

ENERGIA DA FONTE IDRICA

IMPIANTI MINI IDROELETTRICI

Con i termini idroelettrico minore e impianti mini hydro si intende lo sfruttamento del potenziale dell'acqua in impianti caratterizzati da modeste potenze. La classificazione ufficiale proposta dall' Unido (United Nations Industrial Development Organization) identifica quattro famiglie di impianti idroelettrici di taglia minore:

- Piccoli impianti, con potenza inferiore a 10 MW;
- Mini impianti, con potenza inferiore a 1 MW;
- Micro impianti, con potenza inferiore a 100 kW;
- Pico impianti, con potenza inferiore a 5 kW.

Questa convenzione è adottata anche dalla Commissione Europea, UNIPED (Unione Internazionale dei Produttori e Distributori di Energia Elettrica) ed ESHA (European Small Hydro Association). Nella realtà italiana invece l'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) pone pari a 3 MW il limite tra le mini e le grandi centrali. Gli impianti al di sotto di questo limite producono energia di significativo valore dal punto di vista della salvaguardia ambientale ed infatti vengono garantiti prezzi particolarmente vantaggiosi ed incoraggianti. È inoltre in vigore una normativa specifica e l'iter amministrativo per il permesso di derivazione d'acqua ad uso idroelettrico è di competenza delle Amministrazioni Provinciali. Nota13

È possibile inoltre classificare gli impianti idroelettrici a seconda del salto disponibile:

- basso salto, fino a 50 m;
- medio salto, da 50 m a 250 m;
- alto salto, da 250 m a 1000 m;
- altissimo salto, oltre i 1000 m.

Una terza tipologia di classificazione degli impianti idroelettrici fa invece riferimento alle modalità di presa e accumulo dell'acqua:

- impianti ad acqua fluente;
- impianti con centrale a piede di diga;
- impianti inseriti in un canale;

IMPIANTI AD ACQUA FLUENTE

Questa tipologia di impianti caratterizza la stragrande maggioranza delle centrali mini idroelettriche le quali appunto sfruttano il normale corso d'acqua di fiumi o torrenti. Risulta quindi ovvio come gli impianti ad acqua fluente non abbiano alcuna possibilità di accumulare acqua o di regolare la portata derivabile durante l'anno. Il loro funzionamento è infatti funzione del regime idrogeologico del sito e quando ad esempio il corso d'acqua è in magra e la portata scende al di sotto del valore minimo per il funzionamento della turbina, la produzione di energia elettrica cessa.

Gli impianti a bassa caduta sono realizzati presso l'alveo di un corso d'acqua e generalmente derivano l'acqua mediante un breve tratto di condotta forzata fino all'ingresso in turbina. (Fig. 3.1)

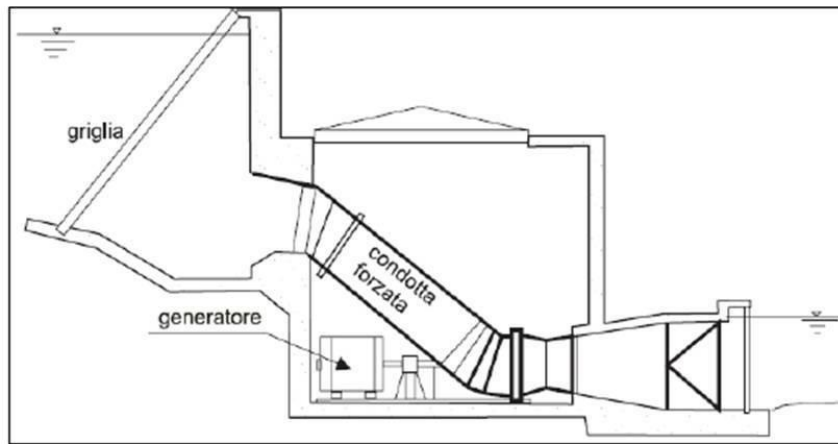


Figura 3.1. Schema d'impianto centrale ad acqua fluente a basso salto.

Per impianti a medio ed alto salto invece vengono generalmente utilizzati sbarramenti per deviare l'acqua verso l'opera di presa. Per ridurre il costo d'impianto, limitando cioè l'estensione della condotta forzata, si preferisce addurre l'acqua al bacino di carico tramite un canale a bassa pendenza che corre accanto al fiume e poi concludere il collegamento con le turbine tramite un breve tratto di condotta in pressione. (Fig. 3.2)Nota13

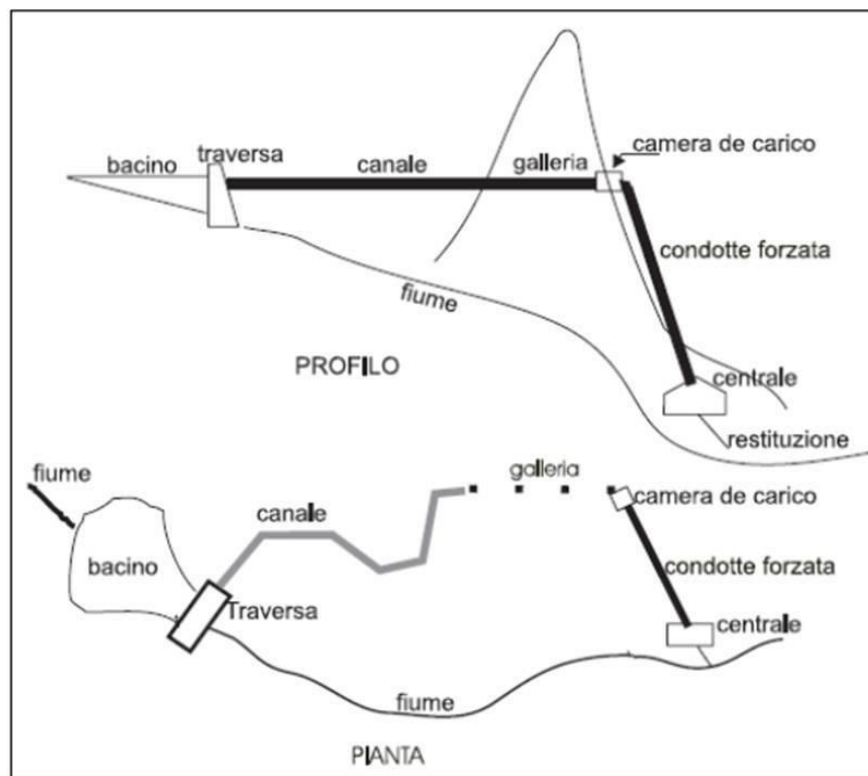


Figura 3.2. Schema d'impianto centrale ad acqua fluente ad alto/medio salto.

IMPIANTI CON CENTRALE A PIEDE DI DIGA

Questa tipologia di impianti sfrutta situazioni particolari in cui il serbatoio è già costruito per altri scopi. Essendo il bacino una delle voci di costo più importanti tra le opere idrauliche necessarie alla realizzazione di un impianto idroelettrico, il suo utilizzo plurimo renderebbe ancora più interessante l'aspetto economico dell'investimento. Sarebbe infatti possibile produrre energia elettrica utilizzando le portate compatibili con l'uso prevalente del serbatoio o con i rilasci a fine geologici. Sarà quindi necessario realizzare una via d'acqua che colleghi idraulicamente monte e valle della diga esistente e scegliere la tipologia di turbina più adatta alle caratteristiche del sito. (Fig. 3.3)

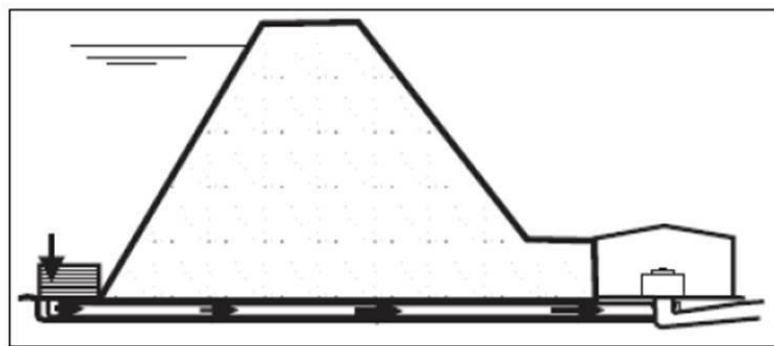


Figura 3.3. Configurazione di un impianto che sfrutta una diga esistente

Un altro grande vantaggio di questi impianti è legato al fatto che è possibile regolare la portata derivata, compatibilmente con la capacità di accumulo del serbatoio, mantenendo un'elevata disponibilità. Nota13

IMPIANTI INSERITI IN CANALI IRRIGUI

Questi impianti sono anche detti "impianti multi-funzione" in quanto la produzione di energia elettrica avviene contemporaneamente ad un'altra funzione. Lo sfruttamento dei canali irrigui può avvenire tramite due diverse soluzioni impiantistiche. Nel caso in cui anche il canale irriguo debba essere progettato e realizzato ex-novo, la soluzione migliore è quella di prevedere un allargamento per poter ospitare la vasca di carico, la centrale, il canale di restituzione ed il by-pass laterale. Quest'ultimo elemento è di fondamentale importanza in quanto è

necessario garantire la continuità di fornitura dell'acqua per l'irrigazione anche in caso di fuori servizio del sistema. Da sottolineare il fatto che l'ampliamento del canale risulta essere un'operazione poco conveniente a livello economico nel caso in cui la struttura sia già in esercizio. Infatti, se è necessario installare la centrale su un canale pre-esistente, la soluzione ottimale è quella di realizzare adiacentemente la bocca di presa ed il canale di carico realizzando uno sfioratore allungato. Una condotta forzata, che corre lungo il canale, convoglia l'acqua in pressione fino alla turbina, dopo il suo utilizzo questa viene re-immessa nel canale. Poiché solitamente nei canali irrigui non sono presenti specie ittiche migratrici, la scala per i pesci non è necessaria. (Fig. 3.4)Nota13

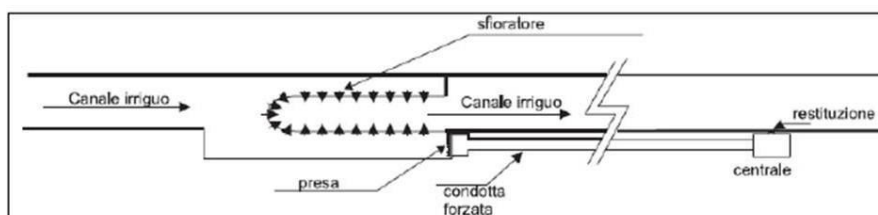


Figura 3.4. Configurazione di un impianto su canale irriguo con sfioratore allungato.

IMPIANTI INSERITI IN SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO

I sistemi di drenaggio urbano sono formati da un insieme di impianti destinati all'allontanamento delle acque reflue e meteoriche dal centro abitato.

Questi impianti funzionano a pelo libero e, solo in alcuni tratti il loro funzionamento può essere in pressione. Tali reti fognarie possono essere:

- a sistema unitario o misto: raccolgono e convogliano le acque pluviali e le acque reflue con un unico sistema di canalizzazioni;
- a sistema separato : le acque reflue vengono raccolte e convogliate con un sistema di canalizzazioni distinto dal sistema di raccolta delle acque pluviali.

A differenza dei sistemi di approvvigionamento idrico i sistemi di drenaggio urbano lavorano con portate elevate e salti, spesso, limitati. La combinazione di questi due fattori offre comunque la possibilità non remota di sfruttamento ai fini idroelettrici delle grandi quantità d'acqua convogliate, pur piccoli che siano i salti. L'altra sostanziale caratteristica deriva dal fatto che qui l'acqua non è pulita. All'interno

delle reti fognarie, come noto, sono presenti molte impurità, sostanze inquinanti e materiale solido in genere. Tutto ciò limita fortemente il potenziale sfruttamento di queste grandi quantità d'acqua ed obbliga ad indirizzare l'attenzione solo su particolari sezioni della rete di drenaggio urbano, che sono:

- Sezioni a valle del depuratore, tra il depuratore stesso e la destinazione finale delle portate depurate;
- Sezioni in corrispondenza di sistemi di scarico controllato delle portate eccedenti in tempo di pioggia.

Tra gli impianti inseriti in sistemi di drenaggio urbano e quelli in sistemi di approvvigionamento idrico esistono però anche delle analogie non trascurabili.

Anche in questo caso infatti c'è il grosso vantaggio di poter sfruttare la totalità della portata in transito nelle sezioni sopra elencate, senza la sottrazione della quantità d'acqua necessaria alla salvaguardia dell'habitat acquatico (DMV).

Inoltre l'impatto ambientale legato alla costruzione di opere civili atte a contenere l'equipaggiamento elettromeccanico è pressoché nullo.

Con debiti accorgimenti è infatti possibile evitare la deturpazione del paesaggio, inglobando la centrale negli altri edifici del sistema di depurazione oppure collocandola a ridosso delle opere di scarico controllato, già di per sé antiestetiche, rumorose ed ingombranti. Nota¹³

FONDAMENTI DI IDRAULICA

Al fine di massimizzare l'efficienza globale di un impianto mini idroelettrico è necessario ottimizzare le prestazioni delle condotte, riducendo al minimo le perdite di energia. E ci limiteremo a questo concetto di massima lasciando a tecnici il compito di valutare modi e metodi di incanalare, e dirimere le acque.

MOTO LAMINARE E MOTO TURBOLENTO

Se l'acqua viene fatta defluire lentamente attraverso un tubo di vetro di piccolo diametro all'inizio del quale viene introdotto un colorante, è possibile notare come questa corrente colorata si presenta come una linea retta all'interno del tubo, indicando cioè che il moto è laminare. L'acqua infatti fluisce secondo lamine simili a tanti tubi concentrici di piccolo spessore: il più esterno aderisce alla parete del tubo mentre gli altri tubi interni si muovono con velocità via via crescente. La transizione da moto laminare a moto turbolento non dipende soltanto dalla velocità dell'acqua

ma anche dalla sua viscosità e dal diametro della condotta nel quale fluisce e può essere descritta mediante il rapporto tra la forza di inerzia e quella viscosa.

FLUSSO D'ACQUA NELLE CONDOTTE

L'acqua perde energia nel fluire attraverso una condotta sia per attrito contro la parete del tubo sia per dissipazione viscosa conseguente all'attrito interno della massa d'acqua in movimento. Per quel che riguarda le perdite per attrito esse sono funzione della rugosità del materiale. Inoltre, ad una maggior turbolenza corrisponde una maggiore miscelazione e quindi una crescente dissipazione viscosa. Di conseguenza le perdite di energia in una condotta aumentano con la scabrezza del tubo. Più in generale è possibile suddividere le perdite di carico in :

- *Concentrate*, relative a brusche variazioni di sezione, imbocchi, curve, valvole, griglie, ecc.
- *Distribuite*, dovute al flusso d'acqua lungo tutta la condotta.

MOTO NEI CANALI A PELO LIBERO

Diversamente da quanto avviene in una tubazione in pressione, dove l'acqua occupa l'intera sezione del tubo, in un canale a pelo libero è sempre presente una superficie libera. Essa normalmente è soggetta alla pressione atmosferica e quindi è possibile eliminare il termine della pressione relativa chiaramente nulla. Pertanto da un lato l'analisi viene semplificata ma dall'altro si introduce un problema legato al fatto che a priori la forma della superficie libera è ignota. Tutti i canali, anche quelli rettilinei, hanno una distribuzione delle velocità tridimensionale: risulta utile effettuare considerazioni sulla classificazione dei diversi moti a pelo libero. Operando una classificazione temporale il moto in un canale si considera stazionario quando la portata o l'altezza d'acqua in ogni sezione del tratto analizzato non cambiano nel tempo; non stazionario quando invece esse variano. Una classificazione invece di tipo spaziale definisce moto uniforme se la portata o l'altezza d'acqua in ogni sezione del tratto analizzato non cambiano lungo il canale; non uniforme quando invece esse variano. Nota 13

- Il moto stazionario non uniforme è anche definito moto gradualmente vario.

RISORSE IDRICHE E LORO SFRUTTAMENTO

La produzione di energia da fonte idrica è fortemente influenzata dalla disponibilità di acqua e dal dislivello presente. Per questo motivo la progettazione di un qualsiasi impianto mini idroelettrico deve essere caratterizzata da un'accurata analisi dei flussi d'acqua disponibili, cercando di avere dati il più possibile slegati da eventi atmosferici stagionali od occasionali. Risulta piuttosto raro che siano già state condotte delle misure di portata regolari nel tratto di corso d'acqua su cui si intende sviluppare la centrale mini idroelettrica.

Pertanto occorre valutare il metodo più efficace per stimare la portata media annua nel lungo periodo e la curva di durata delle portate.

MISURE DI PORTATA

Una singola misura istantanea di portata è di scarsa utilità; risulta infatti necessario valutare il flusso d'acqua per almeno un anno ricorrendo ad uno dei seguenti metodi:

- *Misura diretta per diluizione di un soluto nella corrente*

Adatte per piccoli corsi d'acqua caratterizzati da forte turbolenza e ridotta profondità. Il metodo si basa sull'iniezione di un composto solubile in acqua e nel campionamento dell'acqua ad una certa distanza a valle del punto di immissione dove sia garantita la completa miscelazione del solvente. La concentrazione di soluto nei componenti è utilizzata per calcolare la diluizione subita e da questa è possibile risalire al valore di portata del corso d'acqua.

- *Metodo velocità-area*

Metodo per corsi d'acqua medio – grandi il quale prevede la misura della sezione trasversale del fiume e della velocità media dell'acqua. È chiaro come debba essere scelto un luogo appropriato per la misura, cioè caratterizzato da un deflusso regolare, sezione di larghezza uniforme e sgombrata da depositi. Per la misura dell'area è necessario dividere la sezione in una serie di trapezi. Per quanto riguarda la misura di velocità si possono utilizzare diversi metodi, quali misura con mulinello, con galleggiante o con misuratori elettromagnetici, ma in qualsiasi caso è necessario valutare una serie di punti discreti per ottenere poi un valore medio.

- *Misura mediante stramazzo*

Nel caso in cui la portata sia indicativamente inferiore a 4 m³/s, cioè per corsi d'acqua abbastanza piccoli, è possibile realizzare una traversa provvisoria. Essa è

composta da una sbarramento posto trasversalmente alla corrente da misurare e dotato di uno stramazzo centrale attraverso il quale è convogliata l'acqua. La misura della differenza di quota tra il pelo dell'acqua a monte ed il ciglio dello stramazzo è sufficiente per conoscere la portata transitante. Tuttavia è importante misurare il pelo libero a monte ad una certa distanza dallo stramazzo (almeno quattro volte la profondità dell'acqua sul punto più basso dello stramazzo) mantenendolo libero da sedimenti.

- *Metodo pendenza-area*

Metodo utile per portate molto grandi, laddove gli altri metodi sono impraticabili. Si presuppone che sia possibile collocare picchetti per il rilevamento del livello dell'acqua a monte e a valle del punto in cui si vuole fare la misura, necessari per valutare la pendenza del pelo libero. Altre misure forniranno l'area ed il raggio idraulico della sezione trasversale. Una volta noti questi parametri è possibile tramite una formula empirica calcolare il valore di portata. Nota13

DEFUSSO MINIMO VITALE (DMV)

Nel momento in cui viene messa in atto una derivazione, c'è la possibilità che alcuni tratti del corso d'acqua rimangano asciutti, causando quindi gravi danni all'ecosistema acquatico.

Proprio per questo motivo è fondamentale che ogni opera di presa garantisca un flusso minimo di acqua al fiume o al torrente, in grado di salvaguardare la struttura naturale dell'alveo. Questo quantitativo d'acqua (definito *Deflusso Minimo Vitale*) ha però riscontri negativi sulla producibilità dell'impianto idroelettrico, il quale vede infatti ridursi la porta transitante nelle turbine. È quindi di interesse di chi sviluppa il progetto idroelettrico mantenere il DMV ai più bassi valori possibili accettabili dalle autorità competenti, poiché, soprattutto nei periodi di magra, c'è la possibilità che le portate disponibili non raggiungendo il DMV comportino il fermo macchina. Ogni turbina è caratterizzata da una portata minima al di sotto della quale essa non può funzionare; non è scontato che la portata di progetto sia la differenza tra la portata media annua ed il DMV. È infatti opportuno valutare l'effetto sull'impianto di diverse portate di progetto, tramite un'ottimizzazione tecnico-economica. Nota13

SALTO LORDO E SALTO NETTO

Si definisce salto lordo o geodetico la differenza di altezza fra la superficie libera della sezione di presa dell'acqua ed il livello nella sezione del corso d'acqua dove il flusso è restituito. Le misure del salto lordo vengono effettuate tramite le classiche tecniche topografiche. Attualmente con i livelli elettronici digitali il lavoro risulta semplice, veloce e molto accurato. Stabilito il salto lordo è necessario tener conto delle perdite di carico (distribuite e concentrate). Oltre a ciò alcuni tipi di turbine devono essere disposte in modo da scaricare alla pressione atmosferica, sopra il massimo livello di piena a valle della macchina. Il salto lordo meno la somma di tutte le perdite di carico è uguale al salto netto che è quello effettivamente disponibile alla turbina. Nota13

STIMA DELLA POTENZA E DELL'ENERGIA PRODUCIBILE

Per poter stimare l'energia producibile dall'impianto è necessario conoscere la portata di progetto. Uno strumento molto utile per questo calcolo è il diagramma delle durate. Tale curva riporta per un particolare punto del corso d'acqua il periodo di tempo durante il quale la portata in quel punto è uguale o superiore ad un certo valore.

È possibile ottenere tale curva ordinando i valori di portata in senso decrescente anziché cronologicamente.

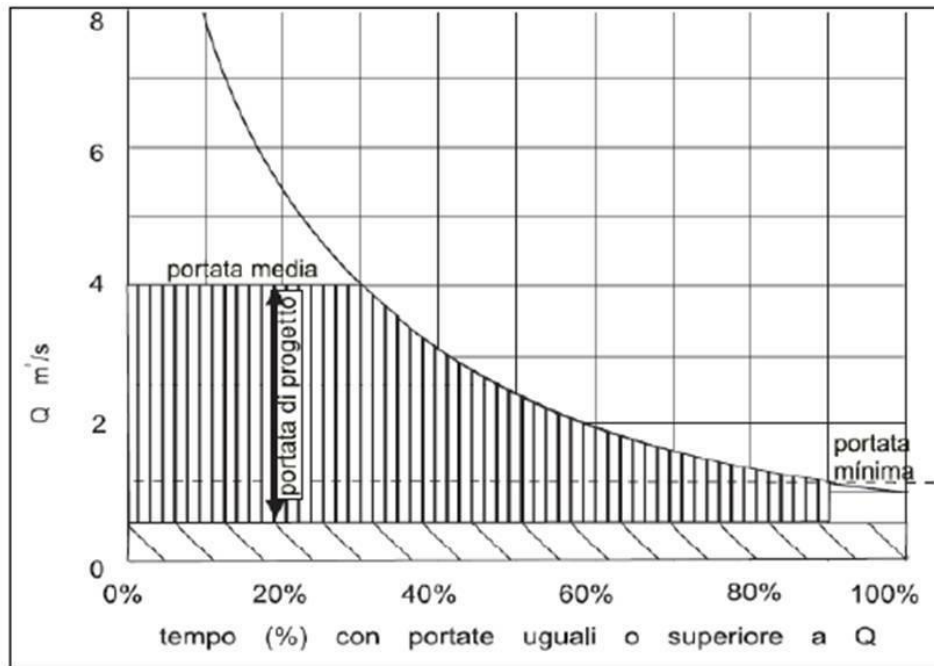


Grafico 3.1. Curva delle durate.

Come è possibile notare dal Grafico 3.1 si è soliti assumere la portata di progetto pari alla differenza tra la portata media annua ed il DMV, anche se in realtà è opportuna un'ottimizzazione tecnico – economica. Una volta definita la portata di progetto e stimato il salto netto, è necessario individuare il tipo di turbina più consono al progetto idroelettrico analizzato. La selezione della turbina verrà effettuata valutando la porta ed il salto disponibile; verranno in seguito descritti i vari campi di funzionamento delle diverse turbine. Per gli impianti ad alta o media caduta è possibile considerare costante il salto lordo in quanto variazioni nei livelli di monte e valle sono ridotti se confrontati con il valore del salto. Invece per gli impianti a bassa caduta, quando la portata cresce oltre il valore di progetto, il pelo dell'acqua sia alla presa sia alla restituzione aumenta ma in maniera diversa. Il salto potrà quindi aumentare o diminuire in maniera rilevante. Cambierà quindi anche il valore del salto netto e perciò anche il valore della potenza caratteristica dell'impianto. Nota13

COMPONENTI PRINCIPALI DI UN IMPIANTO MINI IDROELETTRICO

Un impianto mini idroelettrico si compone di differenti parti che sono simili (se non identiche) a quelle utilizzate in un impianto idroelettrico tradizionale. (Fig. 4.1) Chiaramente, essendo taglie inferiori, le dimensioni e le potenzialità di ciascun componente saranno opportunamente ridimensionate.

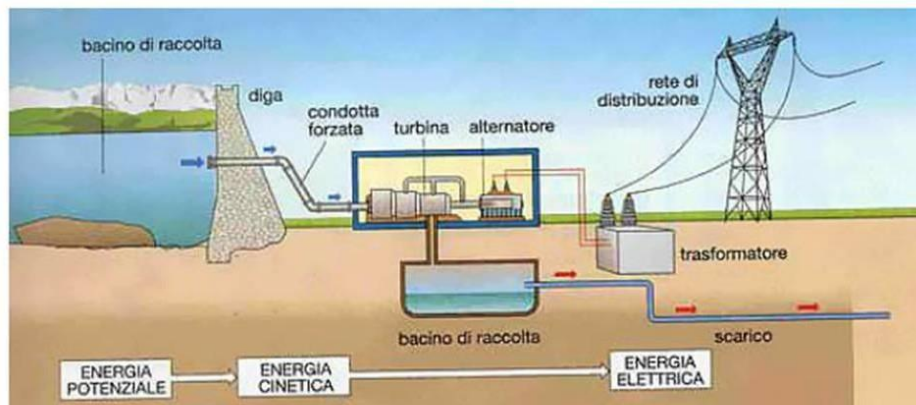


Figura 4.1. Schema d'impianto e principali componenti centrale idroelettrica.

Tutte le componenti descritte in questo capitolo verranno suddivise in due grandi categorie in base alla loro natura:

- *Opere civili*

Comprendono tutto ciò che consente di derivare l'acqua, convogliarla opportunamente fino alla turbina e poi restituirla adeguatamente. Sono inoltre comprese anche tutte le opere legate alla protezione dell'equipaggiamento elettromeccanico da agenti esterni.

- *Apparecchiatura elettromeccanica*

Comprende tutti i componenti meccanici ed elettrici necessari alla trasformazione dell'energia potenziale posseduta dall'acqua in energia elettrica.

OPERE CIVILI

OPERE DI CAPTAZIONE

L'opera di presa o captazione è una struttura costruita per derivare l'acqua in un condotto, a pelo libero o in pressione, per poi convogliarla alla centrale idroelettrica. Deve essere in grado di indirizzare nel canale di carico o nella condotta forzata la quantità d'acqua prevista, limitando l'impatto ambientale ma soprattutto le perdite di carico correlate. Per quel che riguarda gli impianti ad acqua fluente si costruisce una piccola opera per la derivazione della quantità d'acqua necessaria all'impianto mentre la frazione eccedente passa al di sopra del manufatto e prosegue nel suo naturale corso. Quando l'impianto è caratterizzato da taglie importati l'opera di captazione diviene una piccola diga, detta anche traversa, la cui funzione è quella di innalzare il livello del pelo idrico in modo da favorire l'afflusso di acqua nell'opera di presa. La posizione dell'opera di presa dipende dalle caratteristiche geotecniche del sito, dal tipo di materiali trasportati e da vincoli ambientali, in particolar modo quelli relativi all'ittiofauna. L'orientamento della presa rispetto al flusso della corrente è di fondamentale importanza per evitare l'accumulo di materiale sulla griglia, causa di problemi di manutenzione e fermo impianto. La soluzione migliore è quella con l'asse maggiore della presa parallelo allo scarico in modo tale che durante le piene la corrente trascini il materiale sullo scarico di superficie. Nota12

Le opere correlate alla presa sono:

- Una griglia per limitare l'ingresso di materiale grossolano ;
- Un dissabbiatore per eliminare la frazione fine trasportata (fino a circa 0,2 mm di diametro delle particelle);
- Uno sgrigliatore per allontanare il materiale depositato dai due componenti precedenti, minimizzando le perdite d'acqua captata.

OPERE DI DERIVAZIONE

Le opere di derivazione possono essere classificate in due grandi famiglie in base all'attività che devono svolgere:

- Canali e condotte di derivazione
- Traverse di derivazione

Le prime identificano tutte quelle opere che collegano le opere di captazione al bacino di carico; hanno quindi la funzione di trasportare l'acqua da un punto all'altro limitando le perdite di carico. In alcuni casi è possibile che questa tipologia di opere non sia presente nell'impianto in quanto può capitare che le opere di presa siano direttamente connesse alla condotta forzata. La seconda categoria invece comprende tutte quelle opere che consentono la corretta ed efficace captazione dell'acqua tramite le opere di presa. Come precedentemente detto queste opere innalzano il livello del pelo idrico consentendo il prelievo da torrenti, fiumi o canali. Nella loro versione più classica sono realizzate in massi di roccia posti trasversalmente al flusso di acqua. Nel caso in cui trovare la roccia richieda profondi scavi, è anche possibile utilizzare gabbioni metallici o cesti riempiti di terra e ciottoli. Per impianti di taglia importante la traversa diventa una piccola diga in terra con nucleo centrale impermeabile generalmente fatto con materiale argilloso adeguatamente compattato. Nota12

BACINO DI CARICO

Il bacino di carico è collocato alla fine della condotta derivatrice ed ha la funzione di accogliere le acque provenienti dalla derivazione ed accumularle all'imbocco delle condotte forzate. In impianti di piccole dimensioni, ma anche in quelli ad alta caduta, la condotta forzata parte orizzontale dal bacino di carico per poi allinearsi al pendio tramite una curva. La progettazione sarà differente in base al tipo di impianto: per basse cadute uno studio idraulico accurato ha senso in quanto le eventuali perdite di carico alla presa sono paragonabili con il salto lordo. Invece per impianti ad alta caduta le perdite di carico alla presa sono ridotte rispetto al salto lordo quindi un aumento di costi relativo all'aumento di dimensioni del bacino di carico per ridurre le velocità e migliorare l'idraulica non sarebbe giustificato. Nota12

CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata è una delle opere di maggior importanza in un impianto idroelettrico, soprattutto per quelli ad alta caduta. La sua funzione è quella di convogliare l'acqua in pressione dal bacino di carico alla turbina riducendo al minimo le perdite di carico connesse. Queste opere idrauliche devono essere

accuratamente progettate in quanto sono soggette ad elevati sforzi lungo il loro intero sviluppo: una scorretta analisi potrebbe portare ad un collasso di tutto l'impianto e di conseguenza i criteri di progettazione sono molto rigidi. Una condotta forzata è composta da una serie di tronchi di tubo ed i materiali utilizzati sono molteplici. Una condotta in cemento armato può essere utilizzata per pressioni inferiori a 2 atm; per pressioni fino a 5 atm è preferibile invece utilizzare cemento armato precompresso, dove la funzione resistente è affidata ad una blindatura metallica esterna. Dalle basse pressioni caratteristiche è chiaro come l'uso di condotte forzate in cemento armato è limitato ad impianti con salti ridotti e portare considerevoli. Per pressioni superiori vengono utilizzati tubi metallici in acciaio in cui le giunzioni tra i vari tronchi possono essere a bicchiere, a flangia, saldate, con chiodatura a sovrapposizione. Le condotte forzate seguono il profilo del terreno, con tratti rettilinei dette livellette, che si appoggiano su selle in calcestruzzo; ogni livelletta viene fissata ad un blocco di ancoraggio ed è provvista di un giunto che permette la dilatazione termica. I blocchi devono resistere alla spinta della condotta ma anche alla sua espansione e contrazione: per questo motivo, se è possibile, vengono fondati su roccia. Quando è necessario costruire blocchi di dimensioni elevate (troppo costosi) una soluzione alternativa è quella di eliminare un blocco ogni due livellette lasciando le curve libere di muoversi. In questo caso è opportuno posizionare i tratti rettilinei su selle metalliche le quali sono realizzate in modo da adattarsi al contorno del tubo. Nota 12

EDIFICIO CENTRALE

L'edificio centrale è l'opera civile che viene realizzata per contenere l'apparecchiatura elettromeccanica. In questo modo turbina, generatore e tutte le altre componenti correlate sono protette da agenti esterni limitando inoltre impatto visivo ed acustico. Esistono varie configurazioni che sono funzioni di diversi parametri. Il fattore maggiormente rilevante è l'ingombro dell'apparecchiatura elettromeccanica da dover inserire. Successivamente il numero, la tipologia e la potenza delle turbine, la disposizione rispetto al canale di scarico e la geomorfologia del luogo condizionano la struttura dell'edificio. Visto che la centrale non è altro che una struttura soggetta alle normali sollecitazioni dei comuni edifici, la sua

progettazione dovrà rispettare i classici criteri di progettazione edilizia. Il dimensionamento dovrà tenere in considerazione di tutte le operazioni che dovranno essere svolte al suo interno, comprese le eventuali azioni di sostituzione dell'apparecchiatura elettromeccanica. Nota12

OPERE DI RESTITUZIONE

Una volta utilizzata ai fini produttivi l'acqua abbandona le turbine e viene indirizzata verso il ricettore finale, oppure, come ad esempio negli impianti inseriti in acquedotti, viene riutilizzata per altri scopi. Dal momento che ad esempio per le turbine ad azione la velocità allo scarico può essere relativamente elevata, è bene che il canale di restituzione sia accuratamente progettato. Il progetto deve inoltre assicurare che in caso di piena il livello dell'acqua non salga troppo evitando quindi interferenze con la girante della turbina. Per quanto riguarda invece le turbine a reazione, il livello dello scarico influenza il funzionamento della macchina portando a fenomeni di cavitazione. Tale livello incide anche sul salto netto disponibile che per un impianto a bassa caduta può avere un'influenza decisiva sulla fattibilità economica della centrale idroelettrica. L'opera di restituzione acquista sempre più importanza al diminuire del salto lordo disponibile: per salti inferiori ai 10 m l'opera di restituzione è basilare. Da sottolineare che, per turbine Francis o Kaplan, è necessario l'utilizzo di un tubo diffusore che permetta il recupero dell'energia cinetica allo scarico; all'interno delle opere di restituzione sono presenti diverse tipologie di canali, tubature a superficie libera o in pressione il cui unico scopo è quello di allontanare l'acqua dalla girante migliorando la conversione. Nota12

APPARECCHIATURA ELETTROMECCANICA

Nell'edificio centrale, come già descritto nel paragrafo precedente, è contenuto l'equipaggiamento elettromeccanico che converte l'energia potenziale dell'acqua in energia elettrica. Esso è composto da:

- Turbina
- Generatore
- Quadri di controllo
- Valvola di macchina
- Moltiplicatore di giri
- Trasformatore elevatore

TURBINA

La turbina idraulica è una macchina in grado di trasformare l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica di rotazione disponibile all'albero. Tale energia meccanica può essere convertita in energia elettrica nel caso in cui all'albero sia accoppiato un generatore elettrico. Diamo per scontato questo assunto "un grande salto può compensare una ridotta portata e viceversa": un torrente con modesta portata può presentare un dislivello di diverse centinaia di metri e quindi avere le stesse potenzialità energetiche di un canale con ingenti portate ma con bassi dislivelli. Per avere un buon rendimento di conversione la turbina deve essere adeguata alla portata ed al dislivello caratteristico del sito. Infatti questi due parametri definiscono le diverse tipologie di turbine idrauliche, le quali verranno ampiamente descritte nel successivo capitolo.

In generale però tutte le macchine idrauliche di questo tipo sono caratterizzate da una girante e da un distributore. Il distributore ha tre compiti essenziali:

- indirizzare il flusso in arrivo alla girante in maniera opportuna, cioè limitando le perdite dovuto all'impatto dell'acqua sulle pale della girante;
- regolazione della portata di acqua in ingresso alla turbina;
- trasforma l'energia potenziale posseduta dall'acqua in energia cinetica.

La percentuale di energia potenziale convertita in energia cinetica nel distributore determina la classificazione delle turbine idrauliche: quando la trasformazione avviene nel distributore in modo completo si dice ad *azione*; nel caso contrario si dice a *reazione*. Nota¹²

GENERATORE

Il generatore è il componente elettrico che trasforma l'energia meccanica di rotazione della turbina in energia elettrica. Può essere direttamente connesso alla turbina (come nel caso delle turbine ad azione) oppure collegato mediante un moltiplicatore di giri, il quale consente di aumentare la velocità di rotazione in uscita dalla turbina ed adeguarla a quella del generatore (come nel caso delle turbine a reazione). Per tutti gli impianti idroelettrici di taglia medio - grande si installano generatori trifase a corrente alternata: in funzione della rete che si deve alimentare il progettista potrà scegliere tra due grandi tipologie:

- *Generatori sincroni*

Sono equipaggiati con un sistema di eccitazione associato ad un regolatore di tensione il quale, prima del collegamento con la rete, permette di generare energia alla frequenza, tensione ed angolo di fase richiesti. I generatori sincroni possono funzionare staccati dalla rete. Questo tipo di macchine elettriche vengono generalmente impiegate per impianti con potenza maggiore di 5.000 kVA.

- *Generatori asincroni*

Sono macchine ad induzione con rotore a gabbia di scoiattolo che non danno possibilità di regolare il livello di tensione in uscita. Dalla rete assorbono la corrente d'eccitazione e l'energia reattiva necessaria per la propria magnetizzazione: per questo motivo non possono generare corrente quando sono scollegati dalla rete elettrica. Questo tipo di macchine elettriche vengono generalmente impiegate per impianti con potenze inferiori ai 500 kVA, se non è necessario il funzionamento ad isola. Tra i 500 kVA ed i 5.000 kVA la scelta è funzione delle caratteristiche della rete di distribuzione. La tensione di generazione è funzione della potenza dell'alternatore. Per le centrali mini idroelettriche, sotto 1 MW di potenza installata, si produce generalmente a 380 V: in questo modo è possibile derivare direttamente la potenza necessaria per i servizi ausiliari di centrale. Nel caso di impianti più grandi si genera in MT (fino ai 30 kV) ed è quindi necessario installare una cabina di trasformazione MT/BT per l'alimentazione degli ausiliari. Nota¹² I generatori infine possono essere ad asse orizzontale o da asse verticale; generalmente si tende ad adottare la medesima configurazione della turbina in modo tale da semplificare e rendere più efficiente l'accoppiamento meccanico.

MOLTIPLICATORE DI GIRI

Il moltiplicatore di giri è un componente meccanico che permette l'accoppiamento tra due organi caratterizzati da velocità di rotazione diverse. Quando la turbina ed il generatore ruotano alla stessa velocità, è possibile effettuare un accoppiamento diretto, cioè installarli sullo stesso asse. In questo modo si riducono le perdite meccaniche e si minimizzano le manutenzioni.

Nel caso in cui la girante ruoti a meno di 400 rpm (caso molto frequente per turbine a reazioni Francis o Kaplan) è necessario utilizzare un moltiplicatore per raggiungere i 750 – 1.500 rpm dei generatori standard.

Per gli impianti mini idroelettrici questa soluzione è più conveniente rispetto ad un accoppiamento diretto in cui è necessario lo sviluppo di un generatore specifico per la singola macchina. Nota12

SISTEMI DI MONITORAGGIO E CONTROLLO

Tra i morsetti del generatore e la rete elettrica sono installati dispositivi che controllano il funzionamento dell'impianto.

Tale controllo avviene generalmente misurando il livello di tensione, l'intensità e la frequenza della corrente generata, l'energia prodotta, il fattore di potenza ed anche il livello dell'acqua nella camera di carico.

Da diversi anni, grazie alla tecnologia, è possibile monitorare la centrale tramite telecontrollo, cioè tramite un sistema computerizzato che permette la gestione della centrale anche da chilometri e chilometri di distanza. Infatti tramite un semplice computer è possibile ricevere tutte le informazioni relative alla produzione ma anche ad eventuali guasti, in modo da garantire interventi di manutenzione rapidi ed efficienti. Più precisamente, ogni componente è equipaggiato con speciali dispositivi che fanno capo ad un'unità centrale di controllo (PLC) la quale, analizzando gli impulsi digitali ed analogici in ingresso, dà in uscita un'opportuna segnalazione. Affinché i diversi sistemi di protezione svolgano correttamente il loro compito è necessario un interruttore principale (che può essere ad aria compressa o magnetico) in grado di staccare il generatore dalla rete anche in condizioni di pieno carico. Questi sistemi di controllo automatico permettono di aumentare la disponibilità della centrale: facendo lavorare le turbine in condizioni ottimali permettono di avere un rendimento di conversione maggiore e quindi una maggior energia producibile. Nota12

SERVIZI AUSILIARI

In generale il consumo energetico per il funzionamento di una centrale idroelettrica è nell'ordine dell'1-3% della potenza installata; chiaramente per le piccole centrali il consumo percentuale è più elevato. Il trasformatore dei servizi ausiliari è progettato per i massimi carichi previsti; per alimentarlo, nel caso di centrale non presidiata, sarebbe opportuno prevedere due fonti di energia differenti, con scambio automatico in caso di guasto. Gli impianti con potenza maggiore di 500 kW necessitano di un circuito in corrente continua che includa una batteria di

accumulatori ed un raddrizzatore carica batterie. La capacità di tale sistema deve garantire che in caso di guasto il sistema di controllo possa funzionare fino all'arrivo del personale che effettuerà poi la messa in sicurezza dell'impianto. Nei servizi ausiliari è compresa la sottostazione di trasformazione la quale include i seguenti componenti: protezioni contro i sovraccarichi e scariche atmosferiche, contatori e interruttore generale che stacca dalla rete tutto l'impianto. In base alle dimensioni ed al contesto ambientale la stazione potrà essere all'aperto oppure confinata all'interno della centrale con collegamento realizzato mediante cavo sotterraneo. Nota12

TURBINE IDRAULICHE

La turbina idraulica, come già ampiamente descritto in precedenza, è un dispositivo meccanico che trasforma l'energia potenziale dell'acqua in energia di rotazione (lavoro meccanico). La loro classificazione è basata principalmente sulla particolare modalità di trasformazione dell'energia, che infatti identifica due grandi famiglie: le turbine ad azione e le turbine a reazione.

TURBINE AD AZIONE

Nelle turbine ad azione tutta l'energia potenziale disponibile viene trasformata in energia cinetica nel distributore, quindi non vi è alcuna variazione di pressione tra ingresso e uscita della girante. Essa si limita infatti a trasformare l'energia cinetica dell'acqua che la investe in lavoro meccanico disponibile all'albero della macchina. Le tipologie di turbine ad azione presenti attualmente sul mercato sono:

- Turbine Pelton;
- Turbine Turgo;
- Turbine Cross – flow.

TURBINA PELTON E MINI-MICRO PELTON

La turbina Pelton è la principale turbina a azione che viene utilizzata nelle applicazioni pratiche.

Sono macchine robuste, affidabili, facilmente smontabili e riparabili e con pochi organi critici. L'acqua arriva alla girante tramite la condotta forzata la quale è direttamente raccordata con il distributore. Il distributore è un semplice ugello convergente dove la corrente liquida viene accelerata fino a raggiungere la velocità ottimale. Al suo interno è presente la spina di regolazione (*ago Doble*) che, spostata assialmente, regola l'afflusso di acqua e quindi la potenza della macchina. L'ago Doble in realtà ha una duplice funzione: oltre a regolare la portata guida in maniera opportuna i filetti fluidi e rallenta i filetti interni dando così luogo ad una distribuzione di velocità molto più uniforme rispetto a quella che si avrebbe con un semplice tubo convergente. (Fig. 5.1)

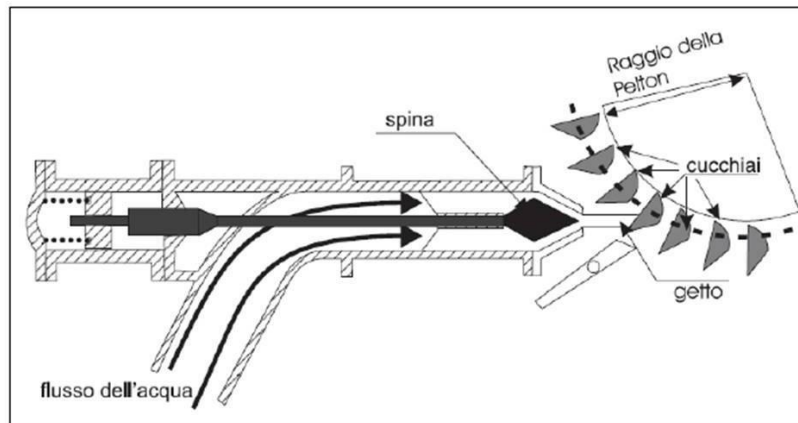


Figura 5.1. Schema di funzionamento ago Doble.

Questo tipo di macchine sono dotate anche di un *tegolo deflettore* che, in caso di brusco arresto della macchina, ha lo scopo di deviare il flusso principale di acqua evitando danneggiamenti agli organi meccanici della turbina. La rapida chiusura degli organi di regolazione porterebbe infatti al danneggiamento delle pale e a fenomeni pericolosi come il colpo d'ariete, spesso intollerabile dalle condotte. La girante è formata da una serie di pale che hanno la forma a doppio cucchiaio con uno spigolo centrale. Il getto d'acqua, che viene indirizzato dal distributore in modo tangenziale rispetto alla girante, a contatto con lo spigolo viene tagliato in due parti uguali. I due flussi percorrono ciascuno dei due cucchiai cedendo tutta la loro energia alla pala. Lo scarico poi dell'acqua è pensato in modo tale da evitare l'impatto con altre pale (che avrebbero un effetto resistente) e facendo in modo che la velocità di uscita sia la minore possibile (per minimizzare le perdite allo scarico). La turbina Pelton inoltre può disporre di un numero di getti variabile da due fino ad un massimo di sei. L'aumento del numero di getti permette di migliorare il rendimento della macchina in relazione alle caratteristiche specifiche dell'impianto ma allo stesso tempo molti getti si disturbano reciprocamente e rendono molto più complessi i sistemi di regolazione. (Fig. 5.2)



Figura 5.2. Turbina Pelton a 5 getti.

Mini e Micro Pelton

Le turbine Mini e Micro Pelton non sono altro che delle Pelton in scala ridotta (Fig. 5.3): sia la prima che la seconda tipologia si distinguono solo per le dimensioni, che chiaramente saranno ridotte, e per i campi di applicazione. Le turbine Pelton hanno un campo d'impiego tipico nelle alte ed altissime cadute dove hanno rendimenti superiori agli altri dispositivi. Le Mini Pelton invece possono sfruttare salti e portare inferiori rispetto alle normali turbine Pelton, mentre la principale differenza rispetto alle Micro Pelton riguarda del portate (Tab. 5.1).

Tipo di turbina	Campo salti [m]	Campo portate [m ³ /s]
Pelton	$50 < H_U \leq 1300$	$0,02 < Q \leq 7,00$
Mini Pelton	$50 < H_U \leq 400$	$0,004 < Q \leq 0,4$
Micro Pelton	$30 < H_U \leq 100$	$0,002 < Q \leq 0,04$

Tabella 5.1. Campi di impiego turbine Pelton, Mini e Micro Pelton.



Figura 5.3. Giranti micro e mini Pelton.

Nel Grafico 5.1 vengono paragonati i campi di funzionamento delle tre diverse tipologie di Pelton. Si può facilmente notare come le aree coperte sono molto diverse tra loro: le nuove tecnologie per applicazioni limite consentono infatti di raggiungere livelli minimi molto ridotti in modo tale da poter sfruttare siti fino a poco tempo fa inutilizzabili.

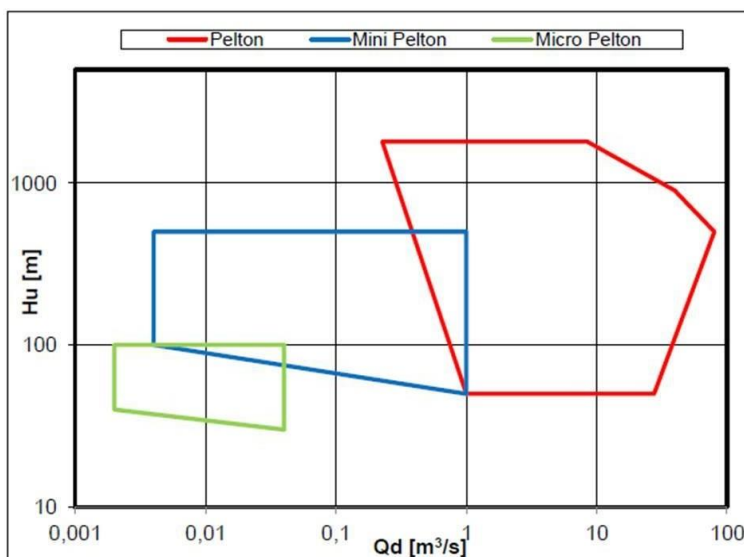


Grafico 5.1. Campi di impiego turbine Pelton, Mini e Micro Pelton.

Per quel che concerne la curva dei rendimenti nel Grafico 5.2 a pagina seguente è possibile valutare il confronto tra le tecnologie.

Il rendimento è strettamente legato alla capacità di regolazione della macchina, che in una turbina Pelton è influenzata principalmente dal numero di getti. Diminuendo le dimensioni degli apparecchi la prima grande differenza sta nel numero massimo di getti utilizzabili, che passa da un massimo di 6 per una Pelton classica a tipicamente 2 o 5 per le Mini raggiungendo 1 sola unità per le Micro.

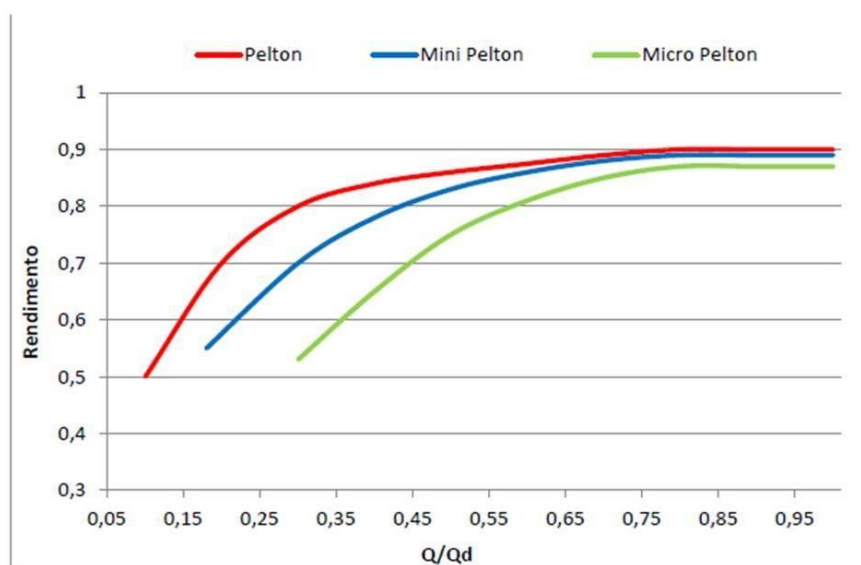


Grafico 5.2. Curve di rendimento turbine Pelton, Mini e Micro Pelton.

Come conseguenza dei campi di applicazione e dei rendimenti precedentemente analizzati, le taglie caratteristiche delle turbine Mini Pelton variano tra i 20 kW e i 3

MW mentre per le turbine Micro Pelton è possibile avere potenze comprese tra 1 kW e 50 kW. I casi applicativi delle Mini e Micro Pelton possono essere ad esempio le condotte di adduzione dei sistemi di approvvigionamento idrico, con particolare propensione per quelli con dislivelli sufficientemente grandi. Applicazioni di questo tipo stanno riscontrando grande interesse soprattutto da parte di Comuni posti su territori montani o pedemontani. Nota12

TURBINE TURGO

Le turbine Turgo sono macchine ad azione molto simili alle turbine Pelton. Ciò che le distingue è il campo di impiego: utilizzano portate superiori, e questo è pagato con un'efficienza minore, ed inoltre riescono a sfruttare salti compresi tra i 50 m e i 250 m. La girante (Fig. 5.4) è costituita da pale che hanno una forma molto diversa rispetto a quelle a doppio cucchiaio di una classica turbina Pelton: le turbine Turgo infatti presentano pale a forma di mezzo cucchiaio.



Figura 5.4. Girante turbina Turgo.

Per quanto riguarda invece il distributore è in tutto e per tutto uguale a quelli delle Pelton classiche, fatta eccezione per il numero massimo di ugelli. Grazie al fatto che il getto colpisce simultaneamente più pale non risente delle interferenze generate dai flussi in entrata ed in uscita prodotti da ugelli vicini. Questo dà la possibilità di avere un numero maggiore di getti e quindi di fare in modo che le Turgo possano lavorare con portate maggiori rispetto alle Pelton classiche. Le turbine Turgo, pur non trovando attualmente impiego nei grandi impianti dove risultano rimpiazzabili dalle Pelton, sono una valida alternativa nel campo delle applicazioni limite in

competizioni con Mini e Micro Pelton, in quanto godono di una ben più elevata elasticità di funzionamento. Nota12

TURBINE CROSS-FLOW E MINI CROSS-FLOW

Le turbine Cross-flow, dette anche Banki, sono composte da due componenti principali: distributore e girante. La girante è costituita da due o più dischi circolari paralleli uniti tra di loro tramite una serie di lame curvate che costituiscono le pale. Il distributore invece ha sezione rettangolare e scarica il getto d'acqua lungo tutta la lunghezza della ruota. Come è possibile notare dalla Fig. 5.5, il flusso d'acqua è soggetto ad un cambio di direzione (da qui il nome Cross-flow) nella zona vuota tra il primo ed il secondo passaggio attraverso le pale. Questo cambio di direzione porta a dei vortici dissipativi che comportano una diminuzione del rendimento.

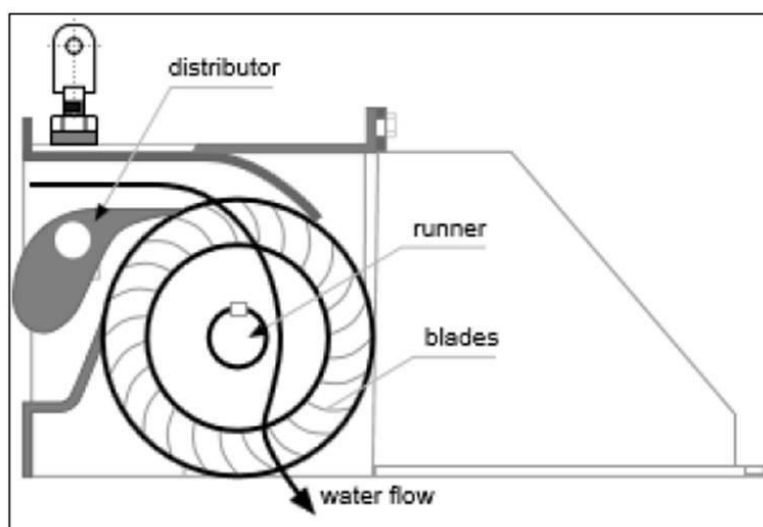


Figura 5.5. Schema di funzionamento di una turbina Cross-flow.

Le Cross-flow non sono propriamente turbine ad azione in quanto il passaggio tra le lame superiori avviene in condizioni di completa immersione; il passaggio tra le lame inferiori si compie in totale azione.

Mini Cross-flow

Come per le Mini e Micro Pelton anche in questo caso le Mini Cross-flow sono dei modelli in scala ridotta della versione classica. Le variazioni riguarderanno, come nel caso precedente, le dimensioni, i campi di utilizzo ed i rendimenti di conversione.

Nella Tab. 5.2 ed nel Grafico 5.3 sono riportati i campi di utilizzo delle Cross-flow e delle Mini Cross-flow.

Tipo di turbina	Campo salti [m]	Campo portate [m^3/s]
Cross-flow	$5 < H_u \leq 200$	$0,2 < Q \leq 10,00$
Mini Cross-flow	$5 < H_u \leq 60$	$0,01 < Q \leq 1$

Tabella 5.2. Campi di impiego turbine Cross-flow e Mini Cross-flow.

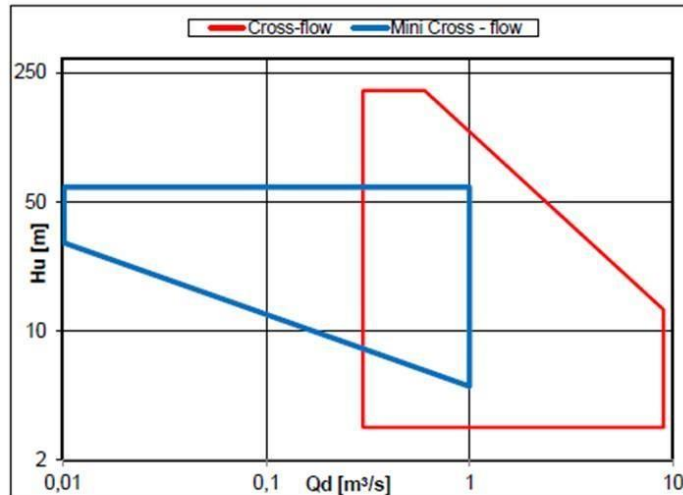


Grafico 5.3. Campi di impiego turbine Cross-flow e Mini Cross-flow.

Da sottolineare il fatto che ,per alti salti, le pale sono soggette ad elevati sforzi meccanici che accelerano il loro deterioramento. In qualunque caso è però possibile sostituire/riparare le pale danneggiate in brevissimo tempo e con un dispendio economico molto limitato. Per questo motivo e per la loro semplicità costruttiva sono turbine adatte ad applicazioni in paesi in via di sviluppo ove sia presente una fonte idrica con caratteristiche adeguate. Nota12

TURBINE A REAZIONE

Nelle turbine a reazione solo una parte dell'energia potenziale disponibile viene trasformata in energia cinetica nel distributore: l'acqua in ingresso alla girante possiede quindi anche energia di pressione. Si evidenzierà cioè una pressione più elevata nella sezione d'ingresso rispetto alla pressione nella sezione di uscita della girante. Questa differenza di pressione fa accelerare il fluido in quanto espandendo produce una spinta aggiuntiva sulla girante della turbina. Viene definito quindi un grado di reazione χ della turbina calcolato come il rapporto tra l'energia di pressione ancora disponibile a valle del distributore e l'energia totale inizialmente disponibile. Il grado di reazione è quindi nullo in una turbina ad azione mentre assume valori maggiori nelle turbine a reazione. Le tipologie di turbine ad reazione presenti attualmente sul mercato sono:

Spagnolo Andrea

- Turbine Francis;
- Turbine Kaplan ed a elica.

TURBINE COCLEE

Originariamente utilizzata per sollevare liquidi e solidi, la Coclea (detta anche Vite di Archimede) è composta da una grossa vite posta all'interno di un tubo. La parte inferiore del tubo viene posizionata nel liquido o nel solido, dopodiché, ponendola in rotazione, la vite ad ogni passo raccoglie una certa quantità di materiale che viene sollevata lungo tutta la spirale per poi essere espulsa nella parte superiore. In questo caso è necessario fornire l'energia elettrica necessaria alla rotazione della macchina; applicando però lo stesso principio in maniera inversa è possibile sfruttare l'energia potenziale posseduta dal fluido per produrre energia. (Fig. 5.9)



La Coclea idraulica rientra nella categoria delle macchine a gravità e non è né a reazione né ad azione. L'acqua, scendendo all'interno delle camere dal livello più alto al livello più basso, esercita un movimento torcente sull'albero di trasmissione che produce energia meccanica e quindi, tramite un generatore, anche energia elettrica. In base ai valori di portata vengono calcolati il numero di giri, l'angolo di incidenza (solitamente compreso tra 22° e 35°) ed il diametro della Vite. Considerando poi l'angolo d'incidenza e l'altezza del salto viene definita anche la lunghezza della Vite. Le turbine Coclee rendono possibile lo sfruttamento della fonte idraulica dove le tradizionali turbine sono escluse per ragioni di costo; inoltre possono utilizzare salti minimi fino ad 1 metro. I vantaggi legati all'utilizzo di una

Spagnolo Andrea

turbina Coclea sono molteplici dal punto di vista ambientale ma anche a livello impiantistico. Dal punto di vista ambientale infatti la Vite è inseribile nel contesto territoriale con un limitato impatto paesaggistico, riducendo anche l'impatto per la fauna ittica e per le acque stesse. È importante sottolineare che l'installazione non richiede quasi mai la deviazione del corso d'acqua, come pure garantisce il deflusso minimo vitale a valle dell'impianto. Un valore aggiunto dal punto di vista ambientale può essere riscontrato nella maggiore ossigenazione dell'acqua che migliora le sue qualità a valle dell'impianto. Nota¹² Il costo d'impianto è ridotto in quanto sono richieste minori opere civili: non è infatti necessario variare il corso fluviale naturale, a differenza delle tradizionali turbine Kaplan che richiedono spesso e volentieri lavori di ricostruzione nel sottosuolo nella zona di scarico. Infine, grazie alla loro forma costruttiva, non è richiesto l'utilizzo di griglie a maglia fine usate per le altre tipologie di macchine per il filtraggio dell'acqua dai detriti e allontanamento pesci: i corpi ed il materiale galleggiante possono oltrepassare la Coclea senza ostacoli e senza danni per l'impianto. L'unico aspetto negativo legato alla realizzazione di un impianto con Coclea è dato dai rendimenti ottenibili che sono minori rispetto alle turbine precedentemente descritte. Dati i limitati giri della Vite, è inoltre necessario un moltiplicatore di giri grazie al quale abbiamo in ingresso al generatore una velocità di rotazione ottimale.

ANALISI PROGETTUALE CASO REALE

QUADRO GENERALE

Il caso preso in esame valuta la possibilità di installare un impianto pico idroelettrico in corrispondenza della rete di approvvigionamento idrica del rifugio Jumarre situato nel Comune di Angrogna.



IMPIANTI INSERITI IN ACQUEDOTTI

Come già specificato una risorsa aggiuntiva rispetto all'idroelettrico tradizionale è rappresentata dalla possibilità di installare centrali pico idroelettriche lungo le condotte di adduzione delle reti acquedottistiche.

Un generico sistema di approvvigionamento idrico è composto da una serie di opere le quali permettono la captazione, il convogliamento, lo stoccaggio ed infine la distribuzione di acqua in quantità e qualità tali da soddisfare i bisogni degli utenti finali.

L'acqua viene prelevata dalle sorgenti montane tramite delle opere di presa mediante delle condotte in pressione (condotte di adduzione). A valle di tali condotte, prima della distribuzione finale, sono presenti delle opere di accumulo le quali svolgono una duplice funzione. In primis garantiscono una fornitura di acqua costante ed indipendente da agenti esterni in quanto fungono da serbatoi di stoccaggio; inoltre qui l'acqua viene trattata perché risponda perfettamente ai requisiti igienico - sanitari imposti dalle vigenti norme in materia di acqua potabile.

Nei luoghi caratterizzati da elevate differenze di quota tra le opere di presa ed i centri abitati l'energia potenziale dell'acqua risulta molto elevata. Tale energia è riconducibile ad elevate pressioni che potrebbero compromettere la funzionalità delle condotte: è quindi necessario dissipare parte di questa energia.

La dissipazione avviene in parte lungo tutta la condotta sottoforma di perdite di carico distribuite mentre la componente principale viene dissipata tramite degli appositi manufatti detti "di interruzione idraulica" che rappresentano quindi perdite di carico concentrate.

La dissipazione di questa energia è sostanzialmente uno spreco. C'è infatti la possibilità di poter sfruttare questa necessaria variazione di pressione tramite

l'inserimento di una turbina, la quale trasformerebbe l'energia potenziale dell'acqua in energia meccanica di rotazione. Lo stadio successivo è il trasferimento di tale energia meccanica in energia elettrica mediante l'utilizzo di un generatore elettrico. Generalmente vengono chiusi alcuni dei manufatti di interruzione idraulica, fino al limite massimo di tenuta delle condotte, e successivamente viene posta a valle la turbina che quindi può sfruttare l'energia di pressione accumulata.

Lo sfruttamento ai fini di produrre energia elettrica dalle reti di adduzione idrica è possibile a patto che non venga in alcun modo compromesso l'utilizzo primario delle acque. Questo significa che deve essere garantita con sicurezza la perfetta integrità dal punto di vista igienico - sanitario e la rispondenza alle norme che ne regolano il trattamento.

Viene infatti reso obbligatorio dalle norme vigenti l'utilizzo di impianti che siano idonei al trattamento delle acque potabili che escluda in alcun modo il contatto con inquinanti quali oli per lubrificazione, vernici, ecc ...

Per assicurare inoltre un approvvigionamento idrico costante ed indipendente da ogni eventuale malfunzionamento della centrale pico idroelettrica è previsto un sistema di valvole di by-pass.

In caso di fuori servizio infatti la turbina si chiude e la valvola di by-pass principale mantiene automaticamente il livello del serbatoio. Tutte le operazioni di apertura e chiusura delle valvole devono essere sufficientemente lente per evitare brusche variazioni di pressione e scongiurare l'insorgere del pericoloso colpo d'ariete. Note7e8

Le principali motivazioni che portano ad avere interessanti riscontri circa l'applicazione di centrali mini idroelettriche in reti di approvvigionamento idrico sono le seguenti:

- considerando il fatto che l'acqua è un bene che è già comunque captato per l'approvvigionamento idrico il suo sfruttamento per fini

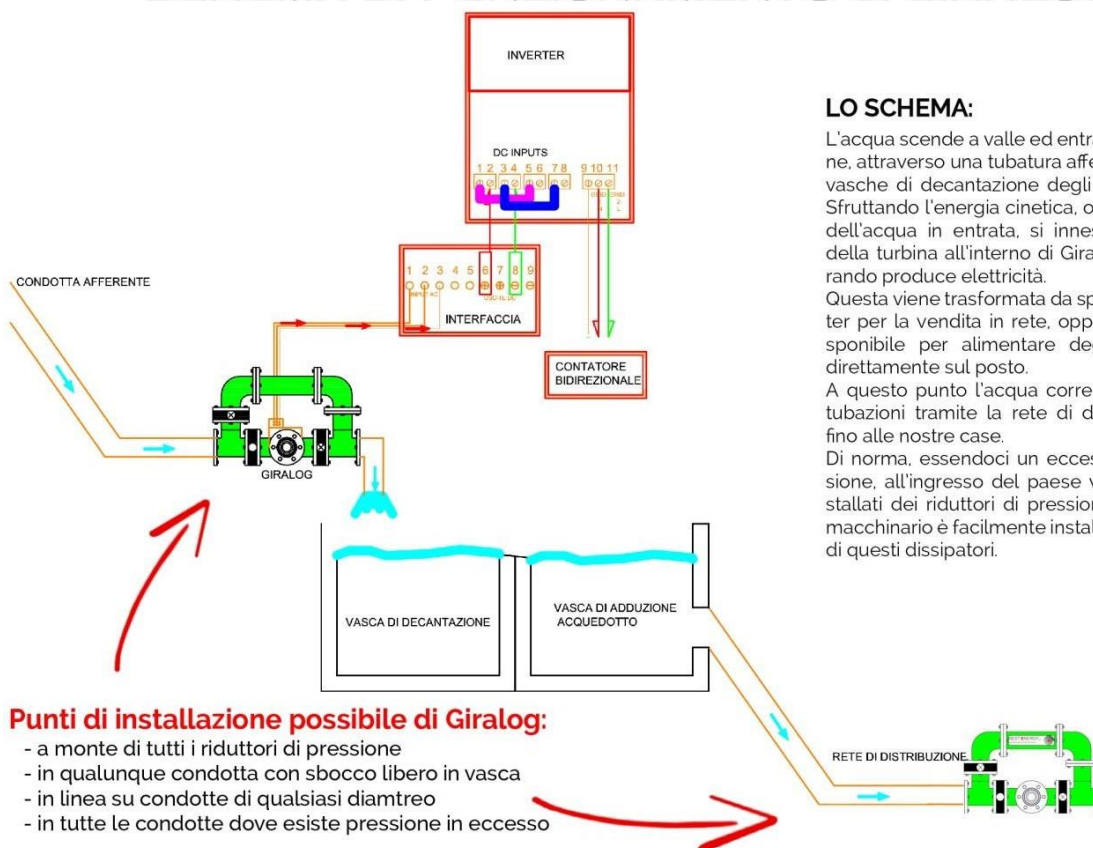
idroelettrici acquista ancora più valore. Infatti non si va ne ad effettuare un nuovo prelievo da corpi idrici naturali ne a deturpare l'ambiente circostante con nuove opere civili a forte impatto ambientale;

- come già descritto in precedenza la fonte energetica acqua, rientrando a pieno tra le fonti di energia rinnovabili, usufruisce della cosiddetta “Tariffa Omnicomprensiva” o del regime “Scambio sul Posto” che quindi garantisce all’investimento oltre ad un ridotto tempo di ammortamento anche un buon ricavo su tutta la vita utile dell’impianto.

VALUTAZIONI TECNICHE

Si identifica nella turbina la cui denominazione commerciale è "GIRALOG" la soluzione per la situazione presa in esame.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO di GIRALOG



Scheda Tecnica

Dalla necessità di riutilizzare le acque della rete acquedottistica nasce "Giralog®", una turbina totalmente innovativa, grazie alla quale è possibile sfruttare l'energia cinetica dell'acqua, producendo energia elettrica gratuita da fonte rinnovabile.

I punti di forza di tale soluzione sono vari: con una **riduzione minima** di 1 atmosfera della pressione nella condotta in cui viene installata, la nostra

tecnologia non altera il normale funzionamento dell'impianto. Inoltre **non necessita di opere a corollario per essere installata**, senza quindi la necessità di concessioni edilizie.

VALUTAZIONE IDRAULICA - STRUTTURALE

Chi decide di installare "Giralog©", acquista esclusivamente la turbina ed i dispositivi accessori, ma non deve farsi carico di oneri ulteriori. Tipicamente viene collocata nei pozzetti di servizio delle varie tipologie di acquedotto; questo significa avere una tecnologia ad impatto zero.

Con una pressione di 5 bar, si può produrre il 36% del fabbisogno energetico giornaliero di una famiglia,

con 6 bar il 48%,

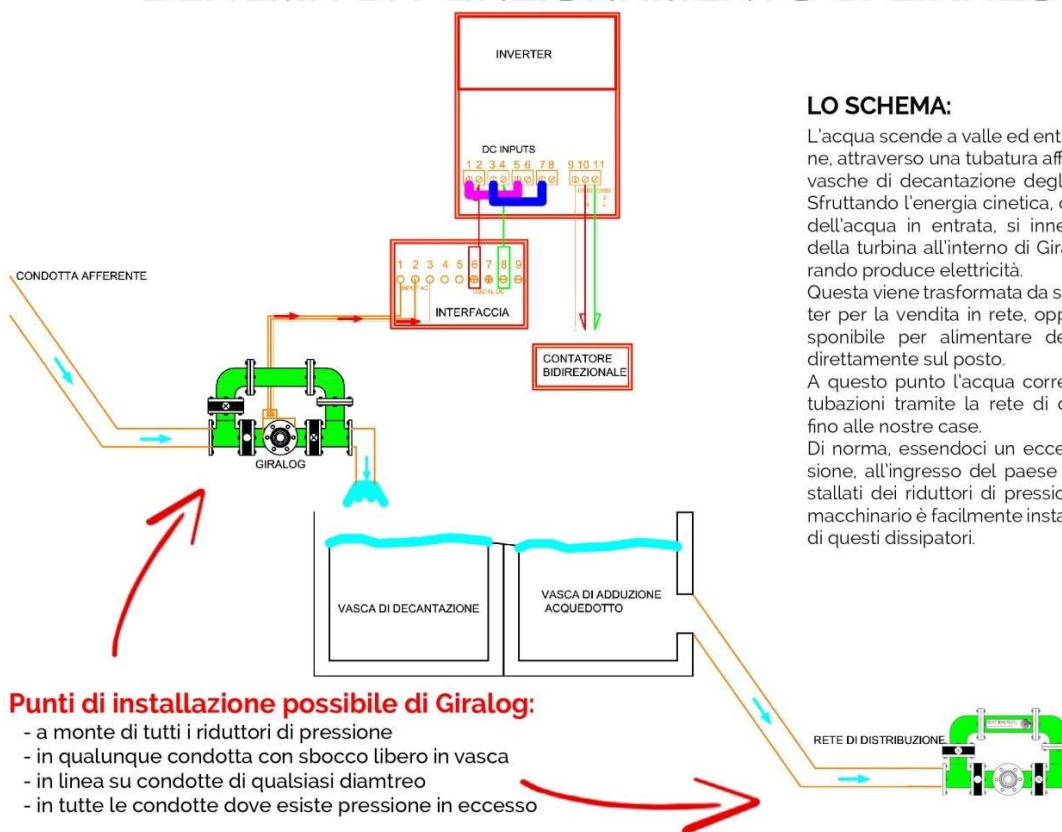
con 9 bar il 72%.

Con costi d'investimento limitati e tempi di rientro molto contenuti si ottiene da una fonte rinnovabile energia a costo praticamente nullo. L'impianto non è visibile, non emette rumori disturbanti e soprattutto, risulta essere ecosostenibile.

IDENTIFICAZIONE DELLA TECNOLOGIA

Si identifica nella turbina la cui denominazione commerciale è “GIRALOG” la soluzione per la situazione presa in esame.

SCHEMA DI FUNZIONAMENTO di GIRALOG



Scheda Tecnica

Dalla necessità di riutilizzare le acque della rete acquedottistica nasce “Giralog©”, una turbina totalmente innovativa, grazie alla quale è possibile sfruttare l’energia cinetica dell’acqua, producendo energia elettrica gratuita da fonte rinnovabile.

I punti di forza di tale soluzione sono vari: con una **riduzione minima** di 1 atmosfera della pressione nella condotta in cui viene installata, la nostra tecnologia non altera il normale funzionamento dell’impianto. Inoltre **non necessita di opere a corollario per essere installata**, senza quindi la necessità di concessioni edilizie. Chi decide di installare “Giralog©”, acquista esclusivamente la turbina ed i dispositivi accessori, ma non deve farsi carico di oneri ulteriori.

Tipicamente viene collocata nei pozzetti di servizio delle varie tipologie di acquedotto; questo significa avere una tecnologia ad impatto zero.

Con una pressione di 5 bar, si può produrre il 36% del fabbisogno energetico giornaliero di una famiglia,

con 6 bar il 48%,

con 9 bar il 72%.

Con costi d’investimento limitati e tempi di rientro molto contenuti si ottiene da una fonte rinnovabile energia a costo praticamente nullo. L’impianto non è visibile, non emette rumori disturbanti e soprattutto, risulta essere ecosostenibile.