

Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia



26 Aprile 2017

Ing. Angelica Catalano
Ing. Calogero Morreale
Ing. Fabrizio Altese
Ing. Francesca Gagliano
Ing. Luigi Sanfilippo
Ing. Salvatore Castaldo

Ministero Infrastrutture e Trasporti
Direzione Generale per le dighe e le
infrastrutture idriche ed elettriche
Ufficio tecnico per le dighe Palermo



Trinità (TP)



Ancipa (PA)



Villarosa (EN)

23. 03. 2005



Nuova e vecchia Disueri (CL)



Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia

Si definisce una grande diga: un'opera di sbarramento o una traversa che supera i 15 m di altezza o che determina un volume di invaso superiore ad 1 milione di metri cubi

La progettazione, la costruzione, l'esercizio e la dismissione di queste opere è controllata dal 1921 dallo Stato.

Le opere di dimensioni inferiori sono controllate dalle Regioni con norme tecniche e procedurali differenti I bacini di sedimentazione degli sterili di miniera sono controllate dalle Regioni



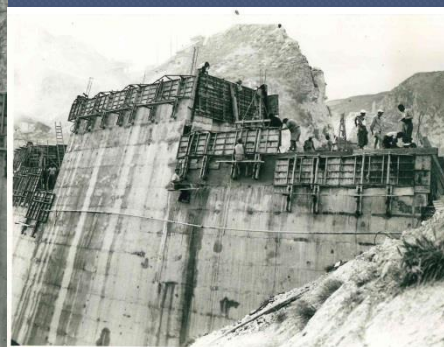
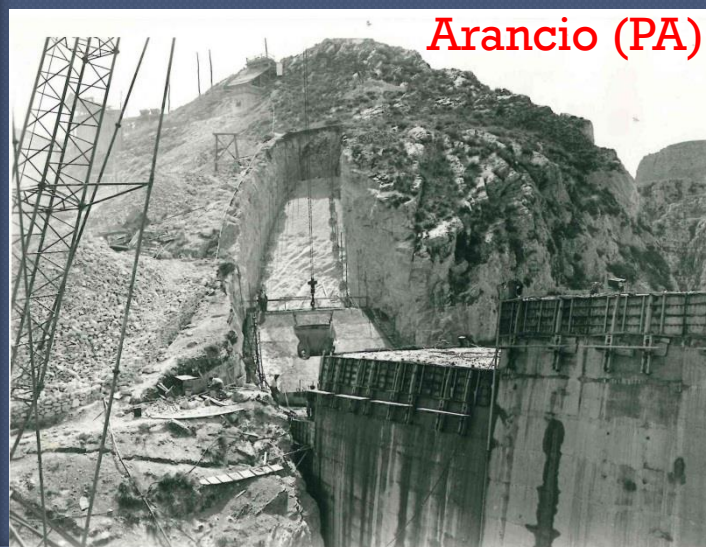
Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia



DIGA A VOLTA

la resistenza alla spinta dell'acqua - ed eventualmente del ghiaccio alle e delle azioni sismiche - è sopportata in grande prevalenza per effetto della curvatura longitudinale (arco)

La diga più alta della Sicilia a volta è Rosamarina h=84m





Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia

DIGHE DI MATERIALI SCIOLTI

rilevato formato con materiali litici sciolti la resistenza alla spinta dell'acqua, del ghiaccio ed alle azioni sismiche è sopportata per effetto del peso proprio

la tenuta è assicurata da materiali litici appropriati o da materiali artificiali.



Don Sturzo (CT)

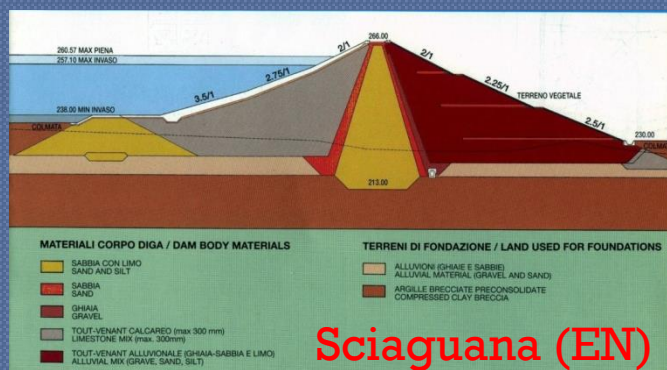


Santa Rosalia (RG)



Castello (AG)

12.10.2010



Sciaguana (EN)



San Giovanni (AG)

27.02.2015

Grandi dighe d'Italia



D.M.26.6.2014



Le grandi dighe in Sicilia



Le grandi dighe di Sicilia sono 48

5 sono le dighe con lavori di costruzione sospesi da oltre 20 anni:

Blufi, Piano del Campo, Pietrarossa, Laura e Cannamasca

2 sono le dighe fuori esercizio Cuba e Pasquasia

2 invasi sono realizzati da due dighe

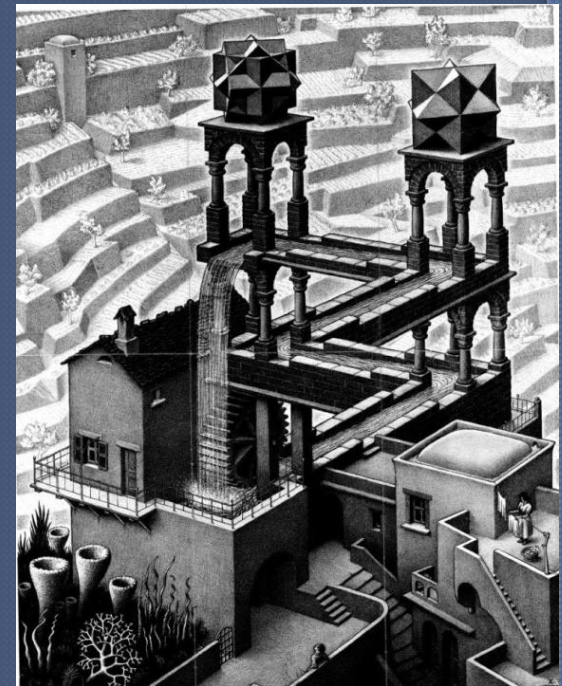
I serbatoi, regolati da grandi dighe in esercizio sono 39

In ordine di altezza : Ancipa 104.4 Rosamarina 84 m,
nuova Disueri 68.3 m, Fanaco 66.1 m , Licodia Eubea 61 m
e così via...

4 dighe di invaso superiore a $100 \times 10^6 \text{ m}^3$ Rosamarina,
Don Sturzo, Lentini e Pozzillo riserva potenziale
 $464.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 42%
se consideriamo Garcia e Poma oltre 50%.

Volume potenziale grandi invasi d'Italia– $13866,41 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Il volume potenziale dei grandi invasi
di Sicilia è pari a $1150 \times 10^6 \text{ m}^3$



Normativa



Norma procedurale DPR 1363 del 1 Novembre 1959 Progettazione Costruzione
Esercizio

Normativa tecnica DM 24 aprile 2014 nuove dighe/ dighe esistenti

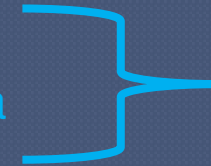
Norme di Protezione Civile: Circolari 1125/85 s.m.i. ; Direttiva PCM 8/7/2014
:Rischio diga e rischio idraulico valle

Controllo delle dighe in esercizio

Controlli ordinari:

- guardiania continua
- controlli strumentali con frequenza definita diga per diga
- trasmissione a cadenza stabilita dei documenti
- 2 visite ispettive l'anno svolte dall'autorità di controllo

CONCESSIONARIO

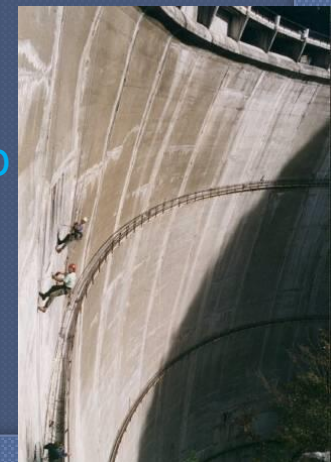


Controlli straordinari:

- Eventi di piena estremi
- Eventi sismici

Il responsabile della sicurezza delle grandi dighe è il concessionario dell'opera

L'autorità di controllo ha l'obbligo di verificare che il concessionario rispetti le disposizioni di legge



Controlli ordinari Visite ispettive **tecnici coinvolti**



Ingegnere Direzione dighe



Ingegnere responsabile o sostituto designato dal concessionario



Guardiano diga



Tecnici eventuali di supporto: geologi consulenti



Altro personale dipendente dal concessionario)

- responsabile misure
- periti elettrici,....

Controlli ordinari Visite ispettive



Attività ispettiva:
argomenti verbalizzati
per ogni diga
due volte l'anno



Questioni tecniche

- Ispezioni diretta opere e sponde
- Misure alla strumentazione di controllo
- Verifica del comportamento della diga
- Verifica dell'ottemperanza alle prescrizioni

Questioni di Protezione civile

- Verifica numeri telefonici
- Sirena di allarme e illuminazione
- Funzionamento organi di scarico
- Efficienza stazione idrometrografica di valle
- Completezza documentazione in casa di guardia



Il verbale di visita riporta i presenti
e quanto accertato

Successivamente è
trasmesso dall'autorità
di controllo per le
eventuali prescrizioni al
concessionario



Controlli ordinari Visite ispettive



Controlli ordinari Visite ispettive



4. PERDITE D'ACQUA E FILTRAZIONI

Vengono misurate con uno stramazzo le perdite dalla roccia raccolte dai cunicoli mine posti in corrispondenza delle due spalle a valle della diga, a quota pari a circa 684.00 m.s.m.; la misura automatica è memorizzata con frequenza giornaliera mentre la misura manuale tramite astina idrometrica viene eseguita, ai fini di verifica, con cadenza mensile.

Le misure in automatico relative allo stramazzo posto in corrispondenza della spalla destra, vengono contrassegnate dalla sigla QSDXKPES, mentre quelle relative allo stramazzo posto in corrispondenza della spalla sinistra vengono contrassegnate dalla sigla QSSXKPES.

PROVENIENZA PERDITE	litri	s	l/s	MISURA MANUALE l/s
destra			nulla	nulla
sinistra			0.03	0.04

Valori costanti congruenti con la serie storica dei dati. Nel corso dell'ispezione non si sono rilevate filtrazioni (ghiacciate viste le temperature) dall'ammasso roccioso di fondazione.

5. STRUMENTI DI MISURA

5.1 Livellazioni

Con riferimento a quanto indicato nel "Foglio di Condizioni":

N° STRUMENTI	Fondazione	Diga	Spalle
Previsi	----	3	2
Installati	----	3	2
Funzionanti	----		

L'ultima misura è stata eseguita a settembre 2008.

NOTE: Confrontata serie storica misure dal 1970, si osserva un accumulo di deformazione di circa 6-8 cm in 35 anni circa (la diga ha oltre 65 anni di esercizio), prevalentemente del punto in cresta e sul punto delle reni in sinistra. L'accumulo è verso l'alto. Le velocità di accumulo della deformazione, visti anche i modesti valori misurati sembrano non costanti lungo l'intero periodo, ma concentrarsi in alcuni anni. La frequenza delle misure è semestrale, quasi sempre effettuata nei mesi di settembre e di marzo. Ultima misura eseguita il 25 Settembre, non effettuate misure tra la seconda visita del 2008 e la prima del 2009.

5.2 Collimazioni

punti sul coronamento collimatore in sponda sinistra e mire fisse in destra, sulla parete rocciosa.

letture effettuate nel corso della visita congiuntamente al personale:

sigla	posizione	tipo di lettura	lettura visita	Misura elab.	note
fisure della visita del 21/2/2008					
A		manuale	44,2	-3,6 [mm]	
B		manuale	48,0	-0,2 [mm]	
fisure della visita del 20/11/2008					
A		manuale	44,5	-3,9 [mm]	
B		manuale	47,6	0,2 [mm]	
fisure della visita del 20/2/2009					
A		manuale	41,6	-1,0 [mm]	
B		manuale	47	0,8 [mm]	

NOTE: Confrontata la serie storica delle misure dal 1999 in poi, non si osservano accumuli di postamento. Il serbatoio è stato esercito nel periodo da maggio fino a metà settembre del 2008 alle quote di massima regolazione, pressoché costante. Nello stesso periodo non si rilevano deformazioni particolari della struttura. Nel periodo indicato la diga ha anche sfiorato dallo sfioratore a pozzi. Successivamente l'impianto è stato esercito a quote mediamente più basse per consentire i lavori sulla paratoia sinistra di Rio Panterria.

Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia



DIGHE SICILIA - DATA DI ULTIMAZIONE LAVORI DI COSTRUZIONE



9 progetti di gestione



Percentuale di volume perso per interrimento
 Disueri 48% (2014)
 Comunelli 76% (2014)
 Gammauta 72% (2015)
 Ponte Barca 50% (stima)

Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia



Il volume perso per interrimento è pari a $105,5 \times 10^6 \text{m}^3$

Dati parziali **22 serbatoi su 39 invasi**

Don Sturzo 22.5 milioni di metri cubi (2010)

Pozzillo 31,7 milioni di metri cubi (2015)

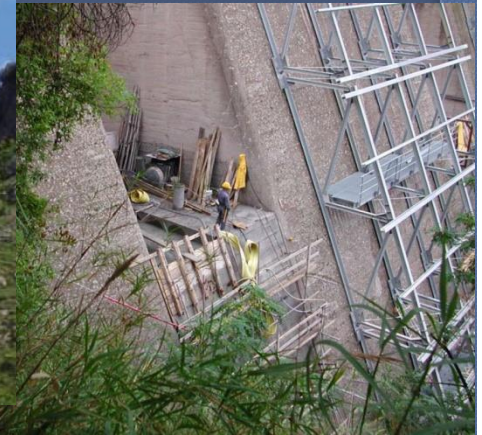
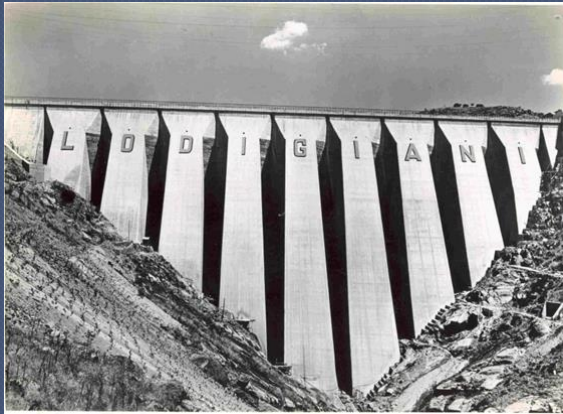
Disueri 11,2 milioni di metri cubi (2014)

Il volume perso per mancato completamento delle dighe in costruzione con lavori sospesi $90,8 \times 10^6 \text{m}^3$

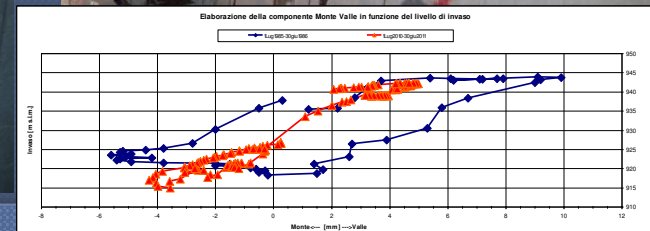


Esempio 1

Lavori di risanamento strutturale dello sbarramento conclusi



- **Contrafforti antisismici**
- **Protezione termica**
- **Iniezione lesioni**

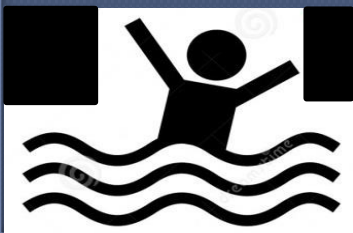


Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia - idrologia

		Qmax trans alveo	Qmax scarico fondo + esaurimento	Corso d'acqua/bacino																
	Diga	m ³ /s	m ³ /s																	
1	Ancipa	85	161	Corso d'acqua: f.Troina; Affluente: f. Simeto; Bacino Principale: Simeto																
2	Arancio	2	58,6	Corso d'acqua: f.Carboj; Bacino Principale: f. Carboj																
3	Castello	18	76+16,5	Corso d'acqua e Bacino Principale: f.Magazzolo																
4	Cimia	55	33	Corso d'acqua: t. Cimìa; Affluente:f. Maroglio; Bacino Principale: f. Gela																
5	Comunelli	60	ostruito	Corso d'acqua e Bacino Principale: t.Comunelli		Butera , Gela														
6	Dirillo	11,9	33,7	Corso d'acqua: t. Vizzini e Amerillo; Bacino Principale: fiume Dirillo		Licodia, Chiaramonte Gulì , Vittoria, Acate , Gela														
23	Paceco	100	100	Corso d'acqua t.Paceco Bacino principale:Canale Bajata																
24	Piana degli albanesi	10	35,6	Corso d'acqua f.Hone Bacino principale f. Belice																
25	Piano del leone	27	16	Corso d'acqua: t.S. Cristoforo; Bacino Principale: f. Sosio-Verdura																
26	Poma	15	220	Corso d'acqua e Bacino principale F.Jato																
27	Ponte Barca	2500	626,15	Corso d'acqua e Bacino principale F.Simeto																
28	Ponte Diddino	28	57	Vasca fuori alveo scarico di fondo Corso d'acqua e Bacino principale f.Anapo																
29	Pozzillo	300	ostruito	Corso d'acqua: f.Salso; Bacino Principale: f.Simeto																
30	Prizzi	20	30,66	Corso d'acqua f. Raia Bacino principale Sosio Verdura																
31	Rosamarina	18	250+250	Corso d'acqua e bacino principale f. S. Leonardo																



Public safety



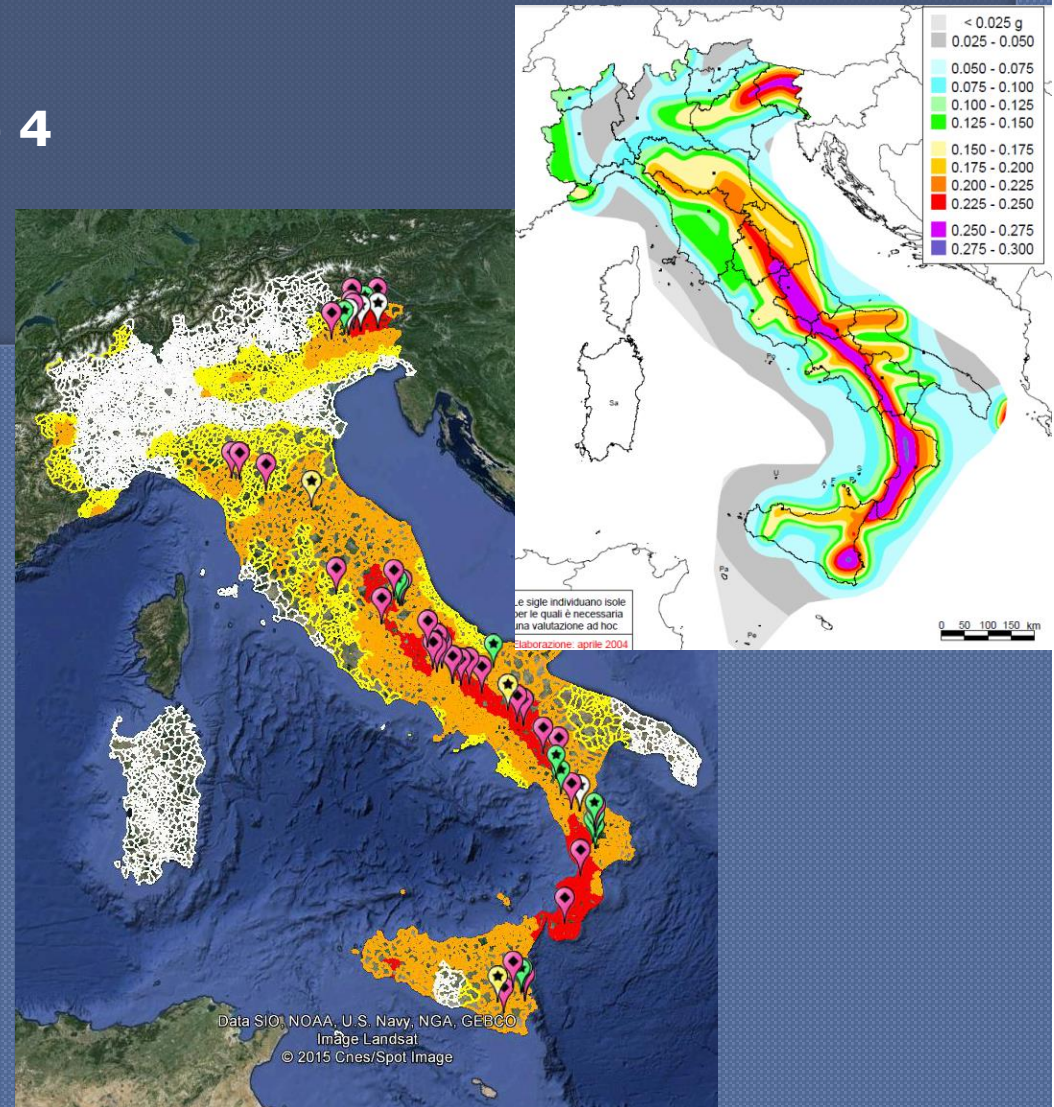
Controllo delle dighe in esercizio - sismica



50% delle dighe è in zona 3 e 4
39% delle dighe è in zona 2
11% delle dighe è in zona 1

**SOLO IL 24 % DELLE DIGHE IN ZS 1
E 2 E' STATO PROGETTATO
TENENDO CONTO DELLE AZIONI
SISMICHE CON IL METODO
PSEUDOSTATICO**

**10 dighe non hanno verifiche di
sicurezza sismica, 1 in ex zona 2**



I casi prioritari individuati ai sensi
del DM2014 in Italia 60, 5 Sicilia, 1 verifica
redatta

Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia - sismica



Terremoto del Belice gennaio 1968



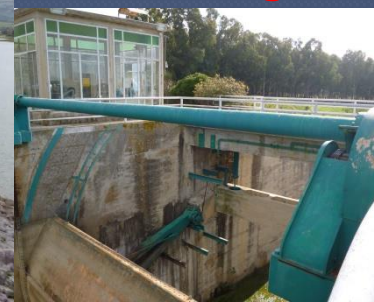
Trinità



Piana degli Albanesi



Rossella e Scanzano



Diga Domenico

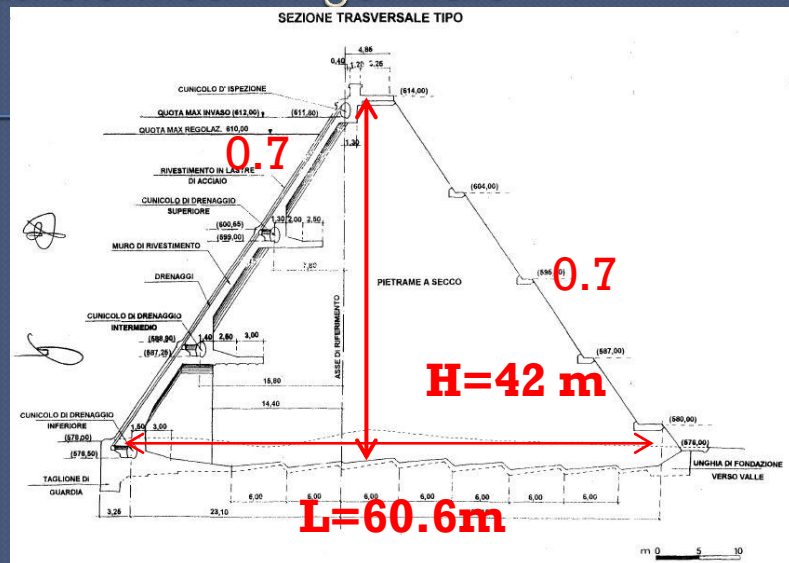


Controllo delle dighe in esercizio in Sicilia - sismica

Diga di Piana degli albanesi sequenza sismica 14 gennaio - 1 settembre 1968



Volume del rilevato:
 133.000m³ di muratura
 a secco di calcestruzzo
 47.000 m³
 Volume di invaso:
 32X10⁶ m³

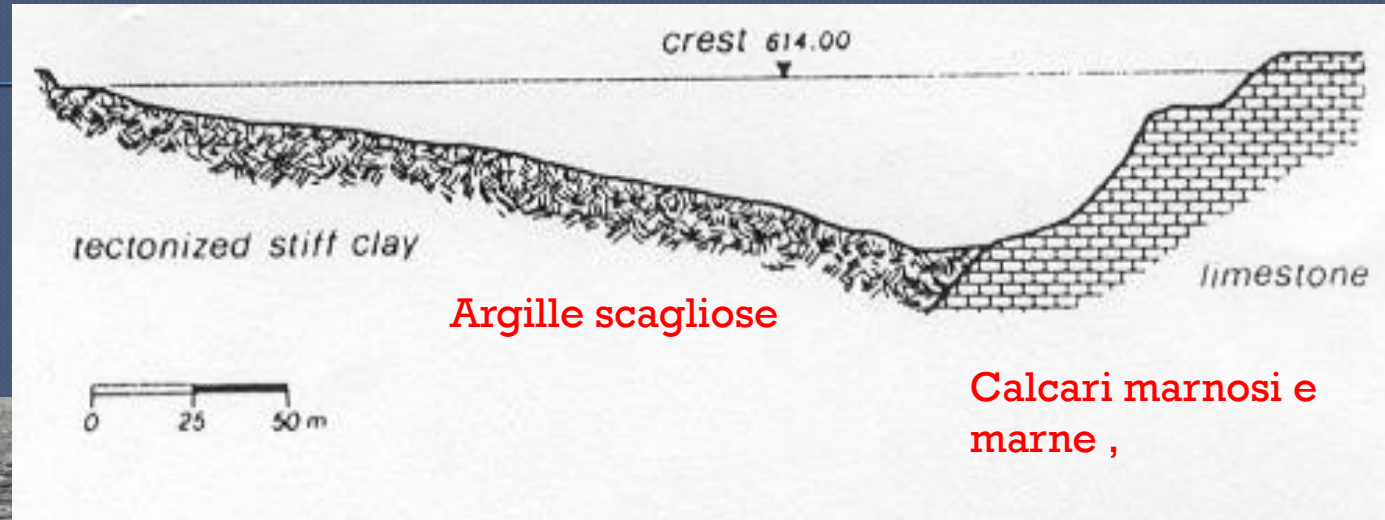


SEZIONE LONGITUDINALE LUNGO L'ASSE DEI CUNICOLI (VISTA DA VALLE)



Avvio invasi 22/12/1922

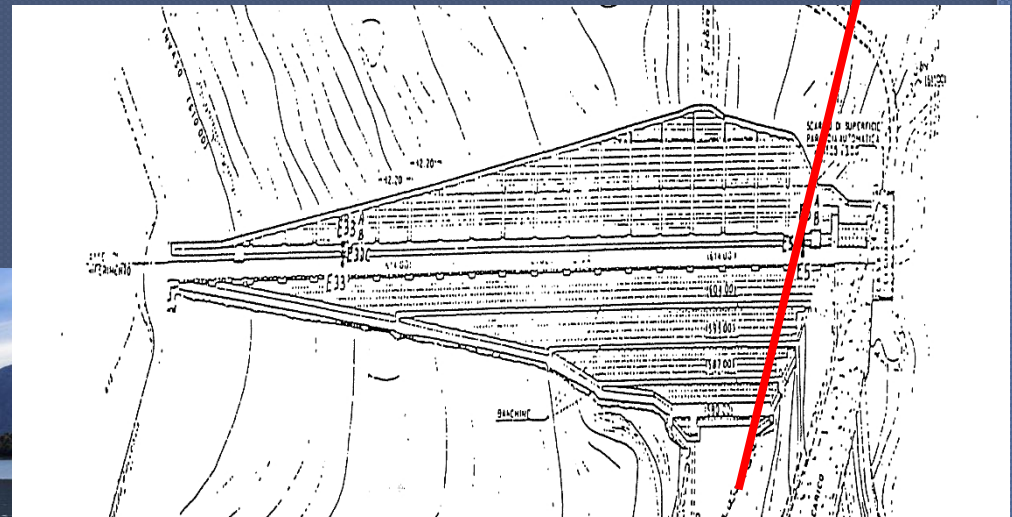
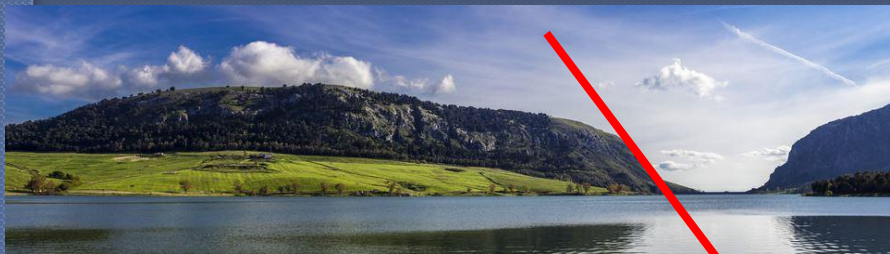
Diga di Piana degli albanesi sequenza sismica 14 gennaio - 1 settembre 1968 **Belice**



Argille scagliose

Calcari marnosi e marne ,

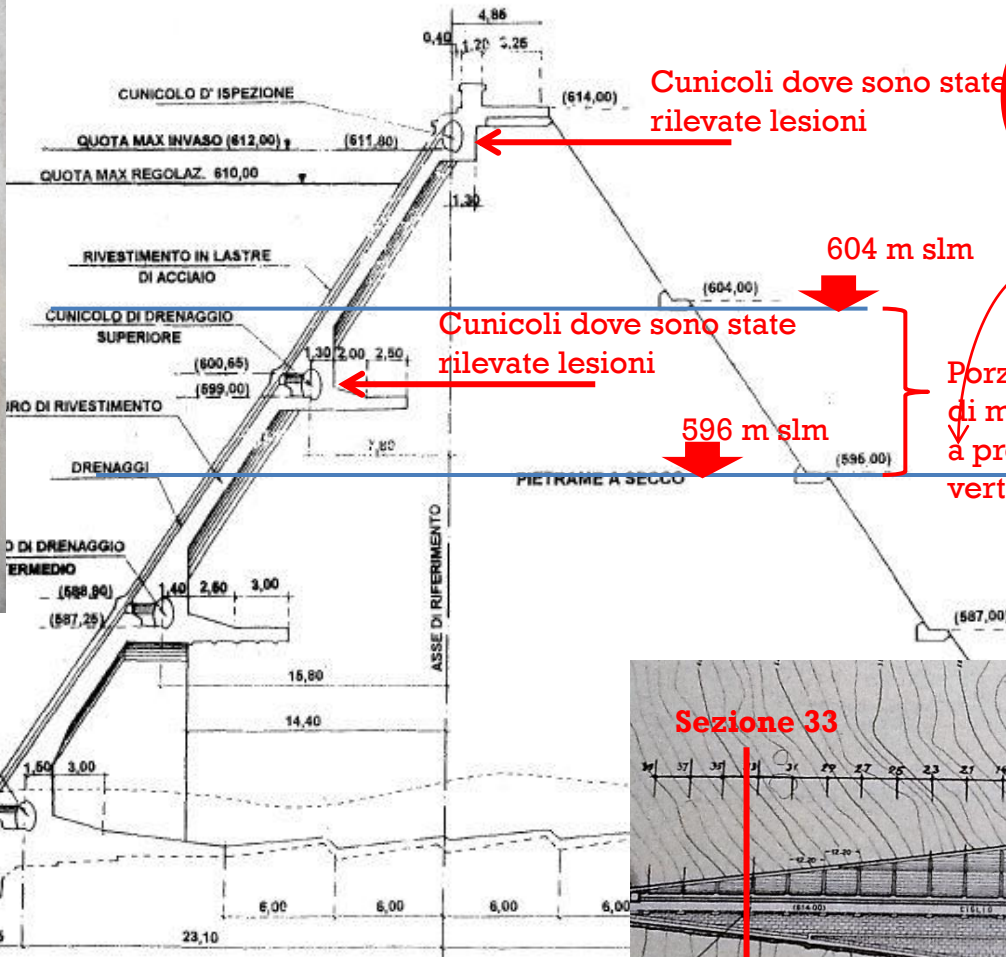
Contatto tettonico argille calcari



Diga di Piana degli albanesi - sequenza sismica 14 gennaio - 1 settembre 1968 **Belice** 18 eventi di magnitudo superiore a 4 evento di magnitudo massima 5.6 - L'evento prossimo alla data della segnalazione dell'incidente è quello del 12 febbraio 1968



SEZIONE TRASVERSALE TIPO



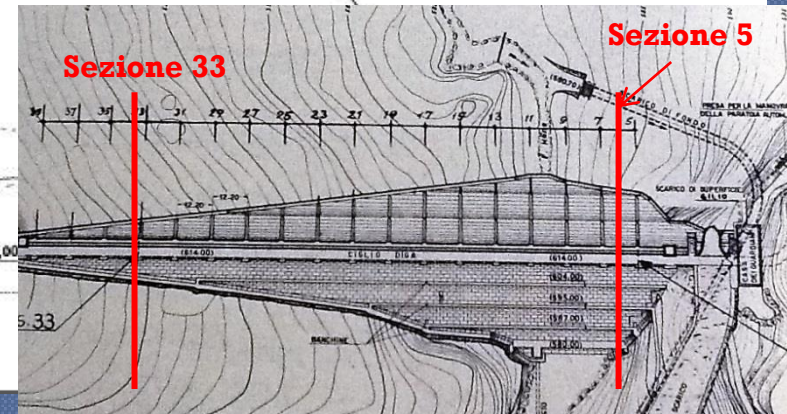
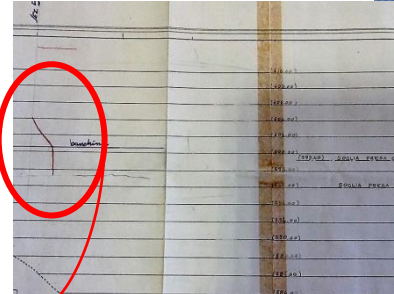
Cunicoli dove sono state rilevate lesioni

Cunicoli dove sono state rilevate lesioni

Porzione del paramento di monte Sezione 5 lesione a prevalente sviluppo verticale

604 m slm

596 m slm



Diga di Piana degli albanesi sequenza sismica 14 gennaio – 1 settembre 1968 Belice

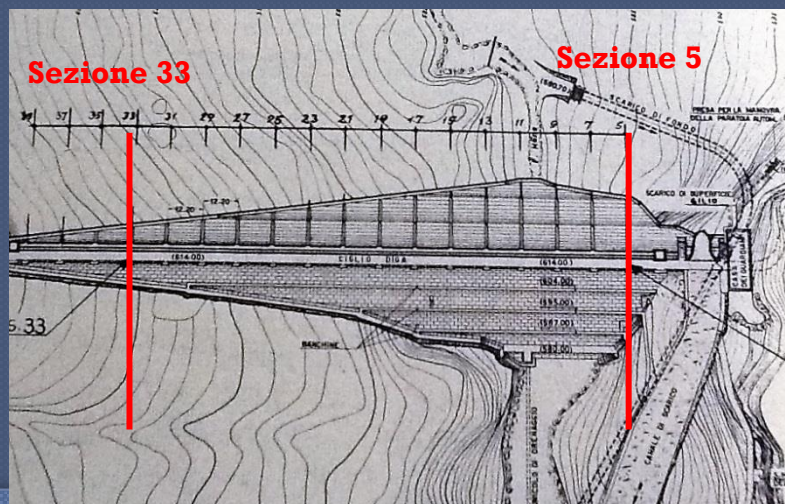


Lesione 33



16.04.2012

Lesione 5 lato monte e lato valle



Verbale di visita sopralluogo

L'anno 1900 sessantotto il giorno 24 del mese di febbraio, presso la Diga di Piana degli Albanesi in concessione all'Imal, sono presenti: l'Ing. Giuseppe Garvas dell'Ufficio del Genio Civile di Palermo, l'Ing. Giuseppe Spitalino, l'ingegnere Vincenzo Ponte, l'ingegnere l'Ing. Giuseppe Spitalino, l'ingegnere Vincenzo Ponte, l'ingegnere la ditta Arcoferro e il Geometra Donacoreo Francesco, tutti dall'Imal.

In quota d'intervento, al momento della visita (ore 14), di mt. 597,15. Alle quote si trova la porta di avvio del serbatoio è stata rilevata una ditta mt. 1 al sec. che di riserva nel sottostante serbatoio di Duse.

Si è fatta una minima visita ai controlli, rilevando quanto segue:

1°- Nel cunicolo di ispezione a quota mt. 611,80 dove è stata riscontrata la lesione orizzontale già segnalata nel verbale del 15/2/68, si è verificata la presenza di un altro tipo di lesione, consistente in una fenditura orizzontale di circa 14/2/68 al momento della visita. Si conviene di apporre nuove spie per controllare l'andamento delle lesioni.

2°- Nel cunicolo di drenaggio superiore a quota mt. 599,00 in corrispondenza della sezione 5 i vetri di spie sono intagliati, mentre si riscontrano delle lesioni sagittali orizzontali pressoché corrispondenti a quelle orizzontali riscontrate nel cunicolo di ispezione a quota 611,80. Anche qui si conviene di apporre dei vetri di spie per seguire l'andamento delle lesioni.

3°- Nel cunicolo di accesso centrale al cunicolo di drenaggio superiore, sempre a quota 599,00, è venuta spia col cuneo il 16/2/68 in corrispondenza di vecchie lesioni si sono ritrovate rotte. Si precisa che le vecchie lesioni di esse trattate, sono prossime al paramento di monte.

4°- Dalle accurate ispezioni eseguite al cunicolo inferiore a quota 587,25 e al cunicolo inferiore a quota 576,50 non si è riscontrata alcuna anomalia.

5°- La situazione delle paratie è data i seguenti risultati: cunicolo superiore e intermedio non valutabili per la sagittali; cunicolo inferiore 1,0,600 al sec.;

6°- La situazione delle paratie è data i seguenti risultati: cunicolo superiore e intermedio non valutabili per la sagittali; cunicolo inferiore 1,0,600 al sec.;

Continua la ispezione al paramento di monte che ha permesso di accertare l'andamento della lesione con andamento verticale fra quota 604 e quota 597 (vedi disegno allegato). Sono ignorati ulteriori accertamenti per identificare completamente la detta lesione. Il personale dell'Imal è sempre sul posto e segue continuamente la situazione. I telefoni sono in piena efficienza.

Fatto e approvato e sottoscritto:

16/2/68

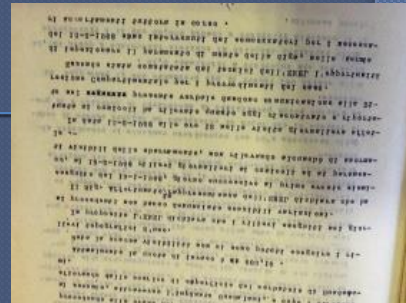
Diga di Piana degli albanesi - sequenza sismica 14 gennaio



- 1 settembre 1968 **Conseguenza del danno**

I danni alla struttura di sbarramento hanno reso necessario lo svasso completo del serbatoio

Lo scarico dalla derivazione e dal fondo hanno causato danni alle opere di valle, non sono presenti infrastrutture tra i due serbatoi.



Nota opera di sbarramento

Valle 24/6/68

- Regione sismica per il terremoto 1-2-75
- Piano quinquennale S. 5. Deriva centrale con S. 74
- La Regione, attraverso i comitati n. 298/68 e 282/68, ha incaricato la nostra ditta di elaborare un progetto di opere di sbarramento e di derivazione.
- Nel caso particolare di valle
- L'incarico è stato affidato alla nostra ditta.

Valle 27/6/68

Suppletiva L. 10/10/68 con S. 5. 28/10/68 in via parti anti.

Valle 4/6/68

Progetto del 1968 con S. 5. 28/10/68 in via parti anti.

Valle 5/6/68

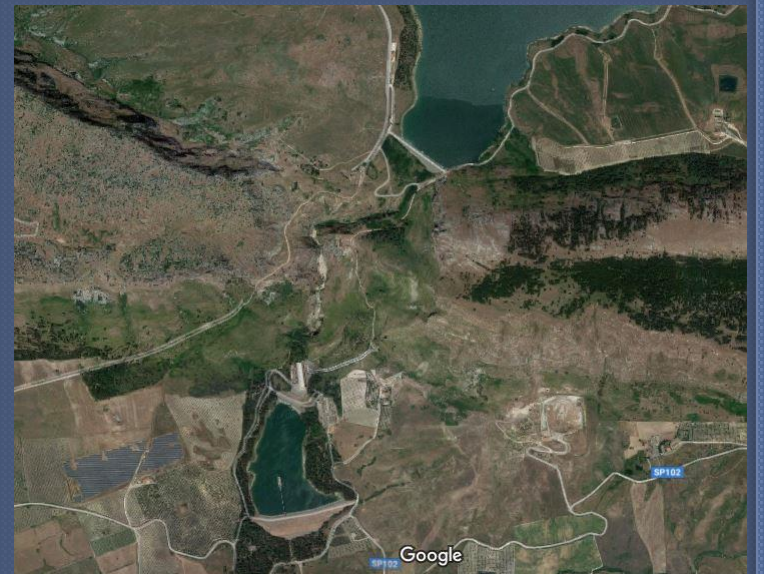
Per favore precezione il volume grande di lontananza del calcitrante forse N.O. lavori lavori s. 5. 28/10/68 in via parti anti.

Valle 5/6/68

Per favore precezione il volume grande di lontananza del calcitrante forse N.O. lavori lavori s. 5. 28/10/68 in via parti anti.



Guadalami valle

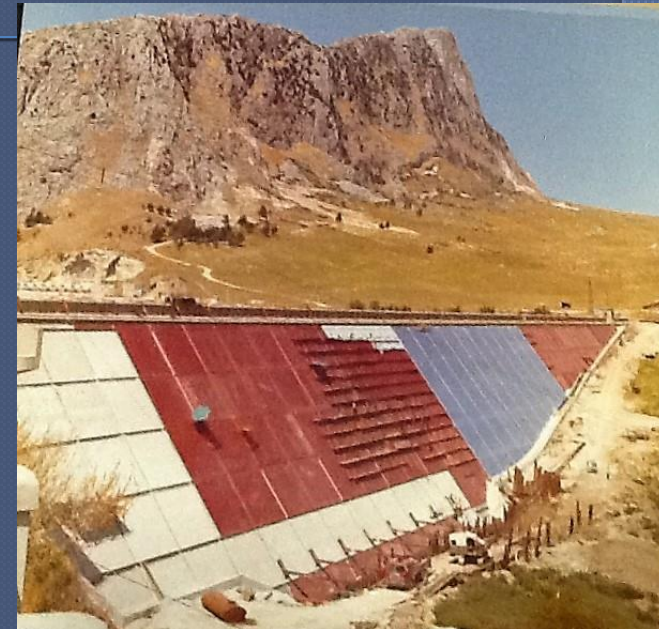
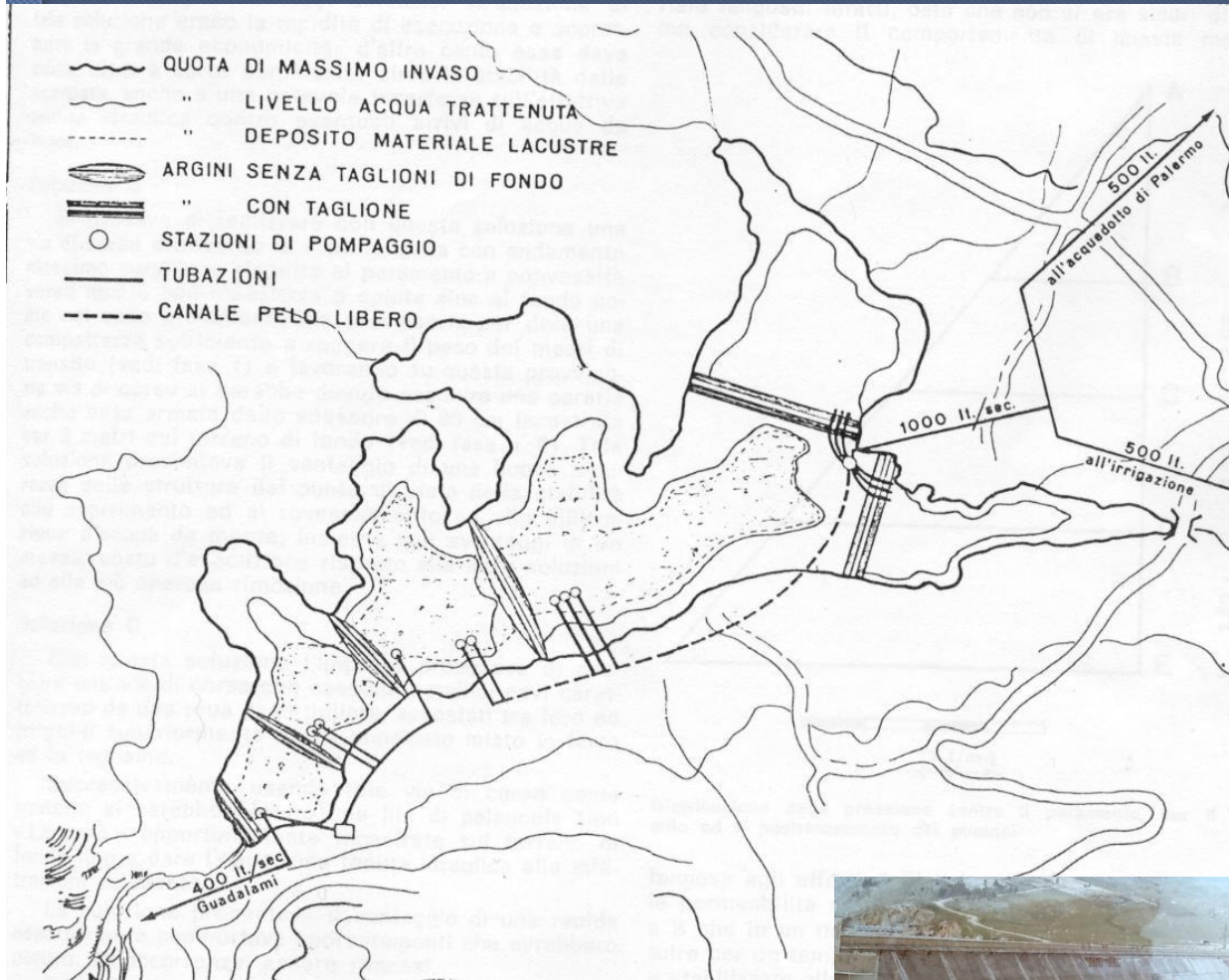


Guadalami monte



Diga di Piana degli albanesi sequenza sismica 14 gennaio - 1 settembre 1968

Conseguenza del danno



Il serbatoio è rimasto svasato per due anni circa con gravi disordini della popolazione



terremoto Lentini 13/12/1990 M=5.68+/-0.18

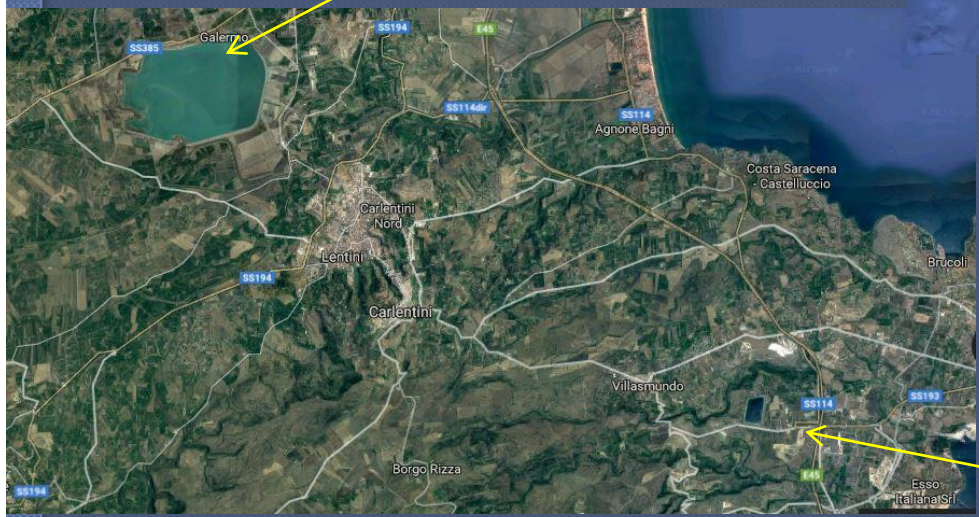
Vasca Ogliastro

Lago di Lentini



21/NOV/2013

Invaso di Lentini

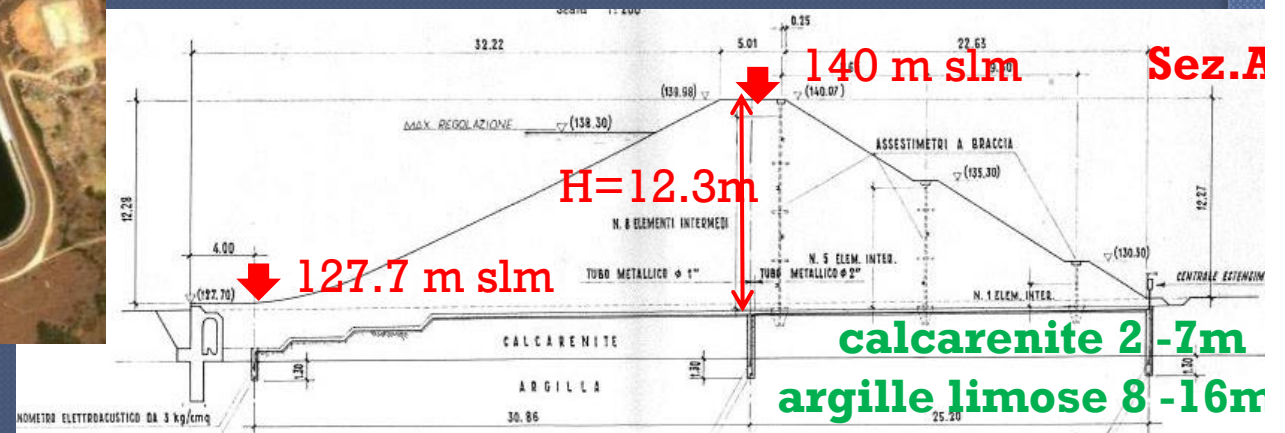


Vasca Ogliastro



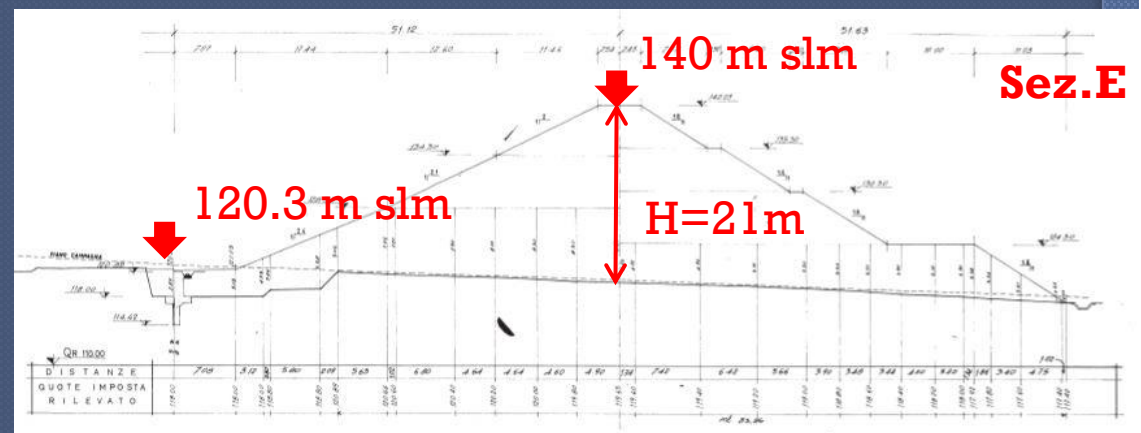
08.05.2006

Vasca Ogliastro terremoto Lentini 13/12/1990 M=5.68+/-0.18

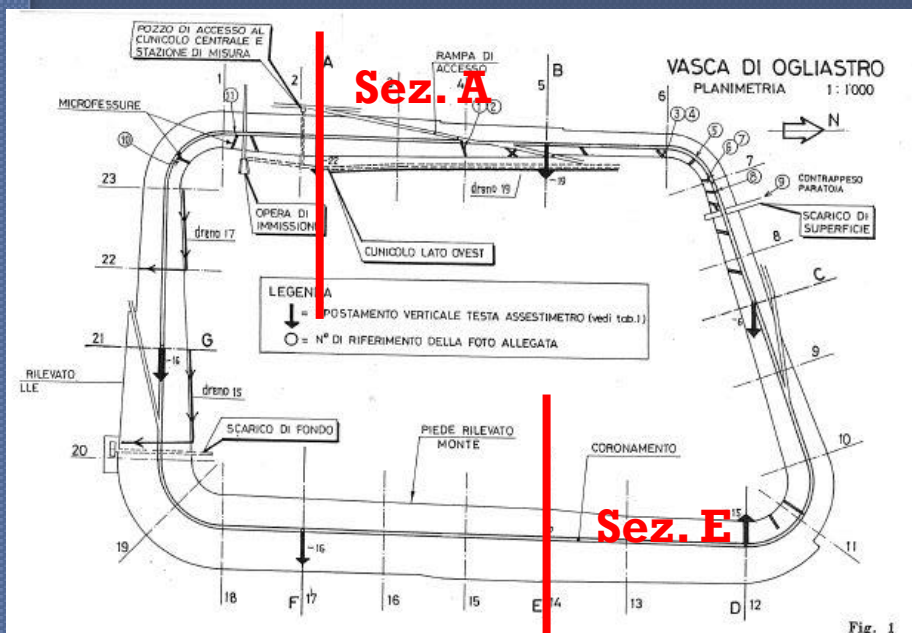
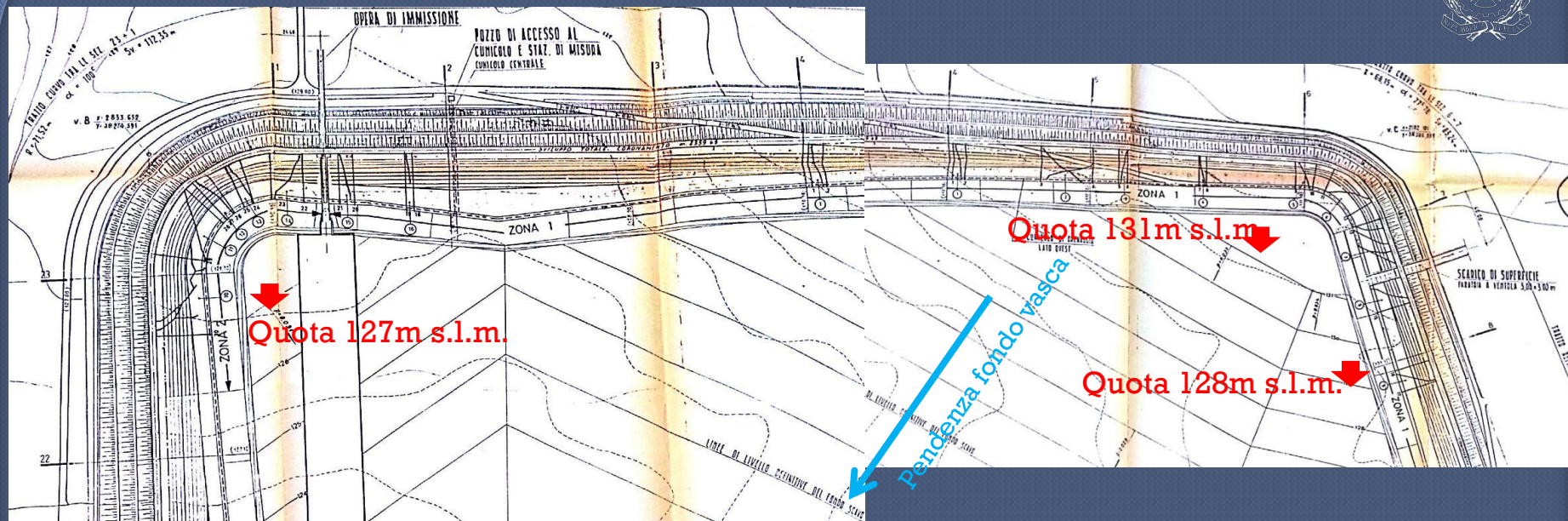


Il serbatoio è realizzato da un argine dello sviluppo di 2350m (750X500 m circa) capacità totale di $4.3 \times 10^6 \text{ m}^3$

Il rilevato omogeneo è costituito da ghiaia con sabbia (15%) e blocchi (25%)
Tenuta assicurata da un manto di conglomerato bituminoso chiuso



Vasca Ogliastro terremoto Lentini 13/12/1990 M=5.68+/-0.18



Sviluppo complessivo delle lesioni
Stimato pari a 1060 m
Fessura di lunghezza massima 48,5 m

Al momento del sisma il livello della vasca era 132 m s.l.m.

Il serbatoio è rimasto in esercizio,
Interventi di manutenzione sono stati periodicamente eseguiti

Vasca Ogliastro terremoto Lentini 13/12/1990 $M=5.68\pm 0.18$

Interventi



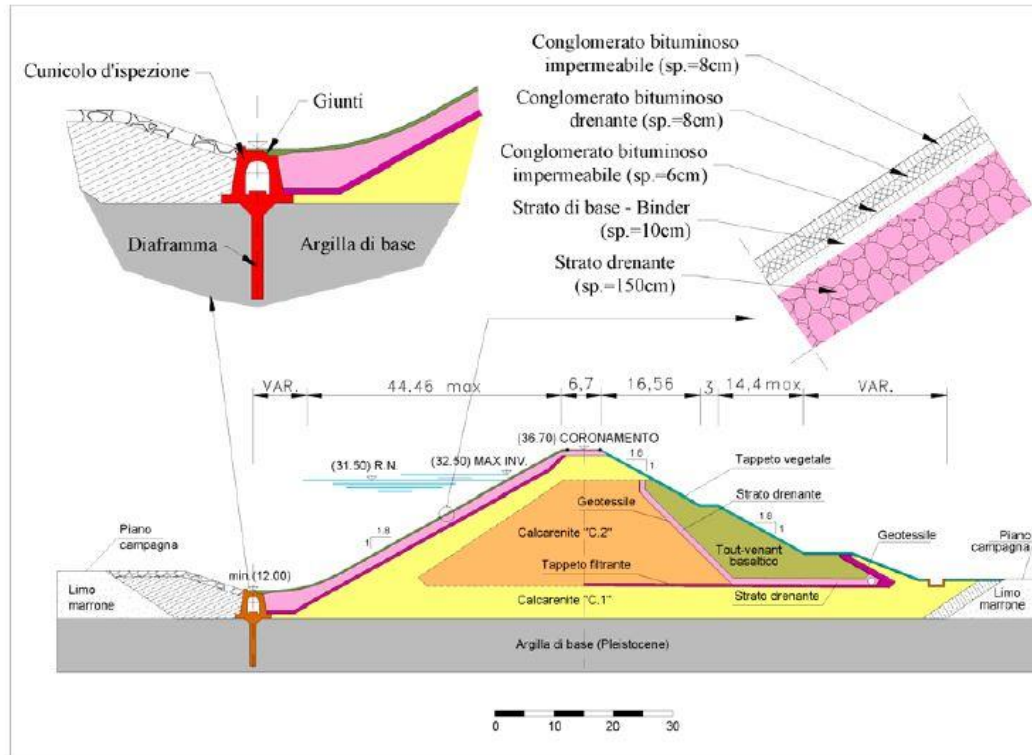


Fig.5 - Sezione tipo della diga



Considerazioni Conclusive

Salvaguardia dell'esistente

Pianificazione e programmazione degli interventi sulla base della conoscenza delle opere

Attenta gestione della diga nel territorio

Attuazione delle misure non strumentali per la difesa dagli eventi estremi previste dalle norme

Attuazione delle misure non strumentali per la gestione dei sedimenti previste dalle norme



Concessionario



Direzione Dighe



GRAZIE PER L'ATTENZIONE