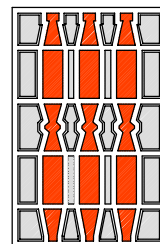




COMUNE DI  
CITTÀ DI CASTELLO



TIBER ELETTRA S.r.l.



REGIONE UMBRIA

# PROGETTO DEFINITIVO

## IMPIANTO IDROELETTRICO DENOMINATO "LA CANONICA" SUL FIUME TEVERE



n. 2.1

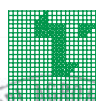
RELAZIONE TECNICA GENERALE

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@studiovincenti.it



<b>1 DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETA’ PROPONENTE .....</b>	<b>2</b>
<b>2 PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Il contesto locale dello sfruttamento dell’energia idroelettrica .....	3
2.2 L’ubicazione della centrale e il contesto storico della vecchia briglia de “La Canonica” .....	6
2.3 La proposta in progetto della nuova centrale.....	9
<b>3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE .....</b>	<b>13</b>
3.1 Situazione attuale .....	13
3.2 La diga di Montedoglio.....	15
<b>4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO .....</b>	<b>18</b>
4.1 OPERA DI PRESA.....	19
4.2 Modalità di gestione dello sbarramento e delle paratoie.....	22
4.3 Gestione in remoto.....	24
4.4 Fabbricato di centrale / Locale di Produzione.....	26
4.5 Fabbricato di consegna ENEL .....	27
4.6 CANALE DI SCARICO.....	28
4.7 SCALA DI RISALITA PER LA FAUNA ITTICA E PASSAGGIO CANOE .....	29
4.8 MODALITA’ DI RILASCIO DEL MDCV .....	32
<b>5 CURVA DI DURATA DELLE PORTATE TURBINABILI -PRODUCIBILITÀ DELL’IMPIANTO .....</b>	<b>34</b>
<b>6 MISURE GEOMETRICHE FONDAMENTALI.....</b>	<b>36</b>
<b>7 PARAMETRI DI CONCESSIONE .....</b>	<b>37</b>
<b>8 CRONOPROGRAMMA.....</b>	<b>38</b>
<b>9 PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....</b>	<b>39</b>
<b>10 STIMA COMPLESSIVA DELLE OPERE.....</b>	<b>40</b>
<b>11 STUDIO DI FATTIBILITA’ TECNICO ECONOMICA .....</b>	<b>41</b>

## 1 DATI GENERALI IDENTIFICATIVI DELLA SOCIETA' PROPONENTE

### SOCIETA' PROPONENTE

**TIBER ELETTRA** con sede in Città di Castello Via G. Marconi n. 7 n. REA PG286514 C.F. 02906060542, Forma Giuridica: Società a Responsabilità Limitata, data Atto Costitutivo: 10/10/2006, Capitale Sociale: € 45.000,00 interamente versato, Amministratore Unico: Dott. Andrea Vincenti nato a Città di Castello il 09/07/1950

### SOCI

**TECNIMP srl** con sede in Città di Castello Via g. Marconi n. 7, iscritta al n. 98814 REA Camera di Commercio di Perugia, C.F. 00202530549, Amministratore Unico Dott. Andrea Vincenti nato a Città di Castello il 09/07/1950 – percentuale quote 55%

**IDROTRE srl** con sede in Roma V. le B. Buoizzi n. 68 iscritta al n. 1130062 REA Camera di Commercio di Roma, C.F. 04399800962, Amministratore Unico Dott. Francesco Maria Vespasiani nato a Genova il 20/12/1977 – percentuale quote 45%

## 2 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 (Figura 1: *Estratto carta stradale cin indicazione in esame*), nelle vicinanze dell’antico mulino della Canonica.



Figura 1: Estratto carta stradale cin indicazione in esame

### 2.1 IL CONTESTO LOCALE DELLO SFRUTTAMENTO DELL’ENERGIA IDROELETTRICA

La storia dello sfruttamento dell’energia idroelettrica nella zona dell’Alta Valle del Tevere, risale ai primi anni del novecento. Infatti presso Lama di San Giustino un illuminato proprietario terreno, il marchese Gioacchino Cappelletti, si costruì la una sua centrale idroelettrica all’interno del proprio parco. La centrale dotata di due turbine Francis di potenza presunta di circa 50 kW, era alimentata da un lago posto a 25 m di dislivello dalla centrale. Fu un caso che fece scalpore in quanto il marchese stesso portò l’energia elettrica anche a molti dei suoi contadini, anticipando di circa 50 anni quella che è stata la diffusione della “corrente” anche nelle campagne caratterizzate da mezzadria.

Un’altra delle prime centrali idroelettriche nell’Alta Valle del Tevere è quella di Lama. L’impianto, della potenza di circa 150 kW alimentato da un lago posto a 60 m di dislivello, fu usato a lungo soprattutto durante le ore notturne e in caso di necessità giornaliere fino al 1944, anno in cui fu bombardato dalle truppe tedesche. Da notare ancora oggi che intorno alla centrale si è avuto uno sviluppo maggiore dell’economia, specialmente quella della piccola media industria.



Ad oggi, considerando tutto il bacino del Tevere a monte di Perugia, l'energia idroelettrica è sfruttata solo in 4 casi:

- la centrale di Montedoglio (Figura 2) posta immediatamente a valle della omonima diga; questa è in grado di sfruttare un salto di 30 m e garantisce circa 2 m<sup>3</sup>/sec quasi tutto l'anno, per produrre energia necessaria ai pompaggi di tutto l'EIUT (Ente Irriguo Umbro Toscano);



**Figura 2: Uno dei due gruppi Francis della diga di Montedoglio**

- la centrale di Umbertide (Figura 3) posta sul fiume Tevere, ad acqua fluente; questa presenta un salto di 5,2 m, dotata di due gruppi turbina Kaplan e paratoie a settore;



**Figura 3: Centrale di Umbertide**

- la centrale di Ponte Felcino (Figura 4**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), dotata di 5 elettroturbine, attivata nel 1984 e oggi in fase di ricostruzione completa;



Figura 4: Centrale di Ponte Felcino: dettaglio dello sgrigliatore dell'opera di presa

- la centrale di Ponte San Giovanni (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) attivata nel 2005 sul fiume Tevere a ridosso del centro abitato dotata di due gruppi Kaplan a doppia regolazione.



Figura 5: Impianto di Ponte S. Giovanni: l'opera di sbarramento a paratie mobili rotanti

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 1: Riepilogo centrali idroelettriche attive alla sezione di chiusura di Ponte San Giovanni

Luogo	Tipo	Potenza	Tipo turbine	Anno costruzione
<b>Montedoglio</b>	Serbatoio	2.0 MW	Francis	1999
<b>Umbertide</b>	Acqua fluente	600 kW	Kaplan	2005
<b>Ponte Felcino</b>	Acqua fluente	2.0 MW	Elettropompe ITT	1984
<b>Ponte San Giovanni</b>	Acqua fluente	1 MW	Kaplan	2007

## 2.2 L'UBICAZIONE DELLA CENTRALE E IL CONTESTO STORICO DELLA VECCHIA BRIGLIA DE “LA CANONICA”

L'antico mulino della Canonica, realizzato fra il 1400 e il 1500, usufruiva di uno sbarramento fisso (Figura 6) con derivazione per l'attivazione di un mulino idraulico, adibito a molitura di cereali, rimasto in attività fino al crollo della briglia che consentiva la deviazione delle acque necessarie al funzionamento del mulino stesso.

Tale sbarramento di notevole entità costituiva uno degli elementi più significativi dell'ambito fluviale dell'Alto Tevere, creando naturalmente una zona di rigurgito ( Figura 7 )che in origine raggiungeva pressoché i basamenti del ponte della Statale Aretina Tre bis di accesso al centro storico di Città di Castello.

La chiusa ebbe un'importante funzione di natura energetica, consentendo l'approvvigionamento del primo impianto per la distribuzione della luce elettrica a vaste parti della città, utilizzata fino agli anni '30 (anni della comparsa in città di energia elettrica “proveniente” da regioni limitrofe). Il progetto della prima centrale denominato “Progetto per l'impianto di luce elettrica di Città di Castello” fu realizzato dalla Società Nardi e Vincenti nel 1897 (Figura 8); questo prevedeva l'installazione di due turbine da 60 Hp cadauna, per fornire l'energia elettrica necessaria all'illuminazione pubblica della cittadina.



**Figura 6: Sbarramento della Canonica a fine anni 60**



**Figura 7: Sbarramento della Canonica a fine anni 60:**





**Figura 8: Opuscolo del progetto della centrale idroelettrica della Canonica del 1897**

Ad ogni modo, la portata sfruttata era di gran lunga inferiore a quella disponibile per ottenere il massimo della producibilità, tanto che le turbine erano accese anche durante i periodi di magra del Tevere; infatti, la notte era previsto lo svuotamento della briglia con successivo riempimento durante il giorno, venendo così a formarsi una sorta di effetto serbatoio. Sicuramente queste condizioni di funzionamento, tali da impedire un passaggio del minimo deflusso vitale nella sezione sottesa tra la briglia e l'uscita delle turbine, oggi non sarebbero praticabili sia per ragioni ambientali che autorizzative.



**Figura 9: Antico mulino della Canonica**

All'inizio degli anni '70, non essendo state effettuate le manutenzioni strutturali indispensabili alla briglia, una rilevante ondata di piena determinò, a seguito del sifonamento della struttura, il crollo della stessa, con notevoli danni conseguenti. Infatti, l'invaso svolgeva un'importante azione di contenimento nella parte a monte della briglia stessa; questo crollo portò a concreti pericoli di cedimento del ponte sul Tevere conseguente all'abbassamento dell'alveo e al notevole incremento dell'erosione.

### **2.3 LA PROPOSTA IN PROGETTO DELLA NUOVA CENTRALE**

Il presente progetto prevede la costruzione di una nuova briglia dotata di organi elettromeccanici per il suo abbattimento posta leggermente più a valle della precedente e di una centrale idroelettrica in sponda sinistra del fiume Tevere, riproponendo la vecchia struttura produttiva della Canonica.

L'acqua verrà captata a monte della traversa e restituita completamente immediatamente a valle della stessa, senza sottendere tratti di alveo dalla captazione.

Questa tipologia di impianto detto ad *acqua fluente* si differenzia dai tradizionali impianti idroelettrici caratterizzati dalla presenza di una condotta forzata che collega l'opera di presa al fabbricato di centrale, con conseguente impoverimento del tratto di fiume intermedio.

Nella Figura 10 e Figura 11 sono presentati gli schemi tipici di una centrale acqua fluente

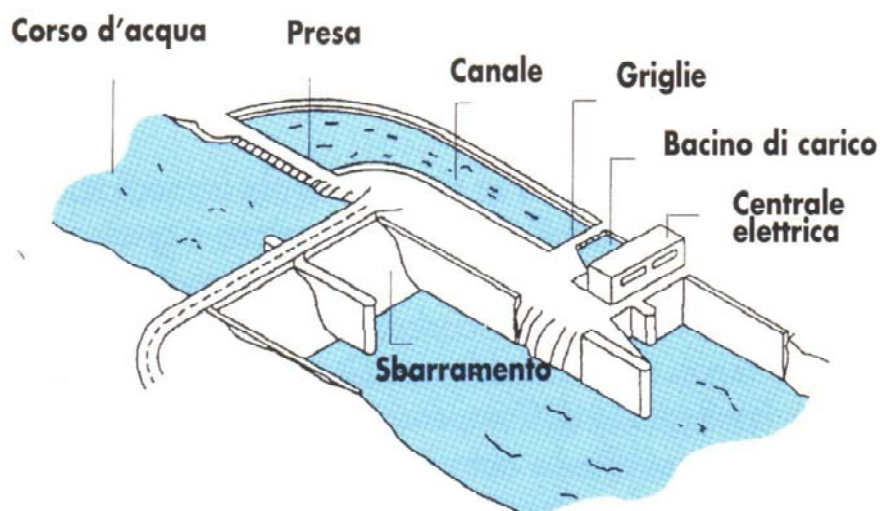


Figura 10: Schema generale di un impianto ad acqua fluente

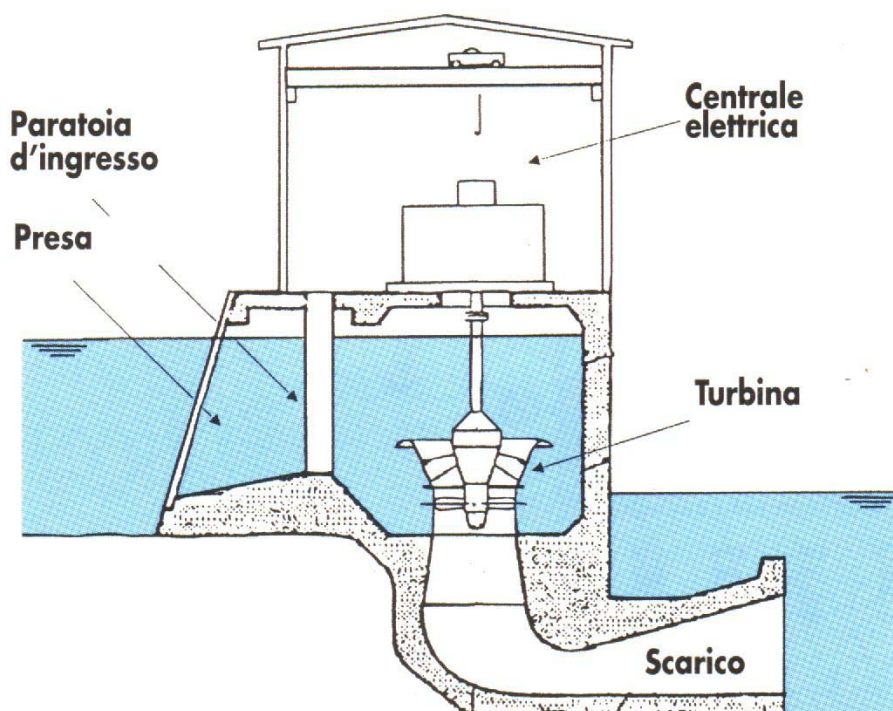


Figura 11: Sezione di una centrale idroelettrica ad acqua fluente

L'impianto proposto ad acqua fluente è un impianto “compatto” nel quale l'opera di presa ed il fabbricato di centrale, sono praticamente coincidenti, riducendo praticamente a zero gli impatti negativi sull'ambiente degli impianti idroelettrici, in quanto:

- non si sottendono lunghi tratti di fiume dalla derivazione, con conseguente impoverimento di tratti di corsi d'acqua;
- il livello a monte dello sbarramento verrebbe mantenuto costante durante l'anno a favore della presenza e dello sviluppo dell' ittiofauna anche per lo sviluppo di attività di pesca sportiva durante tutto l'anno;

- non si andrebbe ad interferire con il regolare deflusso delle portate di piena, in quanto al superamento di un livello limite le 3 paratoie si abbatterebbero automaticamente permettendo il regolare deflusso delle piene.

Tale intervento consentirebbe la produzione di energia elettrica "pulita" da immettere nella rete elettrica nazionale, in grado di soddisfare mediamente i consumi energetici di circa 800 famiglie.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- **salto idraulico netto 4,00 m**
- **portata massima dell'impianto 20,00 m<sup>3</sup>/s**
- **portata media annua derivabile 7,29 m<sup>3</sup>/s**
- **produzione energetica media annua 2.130.000 kWh**
- **periodo di funzionamento dell'impianto: tutto l'anno**

Con 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, che cita: *"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"*, ed ai sensi del decreto legislativo 29.12.2003 n°387, che, all'art. 12, comma 1, cita: *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.*

L'impianto proposto risulta, inoltre, perfettamente in linea con le attuali indicazioni vigenti in merito allo sviluppo e potenziamento di fonti di energie alternative rinnovabili, ancor più indirizzate, sia a livello regionale sia provinciale, verso il ripristino e il potenziamento di vecchi mulini esistenti.

La realizzazione dell'impianto comporterebbe una notevole serie di **effetti positivi sull'ambiente e sulla collettività** quali:

- La mancata emissione in atmosfera di circa **1.100 tonnellate di anidride carbonica all'anno**, necessarie per la produzione della stessa quantità di energia dell'impianto in progetto da fonti tradizionali, mediante ad esempio la combustione di **gasolio**;
- La fornitura di energia pulita rinnovabile ad un nucleo abitato di circa 800 famiglie;



- La creazione di un'area didattica con visite guidate all'impianto idroelettrico in progetto da ricollegare al progetto “Parco Tevere” in fase di completamento da parte degli enti locali;
- La creazione di una scala di risalita per la fauna ittica, in modo da garantire la continuità biologica del fiume oggi impedita da una soglia in calcestruzzo posta 130m a monte dello sbarramento in progetto;
- La partecipazione al ripopolamento ittico del corso d'acqua, in accordo con gli enti locali competenti;
- La creazione di un invaso adibito all'attività di pesca sportiva utilizzabile durante tutto l'anno
- La redazione di una convenzione con la Pubblica Amministrazione comunale per la cessione di parte del fatturato annuo prodotto dall'impianto, con la creazione di una rendita sicura e regolare nel tempo, utilizzabile per interventi socio assistenziali o ambientali.

### 3 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico in sponda sinistra del fiume Tevere in comune di Città di Castello, in località la Canonica, in vicinanza della frazione Casella, in prossimità del vecchio mulino, ad una distanza di circa 2 Km dal centro storico.



Figura 12: Foto aerea con indicata l'area di progetto in arancione, tratta da Google Earth (mappa Tele Atlas 2009)

#### 3.1 SITUAZIONE ATTUALE

Nell'area in esame il fiume Tevere si presenta monocursale, con una larghezza dell'alveo inciso di circa 40 metri, una profondità di 2-3 metri rispetto al terreno naturale, ed un'ampiezza della fascia golenale di 15-20 metri.

In questo tratto di fiume la vegetazione ripariale, soprattutto in sponda sinistra, è fortemente ridotta a causa di recenti interventi di sistemazione spondale, e le poche alberature ad alto fusto costituiscono il risultato di una selezione vegetazionale artificiale.

Si rimanda alla Relazione Idraulica Generale per ulteriori dettagli.



**Figura 13: fiume Tevere nell'area di progetto, visto da monte verso valle**

In sponda destra gli interventi di mitigazione del rischio idraulico sono stati realizzati in tempi meno recenti, pertanto la vegetazione ripariale risulta maggiormente sviluppata, con predominanza di vegetazione arbustiva e più raramente di alberature ad alto fusto, costituite prevalentemente da pioppi. Circa 130 metri a monte dello sbarramento in progetto è presente una soglia in calcestruzzo (Figura 14), a quota 270,15 m s.l.m., lunga 15 metri e larga 48 metri circa.



**Figura 14: Soglia in calcestruzzo, ubicata 130 metri circa a monte del nuovo sbarramento in progetto vista da valle verso monte**



### 3.2 LA DIGA DI MONTEDOGLIO

Nell'Alta Valle del Tevere, a 26 Km a monte dello sbarramento in progetto, in provincia di Arezzo, è presente l'invaso della diga di Montedoglio (Figura 15).



**Figura 15: Diga di Montedoglio**

Tale diga è gestita dall'Ente Irriguo Umbro-Toscano; la principale destinazione d'uso del serbatoio è quello irriguo e nel corso delle passate crisi idriche ha svolto un'importante funzione; in particolare, nei periodi estivi (come sarà meglio spiegato più avanti) è stata in grado di mantenere dei deflussi minimi per la tutela dell'habitat fluviale; invece nei periodi di piena ha svolto una significativa azione di laminazione e quindi di protezione delle aree esondabili tra la diga e la zona di Umbertide.

La diga di Montedoglio si sviluppa dalla stretta della collina di Montedoglio per una lunghezza di circa 7,5 Km fino ad estendersi nelle valli del Singerna e del Tignana, rispettivamente alla destra e sinistra idrografica per 3 Km, coprendo una superficie di oltre 800 ettari.

Il progetto del serbatoio di Montedoglio fu redatto nel 1971 dal Prof. Filippo Arredi e dall'Ing. Ugo Ravaglioli; i lavori di costruzione della diga e del primo tronco di derivazione, iniziati nel 1977 si sono protratti fino al 1993. Il serbatoio di Montedoglio sottende un proprio bacino idrografico di 276 km<sup>2</sup>.

Il volume totale di acqua invasata, fra la quota di massimo invaso (396.3 m) e la quota minima del terreno naturale (346.50 m) è di 168 milioni di m<sup>3</sup>, di cui 145.5 milioni di m<sup>3</sup> di regolazione, fra la quota di massimo invaso di regolazione a 394.6 m e il minimo invaso di regolazione a 362.20 m, e 15 milioni di m<sup>3</sup> di laminazione, fra il massimo invaso assoluto e quello di regolazione.



Alla quota di massimo invaso il lago ha una superficie di 8.04 km<sup>2</sup>.

La struttura dell'opera è in materiali sciolti con nucleo centrale impermeabile.

Il rilascio minimo che va garantito nel Tevere è di 1 m<sup>3</sup>/s. Ad oggi però grazie alla convenienza per l'EIUT di produrre energia dalla centrale a valle dell'invaso, la portata rilasciata oscilla tra gli 1,5 m<sup>3</sup>/s. e i 3 m<sup>3</sup>/s durante tutto l'anno. Quindi, salvo interruzioni estive della centrale, il minimo deflusso richiesto dall'Autorità di Bacino è sempre ampiamente soddisfatto.

Le principali caratteristiche dello sbarramento sono riassunte in Tabella 2.

**Tabella 2: Riassunto delle principali caratteristiche della diga di Montedoglio**

<b><i>Diga di Montedoglio</i></b>	
Altezza totale della struttura	64,30 m
Franco	2,00 m
Altezza di massima ritenuta	51,80 m
Altezza di laminazione	1,70 m
Altezza di regolazione	32,50 m
Altezza morta	15,70 m
Larghezza di coronamento	8,00 m
Volume totale corpo diga	2.638.000 m <sup>3</sup>
Volume nucleo impermeabile	314.000 m <sup>3</sup>
Volume di regolazione	145.5 mil. m <sup>3</sup>

La pressoché ormai completa ultimazione ed 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 (vedi relazione idrologica), 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 m<sup>3</sup>/sec durante tutto

l'anno, superando di almeno 6/7 volte il minimo deflusso vitale concordato alla costruzione della diga, alla sezione di chiusura di Montedoglio.

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.

Purtroppo, il 27 dicembre 2010, nell'arco di una delle ultime prove di collaudo del serbatoio di Montedoglio, si è verificato il crollo di parte dello sfioratore di superficie (Figura 16), con conseguente formazione di un'ondata di piena anomala di notevole entità quantificata nei picchi a 560 m<sup>3</sup>/s in uscita alla sfioratore di Montedoglio e 396 m<sup>3</sup>/s alla sezione di Santa Lucia posta 3km a valle del opera qui in progetto



**Figura 16 : Parte dello sfioratore di superficie crollato la sera del 27 dicembre 2010**

Questo danno non ha compromesso il funzionamento della diga in toto, ma ne limiterà l'altezza massima d'invaso per i prossimi 5/10 anni, dato che per la ricostruzione dello sfioratore il livello dovrà essere mantenuto 12 metri al di sotto del max (misura in fase di correzione da parte del Registro Italiano Dighe). Ad ogni modo, come già specificato in

precedenza, questo non influirà sulle portate minime, in quanto ad oggi lo sfruttamento massimo annuale non supera i 50 milioni di m<sup>3</sup>.

## **4 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO**

Il presente progetto prevede la realizzazione di uno sbarramento mediante l'installazione di numero tre paratoie ad abbattimento totale, la captazione dell'acqua immediatamente a monte dello sbarramento e la restituzione completa dell'acqua derivata immediatamente a valle dello stesso, senza sottendere tratti di alveo dalla captazione.

Il salto idraulico che verrebbe sfruttato a scopo idroelettrico è pari a 4,0 metri.

I principali dati tecnici dell'impianto idroelettrico proposto sono:

- salto idraulico 4,00 m
- portata massima dell'impianto 20,00 m<sup>3</sup>/s
- portata media annua derivabile 7,29 m<sup>3</sup>/s
- produzione energetica media annua 2.130.000 KWh
- periodo di funzionamento dell'impianto: tutto l'anno

Altri interventi consisteranno in:

- realizzazione del locale di consegna Enel, e della linea elettrica di collegamento alla linea ENEL Media Tensione esistente in prossimità dell'impianto, mediante cavidotto interrato;
- ripristino delle aree di cantiere e sistemazione esterna delle aree circostanti il fabbricato di centrale.

Tutte le opere inerenti l'impianto idroelettrico risultano completamente interrate, ad eccezione del fabbricato di centrale, parzialmente fuori terra, e del locale di consegna Enel.

Il fabbricato di centrale è posto a quota 275,50 m s.l.m., ovvero un metro e ottanta centimetri circa al di sopra della quota di piena con tempo di ritorno duecentennale (273.60 m), come indicato nella “Relazione generale di calcolo idraulico”.

Si riporta nei sottocapitoli seguenti una descrizione di ciascuna parte costituente l'impianto.

#### 4.1 OPERA DI PRESA

L'opera di presa esistente è posizionata in sponda sinistra idraulica del fiume Tevere, a lato dello sbarramento, e consente la derivazione di una portata massima di 20 m<sup>3</sup>/s.

L'opera di presa è costituita da due bocche di presa, con due paratoie metalliche di imbocco canale. Davanti alle paratoie sono inoltre previsti i pali paratronchi metallici.

La quota della soglia di presa è pari alla 269,95 m s.l.m., con fondo alveo a quota 268,18 m s.l.m..

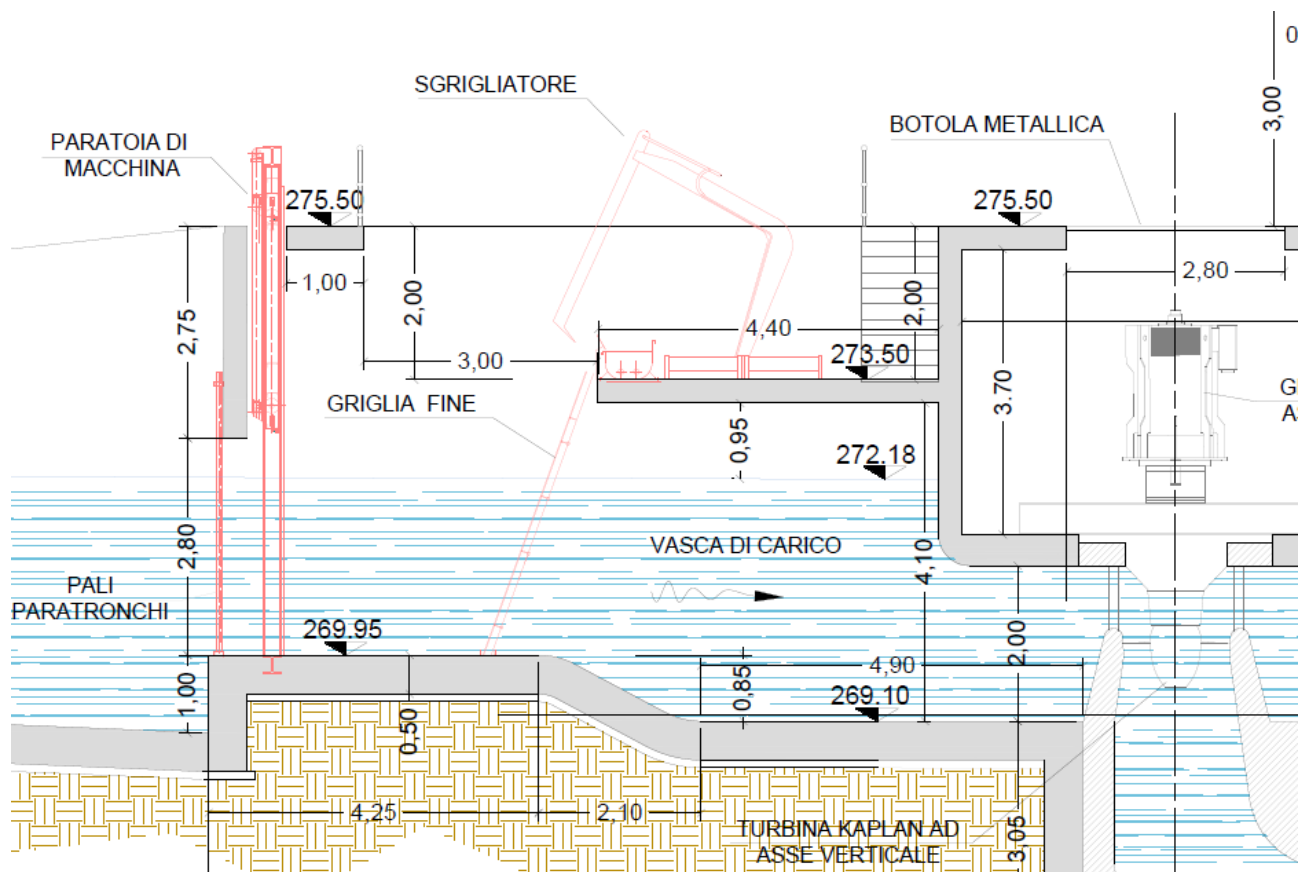
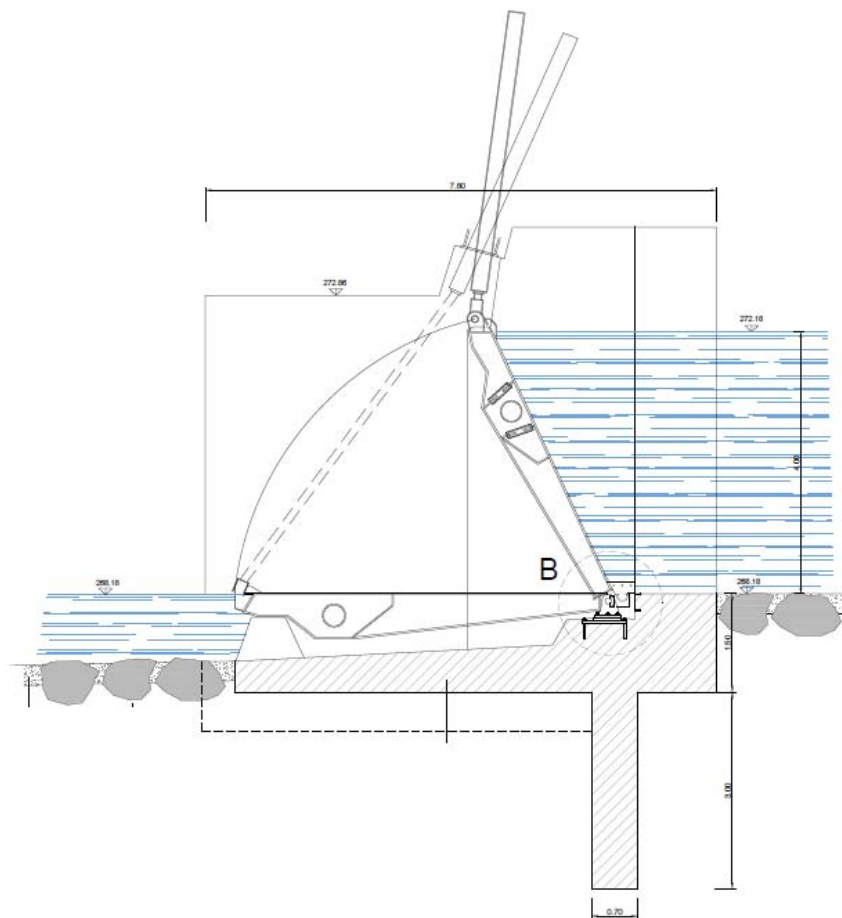


Figura 17: Pali paratronchi e griglie fine per impedire l'ingresso dei pesci nelle macchine

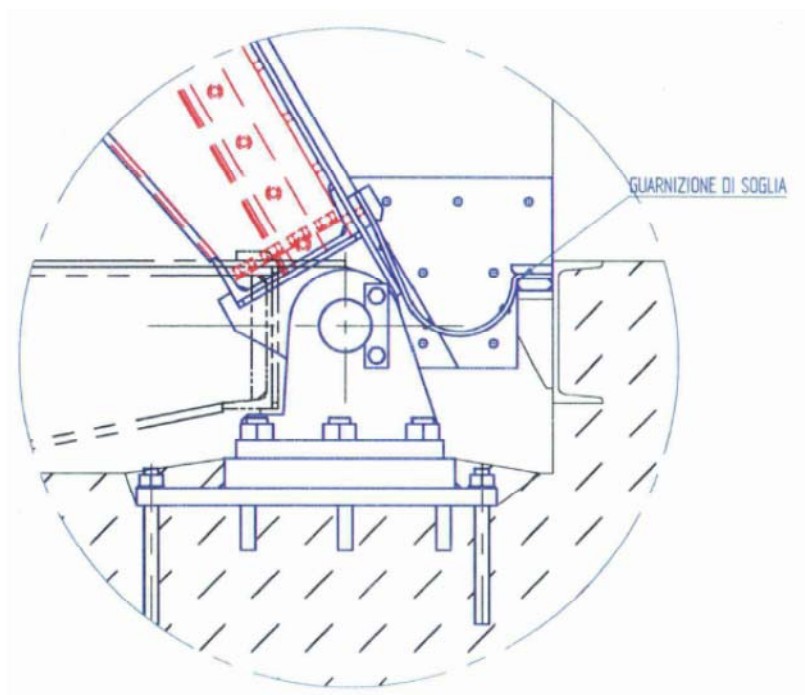
È prevista la costruzione del nuovo sbarramento con da 2 paratoie mobili a totale abbattimento; tale sbarramento sarà dotato sotto la quota di minimo invaso (268.18) anche di una soglia fissa in c.a. che emerge dall'alveo per circa 0.70 m , munita a monte di un taglione antisifonamento profondo 3 m che si immerge nel terreno da studiare dettagliatamente nella fase di progetto esecutivo (Figura 18).





**Figura 18: Sezione delle paratoie dello sbarramento**

Le due paratoie saranno ancorate alla fondazione per mezzo di due perni d'acciaio inossidabile ancorati a loro volta alla fondazione stessa.



**Figura 19: Dettaglio dei perni di ancoraggio delle paratoie**



**Figura 20: Render dello sbarramento**

Alla fine del canale di imbocco, prima delle paratoie di presa, si prevede di collocare un setto ribassato del fondo canale di circa 1 m, al fine di convogliare il materiale depositatosi ed eliminarlo mediante l'apertura saltuaria della paratoia sghiaiatrice, larga 3 metri.

Dalle due paratoie di presa larghe 4 m ed alte 2,80 m, protette da pali paratronchi, inizia la vasca di carico, interrata a sezione scatolare in cemento armato, di larghezza complessiva 8,50 m e di altezza 3,20 m, e lunghezza circa 10 m, a lato del quale verrà ripristinato l'attuale sentiero di accesso all'opera di presa. Alla partenza della vasca si prevede di collocare lo sgrigliatore metallico automatico sulle griglie fini appena a tergo della paratoia di macchina.

Lo sgrigliatore è costituito da una griglia metallica che chiude l'intera sezione del canale, con lo scopo di trattenere il materiale trasportato in sospensione dalla corrente (principalmente foglie e occasionalmente piccole ramaglie non trattenute dai pali paratronchi alle bocche di presa).

La pulizia di queste griglie viene effettuata in automatico, ad intervalli di tempo regolabili dallo sgrigliatore metallico, consistente sostanzialmente in una specie di pettine che strisciando contro le griglie dal basso verso l'alto, raccoglie le foglie e le deposita in un nastro trasportatore posto sul solettone superiore. Tale nastro a sua volta le scarica il materiale raccolto in un contenitore di raccolta posto a lato, periodicamente portato a scarica.

Le griglie fine a monte delle turbine, (Figura 17) non permetteranno l'ingresso della fauna ittica nella zone delle turbine.

Le dimensioni di tali griglie (Figura 21 )saranno le seguenti:

- Luce libera = G 30 mm
- Spessore barre = t 12 mm

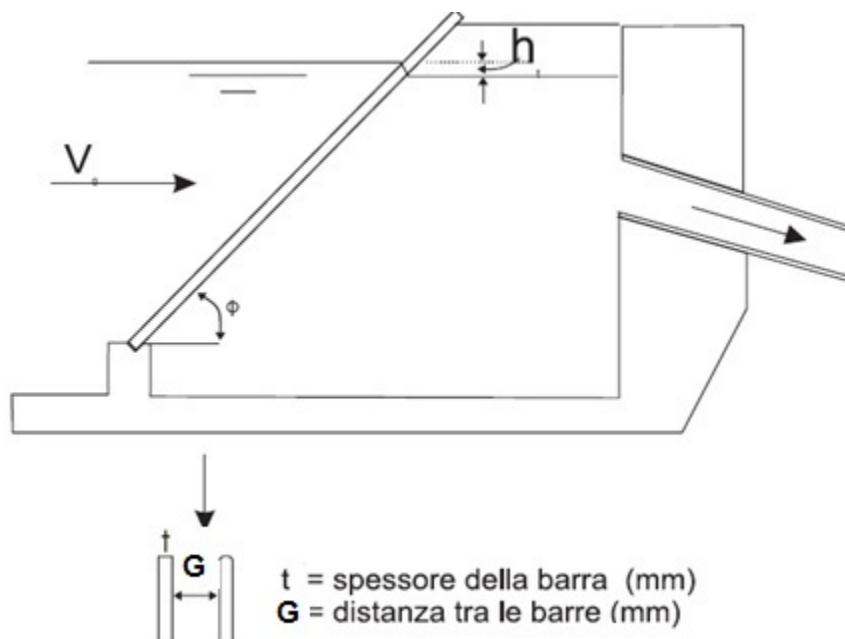


Figura 21: Distanze tra le griglie per impedire l'ingresso della fauna ittica in centrale

Si ritiene che tali misure, insieme alla basse velocità dentro il canale di adduzione, siano sufficienti a impedire l'ingresso di pesci dentro la centrale, e che la salvaguardia della fauna ittica sia garantita.

#### 4.2 MODALITÀ DI GESTIONE DELLO SBARRAMENTO E DELLE PARATOIE

I sistemi scelti per la costruzione dell'invaso di sono tipo Oleodinamico, con ridondanza nei confronti di avaria del sistema. Questo da certezza che sia scongiurata la non apertura delle paratoie in caso di emergenza.

Al fine di controllare i livelli e i comandi di apertura delle paratoie, saranno installati sensori di livello ad ultrasuoni, che invieranno il comando di azionamento alle paratoie di abbassamento ed innalzamento in funzione dei livelli di massimo esercizio definiti precedentemente.

Il sensori di livello saranno due e verranno installati:

- nell'invaso immediatamente a monte delle paratoie ( allarme a quota 272.90)
- a circa 900 metri a monte in prossimità della soglia di emissione del Torrente, sotto il ponte pedonale nel torrente Scatorbia (allarme a quota 273.00)

Il sensore di livello del torrente Scatorbia darà comando di apertura totale delle paratoie al superamento del livello 273.00 poiché tale superamento, come definito nelle simulazioni per gli stati di esercizio, implica un superamento della portata di 130m<sup>3</sup>/s.

Tale portata di 130m<sup>3</sup>/s è stata ricavata grazie alle simulazioni in moto permanente, ipotizzando un abbassamento delle Paratoie di 1.50 metri rispetto alla quota di massimo invaso 272.90, tali da mantenere il livello costante immediatamente a monte dell'opera di presa (Vedi relazione di calcolo idraulico).

Il sensore di livello posto in prossimità della centrale fino ad un livello recepito di 272.90 non darà comando di apertura delle paratoie. Appena tale livello viene superato si procederà attraverso un sistema di controllo, all'abbassamento graduale delle paratoie per regolare il livello fino ad un abbassamento massimo di 1.50 m rispetto alla quota 272.18.

Una volta raggiunto il livello 272.90 con paratoie abbassate di 1.50m, il sistema darà comando di apertura delle paratoie.

La velocità di apertura delle paratoie sarà tale da non fare superare il livello di 272.90 e sarà dimensionata facendo sì che la portata in uscita non superi la portata di 150m<sup>3</sup>/s.

Questo avverrà facendo sì che il battente idraulico tra la quota di sfioro delle paratoie e il livello a monte resti costante pari a 1.50m, fino ad un abbassamento totale delle paratoie.

Il tempo previsto per tale operazione sarà di circa 20 minuti, tempo molto inferiore al tempo di formazione dell'onda di piena osservato tra l'idrometro in uscita dalla diga di Montedoglio, e la sezione di Santa Lucia pari a circa 5 ore.

**Tabella 3: Tabella riepilogo funzionamento dei sensori di livello**

SENSORI DI LIVELLO	LIVELLO RILEVATO	CHIUSURA PARATOIE	TIPOLOGIA
SCATORBIA	273	/	SEGNALE DI APERTURA DELLE PARATOIE A SUPERAMENTO LIVELLO 273.00
SBARRAMENTO	272.18	4	NESSUN SEGNALE
	272.9	4	SEGNALE DI REGOLAZIONE DELLE PARATOIE FINO AD ABBASSAMENTO MASSIMO DI 1.50 m RISPETTO A 4 METRI con mantenimento del livello costante a monte 272.90
	272.9	2.5	STOP IMPIANTO APERTURA PARATOIE
		0	

In condizioni invece di emergenza, in concomitanza di eventuali guasti del suddetto comando, le paratoie si apriranno in un tempo determinato minimo pari a 11 minuti, per effetto del carico idraulico di spinta sulle paratoie medesime che permette l'allungamento dei martinetti di manovra.



Il tempo di 11 minuti è stato calcolato in funzione del tempo necessario allo svuotamento del bacino senza superare una portata media di uscita pari a un terzo di quella di TR 50 anni.

Il volume invasato tra la briglia a monte dell'immissione del torrente Scatorbia, e lo sbarramento è pari a 95.000m<sup>3</sup>. Considerando di aprire le paratoie con un tempo tale da non superare una portata a valle di 150m<sup>3</sup>/s (pari a circa un terzo della portata di TR 50 anni alla sezione TV 918), il tempo necessario sarà pari a

$$\text{Tempo svuotamento minimo} = \frac{\text{Volume invasato}}{\text{Portata media effluente allo sbarramento}} =$$
$$\frac{95.000\text{m}^3}{150\text{m}^3/\text{s}} = 633 \text{ s} \cong 11 \text{ minuti}$$

I meccanismi e le tempistiche di controllo di apertura delle paratoie saranno oggetto dello studio del progetto esecutivo finale, pur sempre garantendo una portata massima in uscita di 150m<sup>3</sup>/s e un tempo di apertura minimo di 11 minuti.

#### **4.3 GESTIONE IN REMOTO**

La gestione ed il controllo dell'impianto in progetto sarà effettuato con sistemi di telecontrollo, con frequenza normalmente giornaliera, da personale idoneo e qualificato, con specifica conoscenza tecnica degli impianti, delle apparecchiature di funzionamento e di controllo dell'invaso, anche in condizioni di emergenza.

Al superamento dei livelli di guardia vengono inoltre inviati messaggi di allarme via e-mail o via sms al centro di monitoraggio, che attiva le procedure di allerta.

Un sistema di auto-diagnosi controlla il corretto funzionamento dei dispositivi in remoto.

Si prevedono tre livelli di allerta:

Livello 1: il sistema invia al gestore un messaggio di avviso che l'acqua stramazza sul coronamento ( superamento quota di 272.18 al sensore di centrale) evidenziando un aumento delle portate;

Livello 2: il sistema invia al gestore un messaggio di allerta che il livello ha superato la soglia prestabilita di allerta a quota 272.90. . Alla ricezione di questo messaggio il gestore si reca alla centrale per controllare il processo di regolazione delle altezze delle paratoie,

Livello 3. L'operatore si trova sul posto, la portata ha raggiunto il valore 130m<sup>3</sup>/s, il livello a monte della paratoie ha raggiunto di nuovo la quota 272.90, inizia l'operazione di apertura delle paratoie che avverrà automaticamente ed in modo graduale in un tempo minimo di 20 minuti, per evitare il verificarsi di ondate di piena.

Durante l'apertura delle paratoie si verificherà un migliore deflusso della corrente nonché il trasferimento dei sedimenti da monte a valle.

Livello 4 (emergenza): il sistema invia al gestore un messaggio di emergenza che il livello presso il sensore di livello del torrente Scatorbia ha superato la soglia prestabilita di emergenza (273.00) . In questo caso si è verificata un'anomalia di funzionamento dei dispositivi di apertura delle paratoie e si deve procedere all'apertura manuale (pompe idrauliche manuali) delle paratoie. Ciò avverrà grazie alla presenza dell'operatore che avendo ricevuto l'allarme di livello 2 già si troverà sul posto.

I valori delle soglie dei livelli di allerta saranno comunicati in continuo con l'Autorità competente, in base a quanto indicato nella relazione di calcolo idraulico

#### **4.4 FABBRICATO DI CENTRALE / LOCALE DI PRODUZIONE**

Il locale turbine e generatori è previsto parzialmente interrato, in linea con la vasca di carico, mentre il locale tecnico di accesso alla centrale, posto a quota 275,50 m s.l.m., è completamente fuori terra.

L'accesso alla centrale per le normali operazioni di manutenzione avverrà dalla pista esistente che passa a lato del fiume Tevere.

Nel fabbricato di centrale, di dimensioni interne in pianta 9,85 m per 8,50 m, sono contenute le apparecchiature elettromeccaniche, costituite da due turbine di tipo Kaplan ad asse verticale con moltiplicatore di giri e generatore ad asse verticale.

La centralina oleodinamica per il controllo e movimentazione delle paratoie alla presa e dello sgrigliatore, i quadri elettrici di gestione e controllo ed i trasformatori sono invece contenuti nel locale tecnico, di dimensioni in pianta 8,50 m per 4,10 m. Sempre in suddetto locale trovano spazio la centralina oleodinamica per il comando delle turbine, un sistema di ventilazione per raffreddare il locale, e i macchinari per il comando delle paratoie.

Le turbine saranno due, una di potenza nominale di 230 kW e altra di potenza nominale di 430kW

La turbina ed il generatore verranno calati e messi in posizione mediante due botole metalliche a tenuta stagna poste sul solettone superiore, a quota 275,50 m.s.l.m., a lato del locale tecnico, di dimensione 2,80 m per 2,80 m.

Sotto il locale di produzione sono alloggiati i diffusori delle due turbine. Questi sono in acciaio inossidabile come gran parte della turbina e hanno funzione portante per le turbine stesse. Il diffusore nella prima parte è sostenuto per mezzo di pistoncini all'interno di una zona ricavata sotto le turbine. Questa soluzione è preferibile al diffusore affogato nel c.a., per far sì che, in caso di problemi di tenuta, possa essere ispezionato.

Il locale tecnico al fine di mitigare l'effetto visivo sarà ricoperto con un tetto verde e lateralmente sarà rivestito con listelli in legno massello ai quali sarà favorita la crescita del verde rampicante



Figura 22: vista del fabbricato di centrale con rinverdimento

#### **4.5 FABBRICATO DI CONSEGNA ENEL**

Per il locale delle apparecchiature elettriche di consegna all'ENEL è stato scelto di creare una nuova piccola struttura da costruire a circa 30 m di distanza dalla centrale, dove sono alloggiati i trasformatori e le macchine per il controllo automatico (PLC). Tale cabina è prevista di dimensioni interne in pianta pari a circa 7,40 per 2,50 m, ed altezza di 2,50 m, come da Norme Enel per l'allacciamento alla rete in media tensione (DK 5600), ed è prevista posizionata in vicinanza del vecchio mulino.

La struttura sarà realizzata in cls prefabbricato e sarà posta sopra il livello di portata con tempo di ritorno di 200 anni, così da evitare che un allagamento possa compromettere il funzionamento degli apparati elettrici.



Figura 23: Locale per l'alloggiamento delle apparecchiature elettriche

All'interno di questa verranno collocati i quadri elettrici di regolazione e controllo, il trasformatore a media tensione, un locale con accesso indipendente dall'esterno per il personale ENEL ed un locale misure.

Al fine di garantire un buon inserimento di tale cabina fuori terra nel contesto dell'area, sulla base delle specifiche del piano regolatore vigente, si prevedono le seguenti finiture:

- tetto a doppia falda con tegole in laterizio a coppo;
- gronda e tubi pluviali in lamiera verniciata marrone;
- assenza di porticati e terrazzi;

Il collegamento tra il fabbricato di centrale e il locale di consegna e allaccio ENEL avverrà mediante un cavidotto interrato in media tensione (15.000 V) di lunghezza pari a circa 130 m. Tale cavidotto sarà interrato, pertanto non presenterà problematiche di inquinamento elettromagnetico.



**Figura 24: palo e cabina Enel media tensione dove si prevede di realizzare l'allacciamento**

#### **4.6 CANALE DI SCARICO**

Al fine di raccordare il livello dell'acqua allo scarico della turbina con quella del corso d'acqua, al termine della vasca di scarico interrata, sotto il fabbricato di centrale, si prevede di realizzare un raccordo con un breve tratto di canale aperto di lunghezza 10 m circa, che riconduce le acque al fiume Tevere, nelle medesime condizioni sia qualitative che quantitative presenti prima della derivazione all'opera di presa.

Lo sbocco del canale, che si prevede realizzato con uno scatolare in cemento armato di larghezza interna 8,50 m ed altezza interna 1,40 m, avverrà appena a valle dello sbarramento gonfiabile.

Appena prima dello sbocco del canale si prevede il posizionamento di una griglia metallica antiuomo (al fine di evitare l'eventuale ingresso di persone o animali nel canale di scarico)



preceduta da una paratoia metallica di chiusura automatica durante le piene del fiume Tevere.

#### **4.7 SCALA DI RISALITA PER LA FAUNA ITTICA E PASSAGGIO CANOE**

Al fine di consentire il si prevede la realizzazione di una scala di risalita dell'ittiofauna, in sponda orografica sinistra.

Si è presa in considerazione la tipologia di rampa di risalita tipo “*closet o nature*” di tipo bottom ramp, che consente maggiori opportunità di passaggio anche per le piccole specie con il vantaggio di un'ottima possibilità di inserimento nel paesaggio.

La rampa ha origine da apposita soglia libera non regolata da paratoie, posta all'estremità sinistra della soglia a lato del canale di derivazione. superamento della traversa da parte della fauna ittica



**Figura 25: Esempio di rampa di risalita dell'ittiofauna in pietrame**



Figura 26: Esempio di scala di risalita in pietrame per l'ittiofauna

Da monte verso valle, la rampa si estende per una lunghezza di circa 32 m, consentendo il superamento di un dislivello di circa 4,00 m.

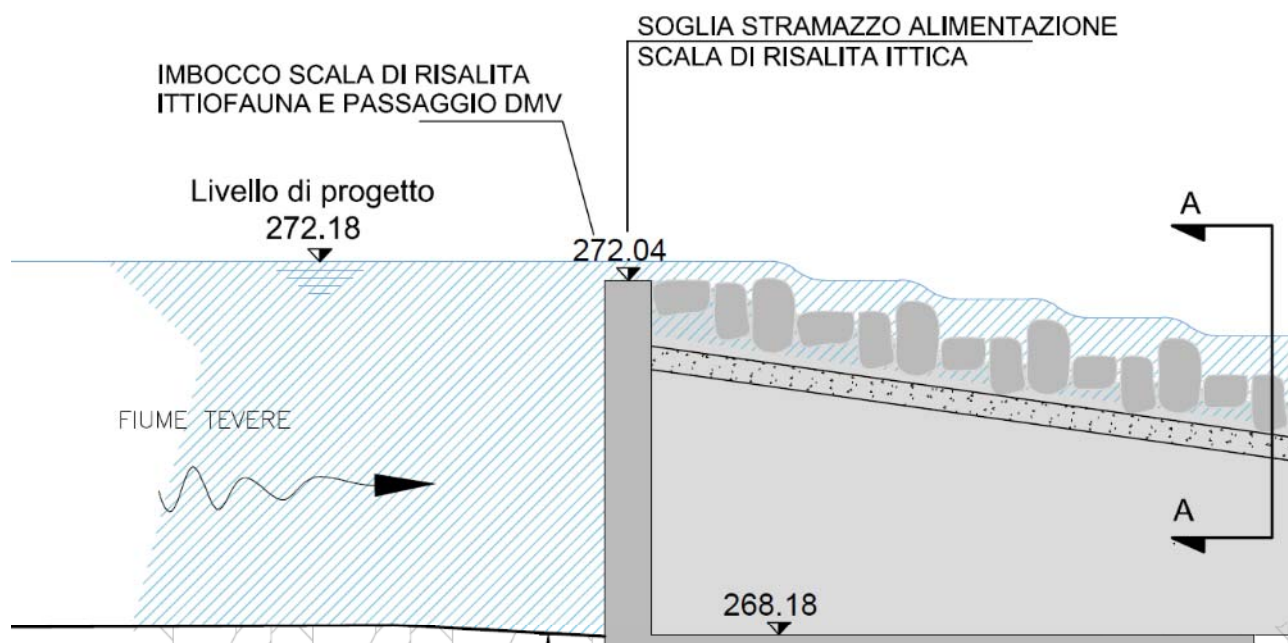
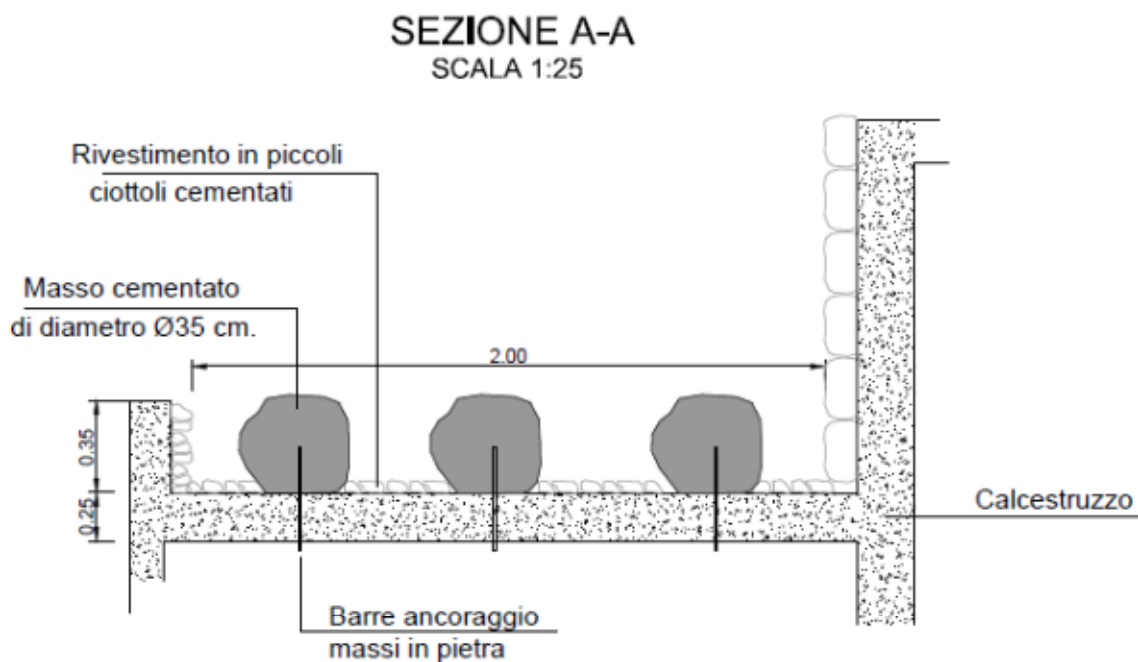


Figura 27: dettaglio della sezione di imbocco della scala di risalita dei pesci.



**Figura 28: dettaglio costruttivo della rampa.**

Per garantire un'elevata scabrezza, e quindi ridurre la velocità di deflusso, verranno utilizzati massi di diverse dimensioni ( medie 35 cm) annegati nel calcestruzzo legati con barre di ancoraggio, in modo da non essere trasportati via nel corso degli eventi alluvionali, mentre il fondo sarà interamente rivestito in piccoli ciottoli cementati.

Le caratteristiche geometriche della scala di risalita prevista per la fauna ittica sono indicativamente le seguenti:

- Tipologia: close to Nature in pietrame tipo Bottom Ramp
- dislivello H tra monte e valle = 4,00 metri;
- lunghezza complessiva L = 32m circa;
- larghezza interna = 2,00 m circa;
- larghezza della soglia di imbocco a stramazzo = 2,00 m;
- pendenza longitudinale media  $K = H/L = 11 \%$  circa.

Una parte del Minimo Deflusso Costante Vitale, pari a 200 l/s (0,387 m<sup>3</sup>/s), verrà fatta transitare attraverso la scala di risalita dell'ittiofauna in sponda sinistra.

#### 4.8 MODALITA' DI RILASCIO DEL MDCV

Il rilascio del Minimo Deflusso Costante Vitale è stato calcolato nella "Relazione idrologica".

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.

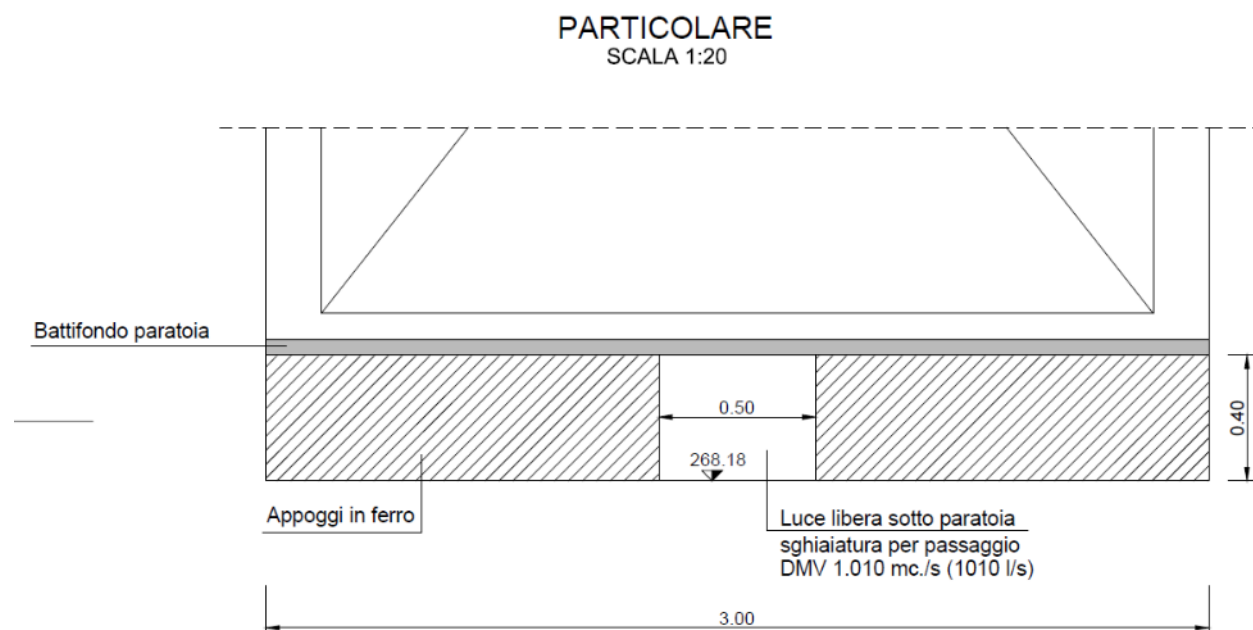
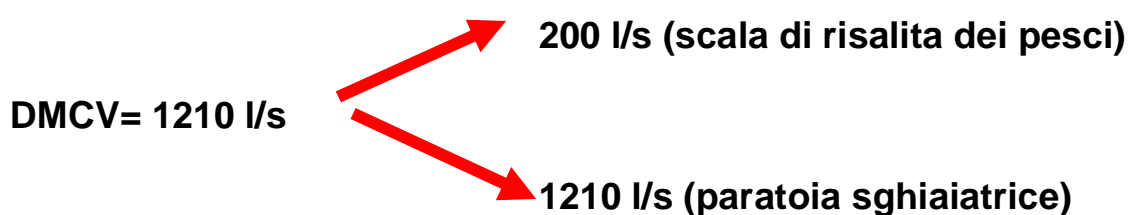


Figura 29: Particolare del fondo della paratoia sghiaiatrice atta al rilascio della patte di DMV 1.10/s

Sarà realizzata alla base una bocca ad apertura costante di dimensioni 0.50 m (larghezza) e altezza 0.40m (altezza); quest'ultima è stata dimensionata considerando un battente idraulico pari a 4 metri costante.

La formula utilizzata per tale calcolo è la seguente:

$$q = \mu A \sqrt{2gh} = \frac{2.08 \frac{m^3}{s}}{m}$$

dove:

- $q$  = portata specifica effluente dalla bocca
- $\mu$  = coefficiente d'efflusso per luce per bocca rettangolare in parete sottile a contrazione parziale pari a 0.603
- $A$  = altezza della bocca = 0.40m
- $h$  = carico idraulico (pelo libero- asse bocca) = 3.80
- $l$  = larghezza della bocca

Al fine di garantire una portata costante di 1.010m<sup>3</sup>/s sono necessari 0.48 m ovvero

$$l = \frac{q}{Q} = \frac{2.08}{1.01} = 0.48m$$

A favore di sicurezza la larghezza  $l$  è stata scelta pari a 0.50m.

Quindi come evidenziato in Figura 29, l'apertura costante da mantenere al di sotto della paratoia sghiaiatrice è pari a 0.50m x 0.40m

Attraverso la scaletta di risalita pesci posta a sinistra della paratoia sghiaiatrice, è stato previsto il rilascio fisso di circa 200 litri/sec.

La valutazione della portata defluente attraverso la soglia viene valutata considerando il deflusso come stramazzo in parete grossa secondo la formula:

$$Q_s = \mu l h \sqrt{2gh}$$

dove:

- $\mu$  = coefficiente di efflusso pari a 0.48;
- $L$  = larghezza dello stramazzo pari a 2,00 m;
- $h$  = carico idraulico tra la quota del pelo libero della corrente e la soglia.

Considerando un funzionamento dello sbarramento a quota costante pari a 272.18, il carico idraulico necessario sarà pari a 14 cm (272.04) per far transitare una portata costante di 200l/s.

$$Q_s = \mu l h \sqrt{2gh} = 0.48 \times 2 * 0.14 \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.14} = 208l/s \cong 200l/s$$

Tale quota risulta comunque sovradimensionata e permette un passaggio maggiore di portata di circa 8 l/s



## 5 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, come esposto nella relazione idrologica, considerando i dati caratteristici delle turbine in progetto quali:

- portata massima turbinabile pari a 20,00 m<sup>3</sup>/s
- portata minima turbinabile pari a 1,00 m<sup>3</sup>/s

è stata costruita la curva di durata delle portate turbinabili/derivabili del fiume Tevere alla sezione di "la Canonica" rappresentata nella Figura 30.

La portata media annua turbinabile è di 7,29 m<sup>3</sup>/s (portata media di concessione), a fronte di una portata media annua del fiume Tevere alla sezione di progetto, pari a 9.31 m<sup>3</sup>/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 effettiva** netta di funzionamento a pieno carico (20 m<sup>3</sup>/s), in uscita dai gruppi turbina Kaplan e generatore ad asse verticale, è pari a **660 kW**;
- la **potenza massima nominale** di funzionamento a pieno carico (20 m<sup>3</sup>/s), è pari a **784 kW**;
- la potenza ottenibile dall'impianto in corrispondenza della portata di durata 182 giorni (metà anno)(turbinabile 3.91 m<sup>3</sup>/s), è pari a 129 kW;
- la potenza ottenibile dall'impianto in corrispondenza della portata di durata 274 giorni (turbinabile 1.88 m<sup>3</sup>/s) è pari a 63 kW;
- la **potenza media effettiva dell'impianto è di 243 kW** (con portata media annua turbinabile di 7.29 m<sup>3</sup>/s);
- la **potenza media nominale di concessione** è pari a **286 kW**
- la **producibilità media annua dell'impianto è stimata in 2.130.000 kWh.**

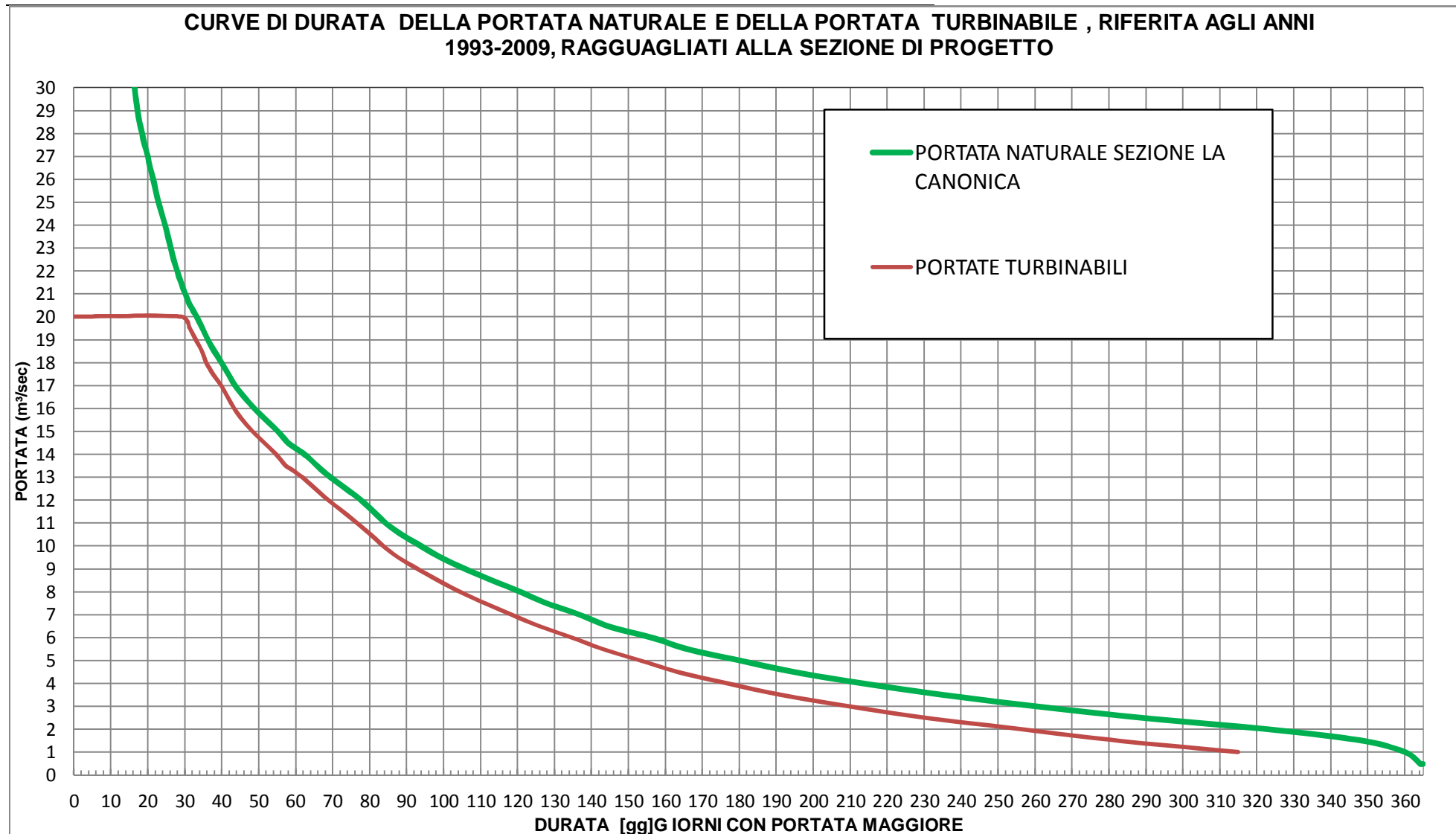


Figura 30: Curva di durata delle portate medie naturali alla sezione della Canonica (verde) e delle portate turbinabili 1993-2009

## 6 MISURE GEOMETRICHE FONDAMENTALI

<i>DMVN rilasciato sulla base delle vigenti normative l/s</i>	<b>1210 l/s</b>
<i>DMVP rilasciato sulla base della proposta progettuale l/s(mai inferiore a DMVN</i>	<b>1218 l/s</b>
<i>Sistema a garanzia del rispetto del DMV</i>	<b>Tipo strutturale sia per paratoia sghiaitrice, che per scala di risalita dei pesci</b>
<i>L1 = lunghezza del tratto sotteso m</i>	<b>49 m</b>
<i>L2 = distanza tra la presa e la barriera a tutela della fauna ittica m</i>	<b>5 m</b>
<i>Vmax = Velocità massima di corrente nel canale di derivazione in condizioni massime di portata</i>	<b>1.11 m/s</b>
<i>Spazio (G) tra le barre della struttura a tutela della fauna ittica</i>	<b>30 mm</b>
<i>LR = lunghezza rigurgito in regime di funzionamento nominale</i>	<b>915 m</b>
<i>LR max = lunghezza rigurgito in regime di funzionamento di massima portata derivabile</i>	<b>915 m:</b>
<i>hi = altezza dello sbarramento in mn</i>	<b>4 m</b>
<i>V = Volume invasato alla quota di regolazione in mc (per impianti ad acqua fluente)</i>	<b>95.000 m<sup>3</sup></b>

## 7 PARAMETRI DI CONCESSIONE

I parametri per la richiesta della concessione all'utilizzazione delle acque sono indicati di seguito nella Tabella 4.

Il valore massimo derivabile scelto è pari a 20 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/s che corrisponde:

- ad un funzionamento della centrale di circa 315 gg di funzionamento nel caso di rilascio del DMV secondo la legge regionale (1.1210 m<sup>3</sup>/s);

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

Tabella 4: Riepilogo dati di concessione

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



## 8 CRONOPROGRAMMA

Il programma dei lavori è sviluppato sulla base delle principali fasi di lavoro previste dal progetto dell'opera. Le varie fasi costruttive del progetto rispetteranno infatti una sequenza temporale ben determinata, come indicato nel cronoprogramma riportato nel seguito.

Si prevede una durata dei lavori di **circa 8 mesi**, considerando due squadre di lavoro: una per le opere edili ed una per le opere elettromeccaniche all'opera di presa ed al fabbricato di centrale. Si riportano nel seguente cronoprogramma dei lavori le diverse fasi di lavoro con le relative durate.

FASI DI LAVORO	MESI											
	1	2	3	4	5	6	7	8				
Installazione cantiere	■											
Scavi e riempimenti	■	■	■	■	■	■	■	■				
Opere civili		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Passaggio ittiofauna								■	■			
Paratoie ed automazioni						■	■	■				
Installazione macchine							■	■	■	■		
Impianti ed automatismi								■	■			
Prove e regolazioni									■	■	■	
Finiture e ripristini									■	■	■	■

## 9 PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Al termine dell'attività operativa della centrale si procederà alla messa in pristino dei luoghi dello stato ante operam con i seguenti interventi ed identificazione dei costi di massima:

Rimozione apparecchiature elettriche locali turbine generatore, sgrigliatori, paratoie metalliche di varia tipologia, ecc.	€	35.000,00
Demolizione e rimozione materiali in c.a. opere di presa, alloggiamento turbine e canale di rilascio comprensivo della demolizione e corretto smaltimento della scala di risalita ittiofauna	€	70.000,00
Ritombamento sponda sinistra volumi opere in c.a. rimosse con relativa apposizione di scogliera, parimenti in sponda sinistra a protezione dei volumi di ritombamento	€	170.000,00
Rimozione paratoie di derivazione in alveo e relative apparecchiature elettromeccaniche, idrauliche, ed inghisaggi piloni di ancoraggio	€	25.000,00
Demolizione piloni di sostegno paratoie in c.a. e consolidamento soglie di fondo con pietrame di adeguate dimensioni per la ricostituzione del fondo alveo	€	45.000,00
Interventi di rimozione in sponda destra della scala per passaggio canoe e relativi pontili con apposizione di pietrame per consolidamento spondale punto di inserzione diaframma e paratoie	€	25.000,00
Interventi di ripiantumazione zone spondali con idonee essenze e rinaturalizzazione versanti consolidati con scogliere	€	10.000,00
Spese generali e predisposizione piano di sicurezza	€	25.000,00
<b>COMPLESSIVAMENTE</b>	<b>€</b>	<b>405.000,00</b>

## **10 STIMA COMPLESSIVA DELLE OPERE**

<b>STIMA COMPLESSIVA DELLE OPERE</b>	
<b><u>a) Opere civili:</u></b>	
Opere stradali di sterro e sbancamenti per approntamento cantiere, opere previsionali e scavi di ammassamento e realizzazione canali e volumi interrati alloggiamento turbine	€ 55.200.00
Opera di fondazione per posizionamento piloni paratoie principali di sbarramento da effettuarsi in alveo con la realizzazione di pali trivellati e fondazioni di base, pile ancoraggio paratoie	€ 245.300.00
Opere in c.a. per la realizzazione di pile di ancoraggio paratoie comprensive di punti di ancoraggio paratoie stesse ed opere accessorie in acciaio	€ 275.000.00
Opere in c.a. vasca di alimentazione stramazzone e canale vano turbine	€ 315.000.00
Cabina elettrica locali servizi	€ 35.000.00
Opere accessorie con materiali lapidei di difesa spondale	€ 145.000.00
Interventi di ripristino e mitigazione ambientale	€ 35.000.00
Piazzali di servizio, recinzioni, cavidotti ed opere accessorie	€ 45.000.00
<b>TOTALE OPERE CIVILI</b>	<b>€ 1.150.500.00</b>
<b><u>b) Opere elettromeccaniche:</u></b>	
<b><u>Paratoie e gruppi oleodinamici opera di presa e canali di derivazione</u></b>	€ 380.000.00
GRUPPO GENERATORE da kw 235 posto in opera completo di centrale oleodinamica, diffusore tubo di aspirazione, paratoia di intercettazione automatica, cablaggi e quadristica montaggio trasporto e collaudo	€ 440.000.00
GRUPPO GENERATORE da kw 425 posto in opera completo di centrale oleodinamica, diffusore tubo di aspirazione, paratoia di intercettazione automatica, cablaggi e quadristica montaggio trasporto e collaudo	€ 690.000.00
Sgrigliatore automatico canale adduzione comprensivo di griglia e automatismo per la pulizia	€ 52.000.00
Apparecchiature elettriche di centrale: quadro MT, trasformatore ed elevatore, PLC, completo di installazione collegamento macchine	€ 165.000.00
Impiantistica elettrica cabina, alimentazione macchine, impianti illuminazione, impianti di sicurezza, collegamenti rete ENEL	€ 145.000.00
<b>TOTALE OPERE ELETTROMECCANICHE</b>	<b>€ 1.872.000.00</b>
<b><u>c) Somme a disposizione</u></b>	
Espropri e canoni demaniali	€ 25.000.00
Spese generali progettazione e direzione lavori	€ 280.000.00
Indagini geologiche e geotecniche	€ 50.000.00
Collaudi tecnico amministrativi	€ 25.000.00
<b>Totale somme a disposizione</b>	<b>€ 380.000.00</b>
<b>TOTALE GENERALE</b>	<b>€ 3.402.500.00</b>

## 11 STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

IMPIANTO 670kW - TIBER ELETTRA - VALORE €3400000 - DEBITO RESIDUO €2380000 - FINANZIAMENTO: € 2380000 Int. %2,5, 10ANNI, heq 3179																						
Conto economico (€.000)	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
670	6 MES																					
Produzione netta energia (MWh)	1.065	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130	2.130
Produt. X 1,024	1.091	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181
Produzione	1.091	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181	2.181
Prezzo Tariffa INCENTIVO (€/MWh) - CV	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	195.0	-	-
Prezzo vendita Ee (€/MWh) (ANNO 2016 POYRY)																					81.0	82.0
<b>RICAVI</b>																						
INCENTIVO	208	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	415	-	-
VENDITA ENERGIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177	179
<b>Totale Ricavi</b>	<b>208</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>415</b>	<b>177</b>	<b>179</b>
<b>COSTI OPERATIVI</b>																						
<b>NON DEDUCIBILI</b>																						
Concessione - Canoni	15	15	15	16	16	16	17	17	17	18	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21	22	22
IMU (+2% annuo) solo fabbricato centrale		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>DEDUCIBILI</b>																						
Personale		5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7
Manutenzioni Varie	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
Imprevisti (20% di: avvocato, viaggi, geometra,manutenzioni)	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Assicurazione	3	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
Enel Distribuzione (Servizi Ausiliari)	0.25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>TOT COSTI</b>	<b>46</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>
<b>EBITDA (MOL)</b>	<b>162</b>	<b>380</b>	<b>379</b>	<b>379</b>	<b>378</b>	<b>377</b>	<b>377</b>	<b>376</b>	<b>375</b>	<b>375</b>	<b>374</b>	<b>373</b>	<b>373</b>	<b>372</b>	<b>371</b>	<b>370</b>	<b>370</b>	<b>369</b>	<b>368</b>	<b>367</b>	<b>128</b>	<b>129</b>
<b>CASH FLOW (€.000)</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>	<b>2029</b>	<b>2030</b>	<b>2031</b>	<b>2032</b>	<b>2033</b>	<b>2034</b>	<b>2035</b>	<b>2036</b>	<b>2037</b>	<b>2038</b>
<b>EBITDA (MOL)</b>	<b>162</b>	<b>380</b>	<b>379</b>	<b>379</b>	<b>378</b>	<b>377</b>	<b>377</b>	<b>376</b>	<b>375</b>	<b>375</b>	<b>374</b>	<b>373</b>	<b>373</b>	<b>372</b>	<b>371</b>	<b>370</b>	<b>370</b>	<b>369</b>	<b>368</b>	<b>367</b>	<b>128</b>	<b>129</b>
IRAP		-3	-12	-12	-12	-13	-13	-13	-13	-13	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-13	-13	-4
IRES		0	-18	-19	-21	-22	-23	-25	-26	-28	-29	-31	-30	-30	-30	-96	-96	-96	-95	-95	-95	-29
<b>PROJECT CASH FLOW</b>	<b>162</b>	<b>376</b>	<b>349</b>	<b>347</b>	<b>345</b>	<b>343</b>	<b>341</b>	<b>338</b>	<b>336</b>	<b>334</b>	<b>331</b>	<b>329</b>	<b>329</b>	<b>328</b>	<b>328</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>259</b>	<b>259</b>	<b>20</b>	<b>96</b>
<b>EQUITY</b>	<b>-</b>	<b>1.020</b>																				
<b>CASH FLOW BEFORE DEBT SERVICE</b>	<b>-858</b>	<b>376</b>	<b>349</b>	<b>347</b>	<b>345</b>	<b>343</b>	<b>341</b>	<b>338</b>	<b>336</b>	<b>334</b>	<b>331</b>	<b>329</b>	<b>329</b>	<b>328</b>	<b>328</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>259</b>	<b>259</b>	<b>20</b>	<b>96</b>
Rimborso quota Capitale 2274 k€	-106	-218	-223	-229	-234	-240	-246	-253	-259	-265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interessi Finanziamento 310 k€	-30	-54	-49	-43	-37	-32	-26	-19	-13	-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rimborso linea Acquisto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interessi linea Acquisto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CASH FLOW DISPONIBILE</b>	<b>-994</b>	<b>104</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>66</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>331</b>	<b>329</b>	<b>329</b>	<b>328</b>	<b>328</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>259</b>	<b>259</b>	<b>20</b>	<b>96</b>
<b>CASH FLOW DISPONIBILE CUMULATIVO</b>	<b>26</b>	<b>130</b>	<b>207</b>	<b>282</b>	<b>355</b>	<b>426</b>	<b>495</b>	<b>562</b>	<b>626</b>	<b>688</b>	<b>1019</b>	<b>1348</b>	<b>1677</b>	<b>2005</b>	<b>2333</b>	<b>2593</b>	<b>2853</b>	<b>3112</b>	<b>3372</b>	<b>3630</b>	<b>3650</b>	<b>3746</b>
<b>CASH BALANCE (CUMULATIVO)</b>	<b>-994</b>	<b>-890</b>	<b>-813</b>	<b>-738</b>	<b>-665</b>	<b>-594</b>	<b>-525</b>	<b>-458</b>	<b>-394</b>	<b>-332</b>	<b>-1</b>	<b>328</b>	<b>657</b>	<b>985</b>	<b>1.313</b>	<b>1.573</b>	<b>1.833</b>	<b>2.092</b>	<b>2.352</b>	<b>2.610</b>	<b>2.630</b>	<b>2.726</b>
<b>TIR</b>	<b>12.51%</b>		<b>VAN</b>	<b>907</b>																		