

gestione



# Il micro-idroelettrico per la produzione di energia rinnovabile

di Donatella Banzato, Alessandra Castellini e Alessandro Ragazzoni

## Inquadramento generale

Una spinta fondamentale allo sviluppo di energia prodotta da fonti rinnovabili è arrivata in seguito al Protocollo di Kyoto, per il quale tutti i Paesi firmatari, si sono impegnati a sviluppare nuove tecnologie che prevedano l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, sia per contenere il consumo di combustibili fossili, sia per ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera, che sono tra le cause principali delle alterazioni climatiche.

A rafforzare l'interesse ha contribuito il "piano d'azione energetico dell'Unione Europea", approvato nel dicembre 2008, che ha fissato alcuni obiettivi in materia di efficienza, di contenimento dell'inquinamento e di fonti alternative rinnovabili da raggiungere entro il 2020: è l'ormai noto piano UE 20-20-20, in cui si pone l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica del 20%, di contenere le emissioni del 20% e di produrre energia rinnovabile per una quota del 20% sul totale di energia consumata.

In tale propositiva spinta verso la sostenibilità dei processi, tuttavia, compaiono alcune ombre legate principalmente al problema che gli impianti destinati a produrre energia hanno spesso tempi di vita nell'ordine di alcune decine di anni e gli incentivi pubblici sono determinanti per il ritorno del capitale in tempi ragionevoli. Prevedere oggi quale sarà il risultato economico nel lungo periodo (soprattutto a causa di variabili quali l'inflazione, il tasso di sconto, gli incentivi pubblici, i costi dei combustibili, ecc.) è molto difficile, soprattutto in relazione ai problemi ambientali e di approvvigionamento energetico da fonti fossili tradizionali; tra tutti è importante porre in rilievo l'andamento del prezzo del petrolio e del gas, soggetto ad una dinamica altalenante spesso collegata ad eventi speculativi, di crisi politiche internazionali, di eventi bellicosi ed altro.

L'impostazione del presente lavoro di ricerca si basa su tali considerazioni di carattere generale, ipotizzando che, in relazione agli obiettivi sottoscritti a livello internazionale per la tutela dell'ambiente e la promozione delle fonti energetiche alternative, il sostegno pubblico (ad esempio, attraverso i certificati verdi e le tariffe incentivanti) è necessario e, per il momento, insostituibile, in relazione ai costi di produzione dell'unità di energia per molte delle filiere di processo.

Per tali considerazioni, è sembrato utile per una migliore conoscenza del problema, fornire un preliminare quadro di riferimento sulle principali fonti e tecnologie a disposizione per la produzione di energia rinnovabile. In una prima parte dello studio, saranno poste a confronto alcune delle filiere più interessanti, seguendo due approcci di stima: uno di tipo monetario, al fine di attribuire un costo unitario di produzione espresso in euro/kWh (i dati sono tratti dalla più recente bibliografia in materia); il secondo di tipo fisico, attraverso l'elaborazione dell'indice EROEI, che ha l'obiettivo principale di eseguire il bilancio tra energia prodotta e consumata dal processo. Nella seconda parte, gli approfondimenti del lavoro evidenzieranno prospettive e criticità dell'installazione di impianti per la produzione di energia idroelettrica di piccole dimensioni; i temi trattati riguarderanno, in più contributi ospitati in questa rivista, aspetti normativi, tecnici ed economici.

**Gli impianti idroelettrici di piccola taglia permettono di sfruttare piccole differenze di quota e portate ridotte dei fiumi per ottenere energia elettrica, con un ridotto un basso impatto sul territorio**

### Confronto tra i costi di produzione dell'energia rinnovabile

Un recente studio sulla situazione italiana nel campo delle energie rinnovabili permette di individuare i costi per chilowattora di ciascuna fonte produttiva (Aper). Nella seguente check-list sono posti in sequenza crescente i costi unitari (euro cent/kWh) distinti per i sistemi produttivi indagati:

1. idroelettrico basso salto (oltre 10 MW) = 11,6 eurocent/kWh
2. idroelettrico basso salto (da 1 MW a 10 MW) = 12,5 eurocent/kWh
3. eolico isolato connesso in Media Tensione = 12,7 eurocent/kWh
4. combustione derivati da rifiuti (CDR) (da 15 a 20 MW) = 13,5 eurocent/kWh
5. eolico connesso in Alta Tensione = 13,6 eurocent/kWh
6. idroelettrico grande salto = 13,6 eurocent/kWh
7. combustione biogas = 14,3 – 14,9 eurocent/kWh
8. combustione vegetali = 17,1 eurocent/kWh
9. mini-idroelettrico basso salto (fino a 1 MW) = 20,6 eurocent/kWh
10. combustione diretta della biomassa (da 15 a 20 MW) = 23,4 eurocent/kWh
11. fotovoltaico (da 40kW a 1MW) = 41,0 eurocent/kWh
12. fotovoltaico domestico (da 1 a 3 kW) = 41,4 eurocent/kWh

I dati sono stati pubblicati dall'associazione dei produttori per l'energia rinnovabile (Aper) in collaborazione con l'Università di Padova. La migliore competitività è data dall'energia idroelettrica con un costo per chilowattora compreso tra 11,6 e 12,5 centesimi di euro. In Italia però il potenziale idroelettrico è già in buona parte sfruttato e non esistono grandi possibilità di realizzazione di nuovi grandi impianti. Prospettive maggiori si hanno per il mini-idroelettrico, ossia impianti a bassa potenza in grado di convertire il moto cinetico di piccoli ruscelli e corsi d'acqua. Il costo per chilowattora cresce, tuttavia, a 20 centesimi di euro. Assume, invece, rilevanza l'eolico con 12,5 centesimi di euro/kWh. Indubbiamente si prospettano buone prospettive di sviluppo per l'impiego di biomasse e per la eventuale combustione da rifiuti, dopo un opportuno trattamento e selezione (si cita all'art. 1 del D.Lgs. 28 del 3 marzo 2011: e) «biomassa»: la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti





dall'agricoltura, ... , nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani).

La fonte di energia rinnovabile più costosa resta, infine, il fotovoltaico che, seppure beneficiando di un trend discendente nel costo di impianto, è ancora oggi la filiera meno competitiva sul piano dei costi a causa di una forte domanda mondiale di pannelli solari fotovoltaici e della scarsità del silicio, come pure del tempo di produzione di energia annuale (ad esempio, intorno a 1.000 ore/anno in Italia).

Le precedenti indicazioni di costo sono ulteriormente avvalorate da altre analisi come riportato dalla tabella 1 (in particolare, si evidenzia che per quanto riguarda il fotovoltaico, il costo di impianto è attualmente più contenuto e ciò incide sul costo totale di produzione dell'energia, abbassandolo).

Tuttavia, su tutte le fonti di energia rinnovabile secondo l'APER pesano alcune criticità italiane come l'incertezza sulle procedure e sulle normative, la mancanza di una filiera industriale nazionale e, purtroppo, la sindrome di Nimby. Si ricorda che con Nimby (acronimo inglese per *Not In My Back Yard*, letteralmente "non nel mio cortile") si indica un atteggiamento che si riscontra nelle proteste contro opere di interesse pubblico che si teme possano avere effetti negativi sui territori in cui verranno costruite, come ad esempio grandi vie di comunicazione,

cave, sviluppi insediativi o industriali, termovalorizzatori, discariche, depositi di sostanze pericolose, centrali energetiche e simili.

L'atteggiamento consiste nel riconoscere bensì come necessari gli interventi ma, contemporaneamente, nel non volerli nel proprio territorio a causa delle eventuali controindicazioni sull'ambiente locale. Gli anglosassoni, per indicare la degenerazione estrema della sindrome Nimby, utilizzano l'acronimo Banana che sta per *Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything* (letteralmente "non costruire assolutamente nulla in alcun luogo vicino a qualunque cosa").

I valori di costo riportati, però, subiscono molteplici modifiche, se si cambiano le variabili ed i parametri utilizzati, tra cui: l'approccio di stima, la durata dell'investimento, il saggio di sconto, il tempo di erogazione dell'energia annuale, l'internalizzazione degli effetti esterni, ed altro. A tal proposito si propongono valori desunti in bibliografia, utili per porre in evidenza i limiti che può avere la valutazione economica (tabella 2): in particolare, si nota che gli intervalli di valore tra fonti diverse ed all'interno delle stesse è spesso rilevante, e ciò deve porre in una posizione di grande prudenza nell'utilizzare i valori economici e, soprattutto, nell'analizzare la convenienza di ogni filiera nel contesto e nel territorio in cui sarà progettata.

Tra i costi di produzione sicuramente un ulteriore ostacolo nella valutazione è dato dalle cosiddette "esternalità"; per queste una possibile definizione è: «... un costo o un beneficio che non è incluso nel prezzo di mercato di un bene. Un'esternalità si produce quando l'attività economica di un attore ha un impatto positivo o negativo sulla funzione di benessere di un altro ed il primo non viene completamente compensato o non compensa il secondo per l'impatto menzionato. L'esternalità è un tipo di 'fallimento del mercato' che genera inefficienza» (Pearce e Turner 1989).

La loro stima genera spesso grandi problemi (si pensi all'effetto negativo delle emissioni su aria, acqua, suolo e salute), ma nel contempo merita molta attenzione per una corretta valutazione del costo totale. Nella seguente tabella 3 – ricavata dal progetto europeo Externe (metodologia IPA Impact Pathway Analysis) –, si riportano i costi esterni medi di 15 paesi europei – ponendo a confronto le valutazioni oggettive dell'impatto complessivo associato all'uso delle diverse fonti di energia (rinnovabili e non). Detti costi esterni derivano dalla monetizzazione degli impatti conseguenti alla produzione di energia elettrica sulla salute, sull'ambiente e sulle attività economiche, inclusi gli effetti di possibili incidenti, tenendo conto di tutto il ciclo di vita produttivo

TABELLA 1. CONFRONTO TRA COSTI DI INVESTIMENTO E DI GESTIONE (O&M) DELL'ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE

FORTE ENERGIA	Taglia (MW)	Durata (anni)	Esercizio (ore)	Costo impianto (euro/kW)	Costo impianto (euro/kWh)	Costo gestione (euro/kWh)	Costo combustibile (euro/kWh)	Costo Totale (euro/kWh)
Idroelettrico	0,4 - 15	30	2.200 - 4.500	2.800 - 5.200	0,09 - 0,13	0,02 - 0,07		0,11 - 0,20
Eolico	2 - 30	20	1.700	1.800 - 1.900	0,09 - 0,11	0,02 - 0,03		0,11 - 0,14
Fotovoltaico	0,003 - 1	20	1.300	5.800 - 6.500	0,36 - 0,42	0,05 - 0,08		0,41 - 0,50
Biomasse	17	15	7.500	1.000 - 4.000	0,02 - 0,07	0,02 - 0,06	0,00 - 0,13	0,13 - 0,23
Biogas	0,5	10	7.000	1.800	0,04 - 0,07	0,02	0,05 - 0,09	0,12 - 0,14

Fonte: elaborazione Energy & Strategy su dati APER

TABELLA 2. CONFRONTO TRA COSTI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA RINNOVABILE (EUROCENT/KWH)

FONTE ENERGIA	2004 CESI (a)		2005 ENEA (b)		2005 IEA (c)		2004 Ministero Tedesco (d)		Media dei valori		
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Medio	Max
Eolico	6,82	10,23	1,00	1,50	3,00	4,50	4,00	8,00	3,71	4,88	6,06
Idroelettrico grande	2,63	10,53			3,00	5,20	2,00	4,00	2,54	4,56	6,58
Idroelettrico piccolo	4,57	9,15			3,00	4,50	2,00	10,00	3,19	5,54	7,88
Idroelettrico acqua fluente			0,50	0,75					0,50	0,63	0,75
Fotovoltaico (elettrico)	40,13	53,51	25,00	40,00	14,90	29,90	50,00	100,00	32,51	44,18	55,85
Termico (solare)							8,00	20,00	8,00	14,00	20,00
Biomasse (elettrico)	13,38	14,20			3,70	9,00	8,00	10,00	8,36	9,71	11,07
Biomasse (calore)			2,00	2,50			4,00	7,00	3,00	3,88	4,75
Geotermico							3,50	4,50	3,50	4,00	4,50
Combustibili fossili							1,00	2,00	1,00	1,50	2,00
Etanolo							30,00	40,00	30,00	35,00	40,00
Biodiesel							50,00	60,00	50,00	55,00	60,00

(a) CESI - Centro Elettrotecnico sperimentale Milano  
 (b) ENEA - Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente  
 (c) IEA - International Energy Agency  
 (d) Ministero dell'Ambiente Tedesco

dell'impianto. È indubbio che i risultati sono molto interessanti, le fonti rinnovabili – in primis idroelettrico ed eolico – generano costi ambientali esterni molto contenuti, fino a 100 volte inferiori alle fonti fossili più inquinanti, tra cui carbone e petrolio.

#### Confronto dell'efficienza energetica: l'indice EROEI

Nel confronto tra più alternative, se il problema si ponesse da un punto di vista finanziario, è facile intuire che si decide l'accettabilità di un investimento in base al suo "ritorno" monetario, misurato attraverso alcuni indicatori classici quali il saggio di rendimento interno, il tempo di ritorno del capitale investito e l'indice di profitto; lo stesso approccio è normalmente tenuto anche nella valutazione economica degli impianti energetici. Prevedere oggi quale sarà il risultato economico nel lungo periodo è molto difficile, soprattutto in relazione ai già citati problemi ambientali e di approvvigionamento energetico.

Se il criterio da monetario diventasse "fisico", invece, esisterebbe un approccio più sicuro per prendere decisioni di fattibilità da un punto di vista energetico: il "Ritorno Energetico sull'Investimento Energetico" ovvero "Energy Return On Energy Investment" (EROEI). L'EROEI è appunto il rapporto fra l'energia che un impianto produrrà durante la sua vita attiva e l'energia investita per la costruzione e la gestione, in una formula di sintesi:

$$\text{EROEI} = \text{energia ricavata} / \text{energia spesa}$$

L'energia è una grandezza fisica e, pertanto, non è influenzata dalle scelte economiche dell'uomo; se un impianto determina un ritorno positivo (ovvero un EROEI maggiore di 1) sarà stato sempre un buon investimento per la società stessa, proprio per il bilancio energetico scaturito. In linea di principio, in una situazione di libera concorren-

**La soluzione del micro-idroelettrico comporta investimenti contenuti e consente di soddisfare il fabbisogno energetico di piccole comunità, aziende agricole o realtà non collegate alla rete di distribuzione elettrica nazionale**

za, energia e unità monetarie dovrebbero coincidere, ovvero se un impianto porta un beneficio energetico, dovrebbe anche portare un beneficio monetario.

Tuttavia, è molto probabile che la situazione non sia così lineare; con le distorsioni dovute agli interventi pubblici, alle rendite di posizione, alla propaganda informativa e all'effetto trainante degli investimenti già fatti, è possibile che il profitto monetario dell'energia prodotta in un certo tipo di impianto non coincida con il profitto energetico.

La misura dell'EROEI è un interessante termine di paragone del valore di una tecnologia e su questo si vuole già proporre un elemento critico per la selezione in un'ottica non solo privata, ma anche pubblica; questo indicatore è una misura strettamente legata al principio di conservazione dell'energia che permette di discriminare fra soluzioni alternative. Se una tecnologia ha un EROEI minore di 1 sarebbe assurdo portarla avanti, dal momento che la produzione di energia è inferiore a quella necessaria per produrla; per contro, più alto è l'EROEI migliore è, secondo un bilancio energetico complessivo, la tecnologia impiegata per produrla.

Nella pratica, tuttavia, calcolare l'EROEI di un sistema energetico non

TABELLA 3. COSTI ESTERNI DELLE PRINCIPALI FONTI ENERGETICHE IN ALCUNI PAESI EUROPEI (EUROCENT/KWH)

Paesi	Carbone	Petrolio	Gas	Nucleare	Biomasse	Idro	FV	Eolico
Austria			1 - 3		2 - 3	0,1		
Belgio	4 - 15		1 - 2	0,5				
Germania	3 - 6	5 - 8	1 - 2	0,2	3		0,6	
Danimarca	4 - 7		2 - 3	1				0,1
Spagna	5 - 8		1 - 2		3 - 5			0,2
Finlandia	2 - 4				1			
Francia	7 - 10	8 - 11	2 - 4	0,3	1			
Grecia	5 - 8	3 - 5	1		0 - 0,08	1		0,25
Irlanda	6 - 8							
Italia		3 - 6	2 - 3			0,3		
Olanda	3 - 4		1 - 2	0,7	0,5			
Norvegia			1 - 2		0,2	0,2		0 - 0,25
Portogallo	4 - 7		1 - 2		1 - 2	0,03		
Svezia	2 - 4				0,3	0 - 0,7		
Gran Bretagna	4 - 7	3 - 5	1 - 2	0,25	1			0,15

è semplice; innanzitutto si deve calcolare l'energia necessaria alla costruzione dell'impianto, poi quella per estrarre, per trattare e per trasportare la materia prima necessaria al funzionamento ed alla gestione completa, fino alla dismissione finale ed al ripristino della situazione ante investimento. A fianco del consumo energetico, si deve procedere a calcolare l'energia che l'impianto produrrà durante il suo ciclo attivo previsto. Il rapporto fra le due grandezze, energia ottenuta e quella utilizzata, è sintetizzato nell'indicatore EROEI.

Si pone, inoltre, un problema che è quello relativo ai già citati effetti esterni "esternalità". L'inclusione di questi fattori nelle stime dell'EROEI porterebbe notevoli vantaggi per le tecnologie rinnovabili, ma per il momento la cosiddetta internalizzazione delle esternalità è cosa molto complessa; tuttavia, se pur con tutte le precauzioni del caso e i limiti, si può asserire che l'EROEI sia un valido strumento per un preliminare giudizio dei processi di trasformazione energetica.

A questo punto, si possono individuare quali siano le fonti energetiche più vantaggiose secondo il criterio EROEI? Da un confronto tra i più recenti riferimenti bibliografici, risultano evidenti alcuni elementi (tabella 4).

Un dato interessante riguarda l'evoluzione dell'EROEI del petrolio: dai 50-100 degli anni Settanta a valori attualmente inferiori a 10; ad esempio, per estrarre il petrolio occorre andare sempre più in profondità, e questo contribuisce all'aumento dell'energia richiesta per estrarlo, abbassandone conseguentemente l'EROEI.

Al primo posto si colloca l'idroelettrico, evidenziando sostanziali differenze tra grandi e mini impianti per il rischio di ripercussioni ambientali gravi e di impatti sull'ecosistema. Per quanto riguarda le altre fonti, i dati degli studi riportati sono compresi in intervalli anche piuttosto ampi e tali da rendere difficile l'interpretazione sulle fonti migliori; per buona parte di esse i valori sono accettabili, ma con alcune incertezze soprattutto se si considera il limite minimo di soglia minore che nella maggior parte dei casi è < 4-5.

Viceversa, la produzione di energia da biogas risulta molto essere interessante, in considerazione del fatto che il limite minimo è pari a 10, che significa che l'energia prodotta è dieci volte superiore alla consumata.

Ovviamente, nella scelta di una tecnologia, l'EROEI non è l'unico criterio da considerare. Fattori di vario tipo, incluso quelli ambientali, strategici ed etici, giocano un ruolo importante. Per esempio, il carbone, che pure ha un EROEI accettabile, ha lo svantaggio di essere tra le tecnologie che emettono la maggior quantità di CO<sub>2</sub> a parità di energia elettrica prodotta.

A questo punto, l'interpretazione dei dati desunti da questi elementi introduttivi ed interpretativi relativi agli aspetti economici e fisici dell'efficienza delle varie fonti energetiche alternative, conduce ad assumere che l'idroelettrico sia tra i sistemi per la produzione energetica di maggiore sostenibilità, perché in grado di sfruttare una risorsa presente in grande quantità nel pianeta e rinnovabile naturalmente.

Sin dall'inizio della rivoluzione industriale, lo sfruttamento della forza dell'acqua per produrre energia, è stato considerato un mezzo sicuro ed affidabile: i mulini ad acqua erano utilizzati nelle attività produttive per macinare i cereali, per muovere segherie o telai, ecc. Tornando ai giorni nostri, da più di un secolo, dighe e centrali idroelettriche fanno parte del paesaggio delle montagne, contribuendo a consolidare l'idea che l'idroelettrico, appunto, sia una modello sostenibile e rinnovabile. Indubbiamente tra i sistemi di produzione energetica il miglior livello di sostenibilità è raggiunto da processi che non consumano materie prime prodotte da altri processi, ma sono in grado di utilizzare i potenziali delle fonti naturali, limitando emissioni inquinanti ed impatto ambientale.

Eppure gli impianti di grosse dimensioni con invasi di milioni di metri cubi d'acqua, pur sfruttando una fonte di energia rinnovabile, possono ugualmente generare un duplice impatto; il primo è spesso provocato da una scarsa accettazione emotiva della collettività, per i tragici trascorsi ed il rischio di eventi catastrofici; il secondo, più razionale, è

TABELLA 4. STIMA DELL'EROEI PER ALCUNE FONTI RINNOVABILI

FONTI ENERGIA	EROEI (a)	EROEI (b)	EROEI (c)	EROEI (d)
PETROLIO: • Fino al 1940 • Fino al 1970 • Oggi	> 100 23 8	50-100		5-15
CARBONE • Fino al 1950 • Fino al 1970	80 30	2 - 7	7 - 17	2 - 17
GAS NATURALE	1 - 5		5 - 6	8 - 20
ENERGIA DELL'ATOMO	5 - 100	5 - 100	10 - 60	
BIOMASSE		3 - 5	5 - 27	3 - 27
BIOGAS				10 - 20
IDROELETTRICO ("mini") IDROELETTRICO ("grandi")	30 - 270 50 - 100			30 - 100
EOLICO		5 - 80	20	10 - 80
GEOTERMICO	1,9 - 13			
FOTOVOLTAICO				3 - 60
VETTORI RINNOVABILI • ETANOL (da mais) • BIODIESEL • OLIO DA ALGHE	0,7 - 1,3			1 - 5 3 - 5 5 - 10

Fonti: per approfondimenti si vedano:  
(a) Cutler Cleveland, "Net energy from the extraction of oil and gas in the United States", Energy, volume 30, Issue 5, april 2005, pagg. 769-782.  
(b) David Elliot, "A sustainable future? The limits of renewables, Before the wells run dry", Feasta, 2003.  
(c) Ian Hore-Lacy, "Renewable Energy and Nuclear Power, Before the wells run dry", Feasta, 2003.  
(d) Aspoitalia - Associazione per lo Studio del Picco del Petrolio - Sezione Italiana di ASPO International.

collegato ai mutamenti che i grandi invasi possono generare agli ecosistemi preesistenti, modificando i flussi dei corsi d'acqua per molti mesi l'anno ed alterando in certi casi anche il microclima.

Non è questo il caso però degli impianti idroelettrici di piccola taglia che, oltre ad essere più compatibili e rispettosi del territorio che li ospita, mostrano ampi margini di sviluppo rispettando gli obiettivi imposti dal protocollo di Kyoto. Proprio su questi sarà posta l'attenzione ricordando che non sono impianti particolarmente innovativi per quanto riguarda il principio su cui si basano, ma tecnicamente sono stati introdotti nuovi accorgimenti che rendono gli impianti "micro" adattabili a molteplici realtà. In particolare, si propone e si esamina una "vecchia" idea progettuale nella produzione di energia elettrica che rispetta l'ambiente, e che spesso viene trascurata forse per la poca conoscenza delle potenzialità e delle flessibilità che essa possiede.

### Impianti idroelettrici e normativa di attuazione

L'idroelettrico rappresenta dalla fine del 1800 una voce fondamentale nella produzione di energia elettrica italiana: basti ricordare che fino agli anni Trenta circa l'80% del fabbisogno elettrico era soddisfatto attraverso questi impianti diffusi in tutto il Paese. Secondo un censimento eseguito nel corso del 2010 (fonte Legambiente), sono circa 800 i Comuni che presentano sul proprio territorio almeno un impianto idroelettrico con potenza fino a 3 MW. È significativa la crescita avvenuta in questi anni per gli impianti di piccola taglia: dal 2006 si è passati da

17,5 MW a 715 MW censiti nel 2010. I Comuni in cui sono installati impianti mini-idroelettrici sono localizzati soprattutto lungo l'arco alpino e l'Appennino centrale. Grazie anche a questi risultati, l'Italia ad oggi, a livello europeo, è il terzo Paese dopo Svezia e Francia per produzione di energia da fonte idroelettrica.

### Impianti micro idroelettrici

Con il termine "mini-idraulico" l'Unido (Organizzazione delle Nazioni unite per lo sviluppo industriale) indica le centrali idroelettriche di potenza inferiore a 10 MW: all'interno di questa categoria si possono distinguere alcuni intervalli (tabella 5). I piccoli impianti idroelettrici hanno la peculiarità, generalmente, di non richiedere la presenza di uno sbarramento e/o di una diga per realizzare le condotte forzate del flusso di acqua: infatti, i presupposti sono quelli di sfruttare il corso senza alterarne le portate e gli aspetti naturali; il flusso idrico garantisce la rotazione di turbine e/o di coclee (definite anche vite senza fine di Archimede) producendo energia meccanica, poi trasmessa a un generatore, che la trasforma in energia elettrica. In sostanza, l'assunto di base di un impianto micro idroelettrico è lo sfruttamento dell'energia potenziale posseduta dalla corrente naturale di un corso d'acqua. Per gli impianti di dimensioni molto ridotte la turbina/coclea può essere alloggiata direttamente nel corso d'acqua, mentre per quelli più potenti si utilizzano apposite opere civili di presa come canali di adduzione,

**Limitano la diffusione dei microimpianti un iter procedurale complicato e le ridotte conoscenze sulla sostenibilità del processo e delle tecnologie di base per queste produzioni energetiche locali**

vasche di carico, condotte forzate, ecc., che prelevano parte dell'acqua dalla corrente del corso e dopo l'attraversamento della turbina/coclea viene restituita all'alveo fluviale in un punto più a valle; è indubbio che quanto più aumenta la potenza, tanto più esiste il rischio di un maggiore impatto ambientale. Questa tipologia di impianti, come detto, può essere utilizzata per produrre energia elettrica derivata da impianti con potenza installata massima di 100 kW.

Per un corretto funzionamento dell'impianto si devono valutare le caratteristiche idriche del corso d'acqua, stimando la portata media durante l'intero periodo annuale e il salto idraulico di cui si dispone per poter eseguire il dimensionamento della potenza installabile dell'impianto. Inoltre, il costo di realizzazione di un impianto micro idroelettrico varia dalla potenza installata ed i benefici che ne derivano sono numerosi, non solo a livello economico ma anche ambientale: infatti, la produzione di energia elettrica attraverso il micro idroelettrico non determina significativi impatti ambientali, in quanto non richiede deviazioni del corso d'acqua e tanto meno limita la portata vitale a valle dell'impianto.

## Normativa di riferimento

Una corretta analisi delle potenzialità tecniche ed economiche di un impianto idroelettrico di piccole dimensioni richiede l'approfondimento degli aspetti normativi che regolano la procedura attuativa dell'impianto. L'analisi si pone l'obiettivo di indicare la procedura autorizzativa necessaria per la realizzazione dell'impianto, le principali forme di incentivazione e l'iter normativo per la concessione delle acque.

### Normativa specifica sull'idroelettrico fino a 3 MW

L'Autorità per l'energia elettrica e il gas (Aeeg) ha più volte indicato che l'energia prodotta da impianti idroelettrici con potenza fino a 3 MW costituisce una forma di energia di significativo valore sotto il profilo della tutela dell'ambiente, «... poiché tale energia sostituisce in generale quella prodotta a mezzo di altre fonti con maggior impatto negativo sull'ecosistema e contribuisce a ridurre il carico sulla rete elettrica nazionale, contenendo le perdite di trasmissione, trasformazione e distribuzione». Il Dm 10 settembre 2010 (Linee guida nazionali) ha introdotto una serie di semplificazioni autorizzative per la realizzazione di impianti idroelettrici di piccola taglia. L'allegato all'articolo 12 del Dlgs 387/2003 (la norma che è alla base delle Linee guida), indica in 100 kW la potenza elettrica al di sopra della quale gli impianti idroelettrici devono essere autorizzati mediante procedimento unico. Al di sotto dei 100 kW, invece, è possibile optare per la PAS (Procedura abilitativa semplificata). Come riportato in tabella 6, le Linee guida nazionali prevedono anche specifici casi in cui è possibile realizzare l'impianto con semplice Comunicazione di inizio lavori da indirizzare al Comune di competenza.

### Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)

Con il nuovo Decreto Rinnovabili e l'attuazione della direttiva 2009/28/CE, cambia anche il regime delle procedure autorizzative richieste per l'installazione degli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili. Il provvedimento prevede quattro diversi iter procedurali in relazione alle caratteristiche dell'impianto:

TABELLA 5. SOTTOCATEGORIE IMPIANTI MINI IDROELETTRICI	
Categorie	Potenza (kW)
Pico centrali	<5
Micro centrali	<100
Mini centrali	<1.000
Piccole centrali	<10.000

Le norme per il riutilizzo di strutture esistenti, a fini di microidroelettrico, impediscono di alterare volumi e superfici, e di creare nuove unità immobiliari

TABELLA 6. ESTRATTO DAL DECRETO 10 SETTEMBRE 2010 (TABELLA 1)			
Tipologia impianto	Modalità operative di installazione	Potenza installata (kW)	Regime urbanistico edilizio
A	Impianti idroelettrici realizzati in edifici esistenti, sempre che non alterino i volumi e le superfici, non comportino modifiche delle destinazioni di uso, non riguardino le parti strutturali dell'edificio, non comportino aumento del numero delle unità immobiliari e non implicino incremento dei parametri urbanistici	0-200	Comunicazione
B	Alimentati da fonte idraulica	0-100	PAS

Gli impianti rientranti nella tipologia A, devono avere una capacità di generazione compatibile con il Regime di scambio sul posto quindi non superiore a 200 kW  
Fonte: Decreto 10 Settembre 2010

- comunicazione al Comune,
- comunicazione al Comune con relazione asseverata redatta da un tecnico abilitato
- Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)
- Autorizzazione unica

La Procedura Abilitativa Semplificata sostituisce la Dia (Denuncia di inizio attività), dalla quale si differenzia solo in quanto richiede la necessità di ottenere gli elaborati tecnici dal gestore di rete. La PAS prevede che al Comune sia presentata (anche in via telematica), entro 30 giorni dalla data di inizio dei lavori, una dichiarazione accompagnata dagli elaborati progettuali e da un'approfondita relazione firmata da un progettista abilitato. In questa relazione il progettista assicura la conformità del progetto agli strumenti urbanistici ed ai regolamenti edilizi vigenti, e dichiara il rispetto delle norme di sicurezza e igienico-sanitarie. Alla relazione deve essere allegato il progetto e gli elaborati tecnici per la connessioni, redatti dal gestore della rete. Se altre autorizzazioni (come quella paesaggistica) non allegate alla domanda risultano necessarie, viene sospeso il termine di 30 giorni ed è prevista la convocazione da parte del Comune di una conferenza dei servizi, alla quale prendono parte le amministrazioni delegate agli assenti. L'opera si intende assentita una volta trascorsi i 30 giorni, senza che il Comune abbia espresso parere contrario o abbia richiesto integrazioni della documentazione. Una volta completato l'intervento è previsto il rilascio del certificato di collaudo da parte del progettista o del tecnico abilitato.

## Incentivazioni

Nell'individuazione delle forme di incentivazione occorre, quindi, fare riferimento a due regimi distinti che variano in base alla potenza nominale di soglia, come riportato nello schema riassuntivo della figura 1.

- Impianti con potenza inferiore a 20 kW: sono impianti che non hanno diritto alla vendita perché non sono considerati officine elettriche



che; tutta l'energia elettrica prodotta deve essere auto-consumata, in base al meccanismo dello scambio sul posto. Per questa tipologia di impianto non esiste imposizione fiscale (ai sensi della L.133/99) e non è necessaria la denuncia all'U.T.F. (ufficio tecnico della finanza). L'unico obbligo consiste nel sottoporre al giudizio delle Regione il progetto, che delibererà se richiedere o meno le procedure di valutazione di impatto ambientale (V.I.A. 152/2006, articolo 23).

- Impianti con potenza superiore a 20 kW e inferiori a 100 kW: sono impianti considerati officine elettriche, necessitano di denuncia all'U.T.F. (ufficio tecnico della finanza) e sono soggette a imposizione fiscali. Hanno la facoltà di auto-consumare l'energia prodotta, tutta o in parte, ma anche di venderne le eccedenze usufruendo delle incentivazioni previste (Tariffa Omnicomprensiva oppure Certificati Verdi).

Pertanto, le principali forme di incentivo cui si può accedere sono:

#### - Scambio sul posto

I micro impianti idroelettrici fino a 200 kW<sup>1</sup> di potenza, in alternativa alla Tariffa omnicomprensiva, possono richiedere il servizio di "scambio sul posto", che, secondo la definizione dell'AEEG, «consiste nel realizzare una particolare forma di autoconsumo in sito, consentendo che l'energia elettrica prodotta e immessa in rete possa essere prelevata e consumata in un momento differente da quello nel quale avviene la produzione [...]». È da ricordare che lo scambio sul posto è un meccanismo non compatibile con il ritiro dedicato dell'energia e con la tariffa onnicomprensiva, risulta invece compatibile con i Certificati Verdi. Gli utenti che intendono avvalersi di questo servizio devono stipulare una convenzione<sup>2</sup> con il Gestore dei Servizi Energetici: la stipula della convenzione si effettua attraverso il servizio telematico predisposto dal GSE, a cui si accede collegandosi al relativo sito internet. L'operazione si articola in tre fasi distinte:

1. Registrazione al portale informatico del GSE
2. Sottoscrizione dell'applicazione "web" scambio sul posto (SSP)
3. Presentazione dell'istanza di compensazione

#### - Tariffa omnicomprensiva

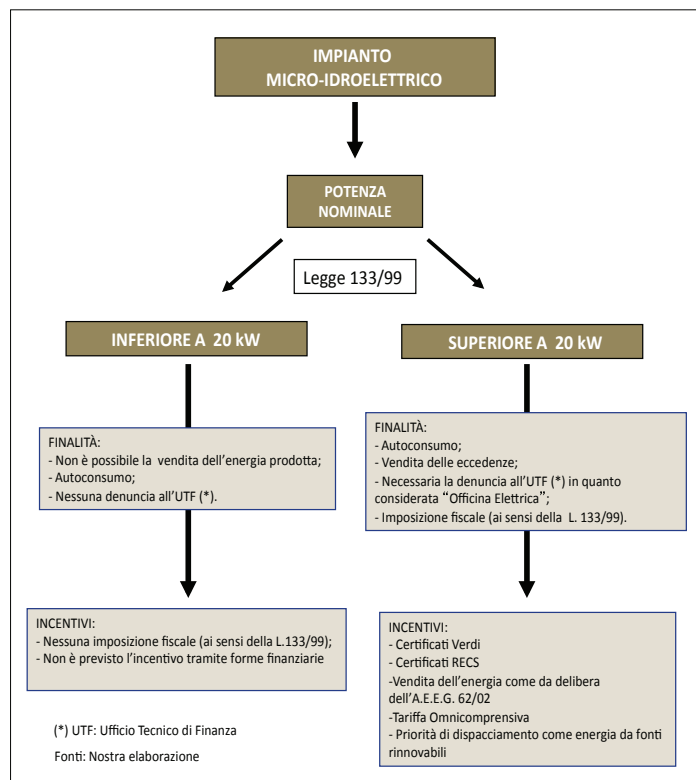
A questa forma di incentivo hanno diritto alla tariffa omnicomprensiva gli impianti idroelettrici di taglia non superiore a 1 MW. La Tariffa omnicomprensiva consiste nel riconoscimento di 0,22 euro/kWh di elettricità netta prodotta da un impianto e immesso nella rete elettrica. La durata dell'incentivo è di 15 anni.

#### - Certificati Verdi (CV)

Come detto precedentemente, i Certificati Verdi sono applicabili esclusivamente ad impianti collegati alla rete elettrica con potenza nominale media annua non inferiore a 1 kW. I Certificati Verdi sono emessi dal Gestore del Sistema Elettrico (GSE), vengono consegnati al proprietario dell'impianto e sono liberamente negoziabili sul mercato attraverso la Borsa dell'Energia. La taglia di ciascun certificato è di 1 MWh per un periodo di 15 anni.

#### Procedura per la concessione di derivazione dell'acqua

Indipendentemente dalla taglia e del regime autorizzativo previsto, l'utilizzo energetico della risorsa idrica richiede normalmente il possesso o il conseguimento di una concessione di derivazione di acque pubbliche superficiali



↑ Figura 1. Finalità ed incentivi per la realizzazione di impianti micro-idroelettrici in base alla potenza nominale

per uso idroelettrico e il pagamento dei relativi canoni. La Concessione ha durata trentennale ed è, quindi, temporanea, ma rinnovabile alla scadenza. La normativa italiana (legge n.7/1977) distingue tra:

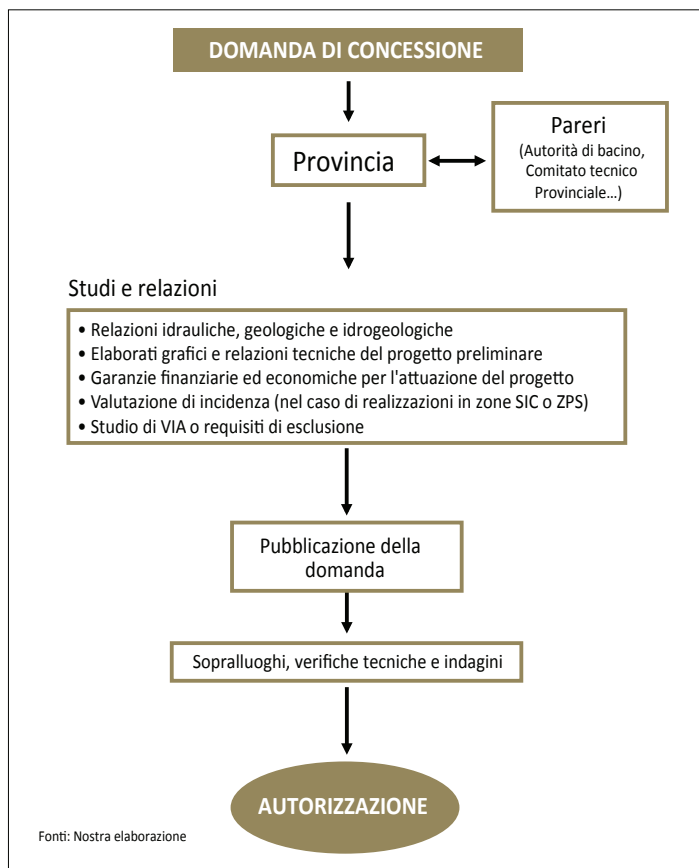
- *Grandi derivazioni*: potenza nominale superiore a 3 MW: la procedura è di competenza delle Regioni;

- *Piccole derivazioni*: potenza nominale inferiore a 3 MW: queste, nelle quali rientra il settore del micro idroelettrico, sono di competenza delle Province L'iter per la richiesta o il rinnovo della concessione di derivazione dell'acqua per uso idroelettrico, è variabile per singole aree provinciali di competenza. In linea di massima, le province richiedono che nella domanda di concessione siano contenuti tutti i principali dati relativi sia al corpo idrico interessato sia al progetto previsto, presentati attraverso alcuni documenti tra cui:

- relazioni idrauliche, geologiche e idrogeologiche;
- elaborati grafici e relazioni tecniche del progetto preliminare;
- garanzie finanziarie ed economiche per l'attuazione del progetto;
- valutazione di incidenza, nel caso di realizzazioni in Siti di importanza comunitaria (Sic) o in Zone a protezione speciale (Zps);
- richiesta di esclusione dalla procedura di Valutazione di impatto ambientale (Via) (solo se in possesso dei requisiti richiesti).

La procedura a livello generale segue l'iter riportato in figura 2: essa viene avviata con la presentazione della domanda agli Uffici provinciali responsabili del procedimento, i quali provvedono ad avviare l'istruttoria e ad effettuare i sopralluoghi previsti, al termine dei quali si rilascia l'atto finale di autorizzazione alla derivazione.





↑ Figura 2. Procedura per la concessione di derivazione delle acque

## Norme per le valutazioni di compatibilità ambientale degli impianti

Tra i principi generali che introducono il codice dell'ambiente si legge che «ogni attività umana giuridicamente rilevante deve conformarsi al principio dello sviluppo sostenibile, al fine di garantire che il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali non possa compromettere la qualità della vita e le possibilità delle generazioni future». Da tempo la normativa italiana prevede la valutazione preventiva delle implicazioni ambientali derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio di qualunque opera rilevante, mediante esecuzione di procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA). Nel caso di impianti idroelettrici di piccole dimensioni, le competenze per gli aspetti di integrazione ambientale dell'impianto sono in carico alle Regioni, secondo quanto disposto dal D.Lgs 152/2006 e dal recente Decreto Legislativo n 4/2008. In particolare questo prevede che i progetti vengano sottoposti ad una procedura di verifica di assoggettabilità a VIA o direttamente a procedura di VIA.

Per concludere questo primo contributo, si propongono alcune brevi riflessioni sui vantaggi e svantaggi di questa particolare filiera per la produzione di energia rinnovabile.

Gli impianti idroelettrici di piccola taglia hanno notevoli vantaggi: permettono di sfruttare piccole differenze di quota di salto e portate ridotte dei fiumi per ottenere energia elettrica; hanno un basso impatto sul territorio; presentano costi contenuti e consentono di

soddisfare il fabbisogno energetico di piccole comunità, aziende agricole, singole famiglie e/o piccole imprese.

Inoltre, questi impianti sono ideali per fornire energia ad aree isolate o non collegate alla rete di distribuzione elettrica nazionale. Quanto descritto nel presente articolo evidenzia però una struttura normativa particolarmente complessa e un iter procedurale complicato; tale criticità può frenare un privato che intende realizzare un impianto con queste caratteristiche. Un'ulteriore difficoltà per la realizzazione di nuovi impianti idroelettrici riguarda la scarsa accettabilità sociale. Questo è sicuramente dovuto alle ridotte conoscenze del processo e delle tecnologie, che potrebbero essere colmate attraverso campagne informative mirate, sulla potenzialità dei processi produttivi e non solo sull'accettazione del rischio potenziale collegato spesso a impulsi di tipo emotivo.

Nel prossimo numero di questa rivista, saranno approfonditi gli aspetti tecnici che caratterizzano un impianto a coclea idraulica da installare su un corso d'acqua e le relative potenze installabili in base alla portata ed al salto idraulico. Inoltre, si proporrà la valutazione della convenienza economica riferita ad alcuni impianti a potenza crescente.

## ABSTRACT

Small hydroelectric systems offer considerable advantages. They can make use of small differences in level and low river capacities to make electricity. They have a low impact on the landscape. They have low costs and can meet the energy needs of small communities, farms, individual families, and small businesses. Furthermore, these systems are ideal for providing energy to isolated areas that are not connected to the national electricity mains. However, this article shows that there is a particularly complex regulation system and complicated procedural process. These problems could impede private parties who would like to build a system with these features. A further issue for building new hydroelectric systems is their low acceptance socially. This is undoubtedly due to poor knowledge of the process and technologies, which could be addressed through targeted informational campaigns about the potentials of production processes and other aspects, in terms of the potential risk tied to reactions that are often emotional.

## Note

- 1 Limite imposto dalla delibera n.74/08 dell'Autorità per l'energia
- 2 La Delibera 74/08 dell'Autorità, così come modificata dalla 186/09, prevede la corresponsione di un contributo annuale per ogni impianto, a copertura dei costi amministrativi. Ci sono tre diversi scaglioni di prezzo, a seconda delle potenze dell'impianto: 15 euro/anno per ogni impianto di potenza inferiore o uguale a 3 kW; 30 euro/anno per ogni impianto di potenza superiore a 3 kW e inferiore o uguale a 20 kW; 45 euro/anno per ogni impianto di potenza superiore a 20 kW

## Autori

Donatella Banzato è dottoranda di ricerca presso il Dipartimento di Innovazione meccaniche e gestionale dell'Università di Padova, Alessandra Castellini e Alessandro Ragazzoni sono ricercatori presso il Dipartimento di Economia e Ingegneria agrarie - Università di Bologna.