

# Le potenzialità di sviluppo dell'energia idroelettrica in Appennino

LA GREEN ECONOMY: UNA RISORSA PER IL PAESE  
UN VALORE PER LA MONTAGNA  
BOLOGNA - 26.11.2010



Dott. Rupert ROSANELLI  
Ing. Stefano NARDON





# Introduzione

Le FER contribuiscono alla

- crescita economica sostenibile e coesione sociale
- sicurezza e all'indipendenza da fonti fossili
- riduzione dei gas serra e alla lotta contro i mutamenti climatici

Dal Libro Bianco del 08.07.1996 “Una politica energetica per l’Unione Europea”:

*... le FER contribuiscono a un ambiente più sicuro e più sano e, insieme allo sviluppo delle risorse energetiche locali, ridurre la dipendenza energetica della Comunità da fonti esterne, favorendo la crescita economica e la creazione di posti di lavoro.*

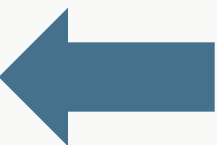


**Ad oggi non risulta essere cambiato l'obiettivo**

# Visione complessiva FER

## Energia Elettrica

- Fotovoltaico
- **Idroelettrico**
- Eolico



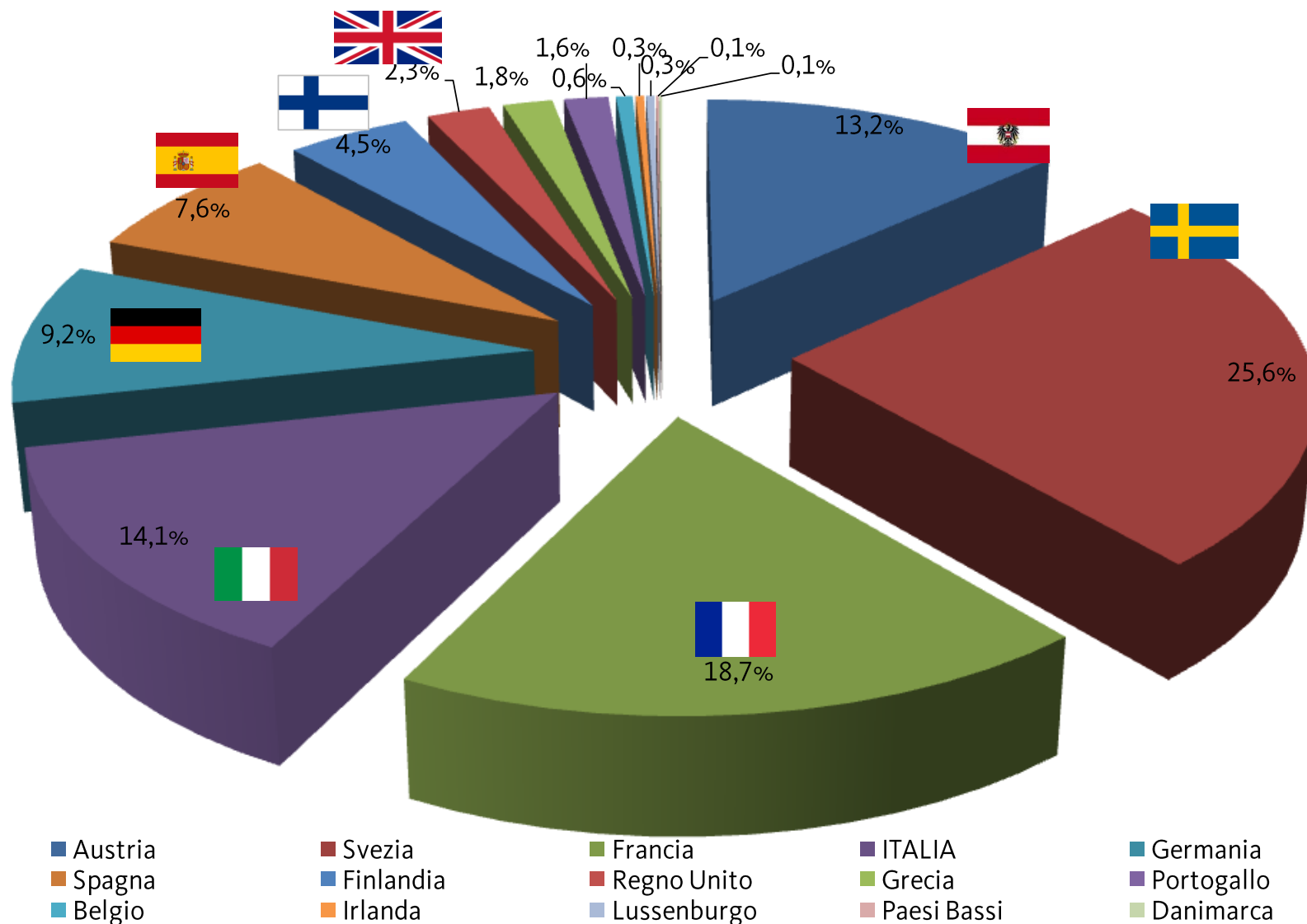
## Cogenerazione

- Turbine a gas
- ORC
- Imp. gassificazione
- Cogeneratori

- Solare termico
- Cippato
- Pellets

## Energia Termica

# Produzione da fonte idroelettrica in Europa



# Bilancio energia elettrica - Italia 2009

**Fonti tradizionali** 213,0 (66,5%)

<b>Gas</b>	143,1 (44,7%)
<b>Carbone</b>	35,9 (11,2%)
<b>Olio</b>	14,3 (4,5%)
<b>Altro</b>	19,7 (6,2%)

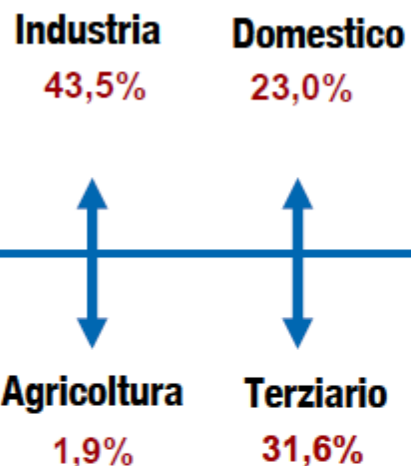
**Fonti rinnovabili** 68,1 (21,3%)

<b>Idrico</b>	48,6 (15,2%)
<b>Biomasse</b>	7,3 (2,3%)
<b>Geotermico</b>	5,0 (1,6%)
<b>Eolico</b>	6,5 (2,0%)
<b>Fotovoltaico</b>	0,7 (0,2%)

**Produzione nazionale netta\***

**281,1 TWh**

(\* da cui detrarre 5,8 TWh di consumi per pompaggi, pari al 1,8% del fabbisogno)



**Fabbisogno**

**320,3 TWh**

**Saldo estero** 45,0 (14,0%)

<b>Svizzera</b>	24,5 (7,6%)
<b>Francia</b>	10,7 (3,3%)
<b>Slovenia</b>	6,7 (2,1%)
<b>Austria</b>	1,2 (0,4%)
<b>Grecia</b>	1,9 (0,6%)

**Saldo estero**

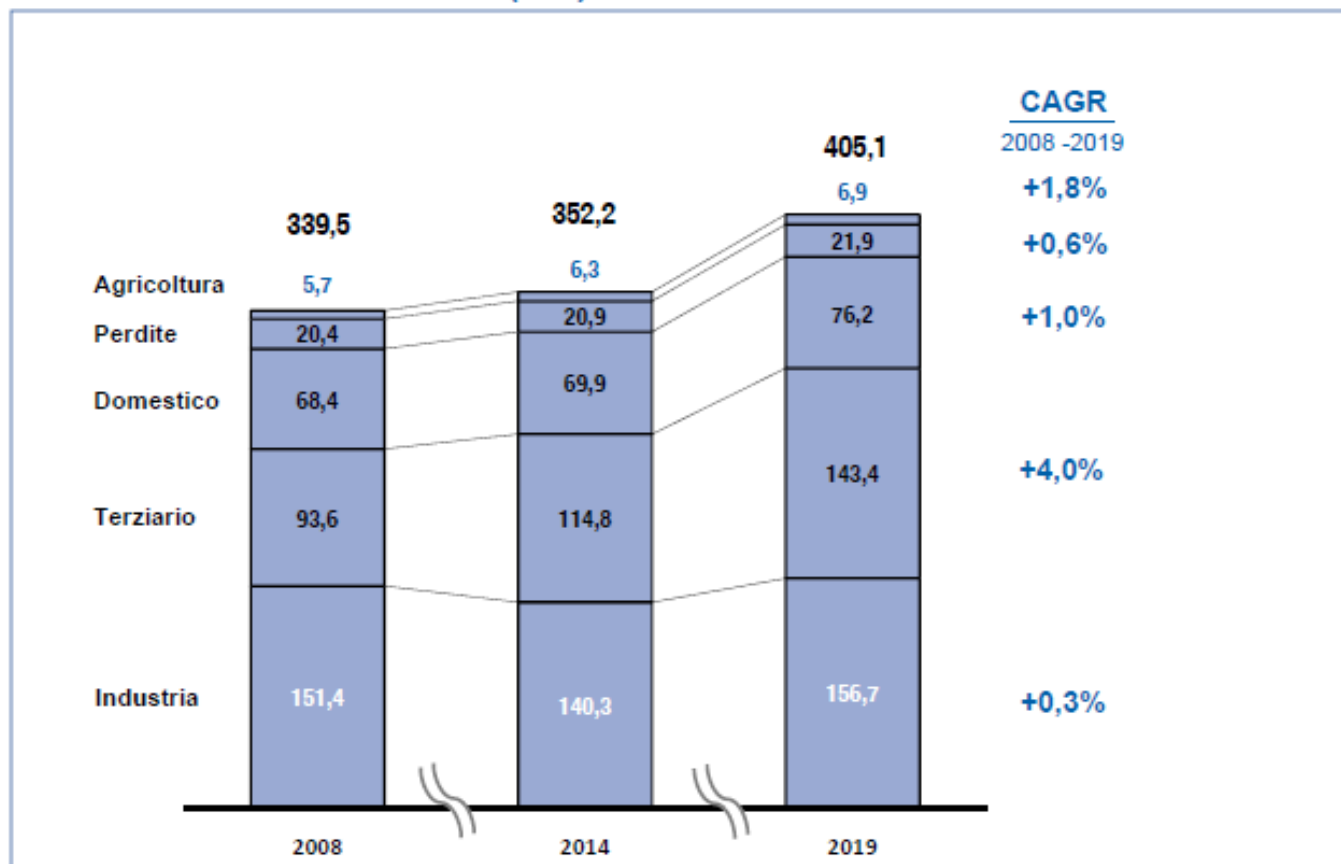
**45,0 TWh**

Fonte: TERNA

# Previsioni aumento richiesta di energia elettrica

Dati 2008 – 2019 in miliardi di kWh = TWh

## ▪ Previsione del Consumi settoriali (TWh) <sup>(1)</sup>

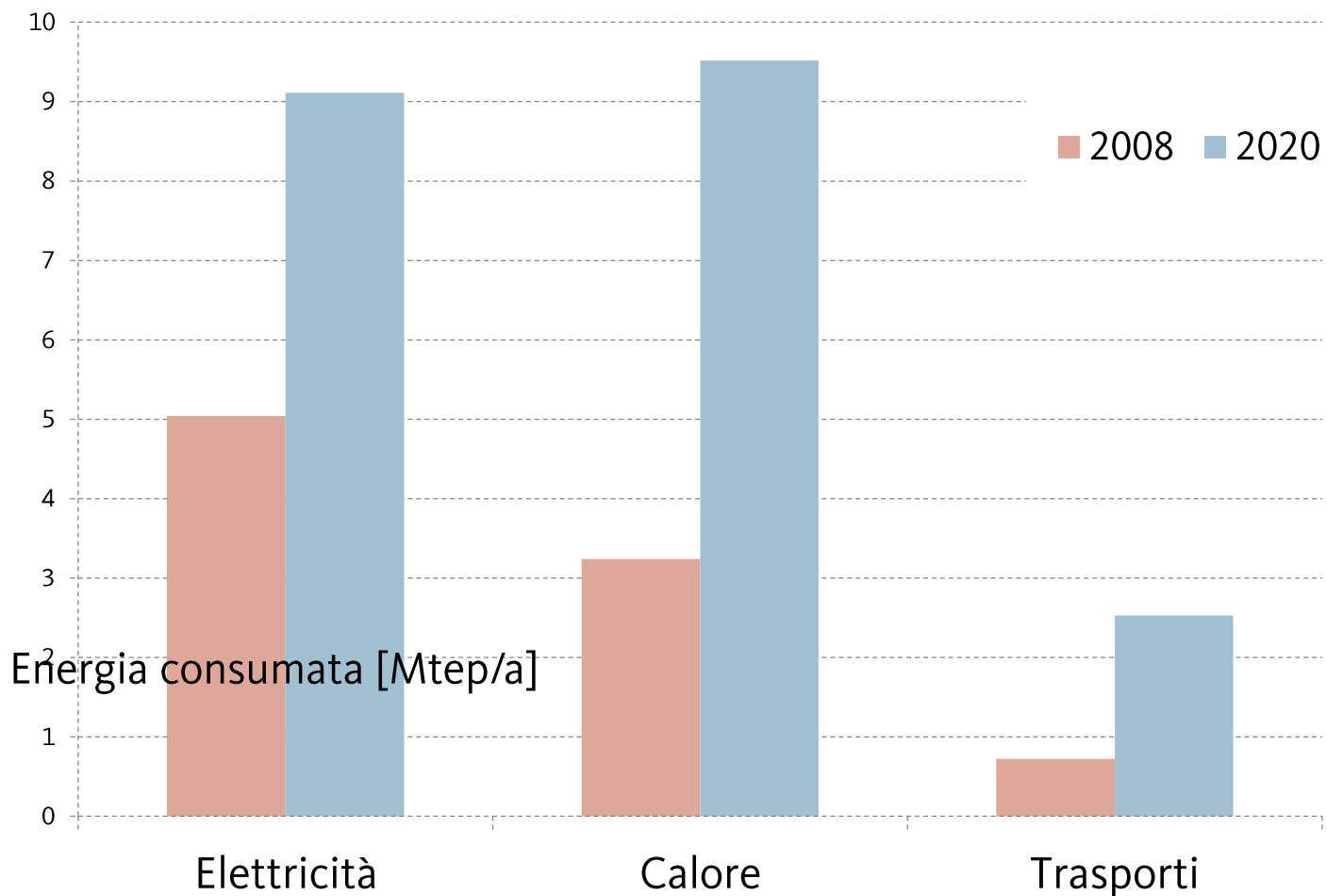


(1) Ipotesi relativa allo scenario di sviluppo

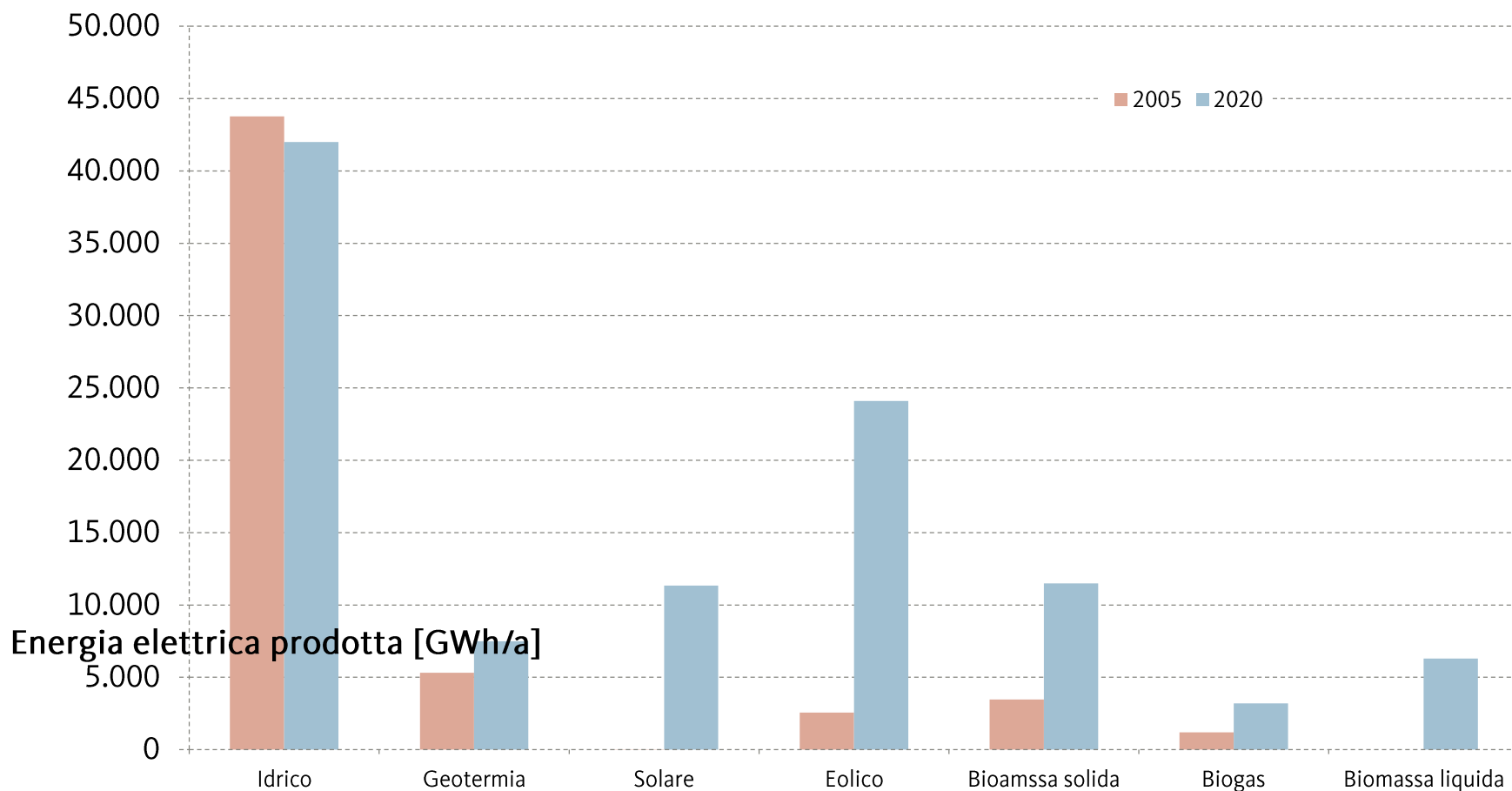
Fonte: TERNA

# Piano d'azione nazionale per le rinnovabili

Gli obiettivi nazionali sulla percentuale dell'energia rinnovabile consumata sono ambiziosi soprattutto per i settori "calore" (+ 194%) e trasporti" (+250%)



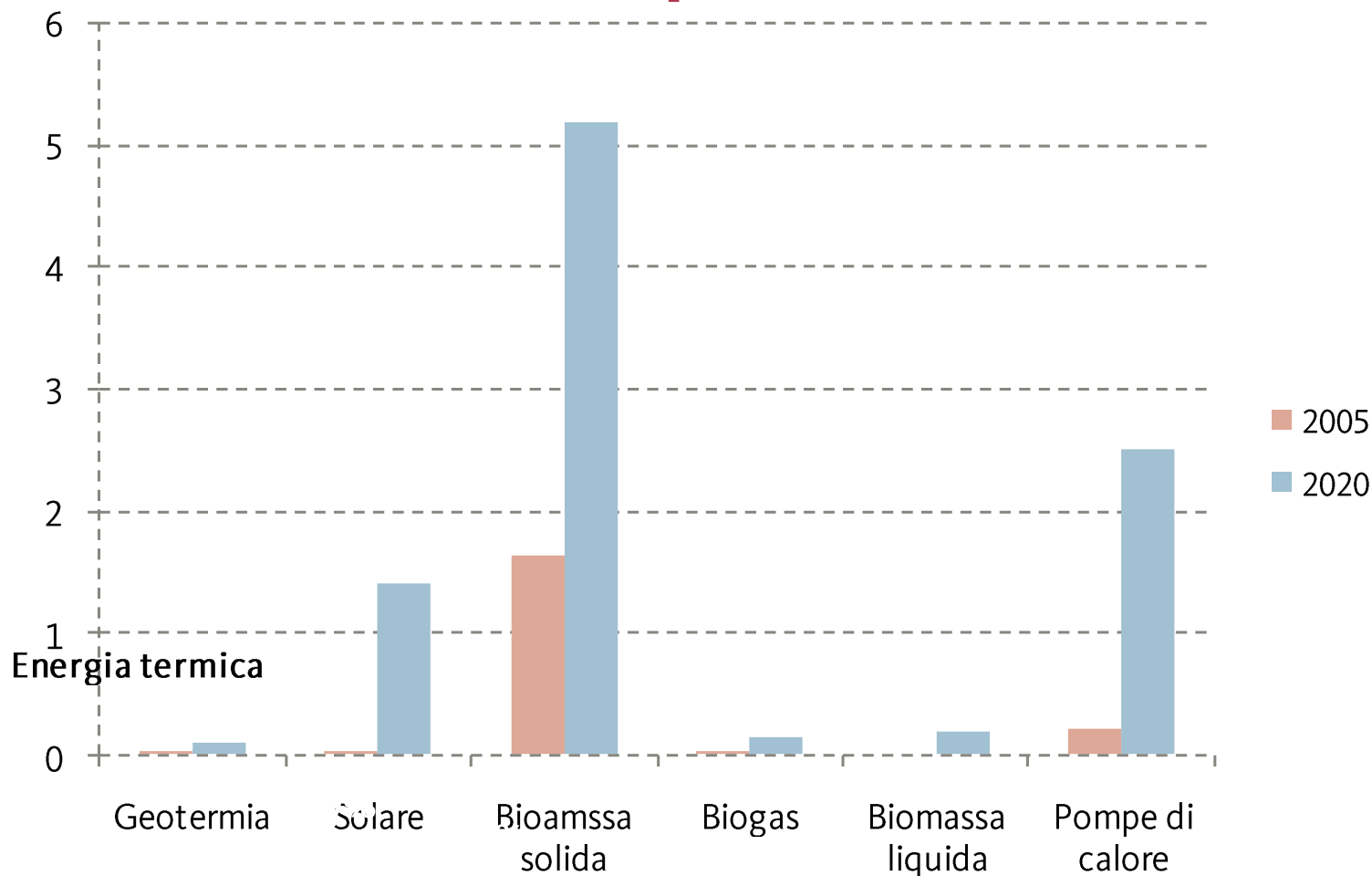
# Piano d'azione nazionale per le FER – en. elettrica



Energia elettrica: Importanza soprattutto per idrico (senza aumento!), eolico (in forte aumento), biomasse (in forte aumento)



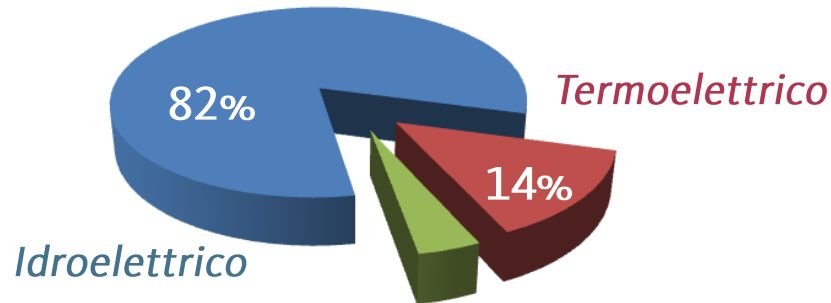
# Piano d'azione nazionale per le FER – en. termica



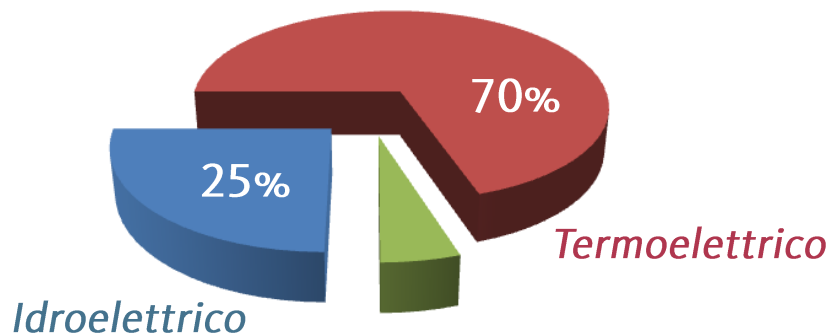
Biomassa = FER più importante per il calore prodotto con energie rinnovabili anche nel 2020

# Sviluppo storico in Italia – attese future

- **Anni 60:** principale fonte di energia elettrica con ca. 45 miliardi di kWh



- Fino agli **anni 80:** costante diminuzione dell'idroelettrico, costante aumento del termoelettrico a parità di energia prodotta



- **Oggi**
  - potenza centrali installate ca. 18 MW
  - produzione energetica 280 mld kWh
  - fabbisogno 320 mld kWh

- **Futuro sviluppo**



In Italia si stima un potenziale di 15 mld kWh/anno grazie al mini hydro

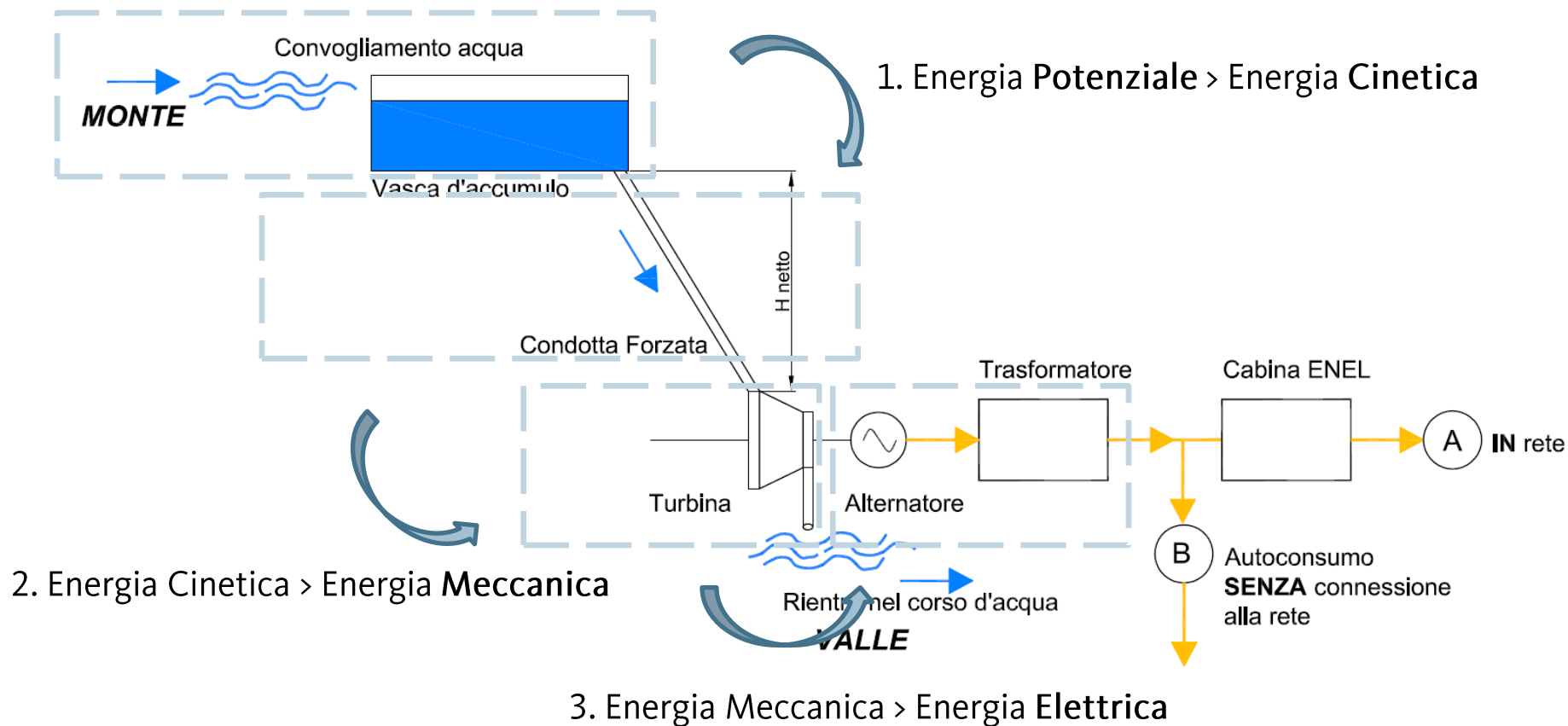


A livello Europeo c'è l'obiettivo di passare da 9.500 MW a 14.000 MW ovvero un +47%

A livello mondiale si stima un potenziale di 180.000 MW circa il 75% dell'attuale richiesta, a fronte degli attuali 47.000 MW installati

# Trasformazioni energetiche

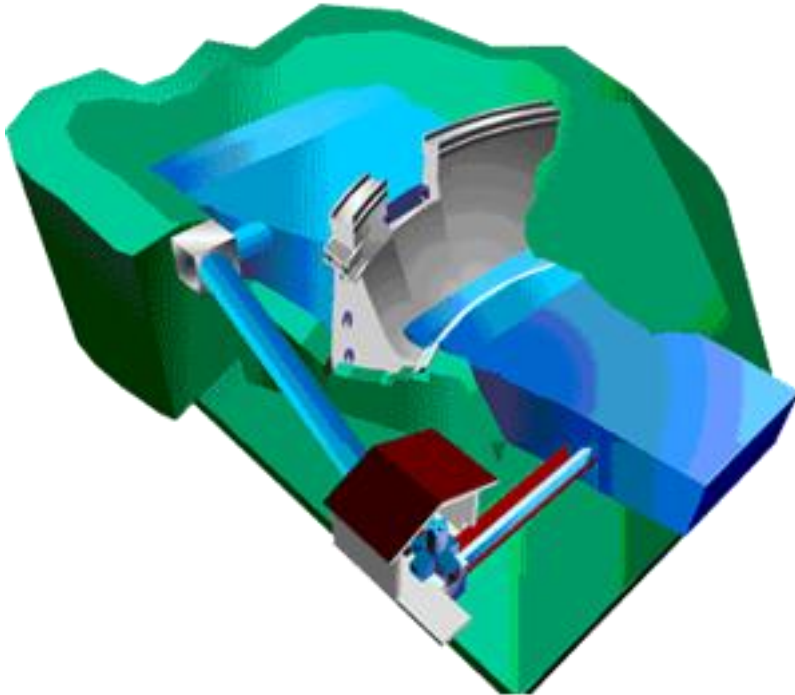
Il principio sul quale si basa questa tecnologia è la conversione di **energia potenziale** in **energia elettrica**. La potenza dipende dal salto geodetico e dalla portata.



# Tipologie d'impianto

## Impianto a deflusso regolato (a bacino)

Impianti provvisti di una capacità di invaso alla presa del corso d'acqua atta a modificare il regime delle portate utilizzate dalla centrale.



## Impianto a serbatoio

L'impianto è dotato di due serbatoi collocati a quote differenti. Ricava la disponibilità di acqua nel serbatoio superiore mediante sollevamento elettromeccanico dal serbatoio inferiore. In questo modo nelle ore di punta l'acqua immagazzinata nel serbatoio superiore è usata per la produzione di energia elettrica; nelle ore notturne la stessa viene risollelevata al serbatoio superiore.



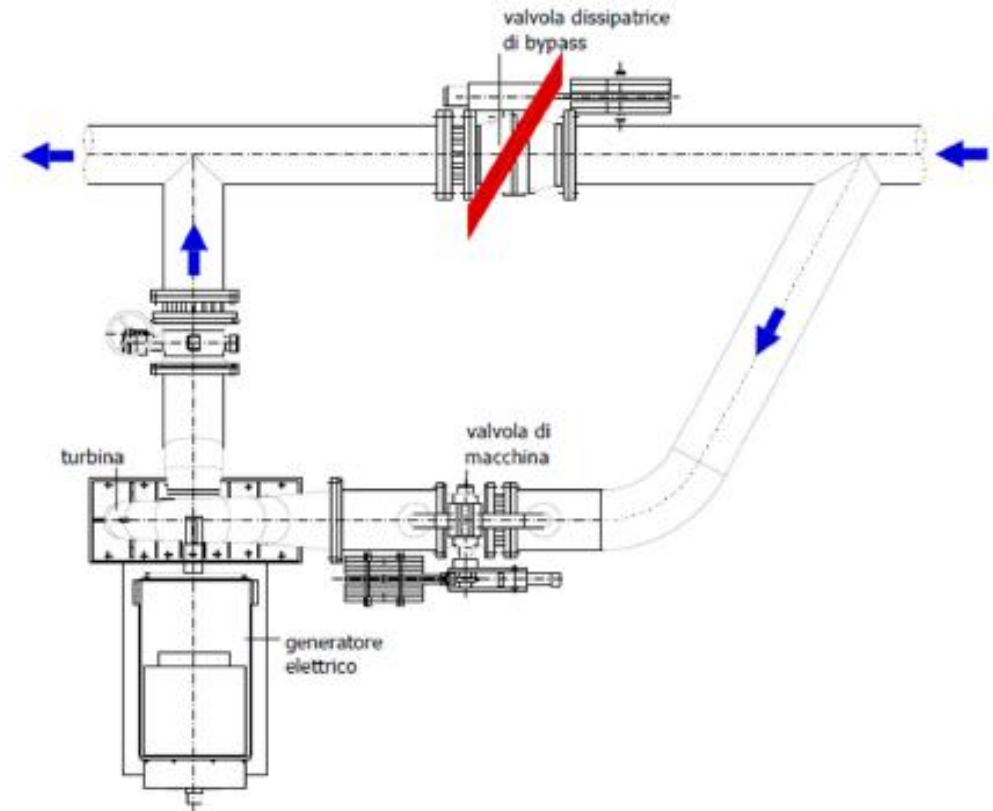
# Tipologie d'impianto

## Impianto ad acqua fluente

L'impianto non dispone di alcuna capacità di regolazione degli afflussi, per cui la portata sfruttata coincide con quella disponibile nel corso d'acqua.



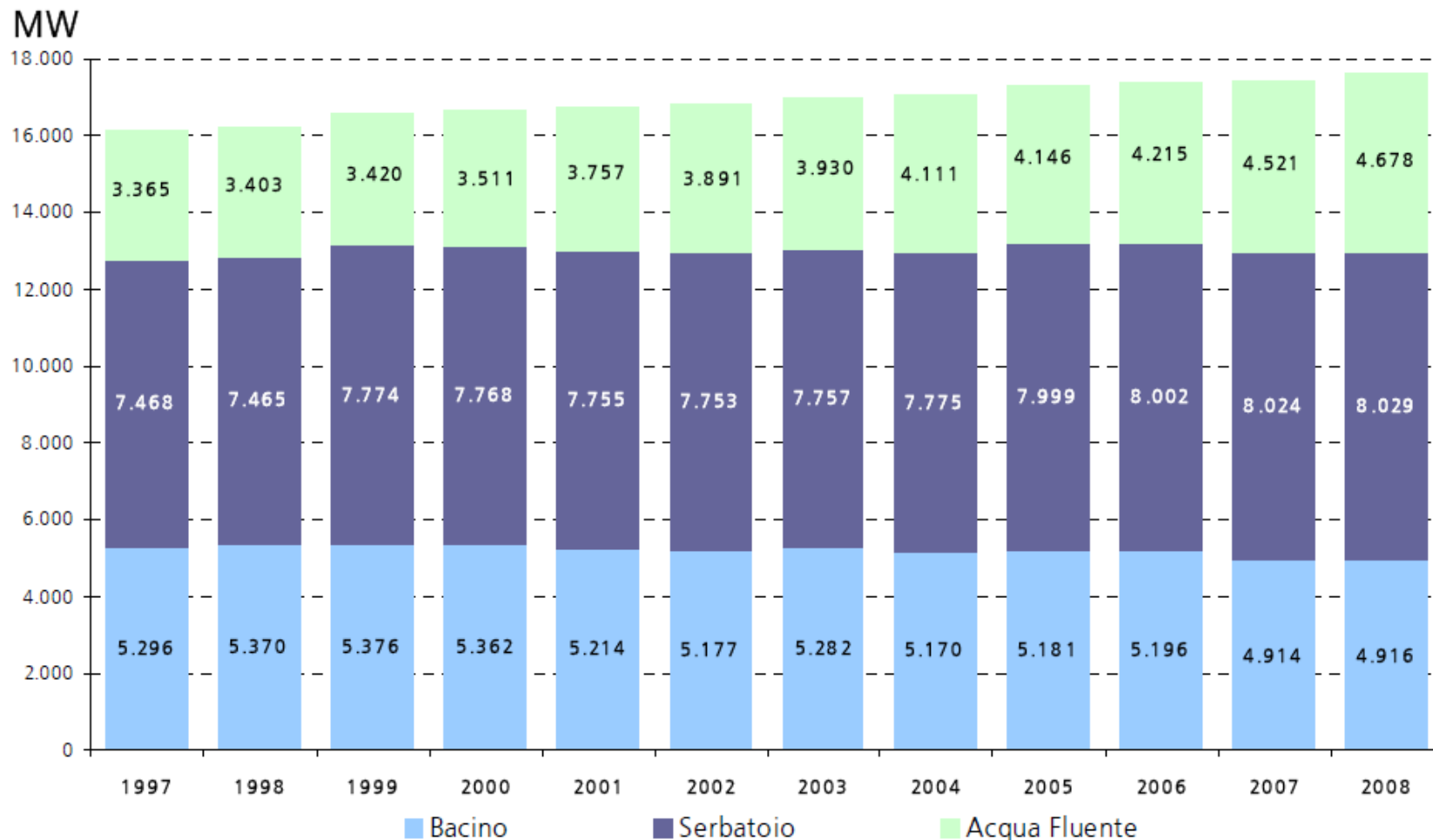
## \*Impianto su rete idrica





# Evoluzione degli impianti

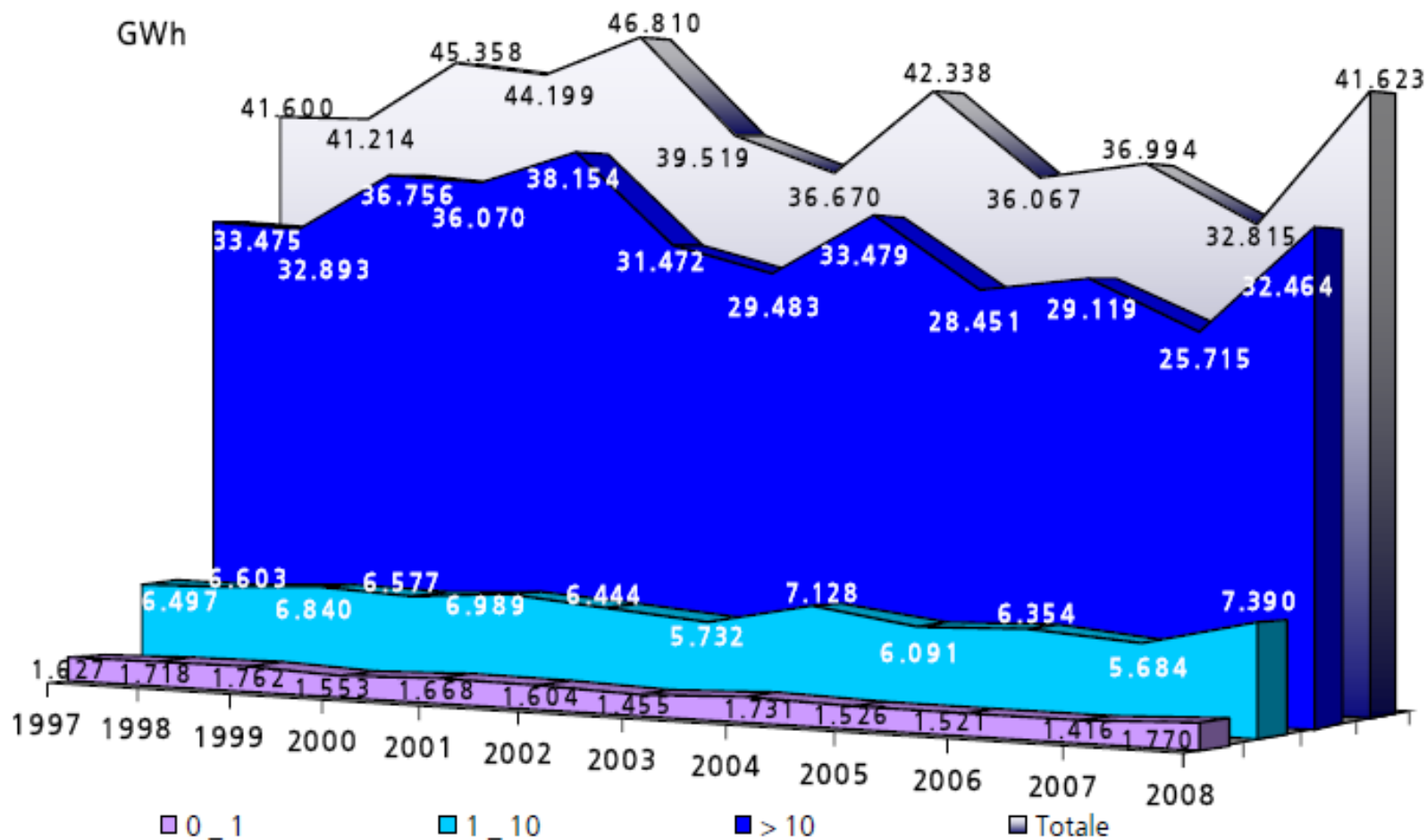
Evoluzione della potenza installata degli impianti idroelettrici da FER in Italia dal 1997 al 2008:



Fonte: GSE

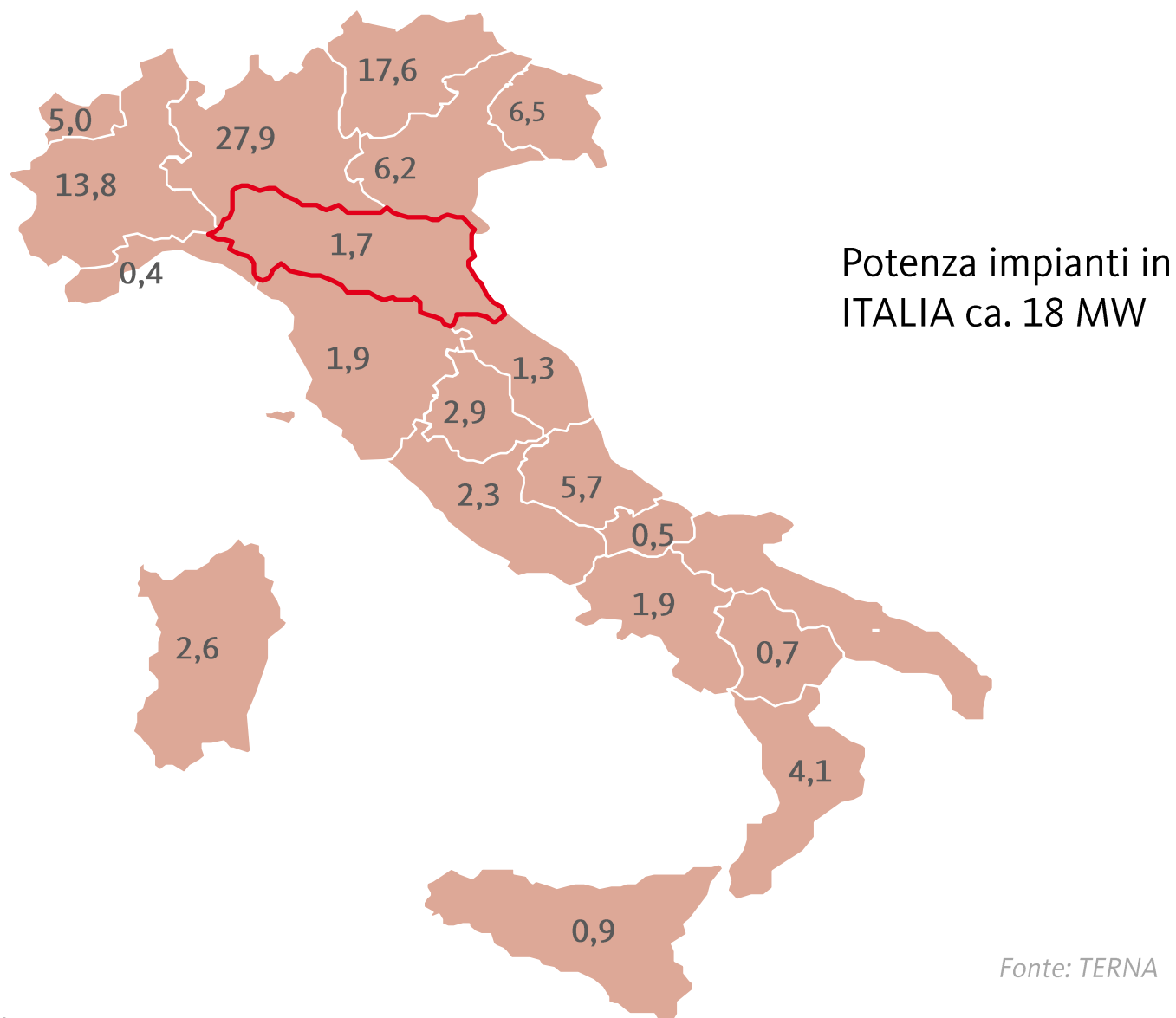
# Evoluzione produzione

Evoluzione dal 1997 al 2008 della produzione da FER Idroelettrico in base alla dimensione dell'impianto

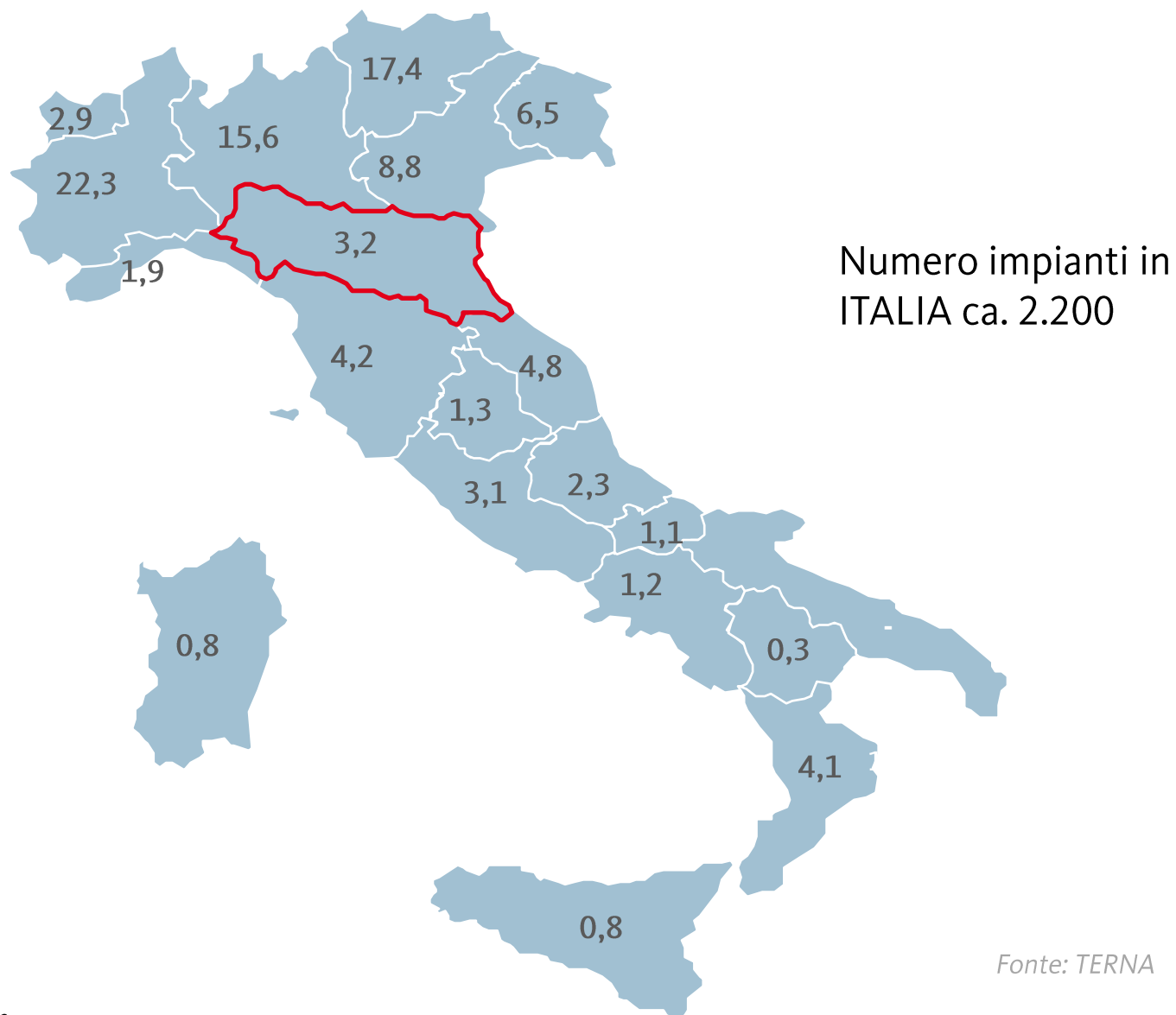


Fonte: GSE

# Distribuzione regionale % potenza da FER idro



# Distribuzione regionale % impianti FER idro



# Esempio Alto Adige



In Alto Adige esistono **936** impianti idroelettrici, con una produzione di energia pari a oltre **5750 GWh/anno**. Il **40%** dell'energia prodotta viene utilizzata in provincia.

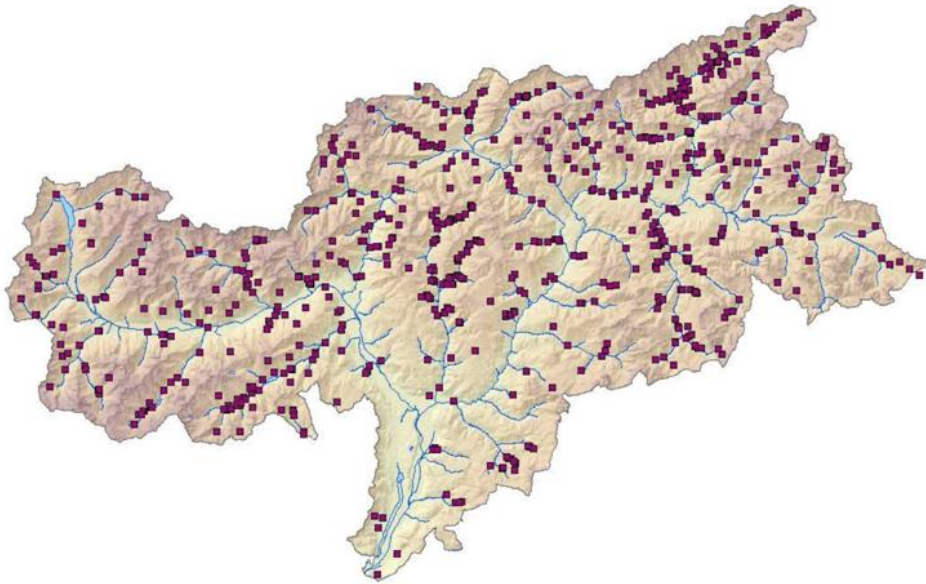
L'energia ottenuta con centrali elettriche con potenza inferiore ai 10MW ammonta in Alto Adige a circa **1.130 GWh/a**, pari al **19%** dell'intera energia prodotta dalla forza dell'acqua. Questa quantità di energia viene complessivamente generata da **751** centrali elettriche. La restante quota dell'**81%** è coperta da 17 grandi centrali elettriche.

**Il potenziale di espansione** calcolato a tal riguardo corrisponde a una potenza complessiva di **324 MW (+16%)** e quindi a una produzione supplementare di corrente elettrica pari a **809 milioni di kWh**.

L'energia elettrica generata con l'energia idroelettrica corrisponde a circa **1.170.000** tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) l'anno e a una diminuzione delle emissioni di **CO<sub>2</sub>** pari a circa **3.200.000** tonnellate all'anno.



# Esempio Alto Adige



In Alto Adige sono presenti

29 impianti con una potenza nominale **superiore a 3000 kW** che producono 4.977 GWh che sono l'**86,2%** dell'energia prodotta in A.A.

115 impianti con una **potenza nominale compresa tra 220 e 3000 kW**. La produzione annua è di **612 GWh**, pari al **11,1%** della produzione complessiva.

792 impianti con **potenza inferiore ai 220 kW** la cui produzione annua è pari a **165 GWh**, il **2,7%** della produzione complessiva.

*\*La definizione è dovuta dalla suddivisione dei canoni: Inferiore a 220 kW - piccolo  
Fino a 3.000 kW - medio  
Superiore a 3.000 kW - grande*

# Vantaggi idroelettrico

L'uomo utilizza l'acqua da oltre 4.000 anni perché è una fonte energetica con numerosi vantaggi:

- È una fonte rinnovabile (praticamente inesauribile)
- Non produce emissioni che alterano il clima
- Contribuisce alla sicurezza del sistema energetico
- È una tecnologia flessibile
- È una tecnologia matura
- Favorisce il presidio sul territorio
- Crea occupazione



Per confronto ogni kWh di energia elettrica prodotto con FER idroelettrica evita l'emissione di:

NO<sub>x</sub> = 0,60 g/kWh

CO<sub>2</sub> = 495 g/kWh

SO<sub>x</sub> = 0.90 g/kWh

Polveri = 0,03 g/kWh

*(dati relativi alle emissioni da produzione di energia elettrica attuali)*

# Impatto ambientale

La produzione idroelettrica si basa sull'utilizzo della risorsa idrica e di conseguenza può comportare una serie di **impatti sull'ambiente** (flora e fauna) e sul uomo :

- Alterazione del regime idrologico naturale
- Interruzione della continuità ecologica
- Alterazione del trasporto solido con accumulo a monte dello sbarramento
- Riduzione della portata defluente nel tratto d'alveo compreso tra lo sbarramento e la restituzione
- Impatto visivo/acustico

## TUTTAVIA

- Impianti di grande dimensione hanno già raggiunto la massima espansione
- Gli impatti ambientali si manifestano a scala locale
- I benefici ambientali (risparmio CO<sub>2</sub>) economici e sociali si manifestano su scale territoriali e temporali più ampie

# Aspetti critici dell'idroelettrico

**AMBIENTALI:** Deflusso minimo vitale non univocamente definito  
*“il deflusso che, in un corso d’acqua naturale deve essere presente a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati, compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica.”* DEFINIZIONE BACINO DEL PO



**FINANZIARIE:** Instabilità dei regimi di incentivazione



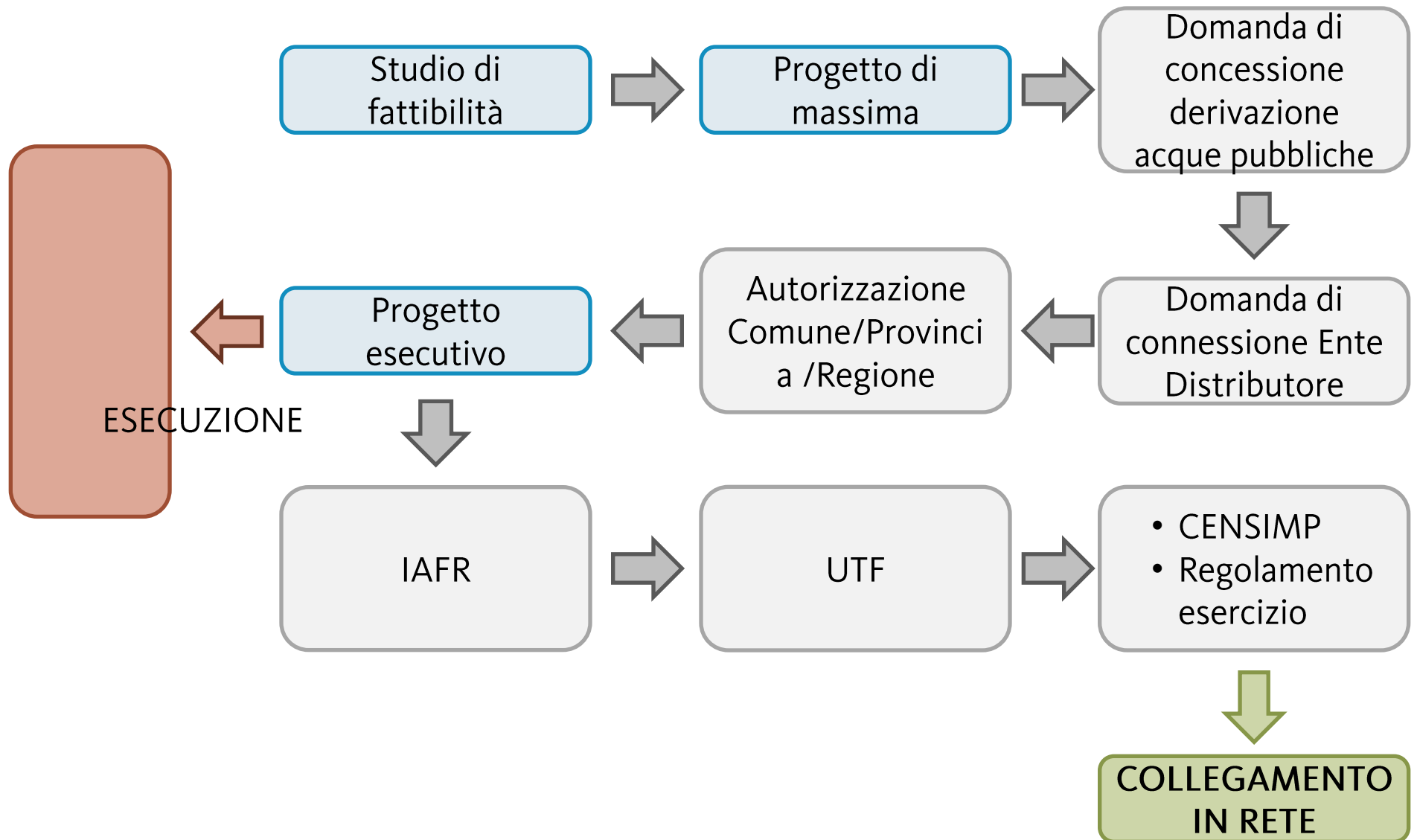
**BUROCRATICHE:** Gravoso iter burocratico



**AMMINISTRATIVE:** Disomogeneità delle leggi e interpretazioni tecniche



# Schema iter autorizzativo





# Normativa – Emilia Romagna

## DGR. 1793 del 03/11/08:

- nuove derivazioni solo se lasciata indisturbata la distanza doppia del tratto sotteso rispetto alle derivazioni esistenti
- no a nuove opere di sbarramento se non servono per difesa idraulica
- monitoraggio a carico dei concessionari



Quanto sopra si applica anche ai procedimenti già in corso in quanto rappresenta “esplicitazione di criteri e principi generali già previsti nella disciplina vigente”

# Classificazione Impianti

Gli impianti idroelettrici si differenziano in base alla potenza nominale della centrale, così come è stato stabilito dalla ESHA (European Small Hydro Association) in:

- Micro Impianti: Potenza < 100 kW;
- Mini Impianti: Potenza compresa tra i 100 ed i 1000 kW;
- Piccoli Impianti: Potenza compresa tra 1 e 10 MW;
- Grandi Impianti: Potenza > 10 MW



In Italia si considerano grandi impianti quelli con potenza superiore a 3 MW



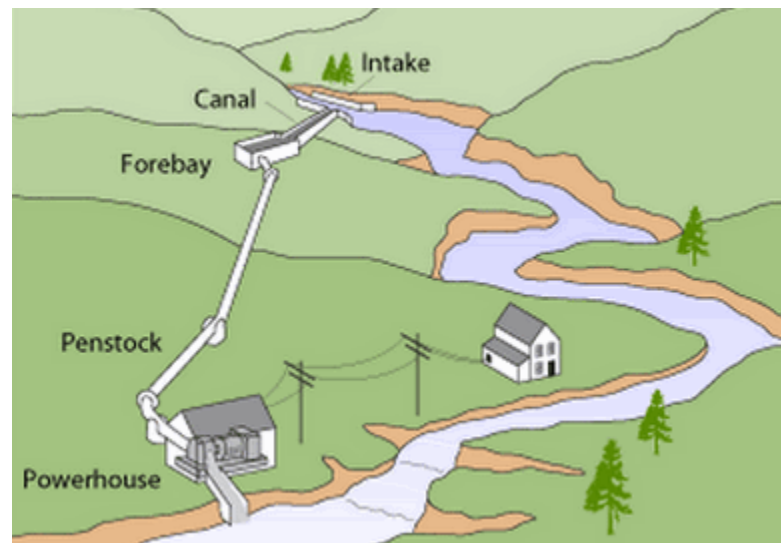
# Impianti in territori montani

Il principio di funzionamento e le caratteristiche costruttive sono simili a quelle degli impianti realizzati in fiumi e canali irrigui, anche se sfruttano soprattutto **dislivelli elevati** e **portate d'acqua spesso limitate**.

Un ottima soluzione, che permette di risparmiare risorse economiche e di limitare l'impatto ambientale, consiste nell'utilizzo (o riutilizzo) di condotte e bacini già presenti nel territorio e impiegati anche per altri scopi (irrigazione, controllo delle piene, ecc.).

Da qui l'acqua viene convogliata alla turbina tramite una condotta forzata oppure con un canale a cielo aperto (soluzione più economica).

L'acqua infine, dopo avere attraversato la turbina, viene restituita allo stesso corso d'acqua.



# Impianti sostenibili in ambiente montano

In Italia, per quanto riguarda i grandi impianti, lo sviluppo della produzione idroelettrica ha raggiunto la sua massima espansione. Attualmente interessanti come sostenibilità sono i seguenti impianti:

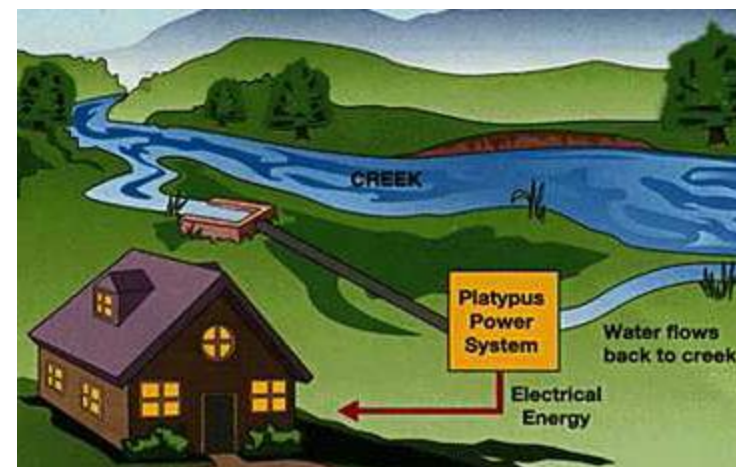
## Micro Hydro

Nella categoria del micro idroelettrico rientrano tutti gli impianti alimentati idroelettrici di potenza elettrica **non superiore ai 100 kW**.

Le turbine maggiormente utilizzate nel micro idroelettrico sono senza dubbio le Pelton e le Banki, ideali per portate d'acqua limitate.

Dal punto di vista impiantistico, i micro impianti possono essere sia ad acqua fluente sia installati in acquedotti o in altro tipo di applicazioni idrauliche.

- Impianti connessi alla rete, che possono usufruire degli incentivi dedicati alle fonti rinnovabili;
- Impianti, spesso con potenza di pochi kW, al servizio di utenze prive di un collegamento con la rete elettrica.



# Impianti sostenibili in ambiente montano

## Mini Hydro

Nella categoria del mini idroelettrico rientrano tutti gli impianti alimentati dall'energia cinetica dell'acqua, di potenza elettrica compresa tra **100 kW e 1 MW**.

Si tratta di impianti che, non presentano grandi impatti ambientali. Molto dipende dal tipo di impianto, dalle caratteristiche ambientali del corso d'acqua scelto per l'installazione e ovviamente anche dalla taglia dell'impianto.

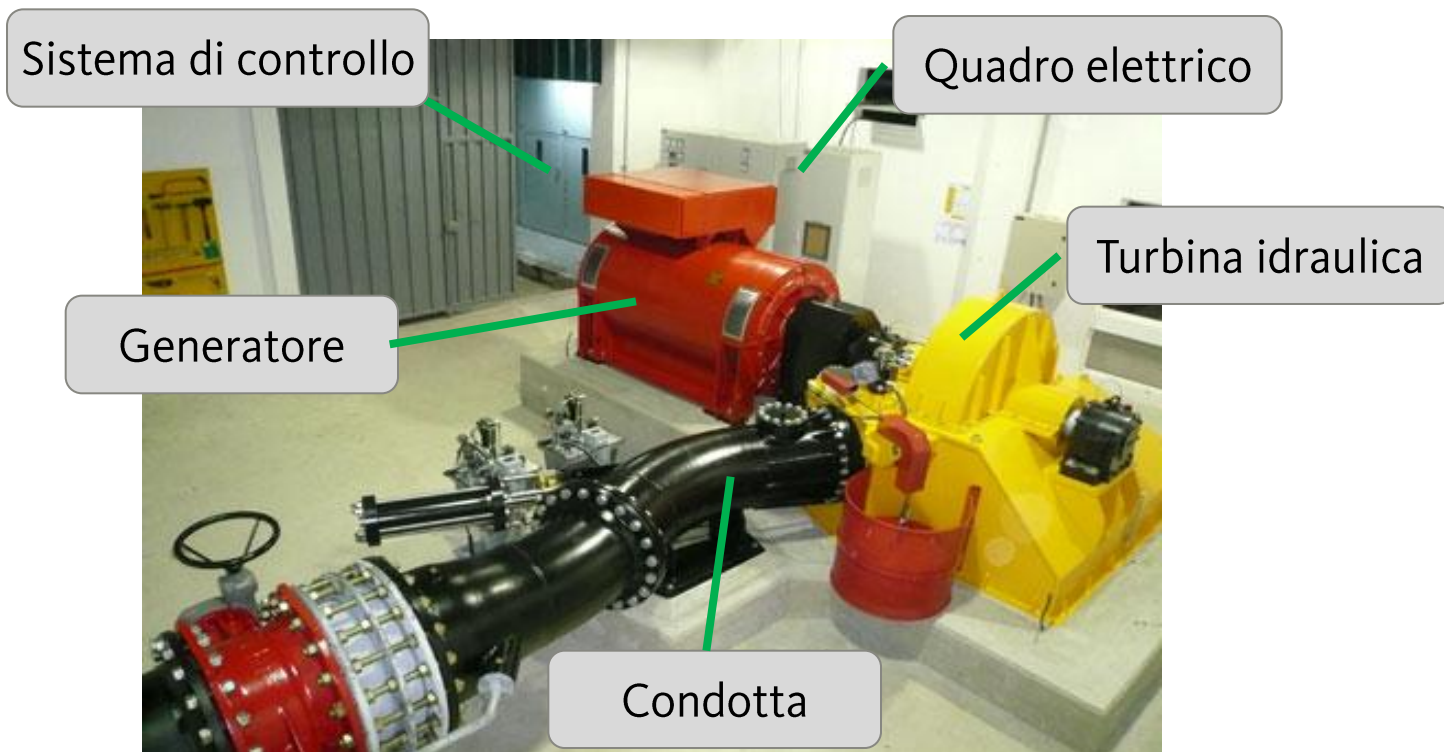
Il mini idroelettrico permette di sfruttare quei siti che non sono stati utilizzati in passato, perché economicamente non vantaggiosi. Ora, con la sempre crescente domanda di energia e con i prezzi delle fonti fossili, risultano avere un buon ritorno economico.





# Cenno tecnologico

Al di là delle possibili differenziazioni specifiche, i quattro fondamentali componenti impiantistici di un piccolo impianto idroelettrico sono:



# Incentivi statali

Descrizione	Potenza	SSP	RD	TO	CV
Micro / Mini IDROELETTRICO	≤ 200 kW	X			X
Micro / Mini IDROELETTRICO	≤ 200 kW		X		X
Micro / Mini IDROELETTRICO	≤ 200 kW			X	
Mini IDROELETTRICO	< 1 MW			X	
Mini IDROELETTRICO	< 1 MW		X		X
IDROELETTRICO (fino a 10MVA)	≥ 1 MW		X		X
IDROELETTRICO fluente*	> 10 MVA				X

SSP = Scambio Sul Posto

RD = Ritiro Dedicato

TO = Tariffa Onnicomprensiva = 0,22€/kWh

CV = Certificati Verdi

\*ritiro dedicato per l'energia elettrica prodotta dagli impianti:

- di qualsiasi potenza che producano energia elettrica da fonte idraulica limitatamente agli impianti ad acqua fluente.
- con potenza apparente nominale uguale o superiore a 10 MVA, alimentati da fonti rinnovabili diverse dalla fonte idraulica, purché nella titolarità di un autoproduttore così come definito dall'articolo 2, comma 2, del decreto legislativo n. 79/99 (Utilizzo minimo del 70%).

# Principali voci di costo

Le principali voci di costo da prendere in considerazione per un impianto idroelettrico sono

- Il costo opere civili
- Il costo opere idrauliche
- Il costo opere elettromeccaniche
- Il costo progettazione
- Il costo dell'autorizzazione

A fianco di questi costi vengono considerati i costi di natura ricorrente:

- Costi di esercizio (tecnico – amministrativi)
- Costi di manutenzione
- Costi dei canoni

# Esempio calcolo economico su rete idrica

## Dati tecnici

Salto geodetico	H=280 m
Portata media di	m'=15 l/s
	P= 15kg/s x 9,81 m/s <sup>2</sup> x 280 m (approssimando 1 litro = 1 kg)
Potenza lorda	P=41,2 kW
Rendimento	$\eta=0,8$
Potenza netta	<b>Pn=32,96kW</b>
Ore di produzione	h=6200 h/anno.
Energia elettrica attesa	<b>E=204.361 kWh</b>

## Investimento

Turbina e generatore	€ 45.000	
Raccolta acqua e tubazione	€ 30.000	
Lavori territoriali	€ 30.000	
Lavori idraulici	€ 15.000	
Progetto e autorizzazioni	€ 30.000	
<b>TOTALE</b>	<b>€ 150.000</b>	ovvero ca. 4.550 €/kW

# Esempio calcolo economico

## Spese annue

Personale per ispezione per circa 2 h /settimana a 35 €/h 3.500 €/anno

## Ricavi annui

Scegliendo la tariffa onnicomprensiva a 0,22 €/kWh

0,22 €/kWh \* 204.361 kWh/anno = 44.959,42 €/anno

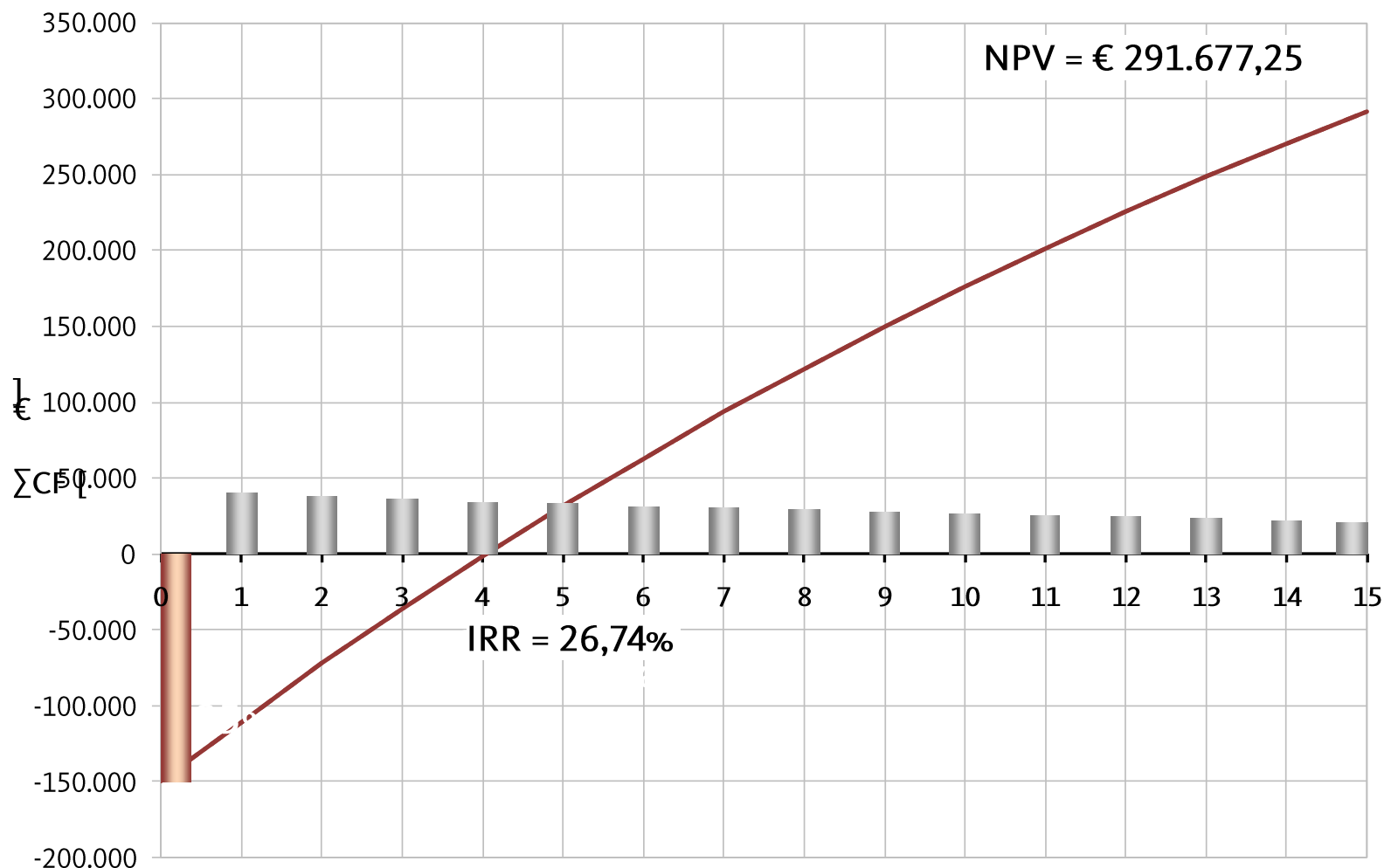
## Parametri di calcolo

Periodo considerato	15 anni
Inflazione	1,45%
Ammortamento in	10 anni
Manutenzione	3.000 €/anno

I risultati si riferiscono **ante tasse**.

# Esempio calcolo economico

Diagramma flusso di cassa (prima di tasse e interessi)



# Esempio calcolo economico 400 kW

## Dati tecnici

Salto geodetico	$H = 315 \text{ m}$
Portata media di	$m' = 135 \text{ l/s}$
Potenza lorda	$P = 137 \text{ kg/s} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 300 \text{ m}$ (approssimando 1 litro = 1 kg) $P = 417 \text{ kW}$
Rendimento	$\eta = 0,8$
Potenza netta	<b><math>P_n = 334 \text{ kW}</math></b>
Ore di produzione	$h = 6200 \text{ h/anno}$
Consumo ausiliari	$E = 41.500 \text{ kWh}$
Energia elettrica attesa	<b><math>E = 2.029.300 \text{ kWh}</math></b>

## Investimento

Turbina e generatore	€ 650.000
Raccolta acqua e tubazione	€ 400.000
Lavori territoriali	€ 300.000
Lavori idraulici	€ 300.000
Progetto e autorizzazioni	€ 80.000
<b>TOTALE</b>	<b>€ 1.730.000</b> ovvero ca. 4.148€/kW



# Esempio calcolo economico

## Spese annue

Personale per ispezione 8 ore/settimana a 50 €/h                      20.800 €/anno

## Ricavi annui

Scegliendo la tariffa onnicomprensiva a 0,22 €/kWh  
0,22 €/kWh \* 2.029.300 kWh/anno =                      446.446 €/anno

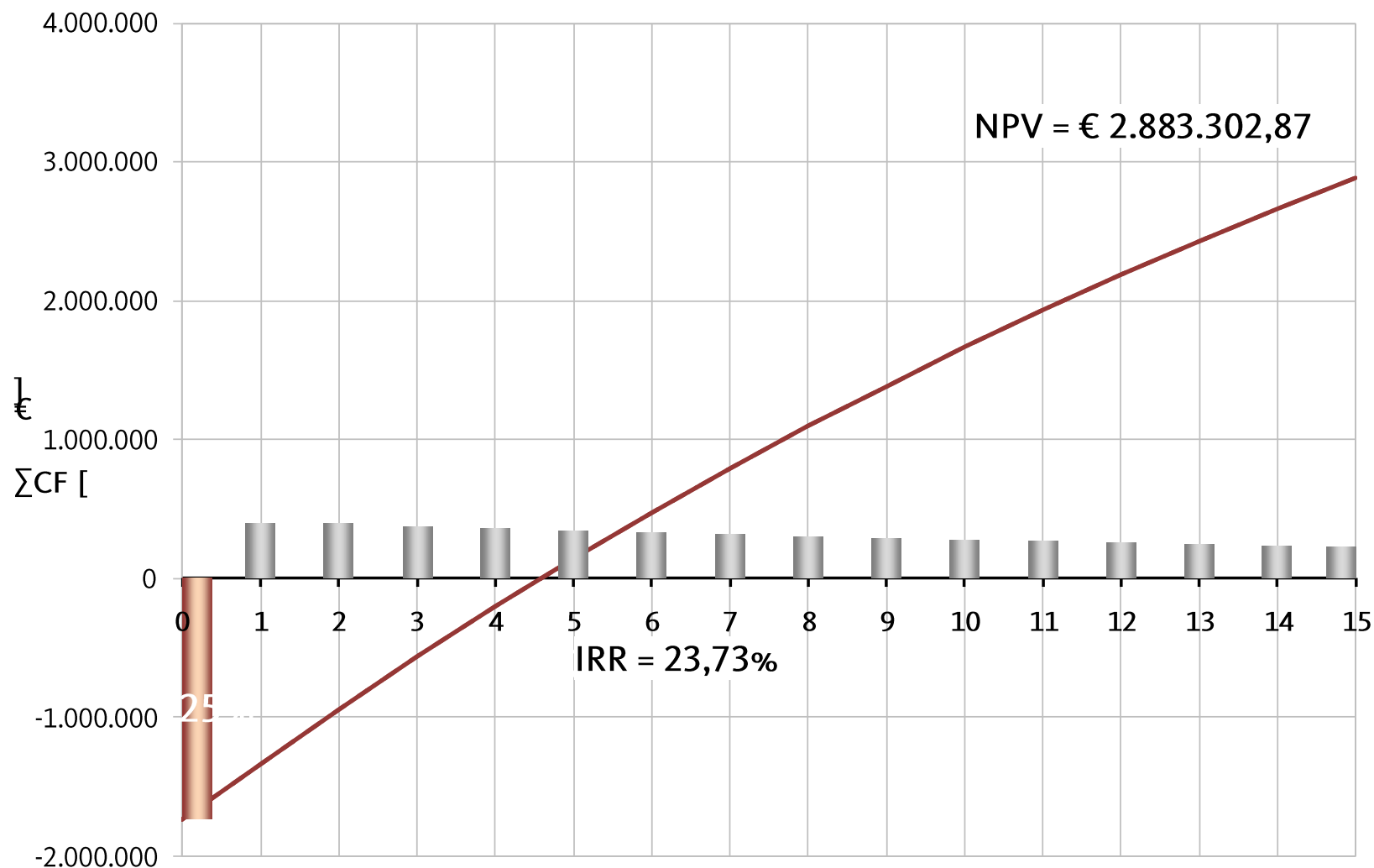
## Parametri di calcolo

Periodo considerato	15 anni
Inflazione	1,45%
Ammortamento in	10 anni
Manutenzione straordinaria	10.000 €/anno

I risultati si riferiscono **ante tasse**.

# Esempio calcolo economico

## Diagramma Flusso di cassa



# Ruolo dei comuni

Nelle linee guida del Dm del 10.09.2010 vengono anche individuati i Criteri per l'eventuale fissazione di  **misure compensative**.

- Non è dovuto alcun corrispettivo monetario in favore dei Comuni, ma **l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative**, a carattere non meramente patrimoniale, a favore degli stessi Comuni:
- interventi di **miglioramento ambientale** correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto;
- ad interventi di **efficienza energetica**;
- di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di **sensibilizzazione della cittadinanza** sui predetti temi;
- **non** può comunque essere **superiore al 3% dei proventi**, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.

# Possibili iniziative dei Comuni

Concretamente i Comuni possono:

- analizzare le proprie strutture (acquedotti, bacini, rivi...) ed elaborare un piano di valorizzazione delle proprie risorse;
- eseguire un'analisi territoriale approfondita;
- verificare le possibilità di sfruttare le risorse idriche meno “ impattanti” e più interessanti;

# Contatti

**[www.syneco-consulting.it](http://www.syneco-consulting.it)**

**[www.2enercam.it](http://www.2enercam.it)**