



AIPO Lombardia

SINTESI TECNICA

sulla fattibilità economica della gestione della CENTRALE IDROELETTRICA DI MANERBIO

1 Produttività dell'impianto

Per il calcolo della produttività dell'impianto si sono considerate le caratteristiche di due turbine a elica inserite in modo tale che la portata venga ripartita in parti uguali sulle due macchine.

Il rendimento delle macchine dipende dallo scostamento della portata dalle condizioni ideali di funzionamento di 5 mc/s. Di seguito (Tabella 1) è indicata la variazione del rendimento in funzione dello scostamento dal valore ideale di funzionamento.

Tabella1: Rendimento della turbina al variare della portata

% scostamento	Rendimento
$\Delta Q < 10\% Q$	80 %
$10\% Q < \Delta Q < 25\% Q$	75 %
$\Delta Q > 25\% Q$	70 %

Il rendimento globale, funzione della portata turbinata, è dovuto al prodotto dei rendimenti dei singoli componenti: turbina a elica, moltiplicatore e generatore.

Come indicato nella Tabella 1, fino a variazioni del 10% della portata si ha un rendimento del 80%, per scostamenti dal 10% al 25% si ha un rendimento del 75% e per variazioni superiori al 25% il rendimento cala al 70 %.

La potenza installabile ai morsetti del generatore per ogni turbina risulta di 118 KW e si calcola tramite l'espressione:

$$P = \eta \times Q \times H \times 9,81 \text{ [kW]}$$

- η = rendimento totale [-];
- Q = portata turbinata [m³/s];
- H = salto netto [m];
- 9,81 = peso specifico dell'acqua [kN/m³]

La producibilità annua è stata stimata utilizzando la curva di durata delle portata e valutando in quali periodi vale la pena interrompere il funzionamento di una delle due turbine. L'utilizzo di due

macchine sarebbe giustificato per 320 giorni anno, mentre per la restante parte dell'anno il basso rendimento delle due macchine (ad ognuna sarebbe convogliata la portata max di 2,5 mc/s) giustificerebbe il funzionamento di una sola turbina (Tabella 2).

La producibilità media annua è stimata come 1633649 kWh.

$$producibilità\ media\ annua = \sum_{\Delta t=1}^{365} \eta \cdot Q \cdot H \cdot 9.81 \cdot 24 \cdot \Delta t = 1.633.649 [KWh]$$

Di seguito (Tabella 2) è riportata la simulazione di funzionamento con le portate medie giornaliere dell'anno medio. L'ultima colonna indica la producibilità media giornaliera nell'intervallo di riferimento

Tabella 2: Tabella riassuntiva del funzionamento dell'impianto

Giorni sup	Portate	Sfruttabile	1 turbina	2 turbine	Turbine in funzione	Energia prodotta
[gg]	[m³/s]	[m³/s]	[kW]	[kW]		[kWh/giorno]
1	25,26	10,00	-	235,44	2 turbine	5650,56
10	13,31	10,00	-	235,44	2 turbine	50855,04
20	12,25	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
30	11,78	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
40	11,46	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
50	11,15	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
60	10,96	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
70	10,76	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
80	10,65	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
90	10,49	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
100	10,29	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
110	10,08	10,00	-	235,44	2 turbine	56505,6
120	9,82	9,82	-	231,31	2 turbine	56505,6
130	9,62	9,62	-	226,43	2 turbine	55462,42
140	9,48	9,48	-	223,25	2 turbine	54303,36
150	9,44	9,44	-	222,18	2 turbine	53566,78
160	9,32	9,32	-	219,40	2 turbine	53301,35
170	9,23	9,23	-	217,22	2 turbine	52617,19
180	9,11	9,11	-	214,42	2 turbine	52107,05
190	9,01	9,01	-	212,15	2 turbine	51448,76
200	8,93	8,93	-	197,08	2 turbine	47640,21
210	8,83	8,83	-	195,00	2 turbine	47169,33
220	8,57	8,57	-	189,16	2 turbine	46770,72
230	8,26	8,26	-	182,39	2 turbine	45227,85
240	7,91	7,91	-	174,69	2 turbine	43732,66
250	7,63	7,63	-	168,43	2 turbine	41915,61
260	7,40	7,40	-	152,41	2 turbine	40214,95
270	7,14	7,14	-	146,99	2 turbine	36498,76
280	6,55	6,55	-	134,89	2 turbine	35069,16
290	6,16	6,16	-	126,91	2 turbine	34133,44
300	5,89	5,89	-	121,30	2 turbine	32572,87
310	5,54	5,54	-	114,11	2 turbine	31080,17
320	5,10	5,10	120,14	105,13	1 turbina	31184,28
330	4,59	4,59	101,25	94,50	1 turbina	28405,27
340	4,32	4,32	95,40	89,04	1 turbina	23932,68

350	4,02	4,02	88,73	82,82	1 turbina	22821,05
360	3,61	3,61	74,31	74,31	1 turbina	20828,39
361	3,58	3,58	73,75	73,75	1 turbina	1770,031
362	3,54	3,54	72,95	72,95	1 turbina	1750,865
363	3,54	3,54	72,90	72,90	1 turbina	1749,59
364	3,53	3,53	72,62	72,62	1 turbina	1742,951
365	3,48	3,48	71,71	71,71	1 turbina	1721,023

	Rendimento
	80%
	75%
	70%

Totale 1633649 kWh/anno

Conoscendo la producibilità è possibile calcolare i ricavi annui. Considerando che, per gli impianti di potenza inferiore al MW, l'energia prodotta viene venduta, come normato dalla Legge 244/07, ad una tariffa omnicomprensiva di 0,22 €/kWh è possibile valutarne i proventi.

Ricavi annui = Producibilità annua × 0,22 = 1.633.649 × 0,22 = 359.403 €.

2 Stima dei costi

Il quadro economico composto dai costi da sostenere è ricavato dal progetto di massima redatto dallo Studio Frosio di Brescia. Nella seguente tabella (tabella 3) è rappresentato il prospetto economico dei costi.

Tabella 3: Prospetto dei costi

Opere di presa e vasca di carico

Opere civili

VOCI	QUANTITA'			PREZZI UNITARI			TOTALE
Realizzazione opere provvisoriale (micropali)	660	m	x	86	€/m	=	56.750 €
Scavi di sbancamento	1.500	m ³	x	32	€/m ³	=	48.000 €
Reinterro e riempimento scavi	50	m ³	x	9	€/m ³	=	450 €
Trasporto alle discariche	1.450	m ³	x	13	€/m ³	=	18.850 €
Formazione delle scogliere	900	m ³	x	54	€/m ³	=	48.600 €
Calcestruzzo compreso casseforme e ferro d'armatura	180	m ³	x	430	€/m ³	=	77.400 €
Ripristini ambientali ed opere accessorie	A corpo		-	-	-	=	13.200 €

Opere elettromeccaniche (sbarramento mobile)

A corpo		=	133.750 €
---------	--	---	-----------

Totale opere di presa della vasca di carico	397.000 €
---	-----------

Centrale

Opere civili

VOCI	QUANTITA'			PREZZI UNITARI			TOTALE
Scavi di sbancamento	1000	m ³	x	32	€/m ³	=	32.000 €
Reinterro e riempimento degli scavi	200	m ³	x	8,6	€/m ³	=	1.720 €
Calcestruzzo compreso casseforme e ferro d'armatura	400	m ³	x	428	€/m ³	=	171.200 €
Intonaco civile e tinteggiatura	280	m ²	x	32	€/m ²	=	8.960 €
Rivestimenti di pietra	150	m ²	x	160	€/m ²	=	24.000 €
Rivestimenti di legno	60	m ²	x	110	€/m ²	-	6.600 €
Copertura	30	m ²	x	64	€/m ²	-	1.920 €
Porte e finestre	A	corpo	-	-	-	=	2.100 €
Porte e finestre Enel e misure	5	m ²	x	640	€/m ³	=	3.200 €
Pavimento sala macchine ed Enel	100	m ²	x	43	€/m ³	=	4.300 €
Ripristini ambientali, finiture ed opere accessorie	A	corpo	-	-	-	=	65.000 €

Totale opere civili	321.000 €
---------------------	-----------

<i>Opere elettromeccaniche (turbina e accessori, quadri automazione, etc.)</i>	A corpo		=	690.000 €
--	---------	--	---	-----------

Totale Centrale	1.011.000 €
-----------------	-------------

Allacciamento alla rete M.T.

A	corpo	-	-	26.000 €	26.000 €
---	-------	---	---	----------	-----------------

Acquisizione aree e servitù

A	corpo	-	-	6.000 €	6.000 €
---	-------	---	---	---------	----------------

TOTALE	1.440.000 €
---------------	--------------------

Imprevisti circa 10 %

A	corpo	-	-	140.000 €	130.000 €
---	-------	---	---	-----------	------------------

SOMMANO	1.570.000 €
----------------	--------------------

Ingegneria circa 10 %

A	corpo	-	-	130.000 €	130.000 €
---	-------	---	---	-----------	------------------

COSTO TOTALE DELL'IMPIANTO	1.700.010 €
-----------------------------------	--------------------

COSTI DI GESTIONE

I costi di gestione annua dipendono dalle caratteristiche dell'impianto (canoni, manutenzione necessaria) e dalla tipologia di gestione (costi del personale e apparecchiature di telecontrollo). Nel caso dell'impianto sul fiume Mella la gestione i costi annui devono essere imputati alle seguenti voci:

- **Costi del personale**
- **Canoni di concessione**

Canone concessione provinciale e regionale 2011

- **Assicurazione e costi di amministrazione**
- **Manutenzioni ordinarie**

L'analisi effettuata conduce a costi di gestione stimati per il primo anno in circa 21.500 €, incrementati anno per anno del tasso fisso pari a 1,90% (calcolato per gli anni 2005-2010 su base ISTAT).

3 Analisi finanziaria e tempi di rientro del capitale

Il calcolo del flusso di cassa è stato effettuato col metodo del V.A.N. con l'ipotesi che l'investimento sia al 100% a carico di AIPo e il tasso di interesse medio decennale sia 3,00%.

Al ricavo annuo è necessario sottrarre i costi di gestione per ottenere l'utile lordo a cui devono essere successivamente sottratte le imposte di esercizio se lo stesso utile non viene reinvestito nello stesso anno. L'utile netto deve essere attualizzato all'anno di zero e sottratto al capitale investito per ottenere il Valore Attualizzato Netto (VAN). La formula compatta per ottenere il VAN è la seguente:

$$V.A.N. = -C_0 + \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1-r_w)^k}$$

Dove con C_0 è indicato l'investimento iniziale per la realizzazione l'opera, con C_k il flusso finanziario al tempo k, e con r_w il costo medio ponderato del capitale (anche chiamato WACC). Si noti che il termine preceduto dalla sommatoria altro non è che l'utile netto attualizzato.

Ipotesi di finanziamento

Per effettuare l'analisi finanziaria si effettuano delle ipotesi che sono giustificate dagli intenti di AIPo riguardo il finanziamento per la realizzazione dell'impianto di Manerbio sul fiume Mella.

Si ipotizza che il capitale iniziale sia disposto:

- 100% direttamente con capitale AIPo;
- 0 % da finanziatori.

Ipotesi di piano finanziario

Per effettuare un piano finanziario col quale calcolare il tempo di rientro del capitale è necessario conoscere i ricavi, i costi e la tassazione Irpef.

- Il ricavo totale annuo si calcola ipotizzando costante la produttività dell'impianto e considerando costante il prezzo pagato da GSE per il ritiro dell'energia ad una quota omnicomprensiva di 0.22 Euro/KW. Come indicato in precedenza, i ricavi totali annui sono stati stimati in circa 350.000 €.

Per ottenere i costi totali annui, si devono sommare i costi di remunerazione del capitale ai costi di gestione.

È stato assunto un tasso di remunerazione del capitale pari al 2%, mentre lo scenario temporale per la capitalizzazione e per il conteggio dei rientri è stato fissato in 15 anni.

Sulla base di detti presupposti, l'utile lordo si attesta tra i 295.000 € nei primi anni, fino a circa 278.000 € al 15° anno.

Rientro e redditività dell'investimento

All'utile lordo annuo vanno detratte le imposte e le altre trattenute di legge.

Per una valutazione della redditività dell'investimento, si fa riferimento a uno scenario di 15 anni che dovrebbe assicurare in merito alla costanza del sostegno finanziario ministeriale.

È altresì necessario precisare le modalità di riparto dell'utile tra AIPo e il Comune di Manerbio.

Lo sviluppo dei conteggi si basa sulla seguente scelta di ripartizione dell'utile nei 15 anni di durata della convenzione (Tabella 4).

Tabella 4: Primo scenario di ripartizione degli utili

ANNI	%	%
	Comune	AIPo
1	70%	30%
2	70%	30%
3	70%	30%
4	20%	80%
5	20%	80%
6	20%	80%

7	20%	80%
8	20%	80%
9	20%	80%
10	20%	80%
11	20%	80%
12	20%	80%
13	20%	80%
14	20%	80%
15	20%	80%
16	20%	80%
17	20%	80%
18	20%	80%
19	20%	80%

Con tali presupposti, l'utile netto dell'impianto, dedotte tutte le spese e gli oneri finanziari, ivi compreso l'ammortamento dell'investimento, si attesta tra gli 80.000 € iniziali e i 60.000 €, al termine del ciclo di ammortamento, complessivi.

Si ha ragione di ritenere che i dati sopra indicati, frutto del confronto di varie ipotesi e schemi di calcolo, possano essere ritenuti prudentiali e destinati a essere migliorati nelle *performances* dell'impianto, una volta realizzato. Infatti, in termini di valutazione redditività dell'investimento, peso rilevante sta nel costo economico delle opere. Sono ipotizzabili migliorie che potranno essere ricercate nelle soluzioni tecnologiche adottate nell'impianto, in particolare per i gruppi turbina. Risparmi dell'ordine del 15% (ribasso di gara) porta il tasso di rendimento dal 5% al 7%, qualificando l'iniziativa in modo significativo.