

**Guida pratica
per la realizzazione di**

Piccole centrali idrauliche

Concezione redazione e realizzazione della versione originale francese

- J. M. Chapallaz & P. Eichenberger, Studio d'ingegneria J. M. Chapallaz, 1450 Sainte-Croix

Membri del gruppo di lavoro

- G. Horner, Aziende elettriche friborghesi, ElettroBroc, Broc
Prescrizioni tecniche e tariffe
- J. Gottesmann, consulente giuridico per le questioni ambientali, Einsiedeln
Legislazione e aspetti giuridici
- R. Mosimann, Dipartimento dei lavori pubblici del canton Berna, Ufficio ponti e strade, Berthoud
Ecologia e sistemazione dei corsi d'acqua
- H. W. Weiss e H. Kaspar, Basler e Hofmann SA, Zurigo
Aspetti tecnici, amministrativi e economici.

La direzione del progetto «PACER - Piccole centrali idrauliche» così come gli autori ringraziano tutte le persone, specialisti, gestori e proprietari di centrali idroelettriche, rappresentanti dei servizi pubblici e privati per i loro preziosi consigli, informazioni e per la documentazione che hanno cortesemente messo a disposizione.

Citeremo in particolare:

- G. Charmillot, Charmillot SA, Moulin de et à Vicques, JU
- P. Chatelain, direttore dei servizi industriali di Boudry, NE
- R. Galé, capo centrale e municipale, Le Sépey, VD
- Ch. Kunz, municipale e P. Guggisberg, segretario comunale, Brienzwiler, BE
- N. Lauterburg, direttore e R. Locher, Lauterburg & Cie SA, Langnau, BE
- E. Nussbaumer, ADEV, Liestal, BL
- L. Rebaud, giornalista e deputato al Consiglio nazionale, Confignon, VD
- J. Rüegsegger, capo vendite, Sulzer SA, Winterthur, ZH
- H. Siegwart, Energie Plus!, Langnau, BE
- R. Sigg, Ufficio federale economia delle acque, Berna
- E. Staub, J.M. Cuanillon, Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio, sezione pesca, Berna
- R. Vuffray, aggiunto tecnico, Laboratorio cantonale, Epalinges, VD
- H. Wintsch, amministrazione federale dei cereali, Berna

Illustratore

Walter Fischbacher, Ecublens

Foto

- J. M. Chapallaz, P. Eichenberger
- R. Mosimann (p. 30 e 31)
- Sulzer SA (p. 42)

Associazioni sostenitrici

ACS	Associazione dei comuni svizzeri
ASER	Associazione per lo sviluppo delle energie rinnovabili
ADUR	Associazione romanda dei proprietari di centrali
ETG	Società per le tecniche dell'energia dell'ASE
ASPEE	Associazione svizzera dei professionisti della depurazione delle acque
INFOENERGIA ROMANDIA	Centro di consulenza e informazione
OFEL	Ufficio per l'elettricità della Svizzera romanda
PROMES	Associazione romanda dei professionisti dell'energia solare
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti
SMSR	Società dei mugnai della Svizzera romanda
SSIG	Società svizzera per l'industria del gas e delle acque
UCS	Unione delle centrali svizzere
ATS	Associazione tecnici svizzeri
UVS	Associazione delle città svizzere

Originale in lingua francese

ISBN 3-905232-20-0

ISBN 3-905232-38-3

Copyright © 1992 Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna, settembre 1992.

Riproduzione d'estratti autorizzata con l'indicazione della fonte.

Diffusione: Dipartimento del territorio del cantone Ticino, Sezione protezione aria e acqua, v.le S. Franscini, 6501 Bellinzona

Form. 724.244i 6.94 500 U18189

Premessa

Di una durata complessiva di 6 anni (1990 - 1995), il programma d'azione «Costruzione e energia» è composto dei tre programmi d'impulso seguenti:

- PI EDIL - manutenzione e rinnovamento delle costruzioni
- RAVEL - utilizzazione razionale dell'elettricità
- PACER - energie rinnovabili

Questi tre programmi d'impulso sono realizzati in stretta collaborazione con l'economia privata, le scuole e la Confederazione. Devono favorire una crescita economica qualitativa e quindi condurre ad un'utilizzazione più razionale delle materie prime e dell'energia, implicando di conseguenza lo studio di soluzioni più ragionate.

Fino ad oggi, se si fa astrazione della produzione idroelettrica, il contributo delle energie rinnovabili al nostro bilancio energetico è trascurabile. Il programma PACER è stato creato proprio per porre rimedio a questa situazione. Esso intende dunque:

- favorire le applicazioni il cui rapporto costo/prestazioni è il più interessante;
- portare le conoscenze necessarie agli ingegneri, agli architetti e agli installatori;
- proporre un nuovo approccio economico che consideri anche i costi esterni;
- informare le autorità, così come gli imprenditori.

Corsi, manifestazioni, pubblicazioni, video, ecc.

Il programma PACER è consacrato prioritariamente alla formazione continua e all'informazione. Il trasferimento di conoscenze si basa sui bisogni derivanti dalla pratica. Si appoggia essenzialmente su pubblicazioni, corsi e altre manifestazioni. Gli ingegneri, gli architetti e gli installatori, così come i rappresentanti di alcuni settori specializzati, ne costituiscono il pubblico mirato. La diffusione su più larga scala di informazioni generali è pure un elemento importante del programma. Essa si indirizza soprattutto agli imprenditori, gli architetti, gli ingegneri e le autorità.

Il **bollettino «Impulso»**, pubblicato tre volte all'anno, può essere ottenuto gratuitamente e fornisce tutti i dettagli su queste attività. Ogni partecipante ad un corso o ad un'altra manifestazione organizzata nell'ambito del programma, riceve una pubblicazione specialmente elaborata per tale scopo.

Tutte queste pubblicazioni possono anche essere ottenute indirizzandosi direttamente alla Sezione protezione aria e acqua del Dipartimento del territorio, V.le S. Franscini, 6501 Bellinzona.

Competenze

Per la gestione di questo ambizioso programma di formazione si fa capo a specialisti dei diversi settori interessati, essi rappresentano l'economia privata, le scuole e le associazioni professionali. Il lavoro di questi specialisti è coordinato con quello di una commissione formata da rappresentanti delle associazioni, delle scuole e dei settori professionali interessati.

In genere sono pure le associazioni professionali che si incaricano dell'organizzazione dei corsi e delle altre attività. Per la preparazione di queste attività è stata creata una direzione di programma composta dal Dr. Jean-Bernard GAY, dal Dr. Charles FILLEUX, da Jean GRAF, dal Dr. Arthur WEL-LINGER, oltre che dalla signora Irene WUILLEMIN e da Eric MOSIMANN dell'Ufficio federale dei problemi congiunturali. La preparazione delle differenti attività è fatta attraverso gruppi di lavoro, che sono responsabili per il contenuto e per il rispetto dei termini e dei budgets.

Documentazione

L'opuscolo informativo «Guida pratica alla realizzazione di piccole centrali idrauliche» è una guida destinata a tutti coloro che desiderano informarsi su questo tipo di impianto o realizzare un progetto: beneficiari di una concessione per lo sfruttamento di corsi d'acqua, amministrazioni federali, cantonali e comunali, ingegneri, impresari e industriali, organizzazioni per la protezione della natura e del paesaggio, organismi di finanziamento.

L'opuscolo contiene le seguenti informazioni:

- campo d'applicazione delle piccole centrali;
- tecniche disponibili;
- aspetti ecologici;
- legislazione vigente;
- possibilità di finanziamento e sovvenzioni;
- tariffe dell'energia;
- formule semplici che permettono di fare una valutazione della redditività;
- indicazioni per la realizzazione di un impianto.

Questo documento è stato oggetto di una procedura di consultazione che ha permesso agli autori di apportare le necessarie modifiche, pur avendo completa libertà di decidere sulle correzioni da inserire nel loro testo. Per questo se ne assumono l'intera responsabilità. Chiunque abbia dei suggerimenti che possono migliorare la qualità della pubblicazione può indirizzarsi direttamente al direttore del corso, oppure all'Ufficio federale dei problemi congiunturali.

Infine desideriamo ringraziare tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione di questo manuale.

Dott. Beat Hotz-Hart
Vicedirettore dell'Ufficio federale
dei problemi congiunturali
Sezione tecnologia

Indice

1. Piccole centrali idrauliche in Svizzera	9
1.1 Cos'è una piccola centrale idraulica?	9
1.2 L'importanza delle piccole centrali idrauliche in Svizzera	10
1.3 Quadro giuridico	10
2. Tecnologia delle piccole centrali	15
2.1 Classificazione delle piccole centrali e i loro componenti	15
2.2 Nozioni tecniche sull'utilizzazione della forza idraulica	17
2.3 Gli elementi di una piccola centrale, costruzione e funzione	18
2.4 Piccole centrali: tecnologia seria oppure «bricolage»?	25
3. Piccole centrali idrauliche e ambiente	29
3.1 Quantitativi di restituzione	29
3.2 Esigenze della pesca	32
3.3 Integrazione degli impianti nel paesaggio	34
4. Esempi di piccole centrali in esercizio	37
4.1 Microcentrale a bassa pressione di Moulin de Vicques (JU)	37
4.2 Centrale con condotta forzata sull'Ilfis a Bärau, Langnau (BE)	38
4.3 Microcentrale integrata nella condotta di acqua potabile nel comune di Brienzwiler	39
4.4 Turbinaggio delle acque usate nel comune di Leysin	40
4.5 Turbine di recupero nell'industria	41
5. Redditività delle piccole centrali idrauliche	45
5.1 Situazione attuale	45
5.2 Nuove costruzioni o ammodernamenti	45
5.3 Costo di produzione dell'energia elettrica ottenuta da una piccola centrale	46
5.4 Prezzo di vendita e acquisto dell'elettricità	47
5.5 Valutazione della redditività	48
6. Promozione e finanziamento delle piccole centrali	53
6.1 Misure di promozione della Confederazione e dei cantoni	53
6.2 Finanziamento	55
7. Metodo per la pianificazione e la realizzazione di microcentrali	61
7.1 Sviluppo del progetto	61
7.2 Procedura amministrativa per l'ottenimento o il rinnovamento di una concessione	63
7.3 Esigenze tecniche e servizi competenti	64
7.4 Differenze cantonali e regionali	68
8. Indirizzi utili	71
8.1 Autorità	71
8.2 Organizzazioni e Associazioni	72
8.3 Dati e prescrizioni tecniche	72
8.4 Finanziamento e promozione	73

9. Glossario	75
---------------------	----

Allegato A	
Principali Leggi e Ordinanze federali	79

Allegato B	81
Valutazione di un potenziale di forza idraulica	
B1. Stima della potenza	81
B2. Deflusso disponibile	82
B3. Scelta del deflusso nominale della piccola centrale	83
B4. Dimensionamento di una installazione e valutazione della produzione annua	84

Allegato C	87
Stima della redditività di una piccola centrale	
C1. Basi	87
C2. Investimenti e oneri finanziari	88
C3. Costi d'esercizio	90
C4. Redditi e benefici	91
C5. Esempio	91

Allegato D	93
Svolgimento di un progetto di piccola centrale	

Appendice	
Pubblicazioni e video del Programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili	95

1. **Piccole centrali idrauliche in Svizzera**

1.1	Cos'è una piccola centrale idraulica?	9
1.2	L'importanza delle piccole centrali idrauliche in Svizzera	10
1.3	Quadro giuridico	10

1. Piccole centrali idrauliche in Svizzera

1.1 Cos'è una piccola centrale idraulica?

Una piccola centrale idraulica (microcentrale) è un impianto di produzione d'energia basato sull'utilizzazione della forza idraulica e la cui potenza è inferiore a 300 kW.

L'origine dell'energia idraulica può essere:

- un fiume o un ruscello;
- una sorgente;
- una rete di approvvigionamento in acqua potabile;
- una rete di evacuazione di acque usate o di drenaggio;
- processi industriali nei quali la pressione di un liquido viene ridotta attraverso un elemento di regolazione, una valvola o altro.

La produzione di energia di una centrale idraulica – indipendentemente dalla sua dimensione – è funzione del **flusso d'acqua e dell'altezza di caduta (differenza di pressione)** disponibili.

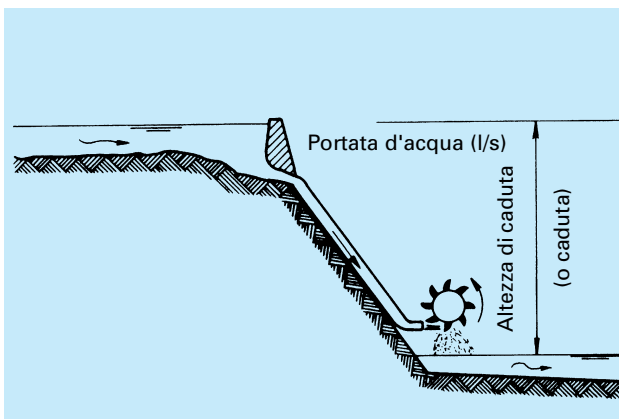


Figura 1.1
Principio di utilizzazione dell'energia idraulica.

I deflussi delle microcentrali possono essere di alcuni litri o addirittura di diversi metri cubi al secondo.

In principio, avendo a disposizione una portata sufficiente, una caduta di due metri è da considerare potenzialmente sfruttabile per la produzione di energia. Delle quantità interessanti di energia possono essere prodotte sfruttando cadute di 500 metri (50 bar) e oltre, anche se il flusso risulta ridotto (5 l/sec).

1.2 L'importanza delle piccole centrali idrauliche in Svizzera

In Svizzera le centrali idrauliche producono principalmente energia elettrica. Nel 1990 l'energia idroelettrica, unica fonte indigena significativa di energia, ha coperto il 57% della produzione globale di elettricità del Paese. Le quasi 700 microcentrali esistenti hanno un impatto limitato sul piano nazionale: la loro produzione annua di energia elettrica rappresenta lo 0,6% di tutta la produzione idrica.

L'importanza delle microcentrali deve essere individuata soprattutto a livello regionale:

- per molti comuni, fabbriche o mulini, esse costituiscono una vantaggiosa fonte di energia di complemento;
- possono essere integrate in progetti combinati e migliorare così la copertura dei costi di produzione d'energia. Per esempio: nell'ambito del rinnovamento di un'adduzione in acqua potabile, nel caso della costruzione di opere di prevenzione contro le inondazioni o destinate a facilitare la migrazione dei pesci;
- la loro costruzione, rinnovamento e manutenzione rappresentano un potenziale di lavoro per le imprese locali;
- possono aumentare la sicurezza di approvvigionamento per lo svolgimento di certe attività (come per es. i mulini), che possono così essere svolte anche in caso di interruzione della rete di distribuzione di energia elettrica;
- costituiscono un'alternativa vantaggiosa alle lunghe linee elettriche che alimentano abitazioni, fattorie, alberghi o capanne isolate;
- utilizzano il potenziale rappresentato dalla forza idrica senza nuocere all'ambiente;
- grazie alle loro piccole dimensioni e alla loro semplicità assumono anche una funzione didattica, poichè permettono a molti visitatori di prendere coscienza dei problemi pratici legati alla produzione di energia.

1.3 Quadro giuridico

La costruzione di una piccola centrale, compreso il conseguente intervento sul deflusso delle acque, è sottoposta a diverse disposizioni legali sia a livello federale che cantonale. In generale occorre fare una domanda di concessione per l'utilizzazione delle acque, che sono proprietà dello Stato.

La Confederazione esercita la sorveglianza sull'utilizzazione della forza idrica delle acque pubbliche e private.

Il diritto d'acqua è di competenza cantonale, a volte del comune (p.es. nei Grigioni) o del distretto (p.es. nel cantone di Svitto).

Il rilascio di una concessione è regolamentato dalla Legge federale sull'utilizzazione della forza idrica del 22 dicembre 1918 (LFI). Esso consiste nel diritto d'utilizzo, attribuito dall'autorità a una persona morale che può disporre per una durata limitata e su un tratto limitato di un determinato corso d'acqua.

Parallelamente altre leggi e ordinanze federali devono essere rispettate: il diritto alla pesca, il rispetto dei deflussi minimi, la protezione delle acque contro l'inquinamento, la protezione della natura e dei luoghi.

Le più importanti leggi e ordinanze federali sono presentate nell'allegato A.

Oltre la tassa di utilizzazione, che è calcolata sull'altezza di caduta e sul flusso utilizzato, la concessione fissa i diritti e le obbligazioni del concessionario: egli è fra l'altro autorizzato a erigere le necessarie costruzioni e installazioni sul territorio pubblico.

I suoi obblighi sono diversi e comprendono in particolare l'adattamento delle strade, dei sentieri e degli argini che vengono toccati dall'opera, la costruzione delle installazioni che permettono la migrazione dei pesci (scala), la salvaguardia delle rive, l'evacuazione dei depositi di ghiaia e altro materiale accumulato dalla corrente.

2. Tecnologia delle piccole centrali

2.1	Classificazione delle piccole centrali e i loro componenti	15
<hr/>		
2.2	Nozioni tecniche sull'utilizzazione della forza idraulica	17
<hr/>		
2.3	Gli elementi di una piccola centrale, costruzione e funzione	18
2.3.1	Opere idrauliche	19
2.3.2	Condotte forzate	21
2.3.3	Turbine	22
2.3.4	Generatori, comandi e regolazione	23
2.3.5	Volume di una piccola centrale	25
<hr/>		
2.4	Piccole centrali: tecnologia seria oppure «bricolage»?	25

2. Tecnologia delle piccole centrali

2.1 Classificazione delle piccole centrali e i loro componenti

La classificazione viene effettuata in funzione del modo con cui l'acqua è captata e condotta alla turbina, della posizione di quest'ultima e dell'altezza di caduta o dislivello sfruttati.

Si distinguono due classi principali di piccole centrali:

a) **Impianti a bassa pressione** lungo un corso d'acqua o su un canale di derivazione.

L'opera più importante del complesso è lo sbarramento, o presa d'acqua, solitamente costruito in cemento armato. La sua funzione è quella di deviare il flusso d'acqua necessario direttamente verso la turbina o verso un canale di derivazione, lasciando però passare le piene. La centrale può essere integrata allo sbarramento, oppure posta all'estremità di un canale.

Generalmente non si prevede una condotta forzata nei casi in cui la sua lunghezza risulterebbe molto ridotta.

Le cadute si situano fra 2 e 20 metri e la pressione nella turbina è piccola (0.2 a 2 bar).

b) **Impianti a media e alta pressione** lungo corsi d'acqua, sorgenti di montagna, condotte di acqua potabile e nei circuiti idraulici industriali.

Ai componenti menzionati per la prima categoria si aggiunge una condotta forzata fra la presa d'acqua, o l'estremità del canale di derivazione, e la centrale. La condotta è l'opera più importante di questo tipo di centrale.

La figura 2.1 mostra le parti più importanti di una centrale ad alta pressione su un canale di derivazione.

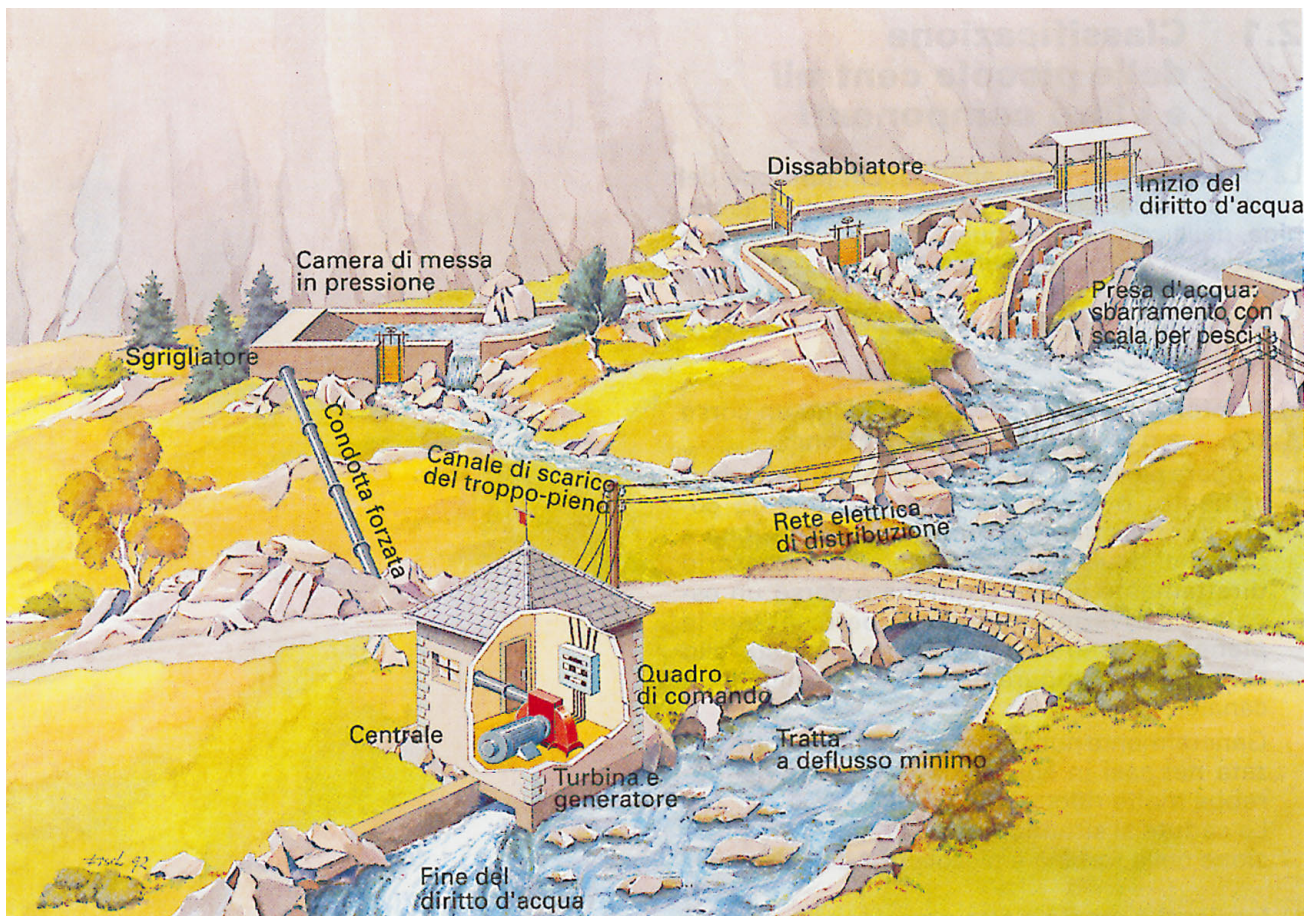


Figura 2.1 - Vista globale di una centrale a alta pressione su un canale di derivazione.

Nel principio le piccole centrali sono simili agli impianti di dimensioni molto più importanti. La differenza consiste prima di tutto nella semplicità di concezione e di esercizio.

In effetti le piccole centrali non devono solamente essere vantaggiose nella costruzione, ma devono anche poter funzionare automaticamente senza personale permanente e con un minimo di sorveglianza e di manutenzione.

Di regola queste centrali non hanno un bacino d'accumulazione vero e proprio, sarebbe un elemento troppo costoso per impianti di piccole dimensioni. Nel caso in cui ci fosse un accumulo parziale attraverso, per esempio, un piccolo bacino naturale o un serbatoio, questo serve tutt'al più alla produzione di energia di punta durante alcune ore della giornata.

2.2 Nozioni tecniche sull'utilizzazione della forza idraulica

L'energia dell'acqua che scende a valle viene normalmente dissipata durante il suo percorso. Questa energia può però anche essere trasformata in elettricità per mezzo di turbine e generatori.

Quando si parla di energia idraulica occorre considerare tre parametri importanti: la caduta, il flusso e la potenza.

La **caduta** è la differenza di altitudine fra il livello alla presa d'acqua e il livello a valle, dove l'acqua è restituita al torrente.

Abitualmente è espressa in metri e indicata con la lettera H. Si ricordi che 1 bar di pressione corrisponde ad una caduta di 10 metri.

La **potenza idraulica teorica**, espressa in KW, è utilizzata per fissare il montante della tassa di concessione cui sarà soggetto l'impianto; si calcola sulla base del flusso d'acqua turbinato e della caduta sfruttata.

Una parte dell'energia è persa nell'impianto a causa degli attriti dell'acqua con i vari elementi come griglie, valvole, pareti di canali e condotte forzate. Queste perdite vengono chiamate **perdite di carico**.

Per le piccole centrali le perdite di carico rappresentano dal 10 al 15% della caduta. La figura 2.2 evidenzia questa proporzione.

Deducendo le perdite dalla caduta si ottiene la **caduta netta, effettivamente disponibile alla turbina** e che può essere assimilata alla differenza di pressione fra l'entrata e l'uscita di quest'ultima (differenza fra le pressioni p_1 e p_2 in bar, lette sui rispettivi manometri).

La caduta netta e il flusso permettono di calcolare la potenza idraulica che sarà trasformata dalla turbina.

Per ottenere la potenza effettivamente disponibile all'utilizzatore si deve considerare il **rendimento** dell'installazione, che tiene conto delle perdite a livello di turbina e di generatore.

Il rendimento globale dell'impianto si ottiene dividendo la quantità di energia prodotta dal generatore con quella disponibile all'entrata della turbina. I piccoli gruppi turbo-generatori hanno in genere un rendimento globale pari al 70%.

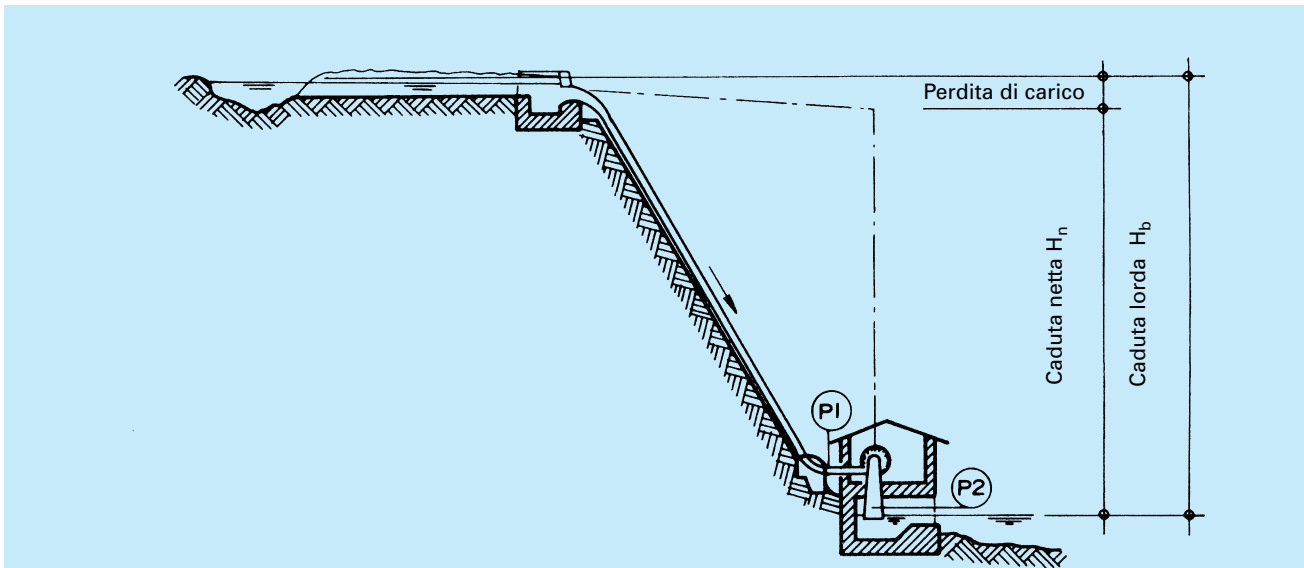


Figura 2.2 - Altezza di caduta e caduta netta in una piccola centrale con condotta forzata.

La potenza elettrica media (P_{el} in KW) si calcola in funzione del flusso medio (Q_m in l/s), della caduta netta (H_n in m o $10 \times (p_1 - p_2)$ in bar) e di un rendimento del 70%, attraverso la seguente formula:

$$P_{el} = \frac{7 \times Q_m \times H_n}{1000}$$

2.3 Gli elementi di una piccola centrale, costruzione e funzione

Dal punto di vista della sua concezione, una piccola centrale non può essere direttamente confrontata ad una centrale idroelettrica di grandi dimensioni.

Per quest'ultima l'importanza dell'investimento, generalmente superiore a diversi milioni di franchi, permette di finanziare tutti gli studi approfonditi, necessari ad un dimensionamento ottimale dell'impianto e delle sue componenti.

Per contro i mezzi finanziari disponibili per la costruzione di una piccola centrale sono molto più limitati. L'obiettivo è infatti quello di ottenere un costo di produzione dell'energia simile a quello di una grande centrale con un investimento molto inferiore.

Bisogna costruire con costi limitati assicurando però una buona qualità e dei rendimenti il più possibile elevati. Da cui l'auspicata utilizzazione di elementi standardizzati che permettono una riduzione dei costi senza compromettere la qualità. Si cercherà di preferire le tecnologie esistenti che hanno provato la loro affidabilità nelle applicazioni pratiche.

Il progettista dovrà dar prova di spirito innovativo per trovare soluzioni semplici, affidabili che ben si adattano alle specifiche caratteristiche del luogo ad un prezzo accettabile.

Le due principali esigenze che devono essere rispettate sono:

- **costi d'investimento e d'esercizio ridotti;**
- **minimo impatto sull'ambiente circostante.**

2.3.1 Opere idrauliche

La presa d'acqua

La sua funzione è quella di derivare, nei periodi di piena così come in quelli di magra, il flusso necessario per alimentare la (e) turbina (e). Nel caso delle piccole centrali si incontrano generalmente due tipi di presa d'acqua:

- **la presa laterale, con o senza ritenuta d'acqua;**
- **la presa tirolese (detta anche presa inversa).**

Le **prese laterali** si trovano principalmente sui torrenti dell'altopiano e delle prealpi; alimentano i canali di derivazione delle centrali di piccole imprese artigianali come mulini, segherie, stabilimenti tessili e officine meccaniche.

Una scelta ragionata della posizione di una presa laterale (in genere all'esterno di un «gomito» del corso d'acqua) permette di evitare che dei quantitativi importanti di ghiaia e altro materiale, trasportato dalla corrente, si depositino nel canale.

D'abitudine una presa laterale è combinata con uno sbarramento fisso o mobile che assicura una certa ritenuta di acqua a monte, per poter prelevare il flusso desiderato. Questo è però concepito in modo tale che i depositi di ghiaia e altro vengano eliminati nei periodi di piena.

Gli sbarramenti fissi sono più sicuri e richiedono investimenti inferiori; nel caso di forti deflussi provocano però un innalzamento del livello di acqua a monte con conseguente rischio di inondazione. A dipendenza della topografia del terreno questi sbarramenti vengono equipaggiati di saracinesche di scarico che si aprono in caso di piena, per mantenere il livello dell'acqua ad un valore accettabile (Figura 2.3).

Fino ad oggi gli sbarramenti mobili venivano realizzati in metallo ed erano muniti di valvole e saracinesche di sfogo. Oggi incontriamo sempre più frequentemente elementi in gomma che servono da sbarramento. Questi sono disposti trasversalmente nel corso d'acqua e possono venire gonfiati a seconda del livello di acqua desiderato, attraverso un sistema di riempimento idraulico.

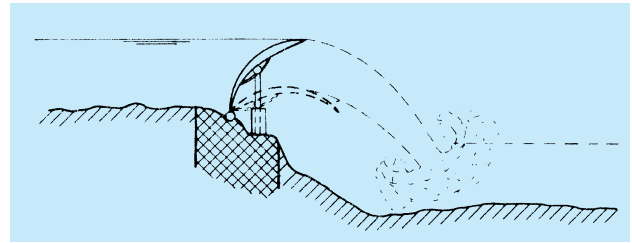


Figura 2.3 - Esempio di presa d'acqua laterale con regolazione della ritenuta per mezzo di sbarramento a saracinesca, sul Rothbach nei pressi di Hüttwill (BE).

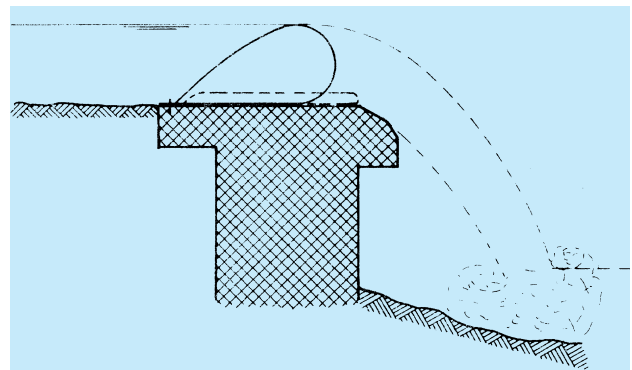


Figura 2.4 - Esempio di sbarramento in gomma sull'Ilfis a Bärau nei pressi di Langnau (BE).

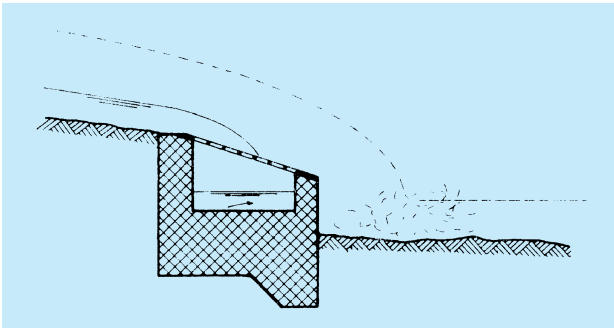


Figura 2.5 - Esempio di una presa d'acqua tirolese a griglia orizzontale che preleva l'acqua per una piccola centrale a Baulmes (VD).



Figura 2.6 - Dissabbiatore combinato con sfioratore e valvola di svuotamento, a monte del canale di derivazione di una piccola centrale a Aigle (VD).

In caso di piena lo sbarramento viene sgonfiato e si appiattisce sul letto del fiume in modo che non ha più alcun effetto di ritenuta. Questa tecnica evita il ricorso a componenti meccaniche costose sia nella costruzione che nella manutenzione (Figura 2.4).

La presa tirolese, o inversa, ha dato prova di affidabilità in diverse applicazioni su fiumi e torrenti a forte pendenza e flussi molto variabili. L'acqua captata cade attraverso una griglia a sbarre o una lamiera perforata posta direttamente sul letto del fiume. La ghiaia e gli altri detriti trasportati dalla corrente non possono passare fra le maglie di questa griglia. Solo l'acqua e i sedimenti più fini possono passare nel canale della presa.

Il dissabbiatore

L'acqua captata dalla presa e deviata nel canale di derivazione trasporta del materiale in sospensione (fango) e dei sedimenti (ghiaia e sabbia) che devono essere eliminati attraverso una tecnica detta **desablaggio**.

Senza questa operazione il materiale si depositerebbe nel canale provocando così dei costi di manutenzione elevati, data la frequenza degli interventi di pulizia.

Il desablaggio ha anche lo scopo di evitare una usura prematura della turbina, delle valvole e in generale di tutti gli elementi meccanici a diretto contatto con l'acqua.

Il desablaggio avviene in un bacino più largo rispetto al canale di derivazione, la velocità dell'acqua deve essere sufficientemente bassa per permettere alle particelle solide di depositare sul fondo.

I sedimenti saranno evacuati periodicamente nel fiume attraverso lo svuotamento e il risciacquo del bacino. In certi casi la pulizia del bacino viene effettuata automaticamente durante i periodi di piena, grazie ad un ingegnoso sistema di spurgo.

Griglie e sgrigliatori

In una piccola centrale lo **sgrigliatore** ha la funzione di impedire che i detriti galleggianti (in particolare le foglie e i rami) possano raggiungere la turbina ed ostruire la condotta. Il sistema convenzionale con griglia a sbarre è sovente abbinato ad una macchina per la pulizia automatica (raschiatore) che evacua i detriti in un contenitore (vedi figura 4.3). La selezione del materiale accumulato nel contenitore e la sua eliminazione può rappre-

sentare un onere importante per il proprietario della centrale.

La pulizia dei corsi d'acqua attraverso gli sgrigliatori delle piccole centrali porta evidenti benefici, non solo alla centrale, ma pure alla collettività. Un indennizzo in tal senso (ad esempio attraverso la riduzione della tassa di concessione) per tener conto dei servizi di cui beneficia la comunità non è però finora mai stato oggetto di discussione.

Alcuni progettisti di piccoli impianti idrici hanno sviluppato soluzioni semplici per risolvere il problema degli sgrigliatori: una presa tirolese posta nel canale, abbinata ad una lamiera orizzontale perforata (che sostituisce una griglia a sbarre) permette il passaggio dell'acqua svolgendo nel contempo la funzione di filtro.

Quando l'accumulo di foglie e detriti sulla griglia diventa troppo importante, questa verrà pulita utilizzando tutta la portata del canale, ciò che viene realizzato chiudendo per un breve periodo la condotta che porta alla turbina. Questa sorta di sistema autopulente è però utilizzabile unicamente per le turbine ad alta e media pressione, per le quali una leggera perdita di caduta non ha in pratica alcuna conseguenza.

2.3.2 Condotte forzate

Le condotte forzate delle piccole centrali sono generalmente realizzate con tubi standardizzati, disponibili in commercio e che vengono utilizzati anche per altre applicazioni come per es. condotte di acqua potabile o di evacuazione delle acque usate. La scelta del materiale di cui sono composti i tubi è in primo luogo funzione della pressione di esercizio e del diametro della condotta.

I tubi in plastica o fibrocemento, utilizzati di solito per le canalizzazioni, sono adatti per condotte la cui caduta non supera 20 m.

Fino a 140 m di caduta (14 bar) e per piccoli diametri (inferiori a 200 mm), la plastica, il PVC, il PE o poliestere, presentano molteplici vantaggi, in particolare per quanto concerne il costo e la resistenza alla corrosione.

Per pressioni più elevate e condizioni del terreno difficili, la scelta si limita in pratica ai tubi in ghisa, che hanno dimostrato la loro affidabilità nelle condotte di approvvigionamento in acqua, o in acciaio.

Negli impianti più moderni le condotte forzate sono generalmente interrate, ciò che non porta quindi alcun pregiudizio al paesaggio.

2.3.3 Turbine



Figura 2.7 - Sgrigliatore autopulente con presa di tipo tirolese della piccola centrale di Moulin de Bavois (VD).



Figura 2.8 - Condotta forzata in ghisa con raccordi autobloccanti, che alimenta la microcentrale del comune di Brienzwiler (BE).

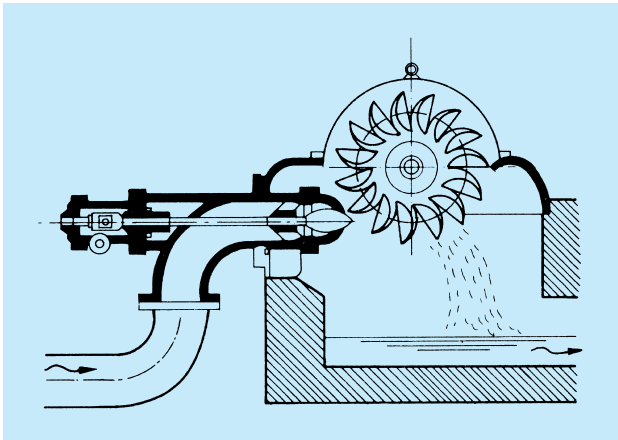


Figura 2.9 a) - Sezione di una turbina Pelton.

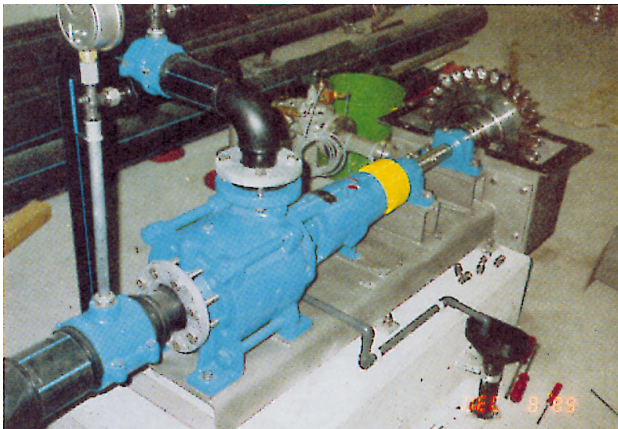


Figura 2.9 b) - Turbina Pelton (8 kW) accoppiata ad una pompa per l'approvvigionamento in acqua potabile nel comune di Brienzwiler.

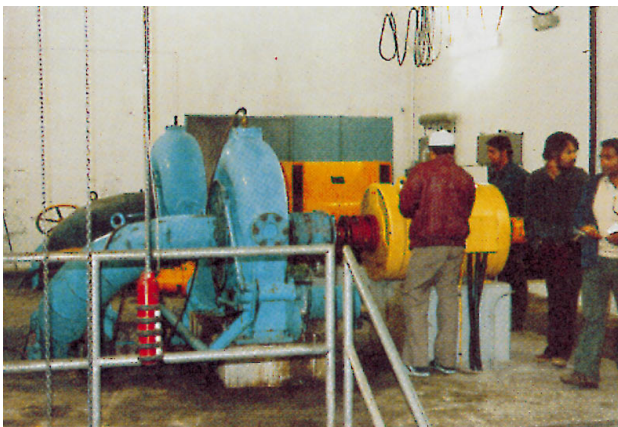


Figura 2.10 - Turbina Francis di 276 kW della piccola centrale di Mühlebach (VS).

Derivate da quelle che originariamente erano delle ruote per trasformare l'energia dell'acqua in energia meccanica, le moderne turbine sono state sviluppate su concetti che risalgono al 19esimo secolo, ma tutt'oggi validi.

In una piccola centrale il tipo di turbina adatto verrà scelto in funzione della caduta e del flusso di acqua disponibile.

La **turbina di tipo Pelton** è quella maggiormente utilizzata per cadute da 30 fino a ca. 500 m.

Essa è equipaggiata di una ruota a pale che vengono colpite da uno o più getti d'acqua ad elevata velocità. L'energia cinetica dell'acqua viene così trasmessa alla turbina.

Il flusso di acqua e di conseguenza la potenza della turbina, è regolato da un dispositivo che varia l'apertura dell'iniettore che genera il getto.

Il tipo di turbina più diffuso nei vecchi impianti a bassa caduta è senza dubbio la **turbina Francis**. A seconda della potenza essa è installata quando la caduta risulta compresa fra 3 m (impianti a camera di acqua aperta) e più di 100 m (turbine con involucro a spirale di aspetto simile a quello di una pompa centrifuga).

Contrariamente alla Pelton, la girante di questa turbina – detta **turbina a reazione** – è completamente immersa nell'acqua. Questa girante è caratterizzata da una palettatura profilata che forma dei canali, attraverso i quali l'acqua è deviata e accelerata.

La regolazione del flusso avviene per mezzo di pale mobili poste in prossimità della girante. Vengono chiamate **pale direttrici**.

Vista la sua complessità e quindi l'elevato costo, la turbina Francis è utilizzata raramente nei nuovi impianti di piccole dimensioni.

La **turbina Kaplan** è un altro tipo di turbina a reazione la cui girante è completamente immersa nell'acqua.

Essa è paragonabile alle eliche utilizzate per la propulsione nel settore navale.

Il flusso è regolato di solito attraverso il cambiamento dell'angolazione delle pale della girante, in alcuni casi si possono pure trovare delle pale direttrici, come per la turbina Francis, che hanno lo scopo di migliorarne ulteriormente il rendimento.

Questo tipo di turbina trova applicazione nelle piccole centrali con cadute modeste (da 2 a 20 m) e

grande flusso (1mc/s e più), dove sovente sostituisce le vecchie turbine Francis.

La turbina Kaplan può essere montata in una camera d'acqua aperta; ma spesso è integrata direttamente in una condotta; viene allora designata con il nome di **turbina a bulbo** o **turbina S**.

Seppure ancora poco diffuse in Svizzera le pompe inverse e le turbine a flusso passante (chiamate anche Banki o Cross-flow) si prestano molto bene per essere utilizzate in una microcentrale.

La **turbina a flusso passante** si distingue in particolare per la sua robustezza, la semplicità di costruzione e le ridotte esigenze per quanto concerne la sorveglianza e la manutenzione. Il suo rendimento è leggermente inferiore rispetto agli altri tipi di turbina.

È formata da una girante a pale di forma cilindrica che viene attraversata da un getto d'acqua di sezione rettangolare; il flusso è regolato da una pala rotativa.

Il suo campo di applicazione si situa fra quello delle turbine Kaplan e Pelton, vale a dire nel caso di piccole o medie cadute, dove sostituisce la turbina Francis.

La **pompa inversa** è una pompa standard che viene utilizzata come turbina, semplicemente cambiando la direzione del flusso di acqua (entrata lato pressione e uscita lato aspirazione) e il senso di rotazione. Funziona come una turbina di tipo Francis, ma con flusso costante. Poco costosa può essere installata rapidamente e non necessita di alcun sistema di regolazione.

Questo tipo di macchina trova essenzialmente applicazione nei casi in cui il flusso può essere mantenuto costante per un determinato periodo di tempo, in particolare come turbina di recupero nelle reti di distribuzione di acqua potabile, negli impianti industriali (p.es. petrolchimici) e per turbinare le acque di restituzione ai piedi degli sbarramenti.

2.3.4 Generatori, comandi e regolazione

La scelta del generatore e del sistema di regolazione dipende in primo luogo dal modo di funzionamento della microcentrale: in parallelo con la rete elettrica di distribuzione o in regime isolato.

Nel funzionamento **in parallelo**, l'impianto immette l'energia elettrica nella rete locale di distribuzione, mentre nel caso in cui la centrale funziona in **regime isolato** serve in principio un solo utilizzatore (capanna alpina, albergo, alpe). Una

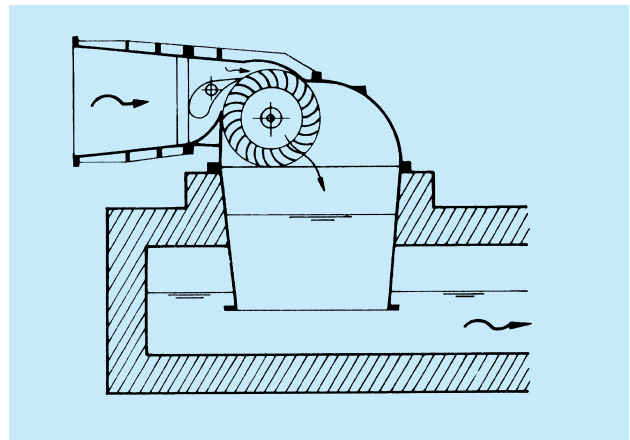


Figura 2.11 a) - Sezione di una turbina a flusso passante.

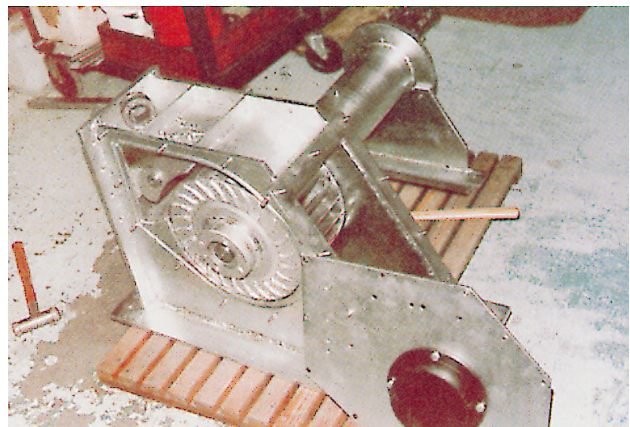


Figura 2.11 b) - Turbina a flusso passante di 15 kW in fase di montaggio.

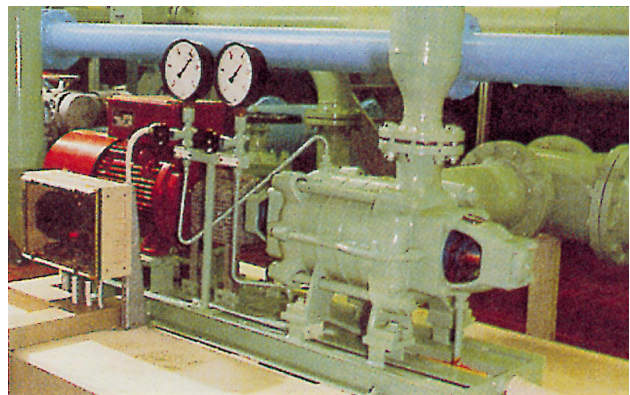


Figura 2.12 - Pompa inversa multistadio funzionante come turbina di recupero in un'industria chimica.

combinazione dei due sistemi è pure possibile ma molto onerosa.

Funzionamento in parallelo

Le microcentrali di potenza inferiore a 300 kW, che funzionano unicamente in parallelo con la rete, sono equipaggiate di **generatori asincroni**. La tensione e la frequenza di lavoro sono determinate dalla rete di distribuzione e sono costanti.

Funzionamento in modo isolato

In questo caso il gruppo turbo-generatore deve avere la capacità di mantenere autonomamente una tensione e una frequenza costanti. La potenza del generatore deve essere identica a quella richiesta dagli utilizzatori, se ciò non è il caso, frequenza e tensione subiscono delle variazioni che possono provocare danni sia agli apparecchi degli utilizzatori (motori, lampade, elettronica) sia agli impianti di produzione.

Le microcentrali funzionanti in regime isolato sono nella grande maggioranza equipaggiati di **generatori sincroni**, macchine che possono alimentare ogni tipo di apparecchio.

La tensione è mantenuta costante per mezzo di un regolatore elettronico integrato al generatore.

La frequenza è definita dalla velocità di rotazione della turbina, la cui regolazione nei moderni impianti è assicurata pressochè esclusivamente da sistemi elettronici o elettromeccanici.

Automatismi, sicurezza e protezione delle installazioni

Così come per i grandi impianti, l'elettronica è utilizzata anche per la regolazione e la sorveglianza delle piccole centrali. In pratica è dunque possibile automatizzare tutte le fasi di funzionamento (p.es. avviamento e sincronizzazione con la rete, ecc.), infatti la maggior parte delle piccole centrali, siano esse collegate alla rete o a regime isolato, funzionano senza personale di sorveglianza.

Gli investimenti per gli apparecchi di misura e di sicurezza non possono evidentemente essere paragonati a quelli relativi a impianti di dimensioni più importanti. Ciò non impedisce però la realizzazione dei sistemi necessari alla sicurezza delle persone, delle macchine, degli utilizzatori e della rete di distribuzione, compresa la trasmissione telefonica dei segnali di guasto e di allarme.

Un arresto prolungato di una microcentrale non ha

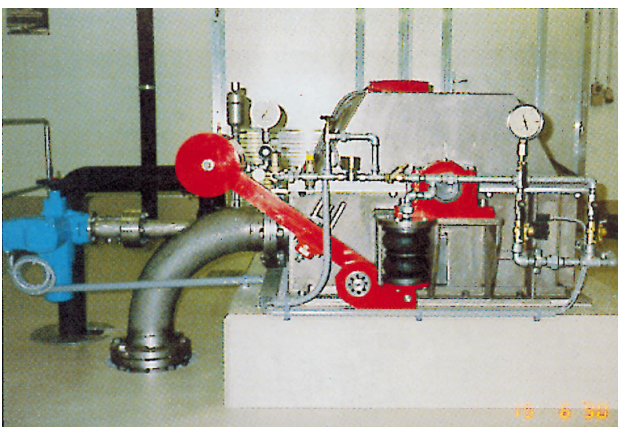


Figura 2.13 - Deflettore a contrappeso di una turbina Pelton per l'arresto in caso di guasto.

, in linea di principio, nessuna influenza sulla stabilità della rete, considerata la piccola potenza in gioco. Non è dunque necessario intervenire rapidamente in caso di guasto o di arresto d'emergenza.

I costruttori hanno sviluppato dei metodi semplici per proteggere macchine e condotte in caso di guasto alla rete elettrica; sistemi a molla o a contrappesi assicurano l'arresto automatico della turbina senza la necessità di un'alimentazione elettrica di emergenza.

2.3.5 Volume di una piccola centrale

La realizzazione di turbine compatte, di regolatori e di sistemi di comando elettronici hanno permesso di ridurre in maniera sensibile il volume delle piccole centrali. L'insieme turbina, generatore, armadio di distribuzione occupa sovente una superficie inferiore a 50 mq. Le dimensioni di una turbina diminuiscono – a parità di potenza – con l'aumentare dell'altezza di caduta.

Nel caso di piccole centrali integrate alla rete di distribuzione dell'acqua potabile, le turbine e gli armadi elettrici possono spesso essere installati negli edifici di servizio esistenti (serbatoi ecc.) senza che siano necessarie particolari modifiche.

2.4 Piccole centrali: tecnologia seria oppure «bricolage»?

Le microcentrali hanno purtroppo ancora la reputazione di essere una tecnologia ormai superata, la loro immagine resta soprattutto legata a quella dei vecchi mulini.

In molti ritengono che sia sufficiente conoscere sommariamente le macchine idrauliche per essere in grado di padroneggiare questa tecnica.

Può dunque apparire sorprendente che gli studi per la progettazione di piccole centrali siano più onerosi, proporzionalmente all'energia prodotta, di quelli relativi ad installazioni più importanti. Come lo rivela la loro definizione, le microcentrali forniscono quantitativi limitati di energia, ma il loro funzionamento è in pratica analogo a quello delle grandi centrali. Devono dunque essere concepite e dimensionate con la medesima cura.

Gli esempi di imprenditori e progettisti che non hanno sufficientemente tenuto conto di questo aspetto non sono rari.

In molti casi la quantità di acqua è stata sopravvalutata non essendo stata fatta alcuna misura sistematica dei deflussi su un periodo prolungato di

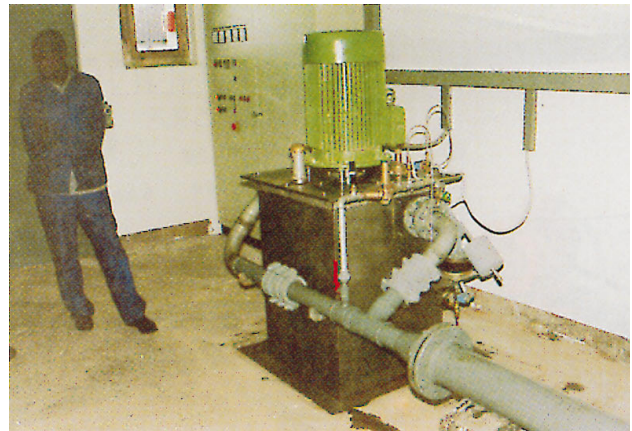


Figura 2.14 - Gruppo turbina-generatore con armadio elettrico installato in un locale già esistente presso il servizio di distribuzione di acqua potabile nel comune di Ormont-Dessous (VD).

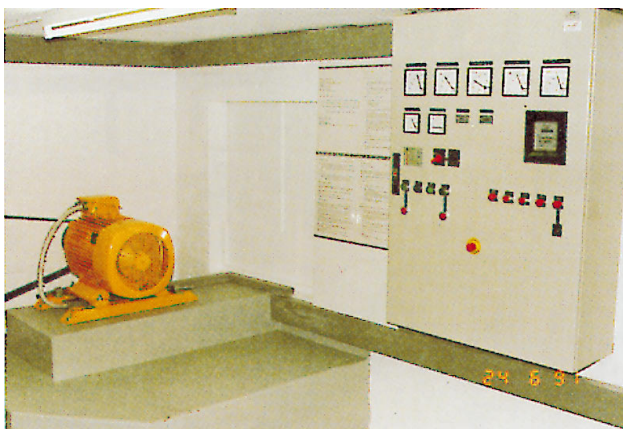


Figura 2.15 - Armadio di comando e generatore asincrono di una piccola centrale privata a Boudry (NE).

almeno 2 anni; ciò che avrebbe permesso di ottenere dei dati affidabili per il dimensionamento dell'impianto. Le macchine male adattate alle condizioni reali di esercizio funzionano con un cattivo rendimento, che ha per conseguenza una perdita finanziaria per il proprietario.

Le opere idrauliche devono essere realizzate con molta attenzione. Una condotta forzata sottodimensionata (ridotta ad una semplice funzione di approvvigionamento), delle prese d'acqua inappropriate, la mancanza di sistemi di desablaggio e di filtraggio a griglia, saranno all'origine di molteplici problemi di funzionamento che potranno scoraggiare il gestore dell'impianto.

Lo studio di un impianto presuppone una solida esperienza da parte dell'ingegnere progettista. La scelta di quest'ultimo deve essere fatta tenendo conto non solo della preparazione tecnica ma anche della conoscenza in materia di protezione dell'ambiente, di economia e delle procedure amministrative.

La questione preliminare (le microcentrali tecnologia seria o «bricolage» ?) non può essere evasa in modo univoco. A seconda delle esigenze di esercizio e del posto, una microcentrale può avere un alto livello tecnologico, come per esempio quella integrata nella rete di approvvigionamento in acqua potabile di una città, oppure essere molto semplice, realizzata unicamente grazie alle conoscenze del suo proprietario, senza il benchè minimo sistema di automazione (p.es. piccole centrali per case di vacanza). Anche in quest'ultimo caso però uno specialista dovrebbe essere coinvolto nella fase di concezione dell'impianto se si vogliono evitare spiacevoli inconvenienti.

3. Piccole centrali idrauliche e ambiente

3.1	Quantitativi di restituzione	29
3.2	Esigenze della pesca	32
3.3	Integrazione degli impianti nel paesaggio	34

3. Piccole centrali idrauliche e ambiente

Tutte le attività umane hanno direttamente o indirettamente un impatto sull'ambiente. È il caso delle piccole centrali il cui influsso è peraltro limitato e sicuramente meno importante rispetto ai grandi impianti.

La produzione di energia idrica è viepiù confrontata ad interessi divergenti (esigenze per la pesca, per l'irrigazione a scopo agricolo, per la protezione della natura e per il tempo libero) che però non sono forzatamente inconciliabili. La valorizzazione a scopo energetico di una caduta d'acqua può essere combinata con altre forme di utilizzazione.

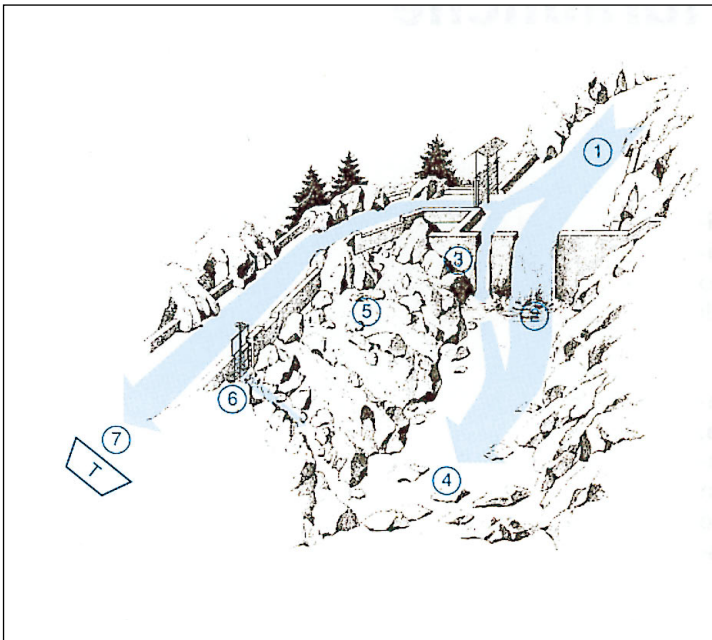
Non è possibile generalizzare l'incidenza delle piccole centrali sull'ambiente: occorre infatti innanzitutto esaminare i differenti interessi toccati da ogni impianto. Spesso la concessione per l'utilizzazione di un corso d'acqua è vincolata a determinate condizioni che tengono conto il meglio possibile di tutti gli interessi in gioco.

La legge sulla protezione dell'ambiente (LPA) non prevede l'obbligo di sottoporre la costruzione di una microcentrale ad uno studio di impatto ambientale. Direttiva in tal senso sono infatti previste unicamente per impianti la cui potenza supera i 3000 kW. Ciò non significa evidentemente che gli effetti delle piccole centrali sull'ambiente non debbano essere seriamente esaminati. La procedura di autorizzazione è però più semplice nella misura in cui le eventuali conseguenze sulla natura sono descritte in modo esaustivo nell'ambito della relazione tecnica.

3.1 Quantitativi di restituzione

Nell'ambito della protezione delle acque, la problematica dei deflussi minimi assume un significato particolare. Per deflusso minimo si intende il flusso residuo di acqua che rimane nel letto del fiume dopo uno sbarramento o una presa. Il tratto di fiume compreso fra lo sbarramento e il luogo in cui l'acqua turbinata gli viene restituita è chiamato **tratto a deflusso minimo**. Se tale flusso legale non è rispettato (non soddisfa i limiti sanciti dalla legge sulla protezione delle acque), un **flusso di dotazione** deve essere immesso nel letto del fiume.

Il deflusso minimo deve essere rispettato per garantire anche altre utilizzazioni del corso d'acqua, secondo i seguenti criteri:



- 1 Flusso totale del fiume
- 2 Eccedenza di acqua
- 3 Flusso (deflusso) di dotazione
- 4 Flusso di restituzione (deflusso minimo)
- 5 Perdite e infiltrazioni
- 6 Acqua di spurgo
- 7 Flusso turbinato

Figura 3.1 - Definizione del deflusso di restituzione (deflusso minimo) e di dotazione.



Figura 3.2 a) - Sistemazione naturale di un tratto di fiume, dal basso verso l'alto:

- consolidamento della base della riva attraverso la posa di sassi;
 - fascine e substrato per piante e arbusti;
 - innesti e salici;
 - piantagione di essenze locali.
- Stato durante il primo anno di vegetazione.

- **le acque correnti rappresentano lo spazio vitale di animali e piante** che vi crescono e si riproducono. Un deflusso insufficiente può mettere in pericolo la sopravvivenza di questi esseri viventi;
- **le falde sotterranee sono sovente alimentate dalle acque di superficie** che ne influenzano l'equilibrio. Un sensibile abbassamento del livello della falda può compromettere l'approvvigionamento in acqua potabile, così come avere conseguenze negative sull'ambiente circostante (foreste e culture);
- **i fiumi sono parte integrante del paesaggio e rappresentano luoghi di riposo e svago.** Il letto di un corso d'acqua il cui deflusso è insufficiente perde una parte importante di questa funzione;
- **i torrenti purificano l'acqua.** Le impurità vengono infatti decomposte da batteri e altri micro-organismi che vi vivono. Questo meccanismo di autodepurazione è estremamente importante per la qualità dell'acqua. Un deflusso insufficiente ha quale conseguenza un rallentamento di questo processo, un'eccessiva formazione di alghe, odori sgradevoli e un aspetto repellente dell'acqua (colore, schiuma).

Secondo la legge sulla protezione delle acque del febbraio 1991, approvata in votazione popolare nel maggio 1992, la Confederazione fissa dei deflussi minimi che devono essere rispettati nel caso di nuove centrali o importanti lavori di ristrutturazione a centrali esistenti.

A seconda dei casi i cantoni possono prescrivere deflussi superiori a quelli stabiliti dalla legge, per

tener conto in modo più appropriato dei diversi interessi in gioco.

Contemporaneamente occorre pure considerare **altre esigenze come quelle della pesca** che possono avere le seguenti conseguenze pratiche:

- le nuove costruzioni o gli ammodernamenti delle piccole centrali saranno realizzate senza canale di derivazione per evitare tratti a deflusso residuo (p.es. microcentrali integrate allo sbarramento).
- i tratti a deflusso residuo dovranno essere trasformati in modo che la profondità dell'acqua sia mantenuta a valori sufficienti (15 a 20 cm) anche nei periodi a deflusso minimo, che sia assicurata una differenza sufficiente nella forma e nella struttura del letto del torrente, così come una velocità dell'acqua variabile, con zone tranquille e altre in cui scorre in modo più impetuoso;
- gli sbarramenti e gli sfioratori delle piccole centrali dovranno essere costruiti in modo da permettere il passaggio dei pesci (**scala per pesci**).

Dal punto di vista **ecologico** si raccomanda di evitare la sistemazione delle rive in materiale duro (p.es. cemento o sassi), di conservare la vegetazione naturale, di completarla eventualmente con nuove piantagioni.

Occorrerà pure assicurarsi che la sistemazione delle rive possa sopportare i periodi di piena senza erosione e inondazioni.

Per soddisfare queste esigenze è possibile ricorrere a tecniche cosiddette «naturali», combinando la piantagione di vegetali con materiali come sasso o legno.

Se le sistemazioni tradizionali in materiale duro distruggono la forza della corrente, le tecniche naturali agiscono in modo meno appariscente frenando l'acqua per mezzo dei cespugli e delle piante le cui radici ne assicurano la stabilità al suolo.

Il ricorso ai materiali classici si limita ai luoghi nei quali è impossibile stabilizzare la riva con metodi naturali, quando p.es. la velocità dell'acqua è troppo elevata oppure è necessario dissiparne puntualmente l'eccessiva energia (p.es. ai piedi di uno sbarramento o di una cascata).

Al momento della sistemazione del torrente, nelle vicinanze della centrale, occorre pure fare in modo che l'eterogeneità del profilo del torrente sia garantita, e evitare la monotonia di rive rettilinee o scarpate uniformi. La creazione di tratti di fiume con marcate caratteristiche selvagge favorisce lo sviluppo di un gran numero di organismi viventi che costituiscono la base dell'autodepurazione dei corsi d'acqua.



Figura 3.2 b) - Stesso tipo di sistemazione dopo quattro anni dalla realizzazione.



Figura 3.3 - Correzione del corso di un ruscello nel Mittelland bernese attraverso tecniche naturali; durante la costruzione (foto in alto) e un anno dopo.



Figura 3.4 - Rampa di rallentamento costituita di blocchi in sasso nel Röttenbach presso Eggiswil.



Figura 3.5 - Scala per pesci a bacini successivi a Bärâu nei pressi di Langnau (BE).



Figura 3.6 - Entrata di un ruscello di aggiramento a valle di uno sbarramento a Kleindietwil (BE).

Nell'ambito di una sistemazione rispettosa dell'ambiente, la realizzazione di un canale nel quale confluisce l'acqua nei periodi di magra è sovente necessaria per mantenere una profondità minima di almeno 20 cm. Ciò permette la migrazione dei pesci.

Blocchi, frangi onda, rampe, cascate artificiali servono essenzialmente per creare zone contraddistinte da differenti profondità e velocità dell'acqua, che permettono agli organismi viventi di moltiplicarsi.

Le figure 3.2 e 3.3 rappresentano il risultato della correzione di un ruscello attraverso tecniche naturali.

Conosciute anche sotto la denominazione di tecniche genio-biologiche, esse erano già applicate nel 19.mo secolo. Non sufficientemente considerate negli anni in cui vennero realizzati i grandi lavori di correzione dei corsi d'acqua, sono state progressivamente reintrodotte a partire dagli anni ottanta.

3.2 Esigenze della pesca

Praticamente tutte le varietà di pesci effettuano delle migrazioni per la riproduzione e per cercare nutrimento.

Gli sbarramenti delle centrali costituiscono senza dubbio uno degli ostacoli al fenomeno migratorio dei pesci; è però possibile costruire dei **passaggi artificiali** chiamati appunto scale per pesci.

Queste possono essere dei piccoli **ruscelli di aggiramento**, una successione di **piccoli bacini**, delle **chiuse** o delle **rampe di rallentamento**.

I tipi di passaggio più diffusi in Svizzera sono le rampe di rallentamento e i bacini successivi.

La **rampa a rallentamento** è una superficie inclinata posta generalmente ai bordi, ma che può anche avere la larghezza dello sbarramento. In essa sono posti dei blocchi che rallentano il flusso dell'acqua. Gli spazi fra questi blocchi formano delle sacche e dei solchi che conferiscono alla rampa un aspetto simile a quello naturale. I pesci possono rimontare la rampa passando fra i blocchi.

I **passaggi a bacini successivi** sono realizzati il più delle volte in cemento, ciò che permette una costruzione più compatta. Consistono in un canale rettangolare con delle pareti di separazione che formano dei piccoli bacini. I pesci possono superare il dislivello dello sbarramento saltando da un bacino all'altro. I **ruscelli di aggiramento** rappresentano senza dubbio i passaggi che più si assomigliano ad un corso d'acqua naturale.

Vi sono purtroppo casi di scale per pesci che non funzionano, sia per la costruzione realizzata in modo non adeguato, sia perchè non è stata prestata sufficientemente attenzione alle specifiche abitudini della fauna piscicola.

Il problema principale consiste nell'attrarre i pesci all'entrata del passaggio e fare in modo che vi entrino. Spesso capita che l'entrata sia posta in modo tale che i pesci non riescono neppure a trovarla.

In effetti questi si orientano nell'acqua in funzione della corrente. Evitano i vortici che non gli permettono di individuare alcuna direzione e ricercano la corrente là dove è più intensa.

L'entrata del passaggio deve trovarsi in prossimità della riva, all'uscita della turbina o presso il punto di impatto dell'acqua che raffiora dallo sbarramento e cade a valle.

La figura seguente mostra la realizzazione corretta di un passaggio per pesci.

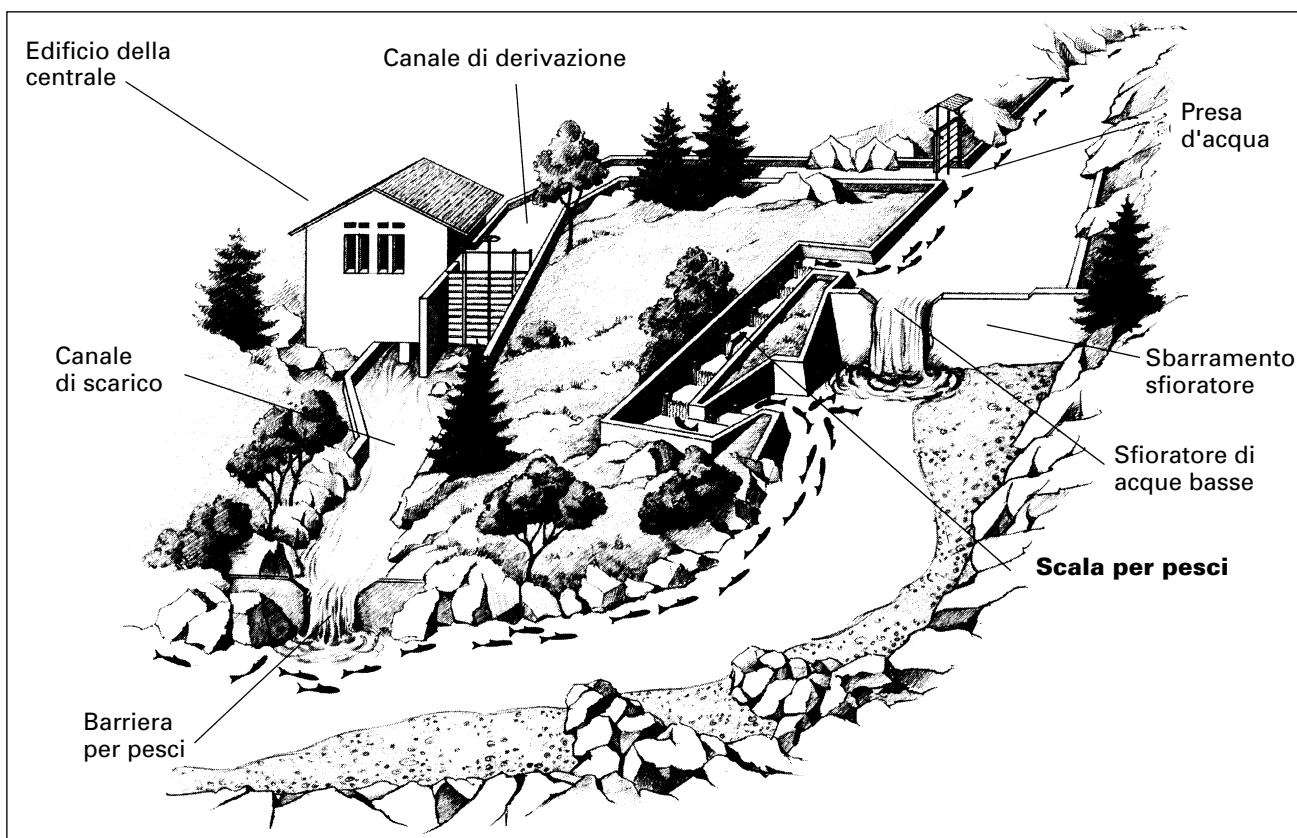


Figura 3.7 - Realizzazione di un passaggio per pesci.



Figura 3.8 - Piccola centrale (250 kW) di Pont de la Tine (VD) totalmente interrata.

3.3 Integrazione degli impianti nel paesaggio

Le centrali idrauliche suscitano sovente discussioni sul loro impatto estetico. Da questo punto di vista occorre dire che le piccole centrali pongono meno problemi rispetto agli impianti di dimensioni più importanti, le cui prese d'acqua, gli sbarramenti, le saracinesche e i sistemi di filtraggio più difficilmente possono essere nascosti nel paesaggio. In certi casi questi elementi non sono necessari, o se ci sono, hanno dimensioni molto ridotte.

Le condotte forzate vengono generalmente interrate e i canali di derivazione non si differenziano che di poco da corsi d'acqua naturali.

La costruzione di una piccola centrale richiede quindi volumi modesti; nella maggior parte dei casi il gruppo turbina - generatore può essere integrato in edifici esistenti. Vi sono pure esempi di piccole centrali completamente interrata (vedi fig. 3.8). L'integrazione nel paesaggio delle piccole centrali non pone dunque problemi particolari.

Il rumore e le vibrazioni di alcuni tipi di turbina, in particolare la Pelton a flusso passante, nel caso di centrali a media e alta pressione, possono raggiungere intensità suscettibili di causare disturbi nelle vicinanze, anche quando la potenza è ridotta. Se queste turbine sono installate in prossimità o in un edificio abitato è opportuno prevedere una protezione fonica delle macchine e un supporto antivibrazione sotto le fondazioni del gruppo turbo-generatore.

4. Esempi di piccole centrali in esercizio

4.1	Microcentrale a bassa pressione di Moulin de Vicques (JU)	37
4.2	Centrale con condotta forzata sull'Ilfis a Bärau, Langnau (BE)	38
4.3	Microcentrale integrata nella condotta di acqua potabile nel comune di Brienzwiler (BE)	39
4.4	Turbinaggio delle acque usate nel comune di Leysin	40
4.5	Turbine di recupero nell'industria	41

4. Esempi di piccole centrali in esercizio

4.1 Microcentrale a bassa pressione di Moulin de Vicques (JU)

Originariamente nel mulino fu installata una turbina Francis messa fuori servizio nel 1971.

Nel 1986 il proprietario decise di rimettere in esercizio la centrale. La parte inferiore del canale venne ricostruita e si optò per una nuova turbina Kaplan con un generatore sincrono.

L'energia elettrica prodotta viene essenzialmente utilizzata per il funzionamento delle macchine del mulino e per la casa di abitazione annessa. Un sistema di gestione elettronica garantisce un'utilizzazione ottimale dell'energia prodotta, dando la priorità al mulino, poi al riscaldamento e alla preparazione dell'acqua calda per l'abitazione. L'energia eccedente viene immessa nella rete pubblica di distribuzione.

Questo sistema è stato introdotto per utilizzare il massimo di energia elettrica prodotta dalla centrale stessa. Il prezzo pagato dall'azienda locale per l'elettricità immessa nella rete era infatti insufficiente per rendere redditizio l'impianto.

La microcentrale ha ottenuto il sostegno dell'amministrazione federale dei cereali, in quanto può funzionare anche in regime isolato in caso di interruzione alla rete e presenta un interesse specifico nel quadro dell'economia di guerra.

Grazie a questo sostegno è stato possibile ridurre i costi di produzione dell'energia da 13 a 10 cts. per kWh. L'ammodernamento della centrale è risultato dunque interessante per il proprietario.

Dati generali:

- corso d'acqua utilizzato: la Scheule, affluente della Birse;
- anno di costruzione: rinnovata nel 1986;
- caduta netta: 3.8 m;
- portata: 1300 l/s;
- tipo di turbina: Kaplan ad asse orizzontale, le pale della turbina sono regolabili in regime di rotazione, il distributore è fisso;
- potenza elettrica del generatore: 32 kW;
- esercizio in parallelo con commutazione automatica in regime isolato in caso di problemi alla rete;



Figura 4.1 a) - Veduta generale dell'impianto prima dell'ammodernamento.



Figura 4.1 b) - Veduta generale dell'impianto dopo l'ammodernamento.

- utilizzazione dell'energia : prioritariamente dal mulino e dall'abitazione, vendita dell'energia eccedente attraverso immissione nella rete pubblica di distribuzione;
- produzione annuale: 200'000 kWh;
- costo dell'ammodernamento: Fr. 260'000.- (anno 1986).



Figura 4.2 a) - Montaggio dell'insieme diffusore - aspiratore della turbina Kaplan.

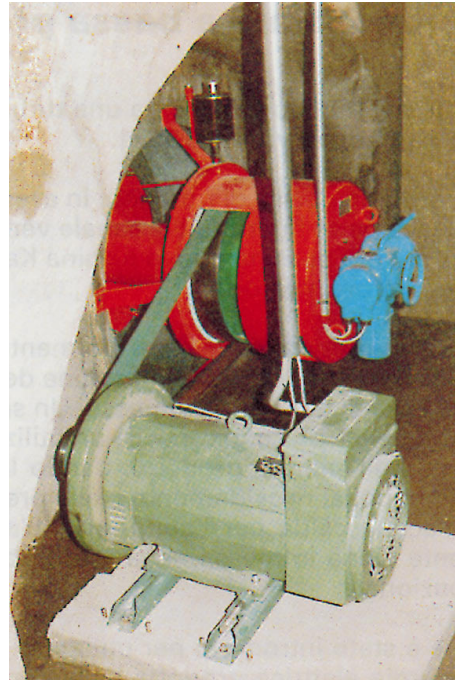


Figura 4.2 b) - Veduta generale dell'impianto dopo l'ammodernamento.

4.2 Centrale con condotta forzata sull'Ifis a Bärau, Langnau (BE)



Figura 4.3 - Sgrigliatore automatico.

Il canale di derivazione di Bärau alimenta uno stabilimento tessile già dal 19.mo secolo. All'inizio del 1992, dopo alcuni anni nei quali l'attività fu interrotta, si decise la rimessa in esercizio dell'impianto. Venne installato un nuovo gruppo di macchine e sia la presa d'acqua che la condotta forzata vennero rinnovate.

A parte qualche particolarità tecnica originale (sbarramento in gomma, castello d'acqua in materia sintetica e turbina a flusso trasversale) ciò che rende interessante l'impianto è il fatto che la sua realizzazione è stata possibile grazie alla creazione di una società per azioni: la Kleinkraftwerk Bärau AG, da parte della ditta Lauterburg AG, proprietaria del sedime e l'associazione «Energie

Plus» che ha quale scopo la promozione delle energie rinnovabili.

Quest'ultima ha nel caso specifico l'obiettivo di produrre energia elettrica in modo rispettoso dell'ambiente e di distribuirla in seguito ai suoi membri attraverso la rete pubblica. Questi consumatori sono disposti, per un determinato tipo di energia, a pagare tariffe più elevate rispetto a quelle praticate usualmente dalle Aziende elettriche. Ciò quale contributo per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione quali quello di Bärau. Il disavanzo di esercizio della piccola centrale, dovuto al semplice fatto che il prezzo pagato dalle aziende elettriche per l'energia immessa nella rete è inferiore al costo di produzione, risulta così coperto.

Tenuto conto dell'aiuto cantonale, consistente in un prestito a tasso di interesse ridotto per i primi sei anni di esercizio, il costo di produzione è di 11 cts/kWh. In seguito esso sarà di ca. 12.5 cts/kWh.

Dati generali:

- corso d'acqua utilizzato: Ilfis, affluente dell'Emme;
- anno di costruzione: rinnovamento nel 1991;
- altezza netta della caduta: 10,9 m;
- portata: 1300 l/s;
- tipo di turbina: a flusso trasversale;
- potenza del generatore: 116 kW;
- funzionamento a regime in parallelo sulla rete locale di distribuzione;
- utilizzazione dell'energia: immessa nella rete di distribuzione a tariffa in vigore e riacquistata dai membri dell'associazione «Energie-Plus»;
- produzione annua di energia: 730'000 kWh; (1992).



Figura 4.4 - Castello d'acqua in materiale sintetico (pozo di compensazione).



Figura 4.5 - Turbina a flusso trasversale.

4.3 Microcentrale integrata nella condotta di acqua potabile del comune di Brienzwiler (BE)

Sin dagli albori dell'elettrificazione nella regione, il comune di Brienzwiler ha sviluppato la propria rete di distribuzione.

All'inizio degli anni 80 si è valutata la possibilità di produrre energia elettrica turbinando l'acqua della sorgente che alimenta il comune in acqua potabile. Al momento in cui si presentò la necessità di sostituire la condotta di adduzione esistente si decise di costruire una piccola centrale. Essa copre attualmente il 40% del fabbisogno di energia elettrica del comune. Malgrado un costo di produzio-

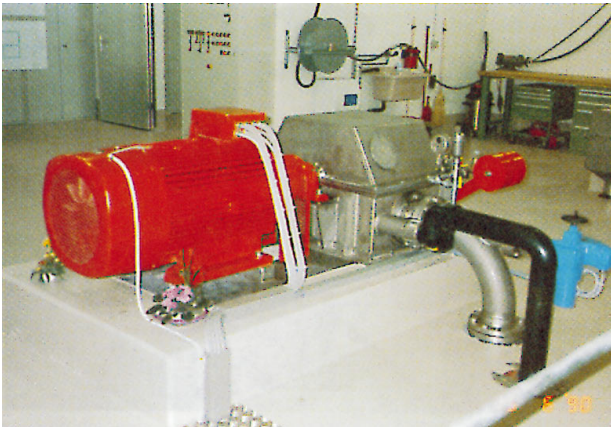


Figura 4.6 - Turbina Pelton e generatore asincrono nel locale di servizio dell'acquedotto comunale.

ne di 12 cts/kWh, dopo deduzione dei vari contributi e del prestito LIM senza interesse, la microcentrale è redditizia visto che l'elettricità, che altrimenti dovrebbe essere acquistata all'azienda locale di distribuzione, costa 16 cts/kWh.

Dati generali:

- acqua utilizzata: sorgente di Farnigraben a 1010 m di altitudine;
- anno di costruzione: 1989;
- altezza netta di caduta: 250 m;
- portata: 70 l/s;
- tipo di turbina: Pelton a un getto e ad asse orizzontale;
- potenza elettrica del generatore: 130 kW;
- regime di esercizio: in parallelo;
- utilizzazione dell'energia: da utenti comunali;
- produzione annua: 750'000 kWh;
- investimenti per la realizzazione: 1.2 Mio (prezzo 1989).

4.4 Turbinaggio delle acque usate nel comune di Leysin (VD)

La stazione turistica di Leysin gestisce un proprio impianto di depurazione delle acque (STEP) posto a valle del villaggio ad un'altitudine di 1200 metri. Originariamente le acque depurate venivano incanalate verso un torrente lungo un fianco della valle della Grande Eau, per un dislivello di ca. 600 m. Questo potenziale importante, mai utilizzato, venne scoperto da un certo signor Roger Galé che realizzò una microcentrale nel 1989. A quanto sembra questo è il solo impianto in Svizzera che produce energia elettrica utilizzando l'acqua trattata in una stazione di depurazione.



Figura 4.7 - Condotta forzata in acciaio installata in superficie su un terreno piuttosto sconnesso.

Dati generali:

- acque utilizzate: acque trattate nell'impianto di depurazione comunale di Leysin;
- anno di costruzione: 1989;
- altezza netta della caduta: 510 m;
- portata: 52 l/s;
- tipo di turbina: Pelton ad asse verticale;
- potenza elettrica del generatore: 210 kW;
- regime di esercizio: in parallelo;
- utilizzazione dell'energia: vendita all'azienda di distribuzione locale;
- produzione annua: 1'500'000 kWh;
- investimento: Fr. 600'000.- (prezzo 1989 senza contare i lavori effettuati dal proprietario).



Figura 4.8 a) - Centrale con trasformatore.

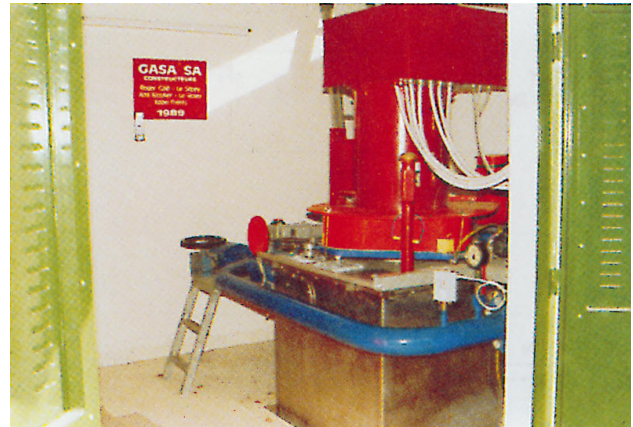


Figura 4.8 b) - Turbina con generatore.

4.5 Turbine di recupero nell'industria

In un processo industriale occorre spesso espandere un liquido da un livello di pressione alto ad uno inferiore. Questa operazione avviene normalmente attraverso una valvola di espansione che assume così il ruolo di dissipatore di energia. Sostituendo, là dove è possibile, questa valvola con una turbina, è possibile recuperare parte dell'energia dissipata durante l'espansione.

Malgrado le potenziali applicazioni siano numerose, questo sistema è pressochè sconosciuto nel nostro paese.

I seguenti esempi mostrano quali potrebbero essere i processi industriali in cui è possibile un recupero di energia attraverso l'inserimento di una turbina.

Industria chimica e petrochimica

- Lavaggio di gas (processo umido).
- Fabbricazione di ammoniaca a partire dall'azoto. Generalmente il processo necessita di una pressione superiore a 200 bar. L'ammoniaca ha una grande importanza nella produzione di concimi, di acido nitrico, di resine sintetiche, ecc.
- Raffinazione del petrolio.

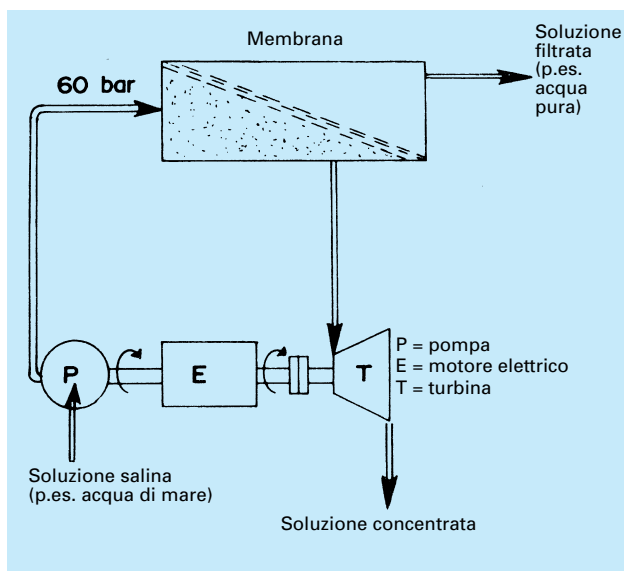


Figura 4.9 - Schema del processo di osmosi inversa con recupero di energia.

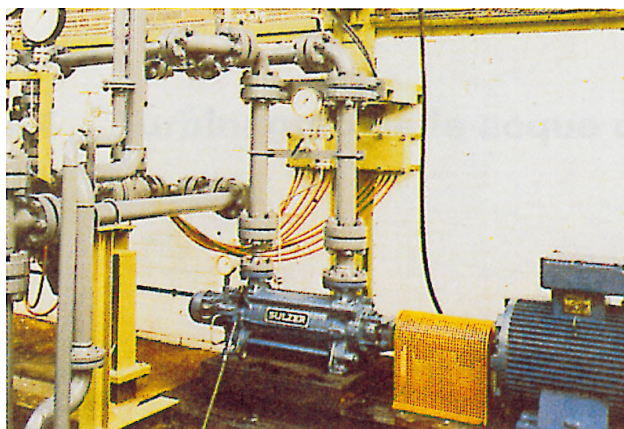


Figura 4.10 - Recupero di energia nell'industria chimica: pompa inversa in un'installazione di sintesi sperimentale ad alta pressione.

Osmosi inversa

La separazione dei sali dissolti in un liquido può venire realizzata attraverso il processo di osmosi inversa. Un'applicazione tipica è la desalinazione dell'acqua di mare.

Il liquido che deve essere trattato viene compresso a ca. 60 bar attraverso una membrana che ritiene i sali. I residui concentrati, in forma liquida, possono essere espansi attraverso una turbina fino alla pressione ambiente. L'energia così recuperata può alimentare direttamente la pompa di circolazione e ridurre di circa un terzo il consumo di energia.

Circuiti di lubrificazione

La differenza di pressione fra due circuiti di lubrificazione ad alta e bassa pressione può anche essere utilizzata per far funzionare una turbina.

Circuiti idraulici di raffreddamento

Nei casi in cui l'acqua di raffreddamento non si trova allo stesso livello dell'impianto che deve essere raffreddato, è possibile recuperare parzialmente l'energia necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione. Questa tecnica è utilizzata fra l'altro nei sistemi di refrigerazione delle piattaforme di foraggio e nelle miniere a grande profondità (1500 a 3000 metri).

5. Redditività delle piccole centrali idrauliche

5.1	Situazione attuale	45
5.2	Nuove costruzioni o ammodernamenti	45
5.3	Costo di produzione dell'energia elettrica ottenuta da una piccola centrale	46
5.4	Prezzo di vendita e acquisto dell'elettricità	47
5.5	Valutazione della redditività	48

5. Redditività delle piccole centrali idrauliche

5.1 Situazione attuale

Il crescente interesse da parte della popolazione e degli ambienti politici per le fonti rinnovabili di energia, in particolare a seguito dei dibattiti proposti dai mass media sul problema energetico, non ha purtroppo avuto un riscontro sullo sviluppo delle microcentrali idroelettriche in Svizzera.

La scarsa attività nella costruzione e nel rinnovamento di piccoli impianti non è dovuta unicamente all'importante investimento necessario, ma anche alla politica tariffaria praticata dalle aziende distributrici di elettricità. In effetti il prezzo pagato per l'acquisto dell'energia prodotta e immessa nella rete, sovente non permette di coprire gli oneri finanziari (interessi e ammortamenti) legate all'investimento e ai costi di esercizio.

L'esempio di Paesi vicini o di certe regioni Svizzere mostra che migliori condizioni di ripresa dell'elettricità prodotta favoriscono indubbiamente la realizzazione di piccole centrali.

5.2 Nuove costruzioni o ammodernamenti

Per nuove costruzioni bisogna intendere la sostituzione completa di un impianto esistente, spesso legata ad un aumento della potenza, o la valorizzazione di un potenziale idraulico ancora inutilizzato.

L'ammodernamento concerne invece la sostituzione di una parte dell'istallazione, generatore e quadro di comando, turbina, valvole, così come il rifacimento delle opere idriche necessarie (sbarramento, condotta forzata, locale macchine).

La decisione per una nuova costruzione o un ammodernamento è determinata da considerazioni economiche. Una nuova costruzione permette una maggiore produzione di energia; ma con investimenti più elevati.

Un'ammodernamento per contro, non permette un sensibile aumento della produzione, che diventa però più interessante grazie ad un migliore rapporto produzione/investimento.

È utile a questo punto ricordare che comunque l'arresto di una centrale non significa l'esonero dalle

tasse di concessione e la rinuncia alla manutenzione delle opere idrauliche, legata anch'essa evidentemente ad oneri finanziari. Ciò che può rappresentare facilmente alcune decine di migliaia di franchi, anche per una piccola centrale.

Se una concessione viene definitivamente abbandonata, lo stato originale delle acque deve essere ristabilito; il che può anche comportare un investimento paragonabile a quello di un ammodernamento.

Queste considerazioni sono determinanti al momento in cui bisogna decidere se conviene o meno la ricostruzione, l'ammodernamento o l'abbandono di un impianto.

5.3 Costo di produzione dell'energia elettrica ottenuta da una piccola centrale

Il costo di costruzione e di esercizio di una piccola centrale, espresso in centesimi per chilowattora (prezzo di produzione), può servire quale riferimento per stimare la redditività del progetto.

I seguenti valori indicativi possono essere utilizzati per una prima valutazione. Sono dati espressi in funzione dell'importanza dei lavori eseguiti (ammodernamento, nuova costruzione).

	Lavori effettuati	Costo di produzione
1.	Sostituzione della parte elettrica (generatore e quadro di comando) + eventualmente revisione della turbina. Le opere idrauliche sono in uno stato soddisfacente.	4 - 8 cts/kWh
2.a)	Sostituzione del gruppo turbo - generatore in una centrale esistente. Le opere idrauliche sono in uno stato soddisfacente.	8 - 12 cts/kWh
2.b)	Istallazione di una turbina in una rete di approvvigionamento in acqua potabile o di evacuazione di acque usate, compreso il generatore, il quadro di comando e eventuali partecipazioni ai costi della condotta forzata.	8 - 12 cts/kWh
3.	Nuovo gruppo turbo - generatore e parziale rinnovamento delle opere idrauliche.	12 - 16 cts/kWh
4.	Nuova costruzione su un corso d'acqua o un canale di derivazione.	16 cts/kWh o più

Tabella 5.1 - Valori indicativi del costo di produzione dell'energia elettrica prodotta dopo ammodernamento o nuova costruzione di una piccola centrale idraulica (base: prezzo 1992).

5.4 Prezzo di vendita e acquisto dell'elettricità

Con il decreto federale per un'utilizzazione parsimoniosa e razionale dell'energia (decreto sull'energia), la legislazione federale definisce i principi da applicare per il calcolo del prezzo dell'elettricità immessa nella rete di distribuzione da unità di produzione decentralizzate, per cui anche dalle piccole centrali idrauliche.

Secondo l'articolo 7 del decreto, il prezzo pagato per questa energia, prodotta da fonti rinnovabili, dovrebbe corrispondere al prezzo di produzione della stessa energia da parte di una nuova centrale costruita nello stesso anno in Svizzera.

Per le microcentrali che sono raccordate alla rete a bassa tensione (400 V) in modo parallelo ai consumatori, questo significa che il prezzo di acquisto dell'energia potrebbe essere praticamente identico al prezzo di vendita, se si tiene conto degli oneri di trasporto della corrente sulle linee media e alta tensione dalle grandi centrali.

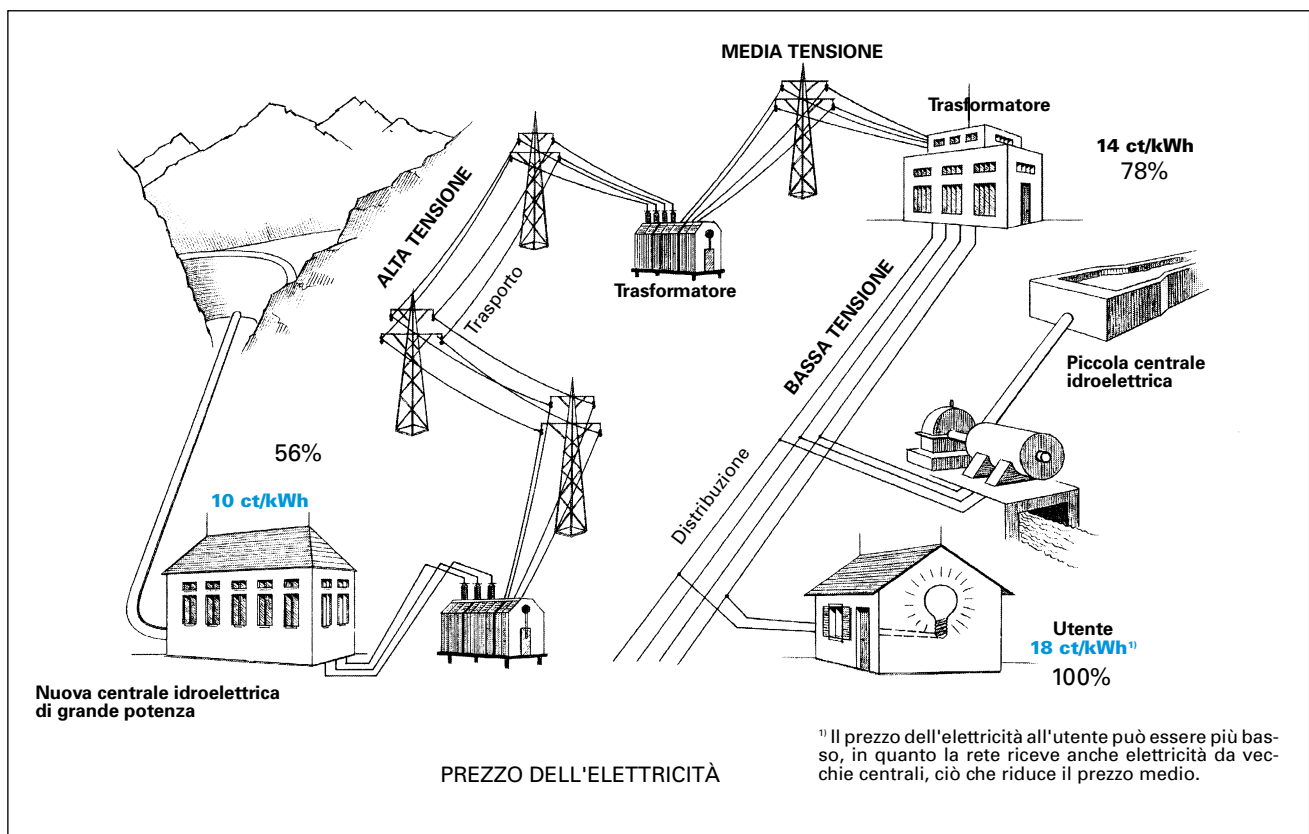


Figura 5.2 - Evoluzione del prezzo dell'elettricità fra un luogo di produzione e il consumatore, con indicazione del punto di raccordo di una piccola centrale che alimenta la rete a bassa tensione.

Cantone	Prezzo di vendita (cts/kWh)	Prezzo di acquisto (cts/kWh)
Basilea-Campagna	20.2	12.5
Berna, Jura	19.1	9 (5.5)
Vaud	14.7	8
Friburgo	14.6	7.6
Ginevra	14.5	8.4
Neuchâtel	17.5	7.1
Vallese	12.0	6.4
Ticino	14.9*	da concordare con le aziende

Tabella 5.3 - Elettricità - Prezzo medio di vendita ai consumatori e di acquisto agli autoproduttori.

* Valore medio fra alta tariffa estate e inverno

L'Ordinanza di applicazione del 1° marzo 1992 redatta sulla base del decreto federale sull'energia del 1° maggio 1991, non impone un valore minimo di retribuzione per questa energia, ma prevede delle raccomandazioni per le tariffe e il loro calcolo. L'autonomia tariffaria delle aziende elettriche è comunque garantita.

In Svizzera il prezzo medio per l'acquisto dell'energia immessa nella rete dagli autoproduttori varia a seconda delle regioni e delle Aziende di distribuzione da 5.5 a 12.5 cts/kWh.

La tabella 5.3 mostra un confronto fra i prezzi medi di vendita ai consumatori e di acquisto agli autoproduttori, in differenti cantoni.

Le tariffe di acquisto applicate dalle aziende elettriche per le piccole centrali nel 1992 non corrispondevano generalmente alle raccomandazioni del decreto federale sull'energia.

Le aziende giustificano questa differenza ricordando che le piccole centrali non hanno una produzione costante, in particolare essa fluttua a seconda delle stagioni.

L'azienda deve dunque completare l'approvvigionamento di una determinata regione attraverso i propri impianti oppure ricorrendo ad acquisti esterni. Ciò significa dunque la messa a disposizione dei consumatori della potenza e delle linee di trasporto necessari per far fronte ai propri impegni di fornitore.

Le economie realizzate dalle aziende elettriche locali attraverso la vendita dell'elettricità prodotta dalle microcentrali, non possono quindi essere semplicemente paragonate con il costo di produzione di una grossa centrale.

5.5 Valutazione della redditività

Il confronto fra il costo di produzione dell'elettricità e le tariffe di acquisto e di vendita, in una data regione, permette di valutare rapidamente le possibilità del successo finanziario di un progetto di microcentrale.

Quando la produzione della piccola centrale copre solo in parte i bisogni in energia del proprietario ed è assorbita integralmente da quest'ultimo, senza rivendita di eccedenze, il prezzo di acquisto della corrente fornita dalla rete servirà quale base di calcolo per una valutazione della redditività del progetto (p.es.: microcentrale di una industria con un grande fabbisogno di elettricità).

Per contro se tutta l'energia prodotta dalla centrale è immessa nella rete di distribuzione, bisogna considerare la tariffa di acquisto in vigore presso l'azienda (p.es. turbina in una condotta di adduzione discosta da una località).

Un confronto dei costi di produzione riportati nella tabella 5.1 con le tariffe di acquisto della tabella 5.3 mostra che, in questi casi, conviene effettuare degli ammodernamenti senza rifacimento delle opere idrauliche oppure installare delle turbine nelle reti di approvvigionamento o scarico dell'acqua.

Vi sono alcune eccezioni che meritano di essere segnalate:

- il cantone di Basilea-Campagna ha fissato nella nuova legge sull'energia il prezzo che le aziende devono versare per l'acquisto di elettricità agli autoproduttori (potenza da 10 a 500 kW). A seconda dei casi questo prezzo è superiore a quello di vendita al consumatore;
- certe aziende elettriche che non dispongono di importanti unità proprie di produzione acquistano praticamente tutta l'energia ad un grande distributore, ciò ad un prezzo relativamente elevato. Queste aziende hanno un evidente interesse a favorire una produzione locale e acquistano l'elettricità degli autoproduttori ad un prezzo interessante. A titolo di esempio le aziende municipalizzate di Winterthur acquistano la corrente elettrica delle piccole centrali ad un prezzo equivalente al 75% del prezzo di vendita;
- alcune aziende elettriche pagano un prezzo equivalente a quello di vendita, per l'energia prodotta da impianti di piccola potenza (da 3 a 10 kW). Il conteggio viene effettuato semplicemente con un contatore che gira nei due sensi.

Riassumendo appare chiaro che l'avvenire delle piccole centrali è strettamente dipendente dall'evoluzione dei prezzi praticati dalle aziende distributrici, per l'acquisto dell'energia immessa nella rete. Fintanto che queste aziende non offriranno un contributo che copra almeno i costi di produzione, non bisogna attendersi un incremento significativo del numero di piccole centrali.

Per maggiori dettagli concernenti la valutazione della redditività di una microcentrale si rimanda il lettore agli annessi B e C.

6. Promozione e finanziamento delle piccole centrali

6.1	Misure di promozione della Confederazione e dei cantoni	53
6.1.1	A livello federale	53
6.1.2	A livello cantonale	55
<hr/>		
6.2	Finanziamento	55
6.2.1	Aiuti al finanziamento	55
6.2.2	Partecipazioni	56

6. Promozione e finanziamento delle piccole centrali

Quando la realizzazione di una piccola centrale è al limite della redditività economica, è possibile che il proprietario, di fronte al rischio legato all'importante investimento, rinunci al progetto.

In alcuni casi, la Confederazione e/o i cantoni possono sostenere finanziariamente il progetto. Vi sono pure associazioni e organizzazioni che contribuiscono concretamente, senza scopo di lucro, allo sviluppo delle energie rinnovabili. Non bisogna in ogni caso sopravvalutare le possibilità di aiuti e sovvenzioni.

6.1 Misure di promozione della Confederazione e dei cantoni

6.1.1 A livello federale

Nell'ambito dell'Ordinanza di applicazione del decreto federale sull'energia la Confederazione ha previsto diverse misure di sostegno anche per le piccole centrali idrauliche.

Articolo 22 dell'Ordinanza: «Impianti pilota e di dimostrazione»

La Confederazione può sostenere gli impianti pilota e di dimostrazione nell'ambito energetico, per quanto:*

- a) favoriscano l'impiego parsimonioso e razionale dell'energia o lo sfruttamento di energie rinnovabili;*
- b) le possibilità di applicazione e le probabilità di successo del progetto siano sufficientemente grandi;*
- c) il progetto corrisponda alla politica energetica della Confederazione; e*
- d) i risultati ottenuti siano accessibili al pubblico e resi noti alle cerchie interessate.*

* per impianto pilota e di dimostrazione si intende un'installazione utile per la sperimentazione tecnica e commerciale.

Articolo 23 dell'Ordinanza: «Promozione dell'utilizzazione del calore perduto e delle energie rinnovabili»

1. La Confederazione può fornire un sostegno tecnico o economico a misure importanti volte a fa-

vorire l'utilizzazione di calore residuo e di energie rinnovabili, per quanto queste misure:

- a) siano eseguite nell'ambito di un programma promozionale della Confederazione (p.es. PACER, Energia 2000); o*
- b) rivestano un'importanza perlomeno locale dal punto di vista dell'economia di energia; o*
- c) siano importanti per l'introduzione di una tecnologia.*

2. Il sostegno è accordato soltanto se una misura:

- a) corrisponde alla politica energetica della Confederazione;*
- b) riduce l'inquinamento dell'aria dovuto all'utilizzazione di energia o l'immissione nell'atmosfera di anidride carbonica, o favorisce l'impiego razionale dell'energia;*
- c) non pregiudica sensibilmente le funzioni dei corsi d'acqua eventualmente utilizzati; e*
- d) non è redditizia senza sostegno.*

Nei due casi l'aiuto finanziario della Confederazione non supera in principio il 50% dei costi non ammortizzabili, intesi come costi supplementari rispetto a quelli relativi alla realizzazione di impianti tradizionali.

Nel caso delle piccole centrali l'aiuto federale diretto rappresenta dunque meno della metà del disavanzo annuo (differenze fra spese e ricavi cumulati nel periodo di durata dell'ammortamento).

Considerando comunque che questo aiuto non è sufficiente affinché l'impianto diventi redditizio, da solo non può provocare una decisione positiva in favore della sua realizzazione. Occorrerà dunque cercare altre sovvenzioni.

Decreto federale sull'energia, art 7, condizioni di raccordo

1. Gli enti pubblici di erogazione di energia hanno l'obbligo di accettare in una forma appropriata per la rete l'energia offerta regolarmente dai produttori in proprio.

2. Il pagamento viene effettuato in funzione del prezzo applicabile alla fornitura di energia equivalente da parte delle reti regionali di trasporto.

3. Trattandosi di fornitura di energia elettrica, ottenuta con energie rinnovabili, bisogna accettare anche l'energia non prodotta regolarmente. In tal caso, il pagamento è effettuato in funzione del prezzo di acquisto di energia equivalente in provenienza da nuovi impianti nazionali di produzione.

4. Le imprese forniscono l'energia al prezzo che richiedono dai consumatori che non sono produttori in proprio.

5. I Cantoni designano l'autorità incaricata di fissare le condizioni di raccordo per produttori in proprio, in caso di litigio.

6.1.2 A livello cantonale

Gli aiuti destinati alla realizzazione di microcentrali varia in maniera considerevole fra i diversi cantoni. Circa la metà di essi non offre alcuna possibilità di sovvenzione.

Il cantone di Berna viene spesso citato quale esempio in questo ambito, è però opportuno sottolineare che anche altri cantoni – che meriterebbero di essere menzionati – prevedono la possibilità di sostenere finanziariamente la costruzione di piccole centrali.

Nel 1987 il cantone di Berna ha emanato un decreto sui contributi previsti a favore dell'approvvigionamento energetico. Si tratta di aiuti a progetti non ammortizzabili, relativi ad impianti di potenza inferiore a 300 kW; vengono attribuiti secondo criteri simili a quelli del decreto federale sull'energia.

Il sostegno consiste in sussidi, crediti senza interessi e contributi alla riduzione degli oneri di esercizio per una durata limitata. Si calcola che sul globale degli investimenti destinati agli impianti di produzione dal 20 al 40% di essi beneficiano di queste forme di sovvenzione.

Berna ha pure abolito la tassa di concessione per le centrali idrauliche la cui potenza non supera i 300 kW. L'incidenza di questa tassa sul costo di produzione dell'energia equivale a circa 1.5 cts/kWh, ciò che rappresenta una parte non trascurabile nel bilancio economico della microcentrale.

6.2 Finanziamento

Le piccole centrali sono sovente al limite della redditività. Il loro finanziamento unicamente attraverso crediti bancari spesso non è sufficiente per permetterne la realizzazione.

Parallelamente a quelle previste dalla Confederazione e dai cantoni esistono però altre possibilità di sostegno (vedi indirizzi al capitolo 8).

6.2.1 Aiuti al finanziamento

a) Alcune banche (come per esempio la banca cantonale di Zurigo) prevedono dei tassi di interesse ridotti per il finanziamento dei progetti che presentano un particolare interesse dal punto di vista ecologico.

- b) Le banche cosiddette «alternative» concedono prestiti a tassi di interesse ridotto per progetti ecologici o che presentano un interesse generale (Banca alternativa svizzera, BAS, a Olten, banca associativa libera, BCL, a Dornach).
- c) I mulini che producono farina utilizzata per la fabbricazione del pane possono ricevere un aiuto dall'Amministrazione federale dei cereali, per progetti di ammodernamento o sostituzione di turbine. L'aiuto viene attribuito unicamente se vi è un interesse dal punto di vista dell'economia di guerra (sicurezza di approvvigionamento in periodi di crisi). Una condizione vincolante è che il mulino possa lavorare anche in modo isolato dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica.
- d) Comuni e proprietari privati situati nelle Regioni di montagna possono beneficiare degli aiuti LIM (Legge per gli investimenti nelle regioni di montagna), che consistono in prestiti senza interessi o a interessi ridotti fino ad una somma pari al 25% dell'investimento. Per la richiesta ci si dovrà rivolgere agli uffici regionali competenti o alla Sezione per il promovimento economico (Ufficio regioni di montagna). Solo i progetti che presentano una garanzia di redditività a lungo termine possono ricevere questo tipo di aiuto.
- e) I vecchi impianti presentano talvolta anche un interesse storico. La salvaguardia di queste testimonianze dell'epoca preindustriale, sull'utilizzazione della forza idraulica, può essere finanziata dagli uffici cantonali per i monumenti storici. Una moderna turbina viene spesso installata in parallelo alla vecchia che funzionerà unicamente a titolo dimostrativo.

6.2.2 Partecipazioni

- a) Diverse associazioni e cooperative si sono fissate per obiettivo la promozione concreta dell'utilizzazione delle energie rinnovabili. La loro attività consiste dunque, fra l'altro, nella costruzione e l'esercizio di impianti come le piccole centrali idrauliche. Queste associazioni costruiscono e ammodernano le centrali con mezzi finanziari propri (prestiti o contributi dei loro membri) oppure acquistano delle partecipazioni a impianti privati (costituzione di società per la costruzione e l'esercizio).
L'attività disinteressata delle associazioni permette la messa in servizio di centrali assolutamente rispettose dell'ambiente. Iniziative simili meritano di essere segnalate perchè, nell'ambito della politica energetica attuale, il fatto di associare una parte della popolazione alla creazione di queste centrali modifica positivamente la relazione esistente fra il distributore di energia e il consumatore.

È utile citare alcune delle associazioni che operano secondo questi obiettivi: Energie Plus! a Langnau (BE), l'Associazione per lo sviluppo delle energie rinnovabili, ADER, a Lully (VD), la Comunità di lavoro per l'approvvigionamento energetico decentralizzato, ADEV, a Liestal, Berna e Biberstein.

- b) Certe aziende distributrici di elettricità hanno una partecipazione nelle piccole centrali, per esempio a livello comunale. L'azienda elettrica può assicurare la manutenzione delle installazioni tecniche attraverso il suo personale specializzato, ciò che rappresenta una garanzia per il partner che difficilmente può disporre di personale così qualificato.

Un esempio di questo tipo è rappresentato dal comune di Grandvillard (proprietario al 70%), che con le «Entreprises Electriques friburgeoises» ha costruito e gestisce una piccola centrale nella condotta di adduzione dell'acqua potabile.

7. Metodo per la pianificazione e la realizzazione di microcentrali

7.1	Sviluppo del progetto	61
7.2	Procedura amministrativa per l'ottenimento o il rinnovamento di una concessione	63
7.3	Esigenze tecniche e servizi competenti	64
7.3.1	Produzione di elettricità	64
7.3.2	Turbine inserite nella rete di distribuzione dell'acqua potabile	65
7.3.3	Turbine inserite nella rete di evacuazione delle acque usate	67
7.4	Differenze cantonali e regionali	68

7. Metodo per la pianificazione e la realizzazione di microcentrali

7.1 Sviluppo del progetto

Le microcentrali, salvo rare eccezioni, non possono essere studiate e realizzate senza ricorrere a ingegneri specializzati.

Nel caso di piccole installazioni autonome, la cui potenza non supera qualche chilowatt e che servono unicamente per alimentare impianti di illuminazione, di comando per valvole, per la ricarica di batterie o per la disinfezione, situati per lo più in condotte di adduzione esistenti oppure posti lungo torrenti, per l'alimentazione di capanne o cascine, la progettazione da parte di uno studio di ingegneria risulta sovente troppo onerosa in rapporto all'investimento. In questi casi il cliente cerca una collaborazione diretta con il fornitore delle macchine.

In tutti gli altri casi si raccomanda di rivolgersi ad un ingegnere che possiede una solida esperienza nella realizzazione di piccole centrali.

Lo studio di un progetto si effettua in diverse tappe (vedi schema 7.2, pagina seguente). Per il proprietario la tappa iniziale, dall'idea fino al mandato ad uno studio di ingegneria, è essenziale: in effetti deve intraprendere lui stesso i passi necessari per informarsi e raccogliere un certo numero di dati utili al progetto.

Attraverso una metodica di lavoro chiara è possibile evitare perdite di tempo e di denaro.



Figura 7.1 - Microturbina di 250 W installata da un privato nei pressi di Losanna e che viene utilizzata per la ricarica di batterie.

L'esecuzione abituale di un progetto può essere rappresentata nel modo seguente (vedi tabella 7.3).

In generale bisogna contare da uno a tre anni per la pianificazione e la costruzione di una microcentrale fino alla messa in servizio. Per una lista più dettagliata sullo svolgimento del progetto vedere l'allegato D.

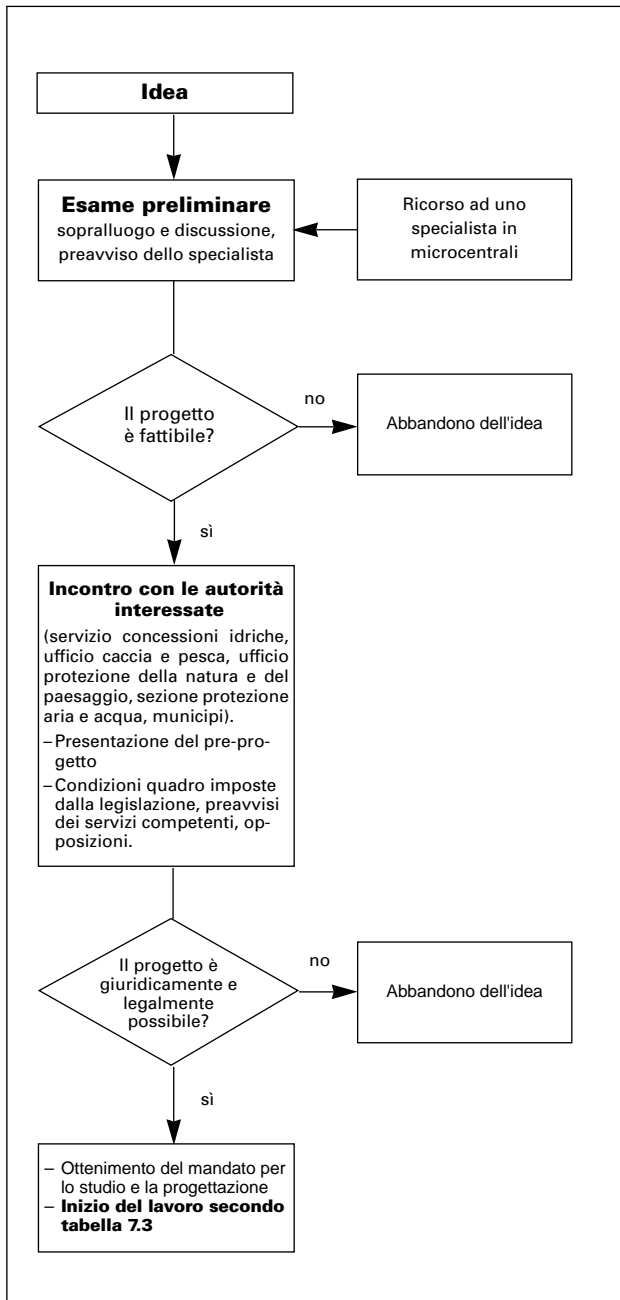


Figura 7.2 - Prima fase di un progetto, dall'idea allo studio.

TAPPE	OBIETTIVO
1. Raccolta dei dati (topografia, misura delle portate, consumo e valorizzazione dell'energia).	Dimensionamento corretto dell'impianto.
2. Prestudio di varianti dal profilo tecnico ed economico compresi effetti sull'ambiente e misure compensatorie.	Scelta della variante migliore. Decisione sul proseguo del progetto.
3. Avvanprogetto o progetto di concessione Studio del progetto e preparazione del dossier di concessione.	Domanda di concessione.
4. Progetto definitivo Progetto generale di costruzione. Stabilire i costi e il preventivo generale. Dossier per l'ottenimento della licenza di costruzione.	Pubblicazione e autorizzazioni.
5. Progetto esecutivo Progetto dettagliato. Documenti per offerte. Piani esecutivi.	Concorso, delibere ed esecuzione dei lavori.
6. Messa in servizio Prova e controllo delle prestazioni. Istruzione del personale. Documenti per la manutenzione e l'esercizio.	Consegnare al proprietario un impianto funzionante secondo il quaderno dei compiti.

Tabella 7.3 - Svolgimento di un progetto di microcentrale.

7.2 Procedura amministrativa per l'ottenimento o il rinnovamento di una concessione

L'ottenimento di una concessione per l'utilizzazione di un corso d'acqua comporta una procedura amministrativa che, a seconda del caso, può risultare relativamente lunga. Oltre all'autorità responsabile (generalmente il Cantone, a volte il Comune o il distretto) questa procedura può pure coinvolgere altri servizi cantonali e federali.

La domanda (da parte di persone fisiche, morali o di società) deve essere indirizzata all'autorità competente attraverso un apposito formulario, accompagnato dai piani, dalla relazione tecnica e se del caso, da altri documenti. I piani non devono essere una rappresentazione dettagliata della costruzione, ma piuttosto una descrizione di massima con le quote più significative e i vari profili.

Di regola l'incarto comprende pure uno studio sull'impatto ambientale previsto, così come le misure di protezione proposte dal progettista o richieste dall'autorità.

Nella maggior parte dei cantoni il Dipartimento dei lavori pubblici (Servizio delle acque) è responsabile (dipartimento pilota) per la procedura di rilascio della concessione. Nel caso del cantone Ticino il Dipartimento dell'economia e delle finanze - Sezione per il promovimento economico è l'autorità competente. La domanda passa inoltre attraverso differenti servizi cantonali per le relative autorizzazioni di competenza, come quelle inerenti la pesca, il disboscamento, gli interventi sugli argini e i lavori fuori dalle zone edificabili.

La domanda di concessione deve essere pubblicata. Vi possono essere opposizioni di carattere privato o pubblico che spesso vengono superate in corso di procedura, attraverso modifiche del progetto negoziate fra le parti interessate. Nei casi in cui non è possibile trovare un accordo, l'autorità competente per il rilascio della concessione può decidere. Questa decisione è soggetta a ricorso se degli interessi pubblici vengono lesi. I conflitti di interesse privato sono di competenza dei tribunali ordinari.

La concessione per l'utilizzazione della forza idrica contiene:

- l'ammontare della forza idrica attribuita (caduta, portata, potenza teorica);
- il valore di deflusso residuo (dotazione);
- gli obblighi verso i pescatori (p.es. scale per pesci), la protezione della natura e del paesaggio;
- gli obblighi concernenti la manutenzione e l'esercizio dell'opera;

- le disposizioni sul volume d'acqua ritenuto a monte;
- l'ammontare della tassa di concessione (diritti d'acqua);
- gli obblighi verso terzi (p.es. forniture obbligatorie di acqua o di energia);
- la durata della concessione;
- i tempi limite per la realizzazione del progetto;
- le condizioni di riscatto della concessione.

Nel caso di trasformazione di impianti esistenti, è richiesto un rinnovo della concessione se le condizioni di utilizzo dell'acqua vengono modificate (p.es. aumento della potenza idraulica attraverso una caduta o una portata maggiore).

Prima del rilascio della concessione l'Ufficio federale per l'economia delle acque deve esaminare il progetto, conformemente all'articolo 5, capoverso 3, della Legge federale sull'utilizzazione delle forze idriche (supervisione della Confederazione). Questo ufficio valuta se l'impianto utilizza in modo razionale il potenziale idraulico. Non si esprime invece sui termini relativi al rilascio della concessione.

Anche altri uffici vengono consultati, come quello per la protezione dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio o quello per la pianificazione del territorio.

Alla fine della procedura, ma prima dell'inizio dei lavori, è richiesta la pubblicazione dei piani di dettaglio. Se i piani definitivi corrispondono a quelli utilizzati per la domanda di concessione e/o se la potenza della microcentrale è inferiore a 100 CV (74 kW), la pubblicazione non è necessaria.

7.3 Esigenze tecniche e servizi competenti

7.3.1 Produzione di elettricità

L'allacciamento di una piccola centrale alla rete di distribuzione dell'energia elettrica o a gruppi isolati di utilizzatori è condizionato al rispetto di precise normative, elaborate e controllate dall'**Ispettorato federale per gli impianti a corrente forte** (IFICF).

Le prescrizioni tecniche concernono essenzialmente l'esercizio in parallelo con la rete di distribuzione, così come la protezione degli impianti e delle persone.

Si tratta in particolare di assicurare che una piccola centrale possa essere immediatamente deconnessa dalla rete in caso di interruzione volontaria

o no della stessa, in modo da evitare così un ritorno di tensione accidentale che possa mettere in pericolo la vita di coloro che lavorano alle linee elettriche.

Il funzionamento di una microcentrale, sia in regime isolato che parallelo, è sottoposto ad autorizzazione dell'Ispektorato federale. La richiesta deve essere presentata con un apposito formulario, sul quale vengono specificati i dati tecnici dell'impianto, accompagnati dagli schemi elettrici e da un rapporto nel quale si specifica, fra l'altro, il tipo di protezione prevista per la messa fuori servizio automatica del generatore in caso di necessità.

Solo gli impianti la cui potenza è inferiore a 3 kW non sono sottoposti a questa esigenza. Come tutte le installazioni elettriche interne, devono però essere eseguite e controllate da uno specialista (installatore elettricista autorizzato).

Una richiesta dovrà pure essere indirizzata al distributore locale di elettricità. Questi deve in effetti confermare all'IFICF che accorda l'autorizzazione per il funzionamento della piccola centrale in parallelo alla propria rete. Esso dovrà ugualmente specificare il sistema di conteggio previsto, le tariffe applicate, così come eventuali esigenze tecniche particolari concernenti le protezioni, la qualità della corrente (armoniche, transitori) e l'esercizio.

Il proprietario di una piccola centrale è responsabile per tutti i danni corporali e materiali che potranno essere causati da un cattivo funzionamento del suo impianto. Pertanto è tenuto a stipulare un'assicurazione di responsabilità civile; se la centrale funziona in parallelo con la rete elettrica, il valore di sinistro assicurato è indicato dall'azienda distributrice.

Conformemente al Decreto federale sull'energia, le aziende elettriche hanno l'obbligo di ritirare l'energia elettrica immessa in rete dagli autoproduttori, se le esigenze tecniche sono rispettate. Tale obbligo vale su tutto il territorio nazionale, anche se certi cantoni non hanno ancora modificato la legislazione e i regolamenti in tal senso. Per quanto concerne le tariffe di acquisto dell'energia elettrica consultare il capitolo 5.3.

7.3.2 Turbine inserite nella rete di distribuzione dell'acqua potabile

Per le piccole centrali installate nelle condotte di acqua potabile non esistono ancora prescrizioni particolari.

Per contro, la pianificazione, la costruzione e la manutenzione dei serbatoi, delle condotte di adduzione e di distribuzione di acqua, sono sottoposte

alle direttive della Società svizzera dell'industria del gas e delle acque (SSIGE). I componenti delle installazioni (tubi, saracinesche, valvole) devono essere stati controllati dalla SSIGE, di cui portano la sigla seguente:



Questo significa che, all'eccezione della turbina per la quale non vi sono direttive, gli elementi della microcentrale devono rispettare dette prescrizioni.

Anche nei casi degli impianti inseriti nelle condotte di acqua potabile occorre richiedere un'autorizzazione all'autorità competente in materia di concessioni (cantone, più raramente distretto o comune). Questa deve a sua volta informare l'Ufficio federale per l'economia idrica.

Non si tratta di una concessione nel senso indicato in precedenza e nemmeno di pagare una tassa: in effetti la turbina sotituisce nella maggior parte dei casi un riduttore di pressione o una valvola di sfogo che dissipano l'energia dell'acqua; la rete di distribuzione dell'acqua, così come il suo funzionamento restano immutati. La fornitura di acqua resta l'obiettivo prioritario e l'energia è un prodotto ausiliario, visto che la turbina non ha l'unica funzione di produrre elettricità, come in una centrale idraulica convenzionale.

Le autorizzazioni devono essere richieste a due importanti istanze:

- **il servizio cantonale responsabile del controllo delle derrate alimentari** (Laboratorio cantonale d'igiene), dunque della qualità dell'acqua potabile distribuita;
- **l'Ufficio cantonale di assicurazione contro gli incendi e gli elementi naturali (ECA)** competente per assicurare la funzione antincendio delle reti di distribuzione di acqua.

Durante l'elaborazione di un progetto di microcentrale inserita in un a condotta di acqua potabile è molto importante tener conto di due principi determinanti:

- a) **La funzione prioritaria dell'acquedotto è l'approvvigionamento in acqua potabile e l'utilizzazione in caso di incendio, non la produzione di energia.**

In caso di guasto alla microcentrale, l'approvvigionamento di acqua non deve essere interrotto. Ciò viene realizzato attraverso una condotta parallela alla turbina (by-pass).

- b) **La qualità dell'acqua non deve essere alterata ne minacciata di inquinamento o riscaldamento.**

Questa esigenza può essere soddisfatta prestando particolare attenzione ai dettagli costruttivi della turbina: guarnizioni che impediscono qualsiasi infiltrazione di polvere o altro materiale dall'esterno, in modo particolare sull'albero di rotazione, sostituzione dei comandi tradizionali a cilindri idraulici con cilindri a motore elettrico che funzionano senza olio, utilizzare lubrificanti di qualità alimentare se sussiste il rischio di contatto con l'acqua e materiali resistenti alla corrosione.

L'utilizzo di pompe inverse come turbine non pone particolari problemi in quanto questo tipo di macchina viene normalmente usata per il pompaggio di acqua potabile.

Le turbine di recente fabbricazione che vengono utilizzate per l'acqua potabile sono generalmente costruite in acciaio inossidabile, materiale impiegato correntemente anche per il rivestimento e l'esecuzione di serbatoi.

È utile ricordare che i rischi di corrosione non possono essere esclusi con l'impiego di questo materiale. Infatti l'utilizzazione di metalli diversi nelle installazioni (acciaio inossidabile, acciaio normale, leghe non ferrose) possono provocare attacchi di tipo elettrochimico se non vengono prese particolari precauzioni (separazioni isolanti fra materiali diversi).

7.3.3 Turbine inserite nella rete di evacuazione delle acque usate

L'installazione di turbine in una rete per l'evacuazione delle acque usate è possibile unicamente nelle regioni in cui, a causa del particolare rilievo del territorio, le condotte presentano dislivelli interessanti.

La pianificazione di queste condotte viene effettuata secondo le direttive dell'Associazione svizzera dei professionisti della depurazione delle acque (ASPEE) e le relative norme SIA (canalizzazioni).

I principi applicabili alle turbine installate nelle reti di approvvigionamento in acqua potabile valgono anche nei casi in questione: è data priorità al trasporto dell'acqua.

Le maggiori difficoltà che in genere si incontrano sono determinate dal tipo di fluido turbinato: all'occorrenza si tratta di acqua carica di materiale solido e sovente di corpi estranei che possono compromettere in breve tempo il funzionamento della turbina.

Si tratta dunque di prevedere inizialmente un concetto di evacuazione e di trattamento delle acque che tenga conto della turbina.

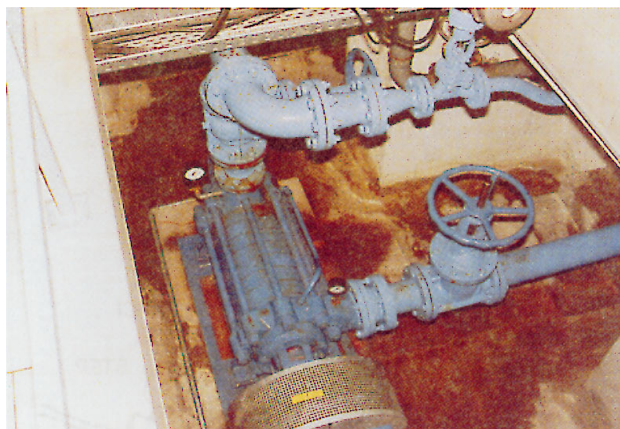
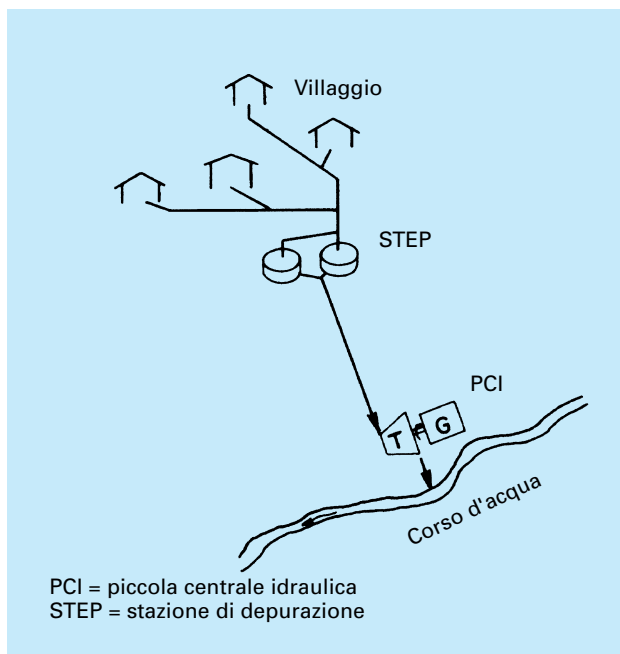
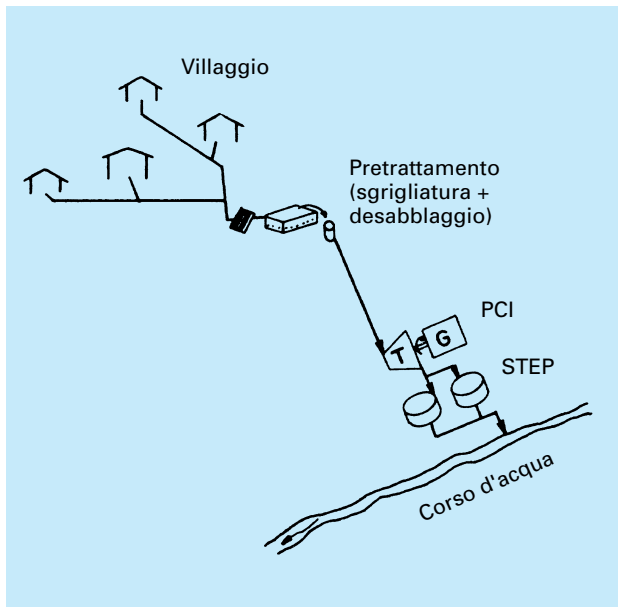


Figura 7.4 - Pompa inversa funzionante come turbina, con valvola automatica di by-pass, nell'adduzione d'acqua del comune di Boudry (NE).



Schema 7.5 a) - Concetto di evacuazione con turbinaggio delle acque usate. Piccola centrale situata dopo la STEP e che turbinata acqua depurata.



Schema 7.5 b) - Concetto di evacuazione con turbinaggio delle acque usate. Piccola centrale posta a monte della STEP e che turbinava acqua pretrattata.

I seguenti due casi possono essere figurati:

- a) La caduta utilizzabile è situata fra l'uscita della STEP e il torrente nel quale è immessa l'acqua depurata. La piccola centrale utilizza dunque acqua trattata e priva di materiale solido. Essa è posta in prossimità del punto nel quale la condotta si immette nel torrente. Per questa applicazione l'utilizzazione di una turbina tradizionale non pone particolari problemi.
- b) La caduta utilizzabile è situata fra l'uscita della rete di evacuazione dell'agglomerato e la STEP, posta nel fondovalle.

Una turbina convenzionale non può funzionare senza un trattamento preventivo dell'acqua, vale a dire prima che quest'acqua entra nella condotta forzata. Durante la pianificazione della STEP, questa dovrà essere divisa in due parti distinte: pretrattamento, consistente in desabblaggio e grigliatura all'uscita dalla zona abitata, trattamento dei fanghi e dell'acqua dopo la piccola centrale.

Questo concetto è possibile unicamente se l'inserimento della turbina viene considerato già in fase di studio dell'impianto di depurazione. A parte il pretrattamento a monte, il collettore, usualmente una canalizzazione a flusso libero, dovrà essere realizzato quale condotta sotto pressione.

7.4 Differenze cantonali e regionali

Le legislazioni e i regolamenti cantonali presentano fra loro numerose differenze. Inoltre, come visto, anche le tariffe applicate dalle diverse Aziende distributrici per la vendita e l'acquisto di energia sono estremamente diverse.

Trattare il problema nel dettaglio significherebbe aumentare a dismisura il volume di questa pubblicazione. Nell'ambito del programma PACER si è dunque pensato di creare delle schede cantonali nelle quali sono raccolte le informazioni e gli indirizzi utili a coloro che sono interessati alla pianificazione e alla costruzione di una piccola centrale.

Vedi appendice - Pubblicazioni del programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili, pagina 95.

8. Indirizzi utili

8.1 Autorità	71
8.1.1 Uffici federali	71
8.1.2 Servizi cantonali	71
<hr/>	
8.2 Organizzazioni e associazioni	72
<hr/>	
8.3 Dati e prescrizioni tecniche	72
8.3.1 Dati idrologici	72
8.3.2 Elettricità	72
8.3.3 Installazioni e condotte	72
<hr/>	
8.4 Finanziamento e promozione	73
8.4.1 Sostegno finanziario ai mulini	73
8.4.2 Associazioni di sostegno e promozione	73
8.4.3 Banche	73

8. Indirizzi utili

8.1 Autorità

8.1.1 Uffici federali

UFEE

Ufficio federale per l'economia delle acque
Effingerstrasse 77, Casella postale
3001 Berna

- * Sorveglianza sull'utilizzazione delle forze idriche
- * Statistiche

UFAFP

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio
Hallwylstrasse 4
3003 Berna

- * Questioni concernenti la protezione delle acque, i deflussi minimi, la pesca, le foreste e il paesaggio

UFE

Ufficio federale dell'energia
Belpstrasse 53
3003 Berna

- * Responsabile del programma DIANE (programma d'azione per l'applicazione di nuove tecniche energetiche). Progetto 10: piccole centrali idrauliche
- * Sovvenzione delle installazioni

UFPC

Ufficio federale dei problemi congiunturali
Belpstrasse 53
3003 Berna

- * Responsabile del programma d'impulso energie rinnovabili (PACER)

8.1.2 Servizi cantonali

La lista dei servizi cantonali competenti per le questioni relative alle piccole centrali figura nelle schede informative cantonali, citate al capitolo 7.4.

Vedi appendice - Pubblicazioni del programma d'impulso PACER - Energie rinnovabili, pagina 95.

8.2 Organizzazioni e Associazioni

ADUR

Association des usiniers romands
c/o Roger Galé
Pont de la Tine
1863 Le Sépey

- * Sezione romanda dell'ISKB, l'Associazione svizzera dei proprietari di piccole centrali idrauliche

INFOENERGIA

c/o Dipartimento del Territorio
6500 Bellinzona

- * Centro di informazione sulle questioni energetiche, in particolare per quanto concerne le energie rinnovabili

UCS

Unione delle centrali svizzere di elettricità
Casella postale 6140
8023 Zurigo

- * Associazione che raggruppa le aziende elettriche svizzere
- * Lista delle aziende elettriche
- * Condizioni tariffarie generali

8.3 Dati e prescrizioni tecniche

8.3.1 Dati idrologici

SIGN

Servizio idrologico e geologico nazionale
Hallwylstrasse 4
3003 Berna

- * Dispone dei dati idrologici relativi a tutto il territorio nazionale e li pubblica nell'«Annuario idrologico svizzero»

8.3.2 Elettricità

IFICF

Ispettorato federale per gli impianti a corrente forte
Chemin de Mornex 3
1003 Losanna

- * Prescrizioni, approvazione e controllo delle installazioni elettriche delle piccole centrali idroelettriche

8.3.3 Installazioni e condotte

ASCP

Associazione svizzera per il controllo degli impianti sottopressione
Casella postale 35
8030 Zurigo

- * Direttive per il calcolo e la costruzione di impianti industriali sottopressione
- * Organo di controllo di queste installazioni

ASPEE

Associazione svizzera dei professionisti per la depurazione delle acque
Casella postale 607 - 8027 Zurigo

- * Direttive concernenti la costruzione e l'esercizio delle reti e degli impianti di depurazione delle acque usate

SSIG

Società svizzera dell'industria del gas e delle acque
Casella postale 658 - 8027 Zurigo

- * Direttive concernenti la costruzione e l'esercizio delle reti di adduzione e di distribuzione dell'acqua potabile

8.4 Finanziamento e promozione

8.4.1 Sostegno finanziario ai mulini

AFB

Amministrazione federale dei cereali
Hallwylstrasse 15
3003 Berna

* Sussidi e prestiti senza interessi ai mulini che fabbricano farina panificabile

8.4.2 Associazioni di sostegno e promozione

ADER

Associazione per lo sviluppo delle energie rinnovabili
1132 Lully

* Promozione / finanziamento / sviluppo delle energie rinnovabili

ADEV

Comunità di lavoro per l'approvvigionamento energetico decentralizzato
Casella postale
4410 Liestal (uffici anche a Berna e Biberstein)

* Partecipazione / finanziamento delle piccole centrali

Energie Plus!

Associazione per la promozione delle energie rinnovabili
Casella postale 742
3550 Langnau (BE)

* Partecipazione / finanziamento delle piccole centrali

8.4.3 Banche

BAS/ABS

Banca alternativa svizzera
Leberngasse 17
4600 Olten

BCL

Banca associativa libera
Oberer Zielweg 60
4143 Dornach

* Prestiti a tasso ridotto per progetti che presentano un interesse ecologico

9. Glossario

Centrale idraulica a filo d'acqua:	centrale che turbinata un flusso istantaneo disponibile, senza accumulazione.
Centrale idraulica ad alta pressione (o a grande caduta):	centrale idraulica la cui altezza di caduta è superiore a 100 m.
Centrale idraulica a media pressione (o media caduta):	centrale la cui altezza di caduta è compresa fra 20 e 100 m.
Centrale idraulica a bassa pressione (o bassa caduta):	centrale la cui altezza di caduta è inferiore a 20 m.
Curva dei deflussi classati:	ripartizione annuale dei deflussi secondo la loro frequenza.
Deflusso disponibile:	deflusso disponibile naturalmente in un corso di acqua, o artificialmente in una rete di distribuzione di acqua o in un altro tipo di sistema di trasporto e distribuzione di un liquido.
Deflusso nominale (Q_a in l/s):	deflusso massimo utilizzabile per la piccola centrale idraulica.
Deflusso residuo:	deflusso rimanente a valle di una presa d'acqua.
Deflusso di dotazione:	deflusso prelevato sul quantitativo di acqua derivato e rimesso nel torrente a valle della presa per garantire il deflusso residuo minimo prescritto.
Eccedenza di acqua (o troppo pieno):	acqua in eccesso, ossia la differenza fra il deflusso disponibile e quello utilizzato.
Altezza di caduta (in metri):	dislivello fra l'inizio (presa d'acqua) e la fine del tratto di utilizzazione dell'acqua (uscita del canale di fuga della centrale).
Altezza di caduta netta:	altezza di caduta meno le perdite di carico.
Microcentrale idroelettrica:	centrale idraulica la cui potenza ai poli del generatore è inferiore a 300 kW.
Perdite di carico:	perdite di altezza di caduta o perdite di pressione dovute alla velocità di scorrimento e all'attrito dell'acqua contro le pareti dei tubi e nei diversi elementi quali valvole, saracinesche, griglie, ecc.
Prezzo di produzione dell'elettricità in centesimi per kWh:	spese necessarie per produrre, trasportare e distribuire un kWh di energia elettrica.
Produzione di energia in kWh:	energia prodotta da una centrale (quale confronto, un apparecchio TV a colori consuma circa 0,2 kWh in un'ora).
Potenza in kW:	lavoro prodotto per unità di tempo (quale confronto, un'automobile utilitaria ha una potenza di ca. 40 kW). L'unità CV (cavallo) utilizzata fino a qualche anno fa corrisponde a 0,735 kW.
Potenza installata in kW:	potenza misurata all'albero della turbina.
Regime di scorrimento:	ripartizione caratteristica dei deflussi durante un anno in un posto ben definito del corso d'acqua.
Rendimento:	rapporto fra la potenza resa da una macchina o da un impianto e la potenza introdotta. Per una piccola centrale, potenza elettrica divisa per la potenza idraulica.

Allegati

Allegato A	79
Principali Leggi e Ordinanze federali	
<hr/>	
Allegato B	81
Valutazione di un potenziale di forza idraulica	
B1. Stima della potenza	81
B2. Deflusso disponibile	82
B3. Scelta del deflusso nominale della piccola centrale	83
B4. Dimensionamento di una istallazione e valutazione della produzione annua	84
<hr/>	
Allegato C	87
Stima della redditività di una piccola centrale	
C1. Basi	87
C2. Investimenti e oneri finanziari	88
C3. Costi d'esercizio	90
C4. Redditi e benefici	91
C5. Esempio	91
<hr/>	
Allegato D	93
Svolgimento di un progetto di piccola centrale	

Allegato A

Principali Leggi e Ordinanze federali

1. I principi che reggono l'utilizzazione delle forze idriche sono iscritti nell'**articolo 24 bis della Costituzione federale (CF del 7.12.1975)**. Vi sono definite le regole di base concernenti l'utilizzazione delle acque per la produzione di energia (capoverso 1 lett.b), le disposizioni generali per il mantenimento dei deflussi minimi (capoverso 2 lett.a), l'attribuzione del diritto d'acqua così come i dati concernenti le tasse (capoverso 3).

2. La **Legge federale sull'utilizzazione delle forze idriche del 22.12.1916 (RS 721.80)** è stata creata per applicare gli articoli costituzionali. È applicabile alle microcentrali di potenza inferiore a 300 kW e parzialmente alle installazioni di potenza inferiore a 73.5 kW (100 HP), (vedi l'Ordinanza del 26.12.1917, RS 721.801, che limita l'applicazione della Legge federale sull'utilizzazione delle forze idriche per quanto concerne le piccole centrali).

3. Accanto agli interessi direttamente toccati dalle piccole centrali idrauliche, la legislazione impone di tener conto della protezione delle acque, in particolare della pesca, della natura, del paesaggio, dell'ambiente, così come la pianificazione del territorio.
 - 3.1 **La legge federale sulla pesca, del 14.12.1973 (LFP, RS 923.0)** definisce le autorizzazioni relative agli interventi tecnici (art.24), le misure che devono essere prese nel caso di nuove installazioni, in particolare i deflussi minimi (art. 25, in parte modificata, vedi punto 3.4) e quella concernenti gli impianti esistenti (art. 26).

 - 3.2 Nella **Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio del 1.7.1966 (LFPNP, RS 451)** e nell'**Ordinanza del 16.1.1991 (RS 451.1)**, sono definiti i punti più importanti per la protezione della natura e del patrimonio nell'ambito delle competenze federali, degli animali, delle piante, dei biotopi e della vegetazione delle rive.

 - 3.3 **La Legge federale sulla protezione dell'ambiente del 7.10.1983 (LFPE, RS814.01)** si pronuncia in termini generali sull'utilizzazione delle acque da parte delle microcentrali (art. da 1 a 10).

- 3.4 La **Legge federale sulla protezione delle acque del 24.01.1991 (LFPA, RS 814.20)**, approvata in votazione federale il 17 maggio 1992, regge, per quanto concerne in modo particolare le piccole centrali, i deflussi minimi, la protezione delle falde sotterranee, i detriti flottanti così come lo spurgo dei bacini.
- 3.5 L'**Ordinanza generale sulla protezione delle acque del 19.7.1972 (RS 814.201)** precisa le questioni sulla concessione, l'autorizzazione e le tasse (art. 8) nel quadro dell'utilizzazione delle acque da parte delle centrali idrauliche.
- 3.6 L'**Ordinanza sull'eliminazione delle acque usate dell' 8.12.1975 (RS 814.225.21)** fissa gli obiettivi in materia di qualità delle acque correnti e di quelle di ritenuta.
- 3.7 La **Legge federale sulla pianificazione del territorio del 22.06.1979 (LFPT, RS700)** e l'**Ordinanza sulla pianificazione del territorio del 2.10.1989 (RS 700.1)** regolano la costruzione fuori zona così come l'attribuzione delle concessioni e delle autorizzazioni relative ai progetti d'utilizzazione dell'acqua.
- 3.8 Il **Decreto federale sull'impiego parsimonioso e razionale dell'energia del 14.12.1990 (decreto sull'energia, DE, RS 730.0)** obbliga le aziende di distribuzione a ritirare ad un prezzo promozionale l'energia prodotta dagli autoproduttori.

Allegato B

Valutazione di un potenziale di forza idraulica

Come già ricordato la forza idrica può essere fornita da un corso d'acqua, ma anche da una rete di adduzione, di distribuzione, di evacuazione di acqua oppure da un processo industriale.

Le indicazioni seguenti dovrebbero facilitare la valutazione della potenza e dell'energia forniti da una piccola centrale.

B1. Stima della potenza

La potenza media di una piccola centrale può essere grossolanamente calcolata attraverso la formula:

$$P_{el} = \frac{7 \times Q_m \times H_n}{1000} \quad (1)$$

in cui:

P_{el} Potenza elettrica media ai poli del generatore in kW (*)

Il coefficiente 7 tiene conto delle perdite e del rendimento della turbina, del generatore e di un'eventuale sistema di trasmissione (cinghia, riduttore a ingranaggi). Questo significa che solamente il 70% della potenza idraulica disponibile è trasformato in energia elettrica.

Q_m Portata media annua in litri/secondo (la determinazione di questa grandezza è definita in modo più preciso nel capitolo B2).

H_n Caduta netta in metri.
La caduta netta, o differenza di pressione utilizzabile, si calcola partendo dalla caduta globale disponibile, dalla quale sono dedotte le perdite di carico (vedi anche capitolo 2.2).

Di regola il canale di derivazione, la condotta forzata e il canale di fuga a valle della centrale, dovrebbero essere dimensionati in modo che la somma delle perdite di carico non sia superiore al 15% della caduta globale.

(*) Unità e definizioni vedi glossario.

B2. Deflusso disponibile

La caduta globale può essere determinata direttamente sul posto, per piccole altezze, con l'aiuto di strumenti relativamente semplici (livello, teodolite), oppure attraverso una carta 1:25000 nel caso di dislivelli importanti.

La determinazione della portata media risulta invece più complessa. In effetti, nella maggior parte dei casi, non esistono dei rilevamenti concernenti appunto le portate medie.

L'utilizzo del tempo necessario per l'acquisizione di questi dati è sempre giustificato. In effetti queste informazioni permettono di evitare spiacevoli sorprese quando la centrale è messa in servizio, come per esempio constatare che l'impianto risulta troppo grande e di conseguenza molto costoso in rapporto alla quantità di acqua disponibile.

Sui corsi d'acqua di una certa importanza la Confederazione, i cantoni o singoli privati registrano, attraverso stazioni di misura, i dati più significativi.

I progetti di piccole centrali dovrebbero essere realizzati unicamente se per il luogo definito sono disponibili **misure di portata effettuate almeno sull'arco di un anno intero.**

I risultati saranno confrontati con i dati forniti dalle stazioni ufficiali poste nella regione. Se le portate misurate non corrispondono ad un regime caratteristico medio del corso d'acqua, dovranno essere corretti in funzione degli anni idrologicamente favorevoli o meno, tenendo conto delle precipitazioni.

Le dimensioni di una microcentrale sono determinate partendo dalla curva detta delle portate classate. Questa è ottenuta introducendo le portate istantanee (curva cronologica) in un secondo diagramma (vedi figura B1) in funzione della loro grandezza e della loro frequenza.

La curva delle portate classate indica il numero di giorni annui in cui una determinata portata non è raggiunta oppure superata.

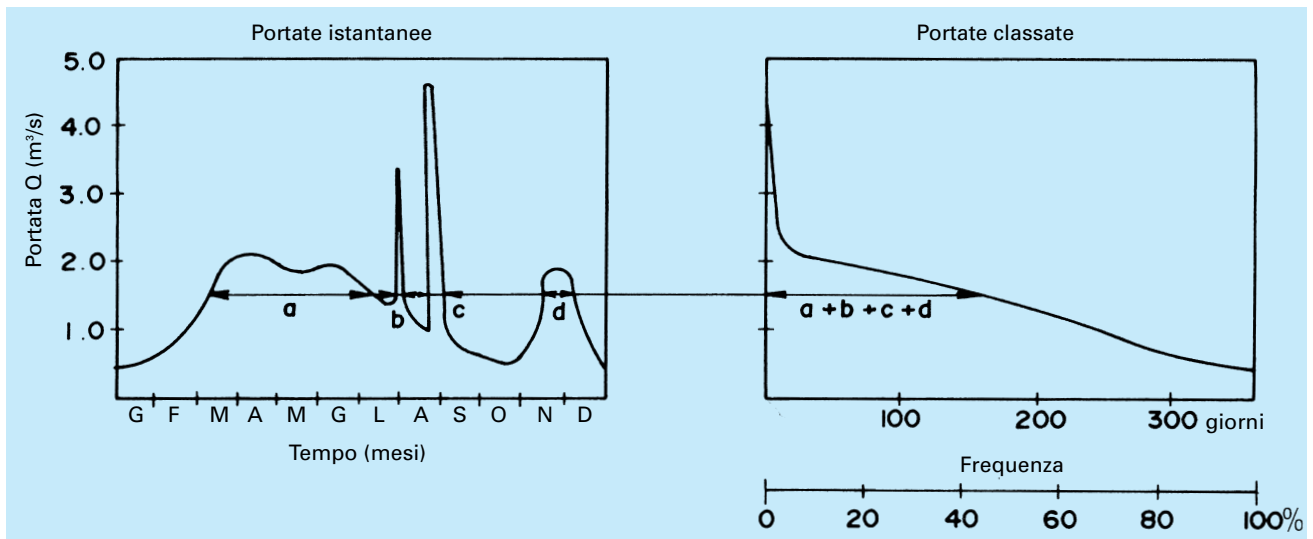


Figura B.1 a) - Curva cronologica delle portate misurate.

Figura B.1 b) - Curva delle portate classate calcolate a partire dalla curva cronologica.

B3. Scelta del deflusso nominale della piccola centrale

In vista del rendimento massimo è giustificato utilizzare la maggior quantità di acqua possibile.

La **portata nominale**, o portata massima utilizzabile dalla turbina, non corrisponde che raramente alla quantità di acqua effettivamente disponibile:

- una portata minima deve essere mantenuta in permanenza nel torrente fra la presa d'acqua e l'uscita del canale di fuga della centrale (deflusso minimo), (vedi anche capitolo 3 protezione della fauna e della flora). La restituzione dell'acqua con questo fine è chiamata obbligo di dotazione;
- dalla portata disponibile bisogna ancora dedurre la parte non utilizzabile delle piene, l'acqua utilizzata per eliminare i depositi di materiale e i sedimenti nella presa d'acqua e nel canale (spurgo), così come le perdite attraverso fessure o elementi non ermetici.

Queste differenti portate sono indicate nelle illustrazioni 3.1 e B2.

La portata nominale verrà scelta dopo aver sottratto le diverse perdite menzionate dalla curva delle portate misurate. Servirà quale base per il dimensionamento delle componenti della piccola centrale, eccezion fatta per la presa d'acqua che deve essere concepita in funzione delle piene.

La superficie tratteggiata sotto le curve corrisponde all'energia idraulica disponibile.

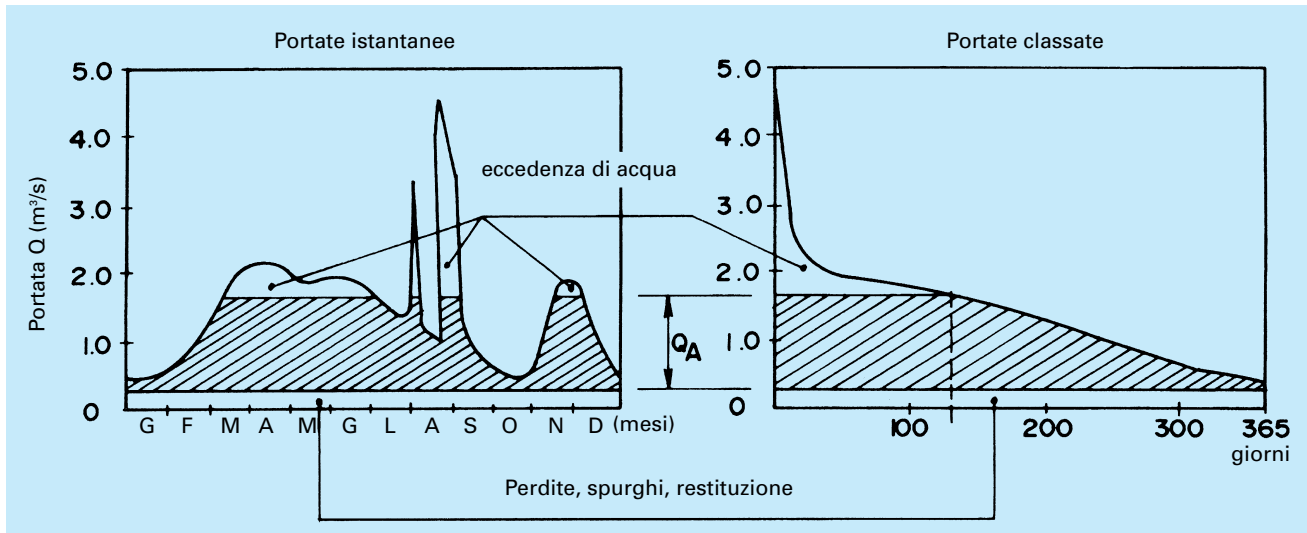


Figura B.2 - Definizione della portata nominale sulle curve di portata istantanea e di portata classata.

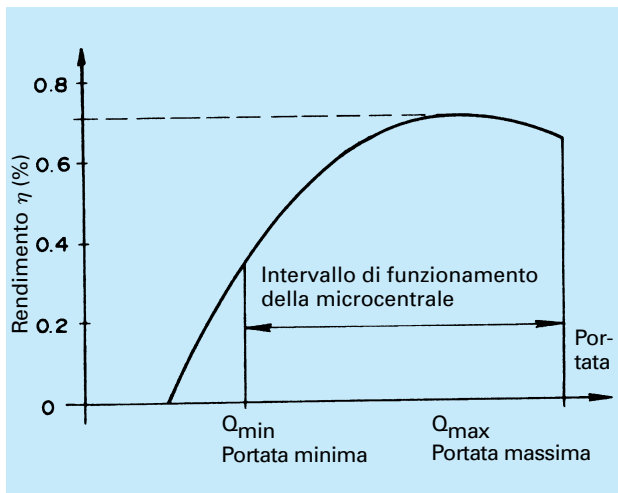


Figura B.3 - Evoluzione del rendimento di una piccola centrale in funzione della portata.

Potremmo supporre che una portata nominale il più grande possibile abbia quale conseguenza una migliore produzione di energia e un rendimento ottimale dell'impianto.

Ciò non è però in realtà il caso, in quanto una turbina non funziona con la medesima efficacia nel caso si abbia una portata ridotta o una portata elevata. Il rendimento della turbina e del generatore (capitolo 2.2) si riduce in modo sensibile, a seconda del tipo, per portate inferiori al 20 - 40% del valore nominale. La potenza prodotta diventa allora così piccola che l'impianto non ha più ragione di restare in servizio.

La figura B.3 evidenzia il calo del rendimento di un gruppo turbogeneratore in funzione della diminuzione della portata.

B4. Dimensionamento di una installazione e valutazione della produzione annua

Il dimensionamento della turbina, sulla base della portata nominale data, dipende dal modo d'esercizio previsto: produzione di elettricità in parallelo sulla rete o in regime isolato.

L'esercizio **in parallelo** viene scelto quando il produttore è costantemente allacciato alla rete; ha così la possibilità di immettere l'energia eccedente

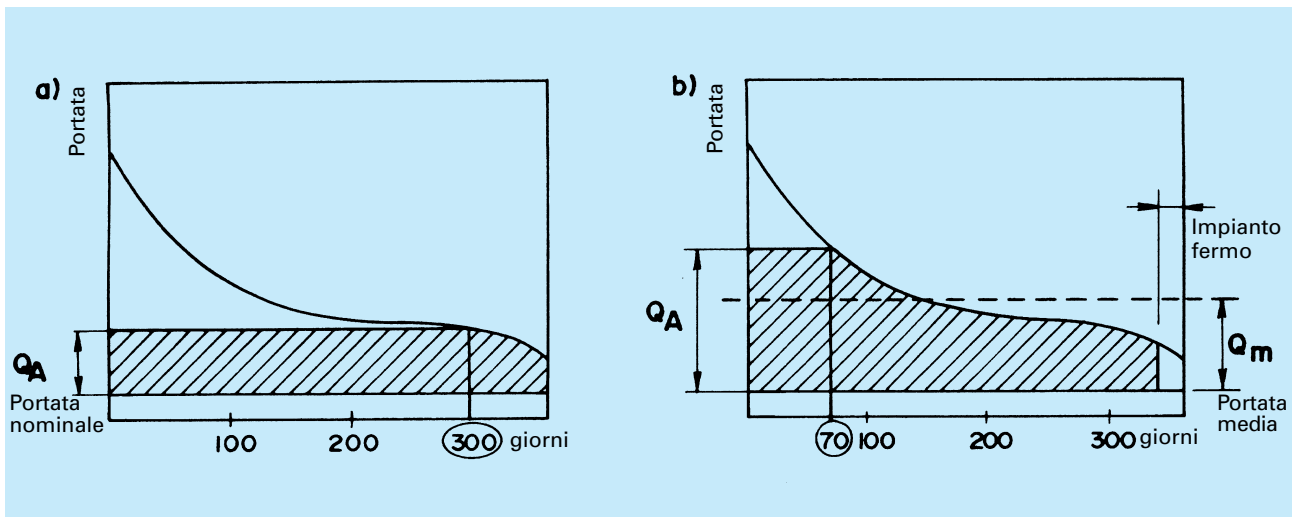


Figura B.4 a) - Portata nominale di una piccola centrale sulla curva delle portate classate funzionante in regime isolato.

Figura B.4 b) - Portata nominale di una piccola centrale sulla curva delle portate classate funzionante in parallelo sulla rete.

e completare i suoi bisogni quando questi superano la produzione momentanea della piccola centrale.

Il funzionamento in **regime isolato** è scelto soprattutto nel caso di utilizzatori troppo discosti dalla rete di distribuzione per esservi allacciati (alpi, piccoli gruppi di abitazioni montane) Una combinazione delle due forme di regime è valida unicamente se la centrale deve svolgere anche una funzione di gruppo di soccorso, nei casi per esempio in cui la rete è fuori servizio.

Nel caso di impianti **funzionanti in regime isolato** è molto importante esaminare anche gli aspetti legati al consumo di energia (gestione dell'energia), oltre quelli della produzione.

In effetti il fabbisogno degli utilizzatori deve poter essere coperto anche quando, nei periodi in cui la portata è ridotta, la microcentrale eroga la potenza minima; a meno che sia previsto un gruppo elettrogeno di supporto.

In generale la portata nominale di una piccola centrale in regime isolato è quella raggiunta o superata durante almeno 250 giorni annui. Si tratta di un valore indicativo che può variare a seconda del luogo e del periodo di utilizzo (tutto l'anno oppure, per es. in montagna, stagione estiva).

Per quanto concerne gli impianti **funzionanti in regime parallelo** l'obiettivo è quello di produrre la maggiore quantità di energia possibile. La portata nominale è rappresentata dal valore superato durante un periodo che va da 60 a 120 giorni al

l'anno. Il valore esatto viene scelto tenendo conto della variazione del rendimento della turbina in funzione della portata e dell'andamento della curva delle portate classate.

La portata annua media Q_m alla turbina, definita nel capitolo B1, può essere calcolata partendo dalla curva delle portate classate (trasformazione della superficie tratteggiata sotto la curva in un rettangolo di uguale superficie e altezza Q_m). Introducendo i valori della portata media e della caduta nella formula (1) del capitolo B1, si determina la potenza elettrica media P_{el} dell'impianto. La produzione annua di energia viene calcolata moltiplicando la potenza elettrica per il numero di ore di esercizio.

Considerando che durante un certo numero di ore l'installazione è fuori servizio per i normali lavori di manutenzione e talvolta a causa delle piene, è ragionevole considerare come riferimento un esercizio di 8500 ore all'anno,

$$E = 8500 \times P_{el} \quad (2)$$

E : produzione media di energia in kWh all'anno.

P_{el} : potenza elettrica media in kW, secondo la formula (1).

Allegato C

Stima della redditività di una piccola centrale

C1. Basi

La redditività di un impianto è ottenuta confrontando i costi annui con i ricavi.

Fattore determinante risultano essere i dati idrologici (acqua disponibile, vedi allegato B) che influenzano la quantità di energia che può essere prodotta.

Per quanto concerne invece i costi, bisognerà considerare gli investimenti per la costruzione e gli oneri di esercizio.

I ricavi dipendono anche dal modo in cui si riesce a valorizzare l'energia prodotta.

La maggior copertura possibile del fabbisogno proprio, rimpiazzando così gli acquisti dall'azienda distributrice, risulta senza dubbio molto vantaggiosa rispetto all'immissione in rete. Salvo rare eccezioni infatti il prezzo pagato per l'energia ceduta alla rete è inferiore al prezzo di vendita delle aziende.

La redditività di una piccola centrale può essere valutata con l'aiuto dello schema di calcolo della tabella C.1. Nelle condizioni attuali i progetti sono sovente al limite della redditività ed è utile farli analizzare da un ingegnere specializzato neutro, che possa determinare se la realizzazione di un nuovo impianto o l'ammodernamento di uno esistente siano sostenibili dal punto di vista economico.

Costi	
Investimenti	Oneri annui
- Genio civile	Interessi e ammortamento del capitale investito
- Turbina e generatore	+
- Comandi e regolazioni	Spese di esercizio e di manutenzione;
- Costi annessi	imposte; tasse e assicurazioni
	Totale spese annue
Benefici	
Produzione di energia in kWh all'anno	Reddito annuo
	Consumo proprio (= energia propria invece di acquisti) x prezzo di acquisto
	+
	Immissione nella rete x prezzo di ripresa
	Totale reddito annuo
Confrontare: reddito con costi	

Tabella C.1 - Schema di calcolo per valutare la redditività di una microcentrale.

C2. Investimenti e oneri finanziari

I costi d'investimento possono essere ripartiti secondo la tabella seguente (tabella C.2). A dipendenza del tipo di installazione certi investimenti non sono infatti necessari (p.esempio le turbine che funzionano in una rete di distribuzione di acqua potabile non implicano investimenti per uno sbarramento o un canale di derivazione). I valori percentuali indicati nella tabella C.2 sono approssimativi e possono variare di caso in caso.

Categoria di costi	Percentuale dell'investimento	Durata dell'ammortamento totale
Opere del genio civile (sbarramento, presa d'acqua, dissabbiatore, canali, edifici, ecc.) Costruzioni metalliche (saracinesche, griglie, sgrigliatore, ecc.) Condotte forzate	25 - 55 %	25 - 30
Componenti elettromeccanici (turbina, generatore, regolazione, comandi, ecc.)	20 - 50 %	15 - 20
Costi annessi (studi, direzione lavori, messa in servizio, procedure di autorizzazione, ecc.)	10 - 20 %	15 - 20
Diversi e imprevisti	10 %	15 - 20

Tabella C.2 - Ripartizione dei costi e durata d'ammortamento delle componenti di una piccola centrale.

Sulla base di questi dati si dovrà valutare una durata media di ammortamento per poter stimare gli oneri finanziari dovuti alla realizzazione dell'impianto.

Per una piccola centrale completa che comporta opere di genio civile si può ragionevolmente considerare un periodo di ammortamento da 20 a 25 anni.

È difficile dare valori precisi sui **costi specifici**, ossia gli investimenti per unità di potenza installata (Fr/kW), data la diversità fra i tipi di impianto e di applicazione (centrali a filo d'acqua, in reti di distribuzione dell'acqua potabile, ecc.). I valori approssimativi indicati nella tabella C.3 possono comunque essere utilizzati per una prima valutazione sommaria.

In molti casi dall'investimento totale per la piccola centrale bisogna dedurre gli oneri che sarebbero in ogni caso necessari, ad esempio per il rifacimento di una rete di acqua potabile o per misure di protezione contro le piene su un torrente.

Tipo di impianto	Potenza: 100 a 200 kW	20 a 50 kW
Rinnovamento Unicamente parte elettrica (generatore, regolazione) Elettromeccanica (turbina, generatore, comandi)	Fr. 500.-/kW	Fr. 1000.- /kW
	Fr. 2000.-/kW	Fr. 4000.- /kW
Ammmodernamento Turbina, parte elettrica e opere idrauliche	Fr. 4000.-/kW	Fr. 8000.- /kW
Nuova costruzione	più di Fr. 8000.-/kW	più di Fr. 12000.-/kW

Tabella C.3 - Investimenti specifici per le piccole centrali idrauliche (valori indicativi 1992).

Eventuali sovvenzioni dovranno pure essere sottratte (vedi capitolo 6) e il saldo degli oneri di investimento sarà convertito in annualità considerando un **fattore che tenga conto degli interessi e dell'ammortamento** dei capitali necessari per la costruzione: fondi propri o prestiti.

Nel caso in cui si potrà beneficiare di tassi d'interesse ridotti su parte del capitale, un tasso medio dovrà essere calcolato in funzione dei diversi tassi parziali.

È giudizioso dedurre il tasso di inflazione relativo all'interesse del capitale investito; gli oneri derivanti dall'investimento e dall'esercizio potranno così essere considerati a valore fisso per tutta la durata dell'ammortamento.

La tabella C.4 indica i fattori delle annualità per differenti tassi di interesse e durata di ammortamento.

Durata di ammortamento in anni	Tasso di interesse corretto (tasso attuale meno inflazione) 2%	3%	4%	5%	6%	7%
10	0.111	0.117	0.123	0.130	0.136	0.142
15	0.078	0.084	0.090	0.096	0.103	0.110
20	0.061	0.067	0.074	0.080	0.087	0.094
25	0.051	0.057	0.064	0.071	0.078	0.086
30	0.045	0.051	0.058	0.065	0.073	0.081

Tabella C.4 - Fattori delle annualità.

C3. Costi d'esercizio

I valori approssimativi relativi agli oneri d'esercizio e di manutenzione sono espressi quale % degli oneri d'investimento.

Ricordiamo che questi costi non comprendono la parte dovuta al personale di esercizio della piccola centrale. Nella maggior parte dei casi gli impianti sono completamente automatizzati e non necessitano che di brevi controlli di routine (p.es. sugli impianti a filo d'acqua: presa d'acqua e sgrigliatore) nonché la lettura dei contatori e degli altri strumenti di misura. Queste spese sono sovente comprese nella fattura di manutenzione generale di un edificio dell'azienda o del servizio comunale interessato.

I costi totali annui relativi alla piccola centrale comprenderanno dunque gli interessi e gli ammortamenti (paragrafo C.2) più gli oneri d'esercizio e di manutenzione, che ammontano a circa 8 a 12% dell'investimento.

Tipo di costo	Tasso degli oneri annui	Referenza per il calcolo degli oneri
1. Turbina e parte elettrica	3 a 6 %	Investimento per le componenti specificate
2. Sbarramento, presa d'acqua e condotta forzata	1,2 a 1,6 %	Investimento per le opere specificate
3. Edificio della centrale e installazioni annesse	0,4 a 0,6 %	Investimento per le opere specificate
4. Tasse, imposte, assicurazioni amministrazione	0,8 a 1,5 %	Investimento totale

Tabella C.5 - Valori approssimativi degli oneri annui per l'esercizio e la manutenzione delle piccole centrali.

C4. Redditi e benefici

Il modo con il quale si utilizza l'energia prodotta determina la redditività della piccola centrale.

Fintanto che la produzione propria evita di ricorrere ad acquisti dall'azienda distributrice, il reddito dell'installazione corrisponderà alle minori spese che ne derivano (energia x prezzo di vendita + eventuali tasse di potenza + eventuale corrente reattiva).

Il prezzo dell'energia immessa nella rete, negoziato con l'azienda elettrica interessata, determinerà il reddito derivante dalla vendita di energia. Le fluttuazioni stagionali e giornaliere di tariffa non dovranno essere dimenticate nel calcolo, in quanto possono influenzare in maniera non trascurabile la redditività di una piccola centrale.

C5. Esempio

Piccola turbina nella rete di approvvigionamento in acqua potabile di un comune delle prealpi.

Dati base:

- Caduta netta $H_n = 120$ m (fra la camera nella quale confluiscono le captazioni e il serbatoio)
- Portata annua media $Q_m = 20$ litri/secondo

La turbina, il generatore e l'armadio di comando possono essere installati nel locale tecnico del serbatoio.

La condotta d'adduzione verrà sostituita nell'ambito di un risanamento.

Potenza elettrica media, secondo la formula (1):

$$P_{el} = \frac{7 \times Q_m \times H_n}{1000} = \frac{7 \times 20 \times 120}{1000} = 16,8 \text{ kW}$$

Produzione annua di energia, secondo la formula (2):

$$E = 8500 \times P_{el} = 8500 \times 16,8 = 142800 \text{ kWh}$$

Investimenti

Turbina, installazioni elettriche e raccordo alla rete Fr. 4'000.-/kW x 16.8 kW:	Fr. 70'000.-
Lavori necessari nel serbatoio per la turbina ed il generatore, modifiche alla camera di captazione (camera di carico):	Fr. 15'000.-
Costi supplementari per la condotta (DN125 invece di DN80 senza turbina) lunghezza 250 metri:	Fr. 5'000.-
Oneri annessi (partecipazione per progettazione e direzione lavori, domanda d'autorizzazione e tasse):	Fr. 13'000.-
Diversi e imprevisti:	Fr. 10'000.-
Investimento totale:	Fr. 113'000.-

Spese annue

Durata media d'ammortamento 20 anni, interesse 8.5%, inflazione 4.5%, fattore di annualità della tabella C.4. (4% per 20 anni): 0.074 x 113'000.-	Fr. 8'362.-
Esercizio e manutenzione (solo turbina e parte elettrica, manutenzione del serbatoio e della condotta nell'ambito dell'approvvigionamento in acqua): 5% di 70'000.-	Fr. 3'500.-
Tasse e assicurazioni, amministrazione (nessuna tassa di concessione poichè trattasi di acqua potabile)	Fr. 1'000.-
Totale spese annue:	Fr. 12'862.-

Prezzo di produzione dell'energia

Oneri annui Fr.12'862.- per 142800 kWh	Fr. 0.09/kWh
--	--------------

Redditività

Prezzo medio di acquisto dell'elettricità: 12 centesimi al kWh
(tutta la produzione alimenta la rete comunale)

Ricavi annui: 142800 kWh x 0.12 Fr/kWh:	Fr. 17'136.
Beneficio annuo (ricavi meno spese):	Fr. 4'274.-

(Prezzo: base di calcolo anno 1992)

Allegato D

Svolgimento di un progetto di piccola centrale

Tappe del progetto	Durata	Lavori da eseguire	Autorità / organizzazioni persone competenti
Raccogliere i dati (sovente il promotore stesso)	min. 1 mese se misure della portata sono disponibili, altrimenti min. 1 anno	Dati topografici (piani). Determinazione portate. Organizzazione della gestione.	Geometra. Banca dati idrologici.
Pre-studio	ca. 2 mesi	Primo concetto. Studio varianti. Fattibilità tecnica e economica. Informazione dei proprietari e delle organizzazioni interessate. Contatti con le autorità, servizi competenti e azienda elettrica. Contatti con istituti bancari e associazioni per il finanziamento. Preventivi.	Autorità responsabile per la concessione. Servizi competenti. Associazioni: – protezione del paesaggio, – pescatori – altri (*)
Avanprogetto o progetto di concessione	min. 6 mesi	Scelta della variante e studio. Domanda di concessione e ev. rimozione delle opposizioni. Negoziazioni per la concessione (diritti e obblighi particolari). Ev. modifica del progetto. Rilascio della concessione.	Autorità competente per il rilascio della concessione e servizi ufficiali specializzati. Ufficio federale per l'economia delle acque.
Progetto definitivo	min. 6 mesi	Studio del progetto di costruzione. Domanda di autorizzazione per esercizio in parallelo con la rete. Domanda della licenza di costruzione. Licenza di costruzione.	Autorità comunali e cantonali. Azienda elettrica. Ispettorato federale per gli impianti a corrente forte.
Progetto esecutivo	6-12 mesi	Progetto esecutivo. Capitolati d'offerta. Attribuzione appalti. Costruzione.	
Messa in servizio	max. 1 mese	Messa in servizio e prova. Protocollo di ricezione. Messa in esercizio.	
Durata totale	1-3 anni		

(*) In funzione dell'ampiezza e dell'impatto del progetto previsto.