

“ACQUA ENERGIA AMBIENTE”

a cura di **Catello MASULLO**¹

¹INGEGNERE - DOCENTE PRESSO LA CATTEDRA DI GESTIONE DEI SERVIZI IDRICI – FACOLTA' DI
INGEGNERIA - UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA 3 - c.masullo@hydroarchsrl.com

06 Novembre 2015



www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA

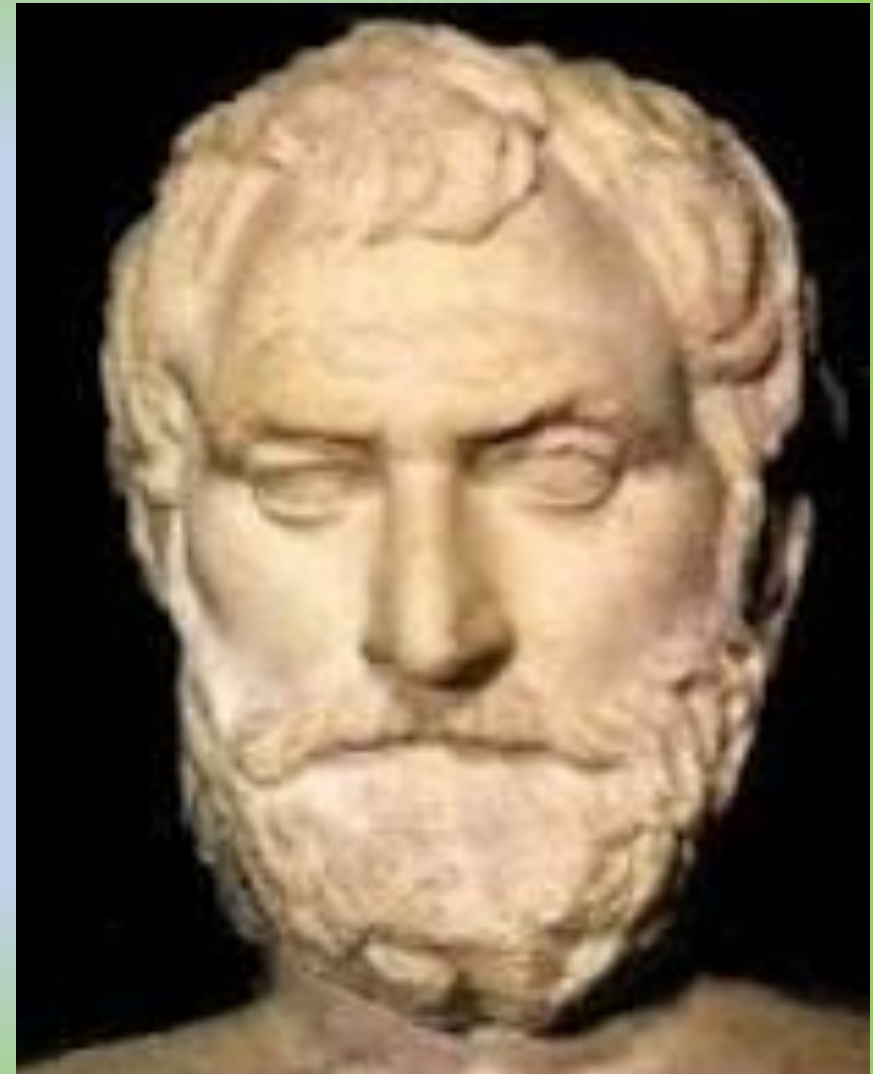


HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

“L'ACQUA E' IL PRINCIPIO DA CUI ORIGINANO TUTTE LE COSE”

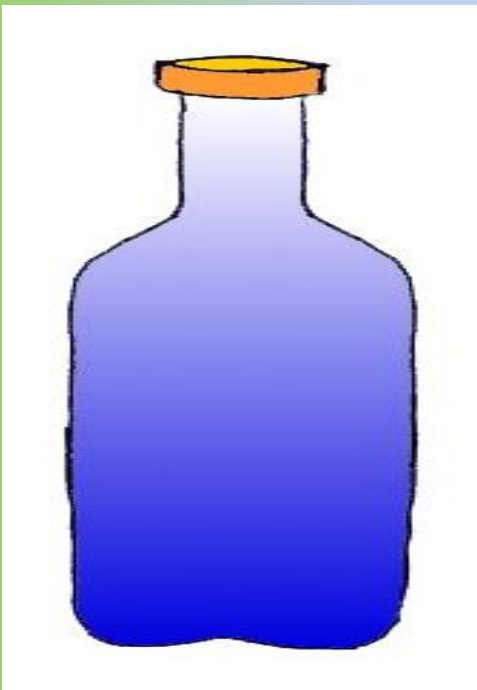
Talete di Mileto VI sec. a.C.



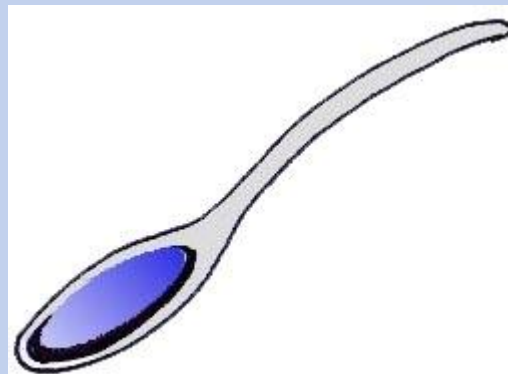


**L'ACQUA E'
ABBONDANTE
NELL'UNIVERSO,
E' IN GRANDI AMMASSI
GASSOSI NELLA
NEBULOSA DI
ANDROMEDA
E COSTITUISCE IL 70%
DELLE COMETE
(TRAMITE LE QUALI E'
FORSE GIUNTA SULLA
TERRA)**

5 LITRI DI ACQUA

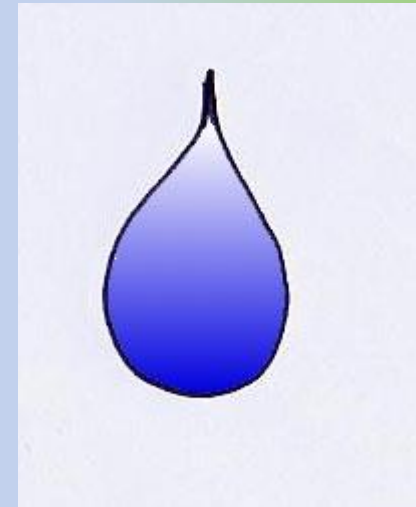


1 CUCCHIAIO DI ACQUA

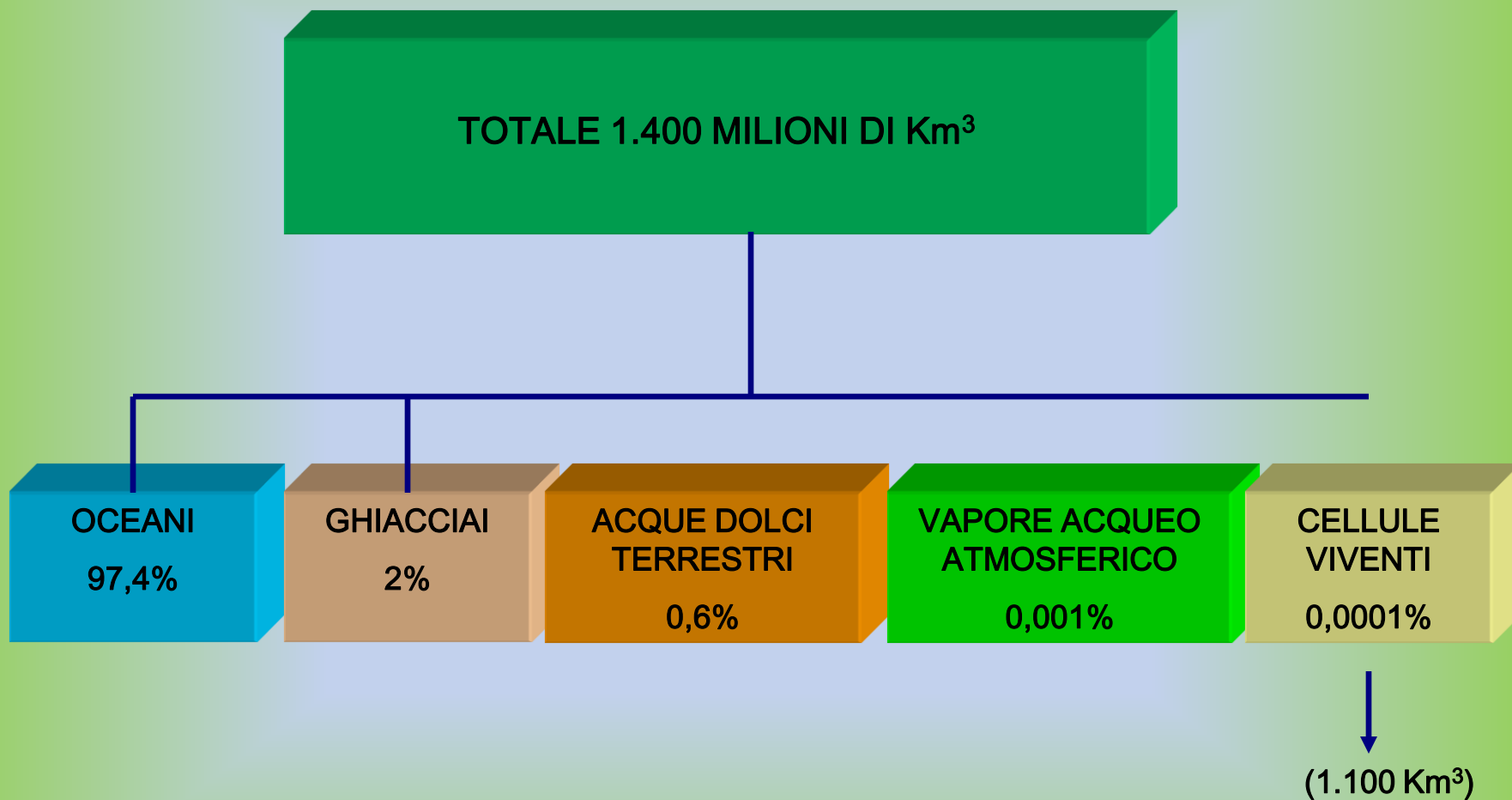


ACQUA BEVIBILE
NON SALATA

UNA GOCCIA DI ACQUA



ACQUA BEVIBILE NON
SALATA ESCLUDENDO I
GHIACCIAI





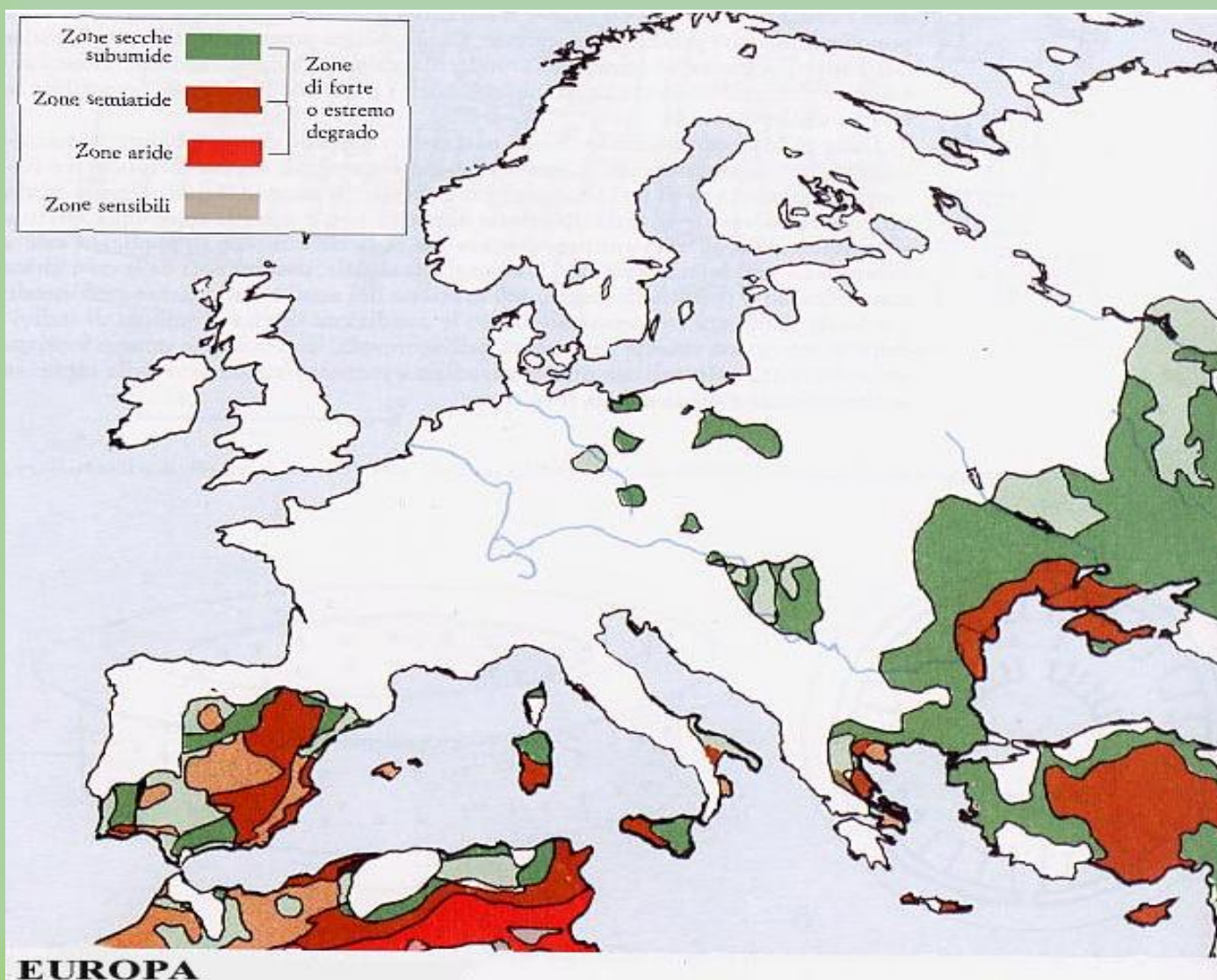
Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com





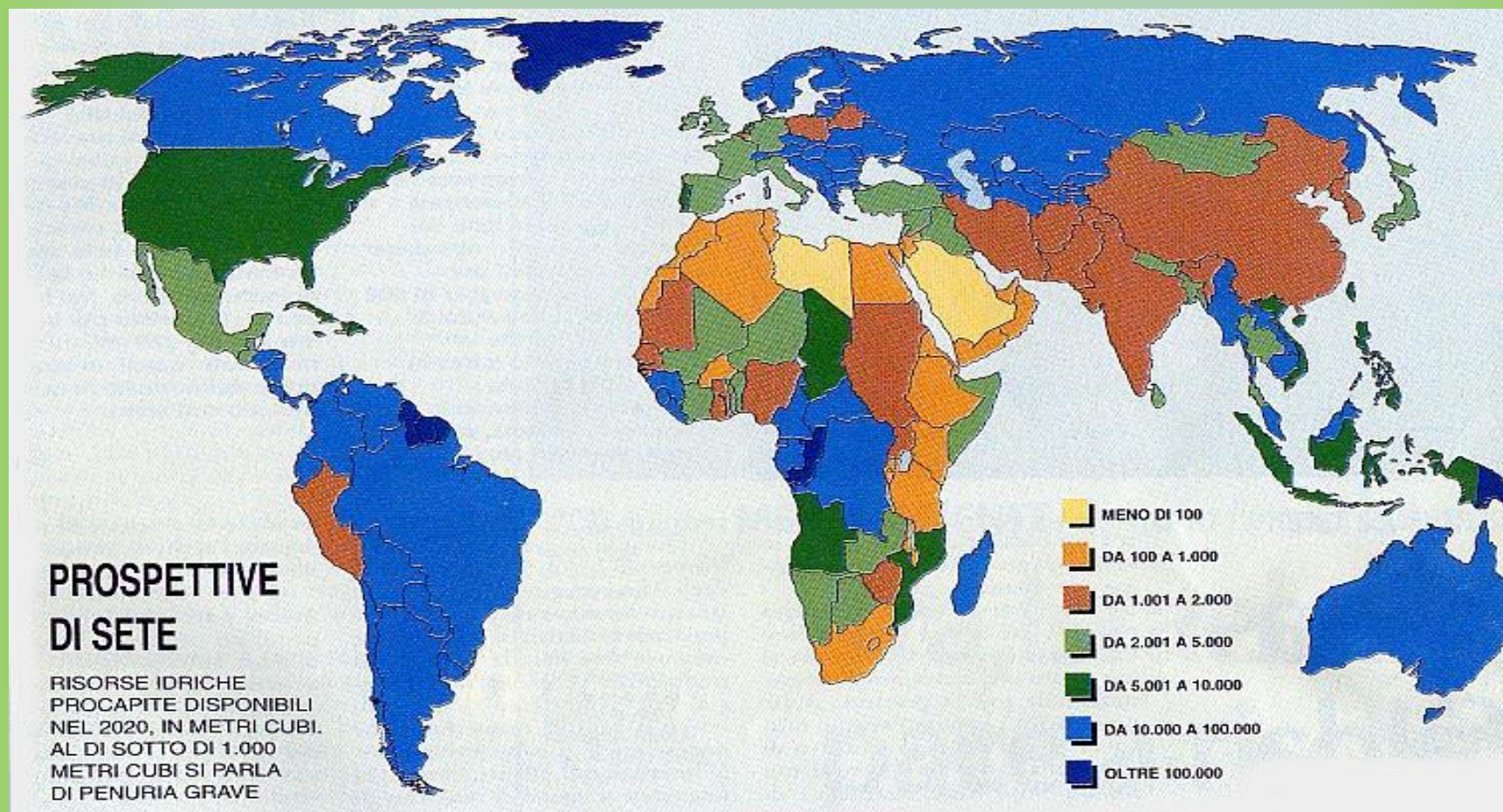
Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

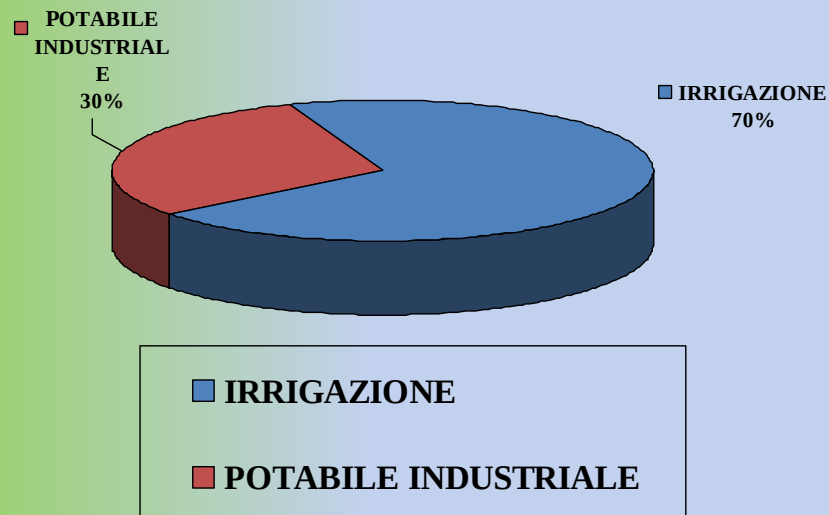


**Globalmente,
il consumo mondiale dell'acqua
è circa decuplicato nell'arco di un secolo**

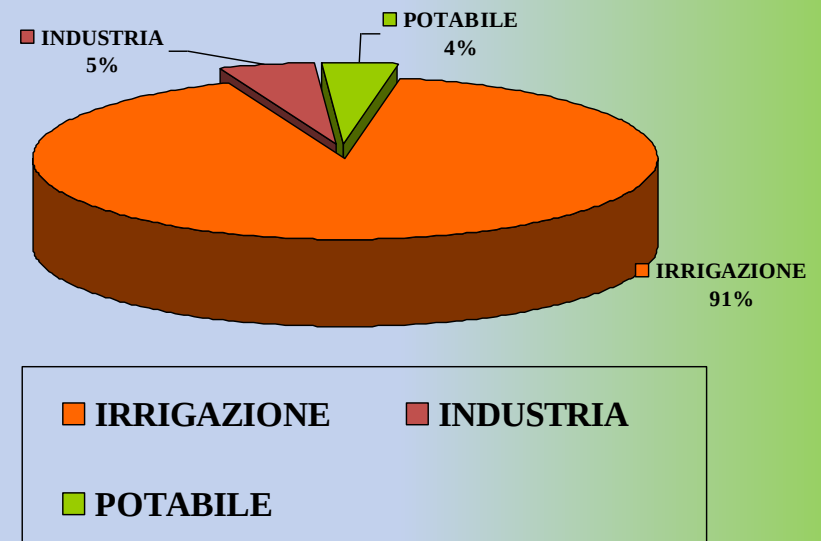
**Le risorse idriche pro capite negli ultimi trent'anni
si sono ridotte del 40 per cento**

**Gli scienziati avvertono che, intorno al
2020, quando ad abitare la terra saremo
circa 8 miliardi, il numero delle persone
senza accesso all'acqua potabile sarà di
3 miliardi circa**

CONSUMI IDRICI MONDIALI



CONSUMO IDRICI NEL TERZO MONDO



L'acqua impiegata nell'irrigazione

*costituisce il 70% del consumo mondiale globale e
fornisce il 40% del cibo
dal solo 17% delle aree coltivate.
La vita di 2,4 miliardi di persone dipende dalla
agricoltura irrigata
che interessa 260 milioni di ha,
tre quarti dei quali nei paesi in via di sviluppo.*

15.000 m³ di acqua bastano per:

Irrigare 1 ha di risiera;

Rispondere alle necessità di 100 nomadi e di
450 capi di bestiame nell'arco di 3 anni;

Rispondere alle necessità di 100 famiglie
urbane nell'arco di 2 anni;

Rispondere alle necessità di 100 clienti di un
hotel di lusso per 55 giorni.

PER FARE . . . OCCORRONO . . .

1 kg di grano → 1.500 litri di acqua

1 kg di riso → 4.500 “ “

1 uovo di gallina → 1.000 “ “

PER FARE . . . OCCORRONO . . .

1 Kg carne di vitello

1 Kg carne di agnello

1 Kg carne di maiale

1 Kg carne di pollo

1 kg di formaggio

1 tazzina di caffè

15.000 litri di acqua

10.000 litri di acqua

6.000 litri di acqua

2.800 litri di acqua

5.300 litri di acqua

140 litri di acqua

PER FARE . . . OCCORRONO . . .

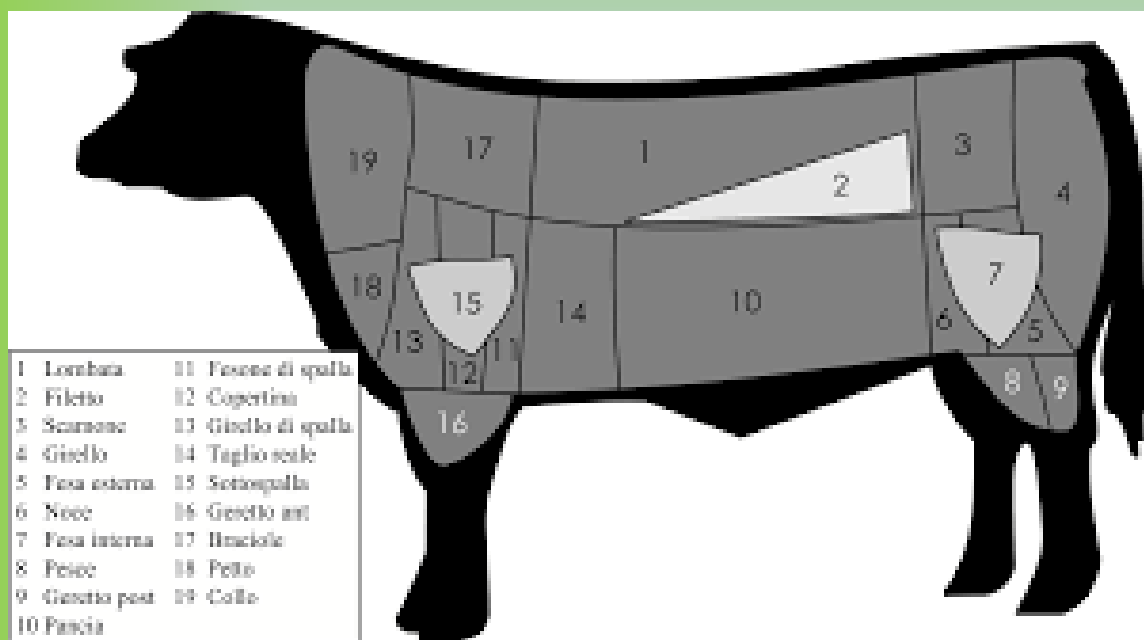
Ogni volta che beviamo un **bicchiere di vino**, infatti, stiamo consumando anche **120 litri d'acqua**. Se mangiamo **un uovo**, ne consumiamo altri **1000 litri**. Per indossare una **T-shirt di cotone** ne occorrono **2000**. Per produrre un solo **hamburger da 150 grammi** c'è bisogno di **2400 litri** di acqua potabile. Un pomodoro «costa» 13 litri d'acqua, un **foglio di carta A4 10 litri**, una **fetta di pane 40**, un **chilo di mais 900 litri**, per un **chilo di cereali ne occorrono 1500**, per un **chilo di riso 4500**, per un chilo di pura **vaniglia il top di 96.650 litri** e per **un paio di scarpe di cuoio almeno 8000**

ACQUA, CIBO ED ENERGIA



Per ottenere un pasto
da 320 calorie, si
possono produrre, in
alternativa :
a) 100 g di broccoli,
oppure 100g di
melanzana, oppure 113 g
di cavolfiori, oppure 226
g di riso : consumando
0.0025 litri di benzina;
b) una bistecca di manzo
da 170 g : consumando
0.04 litri di benzina : 16
volte tanto!





**nel 1961 il
fabbisogno di carne
nel mondo era di 71
milioni di tonnellate
e nel 2007 è di 284 t,
che raddoppieranno
nel 2050, le terre
destinate
all'allevamento sono
il 30% delle terre
emerse non
ricoperte dai ghiacci
e sono responsabili
di un quinto delle
emissioni serra**

ACQUEDOTTI DELL'ANTICA ROMA

**500 Km COMPLESSIVI
TRA CONDOTTI SOTTERRANEI
O AEREI AD ARCHI**

PORTATA 13.500 l/s circa

“ACQUA CLAUDIA” E “ANIO NOVUS”
A PORTA PRENESTINA (Porta Maggiore)



PORTA MAGGIORE



**TRE DI QUESTI ACQUEDOTTI
COSTRUITI TRA IL 19 A.C. ED IL 226 D.C.
RESTAURATI DALLO STATO PONTIFICIO NEL '500**

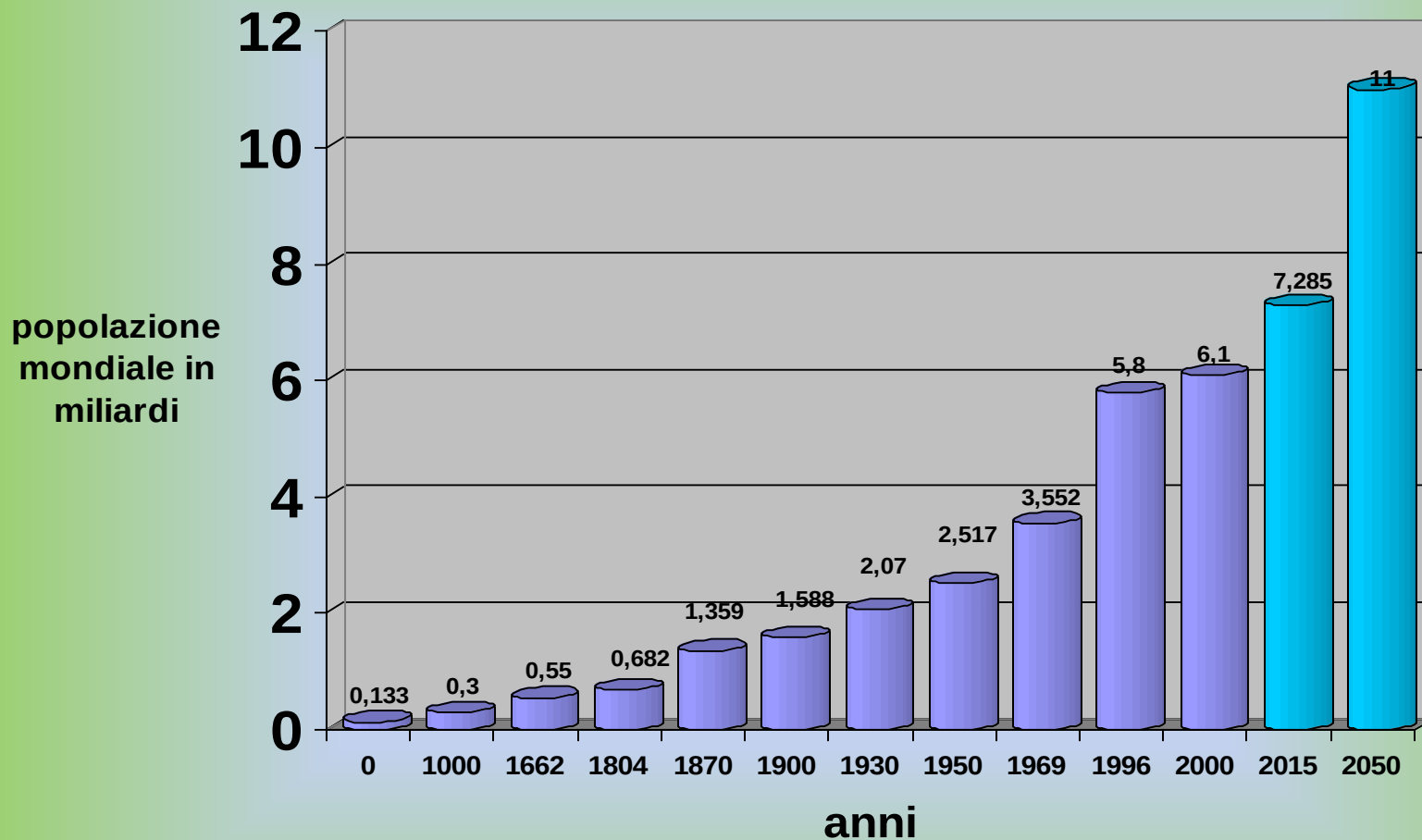
SONO ANCORA OGGI IN FUNZIONE

GESTITI DALL' A.C.E.A.

**ACQUEDOTTO VERGINE A BASSO LIVELLO
ACQUEDOTTO FELICE (Antico Alessandrino)
ACQUEDOTTO PAOLO (Antico Traiano)**

**CON UNA PORTATA COMPLESSIVA DI 7.000
l/s**

30.000 PERSONE AL GIORNO MUOIONO A CAUSA DI ACQUA INSALUBRE



RADDOPPI DELLA POPOLAZIONE MONDIALE

RADDOPPIO	PERIODI		TEMPO DI RADDOPPIO
1°	0(130 mil)	1000(300mil)	1000 anni
2°	1000(300 mil)	1700(600 mil)	700 anni
3°	1700(600 mil)	1850 (1,2 mld)	150 anni
4°	1850(1,2 mld)	1950 (2,4 mld)	100 anni
5°	1950(2,4 mld)	1980(5 mld)	30 anni



Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

LA MAPPA DEI CONFLITTI

PAESE	riserve d'acqua nel 2020(*)	incremento demografico 1995-2020	la situazione oggi(**)
LIBIA	°	nd	Embargo
SAHARA OCC.	°°	180	Lotta di liberazione
MAROCCO	°°	80	Occupazione Sahara Occidentale
ALGERIA	°°	90	Guerra civile
EGITTO	°°	80	Conflitto interno dipendenza idrica dai paesi a monte del Nilo
ETIOPIA	°°	110	Tensione con l'Egitto per le acque del Nilo
SENEGAL	°°°	80	Rivolta separatista
SUDAN	°°°	100	Repressione interna e tensione con l'Uganda
GHANA	°°°	120	Conflitto interetnico
NIGERIA	°°°	90	Repressione e scontri interni
UGANDA	°°°	110	Conflitto interno e tensione con il Sudan
SIRIA	°°°°	120	Contenzioso con la Turchia per le acque del bacino Tigri-Eufrate
IRAQ	°°°°	100	Contenzioso con la Turchia per le acque del bacino Tigri-Eufrate
TURCHIA	°°°°	70	Contenzioso con Siria ed Iraq per le acque del bacino Tigri-Eufrate
GIORDANIA	°°	120	Possibili tensioni con Israele per la ripartizione delle risorse
PALESTINA	°°	nd	Conflitti nei territori occupati
ISRAELE	°°°°	100	Dipendenza idrica con i paesi confinanti
IRAN	°°°	110	Embargo repressione e lotta anticurda
AFGHANISTAN	°°°	10	Guerra civile
PAKISTAN	°°°	110	Conflitti interni e tensione con l'India per il Kashmir
INDIA	°°°	60	Conflitti interni e tensione con il Pakistan per il Kashmir contenzioso con il Bangladesh per le acque del Gange
BANGLADESH	°°°°	90	Contenzioso con l'India per le acque del Gange
BUTHAN	°°°	70	Forme di "pulizia etnica"
CINA	°°°	40	Contenzioso regionale sulle acque del bacino del Mekong
CAMBOGIA	°°°°	100	Conflitto tra governo e guerriglieri Khmer contenzioso regionale sulle acque del bacino del Mekong
THAILANDIA	°°°°	40	Contenzioso regionale sulle acque del bacino del Mekong
BIRMANIA	°°°°	nd	Repressione interna e guerriglia contenzioso regionale sulle acque del bacino del Mekong

(*) ° siccità °° penuria grave °°° crisi idrica °°°° difficoltà saltuarie

(**) stima su dati Onu (Demographic Yearbook)

EGITTO

SIRIA

BOTSWANA

CAMBOGIA

BULGARIA

SUDAN

GAMBIA

CONGO

***Ricavano il loro fabbisogno per
oltre il 75% all'estero dei propri
confini***

40 % della popolazione mondiale

**vive in 250 bacini fluviali le cui
acque sono contese tra paesi
confinanti e ostili**



[Www.museoenergia.it](http://www.museoenergia.it)

*UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA*



**HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS**

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

***LA DOMANDA D'ACQUA ,
A CAUSA DELL'AUMENTO
DELLA POPOLAZIONE,
RADDOPPIA OGNI 20 ANNI
CIRCA***



Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

IL NILO

Il Nilo, il fiume più lungo del mondo, riceve le sue acque per l'85% in Etiopia e la restante parte dal Nilo Bianco che origina dalla Tanzania. Rifornisce 9 nazioni, ultimo l'Egitto.





Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

IL GANGE

Nasce in Nepal dall'Himalaya, attraversa India e Bangladesch. Con la costruzione della diga di Farakka l'India ha dirottato parte delle acque del Gange verso il fiume Hooghly per migliorare la navigazione e alimentare Calcutta. Ne è nato un conflitto con il Bangladesh, che insieme all'India è uno dei paesi con più alta natalità al mondo.





[Www.museoenergia.it](http://www.museoenergia.it)

*UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA*



**HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS**

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

***LA CINA POSSIEDE IL 22%
DELLA POPOLAZIONE
MONDIALE MA SOLO L'8%
DELL'ACQUA.***



Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

ACQUEDOTTI DELLA PACE

a) 3.400 km

DALLA TURCHIA A ISRAELE PASSANDO PER
SIRIA, PALESTINA E GIORDANIA FINO A
GEDDA E MEDINA IN ARABIA SAUDITA



ACQUEDOTTI DELLA PACE

b) 3.900 km

*DALLA TURCHIA VERSO IRAQ,
ARABIA SAUDITA ORIENTALE,
BAHRAIN, QATAR, EMIRATI ARABI*

*(PALAZZO REALE DI RE HASSAN DEL MAROCCO A CASABLANCA
– OTTOBRE 1994)*

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

**“Il buon senso c'era;
ma se ne stava
nascosto, per paura
del senso comune”.**

ALESSANDRO MANZONI,
(1785-1873)

*I Promessi Sposi: Cap.
XXXII*



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

SENSO COMUNE:

“Tropicalizzazione del clima (non ci sono più le mezze stagioni...)”

“Cambiamenti climatici (bombe d'acqua)”.

“nessuno poteva prevederlo”,

“evento senza precedenti”,

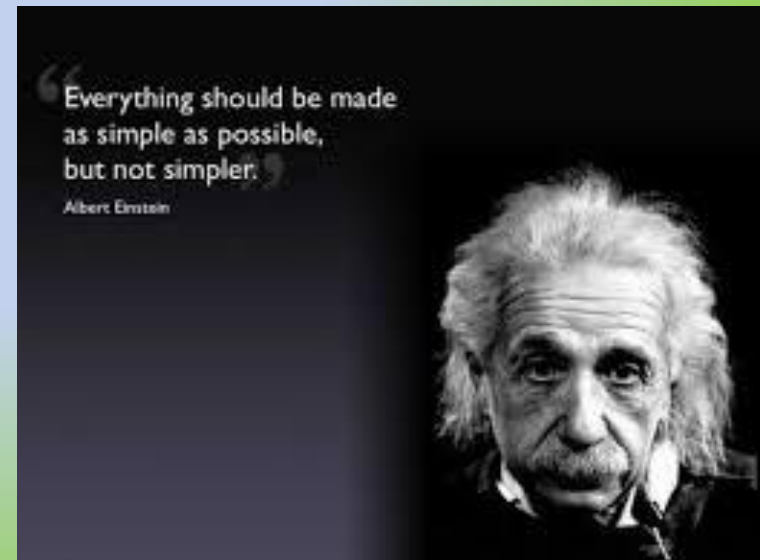
“tragica fatalità”,

“inarrestabile furia degli elementi”, ecc.



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

BUON SENSO :
Affidarsi alla
scienza e non al
catastrofismo e
sensazionalismo
giornalistico.



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO



Ci sono zone come quelle della Liguria e della Campania meridionale ove periodicamente si contano i morti.

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Il 10 ottobre del 2014 a Genova cadono circa 500 mm di pioggia. Esondano i fiumi ed i torrenti che esondano sempre in queste occasioni, Bisagno, Fereggiano, Sturla e Scrivia. Si è, al solito, parlato di evento mai accaduto prima.



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Ma non è così. Il 4 novembre del 2011 ed il 4 ottobre dell'anno prima, la quantità di pioggia era stata praticamente la stessa. Ed alluvioni gravi ci sono state in precedenza a Genova nel '93, nel '92 e nel '70 (quando i mm di pioggia furono addirittura più di 900).



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

I record assoluti italiani in termini di eventi idro-meteorologici estremi, tutt'ora imbattuti, non si riferiscono agli ultimi anni. Infatti la massima pioggia cumulata nelle 24 ore è stata registrata a **Bolzaneto (GE), il 19 ottobre 1970 con i suoi 948mm**, mentre se prendiamo in considerazione le 48 ore il record spetta ad una località sarda: Sicca d'Erba con 1014mm, che diventano 1431 in 72 ore, ma il periodo è lontano: si parla infatti del periodo 15-18 ottobre del 1951. Per la pioggia cumulata in un mese il record spetta ad Ucea, nell'Udinese, con i 1899mm del novembre del 1951.

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

A Roma, dal 1941 al 2007 si sono verificati solo 4 nubifragi (cioè con precipitazione maggiore di 40 mm in mezz'ora, oppure 60 mm in un ora, o 70 mm in due ore, o 80 mm in tre ore); negli anni : **1953 (99 mm in un'ora)**, 1972, 1986 e 1993. E la massima pioggia **in 24 ore è 180.1 mm il 13 nov '46** (Analisi climatica delle temperature e delle precipitazioni a Roma : F. Mangianti (Resp Oss. Met. Roma) e F. Leone (Prot. Civ.)

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Uno studio su piogge e calamità idrogeologiche in Puglia dal 1877 al 2008 ha messo in evidenza una generale tendenza al calo della piovosità e dell'intensità di pioggia, mentre sono in aumento le calamità a causa dell'uso del territorio con crescente utilizzo di aree a non trascurabile pericolosità idrogeologica.

Maurizio Polemio, Teresa Lonigro (CNR-IRPI) - Atti del Convegno Nazionale sul Dissesto idrogeologico – Il pericolo geo-idrologico in Italia e la gestione del territorio – Roma 11 giugno 2011

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

In Italia sono decenni che si consumano in media 75 ettari di terreno al giorno.

Dal 1956 al 2014 la moltiplicazione delle superfici artificializzate è dell'ordine del 400% (mentre la popolazione è aumentata solo del 26%).

Tra il '91 e il 2001 la Agenzia Ambientale Europea ha rilevato un incremento di quasi 8.500 ha/anno di territorio urbanizzato. L'Istat ha stimato una perdita di territorio tra il '90 ed il 2005 di 3 milioni di ha, un terzo dei quali agricoli.

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Le cause del dissesto
idrogeologico non
sono i cambiamenti
climatici, ma
L'AZIONE
DELL'UOMO?



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

1) Scelleratezza politica urbanistica:

permettere di
costruire dove i tecnici
competenti sconsigliano di
costruire, trattandosi di zone
a rischio di alluvione o di
frana o di dissesto, è da
stolti o da criminali;



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

2) Eccessivo consumo di territorio, con disboscamenti, cementificazioni ed impermeabilizzazioni del terreno: vietare ulteriori consumi di territorio, permettendo nuove costruzioni solo nella zone già urbanizzate, densificando e rottamando la edilizia di scarsa qualità del dopoguerra.

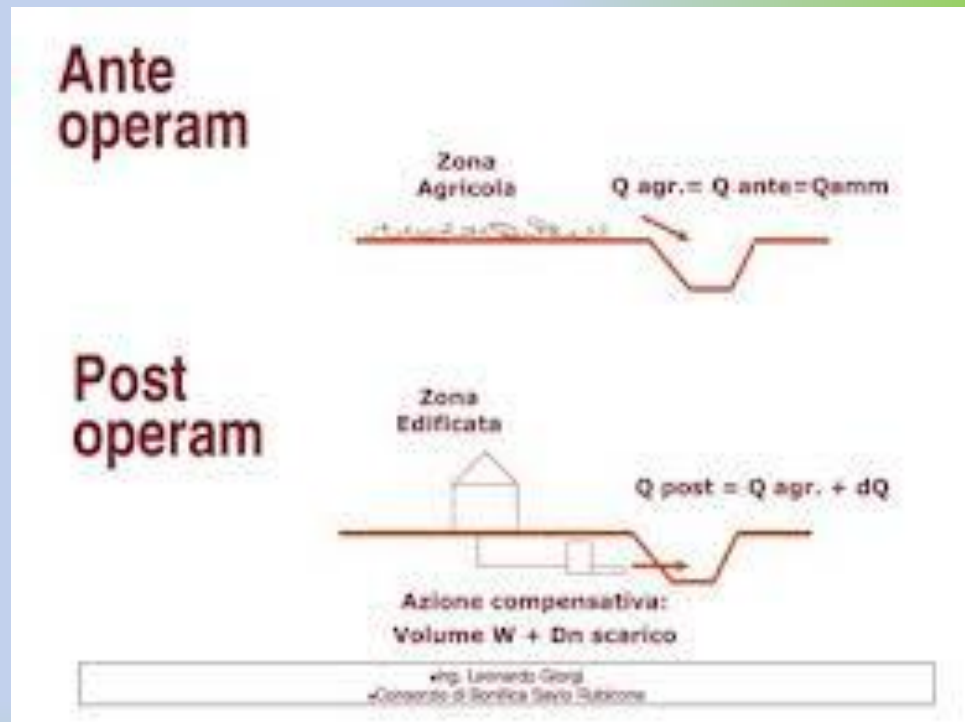


ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

3) Contro l'Eccessivo consumo di territorio:

imporre il cosiddetto
criterio della

“INVARIANZA
IDRAULICA”



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

4) Mancata realizzazione di opere di manutenzione idraulica: non pochi disastri sono causati dalla incuria, dalla ridotta capacità di portata del reticolo idrografico a causa di ostruzioni, interramenti, abbandoni di rifiuti ingombranti, crollo di alberi ed arbusti, ecc. .



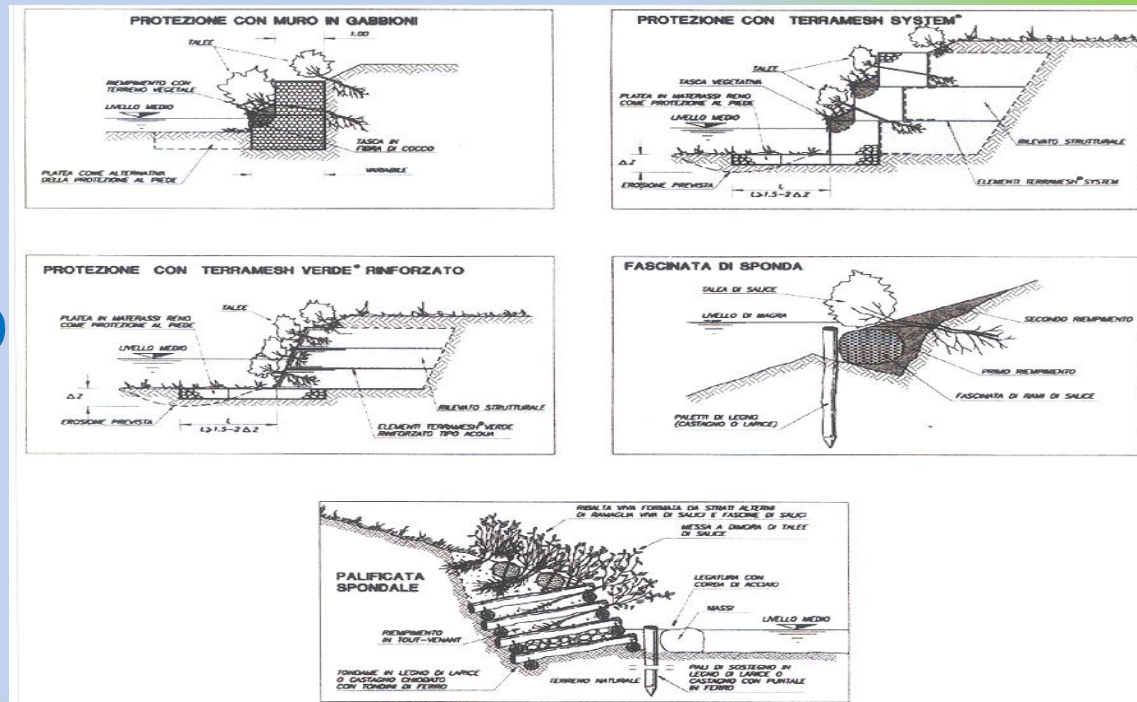
ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

5) Mancata realizzazione di opere idrauliche di accumulo e regolazione



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

6) Mancata realizzazione di opere di presidio contro erosioni, frane e dissesti idrogeologici



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Roma, fine gennaio-primi febbraio 2014. Non solo le campagne ma anche la città è a rischio idrogeologico, perché alluvionata da fiumi in piena o perché vi sono insediamenti e infrastrutture realizzate in aree a rischio, come anche per mancato deflusso sotterraneo a causa della inefficienza delle reti idrauliche (ad es. caditoie e tombini intasati)



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

**A Roma nel 2014 sono
state pulite solo
25.000 caditoie
stradali sulle 525.000
esistenti.
Cioè una su 21!**



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

**Il principio dell' INVARIANZA IDRAULICA
sancisce che la portata al colmo di piena
risultante dal drenaggio di un'area debba
essere costante prima e dopo la
trasformazione dell'uso del
suolo in quell'area.**

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

Cioè, se un determinato territorio, prima di realizzare un intervento di trasformazione, produce una certa quantità di acqua in occasione di determinate precipitazioni meteoriche, dopo la trasformazione deve mantenere costante questa quantità di acqua prodotta.

ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO

L'acqua che piove:

Defluisce sulle superfici impermeabili



Entra nel sistema di drenaggio

Viene convogliata nel corpo idrico ricettore



ACQUA E DISSESTO IDROGEOLOGICO





Www.museoenergia.it

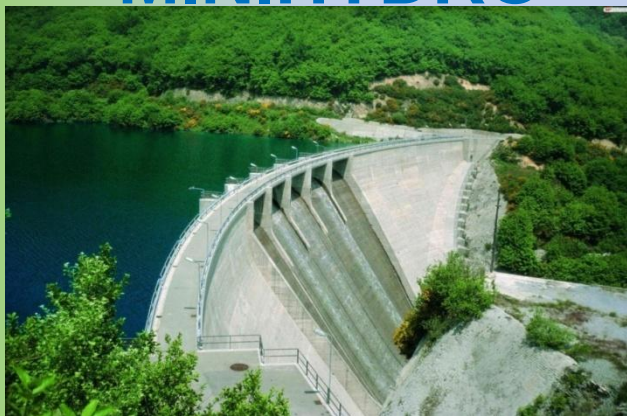
UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

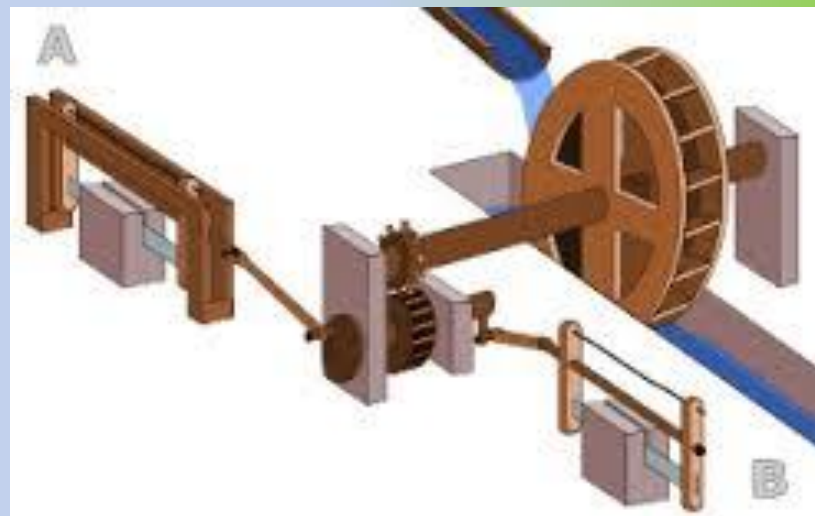
Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

L'ACQUA CHE SI FA ENERGIA DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Migliaia di anni fa l'uomo ha imparato a sfruttare l'energia meccanica prodotta dalla caduta dell'acqua. Già Greci e Romani usavano dei mulini ad acqua per macinare il grano. A Barbegal, in Francia, nei pressi di Arles, importante porto che riforniva Roma di grano, sono stati trovati dei mulini idraulici a otto ruote che sfruttavano contemporaneamente lo stesso corso d'acqua (310 d.C.)



La nascita della turbina idraulica risale alla fine dell'Ottocento. Da allora questa tecnologia è stata ulteriormente perfezionata e oggi il rendimento complessivo degli impianti più moderni supera l'80%. Ciò vuol dire che, se l'energia dell'acqua è pari a 100, l'energia utile fornita da un impianto idroelettrico è pari a 80.

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Il ciclo dell'acqua, determinato dall'evaporazione dell'acqua terrestre, dalla formazione di nubi e dalle conseguenti precipitazioni piovose, mette a disposizione dell'uomo una straordinaria fonte energetica rinnovabile, la seconda dopo le biomasse. Nell'acqua sono presenti due tipi di energia: **potenziale e cinetica.**



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Energia potenziale: L'acqua sia quando è sotto forma di pioggia, sia quando sgorga da una sorgente è costretta ad andare verso il "basso" a causa della presenza della forza di gravità.

L'energia cinetica dell'acqua è l'energia posseduta da una massa di acqua in movimento e corrisponde quindi all'energia contenuta nell'acqua dei fiumi, dei torrenti e del mare; dipende dalla velocità e dalla massa dell'acqua in movimento. Le macchine idrauliche trasformano in energia meccanica il movimento dell'acqua. Da questa energia meccanica è poi semplice ottenere energia elettrica.

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Due sono i meccanismi per ricavare energia dall'acqua dolce: **le ruote idrauliche** e le **centrali idroelettriche**. Le prime producono energia meccanica, le seconde elettricità. L'acqua è una fonte energetica con numerosi vantaggi che l'uomo conosce. Per questo la utilizza da oltre 4.000 anni. Essa, infatti, è una fonte relativamente abbondante, più o meno gratuita, rinnovabile e sicuramente pulita

L'energia idroelettrica, come altri tipi di fonti rinnovabili, presenta alcuni notevoli vantaggi rispetto alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili.
è una fonte rinnovabile e non esauribile.



Www.museoenergia.it

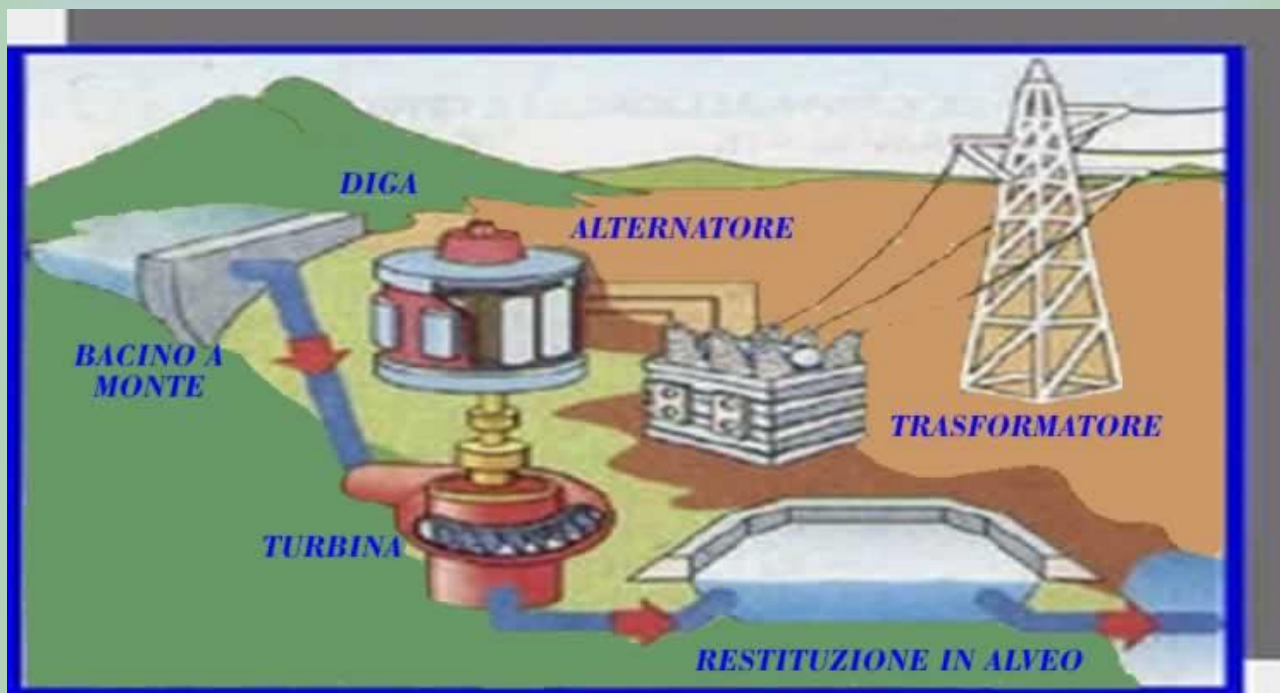
UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

IMPIANTI IDROELETTRICI



Per centrale idroelettrica si intende una serie di opere di ingegneria idraulica posizionate in una certa successione, accoppiate ad una serie di macchinari idonei allo scopo di ottenere la produzione di energia elettrica da masse di acqua in movimento. L'acqua viene convogliata in una o più turbine che ruotano grazie alla spinta dell'acqua. Ogni turbina è accoppiata a un alternatore che trasforma il movimento di rotazione in energia elettrica.

IMPIANTI IDROELETTRICI

- Impianti ad acqua fluente (in genere a bassa caduta)
- Impianti a bacino (a regolazione parziale) (media o alta caduta)
- Impianti a serbatoio (a regolazione totale) (media o alta caduta)
- Impianti di ripompaggio

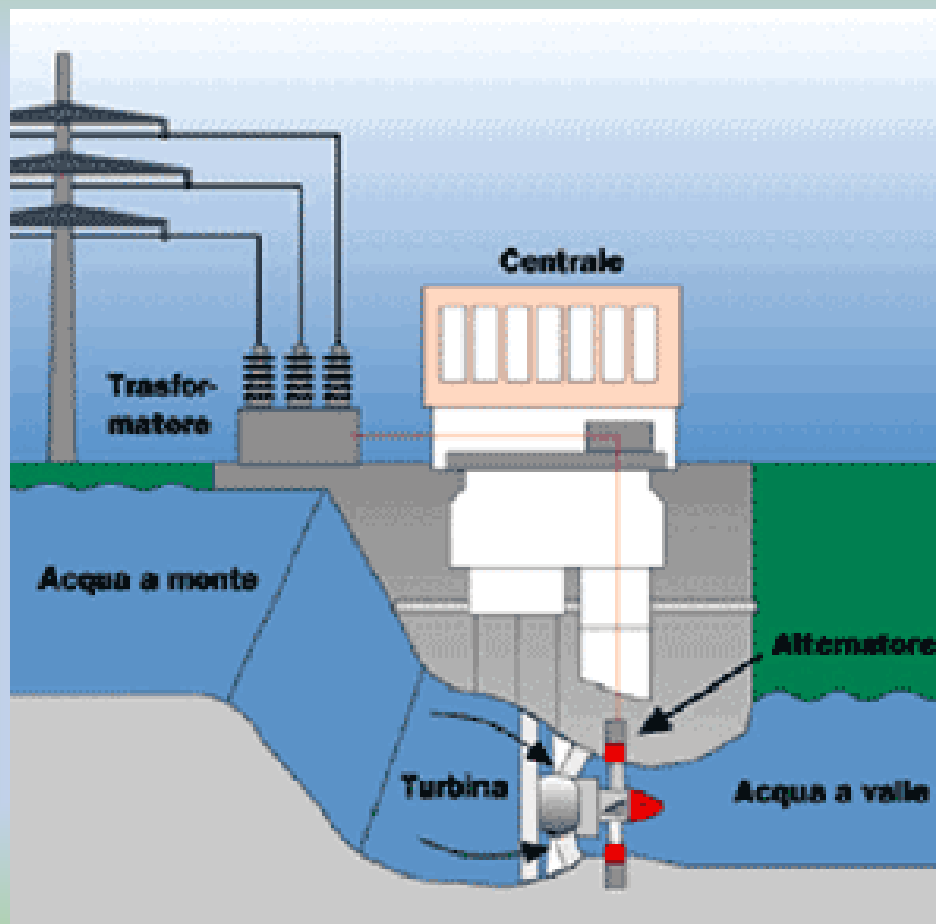
IMPIANTI IDROELETTRICI



IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE



IMPIANTI IDROELETTRICI



IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE

IMPIANTI IDROELETTRICI



**La centrale di NAG-
HAMMADI
SUL FIUME NILO
ALTO EGITTO**



IMPIANTI IDROELETTRICI



La centrale di Rottau in Carinzia

La centrale è
dotata di due
gruppi ternari
(pompa radiale
multistadio,
turbina Pelton)
da 180 MW
ciascuno, con
caduta 1.100 m .



Www.museoenergia.it

UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

IMPIANTI IDROELETTRICI



La centrale di Edolo

E' costituita da 2 serbatoi in quota (lago d'Avio e lago Benedetto) e 1 a valle (a Edolo).

L'acqua, prelevata dai serbatoi a monte è convogliata in 2 condotte forzate alla centrale con un salto di 1.265 m.

IMPIANTI IDROELETTRICI

La centrale di Edolo

L'impianto svolge i servizi di:

- produzione di energia (media annua 220 GWh)
- accumulo con pompaggio
- disponibilità di immissione in rete di potenza in pochi minuti (emergenze)



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Le emissioni di sostanze inquinanti in acqua e in aria sono praticamente nulle, poiché non si realizza alcun processo di combustione. In particolare si riducono le emissioni di anidride carbonica (CO₂) di 670 grammi per ogni chilowattora di energia prodotta. Altri benefici sono, come per le altre rinnovabili, la minore dipendenza dalle fonti energetiche estere, la diversificazione delle fonti e la riorganizzazione a livello regionale della produzione di energia



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Gli impianti mini-idroelettrici in molti casi, con la sistemazione idraulica che viene eseguita per la loro realizzazione, portano anche notevoli benefici al corso d'acqua.

In particolare permettono la regolazione e la regimentazione delle piene sui corpi idrici a regime torrentizio, specie in aree montane ove esista degrado e dissesto del suolo, e quindi possono contribuire efficacemente alla difesa e salvaguardia del territorio.



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO POTENZIALI SVILUPPI

Per ovviare ai problemi di tutela ambientale posti dalla realizzazione di impianti idroelettrici in aree particolarmente vulnerabili e sensibili, le strade da percorrere nel futuro sono quelle dell'idroelettrico minore (mini e micro idroelettrico) con piccoli impianti a servizio di utenze isolate, che hanno la possibilità di sfruttare la risorsa idrica presente nelle loro vicinanze.



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO

In particolare il termine **mini idroelettrico** indica impianti con una potenza installata **inferiore ai 10 MW**, mentre con il termine **micro idroelettrico** si indicano gli impianti con potenza **inferiore ai 100 kW**.

Gli impianti di piccola taglia hanno notevoli vantaggi:
permettono di sfruttare piccole differenze di quota e portate minime dei fiumi per ottenere energia elettrica;
hanno un basso impatto sul territorio; costi contenuti e consentono di soddisfare il fabbisogno energetico di piccole comunità, fattorie, singole famiglie o piccole imprese

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO

In generale nei Paesi industrializzati, dove sono presenti i grandi impianti, l'ambito di sviluppo è quello del mini idroelettrico.

Invece in molti Paesi in via di sviluppo la fonte idroelettrica può rappresentare un'interessante fonte di approvvigionamento energetico, sia attraverso impianti idroelettrici di grossa taglia sia attraverso impianti mini-idroelettrici.

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

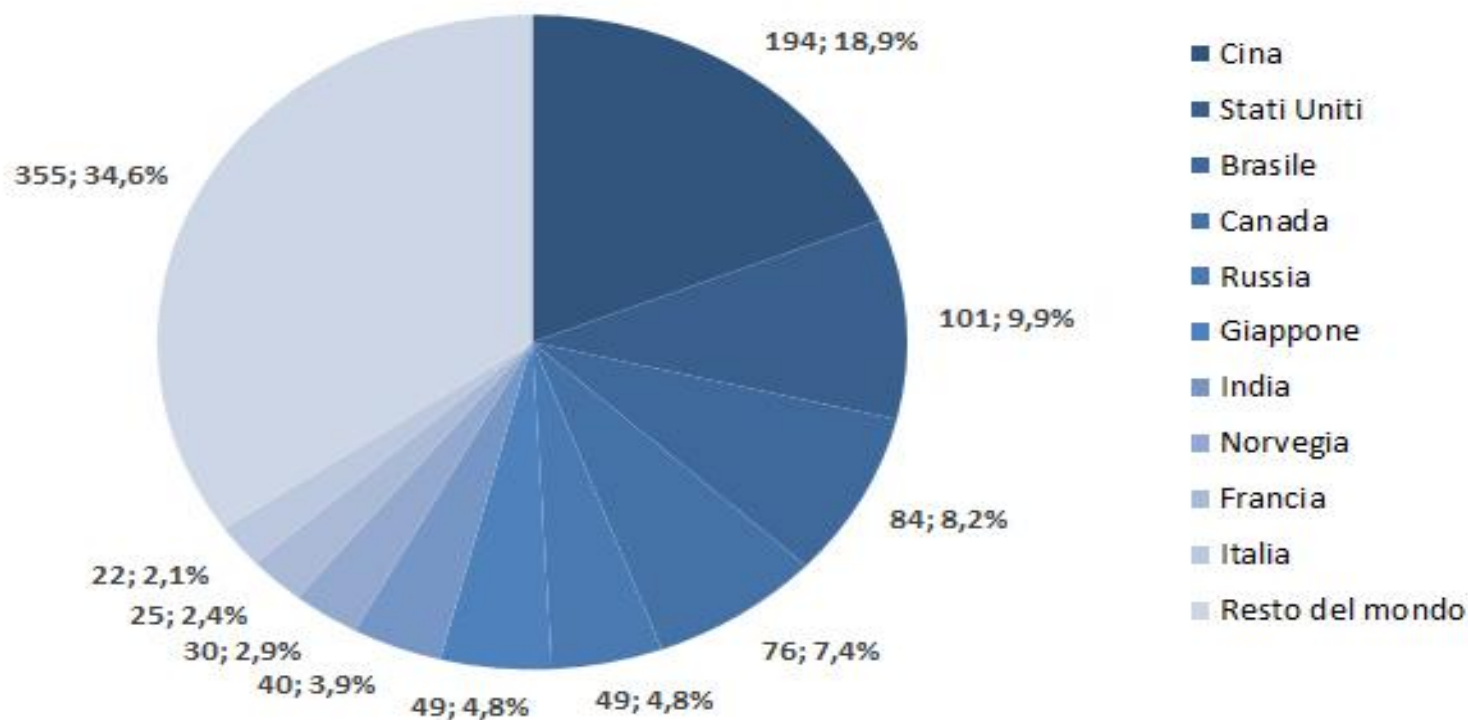
In termini di capacità installata e resa energetica, l'idroelettrica è comunque una delle tecnologie più utilizzate per produrre energia elettrica.

Nel 2012, l'energia idroelettrica ha coperto, infatti, **il 14% della produzione di energia elettrica mondiale** e questo, nonostante venga utilizzata solo una piccola parte delle risorse idriche tecnicamente utilizzabili.

(Fonte dati: International Energy Agency (IEA) – Key World Energy Statistics 2014)

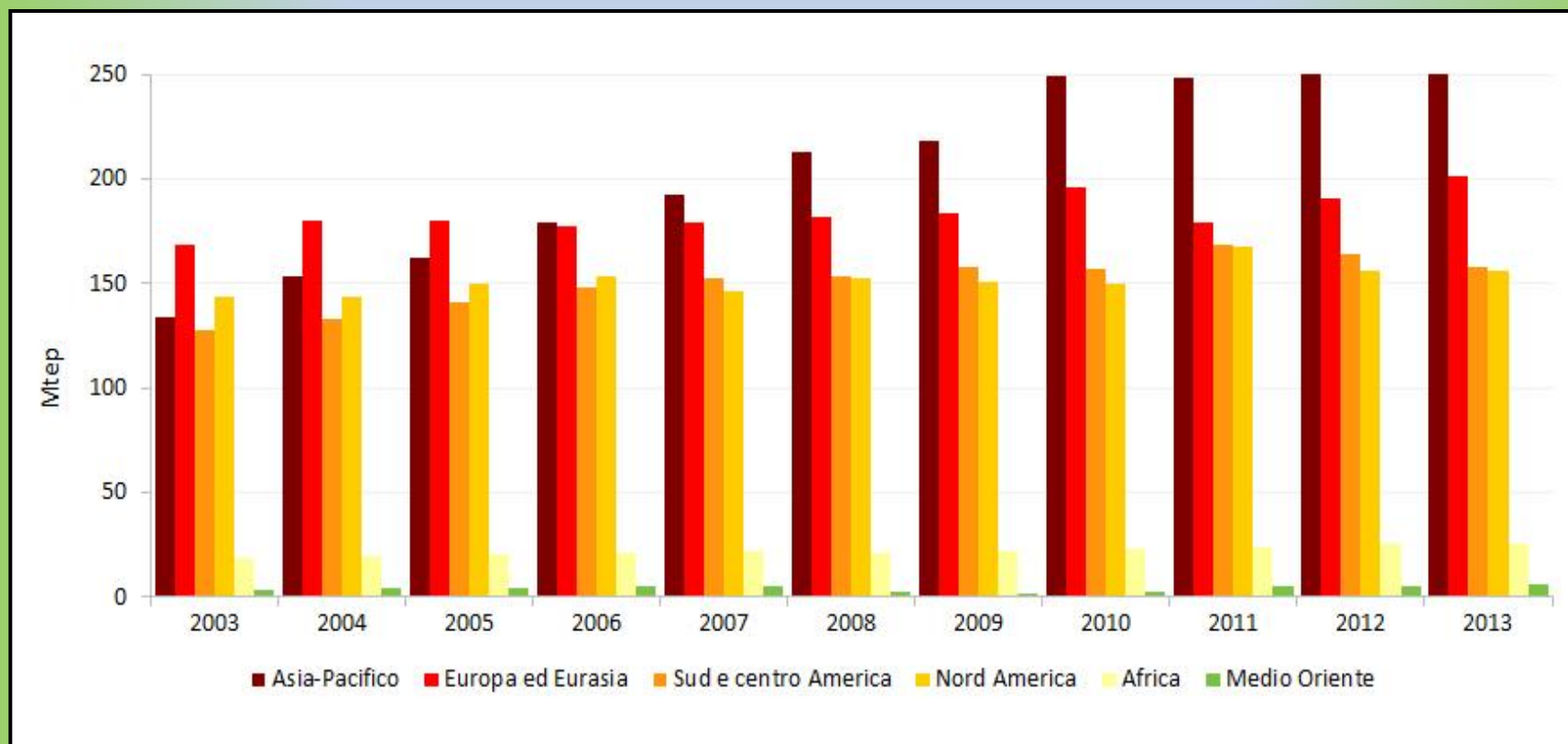
DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO

Dati in gigawatt (GW) e in percentuale



Idroelettrica capacità installata primi 10 paesi

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO



Consumi mondiali di energia idroelettrica per area geografica

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Idroelettrico in Italia

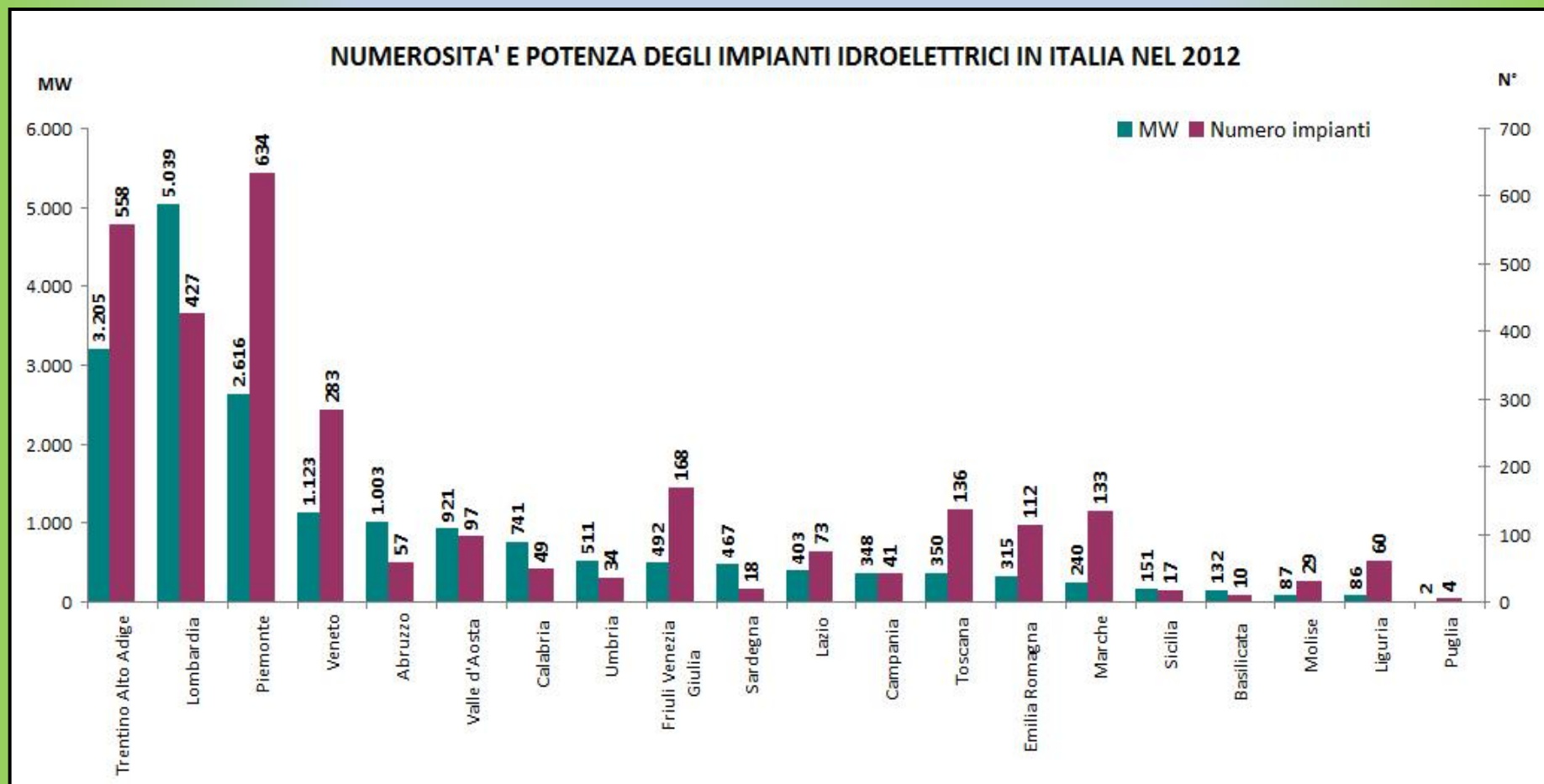
Il 47% dell'energia prodotta da fonti rinnovabili in Italia nel 2013 è stata ottenuta dall'idroelettrico. Secondo i dati del Gestore dei Servizi Elettrici (GSE), a fine 2013 l'energia idroelettrica prodotta in Italia ammontava a 52.773 GWh. In Italia nel 1938 ben 14,6 GWh sui 15,5 GWh di energia totale prodotta derivavano dall'idroelettrico.

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Negli anni Ottanta, la quota dell'idroelettrico era già ridotta al 25%, mentre la produzione termoelettrica, nello stesso periodo, era passata dal 14 al 70%. Questo è dovuto alla maggior richiesta di energia, infatti, nel 2013 il consumo elettrico italiano è stato ventidue volte più alto che nel 1938 (297.287 Gwh) (*Fonte: Terna*)

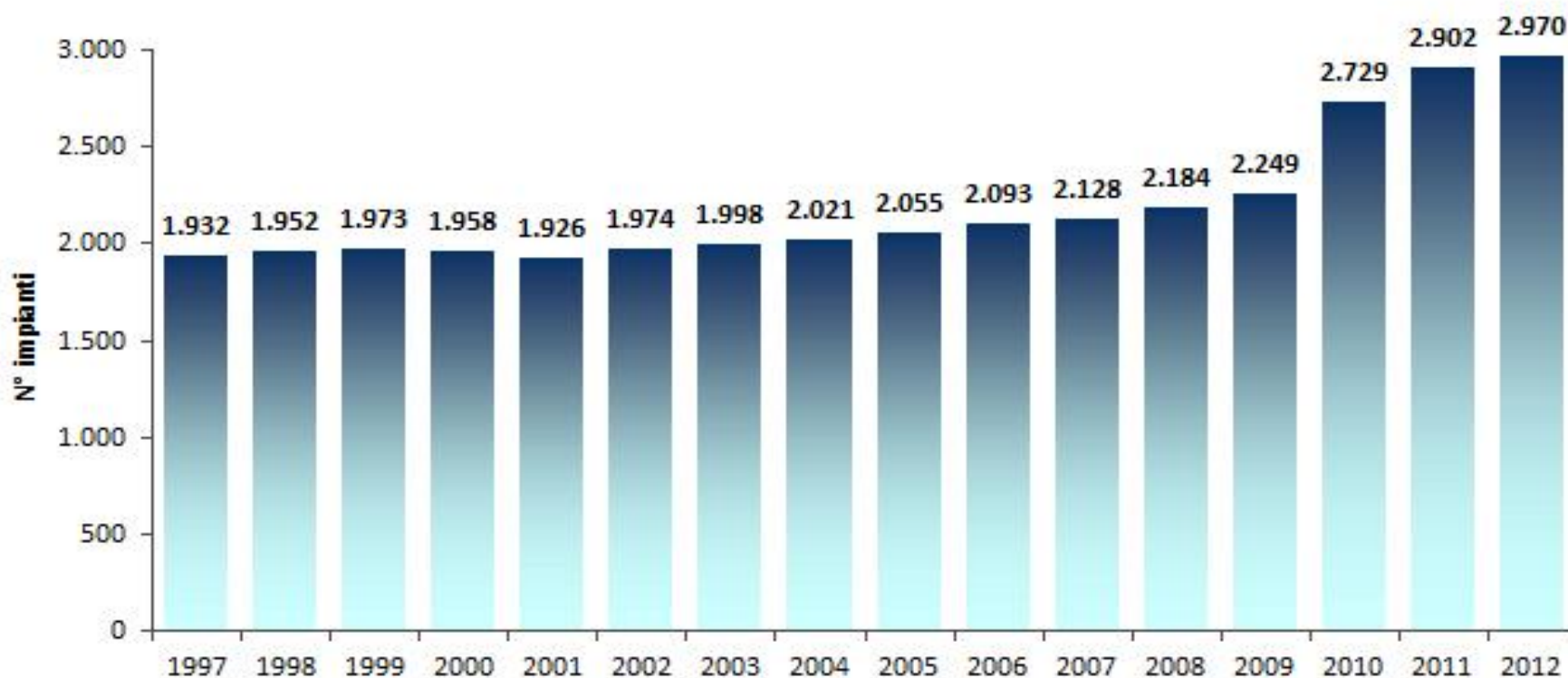
il futuro dell'idroelettrico in Italia sembra consistere nella sola realizzazione dei cosiddetti impianti micro-hydro, di bassa potenza (<100 kW), di scarso impegno economico e tecnico e bassissimo impatto ambientale

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

NUMERO IMPIANTI IDROELETTRICI IN ITALIA



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHYDRO

IMPATTI E CONSEGUENZE

I tipi di impatto che generalmente vengono enucleati per le opere di sbarramento possono essere raggruppati come:

- impatto geofisico;
- impatto sui corsi d'acqua
- impatto sulla qualità dell'acqua
- impatto sul clima
- impatto biologico
- impatto economico e sociale

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

L'IMPATTO GEOFISICO

L'inserimento di un serbatoio artificiale in un corso d'acqua produce delle conseguenze sul letto dell'alveo per cospicui tratti di fiume sia o monte che a valle dell'invaso. Inizialmente, a monte, tali effetti saranno caratterizzati da alternanze di depositi e di erosione in dipendenza delle fluttuazioni del livello idrico del serbatoio.

Col procedere dell'interrimento dell'invaso però le fluttuazioni avverranno a quota più alta, il che farà prevalere i depositi a monte.

DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

L'IMPATTO GEOFISICO

La realizzazione di uno sbarramento su un corso d'acqua fa sì che il carico di solido normalmente trasportato dal sistema fluviale venga depositato nel bacino. Questo rappresenta una trappola sedimentaria in quanto non permette il trasporto dei sedimenti verso valle. Tali sedimenti con annessa materia organica, sono vitali per l'habitat e per la vita degli esseri viventi dell'ambiente interno e circostante al corso d'acqua.

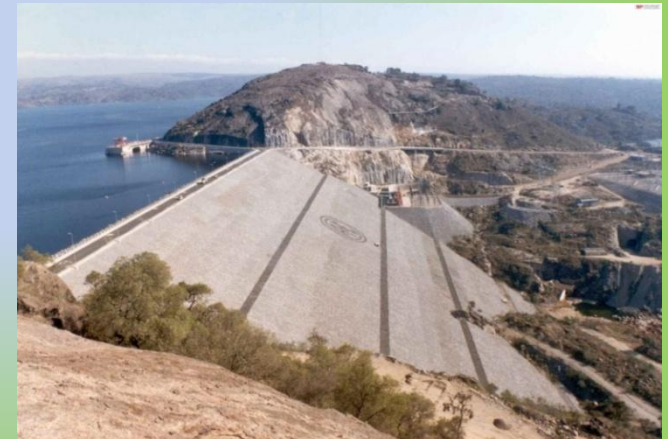


DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Impatto sulla qualità dell'acqua

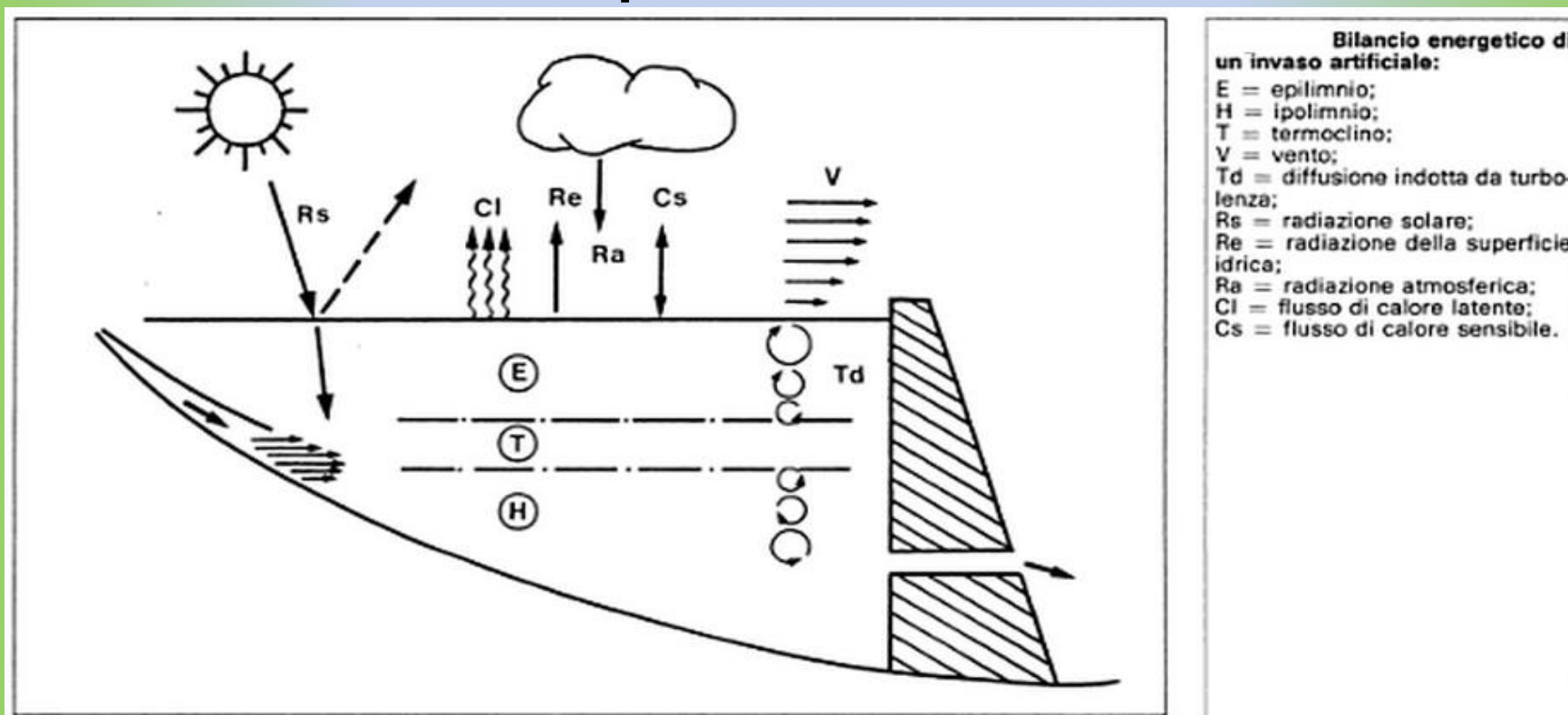
L'acqua di un fiume immagazzinato in un serbatoio subisce un cambiamento delle sue caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche che ne determinano la qualità.

Una modifica importante che, a sua volta provoca importanti conseguenze nei fenomeni chimici e biologici che avvengono nell'acqua è quella della **temperatura**



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Impatto sul clima



DIGHE, IMPIANTI IDROELETTRICI e MINIHIDRO

Impatto economico e sociale

Lo sradicamento delle popolazioni da luoghi cui si è legati da rapporti affettivi o la sommersione di terreni agricoli che costituiscono un bene ereditario da più generazioni, costituiscono problemi sociali che non possono e non devono essere sottovalutati.

E' necessario quindi stabilire:

- i nuovi siti in cui andranno a vivere queste persone;
- le nuove comunità sociali che dovranno accoglierle;
- le nuove infrastrutture per alloggiarle;
- i nuovi tipi di attività cui potersi dedicare.

IMPIANTI IDROELETTRICI

**L'Italia è il terzo produttore
idroelettrico europeo
dopo Svezia (65.124 GWh)
e Francia (56.909 GWh).**

Consumo mondiale di energia

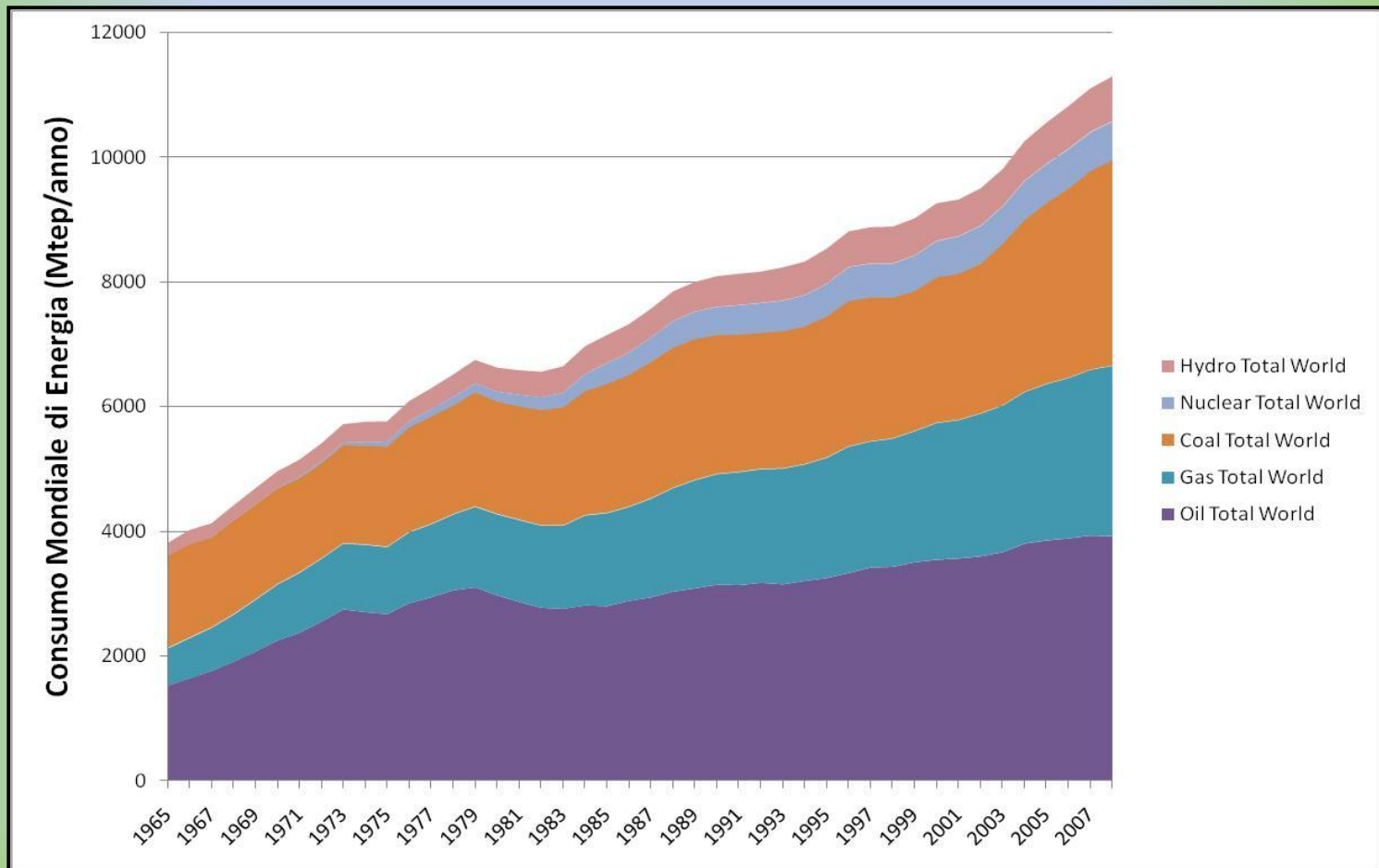


Table 2 World renewable electricity generation and projection (baseline case) (TWh)

	2007	% of total gen, 2007	2012	% of total gen, 2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Hydropower	3 166	15.9%	3 756	16.5%	3 828	3 982	4 104	4 223	4 340	4 469	4 581	4 669
Bioenergy	233	1.2%	379	1.7%	396	433	457	483	514	547	581	615
Wind	171	0.9%	521	2.3%	633	721	830	936	1 042	1 156	1 279	1 409
Onshore	168	0.8%	505	2.2%	612	695	797	896	992	1 095	1 204	1 318
Offshore	3	0.0%	15	0.1%	21	26	32	40	50	61	75	90
Solar PV	7	0.0%	97	0.4%	131	188	237	286	334	382	431	482
Solar CSP	1	0.0%	5	0.0%	6	11	14	16	19	23	27	32
Geothermal	62	0.3%	70	0.3%	73	78	81	85	90	94	99	104
Ocean	0	0.0%	1	0.0%	1	1	1	1	1	2	2	2
Total	3 641	18.3%	4 829	21.2%	5 068	5 414	5 724	6 030	6 340	6 672	7 000	7 313



Www.museoenergia.it

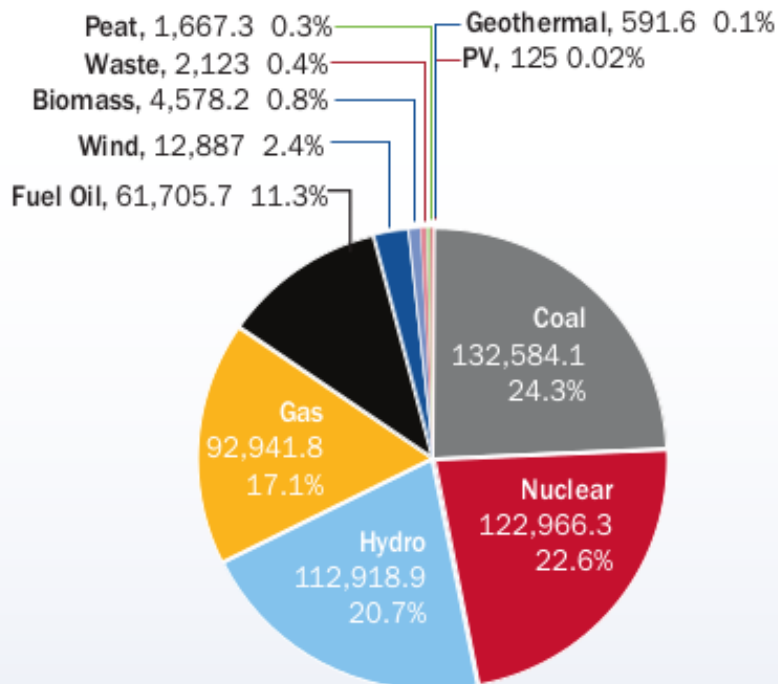
UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA



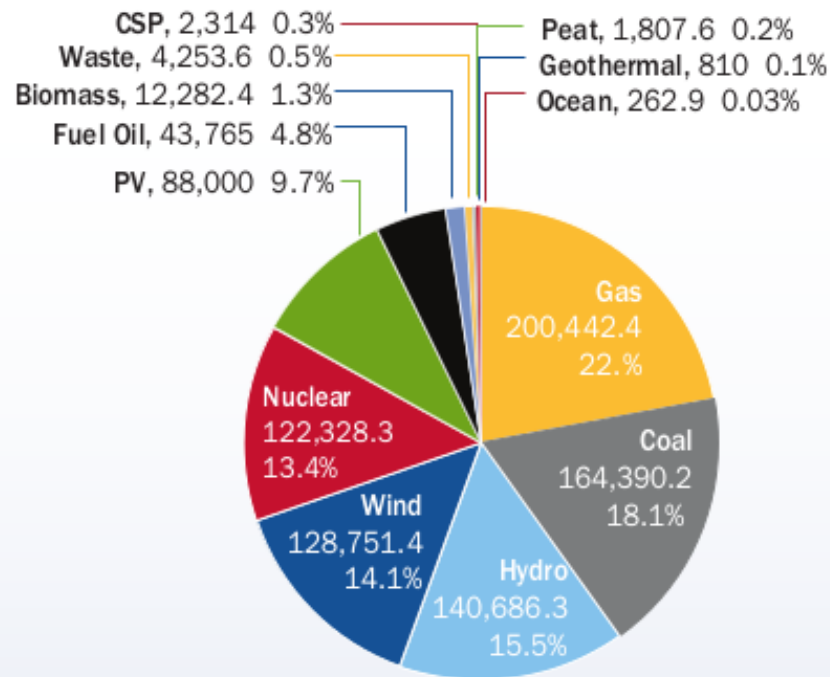
HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0696209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

EU POWER MIX 2000 (MW)

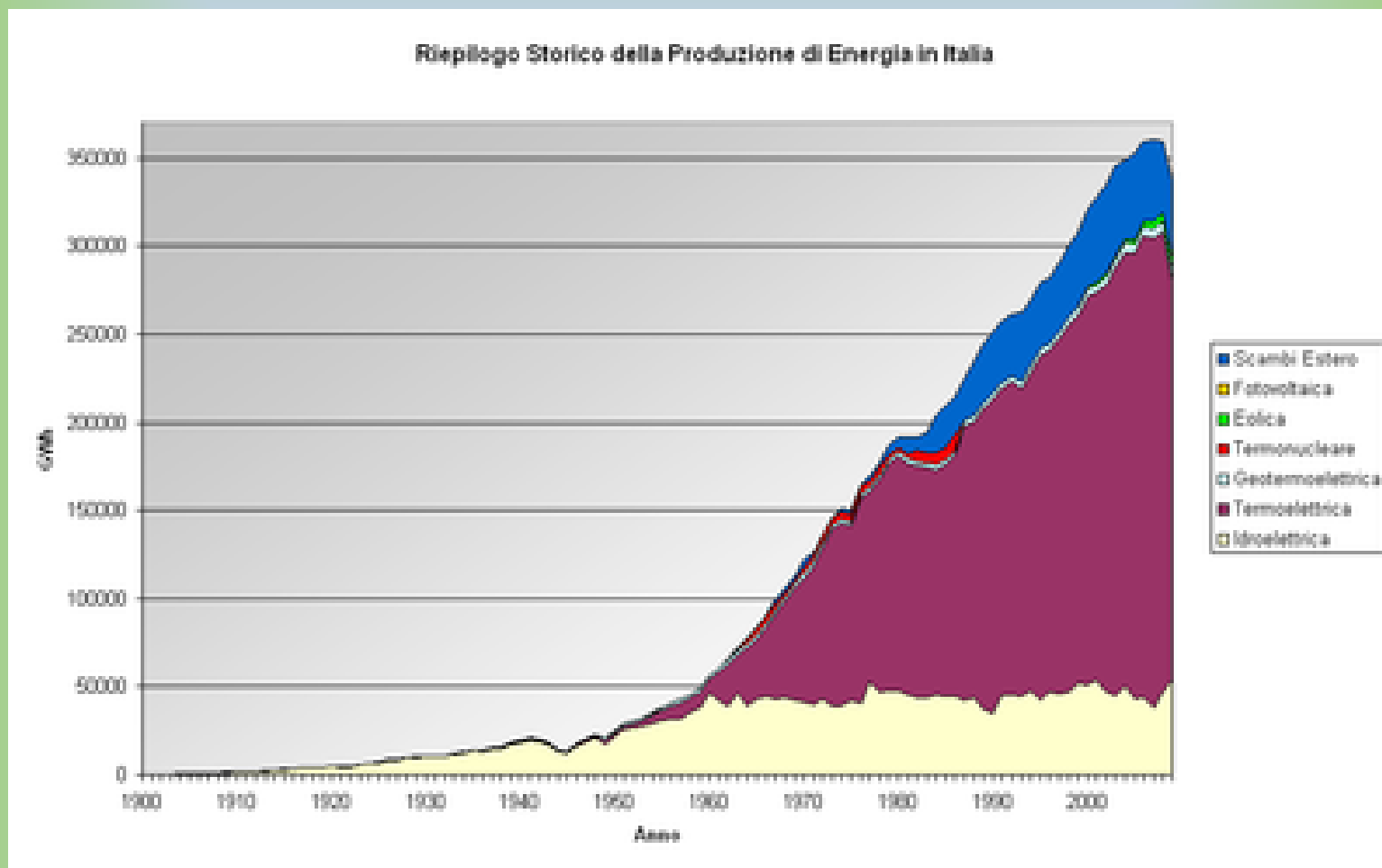


EU POWER MIX 2014 (MW)



(Fonte dati: report EWEA "Annual statistics 2014" ewea.org)

IMPIANTI IDROELETTRICI



Bibliografia:

1. Wikipedia – “Consumo di energia nel mondo” – “Le grandi opere d’ingegneria civile”
2. ENEA Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l’Energia e lo sviluppo Economico Sostenibile
3. GSE, Rapporto statistico “Energia da Fonti Rinnovabili in Italia – 2013”
4. ENI World Oil & Gas Review 2013
5. International Energy Agency (IEA) – Key World Energy Statistics 2013
6. BP Statistical Review of World Energy 2013
7. Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale” (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006) aggiornato al terzo correttivo d. Lg.vo 128/10
8. European Commission, 2001. European transport policy for 2010: time to decide. White Paper. European Communities, Luxembourg
9. European Commission, 2006. Keep Europe moving. Sustainable mobility for our continent. Mid-term review of the European Commission’s Transport White Paper. European Communities, Luxembourg
10. http://europa.eu.int/comm/environment/index_it.htm: portale della Direzione Generale Europea dell’ambiente, con informazioni aggiornate su tutte le questioni attinenti a stato dell’ambiente, iniziative in materia di politica e legislazione ambientale.
11. <http://www.eni.com/> energia ed ambiente
12. <http://www.ewea.org/> The European Wind Energy Association (EWEA)
13. <http://www.isprambiente.gov.it/> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

...bibliografia...

24. http://europa.eu.int/comm/environment/index_it.htm: portale della Direzione Generale Europea dell'ambiente, con informazioni aggiornate su tutte le questioni attinenti a stato dell'ambiente, iniziative in materia di politica e legislazione ambientale.
25. <http://www.eni.com/> energia ed ambiente
26. <http://www.ewea.org/> The European Wind Energy Association (EWEA)
27. <http://www.isprambiente.gov.it/> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
28. <http://www.eea.eu.int> sito dell'Agenzia Europea dell'Ambiente, organismo europeo responsabile di fornire informazioni puntuali ed affidabili ai responsabili decisionali ed al pubblico per promuovere lo sviluppo sostenibile e contribuire al miglioramento dell'ambiente in Europa.
29. “L'ACQUA – ORO BLU: IL PETROLIO DEL TERZO MILLENNIO” a cura di CATELLO MASULLO Università degli Studi ROMA TRE.
30. Capitolo a cura di Catello Masullo dal titolo “Water: availability and rational use (agricultural, industrial, civil)” per il libro Bertoni, Giuseppe (ed.2015).
31. “IMPATTO AMBIENTALE DELLE GRANDI OPERE” a cura di Catello MASULLO per il MasterEfer di EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI – Università La Sapienza Roma.
32. “L'invarianza idraulica nelle aree agricole ed urbane” a cura di Catello MASULLO per il Convegno Coast Esonda Expo – Ferrara 23-5 settembre 2015.



[Www.museoenergia.it](http://www.museoenergia.it)

*UNIVERSITA' ROMA TRE
FACOLTA' INGEGNERIA*



**HYDROARCH S.R.L.
CONSULTING ENGINEERS**

Presidente: Dott. Ing. Catello Masullo
LARGO SOMALIA, 13 00199 ROMA - ITALY
TEL. +39 0686209885-3
E-MAIL: secretary@hydroarchsrl.com
WEB: www.hydroarchsrl.com

***GRAZIE PER
L'ATTENZIONE***

QUADRO NORMATIVO

La **politica dell'Unione europea** nel settore dell'ambiente è fondata sui principi di precauzione e di azione preventiva, sul **principio della correzione**, anzitutto alla fonte, dei danni recati all'ambiente, nonché sul principio

«chi inquina paga»

In tutti i processi tecnici di programmazione e di decisione si dovrebbe tener subito conto delle eventuali ripercussioni sull'ambiente.

LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI

- esternalità relativa all'impatto visivo delle infrastrutture
- esternalità relativa al consumo di suolo da parte delle infrastrutture
- gli impatti sulla salute pubblica e su flora e fauna
- impatto legato all'incidentalità delle strade
- esternalità relativa all'impatto naturalistico, e in particolar modo alla diminuzione di biodiversità

LA SOSTENIBILITÀ DI UN INTERVENTO

In passato, gli obiettivi di tutela ambientale e di sviluppo economico sono stati spesso considerati in contrasto tra loro. I risultati conseguiti negli anni, con **l'incremento sempre più evidente dei danni a carico dell'ambiente**, hanno portato ad una nuova visione dei rapporti esistenti tra **ambiente, sviluppo economico, pianificazione territoriale e progettazione**



LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI

I costi ambientali vengono spesso trascurati nei progetti di opere infrastrutturali, perché sussiste una effettiva difficoltà ad individuare le esternalità che li producono e a calcolarne l'esatto valore economico:

1. molti dei diversi impatti di un'infrastruttura sulle risorse ambientali vengono spesso trascurati in quanto nascosti e/o di difficile percezione, ed è pertanto arduo proporsi di individuarli esaustivamente;
2. è piuttosto complicato fornire un'adeguata **valutazione economica di costi** (e benefici) legati all'oggetto che, per antonomasia, non ha un prezzo né un mercato, ovvero l'ambiente;
3. a causa di questo tipo di difficoltà, i dati reperibili in letteratura sono stime ottenute perlopiù attraverso metodi basati su **percezioni soggettive** (si pensi ad esempio alla valutazione dell'impatto sul paesaggio); inoltre, essendo fortemente legati ai contesti di rilevazione, si caratterizzano per la loro eterogeneità e poco si prestano ad essere generalizzati.

LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI

In generale, le esternalità si generano quando un **soggetto economico (pubblico o privato) compie un'azione che ha effetti sul benessere di altri, i quali li subiscono o ne beneficiano involontariamente, e per i quali tale soggetto non paga né riceve alcun compenso.** La presenza di esternalità **comporta che le scelte dei soggetti economici siano effettuate sulla base di prezzi che non riflettono il valore effettivo delle risorse utilizzate** (nell'esempio, il costo sostenuto per realizzare la centrale non comprende quello dell'inquinamento da essa causato), ovvero i costi e i benefici sociali, e pertanto implica un'inefficiente allocazione dei beni da parte del mercato (vengono realizzate più centrali di quanto avverrebbe se se ne considerasse il costo sociale).

LE ESTERNALITÀ AMBIENTALI

- esternalità relativa all'impatto visivo delle infrastrutture
- esternalità relativa al consumo di suolo da parte delle infrastrutture
- gli impatti sulla salute pubblica e su flora e fauna
- impatto legato all'incidentalità delle strade
- esternalità relativa all'impatto naturalistico, e in particolar modo alla diminuzione di biodiversità