



## WP4 – Studio di fattibilità per la realizzazione di una centrale mini idroelettrica a Verzegnis (UD)

Studio di fattibilità per l'ipotesi di realizzazione di un impianto micro idro elettrico per la produzione di energia elettrica a Verzegnis, frazione Chiaulis (UD)

Data: 29 luglio 2015

Verzegnis, località Chiaulis (UD)

**Si ringrazia per la collaborazione:**

Marco Pascolini (Ufficio Ambiente dell'Associazione Comunale Conca Tolmezzina)  
Franco Sulli (Vice Sindaco di Verzegnis)  
Renzo Boria (Consigliere comunale)

**Gruppo di lavoro:**

Pier Federico Fileni (ECUBA S.r.l.)  
Lorenzo Orlandi (ECUBA S.r.l.)  
Silvia Stefanelli (Regione FVG)

## Sommario

1	Introduzione.....	4
1.1	Le politiche europee sul mini idroelettrico.....	4
1.2	Le politiche nazionali e regionali sul mini idroelettrico .....	4
2	Percorso metodologico.....	5
2.1	Definizione di idroelettrico minore o mini idroelettrico.....	5
2.1	La metodologia e i passaggi operativi per la valutazione di fattibilità.....	6
3	Valutazione del potenziale di produttività energetica.....	8
4	Valutazione dei parametri di fattibilità.....	9
5	Documentazione fotografica .....	11
6	Matrici SWOT .....	12
7	Analisi finanziaria.....	13
7.1	Casistica n. 1: portata di 10 l/secondo.....	13
7.2	Casistica n. 2: portata di 20 l/secondo.....	18
8	Cronoprogramma .....	23
9	Conclusioni.....	23
10	Siti internet di interesse e riferimento.....	24

## 1 Introduzione

### 1.1 Le politiche europee sul mini idroelettrico

Le direttive europee sulla promozione delle Fonti Energetiche Rinnovabili (FER), sull'efficienza energetica (a partire dalla **Direttiva 2009/28/CE** sulla promozione delle fonti energetiche rinnovabili che indica agli Stati quali tipi di incentivazione adottare) e sugli impegni in termini di riduzione delle emissioni climalteranti incoraggiano la produzione di energia idroelettrica poiché totalmente priva di emissioni di CO<sub>2</sub> e totalmente rinnovabile. Dal punto di vista ambientale, naturalistico, paesaggistico, eco-sistemico e idrogeologico, però, la costruzione di grandi centrali idroelettriche e delle opere connesse (dighe e grandi serbatoi di accumulo) rappresenta un ostacolo e non è certamente sostenuta a gran voce a livello nazionale e regionale. Le stesse tariffe incentivanti del Gestore dei Servizi Energetici (GSE) premiano maggiormente gli impianti di piccola taglia. In questo quadro, è possibile pensare che lo sviluppo di questo settore sia da ricercare maggiormente nelle applicazioni del cosiddetto mini – micro idroelettrico poiché meglio si adatta alle politiche energetiche a livello locale, non prevede grandi investimenti, grandi opere, impatti ambientali significativi e la produzione di energia elettrica è posta vicino al luogo della domanda e sviluppata in base alla stessa domanda. Molti impianti di piccola taglia, infatti, sono infatti pensati per l'autoconsumo, nonostante la possibilità di cessione alla rete elettrica nazionale).

Per i Comuni che hanno aderito al Patto dei Sindaci, tutte le eventuali azioni del Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES) che prevedono la produzione di energia elettrica da fonte idrica contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi del cosiddetto 20-20-20, potendo contabilizzare la produzione a partire dall'anno di riferimento dell'inventario delle emissioni.

Questi elementi contribuiscono ad un aumento di interesse per lo sviluppo del mini-idroelettrico. Infatti, i siti non ancora sfruttati possono dare un significativo contributo alle future necessità energetiche dell'Europa (e a livello locale: "think globally and act locally") e contribuire in modo significativo alla realizzazione di una transizione a una economia a basse emissioni di carbonio prevista per 2050.

La pianificazione e produzione energetica sostenibile dovranno fornire sempre di più un valido supporto alla lotta per **Resilienza Climatica** che rappresenta la sfida più importante per il Pianeta.

### 1.2 Le politiche nazionali e regionali sul mini idroelettrico

Per la fonte idroelettrica, il PAN (Piano di Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili) prevede che la produzione complessiva resti sostanzialmente costante rispetto ai livelli attuali, attestandosi al 2020 attorno a un valore normalizzato di circa 42.000 GWh. L'andamento piatto della curva di produzione non va interpretato come un completo congelamento del settore per i prossimi anni. A fronte di un costante e sostanziale calo di produzione dei grandi impianti idroelettrici, corrisponde una parallela crescita del mini e micro idroelettrico.

La pianificazione ma soprattutto il processo autorizzativo per questi impianti di piccole dimensioni sono in capo alla regioni e alle Province. La quota di FER nell'industria elettrica regionale e nel soddisfacimento dei consumi energetici finali in Italia è data dal Decreto Ministeriale 15 marzo

2012 (DM “Burden Sharing”) del Ministero per lo Sviluppo Economico, che effettua una ripartizione tra le regioni dello sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili al 2020, secondo i target fissati dal Piano di Azione Nazionale (PAN)

In Friuli Venezia Giulia, dove la produzione di energia da FER è dipendente per quasi il 70% dalla risorsa idroelettrica prodotta da grandi centrali (anche se la quota da biomasse sta aumentando), la gestione delle concessioni per lo sfruttamento della risorsa idrica per piccole centrali è una questione importante. L’aumento della potenza complessiva installata è aumentato in maniera poco significativa ma soprattutto il contributo del mini idroelettrico può essere visto come il principale elemento che ha portato alla diminuzione della potenza media installata per impianto (rapporto finale della Valutazione Unitaria Politiche per l’Energia e Cambiamento climatico – giugno 2014).

L’orientamento regionale appare pertanto quello di non promuovere grandi infrastrutture per la produzione idroelettrica ma di gestire in maniera sostenibile una produzione più piccola e meglio distribuita sul territorio, come quella ottenibile con il mini idroelettrico.

Infine, occorre rilevare che alcune associazioni ambientaliste stanno proclamando i possibili impatti per l’ecosistema delle centrali mini e micro idroelettriche così come per l’elevato valore paesaggistico di alcune localizzazioni ma soprattutto sono contrarie allo sfruttamento di queste opportunità a fini speculativi ad opera di privati, dove il vantaggio non viene redistribuito sulla collettività. Questo studio di fattibilità, invece, tratta dell’opportunità di un piccolo investimento pubblico, promosso dall’Ente Locale che mirerebbe a redistribuire i possibili vantaggi sulla collettività (restituzione dell’energia prodotta o decontribuzione della tassazione locale sulla base dei guadagni).

## 2 Percorso metodologico

### 2.1 Definizione di idroelettrico minore o mini idroelettrico

Non c’è accordo tra gli Stati Membri dell’UE sulla definizione di piccolo idroelettrico. Alcuni paesi come Austria, Germania, Portogallo, Spagna, Irlanda e Belgio accettano 10 MW come limite superiore per la potenza installata. In Italia il limite è fissato a 3 MW (gli impianti con potenza installata superiore dovrebbero vendere l’energia a prezzi inferiori) e in Svezia a 1,5 MW. In Francia il limite è stato recentemente fissato a 12 MW, non propriamente come limite per il piccolo idroelettrico, ma come il valore massimo di potenza installata degli impianti alimentati a fonti rinnovabili per i quali la rete ha l’obbligo di ritirare l’energia prodotta. Nel Regno Unito 20 MW è il valore generalmente accettato come limite superiore per il piccolo idroelettrico.

Non esiste pertanto una soglia minima di potenza installata e nel caso specifico che sarà preso in esame dal presente studio di fattibilità, in funzione delle portate ridotte ma del salto significativo si ipotizzerà una potenza installabile inferiore a 100 kW.

Nel mini-idroelettrico si utilizzano turbine concettualmente simili a quelle per i grandi impianti. Un impianto mini idroelettrico (gli impianti con potenza inferiore a 100 kW sono comunemente

definiti micro idro elettrici) necessita di un flusso d'acqua ragionevolmente costante e di un salto d'acqua di almeno qualche metro. Per ogni corso d'acqua esistono turbine differenti in grado di ottimizzare lo sfruttamento dell'energia idrica in funzione di portata e dislivello disponibile.



**Fig. 1:** turbine Pelton per impianti micro idro elettrici

Indipendentemente dalla potenza installabile, lo scopo di un impianto idroelettrico è di convertire l'energia potenziale di una massa d'acqua, che defluisce naturalmente con una certa differenza di quota (denominata "salto" o "caduta"), in energia elettrica nel punto più basso dell'impianto, dove è collocata la centrale.

A seconda del salto disponibile, gli impianti possono essere classificati come segue:

- Basso salto: 2-30 m;
- Medio salto: 30-100 m;
- Alto salto: al di sopra di 100 m.

Questi intervalli di valori non sono rigidi e servono solo allo scopo di classificare, in linea di massima, i siti idroelettrici. Gli impianti sono rappresentati dalle seguenti tipologie:

- Impianti ad acqua fluente;
- Impianti con la centrale al piede di una diga;
- Impianti inseriti in un canale o in una condotta per l'approvvigionamento idrico.

## 2.1 La metodologia e i passaggi operativi per la valutazione di fattibilità

Lo studio di fattibilità serve a capire se esista un lato, l'opportunità tecnica di realizzare una centrale mini idroelettrica e dall'altro se esistono i presupposti di convenienza economica per la realizzazione dell'intervento.

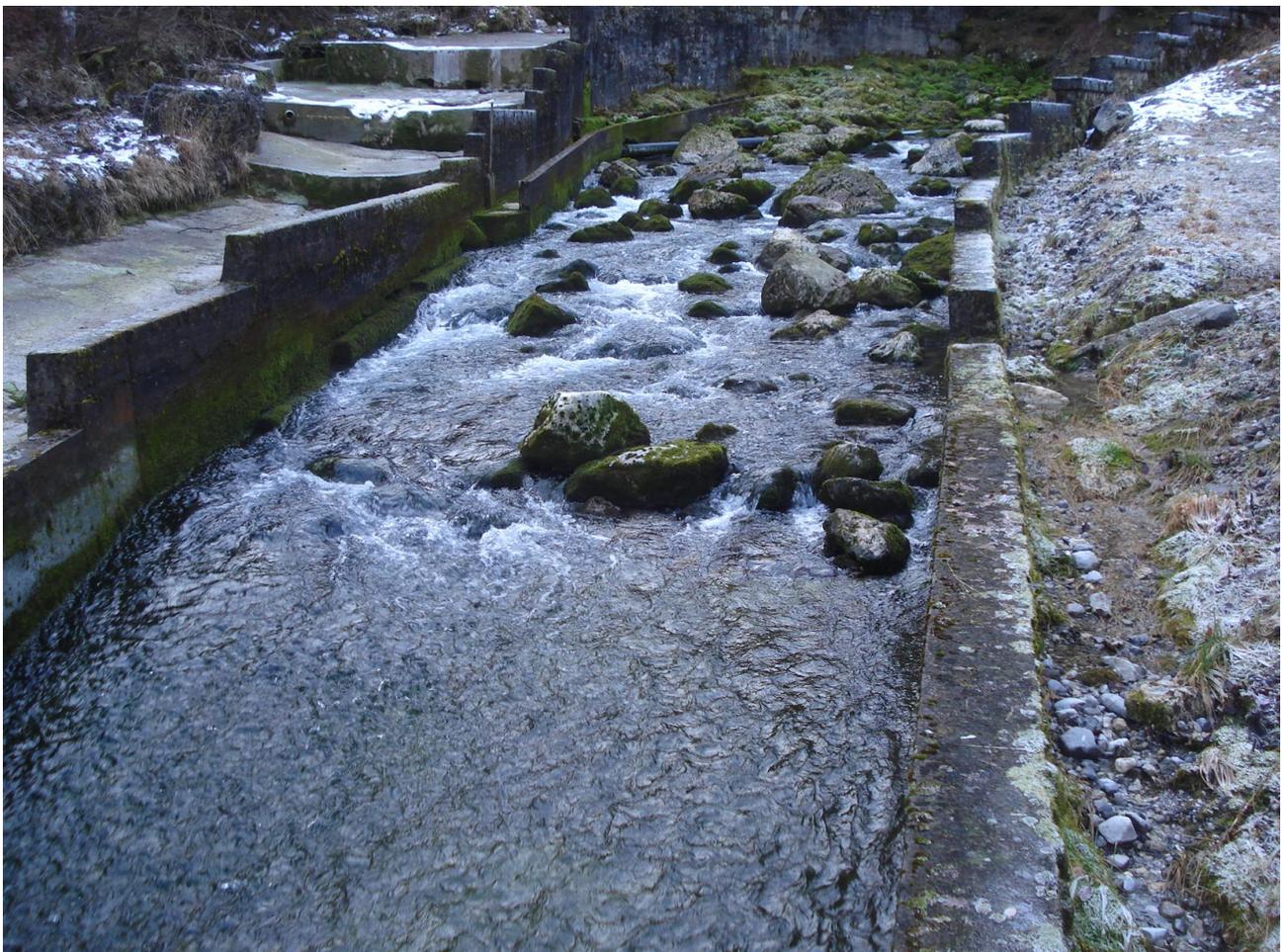
Entrambi gli aspetti sono indispensabili, l'inapplicabilità (tecnica o autorizzativa) o l'insostenibilità (finanziaria) di uno solo dei due determina la non fattibilità dell'intervento.

Nel caso specifico, si valuterà il dimensionamento di massima dell'impianto ai fini del calcolo della possibile producibilità sia in termini di energia (kWh anno) sia di introiti finanziari (vendita dell'energia elettrica, Titoli di Efficienza Energetica, ecc.).

Nel caso in cui la producibilità dell'impianto fosse sufficiente a giustificare la redazione di un progetto preliminare, si procederà a valutare i seguenti aspetti:

- Opere idrauliche;
- Equipaggiamento elettromeccanico;
- Impatto ambientale, paesaggistico, acustico, dei luoghi e eventuali mitigazioni;
- Procedimento amministrativo e autorizzativo;
- Analisi economica e finanziaria.

I risultati saranno esposti in sintesi mediante una matrice SWOT riepilogativa dei punti di forza (*Strengths*), debolezza (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*).



**Fig. 2:** Opera di presa dell'acqua che, tramite una condotta chiusa in cls. della portata di 60 lt/secondo, raggiunge la Cartiera di Tolmezzo.

### 3 Valutazione del potenziale di produttività energetica

Per valutare la possibile resa in termini di produzione di energia elettrica della centrale, sono stati presi in esame i dati sulla portata, sulla quota del salto altimetrico, sulla base di quanto dichiarato dall'Amministrazione proponente. Altre valutazioni tecniche sono state effettuate in sede di sopralluogo (9 luglio 2015). Non sono stati fatti rilievi topografici, altimetrici e misurazioni sulle portate.

Riepilogo dei meta dati:

- portata: 10 l/secondo, costante per tutto l'anno e non soggetta a riduzioni di portata stagionale (prelevata dal canale di derivazione che dalla sorgente arriva sino alla Cartiera);
- salto: 70 metri circa (da realizzare con condotta superficiale, senza interruzioni di salto).

Sulla base di questi elementi, in via preliminare, la possibile produzione di energia elettrica può essere determinata nel seguente modo:

Calcolo potenza elettrica disponibile da salti d'acqua

Energia potenziale = mgh

Potenza generata = portata x densità x g x h

#### Casistica n. 1

grandezza	unità MKS	esempio
Portata	m <sup>3</sup> / s	0,01
Densità	kg/m <sup>3</sup>	1000
Accelerazione di gravità g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Dislivello h	m	70
Potenza calcolata	W (J/s = (kg *m*m/s <sup>2</sup> ) * 1/s)	6.860
	kW	7
Perdite per attrito del fluido nella condotta forzata		7,4%
efficienza meccanica della turbina		0,88
Efficienza elettrica dell'alternatore		0,94
Potenza utile	kW	<b>5</b>
<b>Produttività energetica</b>	kWh	<b>45.408</b>
Produttività economica annua (0,257€/kWh) – tariffa onnicomprensiva incentivata per 20 anni per impianti con potenza inferiore a 20 kW	€	<b>11.670</b>
Incentivi	TEE	0
<b>Emissioni evitate annue</b>	1 kWh=326,78 gr di CO <sub>2</sub> evitata	
	14.838 kg di CO <sub>2</sub>	
	<b>15 T di CO<sub>2</sub></b>	

La portata di 10 lt/secondo deriva da un contratto stipulato tra il Comune e la Cartiera. In una eventuale fase di rinegoziazione della concessione, si potrebbe valutare la possibilità di richiedere

un incremento della portata. Nella ipotesi seguente, si valuta una portata incrementata a 20 lt/secondo.

Calcolo potenza elettrica disponibile da salti d'acqua

Energia potenziale = mgh

Potenza generata = portata x densità x g x h

## Casistica n. 2

grandezza	unità MKS	esempio
Portata	m <sup>3</sup> / s	0,02
Densità	kg/m <sup>3</sup>	1000
Accelerazione di gravità g	m/s <sup>2</sup>	9,8
Dislivello h	m	70
Potenza calcolata	W (J/s = (kg *m*m/s <sup>2</sup> )* 1/s)	13.720
	kW	14
Perdite per attrito del fluido nella condotta forzata		7,4%
Efficienza meccanica della turbina		0,88
Efficienza elettrica dell'alternatore		0,94
Potenza utile	kW	<b>11</b>
<b>Produttività energetica</b>	kWh	<b>90.816</b>
<b>Produttività economica annua (0,257€/kWh) – tariffa onnicomprensiva incentivata per 20 anni per impianti con potenza inferiore a 20 kW</b>	€	<b>23.340</b>
Incentivi	TEE	0
<b>Emissioni evitate annue</b>	1 kWh=326,78 gr di CO <sub>2</sub> evitata	
	29.677 kg di CO <sub>2</sub>	
	<b>30 T di CO<sub>2</sub></b>	

9

## 4 Valutazione dei parametri di fattibilità

### Parametri funzionali

**Produzione energetica:** la produzione energetica annua ottenibile è pari a **45.408 kWh** (per il calcolo si è considerata una produzione della turbina per 360 giorni all'anno (4 o 5 giorni per le manutenzioni e i controlli periodici poiché la condotta prevista è di tipo chiuso). Nella seconda soluzione (con portata incrementata a 20lt/secondo) la produzione annua può raggiungere i **90.816 kWh**.

**Emissioni evitate:** la produzione di energia elettrica da risorsa idroelettrica è da considerarsi completamente verde ovvero senza emissione di CO<sub>2</sub> per l'intera quota di energia prodotta. La produzione, pertanto, genera un beneficio ambientale pari a 326,78 grammi di **CO<sub>2</sub>** evitata per

ogni kWh elettrico (fonte ISPRA 2013, valore nazionale). Complessivamente in un anno le emissioni evitate ammontano a **15 Tonnellate** e a **30 Tonnellate** nella seconda soluzione.

**Ricavi:** sono determinati dalla tariffa incentivante (onnicomprensiva) che il GSE riconosce per ogni kWh prodotto dalla centrale idroelettrica, al netto della quota eventualmente consumata. La Tariffa onnicomprensiva consiste nel riconoscimento di **0,257 €** per ogni kWh di elettricità netta prodotto e immesso nella rete elettrica da impianti inferiori a 20 kW per 20 anni. La massima quantità vendibile di energia annua (in assenza di autoconsumo) ammonta pertanto a **11.670 €** e a **23.340 €** nella seconda soluzione.

### Iter procedurale (analogo per le 2 soluzioni tecniche)

La concessione di derivazione di acque per impianti idroelettrici ha come Referente la Regione.

Il richiedente (il Comune di Verzegnis) non ha la disponibilità dei suoli dove far passare la tubazione per la derivazione di acqua e nemmeno l'area dove potrebbe essere ospitata la centrale. Si rende necessario chiedere il passaggio su terreno privato l'interramento della condotta (scarpata boschiva) e trovare una soluzione per la realizzazione della centrale (di piccole dimensioni) su terreno privato (da locare o da comprare).

### Costi

I costi sono determinati dai seguenti fattori:

- Opere civili (realizzazione della centrale e accesso alla centrale);
- Opere impiantistiche e forniture (derivazione dalla condotta principale, condotta forzata e canale di restituzione, turbina, alternatore e trasformatore);
- Opere e impianti per allacciamento alla rete elettrica;
- Screening ambientale (o VAS);
- Progettazione preliminare, definitiva e esecutiva;
- Elaborazione di bando per procedura d'appalto per l'assegnazione dei lavori;
- Contabilità e direzione lavori;
- Collaudi;
- Manutenzioni;
- Pratica GSE per richiesta tariffa incentivante.

### Caratteristiche tecniche principali

- La tubazione in PEAD o in PVC Biorientato (Supertubo) con pressione nominale a PN25 (con diametro esterno tra i 12 cm e i 15 cm).
- Turbina Pelton a 1 getto a 1500 giri, serie TPA (potenza 5 kW)
- Turbina Pelton a 1 getto a 1500 giri, serie TPA (potenza 12 kW)
- Generatore asincrono trifase
- Regolatori elettronici
- Quadro elettrico di controllo

In assenza di un rilievo, di un progetto di massima e di un capitolato, è possibile ipotizzare che il costo di realizzazione dell'intervento non sia inferiore a:

- € 55.000,00 per la centrale da 5 kW di potenza;
- € 70.000,00 per la centrale da 12 kW di potenza.

Dalla presente valutazione sono escluse valutazioni in merito all'eventuale acquisizione o locazione dell'area per la centrale micro idro elettrica e l'accesso e eventuali accordi di natura economica per il passaggio su terreno privato della condotta dell'acqua.

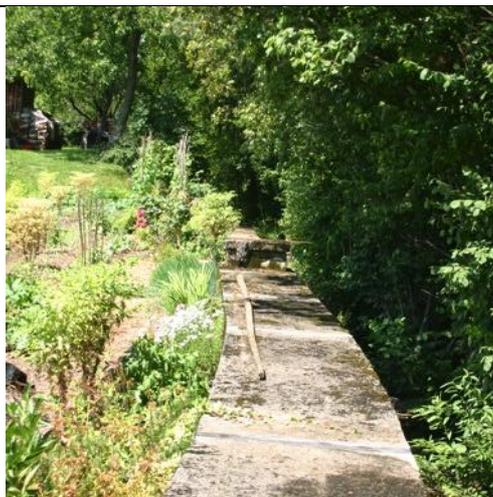
## 5 Documentazione fotografica



**Fig. 1** Presa della condotta



**Fig. 2** La condotta chiusa che deriva la portata di 60 lt/secondo alla Cartiera



**Fig. 3:** La condotta chiusa che deriva la portata di 60 lt/secondo alla Cartiera



**Fig. 4:** il percorso che la condotta di derivazione secondaria dovrebbe seguire per arrivare fino alla centrale micro idroelettrica



Fig. 5: ipotetica localizzazione della centrale micro idroelettrica (terreno privato)

## 6 Matrice SWOT

Analisi SWOT	
<p><b>Punti di forza:</b>            Portata costante.            Semplicità impiantistica e di realizzazione;            Deflusso minimo vitale garantito e inalterato dall'intervento;            Produzione da FER.            Impatto paesaggistico mitigabile dalla vegetazione            Facile accesso alla centrale e facile allacciamento alla rete elettrica</p>	<p><b>Punti di debolezza:</b>            Permessi per il passaggio della condotta su suolo privato;            Realizzazione della centrale su suolo privato.</p>
<p><b>Opportunità:</b>            Tariffa incentivante favorevole (omnicomprensiva, 0,257 €/kWh) garantita per 20 anni.            Emissioni di CO<sub>2</sub> evitate per l'intera produzione;            Contributo agli obiettivi del 20-20-20.</p>	<p><b>Minacce</b>            Mancate autorizzazione da parte dei soggetti privati;            Tempistica non del tutto prevedibile;            Mancanza di un rilievo e di un progetto preliminare da valutare.</p>

## 7 Analisi finanziaria

Di seguito viene effettuata un'analisi della fattibilità economico-finanziaria dell'installazione della centralina mini-idroelettrica: saranno studiate le due casistiche precedentemente analizzate nel paragrafo 3, e cioè:

- casistica n.1: portata di 10 l/secondo, potenza utile dell'impianto di 5 kW;
- casistica n.2: portata di 20 l/secondo, potenza utile dell'impianto di 11 kW.

Per ogni casistica saranno presentati i dati di input dell'analisi, i flussi finanziari (semplici ed attualizzati), gli indicatori finanziari (VAN, TIR e TRS); in entrambi scenari, per attuare l'investimento, si prevede l'accensione di un mutuo da parte del comune presso la Cassa Depositi e Prestiti (mutuo decennale).

### 7.1 Casistica n. 1: portata di 10 l/secondo

Dati di input	Valore	u.m.
Portata dell'impianto	10	l/s
Potenza utile	5	kW
Investimento totale	55.000	€
Produzione annua di elettricità	45.408	kWh
Tariffa energia prodotta <sup>1</sup>	0,257	€/kWh
Produttività economica annua (valore energia utile)	11.670	€
Costo annuo di manutenzione	550	€
Costo annuo di gestione	200	€
Spese generali annuali	100	€
Tasso attualizzazione	2	%
Tasso prestito annuo	4,75	%
Rata media annuale del mutuo	6.937	€

Dati di input per analisi finanziaria

<sup>1</sup> Tariffa onnicomprensiva incentivata per 20 anni per impianti con potenza inferiore a 20 kWp.

## Prospetto finanziario

	durata prestito Cassa deposito e prestiti per investimento (10 anni)									
PROSPETTO: anni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo totale investimento	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88	-€ 6.936,88
Valore energia utile	€ -	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86
Costo unitario manutenzione		€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00
Costo di gestione		-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00
Spese generali	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00
Flusso netto	-€ 7.036,88	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98	€ 4.982,98
Flusso netto cumulativo	-€ 7.036,88	-€ 2.053,89	€ 2.929,09	€ 7.912,07	€ 12.895,05	€ 17.878,03	€ 22.861,01	€ 27.843,99	€ 32.826,97	€ 37.809,95

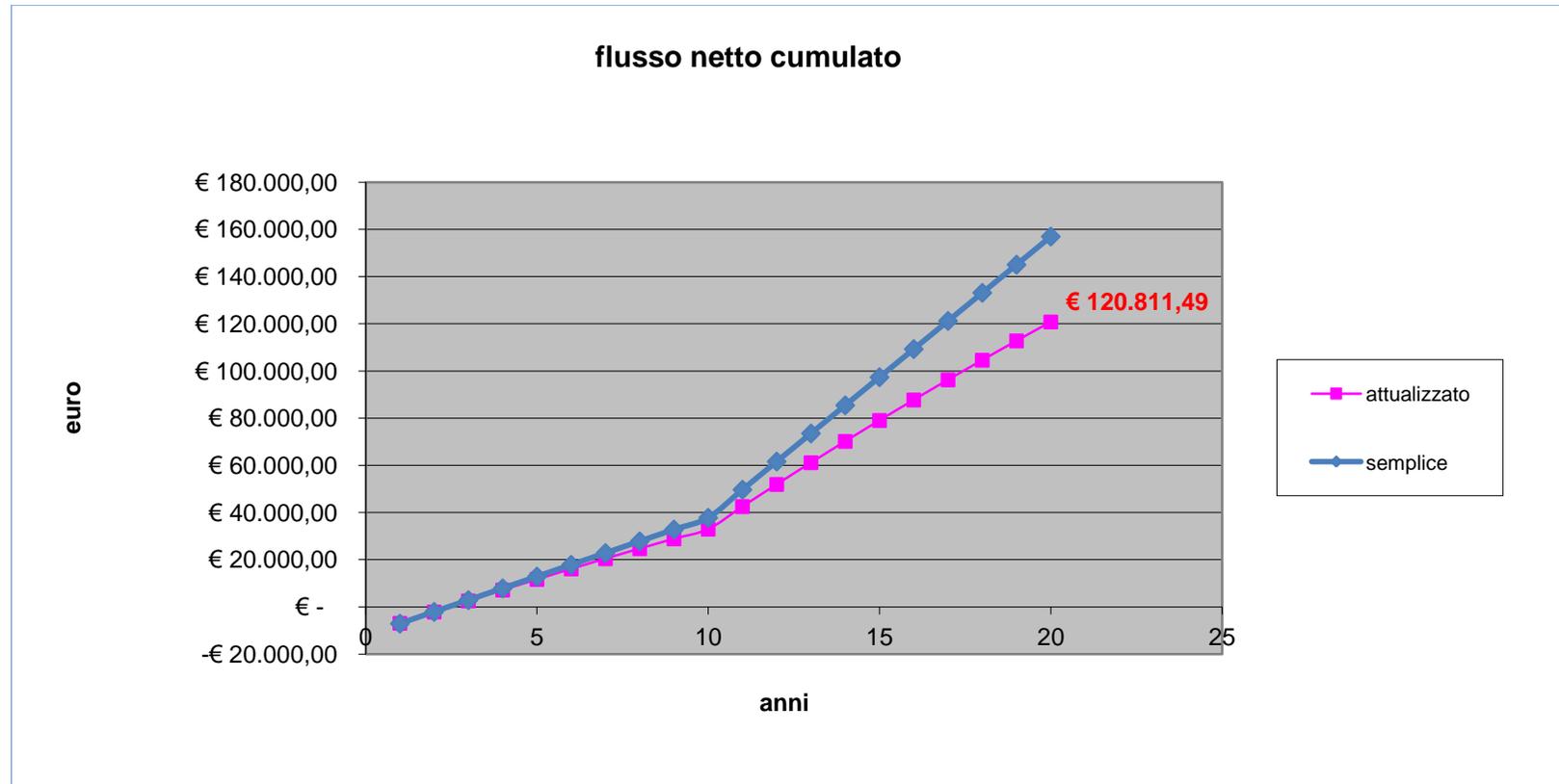
PROSPETTO: anni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costo totale investimento										
Valore energia utile	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86	€ 11.669,86
Costo unitario manutenzione	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00	€ 550,00
Costo di gestione	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00
Spese generali	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00
Flusso netto	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86	€ 11.919,86
Flusso netto cumulativo	€ 49.729,81	€ 61.649,67	€ 73.569,52	€ 85.489,38	€ 97.409,23	€ 109.329,09	€ 121.248,95	€ 133.168,80	€ 145.088,66	€ 157.008,51

## Prospetto finanziario (flusso attualizzato)

ATTUALIZZAZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
indice: $1/(1+t)^i$	0,980392157	0,961168781	0,942322335	0,923845426	0,90573081	0,887971382	0,870560179	0,853490371	0,836755266	0,8203483
flusso attualizzato	-€ 6.898,90	€ 4.789,49	€ 4.695,57	€ 4.603,50	€ 4.513,24	€ 4.424,74	€ 4.337,98	€ 4.252,93	€ 4.169,54	€ 4.087,78
flusso attualizzato cumulato	-€ 6.898,90	-€ 2.109,41	€ 2.586,16	€ 7.189,67	€ 11.702,91	€ 16.127,65	€ 20.465,64	€ 24.718,56	€ 28.888,10	€ 32.975,88

ATTUALIZZAZIONE	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
indice: $1/(1+t)^i$	0,804263039	0,788493176	0,773032525	0,757875025	0,74301473	0,728445814	0,714162562	0,700159375	0,68643076	0,672971333
flusso attualizzato	€ 9.586,70	€ 9.398,73	€ 9.214,44	€ 9.033,76	€ 8.856,63	€ 8.682,97	€ 8.512,71	€ 8.345,80	€ 8.182,16	€ 8.021,72
flusso attualizzato cumulato	€ 42.562,58	€ 51.961,30	€ 61.175,74	€ 70.209,50	€ 79.066,13	€ 87.749,10	€ 96.261,81	€ 104.607,61	€ 112.789,77	€ 120.811,49

## Grafico VAN (semplice e attualizzato)





	REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED ENERGIA	
tel + 39 040 3774512 fax + 39 040 3774513	ambiente@regione.fvg.it ambiente@centregione.fvg.it I - 34126 Trieste, via Giulia 75/1



## Valori parametri finanziari e conclusioni

**VAN:** 120.811 €

**TIR:** 72 %

**TRS:** 4,7 anni

**CONCLUSIONI:** l'investimento risulta conveniente.



## 7.2 Casistica n. 2: portata di 20 l/secondo

Dati di input	Valore	u.m.
Portata dell'impianto	20	l/s
Potenza utile	11	kW
Investimento totale	70.000	€
Produzione annua di elettricità	90.816	kWh
Tariffa energia prodotta	0,257	€/kWh
Produttività economica annua (valore energia utile)	23.340	€
Costo annuo di manutenzione	700	€
Costo annuo di gestione	200	€
Spese generali annuali	100	€
Tasso attualizzazione	2	%
Tasso prestito annuo	4,75	%
Rata media annuale del mutuo	8.829	€

Dati di input per analisi finanziaria

## Prospetto finanziario

	durata prestito Cassa deposito e prestiti per investimento (10 anni)									
PROSPETTO: anni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo totale investimento	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75	-€ 8.828,75
Valore energia utile	€ -	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71
Costo unitario manutenzione		€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00
Costo di gestione		-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00
Spese generali	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00
Flusso netto	-€ 8.928,75	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96	€ 14.910,96
Flusso netto cumulativo	-€ 8.928,75	€ 5.982,21	€ 20.893,17	€ 35.804,14	€ 50.715,10	€ 65.626,06	€ 80.537,02	€ 95.447,98	€ 110.358,95	€ 125.269,91

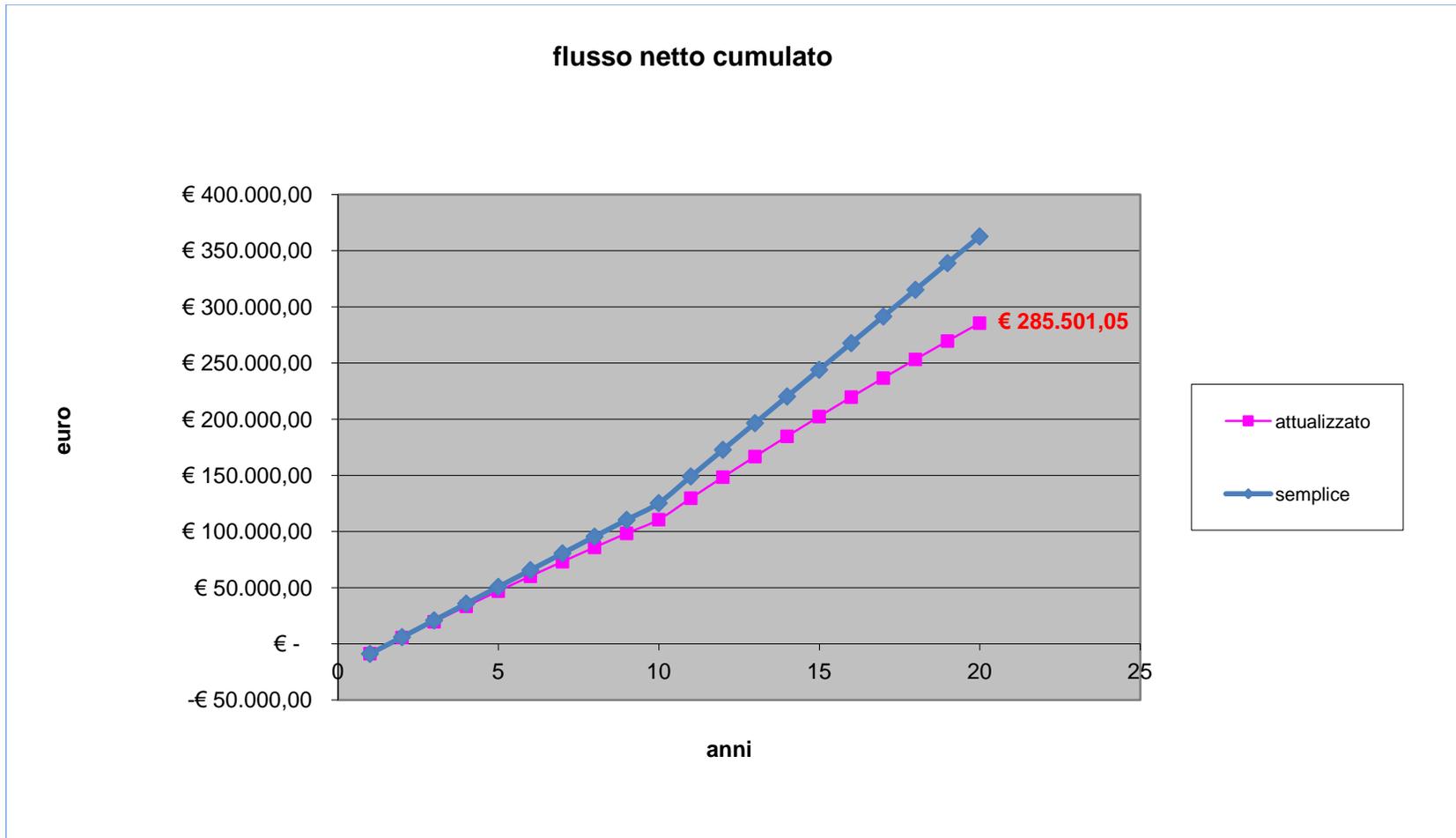
PROSPETTO: anni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Costo totale investimento										
Valore energia utile	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71	€ 23.339,71
Costo unitario manutenzione	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00	€ 700,00
Costo di gestione	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00	-€ 200,00
Spese generali	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00	-€ 100,00
Flusso netto	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71	€ 23.739,71
Flusso netto cumulativo	€ 149.009,62	€ 172.749,33	€ 196.489,04	€ 220.228,76	€ 243.968,47	€ 267.708,18	€ 291.447,89	€ 315.187,60	€ 338.927,32	€ 362.667,03

## Prospetto finanziario (flusso attualizzato)

ATTUALIZZAZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
indice: $1/(1+t)^i$	0,980392157	0,961168781	0,942322335	0,923845426	0,90573081	0,887971382	0,870560179	0,853490371	0,836755266	0,8203483
flusso attualizzato	-€ 8.753,68	€ 14.331,95	€ 14.050,93	€ 13.775,42	€ 13.505,32	€ 13.240,51	€ 12.980,89	€ 12.726,36	€ 12.476,83	€ 12.232,18
flusso attualizzato cumulato	-€ 8.753,68	€ 5.578,27	€ 19.629,21	€ 33.404,63	€ 46.909,95	€ 60.150,46	€ 73.131,35	€ 85.857,71	€ 98.334,53	€ 110.566,72

ATTUALIZZAZIONE	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
indice: $1/(1+t)^i$	0,804263039	0,788493176	0,773032525	0,757875025	0,74301473	0,728445814	0,714162562	0,700159375	0,68643076	0,672971333
flusso attualizzato	€ 19.092,97	€ 18.718,60	€ 18.351,57	€ 17.991,73	€ 17.638,96	€ 17.293,09	€ 16.954,01	€ 16.621,58	€ 16.295,67	€ 15.976,15
flusso attualizzato cumulato	€ 129.659,69	€ 148.378,29	€ 166.729,86	€ 184.721,60	€ 202.360,55	€ 219.653,64	€ 236.607,66	€ 253.229,24	€ 269.524,91	€ 285.501,05

## Grafico VAN (semplice e attualizzato)





	REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
DIREZIONE CENTRALE AMBIENTE ED ENERGIA	
tel + 39 040 3774512 fax + 39 040 3774513	ambiente@regione.fvg.it ambiente@centregione.fvg.it I - 34126 Trieste, via Giulia 75/1



## Valori parametri finanziari e conclusioni

**VAN:** 285.501 €

**TIR:** 167 %

**TRS:** 3,0 anni

**CONCLUSIONI:** l'investimento è assolutamente conveniente.



## 8 Cronoprogramma

Fasi	Mesi												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Bando e assegnazione della progettazione	■												
Progettazione preliminare		■	■										
Screening ambientale			■										
Richiesta autorizzazione alla Regione				■									
Autorizzazione				■	■								
Progettazione definitiva, esecutiva e capitolato							■	■					
Bando e assegnazione delle opere di realizzazione e relative forniture								■	■	■			
Collaudi											■		
Richiesta al GSE per tariffa incentivante onnicomprensiva											■	■	

## 9 Conclusioni

La taglia dell'impianto (inferiore ai 20 kW di potenza) ricade nella sottocategoria che identifica gli impianti micro idroelettrici che usufruiscono della tariffa incentivante onnicomprensiva (il valore di cessione alla rete è decisamente superiore al valore di acquisto dalla rete) per un periodo di 20 anni.

Nonostante la portata idrica sia ridotta, il salto elevato garantisce una media produttività dell'impianto, soprattutto nella seconda ipotesi con una portata di 20 lt/secondo. Tale valore, se confrontato coi costi limitati dalla semplicità dell'impianto, garantiscono un tempo di ritorno dell'investimento favorevole. Non prevedendo autoconsumo, il conseguente allacciamento alla rete non presenta difficoltà di natura tecnica o logistica. L'integrazione architettonica e paesaggistica della centrale micro idroelettrica potrebbe essere mitigata (o annullata) dalla realizzazione della centrale all'interno di un manufatto esistente e dalla eventuale sistemazione degli spazi aperti (miglioramento del canale di deflusso, accesso, ecc.).

L'analisi SWOT, anche se schematica e riassuntiva, evidenzia in larga misura i punti di forza e le opportunità che potrebbero derivare dalla realizzazione dell'intervento, a fronte delle minacce o punti di debolezza.

**L'esito del presente studio di fattibilità è pertanto favorevole per la seconda ipotesi** (aumento della portata a 20 lt/secondo) poiché con gli stessi passaggi procedurali, autorizzativi e con un minimo incremento dei costi di realizzazione, garantirebbe una produzione energetica doppia e una produttività economica molto più favorevole.

## 10 Siti internet di interesse e riferimento

<http://minihydro.rse-web.it/Links/Links.asp> i sito dedicato allo sviluppo del mini idroelettrico in Italia

<http://www.esha.be/> The European Small Hydropower Association (ESHA) represents the interest of the hydropower sector by promoting the benefits and opportunities of hydropower at EU level

<http://www.microhydropower.net/> offre informazioni di vario genere sugli impianti di piccolissima taglia (potenza inferiore a 300 kW, ad acqua fluente e non connessi alla rete). Offre una vista a livello globale, con i contatti dei professionisti in tutto il mondo e la possibilità, previa registrazione, di scambiare informazioni con tutti gli utenti del sito (web-ring)

<http://www.small-hydro.com/Home.aspx> atlante mondiale del piccolo idroelettrico (Small-Hydro Atlas), dove per ogni paese selezionato compare una breve storia sullo sviluppo dell'idroelettrico e le associazioni nazionali di riferimento. Attraverso un link è possibile scaricare software quali "RETSscreen International"

<http://www.ieahydro.org/> IEA Hydropower Implementing Agreement è una gruppo di lavoro formato da otto paesi membri (Brasile, Canada, Cina, Finlandia, Francia, Giappone, Norvegia e Svezia), il cui scopo è lo sviluppo dell'idroelettrico, attraverso piani strategici di sviluppo (area "Strategic Plan"). Il sito offre le novità nel settore, dalle informazioni tecniche ai giornali o enti nazionali che trattano l'argomento idroelettrico.

<http://www.hydrofoundation.org/> portale della HRF (Hydro Research Foundation), società americana non-profit fondata nel 1994 con l'unico scopo di promuovere conoscenze e incontri a tema.

<http://www.hydropower.org/> con membri in 80 paesi diversi, la IHA è tra le maggiori istituzioni internazionali in materia di idroelettrico; fondata nel 1985 sotto l'egida dell'UNESCO, la sede centrale è sita in Londra, ma può vantare società affiliate nei cinque continenti. All'interno del sito, disponibile solo in lingua inglese, le sezioni dedicate all'idroelettrico ("Sustainable Hydropower" e "Hydropower Information")

<http://www.thehea.org/> HEA (Hydro Equipment Association) è una società nata dall'esigenza dei fondatori membri (ALSTOM, VOITH e VA TECH) di un portale per lo scambio e la promulgazione di informazioni. In lingua inglese, presenta sia sezioni informative di carattere generale (glossario idroelettrico, benefici, ecc.) sia aree più tecniche.