

RICHIESTA DI CONCESSIONE PER USO IDROELETTRICO CON RIPRISTINO TUBAZIONE E MANUFATTI ESISTENTI

RELAZIONE TECNICA



Ubicazione impianto: **Loc. Pescia – (PT)**
Torrente Pescia di Pescia

Committenza:

MERS s.a.s.

Via A. Pacinotti 6/A
Santa Croce S/Arno

Tecnico:

Ing. Roberto Simoni

Firenze, Aprile 2014

Rev.02

PROGET 2000

STUDIO TECNICO PROFESSIONALE
di Fabio SCARPELLINI

Via G. Tovani 18/a 55026 - Fornoli - Bagni di Lucca - LUCCA
P. Iva 02134290465 E-mail: studioproget2000@yahoo.it
tel. 0583-87731 0583-87764 fax 0583.867845



warp ENGINEERING

Via A. Del Castagno 44, 50132 Firenze (Italy), Tel./Fax +39.055.55.35.446
<http://www.warp-eng.it>, E-mail: info@warp-eng.it
P.IVA: 05653700483, R.E.A. FI-563769

1. SOMMARIO

1.1. INDICE DEI PARAGRAFI

1.	SOMMARIO	2
1.1.	Indice dei paragrafi	2
1.2.	Indice delle figure	3
2.	SCOPO	5
3.	SITUAZIONE ATTUALE.....	6
4.	SITUAZIONE PREVISTA.....	9
5.	DESCRIZIONE INTERVENTI.....	10
5.1.	Opera di presa	10
5.2.	Condotta forzata.....	13
5.3.	Centrale di produzione.....	17
5.4.	Opere elettromeccaniche ed idrauliche.....	21
6.	CONFORMITA' ALL'ART 15 DEL "REGOLAMENTO DEMANIO IDRICO"	24
6.1.	Deflusso Minimo Vitale (D.M.V.).....	26
6.2.	La portata	29
7.	PARAMETRI ECONOMICI E PRODUTTIVI	35
7.1.	valori produttivi stimati	36
8.2.	valori economici stimati.....	36

1.2. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Vecchia opera di captazione in disuso oggetto del ripristino sponda Sx.....	6
Figura 2 - Vecchia opera di captazione in disuso in sponda Dx.....	7
Figura 3 – Tubazione esistente oggetto del ripristino in sponda Dx	7
Figura 4 - Percorso vecchia tubazione in cemento in sponda Dx.....	8
Figura 5 - Termine vecchia tubazione in cemento sponda Dx	8
Figura 6 – Opera di presa attuale in sponda Sx	10
Figura 7 – planimetria opera di presa.....	11
Figura 8 - sezione opera di captazione.....	12
Figura 9 – Primo tratto tubazione	13
Figura 10 - primo attraversamento esistente.....	14
Figura 11 - termine della esistente tubazione in cemento.....	14
Figura 12 – secondo attraversamento esistente.....	15
Figura 13 - opera di attraversamento e innesto nel vecchio canale a cielo aperto	15
Figura 14 - Tratto di vecchio canale in sponda sinistra ricoperto da vegetazione	16
Figura 15 - tratto di vecchio canale in sponda sinistra.....	16
Figura 16 – tratto del vecchio canale in prossimità della centrale.....	17
Figura 17- Vista sponda sinistra dove verrà la nuova centrale completamente incassata	18
Figura 18 – Fotoinserimento centrale	18
Figura 19 – Sezione in pianta locale turbine centrale.....	19
Figura 20 - Sezione trasversale centrale	20

Figura 21 – Tratto sotteso	25
Figura 22 – Dimensionamento efflusso DMV	27
Figura 23 Dispositivo rilascio DMV.....	28
Figura 24 - Diagramma della curve delle durate	29

2. SCOPO

Per incarico della società MERS s.a.s, è stata redatta la seguente relazione tecnica inerente alla richiesta di concessione di derivazione di acqua superficiale per uso idroelettrico ubicato nel Comune di Pescia, sul torrente Pescia di Pescia, affluente destro del fiume Arno, attraverso il ripristino della tubazione, canali e manufatti esistenti.

Si richiede quindi di poter derivare una portata media annua di 785 l/sec, ovvero 78,5 moduli, per uso idroelettrico con immissione dell'energia prodotta nella rete elettrica nazionale.

Le coordinate dei punti significativi dell'impianto sono rispettivamente $43^{\circ}54'37,94''N - 10^{\circ}41'27,82''E$ per l'opera di presa e $43^{\circ}54'36,82''N - 10^{\circ}41'27,63''E$ per l'opera di restituzione; espressi in coordinate vettoriali puntuali, Gradi DECIMALI SR EPSG 32632:

X	Y	
1636006,69	4864051,13	CAPTAZIONE
1635836,02	4863335,84	RESTITUZIONE

La quota di presa è 85,95 m s.l.m. e la quota di restituzione è 67,50 m s.l.m. con un salto geodetico pari a 18,45 m.

La presente relazione illustra inoltre alcune variazioni al progetto rispetto agli elaborati presentati nel Marzo 2014 intervenute per esigenze di semplicità di esecuzione ed accesso nonché conformità normativa, nello specifico:

- posizionamento del primo tratto di tubazione - Paragrafo 5.2
- posizionamento di locali di centrale - Paragrafo 5.3

3. SITUAZIONE ATTUALE

Attualmente, nell'asta di torrente interessata non esiste alcun prelievo.

Esistono sia in sponda destra che sinistra, opere di captazione in disuso ed in cattivo stato di manutenzione.

Tali opere, per come sono state costruite, erano associate probabilmente ad un innalzamento del profilo idraulico per consentire il corretto emungimento dell'acqua.

L'opera in destra idraulica portava acqua ad un canale, parzialmente distrutto e trasformato nel tempo, che alimentava vecchie cartiere oggi trasformate in civili abitazioni.

L'opera in sinistra, consentiva di alimentare una vecchia tubazione in cemento, oggetto del ripristino proposto, confluyente in una vasca di carico ormai demolita con lo scopo di produrre energia. Lo scarico, in leggera pressione, dopo un successivo attraversamento dell'alveo, alimentava un canale a cielo aperto, anch'esso oggetto del ripristino, che confluiva all'interno dell'abitato per usi diversi.



Figura 1 - Vecchia opera di captazione in disuso oggetto del ripristino sponda Sx



Figura 2 - Vecchia opera di captazione in disuso in sponda Dx



Figura 3 – Tubazione esistente oggetto del ripristino in sponda Dx



Figura 4 - Percorso vecchia tubazione in cemento in sponda Dx



Figura 5 - Termine vecchia tubazione in cemento sponda Dx

4. SITUAZIONE PREVISTA

L'impianto proposto si configura sostanzialmente in sinistra idraulica con il recupero totale della tubazione, dei due attraversamenti e di una parte del canale, ormai completamente in disuso, che alimentava nei tempi passati i campi limitrofi fino ad arrivare all'interno dell'abitato.

Sarà quindi riattivata l'opera di captazione in sponda sinistra, debitamente rimodellata per consentire la captazione dell'acqua derivata. La soglia di detta captazione sarà ad una quota inferiore della quota testa briglia di 0,4 m.

L'opera termina con una vasca di carico per la raccolta delle acque captate dal torrente, con possibilità di sghiaiatura attraverso la chiusura ed apertura di paratoie. Verrà posto in opera anche uno sgrigliatore per il fogliame accumulato.

L'opera in progetto porterà sulla briglia esistente, un'apertura per il passaggio del DMV indipendentemente dall'acqua derivata. Ciò è reso possibile grazie al livello dell'apertura indicata, inferiore alla quota dello stramazzo derivatore.

Da tale opera si prosegue con condotta forzata fino al raggiungimento della centrale di produzione attraverso due attraversamenti esistenti del torrente come meglio descritto successivamente.

Il locale macchine e relativa impiantistica elettrica sarà realizzato al termine detta condotta e sarà completamente interrato, compreso la cabina di connessione alla rete ENEL con le relative porte di accesso, di ispezione e manutenzione.

5. DESCRIZIONE INTERVENTI

5.1. OPERA DI PRESA

Verrà mantenuta per intero la briglia esistente, che consta di un dislivello di 1,35 m complessivi tra monte e valle.

L'opera è posta in un tratto del torrente caratterizzato tra una sponda in roccia in destra idraulica e campi in sinistra.



Figura 6 – Opera di presa attuale in sponda Sx

Il progetto prevede l'ampliamento dell'apertura di presa in sponda sinistra, realizzando una soglia del canale di derivazione sottomessa al livello della testa di briglia di 0,4 m e con larghezza complessiva di 5 m.

Detta soglia sarà anticipata da una piccola canaletta in ca. atta a raccogliere ghiaia e ciottoli specialmente nei periodi di piena. Questa canaletta termina

sull'estradosso della briglia consentendo, attraverso l'apertura di una paratoia azionata da pistone idraulico, l'evacuazione del ciottolame.

Questa apertura sarà sagomata in modo da avere sempre un deflusso costante anche con paratoia completamente chiusa pari al valore del DMV indicato dall'Autorità di bacino dell'Arno in 27 litri/sec come indicato più avanti.

La prima sghiaiatura pertanto sarà garantita dall'apertura di detta paratoia in special modo nei periodi di morbida e piena.

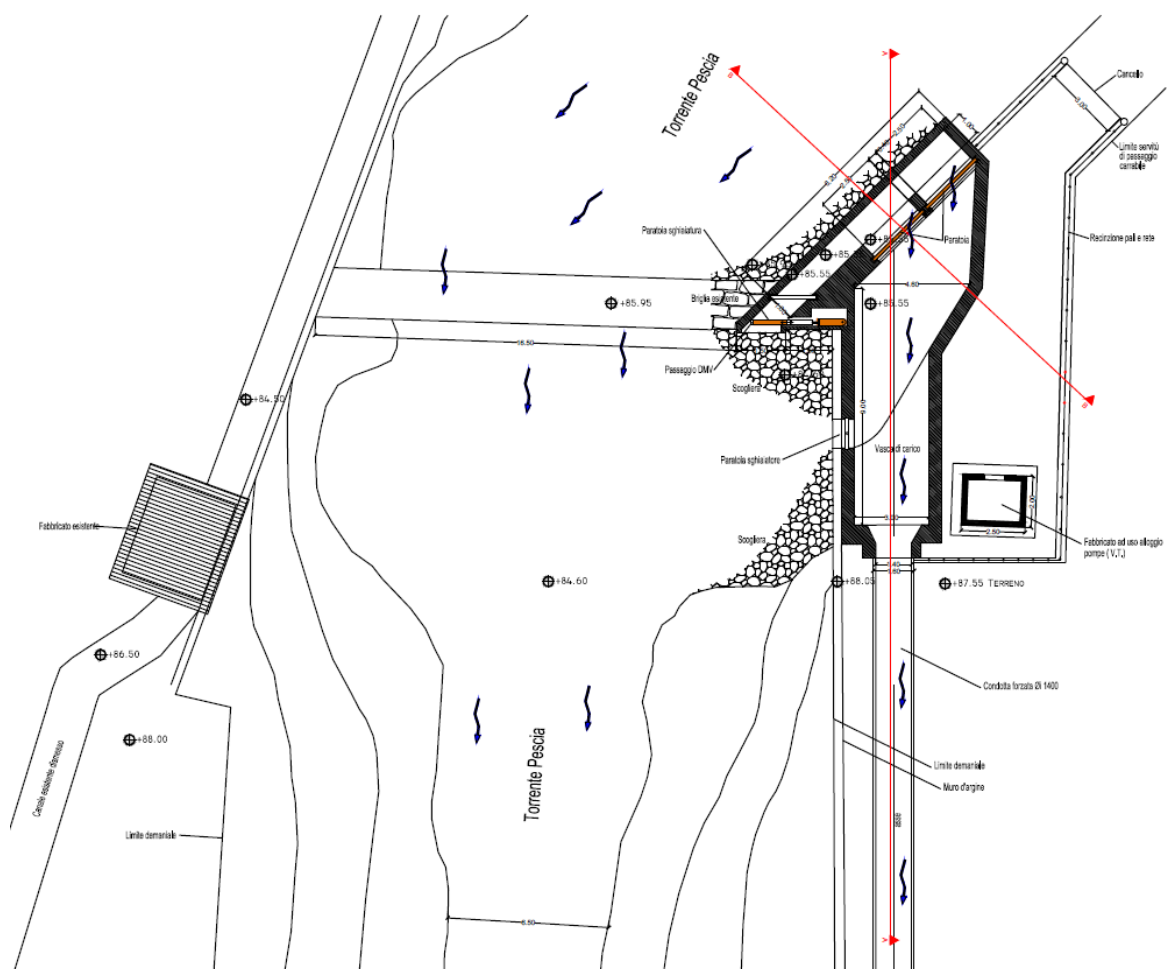


Figura 7 – planimetria opera di presa

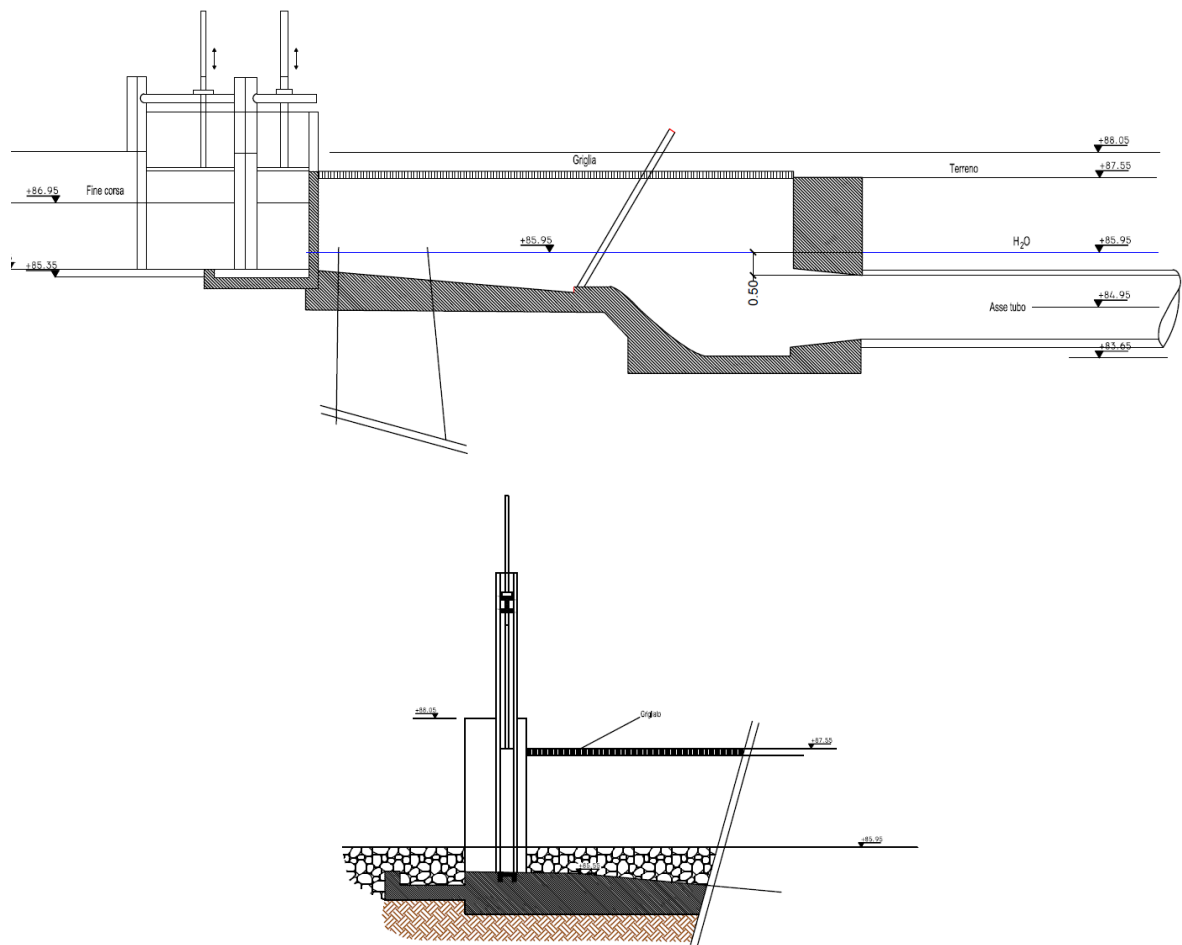


Figura 8 - sezione opera di captazione

Dall'opera di presa segue una vasca di raccolta dotata di secondo sistema di sghiaiatura dei ciottoli entrati all'interno e di griglia metallica con relativo sgrigliatore per la rimozione del fogliame. Tutti i meccanismi sono a comando idraulico, attraverso centralina ubicata in apposito locale limitrofo.

La vasca sarà dotata di piano calpestabile e debitamente recintata. Le murature a vista saranno rivestite in pietra naturale in modo da integrarsi con l'ambiente circostante.

5.2. CONDOTTA FORZATA

Dalla vasca di carico parte una tubazione in cemento del diametro interno di 1,4 m completamente interrata che si sviluppa per una lunghezza di circa 180 m.; verrà risagomata e consolidata parte dell'arginatura sinistra oggi in cattivo stato di manutenzione.

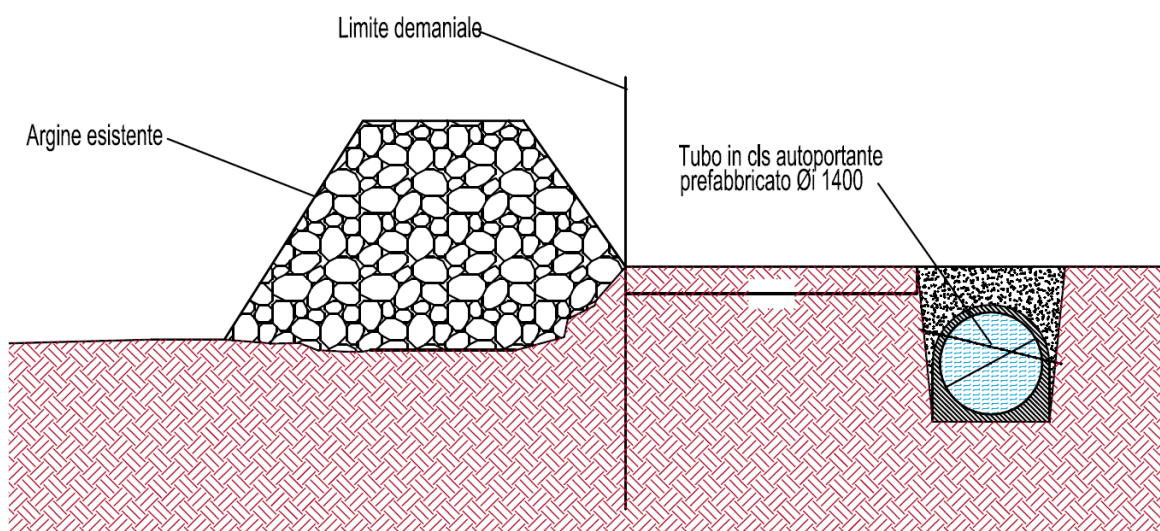


Figura 9 – Primo tratto tubazione

Tale condotta raggiunge e si innesta al primo attraversamento del torrente realizzato in acciaio e cemento, di diametro interno di 1 m per poi proseguire in destra idraulica con tubazione a vista in cemento.

Detta tubazione, dopo ispezione e bonifica interna, sarà raccordata al secondo attraversamento esistente fino al raggiungimento della sponda sinistra. Il tutto per una lunghezza complessiva di circa 458 m.

Si proseguirà quindi sempre in sponda sinistra con nuova tubazione in ferro, del diametro interno di 1,4 m che si adagerà nel vecchio canale fino al raggiungimento della centralina.

Il tutto per una lunghezza di circa 175 m.



Figura 10 - primo attraversamento esistente



Figura 11 - termine della esistente tubazione in cemento



Figura 12 – secondo attraversamento esistente



Figura 13 - opera di attraversamento e innesto nel vecchio canale a cielo aperto



Figura 14 - Tratto di vecchio canale in sponda sinistra ricoperto da vegetazione



Figura 15 - tratto di vecchio canale in sponda sinistra

5.3. CENTRALE DI PRODUZIONE

Sarà realizzata in sponda sinistra, posta a valle del secondo attraversamento. L'opera sarà completamente incassata in modo da non modificare in alcun modo la sezione d'alveo attuale.

Il vano tecnico di centrale si svilupperà su 3 livelli. Al piano inferiore il macchinario idraulico e generatore, al piano primo le apparecchiature elettriche trasformazione e controllo dell'energia prodotta, al piano superiore il locale di consegna e misura dell'energia prodotta. Sarà prevista opportuna scala di accesso ai piani indicati. L'opera verrà realizzata, con finiture estetiche conformi all'ambiente circostante e completamente naturalizzate. L'accesso alla struttura sarà garantito da strada di accesso.

Lo scarico, totalmente interrato e sottostante alla turbina, restituirà le acque turbinate al torrente.



Figura 16 – tratto del vecchio canale in prossimità della centrale



Figura 17- Vista sponda sinistra dove verrà la nuova centrale completamente incassata



Figura 18 – Fotoinserimento centrale

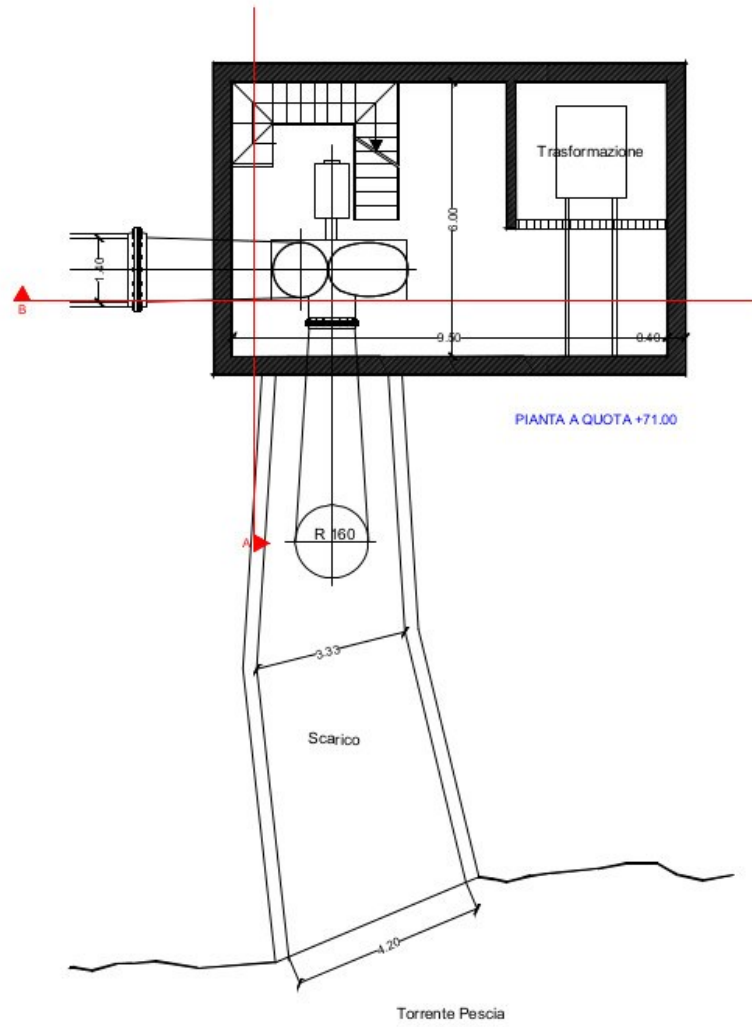


Figura 19 – Sezione in pianta locale turbine centrale

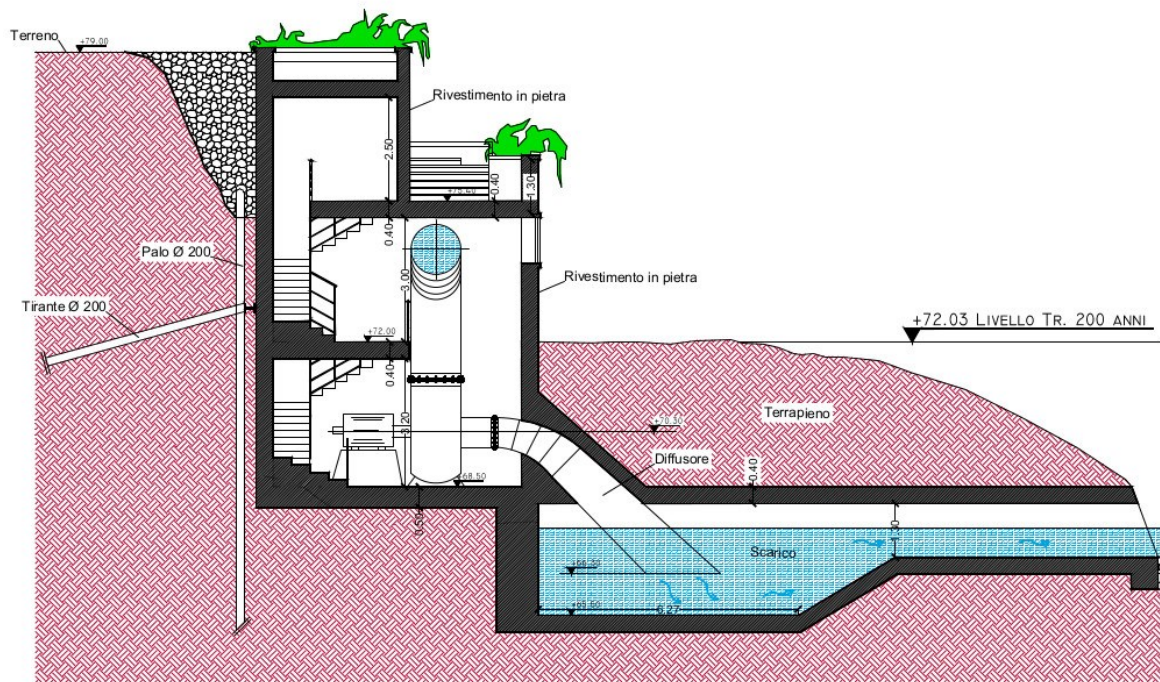


Figura 20 - Sezione trasversale centrale

5.4. OPERE ELETTROMECCANICHE ED IDRAULICHE

La centrale idroelettrica sarà dotata di:

- Turbina ad elica/generatore da 1800 l/s
- Quadro di regolazione e controllo
- Opere di intercettazione flusso idraulico
- Opere ausiliarie quali illuminazioni, rete di terra, ventilazione
- Quadro di potenza BT, trasformatore a 15 kV cella MT
- Elettrodotto secondo normative Enel da locale produzione a punto di connessione alla rete

5.5. TURBINA KAPLAN

L'acqua derivata verrà turbinata da una turbina ad elica di tipo Kaplan, soluzione individuata come ottimale per sfruttare con i massimi rendimenti le portate ed il salto disponibili (si veda Figura 21).

La turbina Kaplan infatti sfrutta piccoli dislivelli ma con considerevoli portate. Costruttivamente è un'elica, ove le pale si possono orientare, al variare della portata d'acqua permettendo di mantenere alto il rendimento fino a portate dell'ordine del 15-20% della portata nominale.

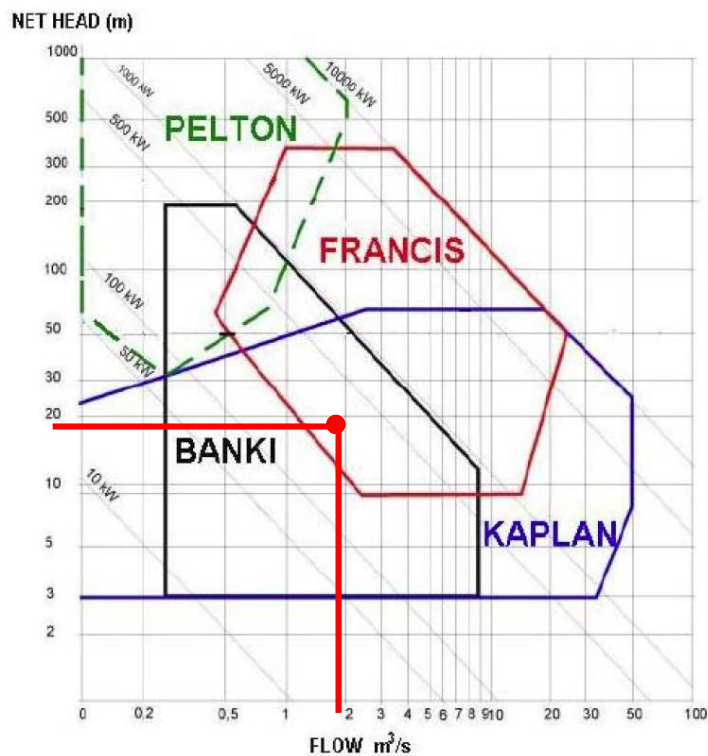


Figura 21 – Campi di selezione tipologia turbina

Il fluido situato nella vasca di carico sopra la turbina alimenta su tutta la circonferenza un distributore che dà al fluido una rotazione vorticoso. Il

distributore, essenziale per imprimere il moto alla girante, devia il flusso di 90° investendo assialmente la turbina.

L'orientamento delle pale del distributore e dell'elica è regolabile in funzione di salto e portata in modo da massimizzare il rendimento della macchina

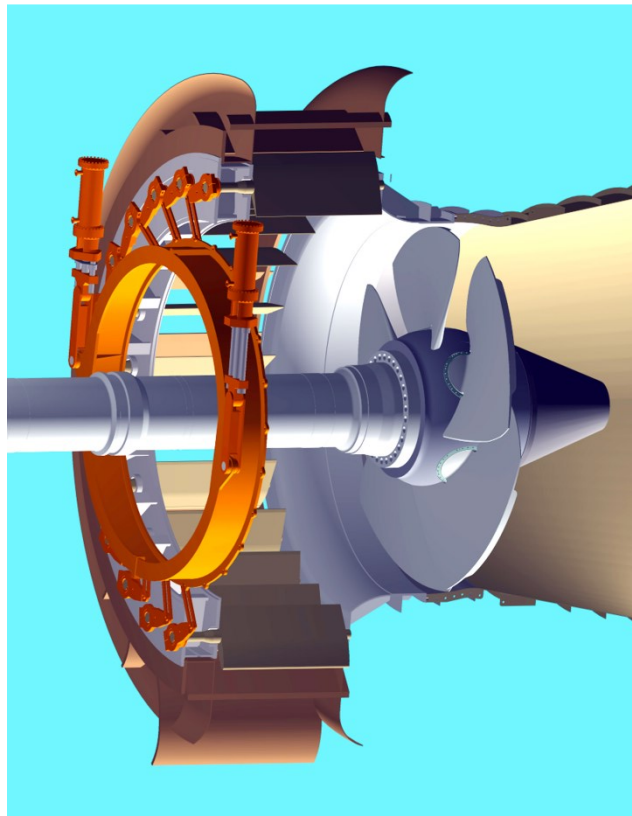


Figura 22 - Spaccato turbina Kaplan

6. CONFORMITA' ALL'ART 15 DEL "REGOLAMENTO DEMANIO IDRICO"

L' Articolo 16 *Derivazioni in serie* al CAPO IV - USO ENERGETICO del "Regolamento demanio idrico" adottato dalla Provincia di Pistoia stabilisce:

Lungo un corso d'acqua, una nuova domanda di derivazione per uso energetico od una variante ad una concessione in essere, sempre per uso energetico, non può essere ammessa in istruttoria se non garantisce, sia a monte dell'opera di presa che a valle della restituzione, un tratto di alveo libero pari almeno alla lunghezza del tratto sotteso (distanza fra presa e restituzione) dalla concessione esistente o, se maggiore, della lunghezza del tratto che sarà sotteso dalla derivazione da attivare.

L'impianto in progetto viene classificato come impianto ad acqua fluente in derivazione, con presa e rilascio fisicamente distinti, con tratto sotteso di 772 m. L'impianto più prossimo si trova a monte, con presa in località Pietrabuona ed un tratto sotteso di 772 m.

Il tratto di alveo lasciato libero tra la restituzione del suddetto impianto e quello in progetto è pari a 775 m (vedi Figura 14)

La disposizione del "Regolamento demanio idrico" riguardante le derivazioni in serie risulta quindi rispettata.

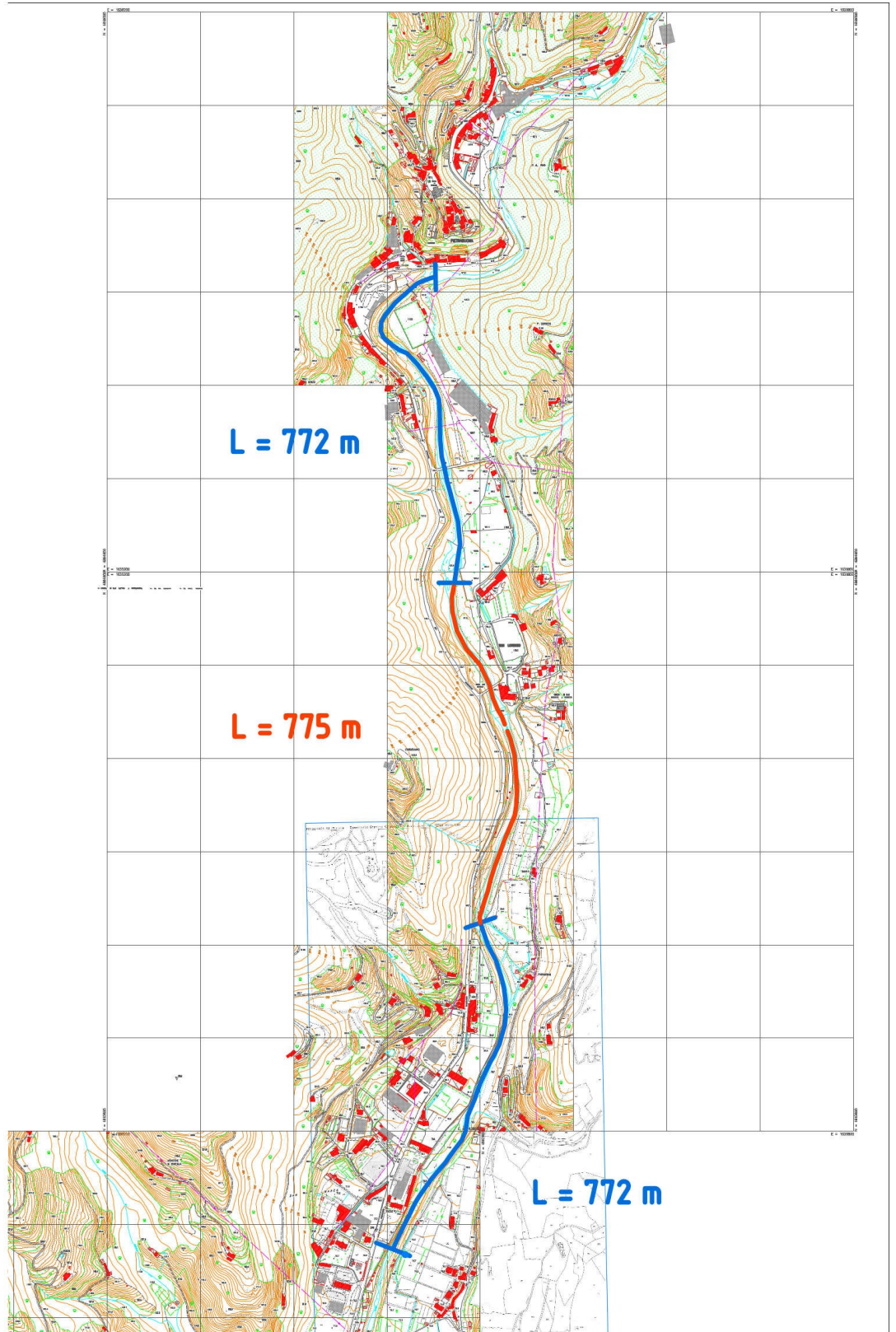


Figura 23 – Tratto sotteso

6.1. DEFLUSSO MINIMO VITALE (D.M.V.)

Le misure di salvaguardia ambientale prevedono che in presenza di captazioni idriche ci sia un valore minimo della portata che deve essere lasciata defluire a valle della captazione al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.

Detto valore di portata è definito Deflusso Minimo Vitale (D.M.V.), ovvero la portata istantanea che in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua garantisce la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Dette misure di salvaguardia sono recepite nell' Articolo 15 *Deflusso Minimo Vitale*, al CAPO III - DEFLUSSO MINIMO VITALE, del "Regolamento demanio idrico" adottato dalla Provincia di Pistoia, che stabilisce:

Al fine di assicurare il minimo deflusso necessario alla vita animale e vegetale negli alvei sottesi, nonché allo scopo di garantire gli equilibri dei sistemi interessati e di assicurare il raggiungimento od il mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, le derivazioni di acque da corpi idrici superficiali sono soggette al rilascio del Deflusso Minimo Vitale (DMV).

Per il caso in questione l'Autorità di Bacino del fiume Arno prevede¹

$$DMV (Q_{7,2}) = 27 \text{ litri/sec}$$

¹ http://www.adbarno.it/arnoriver/grafici_portate.php?cod=11682

Il deflusso minimo vitale sarà garantito intrinsecamente, ponendo su di una paratoia un orifizio sotto battente ad una quota inferiore di quella del fondo dell'opera di presa. Opportunamente dimensionato attraverso di esso verrà fatto defluire il DMV, infatti (dopo alcuni tentativi) ponendo le dimensioni dell'orifizio:

$$a = 0.12 \text{ m}$$

$$b = 0.12 \text{ m}$$

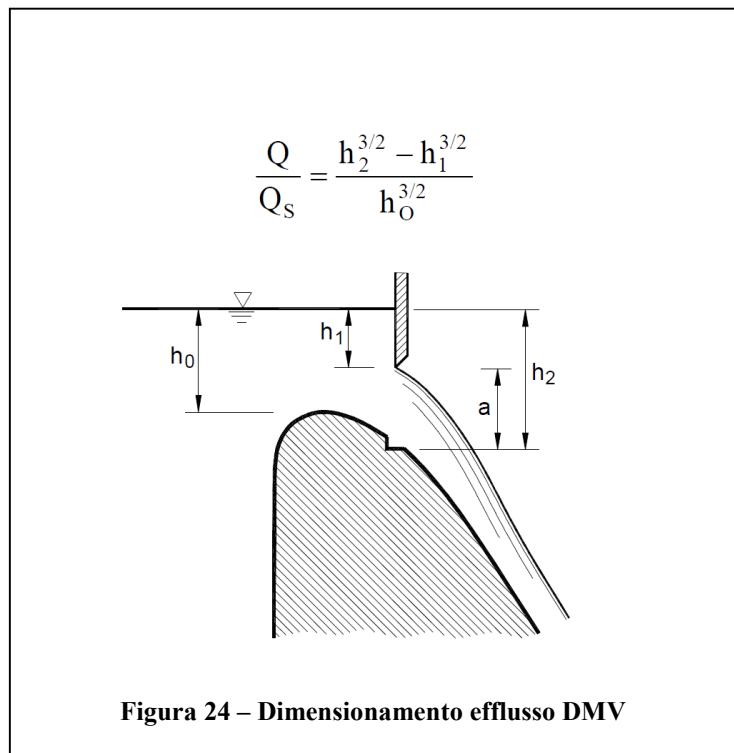
risulta

$$h_0 = 0.60 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.48 \text{ m}$$

$$h_2 = 0.60 \text{ m}$$

e quindi



$$Q/Q_s = 0.284 \text{ (dove } Q_s \text{ è la portata dello stramazzo indisturbato)}$$

La portata rilasciata risulta quindi:

$$Q = 0.284 \cdot (0.385 \cdot a \cdot h_0 \cdot \sqrt{2gh_0}) = 27 \frac{l}{s} = DMV$$

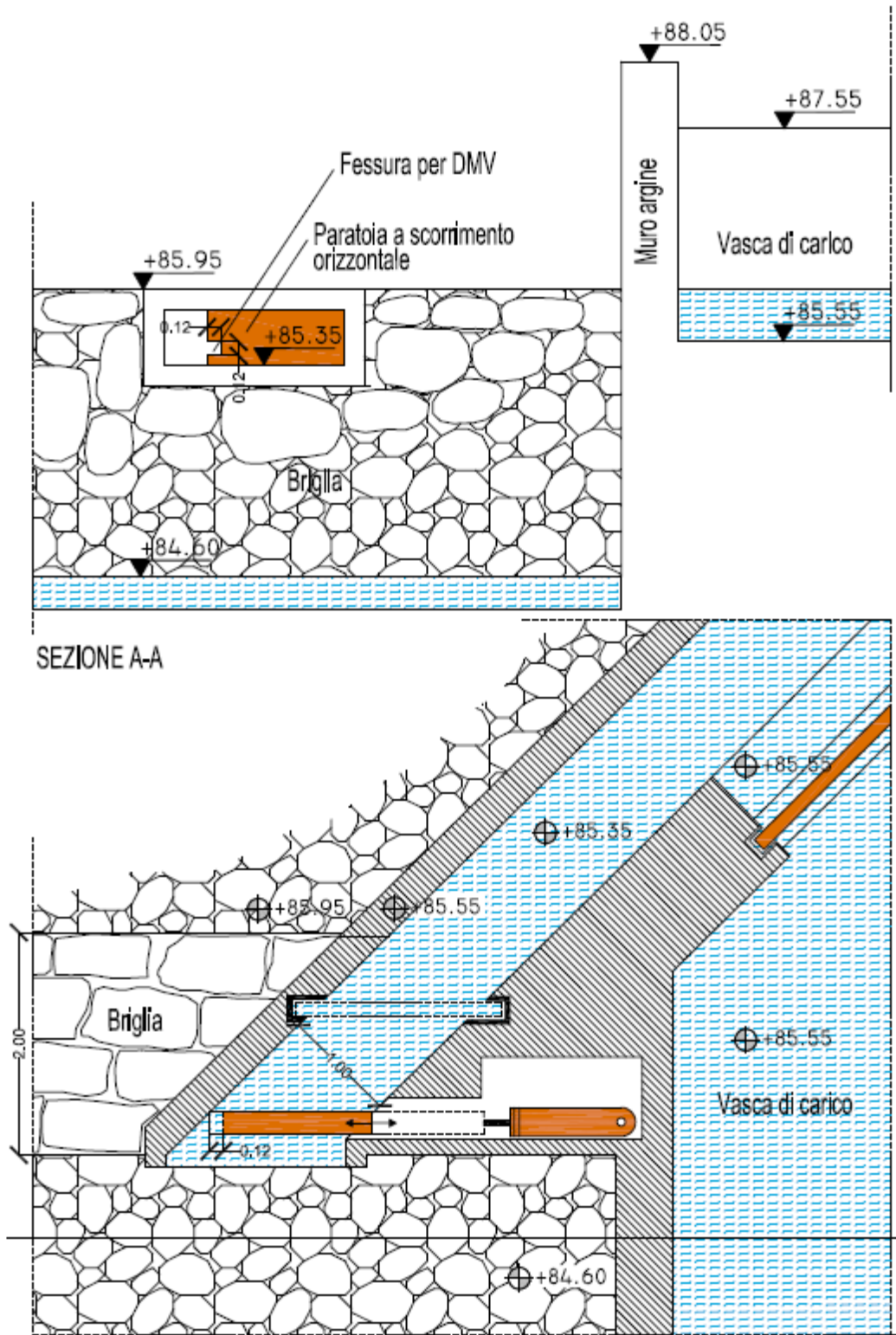


Figura 25 Dispositivo rilascio DMV

6.2. LA PORTATA

La superficie dell'intero bacino imbrifero del torrente Pescia di Pescia relativa al punto di presa, come riportato dall'Autorità di Bacino dell'Arno, è pari a 70,57 km². L'opera di presa, lo intercetta a circa 50 km dalla confluenze nel fiume Arno.

L'autorità di Bacino rappresenta, nel grafico indicato il valore di durata delle portate.

Le portate misurabili sono ottenute dal calcolo teorico.

Le portate naturali sono quelle teoriche con aggiunta delle portate di prelievo a monte. Non sono conteggiate le restituzioni

Nell'asta fluviale interessata non sono censite ulteriori derivazioni.

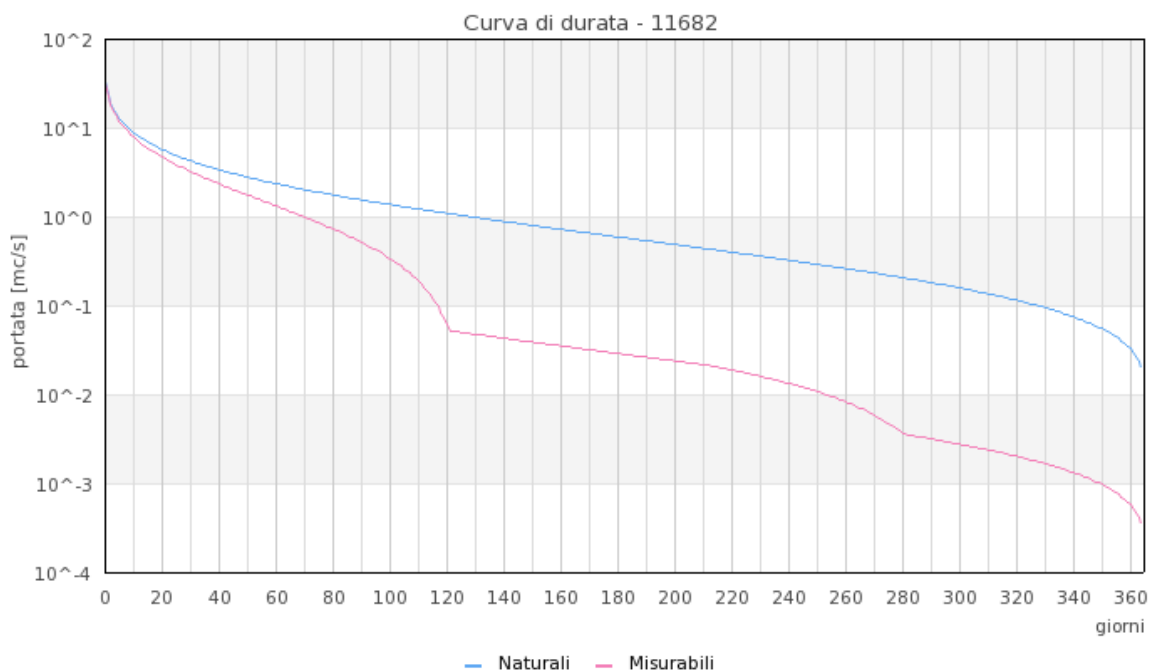


Figura 26 - Diagramma della curve delle durate

6.3. MONITORAGGIO PORTATE

La portata in corrispondenza dell'opera di presa sarà misurata quale somma della portata sfiorante il corpo briglia, rilasciata dall'orifizio per il DMV (costante per la definizione delle geometrie della foronomia) e derivata dalla opera di presa.

La misura delle portate turbinate sarà data dalla misura indiretta della potenza generata dalla turbina al netto delle curve di rendimento certificate dal costruttore della turbina.

Il salto complessivo H sarà dato dalla differenza delle letture date da misuratori di livello posti in corrispondenza dell'opera di presa e dello scarico.

Dove la potenza ideale è data da:

$$P_{id} = \frac{Q \times H}{102}$$

La potenza effettiva P è quella generata dalla turbina al netto del rendimento:

$$\eta = \frac{P}{P_{id}}$$

che è dato dalle curve caratteristiche fornite dal costruttore (di seguito se ne riporta un esempio).

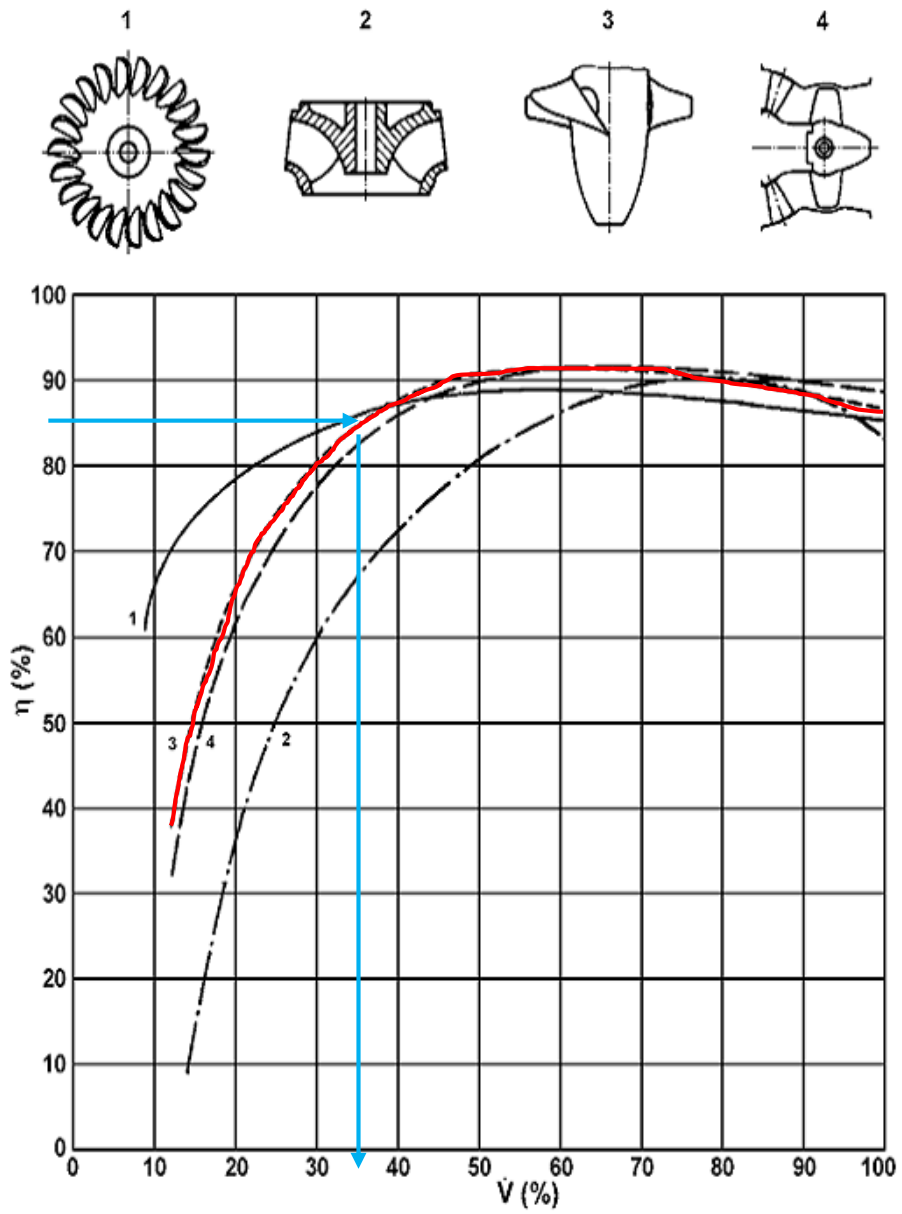


Figura 27 - Esempio curva rendimento turbina

La portata sfiorata dalla briglia sarà data dalla nota formula del Poleni corretta per gli stramazzi in parete grossa:

$$Q = 0.385 \times L \times H_0 \times \sqrt{2gH_0}$$

dove H_0 è dato dallo spessore della lama d'acqua calcolata quale differenza del livello pelo libero misurato tramite misuratore ad ultrasuoni (vedi paragrafo successivo) ed il livello della testa della briglia.

6.3.1. Sensori di livello a ultrasuoni

L'altezza del livello è calcolata sulla base del tempo che un impulso a **ultrasuoni** impiega per percorrere la distanza tra il sensore e la superficie del mezzo e viceversa

Campo di misura:	da 0.25m a 6 m
Risoluzione:	≤ 4 mm
Precisione	$\pm 0,25\%$ del range o 6 mm
Montaggio	su struttura tubolare

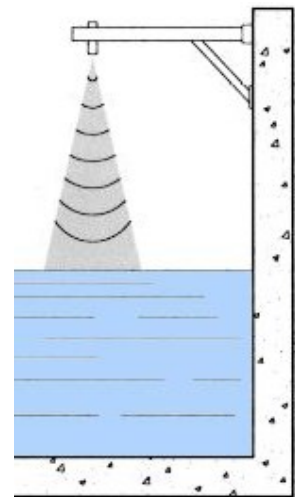


Figura 28 - Sensore livello a ultrasuoni

La sonda fornisce il segnale digitale del livello che verrà trasmesso via radio ai sistemi di controllo posti nei locali di centrale.

6.4. PROGRAMMA TARATURA SISTEMI DI MISURA

La taratura dei sistemi di misura verrà effettuata entro sessanta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto, distinguendo la procedura per le misure dirette di portata da quelle indirette.

I certificati di taratura dei misuratori di portata ad ultrasuoni sulle tubazioni delle derivazioni dalla vasca di carico (per uso idroelettrico e per uso industriale) verranno forniti della ditta fornitrice/installatrice.

6.5. CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Le condizioni di esercizio della turbina saranno verificate quando la portata derivata consentirà di lasciare la fiume il DMV, ovvero:

$$Q_{PESCIA} - Q_{DERIVATA} \leq Q_{DMV}$$

La verifica e la regolazione in fase di esercizio verranno effettuate tramite la lettura del livello del pelo libero all'opera di presa come sotto illustrato.

6.5.1. Accensione turbina

La turbina verrà accesa quando la Pescia avrà portate sufficienti per verificare la condizione di cui al punto precedente e quindi quando la lettura del livello all'opera di presa sarà tale che

$$Q_{START} = 0.385 \times L \times H_{START} \times \sqrt{2gH_{START}}$$

dove

$$Q_{START} = Q_{MIN} + Q_{DMV} = 180 + 27 = 207 \text{ l/s}$$

6.5.2. Range di funzionamento turbina

Agendo sull'apertura del distributore della turbina il sistema di regolazione varierà la portata turbinata per piccoli valori di tentativo con un sistema a retroazione impostato per mantenere costante il livello all'opera di presa pari a quello della testa della briglia.

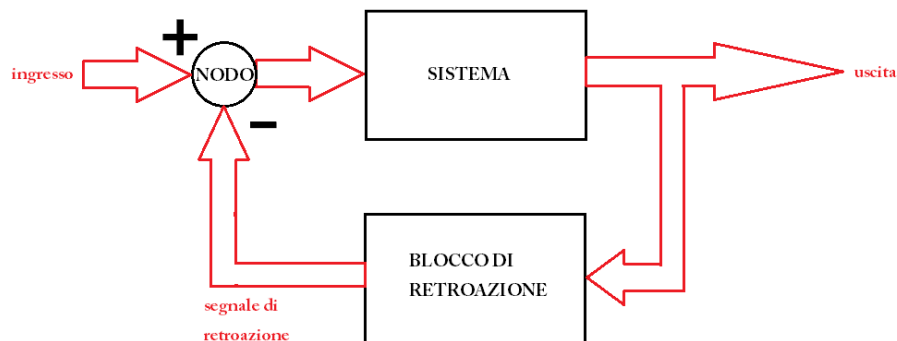


Figura 29 - Controllo a feedback

Raggiunta la portata massima turbinabile il livello tenderà naturalmente ad aumentare all'aumentare delle portate.

7. PARAMETRI ECONOMICI E PRODUTTIVI

La produttività dell'impianto è stata calcolata considerando una serie di parametri, fra cui:

- Portata del torrente variabile nel corso dell'anno
- DMV
- Salto utile variabile al variare della portata del torrente
- Curve di rendimento impianto caratteristiche del tipo di turbina/generatore e variabili in base al carico
- Rendimento di trasformazione e trasporto energia elettrica variabile in base alla potenza erogata

7.1. VALORI PRODUTTIVI STIMATI

- portata nominale	1800	[litri/sec]
- potenza nominale	240	[kW]
- portata minima	180	[litri/sec]
- funzionamento	283	[gg/anno]
- funzion.piena potenza	80	[gg/anno]
- energia elettrica attesa	900.000	[kWh/anno]
- volumi turbinati	24,7	[Mmc/anno]
- portata media annua	785	[litri/sec]
	78,5	[moduli]
- salto geodetico	18,45	[m]
- potenza di concessione	141,9	[kW]

Caratteristiche tecniche impianto

8.2. VALORI ECONOMICI STIMATI

Opere civili e carpenterie	450.000 €
Opere elettromeccaniche	350.000 €
Impianti ausiliari	50.000 €
Amministrativi	30.000 €
Progetti – DL – Sicurezza	95.000 €
Totali	975.000 €