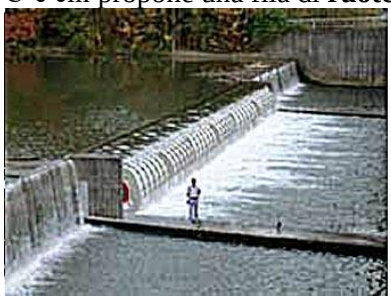
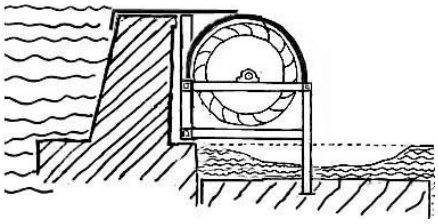
Microidroelettrico - Energia direttamente dall'alveo dei fiumi? (aggiornamento 18.8.2016)

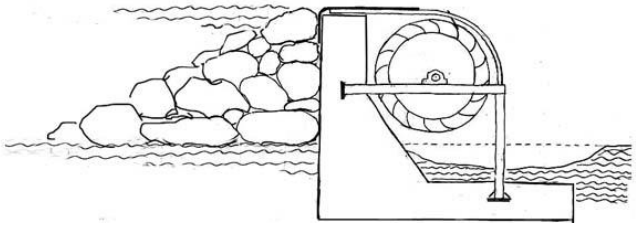
C'è chi propone una fila di **ruote idrauliche** (www.wasserrad-drews.de/2index.html immagine a sinistra),





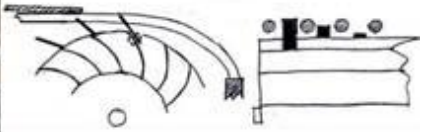
In effetti oggi sarebbe molto più facile di un tempo fare ruote molto "lunghe", posizionarle sotto le briglie e così macinare tutta l'acqua che passa senza doverla derivare, ma si può dubitare che possano resistere alle piene e al transito dai detriti. Inoltre le ruote idrauliche furono abbandonate perché hanno un rendimento non elevatissimo e, a parità di potenza, sono moltissimo più ingombranti e più pesanti delle turbine.

Tuttavia alcuni test dimostrano che la potenza di una ruota di piccolo diametro (150-200 cm) è doppia di quella calcolabile in base ai testi tecnici, questo perché la reale velocità di rotazione è doppia di quella teorica (vedi a pag. 7) e ciò riapre il discorso, anche perché le turbine e le coclee **richiedono costose opere di derivazione,** sono **"impattanti"** sull'ambiente**, devono lasciare il una certa quantità d'acqua (DMV) nel fiume** e possono richiedere **costosi sgrigliatori e/o desabbiatori e/o paratie.** Se poi la briglia dovesse mancare sarebbe facile costruirla sfruttando la stessa struttura della ruota (per diametri "piccoli" si può evitare la griglia semicircolare).



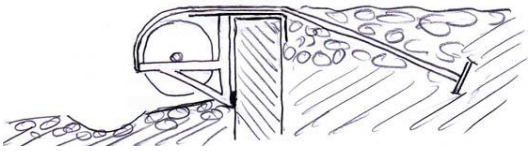
La soluzione proposta assomiglia alle "prese a trappola" (normalmente usate in montagna) con le ruote nascoste di sotto: di fatto si tratta solo di un allargamento della briglia ed anche una **protezione** della medesima: l'acqua cade più lontano dalla briglia e così non "scava sotto" come invece si vede succedere nella foto centrale in alto (dove la briglia è ormai "cavitata").

I problemi di resistenza e intasamento sembrano superabili utilizzando una particolare e robustissima griglia, la ruota e la griglia mostrate qui sotto hanno sopportato bene il transito di grossi massi, tronchi e detriti. In questo prototipo sono presenti alcune lamelle a pettine (schizzo a sinistra): dopo due stagioni di funzionamento non sono però risultate necessarie, ma potrebbero servire con ghiaccio abbondante e prolungato (situazione non verificatasi). A sinistra il prototipo (diametro di 100 cm) era privo di griglia e dotato di un alternatore particolare (adatto per i test perché può lavorare in acqua e ha un rendimento costate anche a bassissimi giri e per piccolissime potenze).



Nella pagina seguente si vede la ruota in fase di test net torrente Parmossa (a Capoponte dove s'immette nel Parma) assieme ad altri due griglie tradizionali. La ruota (collocata in gennaio 2015) è senza carico, gira in folle a 49 rpm invece dei 32 a cui si ottiene la potenza massima (vedi a pag. 8) perciò l'acqua non ha il tempo necessario per riempire del tutto le cassette e una parte transita all'esterno della ruota (in questo test si vuole solo verificare l'efficacia delle griglie e la resistenza della struttura alle piene).

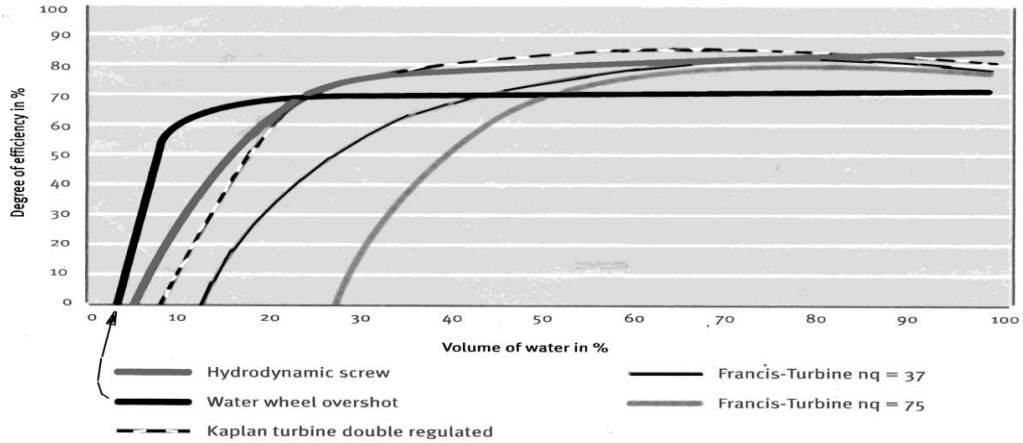
Dopo 4 mesi e una piena con un metro e mezzo d'acqua sulla briglia, le griglie a trappola fatte con ferri trapezoidali e tondi variamente distanziati, erano totalmente intasate, mentre la griglia curva posta sopra alla ruota era pulita (a sinistra nella foto di destra). Dopo altri 4 mesi la ruota girava perfettamente (anche gli economici cuscinetti oscillanti hanno resistito). A settembre le griglie intasate sono stare ripulite in attesa del transito delle foglie (fenomeno critico per tutte le griglie). A fine settembre le griglie tradizionali cominciavano ad essere intasate di foglie, ma la griglia curva era ancora pulita. In marzo 2016 e dopo intese piene la ruota è pulitissima e integra. ***Nell'agosto 2016 il materiale è stato rimosso e la ruota era ancora funzionante. Si noti che se la briglia può sopportare un incremento del carico verticale, la ruota potrebbe essere fissata come in questo schizzo***



cioè evitando gli appoggi anteriori. La briglia resterebbe ugualmente protetta dalla cavitazione grazie all'avanzamento del punto di caduta dell'acqua. Questa ipotesi non è stata valutata nei conteggi economici che seguono, ma certamente consente un importante risparmio nei costi.

L'ipotesi è stata sottoposta a www.cirf.org (un'organizzazione che si occupa della tutela dei fiumi): **non vedono bene l'idea di moltiplicare le briglie**, però scrivono anche: *... **l'idea di base è buona**, e sicuramente questa tipologia di soluzione **annulla in partenza tutta una serie di impatti** molto significativi legati alla presenza dell'opera di presa, del tratto derivato e dell'opera di restituzione ... resta valida per tutte (e sono molte) le situazioni in cui a valle di uno studio geomorfologico si giunge alla conclusione che la traversa esistente è indispensabile e necessaria e che non è pensabile/sostenibile/utile prevederne una sua rimozione ai fini di una riqualificazione morfologica dei corpi idrici.* Pare che anche l'amministrazione pubblica oggi sia orientata a ridurre il numero delle briglie, ma vien da pensare che questo orientamento sia influenzato più dalla scarsità dei soldi che da un sereno e obiettivo ragionamento basato su tutti gli elementi in gioco. E' pure possibile che il giudizio di organizzazioni come la cirf sia un po' *di parte*. Comunque crediamo che l'ipotesi meriti d'essere esaminata più a fondo e senza pregiudizi, anche perché le briglie rallentano il deflusso delle piene e forse ciò potrebbe essere utile considerando **i disastri sempre più frequenti**. A questo si aggiunge la possibilità di accumulare acqua per combattere la siccità (vedi i successivi punti 13-14). Per la potenza resa sono state fatte **molte prove** (soddisfacenti) con **diversi modelli** fino al diametro di 150 cm (vedi pag. 8).

Naturalmente occorre dimostrare che la produzione di kWh e il loro costo è concorrenziale considerando anche che la presenza della ruota:
1) allunga la vita della briglia;
2) può processare tutta l'acqua in alveo, non danneggia fisicamente i pesci e non aumenta i problemi di risalita dei medesimi più di quanto faccia una briglia, anzi li migliora potendosi imporre al concessionario la costruzione della "scala per pesci" ove mancasse;
3) non richiede opere di presa e restituzione dell'acqua e nessun tratto di fiume viene privato di acqua.
4) risulta poco visibile (appare come un allargamento della briglia);
5) poiché tutti gli impianti sarebbero simili anche come impatto ambientale, una volta ottenuta una approvazione, le altre dovrebbero essere molto rapide e pochissimo costose (a meno che la burocrazia sovrasti il buon senso).
6) a differenza della coclea parte da sola senza ausilio dell'alternatore;
7) non richiede sofisticati sistemi di controllo e regolazione;
8) richiede poca manutenzione, compreso quella relativa al letto del fiume perché, se si mantiene la pendenza necessaria, non dovrebbero formarsi accumuli di detriti;
9) la presenza umana dovrebbe essere minima;
10) ha un rendimento quasi costante anche in presenza di forti diminuzioni della portata, vedi il sottostante estratto dal catalogo on-line della Ritz-Atro (produttore di coclee):



11) consente di suddividere le potenzialità di un sito in diversi impianti più piccoli e quindi meno problematici per avere le autorizzazioni (anche una singola fila di ruote potrebbe essere divisa in due: metà appoggiata alla riva destra e l'altra metà alla riva sinistra, col vantaggio di minori perdite in caso di manutenzioni).
12) consente di trasferire al privato concessionario dell'impianto il costo di mantenimento delle briglie e la costruzione di nuove briglie ove mancanti.
13) se l'alveo montano e collinare fosse tutto utilizzato in questo modo, la velocità del deflusso rallenterebbe

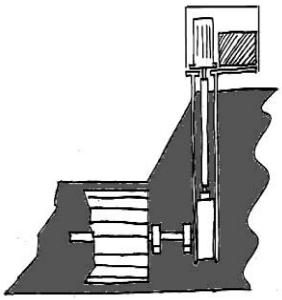
Test: a destra abbiamo due canaline larghe 5 cm e lunghe 3 metri col fondo di cemento granuloso. Sono inclinate al 3%, ma in una sono presenti 6 scalini di 1 cm cadauno che ne riducono la pendenza all'1%. Dove ci sono gli scalini il transito di un galleggiante avviene mediamente in 4 secondi, 3 dove non ci sono gli scalini. Non si sono trovate indicazioni precise sul reale rallentamento della velocità della corrente al diminuire della pendenza, però in un forum, una persona che afferma di occuparsi di sistemazioni fluviali, conferma questo 30% di rallentamento e conclude: *"... all'osso sai già qual è la mia opinione: la laminazione della portata liquida ... va dal non apprezzabile a scala di bacino grande al poco apprezzabile a scala medio/piccola. Per quanto attiene invece la portata solida il cambio di pendenza può essere determinante."*

e questo dovrebbe aiutare a contrastare le alluvioni (c'è più tempo per smaltire l'acqua); anche questo fatto può giustificare una parte del costo degli incentivi che la collettività paga per l'energia pulita.
14) se poi (ove possibile) a monte della briglia venisse scavato il fondo in modo da creare un laghetto, questo costituirebbe una riserva d'acqua da utilizzare nei periodi siccità, mentre la periodica asportazione di detriti dal medesimo laghetto fornirebbe i materiali inerti necessari per l'edilizia.

Dalle prove fatte (vedi "modelli e prove" a pag.6,7) risulta che una ruota **diametro 150 cm** al punto di max potenza resa dovrebbe **turbinare circa 135 litri/s** con una **potenza netta** (dopo l'inverter) di **1300 watt per ogni metro di larghezza** (si avverte che è pericoloso estrapolare dati per diametri diversi, il n.ro dei giri cambia in modo non facilmente calcolabile: meglio fare delle prove). L'energia potenziale è 135x1,5x9.81=1986 watt, quindi avremmo 1300:1986=**65% di rendimento complessivo** considerando **come salto il solo diametro della ruota.**
(per un diametro di 150 servirà un salto di circa 180 cm quindi il potenziale sarebbe 2383 e il rendimento reale 1300:2383=55%, ma per fare i conti è più comodo usare il diametro della ruota e il 65% di rendimento).

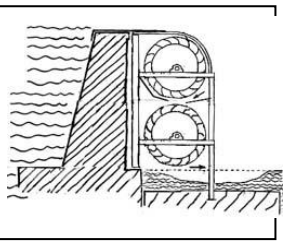
Il telaio e la ruota dovranno essere divisi in elementi di lunghezza ragionevole (direi max 3 metri). Gli elementi andranno collegati con giunti e l'asse comune porterà il movimento ad un **locale a bordo fiume** contenente il gruppo moltiplicatore + alternatore.

NB. Per potenze modeste, si potrebbe **lasciare tutto in alveo,** anche il gruppo moltiplicatore-alternatore-inverter (in zona protetta dalla piena, vedi schizzo a destra) che si potrebbe montare *pendolare* e trattenuto da un puntone. Ciò eviterebbe il locale per l'alternatore e di dover acquistare-affittare diritti dai proprietari a bordo fiume (ma per l'allacciamento? **VERIFICARE**).Con questa impostazione sarebbe più facile **dividere l'impianto in due** mettendo un generatore a destra e uno a sinistra e piazzandoli a livello diverso in modo che quando la portata scarseggia si possa far funzionare solo metà impianto (riducendo pure le perdite in caso di guasti e manutenzioni).



Aumentare il diametro della ruota consentirebbe incrementi più che proporzionali dei volumi macinabili (difficili da calcolare perché i giri calano) però le maggiori dimensioni rendono difficoltosa la costruzione e l'installazione. Ad una prima valutazione sembrerebbe **sconsigliabile superare i 2 metri di diametro.**

Con salti elevati (e portate modeste) si potrebbero usare **due ruote sovrapposte** come schizzato a destra, cosa vantaggiosa quando il livello del fiume sale perché la ruota superiore non viene disturbata mentre quella inferiore, girando nell'altro senso, aiuta ad allontanare i detriti e ciò consente di tenere più bassa la ruota e recuperare ciò che si perde di salto per alimentare la ruota inferiore.



Poiché la situazione sembra favorevole, si abbozza un **preventivo per un piccolo impianto** (inferiore ai 50 kW) che recentemente godeva del contributo di 0,22 al kWh (oggi non so).

Come localizzazione si ipotizza il torrente Parmossa (dove sono stati fatti i test) e per il quale è disponibile l'analisi http://www.ambiente.parma.it/allegato.asp?ID=932184 Da questo documento risulta un **volume derivabile massimo di 2 mc/s** , un volume medio annuale di 0,72 e DMV di 0,19. Osservando la curva delle portate parrebbe che il DMV, se macinato, sarebbe utilizzabile per 260 gg, quindi avremmo 0,19/365x260=0,13+0,72=**0,85 di volume medio annuale nell'ipotesi ruote** (media su 365 gg). La briglia utilizzata ha un salto di 3,5 metri, quindi la **potenza nominale** di un impianto ivi collocato sarebbe 0,85x3,5x9,81=**29 kW** e vi si potrebbero collocare 2 ruote sovrapposte da 1,5 m. Avremmo una **potenza massima** 2x3x9,81x0,65=**38 kW**, una **potenza media** 0,85x3x9,81x0,65=**16 kW** da cui 16x365x24**=140.000 kWh annui** (x0,22=31.000 euro di ricavo lordo annuo).

Certo **Coclee, Kaplan e Banki** produrrebbero di più perché rendono di più e sfruttano meglio il salto, bisogna perciò vedere se si può compensare con un costo inferiore e/o con i vantaggi numerati prima **1--->14.**

Dai dati esposti a pag. 3, per macinare 2 mc/s servono 5 ruote lunghe 3 metri (135x15=2025 l/s), 10 in totale.
Per 10 ruote (coppia sovrapposta) in lamiera zincata da 2,5 mm (12.000 kg circa) abbiamo un preventivo per circa 30.000 euro (meglio però usare ferro CORTEN, costa meno e resiste di più del ferro zincato).

Telai e griglie: circa 7.000 kg di ferro, diciamo altri 15.000 euro.

Per il basamento in cui annegare i piedi del telaio, ipotizziamo 4x1x20= 80 mc di cemento armato x 200 = 16.000 euro più i lavori di scavo e sistemazione massi eccetera, diciamo 4.000 euro, 20.000 in totale.

Si suppone anche di lasciare tutto in alveo (montaggio *pendolare* del moltiplicatore eccetera) e di usare asincrono + inverter (questo perché si vogliono sfruttare volumi molto variabili). **VERIFICARE** se è vero che oggi si può evitare il doppio inverter ("back to back" in gergo) uno per ottimizzare il generatore e l'altro verso la rete.

Per i costi burocratici si azzarda di stimarli in 10.000 euro (la derivazione non esiste e l'impatto ambientale è veramente minimo). Aggiungiamo 10.000 per il progetto. Per l'allacciamento in bassa tensione, col fotovoltaico, si pagano circa 3000 euro se si sta entro 1 Km, ipotizziamo quindi 5.000. Parrebbe che sotto i 50 kW basti andare in Comune (**VERIFICARE).** In totale 25.000.

10 ruote 1,5x3 zincate (senza alberi e cuscinetti) ……..…...euro = 30.000
alberi e cuscinetti ……..……..……. ..……= 5.000 ?
telai con griglia ……..……..……..…….……....= 15.000 ?
basamento …….……..……..……...= 20.000 ??
2 alternatori asincroni da 20 kW ……..…..……..….= 5.000 ?
2 moltiplicatori ……. …. ……..…….……....= 20.000 ?
2 Inverter e componenti elettrici vari ……..……..……..…….……...= 20.000 ??
Altre ……..……..….....= 25.000 ???
Tot…. = 140.000 ??

Sembra una stima troppo ottimistica. Normalmente un impianto con potenza nominale sui 100 kW costa sui 5000 euro al kW (38x5000=190.000 invece di 140.000) e un ottimo costo per kWh prodotto è di 1,3 euro (mentre qui risulterebbe = 1 euro)

Se anche fosse troppo ottimistica, esaminare l'ipotesi con maggior accuratezza non pare una perdita di tempo.

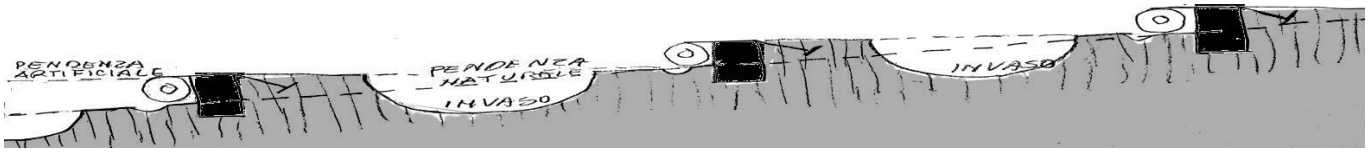
Si noti che il ferro per una coclea equivalente dovrebbe essere complessivamente sui 5000 kg **(VERIFICARE)** mentre qui sarebbero circa 20.000 kg. Però si risparmia molto di cemento. Comunque, come già detto, quello che conta è il costo per kWh prodotto più vantaggi di contorno **(1-->14).**

* * *

Poiché l'ipotesi sembra reggere, proviamo ora a ragionare **non** in termini contingenti, cioè **non** tenendo conto della normativa in essere, **non** valutando le briglie a disposizione, **non** mettendoci **nell'ottica del privato** che vuole un investimento subito redditizio, **ma di chi si occupa della cosa pubblica** e che come priorità dovrebbe avere la **difesa del territorio** dalle inondazioni, l'accumulo di acqua per i periodi di **siccità**, l'uso dell'energia **rinnovabile,** e questo senza trascurare la **difesa della flora e della fauna,** perciò

ipotizziamo di sfruttare integralmente il tratto finale del Parmossa

riempiendolo di ruote, cioè trasformandolo in un generatore di energia e in un deposito di scorte d'acqua distribuite in molti e piccoli bacini (quindi nessun rischio tipo "Vajont") acqua da utilizzare nei periodi siccitosi (tipo il il 2012). Questo senza rovinarlo, anzi migliorandolo e rendendolo fruibile come un parco.



Non ho idea se l'alveo del Parmossa consentirebbe l'escavazione degli invasi, è un'ipotesi solo esemplificativa.

Supponiamo che siano utilizzabili 10 km e che in quel tratto ci sia un dislivello di 300 metri e che nei 10 km le portate non divergano troppo da quanto misurato nella precedente relazione (ripeto che si tratta solo di una esemplificazione probabilmente non troppo distante dal reale). Avremmo quindi una pendenza media dell'3% e supponiamo che il trasporto dei detriti non sarebbe compromesso riducendo la pendenza all'1% (**VERIFICARE** la cosiddetta *pendenza di compensazione*). In tal caso si potrebbero realizzate 125 briglie alte 1,6 metri (125x1,6=200). Briglie così modeste sono poco impattanti e poco impegnative. Vero però che in altre situazioni, con portate più abbondanti, si potrebbe essere spinti a farle più alte perché una ruota di piccolo diametro macina molta meno acqua di una ruota grande, ma come detto prima, superare i 2 metri di diametro sembra sconsigliabile. Ogni "Invaso" dovrebbe essere collegato ad un altro invaso più a valle, collegamento da aprire in caso di necessità.

Consultando notizie internettiane di ingegneria fluviale, si trovano esercitazioni dove la *pendenza di compensazione* (quella dove non ci dovrebbe essere né erosione né accumulo di detriti) risulta attorno allo 0,5%: ovvio che non sono casi reali, ovvio che ogni caso è a sé stante, però, a conforto, nel canale di adduzione di una grossa coclea (credo con pendenza attorno allo 0,5% **VERIFICARE**) durante le piene (e prima che fossero installate le apposite saracinesche) si è osservato un forte trasporto di grossi sassi. Comunque al momento sembra che l'1% sia un valore abbastanza prudenziale.

- Ci sarebbe pregiudizio per flora e fauna? Parrebbe di no, a patto che vengano realizzate le scale per i pesci.
- Rischio di accumulo detriti? Anche senza gli invasi il rischio è modesto, direi nullo con gli invasi (e i detriti prelevati potrebbero sostituire parte delle escavazioni in pianura).
- Verrebbe ridotta l'erosione e pure il rischio di esondazioni a valle (solo di poco perché la velocità del deflusso dovrebbe rallentare del 30%, sarebbe comunque un contributo utile).
- Si consideri anche che i gestori delle ruote si darebbero da fare per tenere il fiume pulito e in ordine senza gravare sui Consorzi.

Ma quanta energia verrebbe prodotta?

In un salto di 1,6 grossomodo si può mettere una ruota di 1,35 perciò avremmo un salto totale di 168 metri (1,35x125) quindi 168(metri)x9.81x0,85(portata media)x0,65(rendimento)x8760(ore in un anno) circa **8 milioni di kWh.** Considerando che in Italia il consumo è attorno ai 300.000 milioni di kWh,si tratta di una briciola, però cosa potrebbe fornire l'insieme dei nostri torrenti? Che produrrebbero di notte e d'inverno quando il fotovoltaico dorme?

La **produzione per briglia** sarebbe di 8.000.000:125=**63.800 kWh** con una **potenza massima 17kW.** Certo l'operazione si potrebbe fare anche con Coclee, Banki, e Kaplan producendo più kWh, ma dovrebbero *passarsi* l'acqua fuori alveo riducendo ovunque il fiume ad un rigagnolo (cosa improponibile).

Quale aggravio ricadrebbe sullo Stato?
Nessuno, salvo l'eventuale incentivo concesso ai privati, questo perché al concessionario si potrebbe affibbiare l'onere di costruirsi la briglia.

E quanto costerebbe al concessionario?
Innanzitutto quasi nulla per burocrazia, progetto e allacciamento alla rete perché questi costi si diluiscono in 125 impianti). Neanche dovrebbe attendere anni.

Dal preventivo precedente risulta che servivano 15 metri di ruote diametro 1,5 per macinare max 2 mc/s; riducendo il diametro a 1,35 grossomodo dovrebbero bastare 18 metri. Servirebbero cioè 6 ruote lunghe 3 da montare in 2 gruppi di 3 ruote: 9 metri a destra e 9 a sinistra, una fila un po' più bassa dell'altra in modo da escludere uno dei gruppi quando l'acqua non basta per entrambi, garantendo così un buon rendimento (il 65% complessivo sul diametro ruota) anche con le basse portate. Trattandosi di piccole potenze non dovrebbero servire cabine a bordo fiume per generatore e inverter, si potrebbero invece ricavare vani sopraelevati (e ben chiusi) nelle spalle della

briglia. La briglia potrebbe essere fatta prevalentemente *a scogliera* (vedi a pag. 1) sfruttando il telaio della ruota e il cemento di fondazione del telaio.

A occhio e croce sono 100 mc di cemento armato x 200 euro = 20.000 + 5.000 per scavi e sistemazione massi? Abbiamo poi 18 metri di ruota che costano (interpolando dal preventivo a disposizione) circa 15.000 euro, stimo 11.000 per telai e griglie, diciamo 4.000 per alberi, cuscinetti e giunti, altri 20.000 per 2 coppie moltiplicatore-alternatore (potenza massima sui 10 kW ciascuno) e 20.000 per 2 inverter e quadri. In totale siamo a **95.000** cioè a **1,5 euro per kWh** che (con l'incentivo di 0,22) sarebbe **un parametro ancora buono**. Inoltre realizzando 125 impianti molto simili si dovrebbe avere una **forte riduzione dei costi** magari da utilizzare per coprire parte del costo (certamente notevole) per l'escavazione degli invasi, costo che sarebbe comunque giustificato dalla disponibilità di acqua di riserva.

Vero che sulla parte elettrica si è assai poco informati. Si è supposto possibile l'accoppiata asincrono+inverter per consentire il massimo di variabilità delle portate utilizzabili. Si sono immaginati quadri elettrici poco raffinati, sul tipo di quelli fotovoltaici da casa, però occorre qualcosa per frenare la ruota in caso di distacco dalla rete, non tanto per problemi meccanici (i giri aumentano solo del 50%) quanto per evitare picchi di coppia al reinnesto.

Come anticipato non è una cosa affrontabile da un privato, dovrebbe essere valutata e nel caso impostata dal pubblico e poi frazionata fra tanti concessionari privati.

Modelli e prove

Prima di costruire il **Prototipo** mostrato a pag.1, sono stati realizzati i modelli (centimetri: **diametro x lunghezza**):

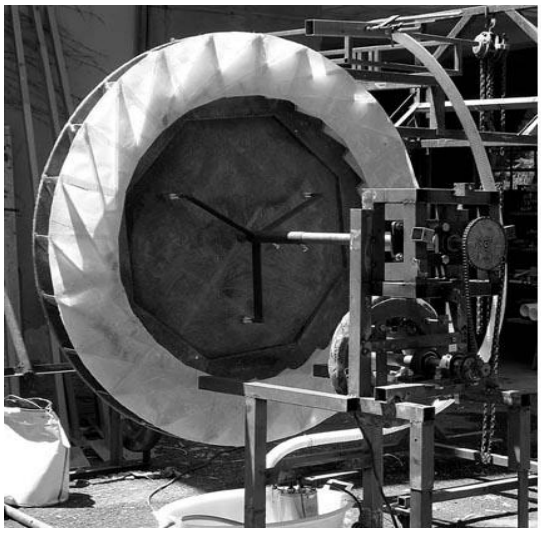
A 44x25

B 100x5

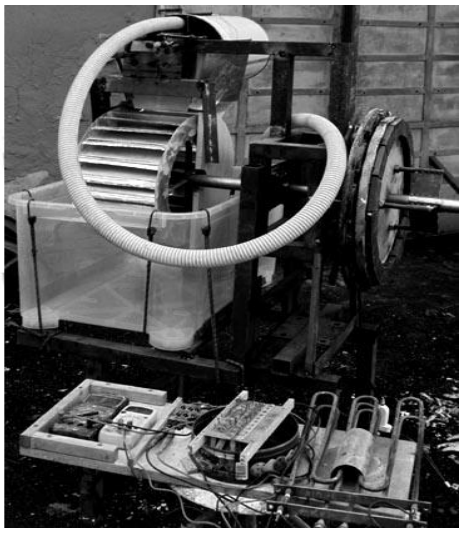
C 40x25

Del **modello A** si sono fatte più versioni per identificare la forma più funzionale delle cassette.

D 150x7



E 44x25



Per misurare la massima potenza ricavabile si è usato un carico resistivo regolabile (metodo simil-MPPT) e un alternatore a magneti permanenti il cui rendimento (costante almeno da 40 a 200 giri) è dell'85% (non si è usato il

migliore di cui si dispone che arriva al 93%). Il rendimento complessivo dell'alternatore + moltiplica del **Prototipo** dovrebbe essere attorno all'82%. Per il **modello D** ho usato un alternatore peggiore (rendimento attorno all'80%).

Il **modello C** è servito per verificare che l'alimentazione "rovesciata" ("di spalle") non crei problemi ed anche per verificare i rendimenti della configurazione "di petto" (che sembrano buoni, ma proponibile solo per acque pulite).

Il **modello E** (la stessa ruota del modello A utilizzata diversamente) ha consentito di misurare la variazione di potenza causata dalla sommersione della ruota, sia nella versione "di spalle" (dove il getto d'acqua sbatte contro una lamiera e rimbalza all'indietro) sia "per di sopra".

Sommersione ruota del	16%	30%	44%	
Potenza "di spalle"	70%	40%	27%	rispetto alla ruota non sommersa in versione "di spalle"
Potenza "per di sopra"	75%	48%	30%	" " " " " " " "per di sopra"

Quindi la versione "di spalle" in caso di sommersione non è migliore (come speravo) di quella "per di sopra", anzi è leggermente peggiore. Vero che nel test con bacinella non c'è una corrente in allontanamento che favorirebbe la rotazione, ma dubito che ci sarebbe anche in una situazione reale dove forse sotto la ruota il movimento dell'acqua è caotico.

Inoltre "di spalle", senza sommersione, rende un 20% di meno di quella "per disopra" (a causa della perdita di energia cinetica) e richiede un salto maggiore. Quindi la versione **"per di sopra" è più conveniente** e, combinata con la griglia tonda mostrata a pag. 1, evita gli intasamenti)

Tirando le somme

Ecco i dati al punto di massimo rendimento e potenza quando si fa cadere l'acqua nel modo più verosimile possibile (il **Prototipo** però era alimentato **"di spalle"):**

	diametro x lunghezza	litri/s	max watt	a giri	
A	44x25	3,3	8	35	
B	100x5	3,3	17	33	
Prototipo	98x100	65	380	32	litri "stimati" in base a B
D	150x7	9,5	86	30	

*I giri diminuiscono leggermente con l'aumentare del diametro, quindi, almeno fino al diametro 150, i giri non si dimezzano al raddoppiare del diametro come si legge invece in certi testi tecnici. Lasciando aumentare i giri oltre il punto di max rendimento**,** si osserva che l'acqua, pur entrata nelle cassette grazie alla velocità del getto, dopo breve tratto viene sempre più espulsa nella parte superiore della ruota (come se fosse "centrifugata" e/o "restasse indietro"). Sembrerebbe che l'acqua nelle cassette inferiori riesca ad imprimere alla ruota (se non frenata da un carico adeguato) una velocità tale che l'acqua dentro le cassette superiori non riesce a seguire, come se non avesse il tempo di "cadere" a velocità sufficiente. Nel modello **D** già a 32 giri l'acqua viene in massima parte espulsa. Invece a 30 giri il fenomeno si riduce molto e il rendimento è massimo. Quindi per diametri maggiori è pericoloso estrapolare dei dati da quelli qui esposti mentre, come dimostrato, le formule in uso non sono credibili: servirebbero dei test specifici oppure bisogna ricorrere ad informazioni sulle antiche ruote. Al momento però i diametri maggiori di due metri non interessano perché sembrano troppo problematici per l'applicazione che si vuol sperimentare (forse opportuno realizzare un modello 200x10, dovrebbe poter turbinare quasi 25 litri/s).*

Il modello B è largo 1/20.mo del Prototipo il quale, in proporzione, avrebbe dovuto dare 17x20=340 watt, anzi un 20% di meno (270 watt) considerando le perdite dovute all'alimentazione "di spalle": evidentemente una ruota larga è più efficiente di una molto stretta.

Estrapolando dal modello D, una **ruota da 150x100 "per di sopra"** dovrebbe **turbinare almeno 135 litri/s** (100:7x9,5) e avere una **potenza di almeno 1400 watt.** In proporzione dovrebbero essere solo 1200 (=100:7x86) ma li aumento a 1400 visto il notevole miglioramento dal modello B al Prototipo nonostante questo sia "di spalle" (considerando che si è usato un alternatore che rende poco, si potrebbe anche essere più ottimisti).

Stimando un rendimento del 96% del moltiplicatore e del 95% dell'inverter la **potenza netta** sarebbe di circa **1300 watt al metro.**

L'energia potenziale è 135x1,5x9.81=1986 watt, quindi avremmo 1300:1986=**65% rendimento complessivo** considerando come salto il diametro della ruota.

Note

VERIFICARE se le scale per i pesci vengono utilizzate durante tutto l'anno, oppure solo in determinate stagioni. Se servissero solo nei periodi di magra, forse si potrebbero fare removibili in modo da poterle toglierle quando potrebbero essere rovinate dalle piene. In questo modo sarebbe forse più facile garantirne la funzionalità.

Un alternatore simile a quello usato nelle prove (di materiale costa sui 500 euro) rende attorno al 93% a tutti i giri; portato a 500 giri dovrebbe arrivare a 4 kW (e forse si può ancora aumentare giri e potenza senza surriscaldarlo, bisognerebbe provare). Di questi oggetti se ne possono affiancare quanti ne servono. Si risparmierebbe una coppia del moltiplicatore (costo minore e rendimento maggiore). Pare però che ci siano problemi di certificazione. Sarei curioso di sapere perché non basta l'omologazione dell'inverter per essere ok con tutti (**VERIFICARE).** Vedi a pag. 10-11 le caratteristiche dell'alternatore

Se le ruote fossero parecchie forse è conveniente **dotare ogni ruota di un proprio alternatore operante sommerso come nei generatori a bulbo.** Per evitare di dover distanziare le ruote basterebbe piazzarle "a scaletta" disegnando cioè una spezzata in diagonale nel fiume (ipotesi particolarmente adatta quando la briglia non esiste). Un oggetto del genere sarà certamente costoso, tuttavia l'ipotesi presenta molti vantaggi:
- evita il costo (e l'impatto) di un locale specifico per il gruppo moltiplicatore-alternatore
- evita il blocco totale in caso di un guasto ad una ruota, ad un moltiplicatore, ad un inverter
- semplifica la struttura e il montaggio (non sarebbe più necessario tenere le ruote allineate)
- si evitano componenti molto pesanti e quindi di difficile manipolazione
- si evitano le perdite dovute ai giunti
- possibile fare i moduli ad altezze diversa, cosa che diminuisce il numero delle ruote in funzione al calare della portata (migliorando ancora la curva già buona mostrata dalla Ritz-Atro).

Vedi anche turbina P.E.A.C.E , pare abortita, ma fa capire che non è strano pensare a generatori sommersi, vedi anche elettropompe sommerse, motori per autolavaggio (troppo piccoli e troppo veloci, ma esemplificativi)
http://www.sogagroup.com/FILES_UPLOAD/SOGA_EPC_CW80_2011_2.pdf
Vedi anche http://www.vlh-turbine.com/FR/html/Pdt_VLH.htm sembra interessante (La VLH dispone di turbine e generatori sommersi).

Un'altra ipotesi da verificare potrebbe essere l'uso sommerso dello stesso alternatore a magneti permanenti usato nelle prove. Lo statore e il rotore sono completamente annegati nella resina e il problema consiste solo nell'abrasione dovuta alla sabbia che si insinua fra rotore e statore. Se un foglio di teflon (o una cosa del genere) resistesse una stagione, potrebbe essere riapplicato anno per anno (si perde un po' di potenza ma il rendimento non cala). Naturalmente si potrebbe anche costruire un **carter stagno** in cui ospitare l'alternatore.

Se poi norme sulla sicurezza vietassero l'uso sommerso, l'alternatore potrebbe essere dimensionato in modo che ogni bobina stia sotto i 48 volt e poi portare fuori fiume i fili delle singole bobine e finire il lavoro all'asciutto. Si consideri anche che i trasformatori costano poco e rendono sul 99%.

VERIFICARE possibilità di usare boccole di "vesconite" in luogo dei cuscinetti sommersi (ditta però poco presente in Europa dove trovi però Igildur ecc.) ipotizzando di poterle sostituire facilmente ogni anno (semiboccole?) sembrerebbe una grande semplificazione. Vedi anche cuscinetti a strisciamento SKF

Se si confrontasse la convenienza di una coclea con un salto diciamo di 3,6 metri con **due** file di ruote di 1,5 posizionate in due briglie di 1,8 bisognerebbe considerare che sul salto di 3,6 le variazioni di livello del fiume inciderebbero molto meno. Per il problema perdita di potenza quando c'è molta acqua in una situazione del genere, vedere test del modello **E (**pag. 7). Considerando i dati ARPA 2010 all'idrometro di Val di Sasso, sembrerebbe che la ruota perda circa 20 giorni di produzione mentre la coclea, da notizie ricevute dal vicino impianto, perderebbe solo 10 giorni. Resta però il fatto che a favore della ruota c'è che non occorre lasciare il DMV nel fiume e che il rendimento della ruota è migliore quando le portate sono molto basse (parecchi mesi all'anno). Se poi le ruote venissero posizionate dove il fiume è più largo rispetto all'idrometro, le variazioni di livello sarebbero minori (certo però che se la briglia fosse da costruire i costi aumenterebbero).

Con questo modello si è verificato che nella strettoia il livello è più alto e la velocità non sembra aumentare in modo significativo. Questo sembra in contrasto con le osservazioni di Leonardo e di Bernoulli (forse valgono solo col moto laminare, non caotico?). Se non è stato un abbaglio, allora per ridurre le perdite dovute alla sommersione si potrebbe posizionare la ruota dove il fiume è più largo:

La strettoia è circa ½ dello scarico. Una pompa ricircola l'acqua. I blocchi scuri davanti al bidone uniformano la corrente. Nella strettoia il livello è di 3 cm. Allo scarico è di 1,5 cm. Osservando corpi galleggianti, la loro velocità sembra costante in tutto il piano di scorrimento.

Posizionarsi dove il fiume è largo fra l'altro consentirebbe di aumentare i volumi turbinabili a parità di diametro ruota (ovviamente aumentando il numero delle ruote).

* * *

Potenza elettrica istantanea installata in Italia 38 GW =38.000.000.000 W = 38.000.000 kW

chilowatt (kW) = 10^3 W = 1 000 W
megawatt (MW) = 10^6 W = 1 000 000 W
gigawatt (GW) = 10^9 W = 1 000 000 000 W
terawatt (TW) = 10^{12} W = 1 000 000 000 000 W

2009 punte 50 GW e consumo 340.0000 GWh = 340.000 milioni di kWh

* * *

Sarebbe bello che si valutassero concessioni e costi di possibili interventi mettendo sul piatto "tutti" i possibili vantaggi e svantaggi chiamando alla contribuzione "tutti" coloro che possono averne vantaggio.

* * *

Rubbia dice che col sole 100 kmq di Sahara bastano per tutta la Terra. Ok, ma visto che il sole non c'è sempre, e che non è il caso di dipendere troppo dall'estero è meglio fare un mix nostrano di sole, acqua e vento (senza trascurare altre possibili soluzioni, tipo fusione nucleare, se mai arriverà).

* * *

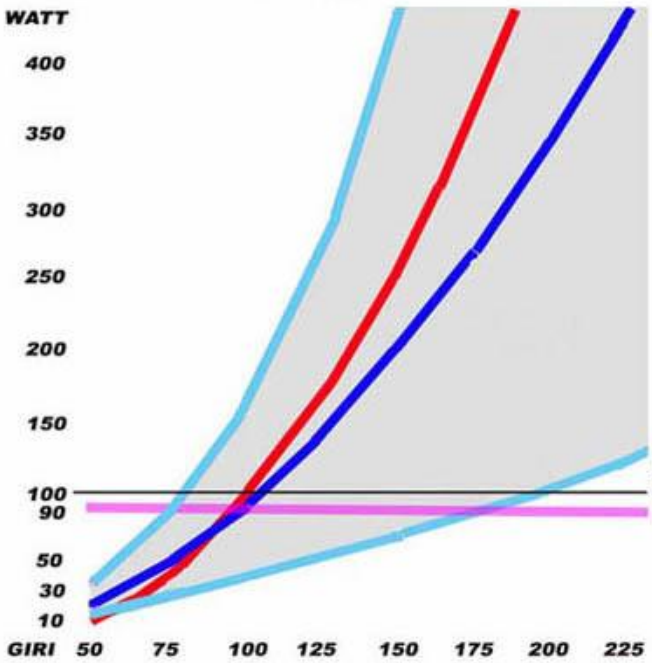
Se fossero creati bacini per la conservazione delle acque di piena anche in quota, oltre al vantaggio di poterle sfruttare per produrre energia nei periodi di magra, si beneficerebbe del fatto che le piene sarebbero meno disastrose e che si rimedierebbe pure agli opposti disastri causati dalla siccità.

* * *

Per eventuali bacini di raccolta delle acque di piena forse non converrebbe utilizzare i corsi principali (come Panaro, Leo, Scoltenna eccetera), ma i torrentelli che li alimentano in modo che l'impatto ambientale venga diluito e marginalizzato (magari le acque così raccolte potrebbero essere poi portate alla confluenza tramite condotte e intercettate da una Pelton o da una Banki e così rosicchiare tutti i watt disponibili).

Caratteristiche del tipo di alternatori usati nei test

Alternatore trifase assiale. Monorotore (diametro 500 mm) 16 poli di forma trapezioidale per un tot. di circa 9 kg neodimio N35. Monostatore fatto con filo diametro di 1,6 mm per un totale di circa 8 kg di rame. Costruito con l'obiettivo del massimo rendimento a bassissimi giri per accoppiamento con girante eolica ad asse verticale di tipo "savonius elicoidale" di 2 mq. di superficie . Peso totale 25 kg (solo rotore e statore).



Potenza del generatore eolico ipotizzato (molto approssimata: ricavata da dati dichiarati dalla ditta Windside combinati con dati teorici e alcune misurazioni personali)

Potenza dell'alternatore con carico resistivo di 50 ohm, valore a cui il rendimento è max.

Delimita l'area grigia che identifica le potenze (ricavabili modificando gli ohm del carico) che si possono ottenere con un rendimento non inferiore del 3% del max.

100 % di Rendimento

Rendimento a 50 ohm escluse le perdite dovute al raddrizzatore (2-4%) e ad eventuali cuscinetti (perdita comunque modesta: due cuscinetti assorbono meno di due watt a 200 giri).

Volt a 50 ohm: 35 Volt a 50 giri , 145 Volt a 200 giri . Statore con circa 1,3 ohm per fase.

Dati ricavati con traferro di 3 mm , punto in cui il rendimento è max (superiore al 90%) (con traferro 1 mm la potenza cresce di quasi il 20% ma il rendimento peggiora dello 0,5%) Aumentando il traferro fino a 20 mm il rendimento resta quasi costante (ma naturalmente la potenza si riduce a 1/5). Questo consente di adeguare meglio la potenza dell'alternatore alla potenza del generatore eolico.

Stupefacente la costanza del rendimento (addirittura migliora leggermente al calare dei giri). Probabilmente dipende dal fatto che l'utilizzo avviene al punto in cui la riduzione delle perdite nel rame dovute all'aumento degli ohm di carico viene annullata dalle perdite che si possono rilevare anche a circuito aperto .

Queste perdite "a circuito aperto" forse si devono a vortici elettrici che (a mio giudizio) si verificherebbero nello spessore del filo di rame. Queste perdite diminuiscono molto più rapidamente della differenza di potenziale all'aumentare del traferro e questo spiegherebbe pure il fatto che il rendimento migliora con un traferro un po' abbondante.

Le "perdite nel ferro" sono modeste perchè il ferro si usa (molto poco) solo nel rotore con funzione di recupero magnetismo. Anche le bobine sono "avvolte in aria" è ciò evita il "coccing" (la "incollatura" magnetica che affligge più o meno gli altri alternatori a magneti permanenti).

La potenza di questo medesimo alternatore può essere raddoppiata maggiorando lo statore da 8 kg a circa 12 kg, però il rendimendo diminisce di circa il 2%.

La potenza, a parità degli altri elementi, potrebbe essere fortemente aumentata utilizzando un "doppio rotore", ma ciò introdurrebbe notevoli complicazioni costruttive. Fino a che l'ingombro e il peso del monorotore ad accoppiamento diretto sono accettabili, non è consigliabile usare il doppio rotore nè un moltiplicatore di giri.

L'oggetto è costato due anni di tentativi con molte spese ed arrabbiature, ma in sé richiede 100 euro di rame, 250 di neodimio, 20-30 di varie (prezzi per privati) e, in piccola serie e debitamente attrezzati, poche ore di lavoro. Si noti che un alternatore Alxion (francese) da 460 watt a 325 giri con rendimento del 58% costerebbe 1500 euro, 700 per 100 pezzi. Molto più economici certi prodotti cinesi (ma da verificare attentamente visto che la Alxion non è ancora fallita nonostante i prezzi e i rendimenti che dichiara).

NOTE AGGIUNTIVE: il rendimento sale fino al 93% e oltre riducendo la sezione del filo a causa della riduzione delle correnti parassite, interpolando i dati si può prevedere che il rendimento resterà costante al crescere dei giri; l'alto rendimento e la facilità di raffreddamento consentono di prevedere di arrivare sui 4kW a 600 giri (per utilizzi diversi)

Metodo di misura e misure

L'alternatore "assiale" monorotore (e monostatore) è fatto di due dischi affacciati. Il rotore è il disco che ruota e su di una faccia porta i magneti permanenti, mentre lo statore sta fermo e porta le bobine di rame in cui viene generata una corrente alternata (nel mio caso trifase, che però esce continua grazie ad apposito ponte raddrizzatore).

Per generare il movimento uso un motovariatore che fa girare un albero (supportato da due cuscinetti oscillanti) alla cui estremità viene montato il rotore (di cui è possibile regolare ortogonalità e centratura). A fronte del precedente c'è un altro albero, coassiale e folle, sul quale si monta lo statore (e anche di questo è possibile regolare ortogonalità e centratura). E' inoltre possibile regolare il "traferro", cioè la distanza fra rotore e statore (allentando i grani di bloccaggio dei cuscinetti e spostando l'albero dello statore).

Allo statore è applicato un braccio, lungo quanto opportuno in funzione dei watt da misurare e della scala della bilancia. La bilancia è posizionata in piano sotto l'estremità del braccio e alla stessa altezza dell'asse dal piano di terra (altrimenti si introducono errori di pesatura). E' bene che la bilancia sia elettronica, di buona qualità, sensibile almeno fino al grammo e che consenta d'essere azzerata per eliminare la tara (mantenere qualche etto di peso a dispositivo fermo). I cuscinetti dell'albero dello statore devono essere senza protezioni, ben sgrassati e spruzzati con olio detergente in modo che lo statore possa oscillare con pochissima resistenza. (NB. Per testare un "birotore" questo schema non va bene, ma se il birotore ha l'albero bisporgente, è facile predisporre un sistema simile).

Se il circuito elettrico dello statore è chiuso, la rotazione del rotore induce una corrente elettrica di intensità variabile in funzione della "resistenza" inserita fra i due fili in uscita (nel mio caso c'è un pacco di resistenze in grado di reggere 500 watt a 10 ohm e dove la resistenza può essere regolata da 10 a 240 ohm con intervalli via via crescenti). Quanto più la resistenza fra i due fili è bassa, tanto maggiori saranno i watt elettrici generati (pari al prodotto volt x ampere letti nei tester con l'avvertimento che se c'è di mezzo il raddrizzatore occorre aggiungere 1,6 ai volt per escludere le perdite relative).

Bisogna però vedere cosa succede ai watt meccanici richiesti al motovariatore e questi watt si ricavano dalla la coppia di reazione agente sullo statore e scaricata sulla bilancia dal braccio apposito. Ecco la formula (che uso senza pormi domande essendomi stata confermata da esperti di cui mi fido):

Siano KG quelli che si leggono sulla bilancia.
Sia (ad es.) 1,675 la lunghezza in metri del braccio (dal punto di appoggio sulla bilancia al centro degli assi).
Sia GIRI il numero dei giri al minuto del rotore.
KG x 9,81 x 1,675 = Nm di coppia
Watt all'albero = Nm di coppia x GIRI / 9,550
(sinteticamente = KG x GIRI x 1,72)

Il rendimento deriva dal rapporto fra le due potenze. La misura non comprende le perdite meccaniche (quelle dovute ai cuscinetti e un pochino anche all'aerodinamica del rotore) perché con questo sistema esse agiscono solo sull'albero del rotore. Comunque si tratta di pochissimi watt (un cuscinetto economico, protetto, di diametro interno di 40 mm, se non ho fatto errori di misura, assorbe meno di 1 watt a 200 giri).

0,796 coeff bilancia (braccio mt 0,775 x 9.81:9,55) grammi x giri x coeff = watt ass. data 5-10-17

ROTORE: magneti n° 16 superficie TRAP. mm 150 LATI spessore mm 12 grado 1,35

STATORE: bobine n° 3 filo diam 0,8 spire n° ~135 spessore mm 18 kg 0,690

ohm per una fase ..... calcolati .....(diff.volt/diff.ampere con max e min ohm applicati) a parità di giri!!!

tipo foro RIPOTTO Ø 3mm x parte

traf	—a vuoto— volt	gr bil	giri	ohm	volt	ampere	gr. bilancia	watt	watt assorb	1,6*ampere watt diodi	watt netti	rendim %	ohm*amp^2 watt perdite rame	restanti
2	130	8,1	250	81	112	1,39	864	155,7	171,9	2,2	157,9	91,8		
			"	121	117	0,96	618	112	123	1,5	113,5	92,3		
			252	173	121	0,7	658	84,7	91,9	1,1	85,8	93,4	= MAGN. 20m	
			"	201	123	0,61	407	75	81,6	1	76	93,1	?	
			"	223	123	0,55	364	67,6	73	0,9	68,5	93,8		
			"	300	126	0,42	286	52,9	57,4	0,7	53,6	93,4		
			184	35	71	2	1115	142	182	3	145	79,7		
			184	81	83	1,02	648	84,6	94,9	1,6	86,2	90,8		
			300	81	130	1,61	945	209	226	2,5	211,5	93,5	?	
IDEM IN CORTO			250	81	110	1,36	842	149,6	167,6	2,2	151,8	90,5		
			252	80	110	1,36	840						=	
			252	153	111	1,38	853	153,2	171,1	2,2	155,4	90,8		
SENZA CORTO			252	81	110,3	1,36	837	150	167,9	2,2	152,2	90,6		
			100	150	48	0,32	212	15,4	16,9	0,5	15,9	94		
			150	149	71,5	0,48	315	34,3	37,6	0,8	33,1	93,3		
			250	149	117,5	0,79	517	92,8	102,1	1,3	94,1	92		
			333	150	156	1,04	666	162,2	176,5	1,6	163,8	92,8		
IN CORTO			"	"	"	"	668	IDEM						
1	187	13	347											
2	178	10,6	"											
1	162	11,9	300	148	147	0,99	670	145,5	160	1,6	146,5	91,6		
2			300	150	141	0,94	608	132,5	145,2	1,5	134	92,3		
4	147,5	7,5	"	150	134,5	0,9	556	120,6	132,8	1,5	122,1	91,9		
8	124	4,4	"	147	113	0,76	392	85,9	93,6	1,2	84,1	93		
20	70,4	4,0	"	150	44,5	0,43	130	27,7	31	0,7	28,4	91,6		
40	31,2	3,8	"	148	28,2	0,19	96,5	5,3	6,3	0,1	5,4	85,7		
monta bobina 7/1000 9mm														
2	100	8,3	300		91	1,13	492	102,8	117,5	1,8	104,6	89		
					95,8	0,64	289	61,3	69	1	62,3	90,3		
					94	0,86	380	80,8	90,7	1,4	82,2	90,6		
					94,4	0,78	342	73,6	81,7	1,2	74,8	91,5		
					97	0,48	213	46,5	50,9	0,9	47,3	92,9		
					98	0,33	148	32,3	35,3	0,5	32,8	92,9		
Nuova Bilancia			300		83,7	2,33	967	195	231	3,7	198,7	86		
			330	150	152,3	1,02	648	155	170	1,6	156,6	92,1	OK	

Giri delle ruote al punto di max rendimento: considerazioni aggiuntive

Alcuni testi di meccanica dicono che questi giri si calcolano facendo il rapporto fra la metà della velocità del getto d'acqua e la circonferenza della ruota. Questo significherebbe che raddoppiando il diametro i giri si dimezzerebbero e questo inciderebbe molto sulla potenza perché: menogiri=menoacqua=menopotenza. E' una formula ragionevole se riferita alle ruote "per di sotto", ma la nostra ruota è "per di sopra" perciò si dovrebbe considerare anche l'accelerazione di gravità (difatti le misure di pag. 8 smentiscono tale formula).

Una "formula" corretta dev'essere assai difficile da impostare perché l'acqua cade su di una ruota già in movimento, viene spostata in due direzioni orizzontali, un po' esce prima e un po' dopo del punto inferiore (in funzione delle forma delle cassette e della velocità stessa di rotazione). Naturalmente anche la velocità del getto in entrata ha la sua influenza, ma dev'essere marginale (viste le misure).

Ecco un conteggio grossolano che tiene conto della sola accelerazione di gravità e dove, considerando che l'acqua non fuoriesce istantaneamente dal punto più basso, il "salto" viene considerato pari a 3/4 del diametro.

Galileo dice che **g=9,81** e che **v = g.t** e che **s = ½ .g.t^2** da cui **t = rad^2(s/ ½ g)**

- diametro ruota	(metri)	0,44	1	1,5	2	2,5	4
- salto utile	"	0,33	0,75	1,13	1,5	1,9	3
- tempo del salto	(secondi)	0,26	0,39	0,48	0,55	0,62	0,78 **t = rad^2(s/ ½ g)**
- velocità a fine salto	(mt/sec)	2,55	3,83	4,71	5,40	6,08	7,67 **v = g.t**

Supponendo che la velocità di fine salto (utile) corrisponda alla velocità periferica di rotazione, allora:

- circonferenza	(metri)	1,44	3,14	4,71	6,28	7,85	12,56
- giri al minuto		106	73	60	52	46	36 **(v / circonf). 60**
- metà giri (*)		53	36	30	26	23	18 (ritenuto il punto di max rendimento)
- giri rilevati coi modelli		35	33	30	(giri "medi"perché variano modificando il getto dell'acqua)		
- con ruota 98x100 (con carico)				32	(con getto dell'acqua realistico)		
- idem (senza carico)				49	(idem)		

(*) I testi tecnici dicono che la max potenza si ricava a metà dei giri senza carico; questo è sicuramente giusto per le ruote per "di sotto" e "di spalle" ma con questo tipo di ruota risulta invece a 3/4 (si direbbe che questo avvenga per effetto della "centrifugazione" che si osserva aumentando i giri oltre il punto di max, fatto che determina ovviamente un improvviso rallentamento della ruota).

Il "conteggio grossolano" sembra confermato dai test e fa pensare ad una diminuzione dei giri molto più contenuta del dimezzamento al raddoppiare del diametro, però si è osservato che con velocità periferiche poco più alte del punto di max potenza, si verifica la "centrifugazione" accennata a pag 6. E' quindi possibile che la diminuzione dei giri sia fortemente progressiva al crescere dei diametri; difatti la ditta Wasserrad dichiara 6,5 giri per una ruota da 4 metri e si legge che le antiche grandi ruote giravano molto lentamente.

Perciò, nel caso si pensasse a diametri maggiori di 1,5 occorre fare delle prove (in altri termini: anche questo "conteggio grossolano" è inaffidabile). Sicuramente le prime stime fatte (e qui non più riportate) sulle potenze dei diametri maggiori di 1,5 erano esagerate. Questo però non disturba perché i diametri maggiori di 2 metri risultano comunque problematici e da non prendere in considerazione (per alti salti meglio sovrapporre due ruote, a meno che non risultino più convenienti altri tipi di macchine)

Piccoli torrenti con salti elevati.

Si potrebbe tentare di **riesumare l'antichissima "Noria"** usata alla rovescia. Ecco due modelli sperimentati:

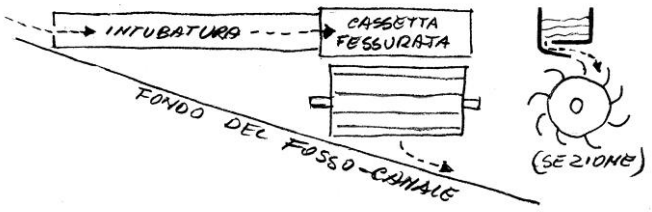
Nella foto a destra si vede il dettaglio della catena "leonardesca" del secondo modello. I rendimenti dei due modelli sembrano simili. Il primo modello utilizza una normale catena che però risulta impossibile lubrificare, perciò nel secondo modello si è ricorsi ad una trasmissione fatta con funi di acciaio nelle quali sono inseriti dei cilindri che poi si inseriscono in apposite scanalature praticate nelle due pulegge. Se la costruzione fosse molto precisa sembrerebbe che l'ingranamento non comporti forti strisciamenti. In questo modo il problema della lubrificazione non dovrebbe essere più così grave ***(sentire tecnico esperto)***

Nonostante il riempimento risulti buono, i rendimenti risultano leggermente inferiori a quelli di una ruota di uguale altezza. Questo non sembra dipendere dal movimento dell'acqua: è vero che il riempimento è completo solo quando il secchiello è sceso di circa 30 cm (cosa che non succede con la ruota) però lo scarico in fondo è ottimale. E' probabile che dipenda dalla doppia puleggia e dal maggior numero dei giri. Entrambi i modelli risultano abbastanza rumorosi, soprattutto per la rapidità dello scarico (flop-flop-flop…) magari il rumore si può ridurre rinunciando a un po' di giri usando con pulegge più grandi (cioè rallentando il rovesciamento della cassetta); oppure, se la noira fosse molto "larga", montando delle file di cassette sfalsate (tanti floppini …). Il numero di giri elevato consente però di recuperare nel rendimento riducendo la moltiplicazione necessaria per arrivare all'alternatore. Qualcosa di simile è già stato realizzato modernamente
http://www.steffturbine.com/medias/steffturbine/home/steffturbine-artikel-wasserkraft-e.pdf
il vantaggio parrebbe quello di poter cambiare l'inclinazione in funzione del livello dell'acqua (ma pare una cosa assai complicata)

Fossi con piccolo salto o pendenza recuperabile.

Prima di pensare ad una ruota bisogna verificare i costi degli altri dispositivi oggi in commercio. Cercando in Internet, oltre alle Coclee si trovano ruote per "di sotto" o "di petto" che sono sembrate ingombranti, complicate e più costose. C'è anche la turbina P.E.A.C.E. ma sembrerebbe abortita. Esistono però prototipi **"simil-kaplan"** molto semplici, e quindi poco costosi, costituiti da un tubo verticale contenente una normale elica accoppiata direttamente con un alternatore.

Solo se quest'ultima soluzione non fosse valida **(verificare)** si potrebbe pensare alla ruota. Per una ruota occorre avere un salto di almeno 1 metro o poterlo creare sfruttando un'eventuale pendenza in eccesso. Se non c'è posto per collocare la ruota ortogonale al fosso, si potrebbe piazzarla così:



Una ruota 100x100 cm con moltiplica a catena dovrebbe costare attorno ai 1000 euro, 800 un alternatore a magneti permanenti, 1000 un inverter e potrebbe produrre sui 400 watt. Poi ci sono le rogne burocratiche. Ad uso familiare un impianto del genere potrebbe risultare più conveniente di un impianto di pannelli fotovoltaici, anche grazie al fatto che l'acqua scorre tanto di giorno quanto di notte (Consorzi irrigui permettendo).

Dati della ruota di benvenuto rossi
http://www.energeticambiente.it/idroelettrico/14711997-vecchio-mulino-2.html

briglie gonfiabili ed altro http://www.jollytech.it/briglie.htm

Nominativi Ing. Munari (Ritz-Atro) * Dott.Bagni, Ing. Rubbianesi (della Regione) n.ro diretto 059 248722 via Fonteraso 15 MO * Ing. Casoli consulente * Muzzarelli parlamentare della regione

Domande per Giovanni Aprile 2013: Ciao Giovanni, avevo dimenticato di dirti che Rubbianesi dice che la briglia del ponte per Maserno non verrà rifatta (dice costerebbe 500.000! 5.000 al metro! mi pare una enormità), ma immagino tu lo sapessi di già. Vorrei tentare di tirare le somme cercando di confrontare i costi e rendimenti dell'ipotesi ruota rispetto alla coclea (se poi tu vedessi bene la ruota in un canale o in una presa d'acqua, ben lieto di esaminarla).

Rubbianesi ha anche detto che una briglia di gabbioni nello Scoltenna non resisterebbe (il manuale Mantica è invece assai favorevole ai normali gabbioni in moltissime situazioni). Non so se Rubbianesi ha considerato l'ipotesi di rinforzare e collegare i gabbioni con un telaio di putrelle a di tenere fermo il tutto con pali o ancoraggi. Neanche credo abbia valutato che la caduta dell'acqua verrebbe a spostarsi di qualche metro dalle fondamenta .

Tu mi confermi che trovi la cosa possibile? …… dove ad esempio? ……..……..
Credi possibile piantare pali nel fiume? …… dove ad esempio? ……..…….
Oppure conviene una soletta di cemento?.....misure …..... costo al metro.....
Supponendo non sia una scemenza, poni di avere in mezzo al fiume un opportuno telaio+rete, aperto di sopra, alto 180 cm, largo 200 (basterebbe?.....) e con materiale adatto nei pressi: hai idea di cosa costerebbe al metro riempirlo di sassi e poi ammucchiarci a monte il materiale necessario per consolidarlo e impermeabilizzarlo (escluso il rivestimento superiore)? …….

Mi serve anche avere un'idea del reale rendimento delle coclee, dicono che sia di un complessivo 75%, ma il tuo impianto può confermarlo, possibilmente usando i dati di un anno medio come piovosità e con funzionamento regolare (2010?) ……. Potresti indicare i kWh prodotti? (magari anche solo trimestrali)

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
MWh	…….			……..			……...			……..		
Mc mensili	7,5	5,5	7,8	7,2	8,3	3,7	1,9	2,4	2,6	8,3	16	20

ARPA: Idrometro Scoltenna Val di Sasso – 2010 – medie mensili

Alcuni dati del tuo impianto:
Singola coclea turbina al max mc ……. al secondo, ha un salto di m. ..... Potenza max kW ……..
rotore diametro m ……. lunghezza ……. Angolo …… generatore asincroni? ……
rendimento ….. % uno "gestito" dalla rete ….. e uno via inverter?..... singolo o doppio?.....
Come azionato il freno in caso caduta tensione?.....

Con riferimento al foglio ARPA col grafico dei livelli, a che misura è collocato il livello inferiore considerato per definire il salto delle tue coclee? ……. A che punto è collocato rispetto alle coclee (bordo inferiore, al centro ecc) ……
Puoi indicarmi per quanti giorni all'anno il livello ha superato il livello inferiore delle coclee di
1-20 cm …….. 21-40 cm …….. 41-60 cm ……. 61-80 cm …….. oltre 80 cm ……

riferimenti ARPA 2010	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Livelli medi----------	99	107	109	103	112	88	77	82	83	100	139	143
Variazione sul minimo (70)	29	37	39	33	42	18	7	12	13	30	69	73

Vedo che 70 indica un periodo di minima (circa 1 mc/s).

NB. Come varia il livello nei vari punti del fiume? Diciamo d'essere in una situazione media, poi che arrivi una piena e che alla centrale il livello si alzi di un metro. Si alza di un metro in tutto il fiume? ……
Forse no: confrontando idrometri Val di Sasso e Pievepelago dove nei giorni 20-23/12/10 ci sono + 196 e +240 cm

Larghezza fiume alla centrale ……. all'idrometro di Val di Sasso ……. a Pievepelago …….

Quanti GG/anno perde una Kaplan per colpa delle piene? …… e la tua coclea per livello alto? …….

Trovi credibili i dati seguenti ? ……. (trovati in internet) per le seguenti centraline? …….
kW nominali kW pot kWh (5000 ore) ricavi ricavi netti valore commerciale

40	28	140.000	30.000	20.000	160-200.000
63	44	220.000	46.000	35.000	280-350.000

Quale potrebbe essere il loro costo?.....

L'interramento a monte della briglia al mulino è un fatto eccezionale?.....
Costo alternatore da 50 kW ……. Relativo moltiplicatore ……..
Costo locale alternatore …… potrebbe fare da cabina? ……

Verificare come si legge la tabella "Durata delle portate" ARPA.

Preventivo trovato in internet per ruota in un canale

SCOPO:
Costruzione di ruota idraulica per sfruttamento basso salto (m.0.9) di canale, con portata 0,75 m3/s realizzazione degli impianti per generazione ed uso con scambio sul posto, con potenza di circa 3.5 kW generatore magneti permanenti .
CARETTERISTICHE DELLA FORNITURA :
1) Costruzione di ruota in acciaio e posa in canale.
2) Costruzione parti adattamento ruota – generatore e protezione parti elettriche
3) Fornitura di generatore di corrente e relativi accessori atti alla produzione di energia elettrica.
4) Fornitura di documentazione necessaria all' uso e manutenzione delle apparecchiature elettriche.
TEMPI DI CONSEGNA :
La consegna avverrà entro 120 giorni lavorativi dall'ordine definitivo salvo eccezioni possibili all'atto dell'ordine.
INSTALLAZIONE DELL'APPARECCHIATURA :
L'installazione della Ruota Idraulica sarà a cura dei nostri tecnici.
Tale installazione è vincolata dalla completa effettuazione delle eventuali opere accessorie necessarie per l'adeguato funzionamento del canale di alimentazione della ruota idraulica.
Tali opere, salvo diverso accordo, sono a completa cura del committente.
L'installazione si conclude con un collaudo durante il quale viene verificata la produzione di energia elettrica ed il regolare funzionamento.
Nel prezzo non sono inclusi Iva, il trasporto, eventuali opere murarie, ed i lavori d'istallazione elettrica.

CONDIZIONI DI GARANZIA DEL PRODOTTO :
Eventuali prestazioni di garanzia riguardano unicamente il materiale fornito – non esiste alcuna garanzia sul luogo.
GARANZIA: 2 anni
CONDIZIONI PER LA FORNITURA :
La fornitura dell'apparecchiatura è vincolata all'esito positivo della richiesta di Concessione di Derivazione di Acqua Pubblica agli organi provinciali competenti.
COSTI
1) RUOTA IDRAULICA, calcolo idraulico e costruzione in acciaio.
Netto IVA esclusa 5750,00€
2) ADATTATORE CON MOLTIPLICATORE di giri 150/min per generatore.
Netto IVA esclusa 3250,00€
3) GRUPPO DI GENERAZIONE E CONTROLLO:
Netto IVA esclusa 17400,00€
n° 1 Generatore da 5 KW a 150 rpm
n° 1 Quadro di automazione/protezione da distacco del carico (anti fuga) e condizionamento energia
n° 1 inverter da 6KW di tipo speciale per sistemi a turbina
n° 1 quadro completo di protezione
Automazione di sicurezza secondo norma ENEL DK 5940 e CEI 0-21
Omologazione secondo CEI 0-21
c) Supporto tecnico
Supporto Tecnico per progettazione della parte elettrica del sistema di controllo; Programmazione degli inverter; Assistenza alla installazione Collaudo e messa in marcia del sistema

4) ISTALLAZIONE E POSA tempo previsto 2 giorni X 2 addetti.
Netto IVA esclusa 2000,00€
Resa: Franco stabilimento
Spedizione: da definire
Validità offerta: 60 giorni lavorativi
IVA: 21% esclusa
Condizioni di pagamento: 30% 14 giorni dopo la conferma d'ordine, 30% alla metà del periodo intercorso tra offerta e consegna prevista, 35% alla consegna e montaggio, non oltre le 4 settimane dalla notifica di pronta consegna, 5% in seguito ad accordi successivi.
Sono esclusi dalla fornitura i contatori ENEL, UTF con le relative certificazioni ed eventuali interruttori non compresi nel quadro elettrico.
Costruito e collaudato secondo Norme CEI.. Certificazioni Aziendali: ISO 9001. Il termine di consegna è indicativo. La data definitiva sarà confermata in fase di ordine.

VESCONITE

I cuscinetti a strisciamento iglidur UW vengono prodotti in diverse dimensioni come cuscinetti cilindrici e flangiati pronti per il montaggio. Sono possibili anche dimensioni e forme speciali a disegno secondo le richieste specifiche del cliente. La fase di test è comunque ben lontana dall'essere esaurita. Oltre agli esperimenti appena conclusi con successo, altri sono in programma. Come si comportano i cuscinetti in acqua salata o in acqua sporca? Questo è quanto afferma in proposito il Dr.-Ing. Ralf Selzer, responsabile dello studio dei materiali alla igus GmbH: "Prove più simili possibili alle esigenze del cliente fanno parte del programma dei test così come gli esperimenti standard. Della serie di esperimenti fanno parte anche quelli in acqua salata e in ambiente sporco. I nostri clienti poi ci sono di aiuto fornendoci dati concreti nell'impego reale, che noi poi possiamo trattare nel nostro laboratorio."

Autore: Gerhard Baus Product manager cuscinetti a strisciamento, igus GmbH, Colonia

Cuscinetti in ceramica

Caratterizzati da prestazioni decisamente superiori rispetto ai cuscinetti in acciaio standard, i cuscinetti interamente ceramici sono disponibili in tutte le precedenti tipologie.

Si distinguono per le caratteristiche delle ceramiche utilizzate (Si3N4, nitruro di silicio e Zr2O, ossido di zirconio), estremamente leggere, ma con resistenza meccaniche molto superiore all'acciaio.

La qualità di finitura e la precisione dimensionale e di forma delle sfere e degli anelli sono incomparabilmente migliori rispetto a qualsiasi cuscinetto in acciaio standard.

L'inerzia chimica che caratterizza la ceramica li rende inoltre praticamente inattaccabili da qualsiasi agente chimico esterno (acqua, acidi, etc.).

Il bassissimo coefficiente di dilatazione termico, infine, unito all'elevata durezza superficiale permettono ai cuscinetti di lavorare senza problemi anche a temperature elevate (fino a 1000°C) ed in assenza di lubrificazione.

Figura 147: igus GmbH, Colonia
Cuscinetti a strisciamento per applicazioni in acqua

igus® S.r.l.
Via Garibaldi, 29/31
23885 Calco (LC)
Tel. 039 50 86 05
Fax 039 50 87 51
igusitalia@igus.it
www.igus.it

"igus" e “iglidur” sono marchi registrati nella Repubblica Federale Tede

Cuscinetti per nave
http://www.caravel.it/index.html

vedi boccole avvolte in
http://www.skf.com/binary/tcm:44-120169/SKF%20bushings%20thrust%20washers%20and%20strips%201%20IT.pdf

Considerare uso *scatti liberi* per poter fertmare una ruota mentre le altre girano !!!!!

Studio con griglie coanda
http://portale.provincia.ms.it/allegato.asp?ID=273529

piccole kaplan a bulbo
http://www.turbiwatt.com/

ITALIE BCE

Giorgio Rivabella – mob. 334-5256505
SS per Alessandria 8 – **15057 Tortona** (AL)
Tel. 0039-0131-1858043 – www.bcesrl.net

Livelli idrometrici colorno tempo reale
http://www.procivcolorno.org/real%20time/PARMA.html

illo41100
L'inverter non e' un problema , occorre che sia di tipo "rigenerativo" , ABB ne produce una nutrita gamma, ma vi sono anche altre marche blasonate che lo commercializzano.
Lo si collega come un normale inverter e lo si fa lavorare pero' in "frenatura" ....
Poi dipende dalla logica che si usa con i PLC per il comando ed il controllo.
C'e' pero' un problema : nessun inverter ha la certificazione per il collagamento con enel.
Credo che si possa ovviare al problema inserendo un trasformatore d'isolamento.

http://www.energeticambiente.it/idroelettrico/14757227-coclea-o-ruota.html

Ciao Matasnic, interessante ciò che scrivi, ma la vedo dura evitare il moltiplicatore con i magneti permanenti.
La Alxion fa roba per l'eolico, ma non credo che cambi molto
Questa è la curva di potenza del loro aggeggio più grosso (quasi 2 quintali)
http://www.alxion.com/wp-content/uploads/2011/10/800ATK6M.pd
a 27 giri farebbe sui 5 kW e il rendimento scende sotto il 70 %

Ruote per di sotto (Wilmorel)
La formula/legge fisica che determina la potenza di una corrente d'acqua, come un fiume ecc. è data da:

P=0,25*A*V3*n in kW
dove:

0,25= numero fisso dipendente da unità di misura.
V=velocità acqua (al cubo)
A=sezione utile
n=rendimento meccanismo/ruota

Esemplifichiamo:
Immaginiamo un mulino con la ruota immersa per 0,3 metri e largo 3 metri, galleggiante su di un corso d'acqua con velocità di 0,8 m/sec, molto plausibile per fiumi di pianura e pedecollina e rendimento della ruota attorno a 40%.

P=0,25*(0,30*3)*(0,8^3)*0,4 = 0,046 kW
che è la potenza idraulica della ruota, disponibile sul suo asse.

A questo occorre applicare il rendimento meccanico del moltiplicatore ed elettrico del generatore.
Circa 80-:85% globalmente.

Pe= 0,046*0,85= 0,039 kW

Commento:
Non posso riportare l'intero messaggio, ma lo quoto in tutto salvo due precisazioni: mi sono interessato l'anno scorso ad un progetto di mulino galleggiante, la velocità dell'acqua richiesta dalla ditta costruttrice per ottenere un profitto congruo con l'investimento a costi esattamente del doppio rispetto a quelli da te ipotizzati fu di 3.50 m/sec, praticamente solo quella di alta montagna, o di qualche canale irriguo artificiale dove la pendenza è creata dall'uomo.
Saluti

Post 2013

SCOPO:
Costruzione di ruota idraulica per sfruttamento basso salto (m.0.9) di canale, con portata 0,75 m3/s realizzazione degli impianti per generazione ed uso con scambio sul posto, con potenza di circa 3.5 kW generatore magneti permanenti .
CARETTERISTICHE DELLA FORNITURA :
1) Costruzione di ruota in acciaio e posa in canale.
2) Costruzione parti adattamento ruota – generatore e protezione parti elettriche
3) Fornitura di generatore di corrente e relativi accessori atti alla produzione di energia elettrica.
4) Fornitura di documentazione necessaria all’ uso e manutenzione delle apparecchiature elettriche.
TEMPI DI CONSEGNA :
La consegna avverrà entro 120 giorni lavorativi dall’ordine definitivo salvo eccezioni possibili all’atto dell’ordine.
INSTALLAZIONE DELL’APPARECCHIATURA :
L’installazione della Ruota Idraulica sarà a cura dei nostri tecnici.
Tale installazione è vincolata dalla completa effettuazione delle eventuali opere accessorie necessarie per l’adeguato funzionamento del canale di alimentazione della ruota idraulica.
Tali opere, salvo diverso accordo, sono a completa cura del committente.
L’installazione si conclude con un collaudo durante il quale viene verificata la produzione di energia elettrica ed il regolare funzionamento.
Nel prezzo non sono inclusi Iva, il trasporto, eventuali opere murarie, ed i lavori d’istallazione elettrica.

CONDIZIONI DI GARANZIA DEL PRODOTTO :

Eventuali prestazioni di garanzia riguardano unicamente il materiale fornito – non esiste alcuna garanzia sul luogo.
GARANZIA: 2 anni
CONDIZIONI PER LA FORNITURA :
La fornitura dell'apparecchiatura è vincolata all'esito positivo della richiesta di Concessione di Derivazione di Acqua Pubblica agli organi provinciali competenti.
COSTI
1) RUOTA IDRAULICA, calcolo idraulico e costruzione in acciaio.
Netto IVA esclusa 5750,00€
2) ADATTATORE CON MOLTIPLICATORE di giri 150/min per generatore.
Netto IVA esclusa 3250,00€
3) GRUPPO DI GENERAZIONE E CONTROLLO:
Netto IVA esclusa 17400,00€
n° 1 Generatore da 5 KW a 150 rpm
n° 1 Quadro di automazione/protezione da distacco del carico (anti fuga) e condizionamento energia
n° 1 inverter da 6KW di tipo speciale per sistemi a turbina
n° 1 quadro completo di protezione
Automazione di sicurezza secondo norma ENEL DK 5940 e CEI 0-21
Omologazione secondo CEI 0-21
c) Supporto tecnico
Supporto Tecnico per progettazione della parte elettrica del sistema di controllo; Programmazione degli inverter; Assistenza alla installazione Collaudo e messa in marcia del sistema
4) ISTALLAZIONE E POSA tempo previsto 2 giorni X 2 addetti.
Netto IVA esclusa 2000,00€
Resa: Franco stabilimento
Spedizione: da definire
Validità offerta: 60 giorni lavorativi
IVA: 21% esclusa
Condizioni di pagamento: 30% 14 giorni dopo la conferma d'ordine, 30% alla metà del periodo intercorso tra offerta e consegna prevista, 35% alla consegna e montaggio, non oltre le 4 settimane dalla notifica di pronta consegna, 5% in seguito ad accordi successivi.
Sono esclusi dalla fornitura i contatori ENEL, UTF con le relative certificazioni ed eventuali interruttori non compresi nel quadro elettrico.
Costruito e collaudato secondo Norme CEI.. Certificazioni Aziendali: ISO 9001. Il termine di consegna è indicativo. La data definitiva sarà confermata in fase di ordine. Energyvet