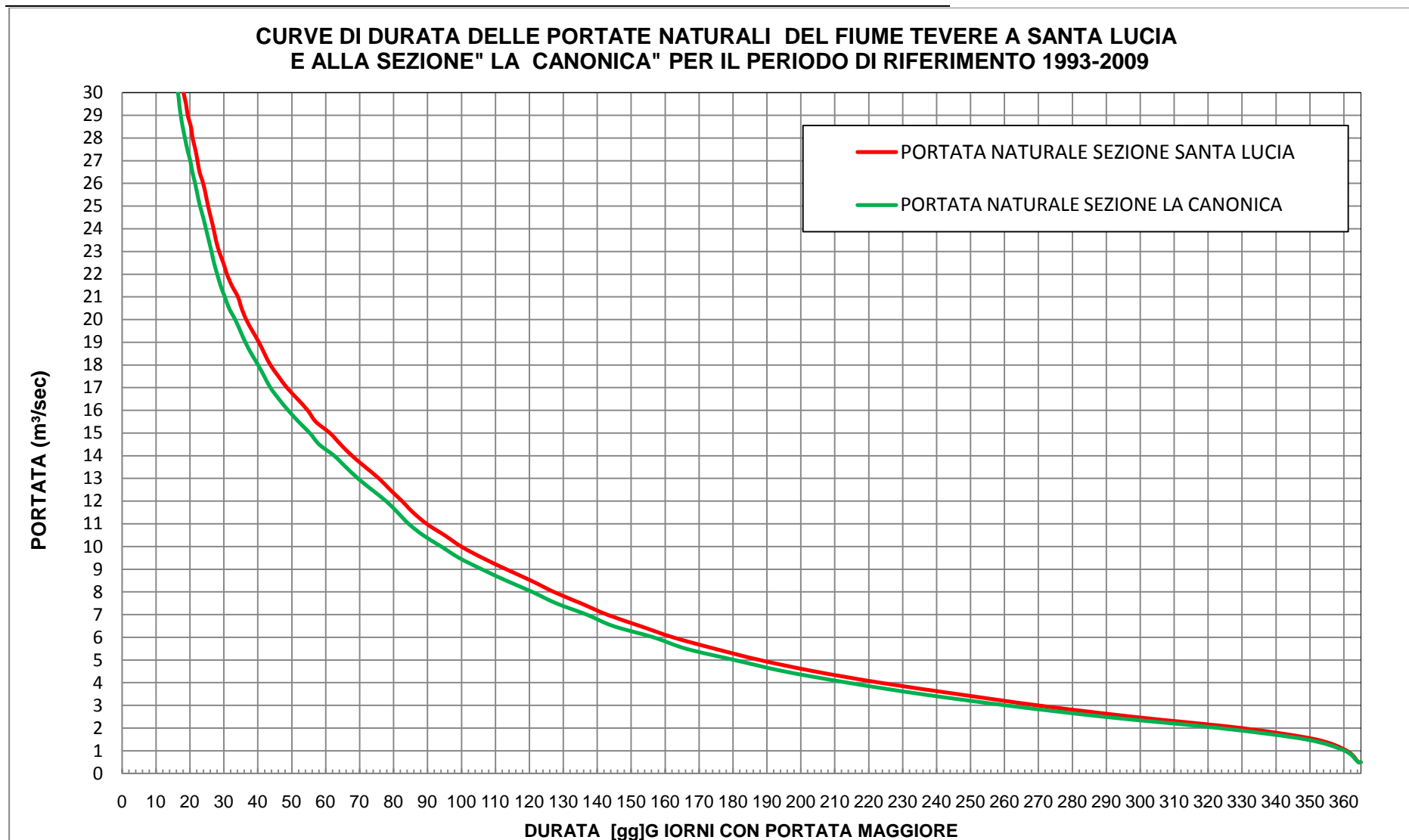


Figura 19: Curva di durata delle portate medie naturali alla sezione di Santa Lucia (rosso) e alla sezione della Canonica (verde) riferita agli anni 1993-2009

5.5 CALCOLO DEL MINIMO DEFLUSSO COSTANTE VITALE (MDCV)

Il concetto di deflusso minimo vitale, introdotto in Italia dalla L. 183/89, è ripreso dal D.L. 12 luglio 1993 n. 275 "Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche" e dalla L. 36 del 05/01/1994 "Disposizioni in materia di risorse idriche", le quali prevedono che nei bacini caratterizzati da prelievi, le derivazioni siano regolate in modo da non danneggiare gli equilibri degli ecosistemi interessati.

Si intende cioè regolamentare l'insieme delle derivazioni in modo da garantire che non venga superato il limite oltre il quale potrebbe verificarsi una crisi degli equilibri delle biocenosi acquatiche e delle fasce limitrofe.

Il concetto di deflusso minimo vitale è contenuto anche nelle recenti norme per il mercato interno dell'energia elettrica (D. Lgs. 16 marzo 1999, n. 79) che, se da un lato è finalizzato ad incentivare l'uso delle energie rinnovabili, dall'altro stabilisce (all'art. 12, comma 4) che in ogni caso la nuova concessione deve essere compatibile con la presenza negli alvei sottesi del minimo deflusso costante vitale e con le priorità di messa in sicurezza idraulica del bacino ai sensi della L. 183/89 ed, inoltre, che qualora il garantire il deflusso minimo vitale comporti una riduzione della potenza media nominale producibile, il concessionario non ha diritto ad alcun indennizzo, ma alla sola riduzione del canone demaniale di concessione (art. 12, comma 9).

Con l'entrata in vigore del D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", il DMV è individuato tra gli strumenti di tutela quantitativa della risorsa idrica e concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità.

Ai sensi dell'art. 22 (Pianificazione del bilancio idrico) è compito dell'Autorità di bacino definire l'equilibrio del bilancio idrico, tenuto conto, tra l'altro, del deflusso minimo vitale.

Il progetto in esame prevede la captazione dell'acqua a monte dello sbarramento in progetto e la restituzione completa dell'acqua derivata circa 50 metri a valle, come illustrato nelle tavole di progetto. Dal punto di vista ambientale, quindi, l'impianto in progetto presenta il notevole vantaggio di non sottrarre l'acqua al torrente per un lungo tratto del suo corso e, parimenti, di sfruttare la potenzialità del salto idraulico, provocato da uno sbarramento, che in caso di piena verrà abbassato automaticamente.

5.6 CALCOLO DEL MINIMO DEFLUSSO VITALE DMV

In periodi di magra, le portate di tempo asciutto sono alimentate soltanto dagli apporti sotterranei, sotto forma di contributi concentrati alle sorgenti o affioramenti distribuiti lungo gli alvei. L'entità di tali contributi dipende dalle caratteristiche idrogeologiche del bacino (intensità di pioggia, limite d'infiltrazione, porosità efficace, permeabilità delle formazioni rocciose, ecc.), che condizionano in modo determinante le portate di tempo asciutto dei corsi d'acqua.

Una prima valutazione globale dell'importanza del deflusso di base rispetto al suo deflusso totale è fornita dall'*indice di deflusso di base*, indicato, con notazione anglosassone, *BFI* (*Base Flow Index*). Il *BFI* viene definito in modo da assumere:

- valori elevati nei bacini in cui i deflussi si mantengono consistenti anche nei periodi non piovosi;
- valori bassi nei bacini con caratteristiche opposte, in cui i contributi profondi sono scarsi e le portate di tempo asciutto modeste.

I metodi più comunemente usati per definire il *BFI* (indicato di seguito con il simbolo *B*) sono:

- il rapporto tra la portata media Q_m del mese in cui si verifica la minima magra e la portata media annua Q_a :

$$B = \frac{Q_m}{Q_a} \quad (3.1)$$

- il rapporto tra il volume annuo di deflusso di base W_b e il deflusso totale W_a :

$$B = \frac{W_b}{W_a} \quad (3.2)$$

Il primo metodo consente stime estremamente semplici del *BFI*, in quanto utilizza due soli dati di portata, facilmente reperibili sugli Annali Idrologici. Per contro introduce una grave imprecisione, in quanto solo in prima approssimazione i deflussi profondi annui possono essere rappresentati dai deflussi del mese di massima magra, che in certi climi possono essere ancora sensibilmente influenzati dalle precipitazioni.

Il secondo metodo è di applicazione più complessa, perché richiede l'analisi dell'andamento delle portate giornaliere e l'individuazione di un criterio di separazione del deflusso di base. Questa può essere eseguita con uno dei vari metodi suggeriti nella letteratura scientifica.

Al fine del calcolo nel caso in oggetto sono state valutate due valutazioni

- La prima è stata quella di riferirsi alle regole dettate dall'Autorità del Bacino del Fiume Tevere (ABT) nel “Progetto del Piano di Bacino”

- la seconda strada è stata quella di attenersi alle regole dettate dalla Legge Regionale 10 dicembre 2009 n. 25, “Norme attuative in materia di tutela e salvaguardia delle risorse idriche e Piano regionale di Tutela delle Acque”.

5.7 CALCOLO DEL M.D.C.V SECONDO ABT TEVERE

A monte dello sbarramento in progetto è prevista la derivazione dell'acqua; la restituzione totale avverrà a circa 48 m più a valle.

Dal punto di vista ambientale, l'impianto presenta il notevole vantaggio di non sottrarre l'acqua al fiume Tevere per un lungo tratto del suo corso e, parimenti, di sfruttare la potenzialità del salto idraulico provocato da uno sbarramento che in caso di piena verrebbe portato automaticamente al livello più basso dell'alveo.

Inoltre essendo il fiume “interrotto” solamente da uno sbarramento costituito da paratoie in una sezione a bassa pendenza, non si creeranno zone asciutte né a monte né a valle dello sbarramento stesso, garantendo continuità all'Habitat naturale del fiume.

Nell'ambito degli studi per la “Gestione integrata degli invasi e definizione del Deflusso Minimo Vitale” da parte dell' ABT Tevere, sono stati valutati i criteri adottati in altre parti ed è stato proposto un valore per il MDCV.

In attesa degli studi sulle biocenosi in corso, l'AdB ha adottato il seguente parametro:

DMCV = Q7_10 (minima portata di sette giorni con tempo di ritorno di 10 anni).

E' importante affermare infatti, che tale parametro, oltre a rappresentare un indicatore di magra, può essere correlato alla portata di minimo vitale, atteso che la conservazione nel tempo delle biocenosi acquatiche sono condizionate proprio dai valori di magra delle portate che svolgono un importante ruolo selettivo.

A supporto di quanto sopra si ricorda che già diverse agenzie USA per la tutela dell'ambiente utilizzano il Q7-10 come indicatore delle condizioni standard della qualità dell'habitat di un corso d'acqua.

Viene quindi proposta una legge di regionalizzazione del MDCV che lega questa grandezza al BFI (Flusso di base) del bacino sotteso ad una sezione considerata.

Sono individuate delle regioni omogenee corrispondenti alle seguenti aree geografiche:

- **Regione A:** Affluenti del Tevere a monte di Corbara; affluenti di destra a valle di Corbara; alte valli del Salto e del Turano
- **Regione B:** Affluenti di sinistra del Tevere a valle di Corbara

- **Regione C:** Asta principale del Tevere

Per le suddette regioni vengono proposte le seguenti relazioni interpolari:

Regione A

- per $BFI \geq 36$

$$Q7_{10}/Area = 2.97945 - 0.153581*BFI + 0.00213307*BFI^2$$

- per $BFI < 36$

$$Q7_{10}/Area = 0.215$$

Regione B

$$Q7_{10}/Area = 21.56 - 1.293849*BFI + 0.0141745*BFI^2$$

- con limite inferiore $BFI=70$

Regione C

- per $BFI \geq 40$

$$Q7_{10}/Area = 7.99954 - 0.379977*BFI + 0.00474971*BFI^2$$

- per $BFI < 40$

$$Q7_{10}/Area = 0.4$$

Poiché il MDCV calcolato con i valori dei BFI più bassi risulta inferiore ai valori empirici, per le regioni A e B vengono proposte delle relazioni estrapolanti del tipo:

Regione A

- per $BFI \geq 36$

$$Q7_{10}/Area = 3.08445 - 0.153581*BFI + 0.00213307*BFI^2$$

- per $BFI < 36$

$$Q7_{10}/Area = 0.320$$

Regione B

$$Q7_{10}/Area = 22.70000 - 1.293849*BFI + 0.0141745*BFI^2$$

- con limite inferiore $BFI=70$

Il valore del DMV proposto permette le seguenti considerazioni circa il deflusso in alveo:

- inferiore a 0.5 l/s/km² nel bacino del Paglia a sull'alto bacino del Turano;
- supera di poco 0.5 l/s/km² nell'alto bacino del Salto;
- compreso tra 0.5 e 1.0 l/s/km² per il Tevere a monte del Nera;

- intorno a 1.5 l/s/km² nel bacino del Chiascio
- intorno a 5 l/s/km² nel Tevere a valle del nera e del Treia;
- molto superiore a 5 l/s/km² nei bacini in sinistra Tevere a valle di Corbara salvo che nell'alto Velino dove ha valori dell'ordine di 2 l/s/km².

Per la stima del BFI si è fatto riferimento a quanto riportato nel Progetto di Piano di bacino dell'Autorità di bacino del Fiume Tevere, nell'Allegato Tecnico 7 “*Uso della risorsa idrica*”.

Nell'ambito degli studi condotti dall'autorità di bacino per la valutazione delle risorse idriche e delle ricerche per la regionalizzazione degli afflussi, il flusso di base delle circolazioni sotterranee ha rivestito particolare importanza come elemento di alimentazione del reticolo idrografico in fase di esaurimento, cioè in assenza di afflussi.

Per la regionalizzazione delle curve di durata naturali sono state studiate relazioni con l'Area del bacino sotteso a determinate sezioni e l'Indice del Flusso di Base (BFI con notazione inglese) dello stesso bacino.

Questo indice viene assunto come caratterizzante delle condizioni idrogeologiche del bacino stesso e dell'effetto regolatore operato dagli acquiferi sui deflussi superficiali.

La formulazione scelta dall' ABT per definire il BFI, in virtù della maggior facilità di reperimento e trattazione dei dati, è stata la seguente:

$$BFI = \frac{Q_b}{Q_a} * 100$$

dove

Q_b = Portata media del mese in cui si verifica la minima magra

Q_a = portata media annua

I calcoli condotti sui 10 bacini campione, riportati nella tabella seguente, hanno portato a dimostrare come il BFI stesso sia fortemente dipendente dal numero di giorni scelto per l'effettuazione della media mobile necessaria al procedimento di calcolo.

Nella Tabella 11 seguente il numero di giorni considerato è pari a 5 (NGRUPPO=5).

Tabella 11: Tabella dei valori di BFI tratta dal “Progetto di Piano di Bacino” dell’Autorità di Bacino

Sigla	Fiume	Stazione	Annote	Area Km ²	BFI
001	Tevere	S. Lucia	38	934	42.71
004	Chiano	P.te Morrano	42	422	36.11
005	Chiascio	Torgiano	45	1956	58.92
006	Topino	Bettona	39	1220	63.34
012	Aniene	Subiaco	45	233	84.72
019	Chienti	Pieve Torina	23	118	82.32
037	Potenza	Cannucciaro	29	439	76.00
038	Tenna	Amandola	25	100	78.05
043	Aterno	Molina	33	1303	78.82
066	Nera	Macchiagrossa	26	1020	73.84

Considerato che l'impianto in progetto si trova sull'asta principale del fiume Tevere inserita nella Regione C, e che per l'area in esame l'Autorità di Bacino ha fornito un BFI pari a 42,71, superiore a 40, il minimo deflusso minimo vitale costante può essere calcolato mediante la relazione:

$$DMVC = Q7_{10} = Area * (7,99954 - 0.379977*BFI + 0.00474971*BF^2) = 387 \text{ l/s}$$

L'impiego del procedimento fornito dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha concorso a definire un valore del MDCV pari a 387 l/s (0,387 m³/s)

Quest'ultimo valore è quello che sarà utilizzato nel presente progetto.

Le modalità di rilascio del Minimo Deflusso Costante Vitale sono descritte nella “Relazione tecnica descrittiva”

5.8 CALCOLO DEL MDCV SECONDO IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE CON L'APPLICAZIONE DELLA LEGGE REGIONALE 10 DICEMBRE 2009 N. 25

Il secondo metodo usato per il calcolo del minimo deflusso vitale si basa sulla Legge Regionale 10 dicembre 2009 n. 2. La prima cosa che subito è messa in evidenza è che per il calcolo dei deflussi minimi vitali (DMV), non è richiesto un calcolo basato sulle aree effettive o sulle portate minime. L'approccio scelto è quello di fornire dei valori ricavati da campagne di studio molteplici metodologie di calcolo, sia idrologiche che sperimentali, sia in scala di bacino che in scala regionale.

Il piano di tutela delle acque si propone di integrare quelli che sono stati i parametri di calcolo proposti dall'ABT durante gli anni 90' e 2000, con delle integrazioni che possano essere ben collocabili in contesti quali la salvaguardia ittica o l'inquinamento fluviale. È seguita quindi, nella legge stessa, l'idea di fornire direttamente i valori di portata adattati alle sezioni più significative dell'intero reticolo idrologico regionale. Infatti al paragrafo 6.4.3.3 (Regionalizzazione) si dice: “Per estendere i risultati sperimentali di stima del deflusso

minimo vitale ad una qualsiasi sezione del bacino del fiume Tevere si è fatto riferimento all'impostazione metodologica già applicata nell'ambito delle attività promosse dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere [...], è stato ritenuto opportuno mantenere anche l'impostazione di disaggregare i set di dati in due macroaree (zona della trota e zona del barbo) e di elaborare due modelli di regionalizzazione indipendenti. Poiché il modello per la zona della trota (bacino del fiume Nera) è risultato affidabile sin dalle prime verifiche, la revisione e validazione del modello di regionalizzazione ha riguardato esclusivamente la zona del barbo (bacino del Tevere). Operativamente sono stati individuati gli intervalli di portata che massimizzano le curve di disponibilità d'habitat per la fauna ittica, indicati con la sigla Q_{ott} , e confrontati con i valori di superficie sottesa (S). Successivamente, l'equazione risultante dall'analisi di regressione sulle due variabili è stata assunta come relativo modello di regionalizzazione. Per ogni sezione viene fornito il valore della Q_{ott} e del 60% della stessa (Q_{60}).

Alla Q_{60} è attribuito il significato di portata minima vitale sostenibile in territori caratterizzati dalla presenza di attività produttive, recuperando quanto già definito nell'ambito dello studio metodologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, relativamente alla sostenibilità della perdita di biomassa ittica a seguito della riduzione di portata".

Quindi come valore indicato per definire il minimo deflusso vitale verrà usato Q_{60} .

Nella stessa legge si fa riferimento allo stato dell'asta del Tevere definita Alto Tevere. Lo studio è basato sulle osservazioni degli anni 2000-2003 lungo le principali aste del Tevere. Per quello che concerne la zona interessata dal progetto, nel 6.5.1 (Stato idrologico e DMV proposto dalla Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001) è scritto che "per i corsi d'acqua dell'Alto Tevere si osservano moderate criticità per gli affluenti, in particolare per l'Assino nel biennio 2002-2003. Alle stazioni idrometriche di S. Lucia, Pierantonio e Ponte Felcino sul Tevere si rilevano invece deflussi superiori ai DMV durante quasi tutto il periodo di osservazione. Questo conferma quanto già detto riguardo i rilasci della diga di Montedoglio, validando ancora di più la fattibilità dell'opera anche dal punto di vista ambientale.

Inoltre nel 6.5.2 (Stato idrologico e DMV di cui al documento preliminare per la redazione del PS9 dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (2006)) si afferma di nuovo che riguardo all'asta dell'Alto Tevere: "per quanto riguarda i bacini dell'Alto e Medio Tevere, in questo caso non si dispone di stime del DMV per la maggior parte degli affluenti minori. Per l'asta principale si conferma quanto già osservato per il metodo precedente, ovvero l'assenza di criticità per l'Alto Tevere e modesti deficit per il Medio Tevere".

I valori riportati nella legge sono espressi nella per le specie ittiche presenti. In cui viene riportato il confronto tra le portate medie giornaliere e rispettivamente i valori della portata ottimale (Q_{ott}) e del 60% della stessa portata (Q_{60}) stimati utilizzando il metodo sperimentale

(Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell’Università degli Studi di Perugia). Alla Q_{ott} è attribuito il significato di portata ottimale per la salvaguardia e lo sviluppo della flora ittica, secondo il massimo delle potenzialità; alla Q_{60} è attribuito il significato di portata minima vitale in ambito produttivo e viene assunto come requisito minimo di tutela per le specie ittiche presenti.

Tabella 12: Confronto tra i DMV stimati coi vari metodi

Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Tipologia (AbT-PS9)	Specie ittica	Superfici e ABT	DMV Abt2001 (m ³ /s)	DMV Abt2006 (m ³ /s)	Q _{ott} (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)
Tevere	S. Lucia	Alto Tevere	Barbo	934	0,387	0,387	1,729	1,038
	Pierantonio	Alto Tevere	Barbo	1953	0,627	0,353	2,732	1,639
	Ponte Felcino	Alto Tevere	Barbo	2033	0,672	0,362	2,865	1,719

È utile ricordare che, sempre nella legge, si fa un confronto (Figura 20) tra le portate Q_{ott} , Q_{60} , Q_{media} , quelle della ABT ante 2001 e quelle ABT post 2006. Si dice nella stessa che “*nel bacino dell’Alto Tevere si osserva, per l’asta principale, una moderata criticità rispetto alla Q_{ott} e praticamente l’assenza di criticità rispetto alla Q_{60} . Tutte le aste secondarie invece presentano condizioni di deficit per lunghi periodi dell’anno già rispetto alla Q_{60}* ”.

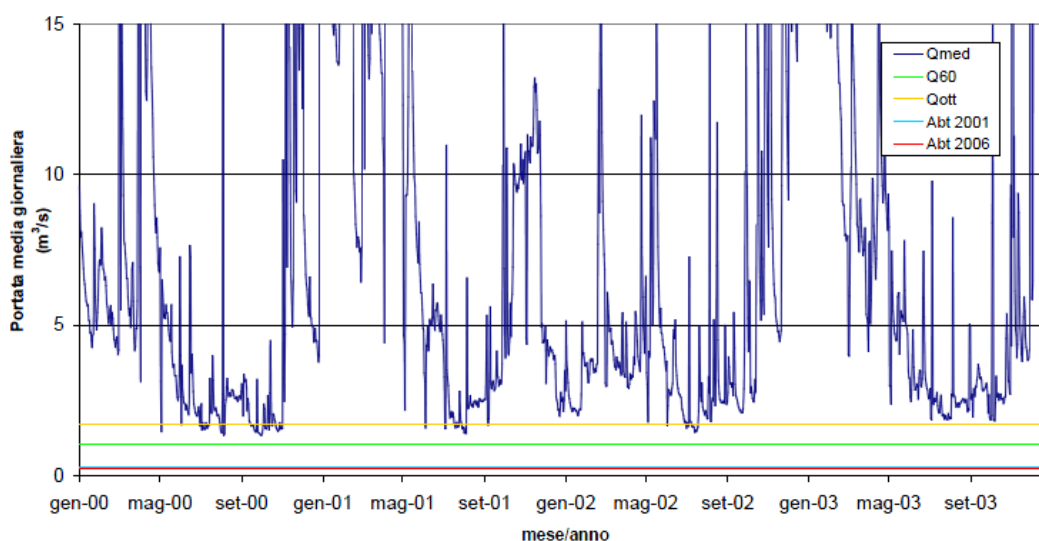


Figura 20: Portate medie giornaliere del Tevere a S. Lucia nel periodo 01/01/2000 – 30/09/2003

Questa è l’ulteriore conferma che, rispetto agli affluenti secondari nell’asta a monte di Santa Lucia, il Tevere ha un nuovo comportamento nei periodi di magra grazie ai rilasci della diga creata; questo implica quindi che il parametro Q_{60} risulti maggiore rispetto alla situazione precedente ad essa.

Anche se confrontando i dati delle portate degli anni 1993-2001 si può affermare che certe portate estive non sono mai transitate nella sezione interessata, per attenersi alla nuova

legge sarebbe necessario scegliere, seppur con le dovute riserve, un nuovo valore di portata di DMV da assegnare, che stato calcolato essere pari a 1038 l/s ovvero 1,038 m³/s.

Nel Rapporto Ambientale e Relazione di Incidenza del Piano di Tutela delle Acque (paragrafo 3.7 Deflusso Minimo Vitale), la Regione Umbria ha cautelativamente assunto come valori di riferimento quelli dedotti utilizzando il Metodo sperimentale complesso (Metodo del microabitat) elaborati dal dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università di Perugia.

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) viene individuato in una frazione della portata ottimale (Qott) compresa tra 0,6 e 1, tenendo conto di vari fattori tra cui lo Stato di Qualità Ambientale delle acque, la funzione di ricarica naturalmente esercitata dal fiume sui corpi idrici sotterranei (e il relativo Stato di Qualità Ambientale), il valore naturalistico del corpo idrico e la presenza di aree protette, gli usi turistico ricreativi caratteristici del corso d'acqua e il mantenimento, se compatibile, dell'uso antropico delle acque.

La scelta di adottare, in via transitoria, valori di DMV corrispondenti ad una frazione (Q60, Q70, Q100) della portata ottimale deriva dalla necessità di tener conto del margine di errore ancora presente nel modello di regionalizzazione, in attesa degli approfondimenti ed aggiornamenti necessari al suo perfezionamento

Nella tabella Tabella 13, estratta dal Rapporto Ambientale del PAI Umbria, per ogni sezione vengono riportati i valori delle portata ottimale, del DMV proposto, nonché della frazione $Q_{ottimale}$ corrispondente.

Tabella 13: Valori del DMV proposti in via transitoria per i corpi idrici significativi

Sottobacino	Corso d'acqua	Sezione di riferimento	Specie ittica	Area (km ²)	Qott (m ³ /s)	DMV (m ³ /s)	DMV/Q ott (%)	Sezione di controllo
Alto Tevere	Tevere	Inizio tratto Umbro	Barbo	368,1	1,500	1,200	80	Ponte S.P.100 Pistrino - San Giustino
		Stazione idrometrica Santa Lucia	Barbo	929,7	1,729	1,210	70	Stazione idrometrica Santa Lucia
		Inizio Media Valle del Tevere (a monte T.Assino)	Barbo	1589,2	2,416	1,450	60	Ponte S.P.3bis presso Umbertide
		Stazione idrometrica Pierantonio	Barbo	1953,4	2,732	1,639	60	Stazione idrometrica Pierantonio
		Stazione idrometrica Ponte Felcino	Barbo	2087,5	2,865	1,719	60	Stazione idrometrica Ponte Felcino
		Chiusura bacino Alto Tevere	Barbo	2188,8	2,950	1,770	60	Ponte S.P. 403 presso Torgiano

Quindi dalla Tabella 13 si osserva che il DMV proposto per la stazione di Santa Lucia è pari a 1,210 m³/s (1210 l/s).

La sezione di chiusura in progetto ha un bacino di 934 km² contro i 881km², ovvero una differenza di 53km² afferenti al bacino del Torrente Soara.

Al fine della definizione del DMV, si propone di adottare il valore di 1'210l/s proposto dalla regione, in loco di un valore ragguagliato all'area del bacino effettivo, al fine di aumentare la qualità delle acque del tratto sotteso tra la sezione di Santa Lucia e la sezione di progetto posta a monte.

Tale DMV si propone di essere rilasciato nella frazione di 200l/s attraverso la scala di risalita per l'ittiofauna e il restante attraverso l'apertura controllata della paratoia sghiaiatrice in diretta comunicazione con il punto più basso dell'invaso.

A tal proposito si rimanda alla D.G.P n° 432 (allegato A) per la definizione del valore di portata da rilasciare nella scaletta di risalita dei pesci.

La regolazione della portata di D.M.V portata e di tali livelli sarà regolata per la parte effluente dalla paratoia sghiaiatrice, attraverso apertura fissa alla base della paratoia stessa, che permetta l'efflusso di 1.010 l/s continuativamente rendendo il sistema di controllo di tipo strutturale; anche per il rilascio della scaletta dell'Ittiofauna, il sistema di controllo sarà di tipo strutturale, rilasciando sempre la stessa quantità di acqua durante tutto il periodo di riempimento dell'invaso.

6 CURVA DI DURATA DELLE PORTATE TURBINABILI - PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

In base delle portate di riferimento del fiume Tevere alla sezione dell'opera di presa in progetto, ragguagliate come esposto nei paragrafi 5.2 5.3 e 5.4, considerando i dati caratteristici delle turbine in progetto quali:

- **portata massima turbinabile pari a 20,00 m³/s**
- **portata minima turbinabile pari a 1,00 m³/s**

si costruisce la curva di durata delle portate turbinabili/derivabili del fiume Tevere alla sezione di "la Canonica" rappresentata nella Figura 21.

La portata media annua turbinabile è di 7,29 m³/s (portata media di concessione), a fronte di una portata media annua del fiume Tevere alla sezione di progetto, pari a 9.31 m³/s. Il volume medio annuo turbinabile è stimato in circa 230 milioni di metri cubi d'acqua.

Considerando il rendimento dell'apparato elettromeccanico e delle perdite di carico globali, del salto idraulico netto di 4,00 metri, si ricavano i seguenti dati di potenza delle macchine:

- la **potenza massima** netta di funzionamento a pieno carico (20 m³/s), in uscita dai gruppi turbina Kaplan e generatore ad asse verticale, è pari a **660 kW**;
- la potenza ottenibile dall'impianto in corrispondenza della portata di durata 182 giorni (metà anno)(turbinabile 3.91 m³/s), è pari a 129 kW;
- la potenza ottenibile dall'impianto in corrispondenza della portata di durata 274 giorni (turbinabile 1.88 m³/s) è pari a 63 kW;
- la **potenza media effettiva dell'impianto è di 243 kW** (con portata media annua turbinabile di 7.29 m³/s);
- la **producibilità media annua dell'impianto è stimata in 2.130.000 kWh**.

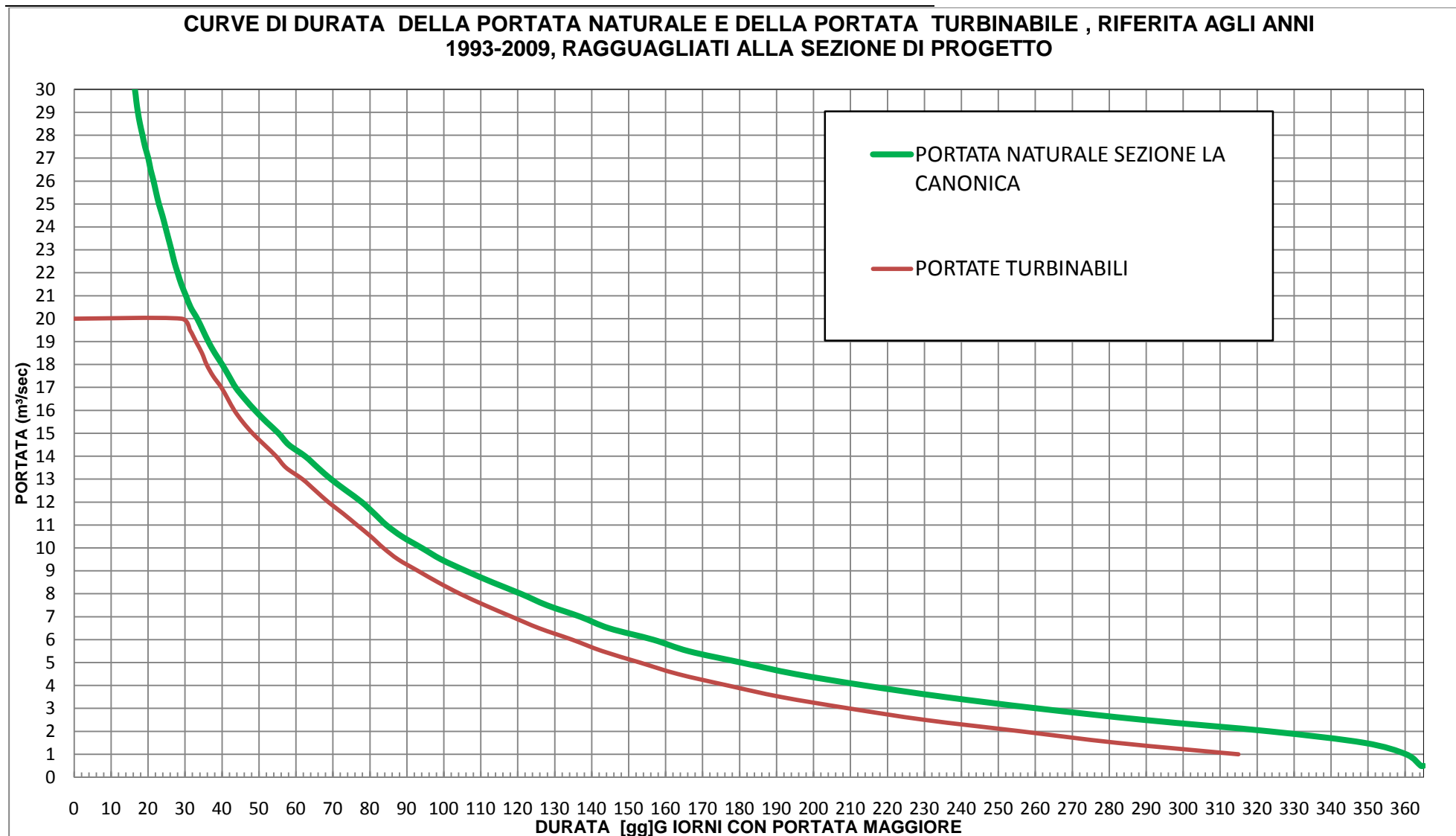


Figura 21: Curva di durata delle portate medie naturali alla sezione della Canonica (verde) e delle portate turbinabili 1993-2009

7 PARAMETRI DI CONCESSIONE

I parametri per la richiesta della concessione all'utilizzazione delle acque sono indicati di seguito nella Tabella 14.

Il valore massimo derivabile scelto è pari a 20 m³/s corrispondente a 40 gg di funzionamento annuale in tutte e due le curve di durata.

Il valore minimo turbinabile è pari a 1,00 m³/s che corrisponde: ad un funzionamento della centrale di circa 315 gg di funzionamento nel caso di rilascio del DMV secondo la legge regionale (1.210 m³/s);

Si riportano nella Tabella 3.12 i dati di concessione ricavati dallo studio idrologico.

Tabella 14: Riepilogo dati di concessione

	Dati di concessione
Area bacino fiume Tevere sotteso dalla presa	881 km ²
Deflusso Minimo Vitale PTA	1210 l/s = 1.210 m ³ /s
Portata massima derivabile	20.00 m ³ /s
Portata minima derivabile	1.00 m ³ /s
Portata media annua turbinabile	7.29 m³/s
Portata minima derivabile	1.00 m ³ /s
Salto idraulico	4.00 m
Potenza massima effettiva dell'impianto	660 kW
Potenza media effettiva dell'impianto	243 kW
Potenza massima nominale	784 kW
Potenza media nominale di concessione	286 kW
Producibilità effettiva media annua	2.130.000kWh/anno