

Dighe e territorio

*Ministero delle infrastrutture e
trasporti*

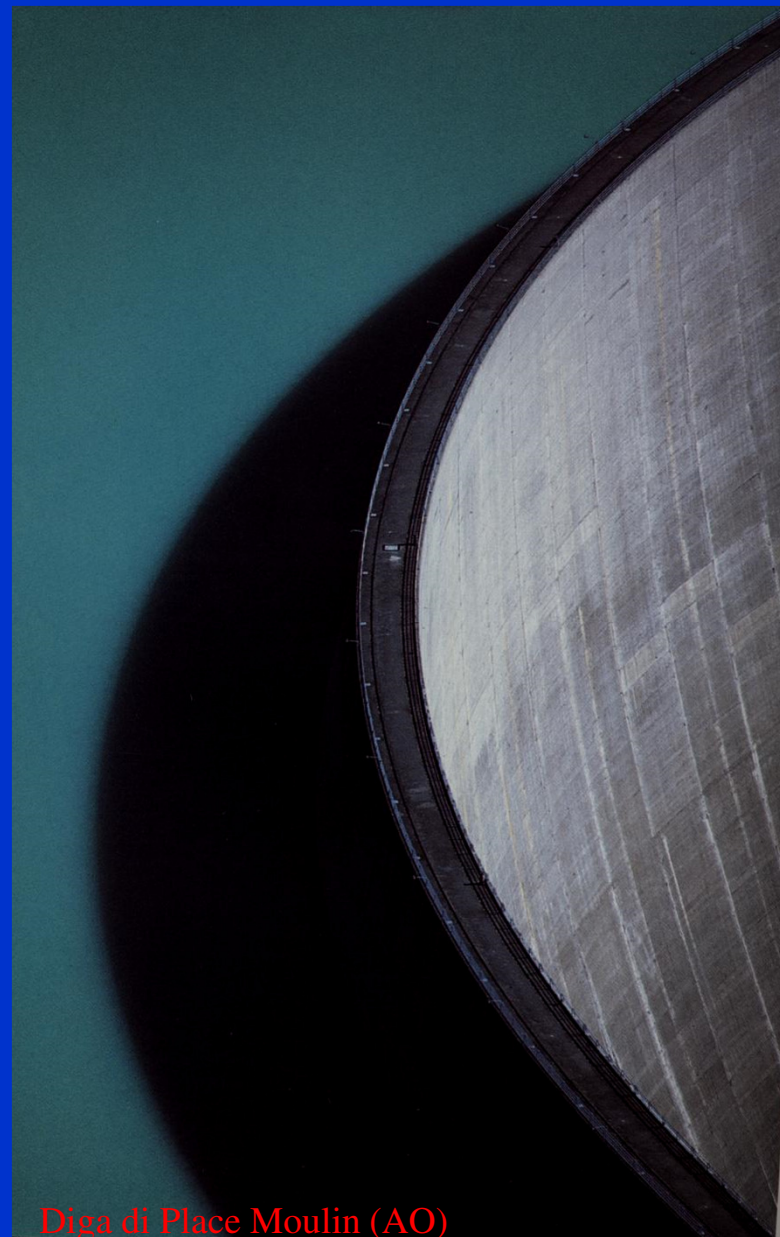
Direzione generale per le dighe e
le infrastrutture idriche ed elettriche

Ing. Angelica Catalano

Ing. Sergio Sicoli



Lavori costruzione diga di Nocelle Lago Arvo 1931



Diga di Place Moulin (AO)

13 Ottobre 2015

Argomenti dell'intervento

- Le dighe in Italia, le tipologie, lo sviluppo temporale delle costruzioni,
- Presenza storica delle dighe
- I problemi tecnici più significativi per le dighe di Calabria
- Le “incompiute” Melito, Alto Esaro, Laurenzana, Menta, Metramo.

Trepidò 1926 (foto Dg dighe)



Alto Esaro 2015 (foto DG dighe)



Menta 2015 (foto Dg dighe)

Argomenti dell'intervento

Strategie di controllo delle grandi dighe: vigilanza, monitoraggio strumentale, interpretazione del comportamento.

La rivalutazione della sicurezza idrologica idraulica e di quella sismica delle opere esistenti: situazione generale dell'intero paese, e la realtà calabrese.

Sintesi degli interventi eseguiti in Italia sul patrimonio delle dighe esistenti, interventi più significativi: Beauregard, Ancipa, Rio Lunato, etc. “filosofie” e concetti prevalenti di intervento.



Argomenti dell'intervento

Gestione degli eventi di piena

Confronto tra le portate transitabili
in alveo a valle delle dighe e valori delle portate scaricate

Gestione dei sedimenti



Tipologie di dighe

A) Dighe murarie

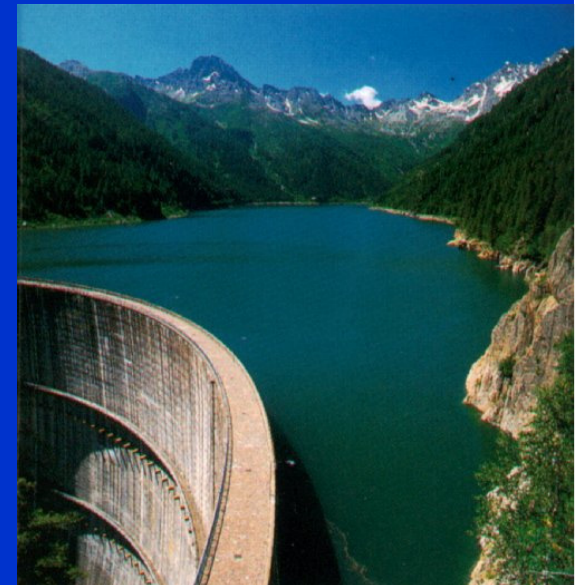
- a) a gravità (ordinaria - a speroni, a vani interni)
- b) a volta (ad arco - ad arco/gravità - a cupola)
- c) a volte o solette, sostenute da contrafforti

B) Dighe in materiali sciolti

- a) di terra omogenea
- b) di terra e/o pietrame, zonate, con nucleo di terra per la tenuta
- c) di terra permeabile o pietrame, con manto o diaframma

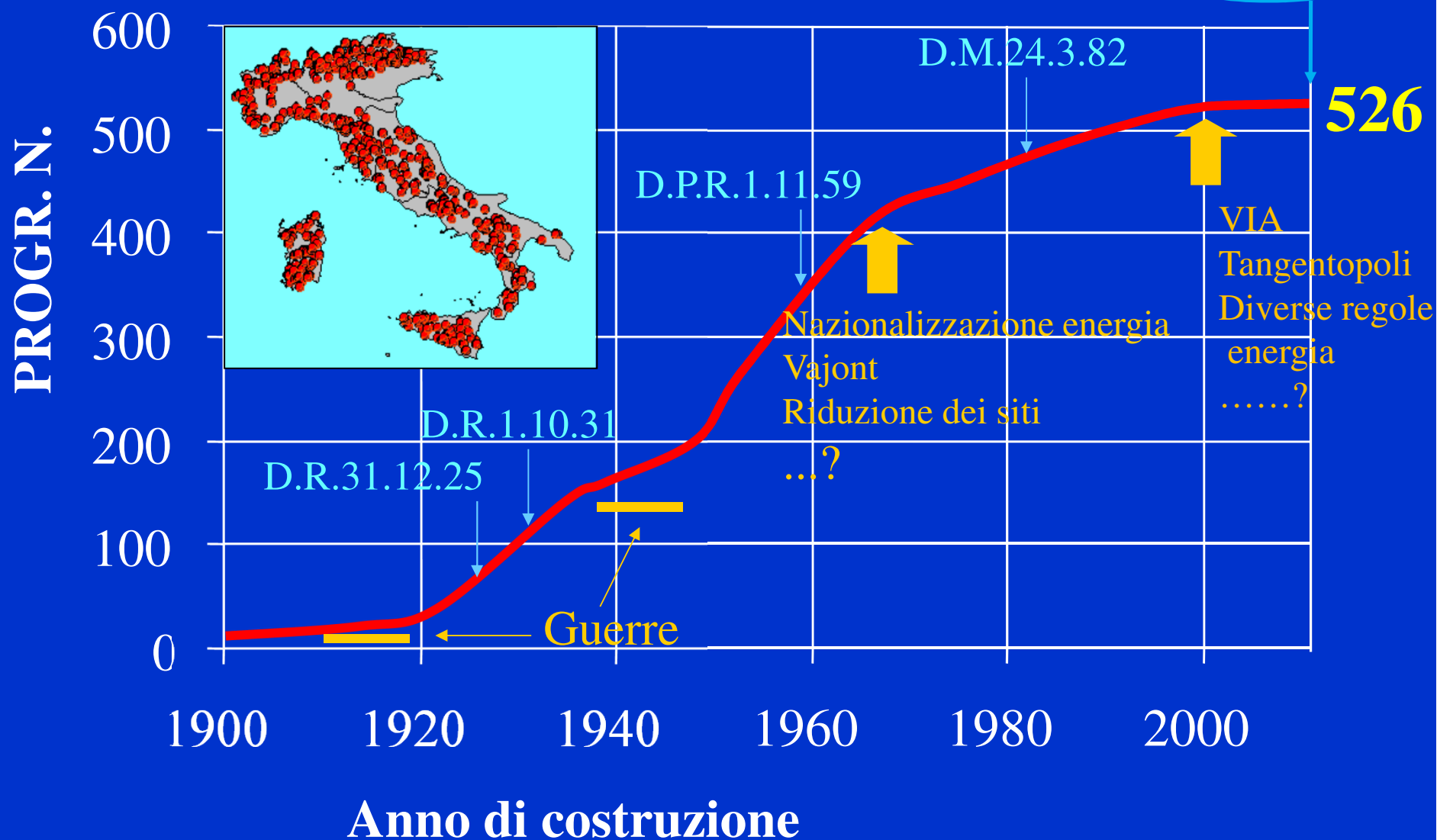
C) Sbarramenti di tipo vario

D) Traverse fluviali



Grandi dighe d'Italia

D.M.26.6.2014



Le grandi dighe

Uso delle dighe

Idrolettrico

Irriguo

Potabile

Industriale

Laminazione

Regolazione

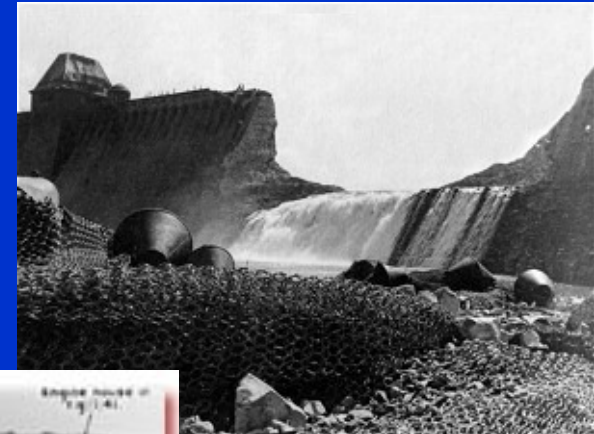
Pescicoltura

Antincendio

.....Bellico



La diga di Cancano



La diga delle Tre Gole



La diga di Moehne

Morte di circa 1700 civili

DISPONIBILITA' E CONSUMI IDRICI IN ITALIA (MEDIA ANNUA)

Produzione meteorica ($300.000 \text{ km}^2 \cdot 1 \text{ m}$) **$300 \cdot 10^9 \text{ m}^3$**

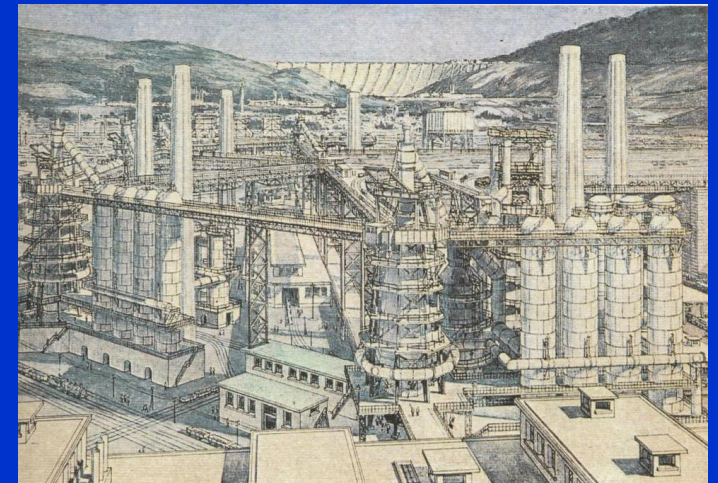
Consumo potabile ($60 \cdot 10^6 \text{ ab} \cdot 400 \text{ l/d} \cdot \text{ab}$) **$\sim 9 \cdot 10^9 \text{ m}^3$**

Uso irriguo ($4 \cdot 10^6 \text{ ha} \cdot 0,6 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \cdot 100 \text{ d}$) **$20 \cdot 10^9 \text{ m}^3$**

Consumo industriale (escluso idroelettrico) **$5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$**

Totale consumi **$35 \cdot 10^9 \text{ m}^3$**

I consumi rappresentano il 12% della produzione meteorica ossia il 25% circa del defluito. I volumi utilizzati non sono, naturalmente, tutti consumati: una loro parte ritorna, nel tempo, al sistema di raccolta (suolo e sottosuolo) con diverse modalità di scorrimento.



DISPONIBILITA' E CONSUMI IDRICI IN ITALIA (MEDIA ANNUA)

I volumi invasabili con le grandi dighe in Italia sono $13866 \cdot 10^6 \text{ m}^3$:

- $471 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (5% della richiesta) per uso potabile;
- $8.015 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (40% della richiesta) per uso irriguo;
- $249 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (5% della richiesta) per uso industriale;
- $4756 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per uso idroelettrico;
- $194 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ per la laminazione delle piene;

per un totale, inclusi modesti volumi per altri usi di $13866 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.



ANTICHE DIGHE ITALIANE

● Costruzioni etrusche e romane



Foto A. Catalano

Chiusa di Valiano
1723 Papa Clemente XI
e Cosimo III Medici



La traversa di Grotticelle
1453 Arch Carlo Cadorna



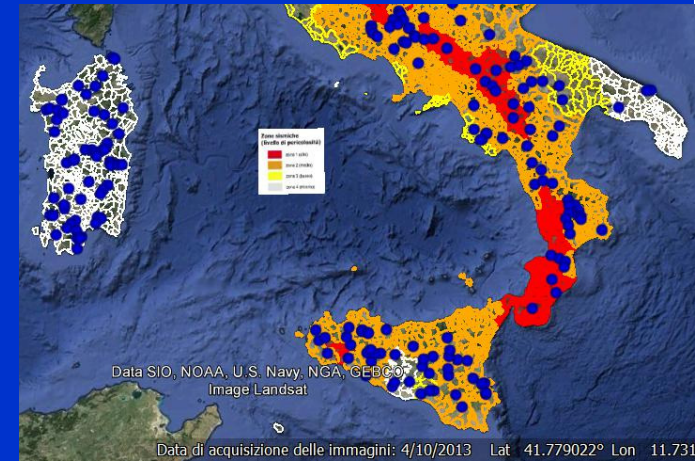
Foto: C. Gambino

Lo scarico di fondo della diga
di Maredolce 1170 ?
Ruggero II il Normanno



I problemi tecnici più significativi delle dighe di Calabria

-Elevati carichi sismici



- Carenza di manutenzione ordinaria di opere in ambienti aggressivi
- Perdita di conoscenza e della documentazione tecnica dello stato di consistenza delle opere anche in conseguenza di periodiche riorganizzazioni dei soggetti a cui viene affidato l'esercizio

- Timpa di Pantaleo (Siderno)
- Gigliara Monte (Chiaravalle centrale)



Aprile 2013



**Timpa di Pantaleo
Siderno (RC)**

2008



Ottobre 2013



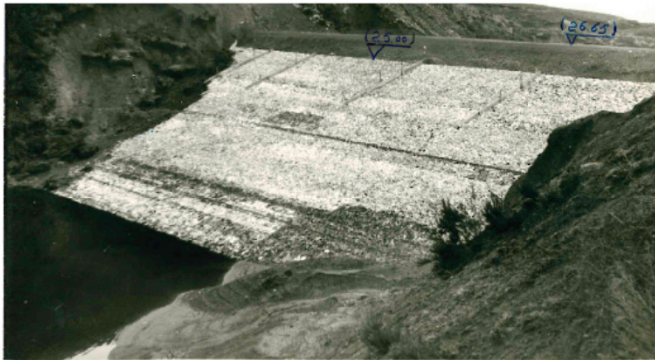
Ottobre 2003



Diga Gigliara Monte



Vista del serbatoio 1966

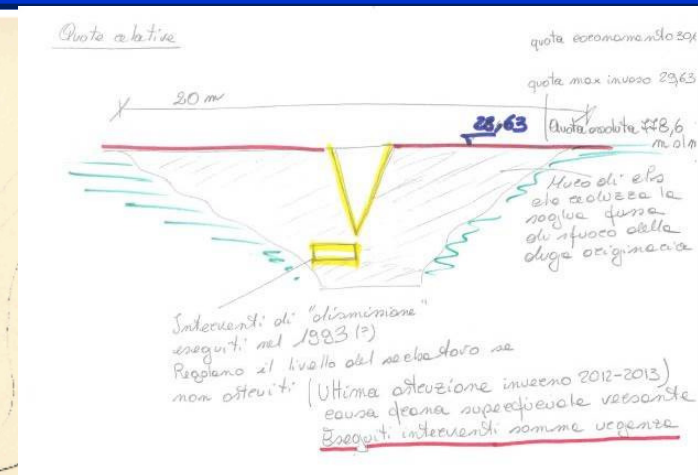
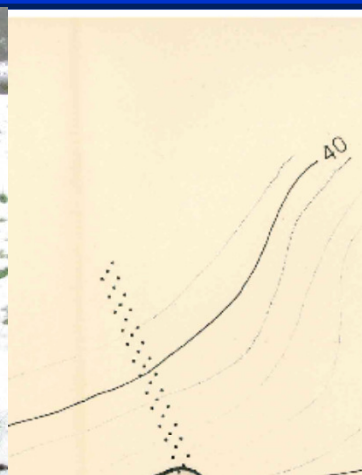


Vista del paramento di monte 1966



Sponda sinistra evidenti fenomeni di instabilità in atto

Diga di Gigliara Monte



Le incomplete: Melito, Alto Esaro, Laurenzana

I lavori di costruzione dell'opera di sbarramento del corso d'acqua non sono stati avviati

Per nessuna delle tre dighe risulta trasmessa la progettazione del completamento

Alto Esaro a Cameli



Laurenzana



Melito a Gimigliano



Le incomplete Menta e Metramo

Le dighe sono completate, il Metramo ha raggiunto il massimo riempimento, il Menta a Dicembre 2015

Quello che non è completato è lo schema di utilizzo a valle della diga



Le incompiute Votturino e Redisole

Esercizio condizionato da problemi di tenuta della sezione di imposta
e dal mancato completamento delle opere



Strategie di controllo delle grandi dighe: vigilanza, monitoraggio strumentale, interpretazione del comportamento.

Vigilanza:

- 2 visite l'anno, con raccolta dati, misure, interventi, documentazione fotografica, prove organi meccanici...
- Procedure definite in occasione di apertura scarichi e di eventi sismici
- Controllo lavori di manutenzione

Monitoraggio:

Le grandi dighe italiane sono tutte controllate attraverso strumenti di misura

Interpretazione del comportamento:

Perché il valore puntuale di una grandezza possa essere utilizzato per un controllo è necessario un modello (anche estremamente semplice) di interpretazione dei fenomeni che consenta di confrontare il valore misurato con il valore atteso



Monitoraggio

grandezza

strumenti

spostamenti	interni	verticali	assestimetri estensimetri
		orizzontali	inclinometri pendoli
	esterni	verticali	battute topografiche
		orizzontali	battute topografiche
stati di sforzo	tensioni verticali		Celle di pressione
	tensioni orizzontali		Celle di pressione
portate filtranti			stramazzi
pressioni neutre	corpo diga		Piezometri a tubo Celle piezometriche
	fondazione		Piezometri a tubo Celle piezometriche

Dalla misura al controllo

- **I nostri modelli di riferimento (anche i più sofisticati) sono comunque una rappresentazione schematica della realtà fisica (non possono tener conto di tutte le particolarità locali)**
- **Le grandezze fisiche misurate (spostamenti, tensioni, portate, pressioni) hanno diversa sensibilità agli effetti locali**

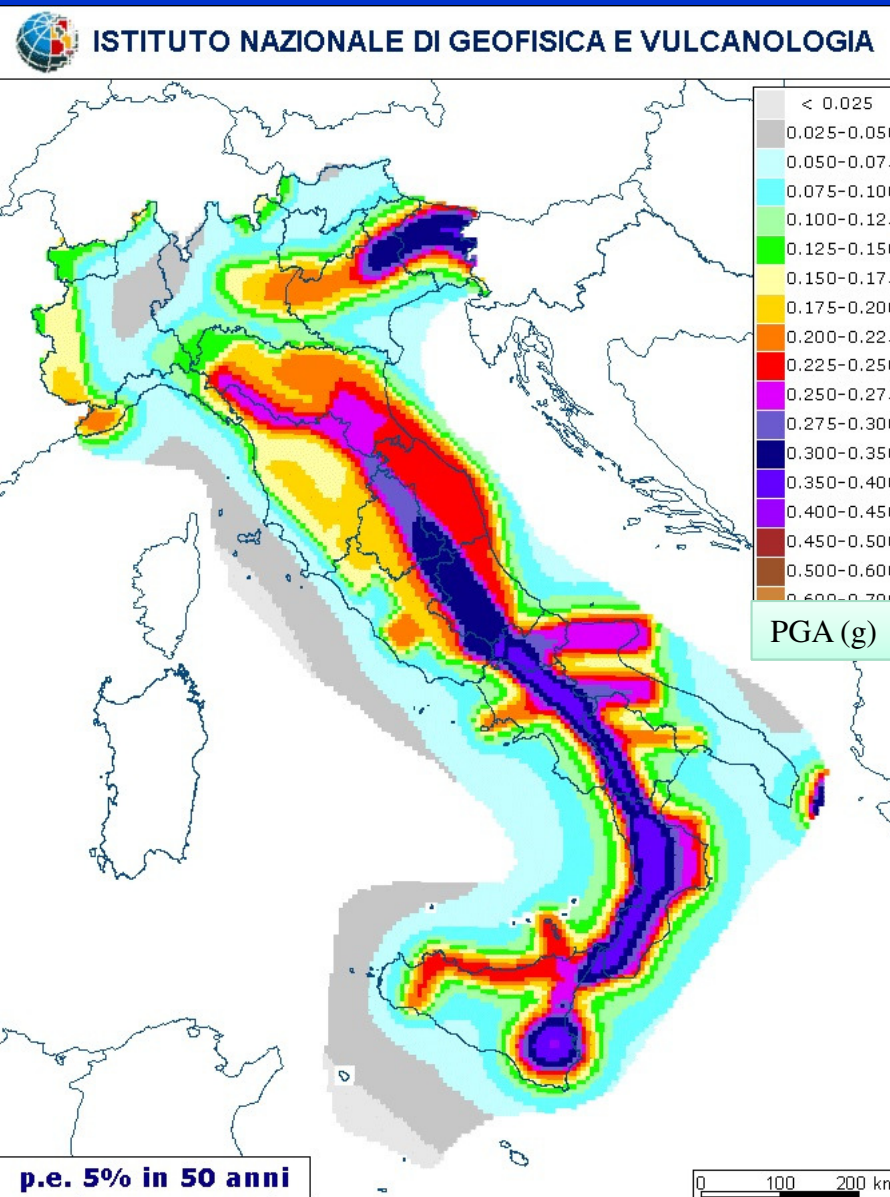
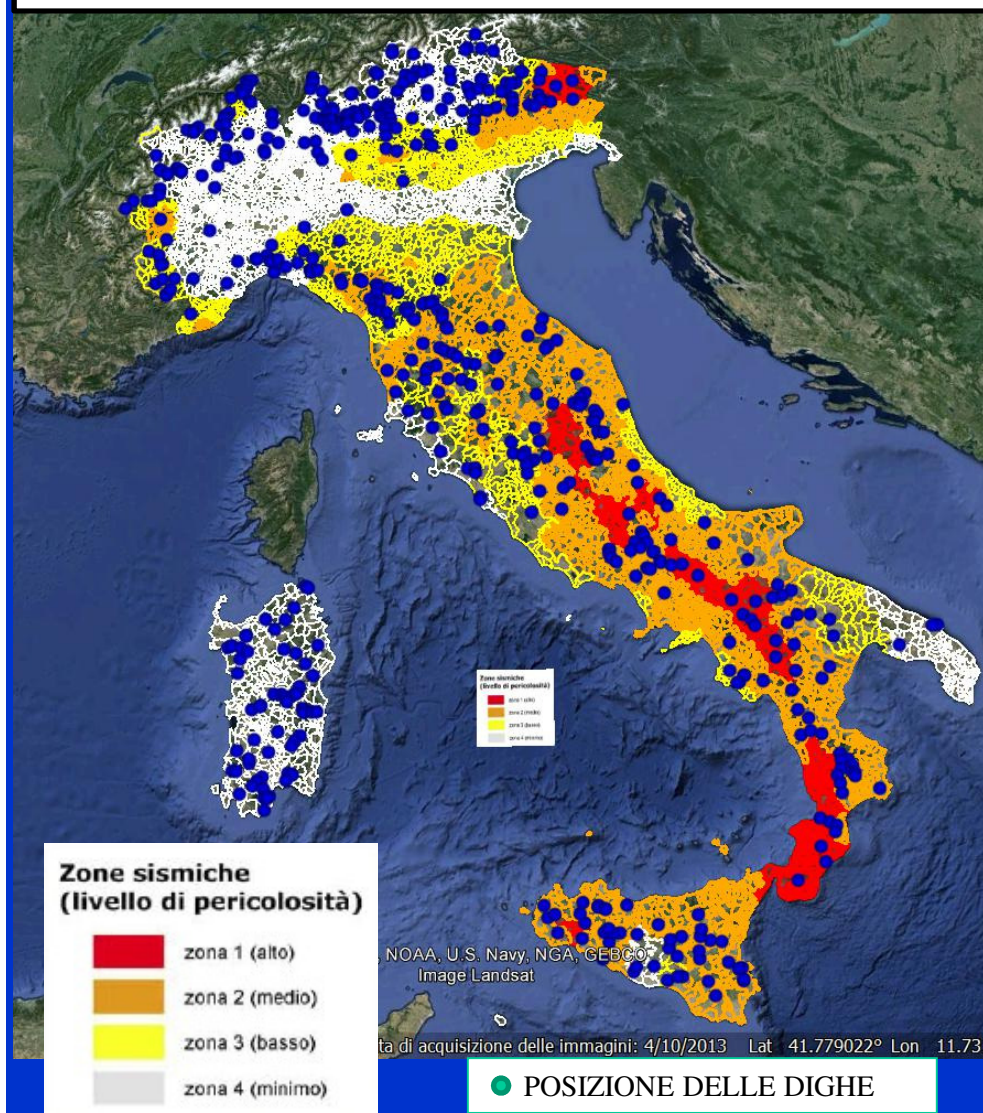
Problema di affidabilità della misura

Misure di portata: la significatività della misura è legata alla corretta progettazione ed esecuzione delle opere di drenaggio e convogliamento delle portate filtranti nelle sezioni di misura

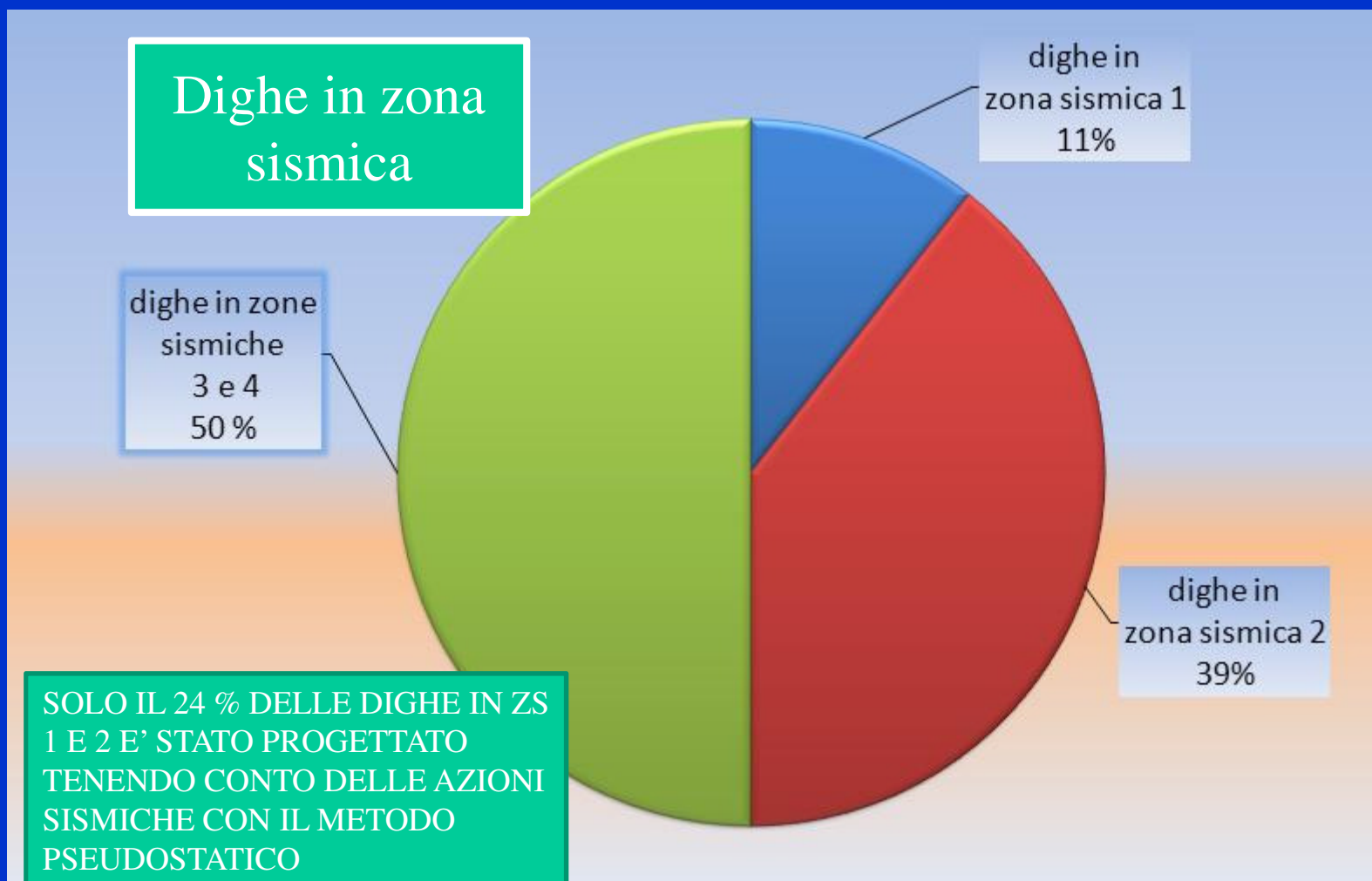


Rivalutazione della sicurezza

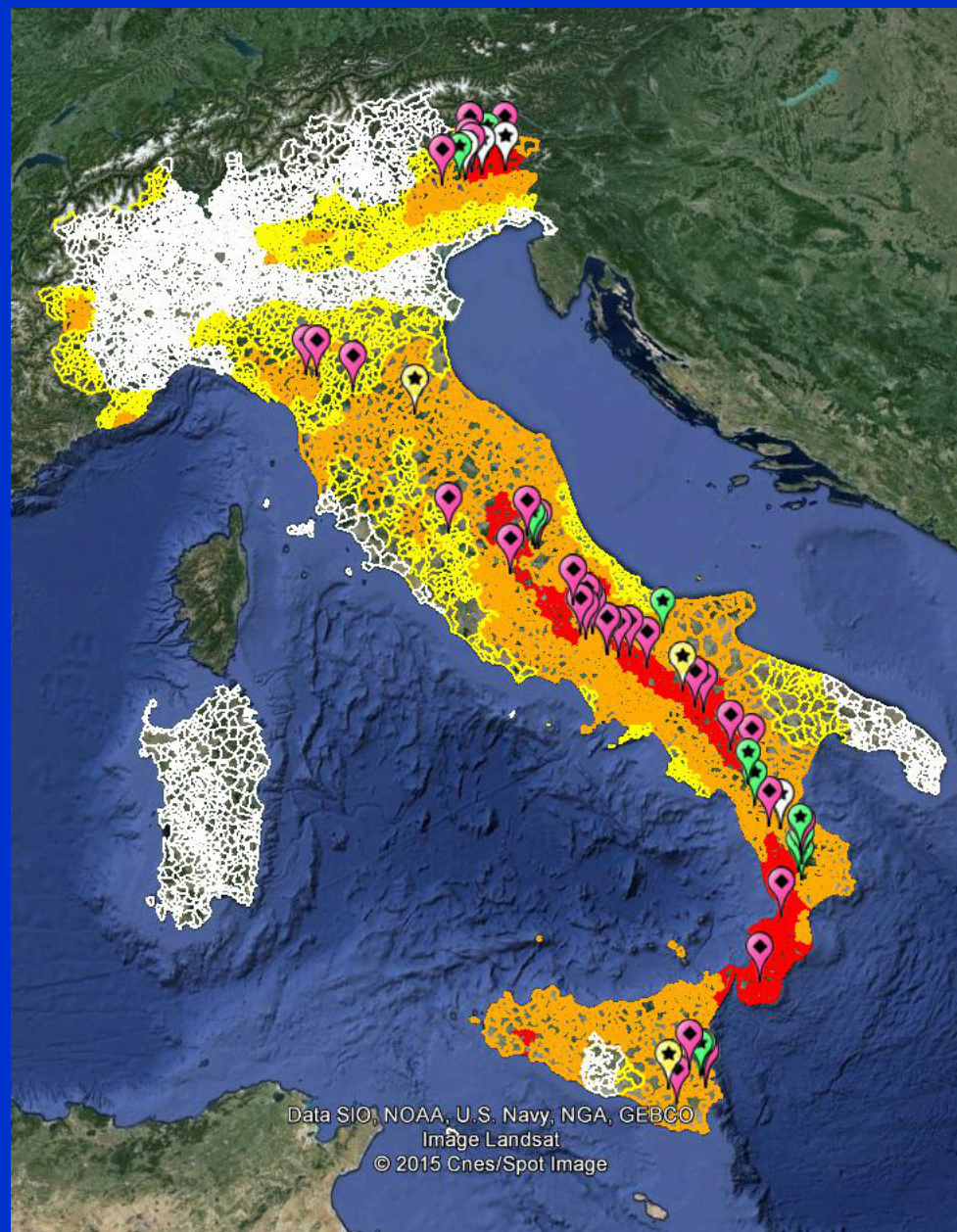
ZONAZIONE SISMICA OPC 3274/2003



Rivalutazione della sicurezza



Rivalutazione della sicurezza



DECRETO 26 giugno 2014

Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)

Art. 2.

Commissione di monitoraggio

....

Art. 3.

Ambito di applicazione e disposizioni

.....

4. La Direzione generale per le dighe ... individua.. i casi prioritari da sottoporre all'esame della Commissione di cui all'art. 2, in ordine alla importanza dell'opera, alla tipologia ed in rapporto alle condizioni di sicurezza.

**RICHIESTE VERIFICHE SISMICHE DI 60 DIGHE
(ad oggi presentate 24 PARI AL 40 %)**



VERIFICHE ISTRUITE



VERIFICHE IN ISTRUTTORIA



**VERIFICHE DA
ISTRUIRE**



VERIFICHE NON PRESENTATE

Circa per il 20% delle dighe in zona sismica sono state trasmesse verifiche

**Rivalutazione della sicurezza
idrologica idraulica
la norma precisa quando
si deve intervenire**



Quando la portata scaricata dalle opere esistenti ha un tempo di ritorno inferiore a :

500 anni per le dighe di calcestruzzo

1000 anni per le dighe di terra

NECESSARI INTERVENTI



La riqualificazione della sicurezza idrologica ed idraulica delle dighe italiane ha raggiunto una percentuale di circa 85% degli invasi

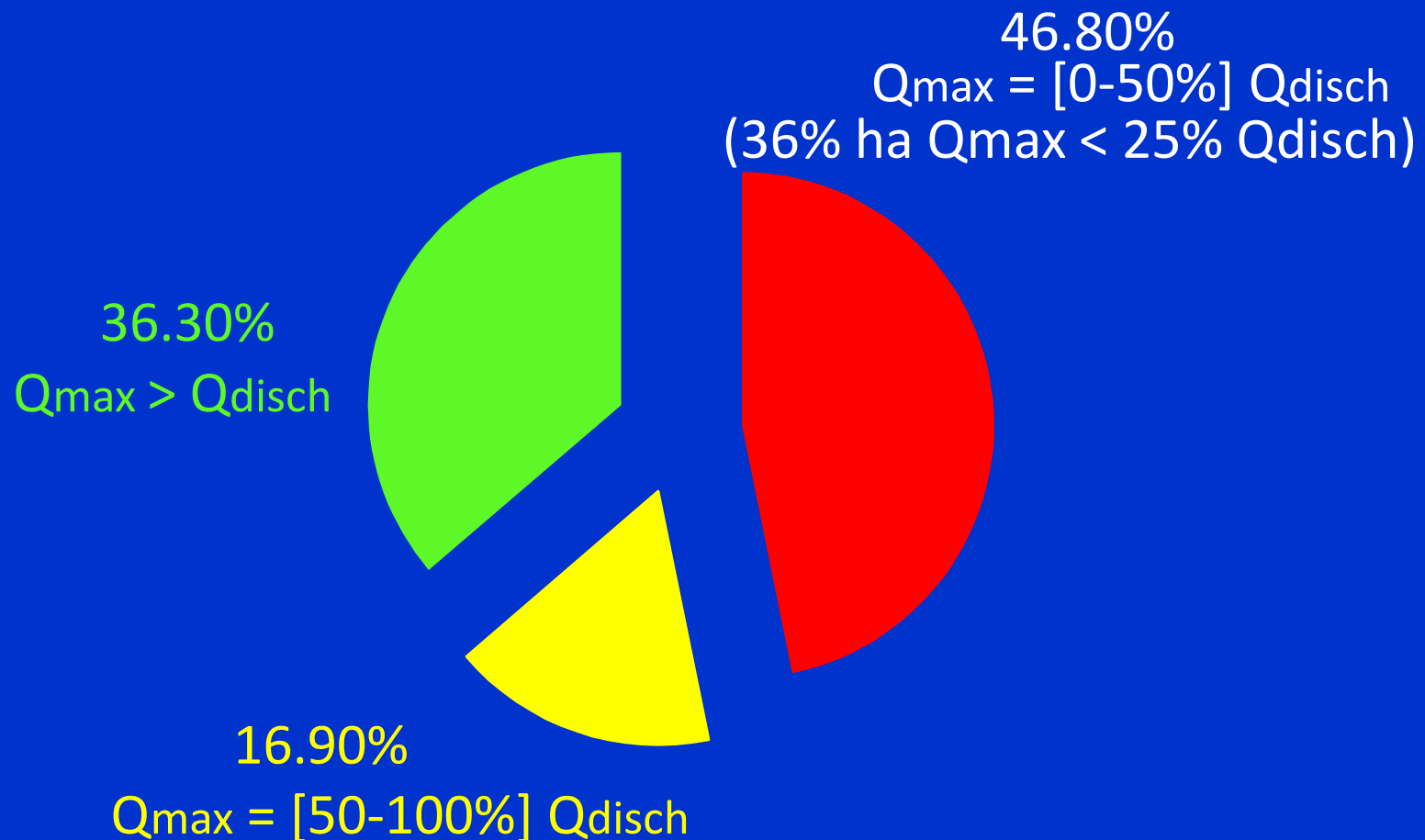
Posizione territoriale	Serbatoio esistenti	Studi di rivalutazione trasmessi
Cagliari	55	29
Cosenza	22	18
Firenze	54	49
Milano	89	80
Napoli	59	37
Palermo	44	36
Perugia	55	45
Torino	85	85
Venezia	63	63
Total	526	442



Dighe e territorio stima situazione alveo a valle

Q_{max} = portata massima transitabile in alveo

Q_{disch} = portata massima scaricata dalla diga

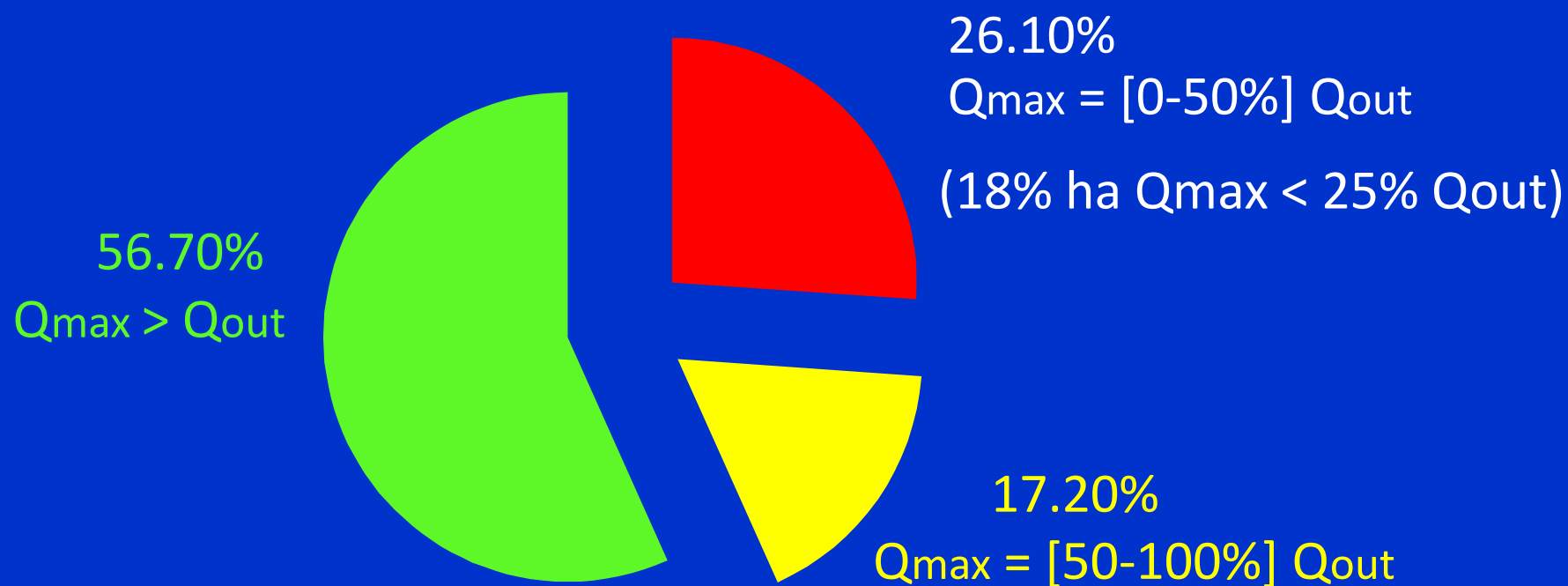


Dati Dg Dighe

Dighe e territorio stima situazione alveo a valle

Q_{max} = portata massima transitabile in alveo

Q_{out} = portata massima scaricata dallo scarico di fondo



Dati Dg Dighe

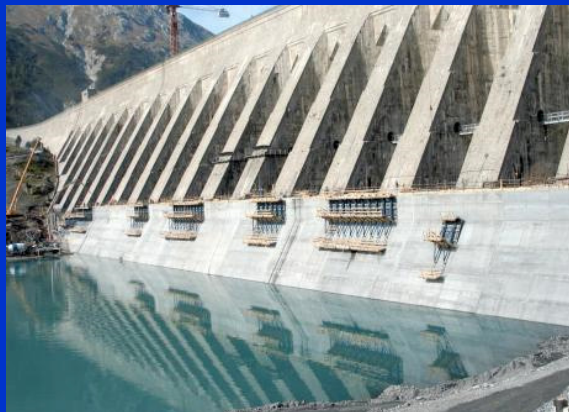
Sintesi degli interventi di manutenzione più importanti delle dighe italiane

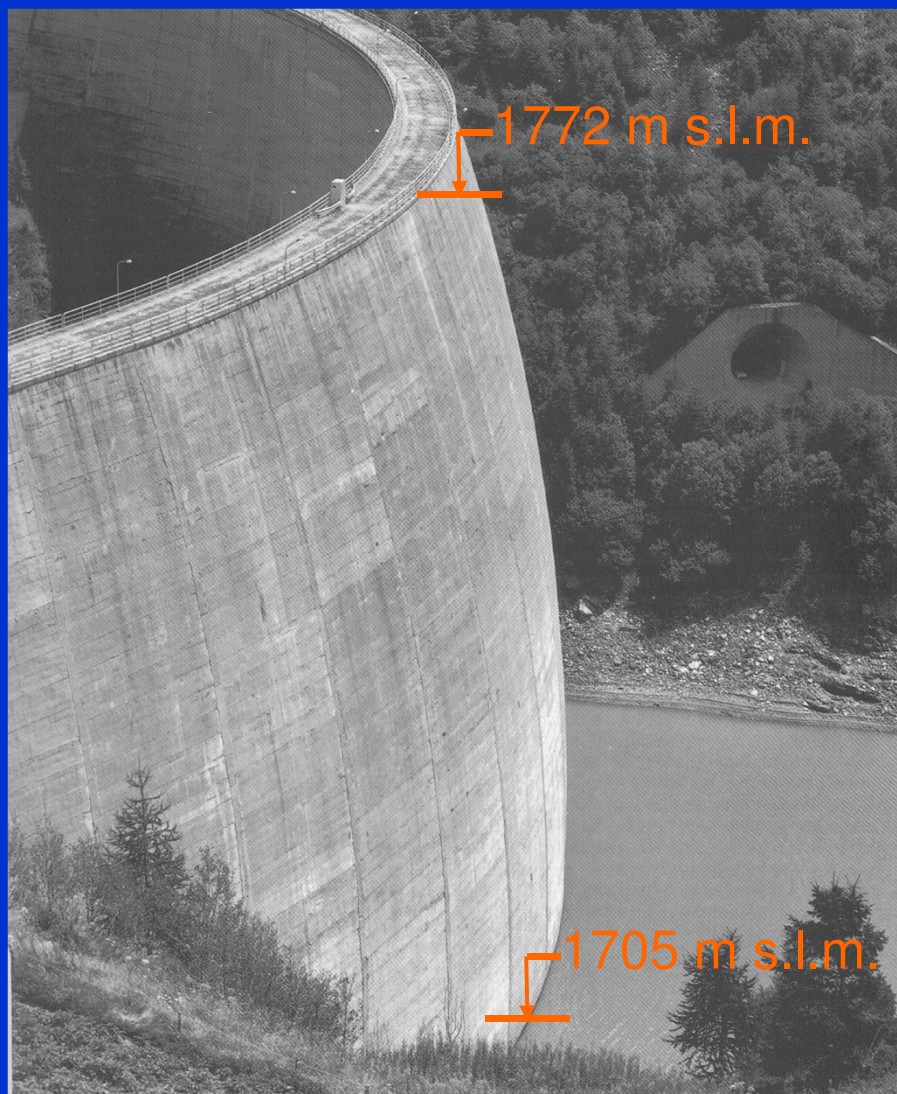
Data di esecuzione	Corpo diga	Paramento di monte	Scarichi	Fondazione	Totale
non definito	6	1	5	1	13
ante 1970	0	3	0	1	4
1970-1979	1	4	5	0	10
1980-1989	2	11	8	3	24
1990-1999	7	17	4	4	32
2000-2009	23	30	32	20	105
2010-2015	8	4	6	5	23
Totale	47	70	60	34	211

Dati ITCOLD Gdl Ing. Fornari + dati Dg dighe (settembre 2015)

Interventi di manutenzione che incrementano la sicurezza

- Riperforazione canne di drenaggio in fondazione delle dighe di calcestruzzo
- Iniezioni murature e/o fondazione per diminuire la permeabilità
- Impermeabilizzazione e/o protezione mediante strutture artificiali

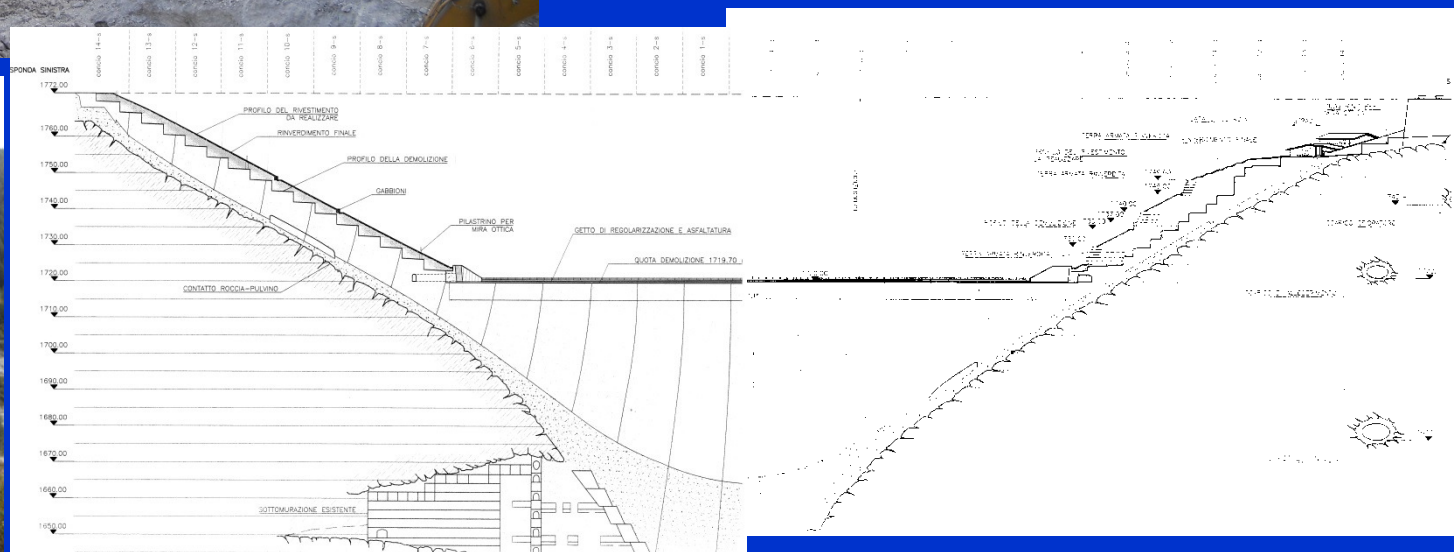
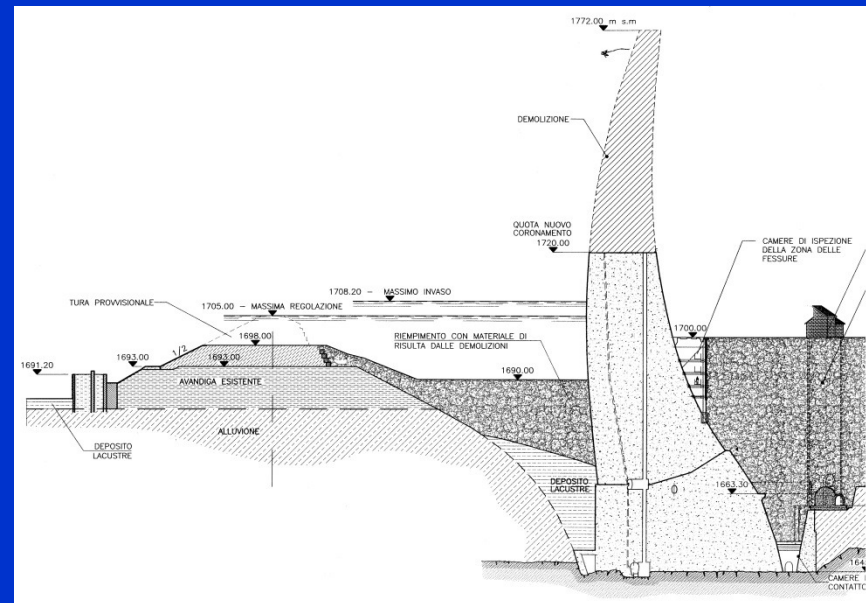




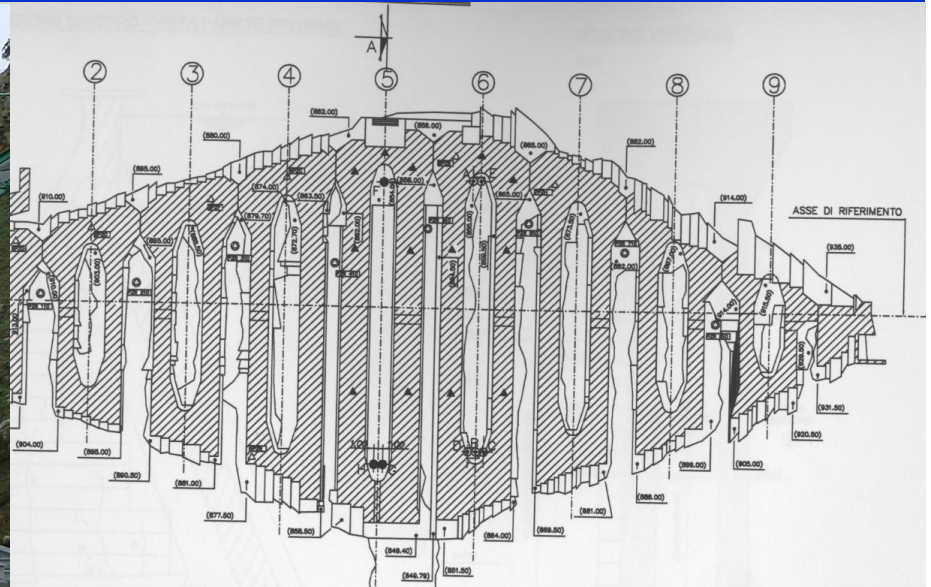
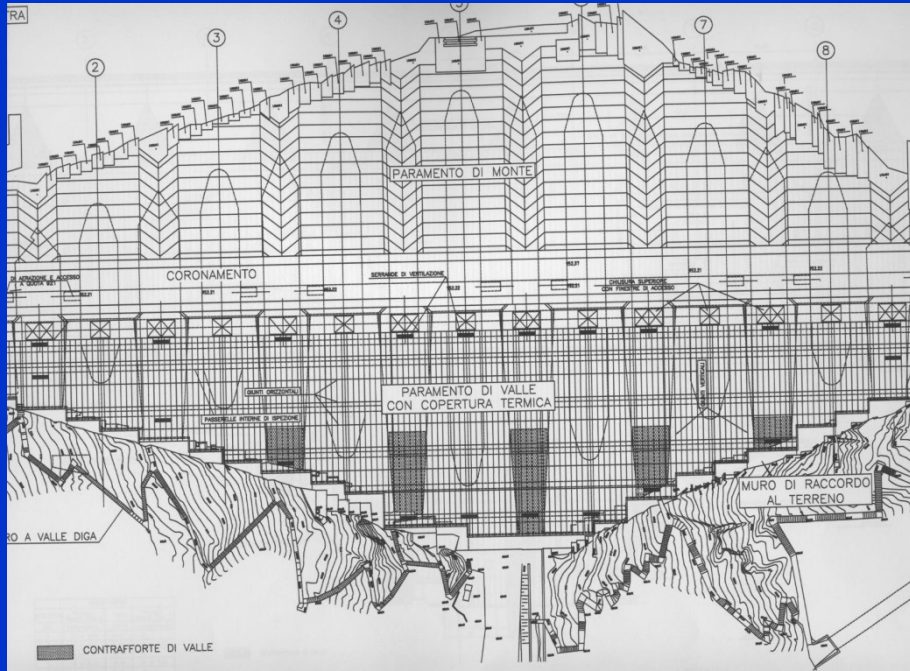
La diga di BEAUREGARD (AO)
è soggetta da alcuni decenni ad una
severa limitazione d'invaso
per le lesioni provocate dalla spinta
del versante in frana sulla spalla
sinistra

[da ENEL, 1998]

Diga di Beauregard (AO)



Diga di Ancipa (EN)

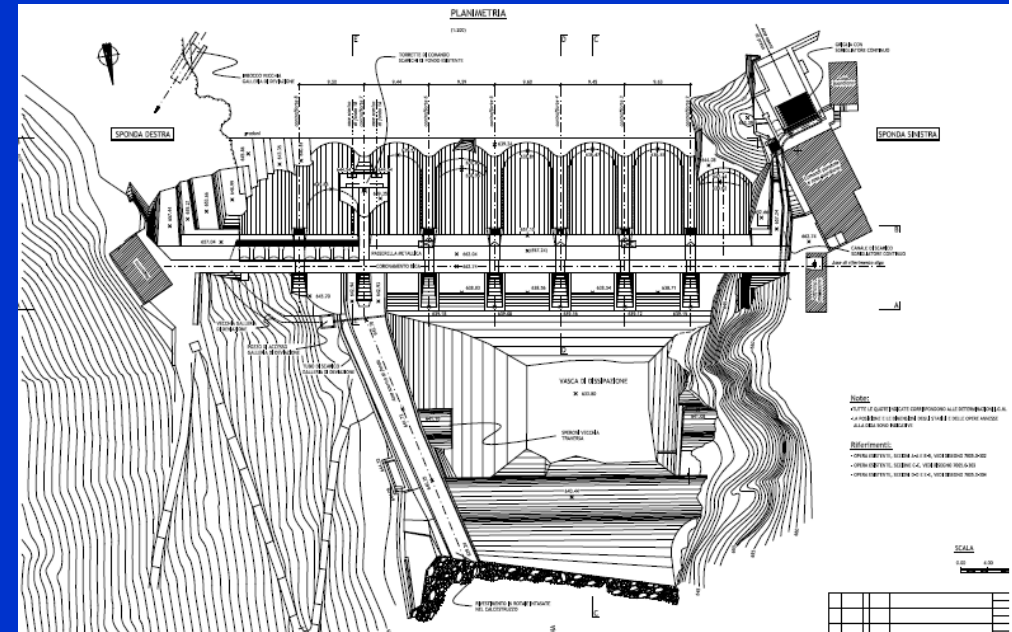


Diga di Ancipa (EN)



Rio Lunato

July 2013



July 2015



Considerazioni conclusive

Le dighe ci sono sempre
state ...
e ci saranno sempre!

Occorre controllarle!



Conclusioni

Le dighe sono opere di ingegneria che si sono sempre costruite, sono destinate a durare ...per sempre

Una volta realizzate, nel tempo, diventano parte integrante del territorio, modificando la destinazione d'uso di ampie regioni

L'economia di vaste aree è modificata in conseguenza della loro realizzazione

Agli ingegneri, nei diversi ruoli di gestore, autorità di controllo, progettisti, consulenti, imprese di costruzione il compito di assicurare un lungo e sereno esercizio

All'università la richiesta di continuare ad insegnare la materia, e di non abbandonare l'attività di ricerca in questo settore

It's just one dam project
after another.

Grazie



