



Diga S. Giacomo di Fraele

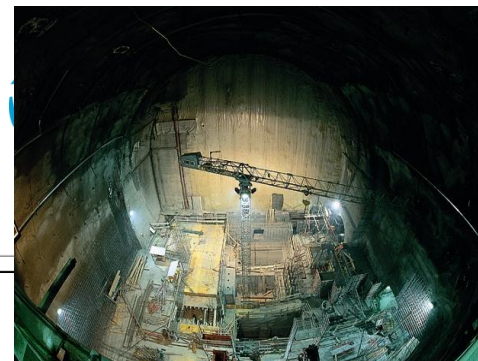
**Sintesi del ciclo di investimenti idro A2A negli anni 1998-2006
con focus sulla Centrale di San Giacomo di Fraele**

Ing. Roberto Castellano – A2A S.p.A./Generazione/Impianti Idroelettrici

Bormio, 26 settembre 2019

CICLO DI INVESTIMENTI 1998-2006

POTENZIAMENTO IMPIANTI VALTELLINA



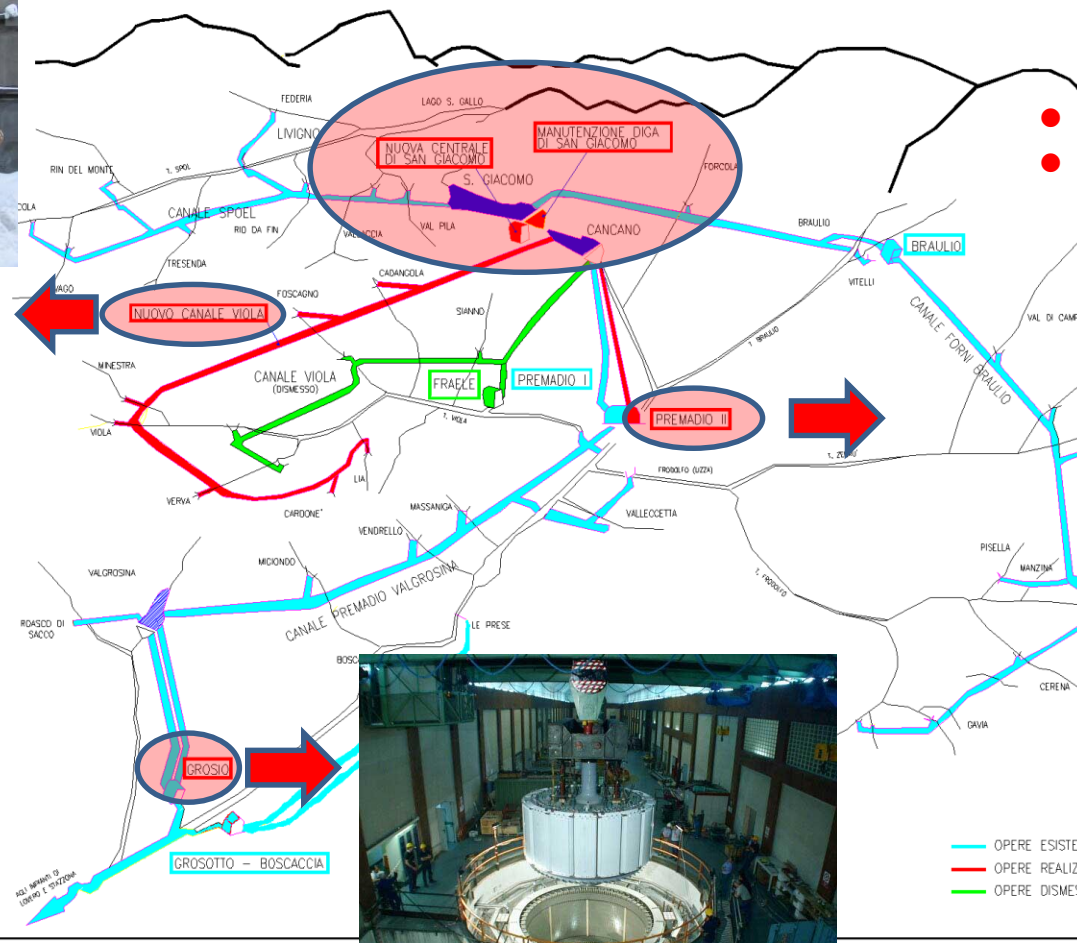
- ampliamento caverna
- nuova derivazione 3 km



- nuova C.F. $\varnothing=2100$
L=1000 m



- 3° Gruppo 79 MW



- 4° Gruppo 110 MW

2



- tunnel 20 km



- 7 opere di presa



- 400 kW

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

I SERBATOI CONTIGUI DI SAN GIACOMO E CANCANO



CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

SITUAZIONE CON VECCHIA CENTRALE



minore quota serbatoio di valle
determinato da diga Cancano I
e maggiore quota S. Giacomo
per assenza limitazione invaso



scarico verso Cancano
con vecchia centrale

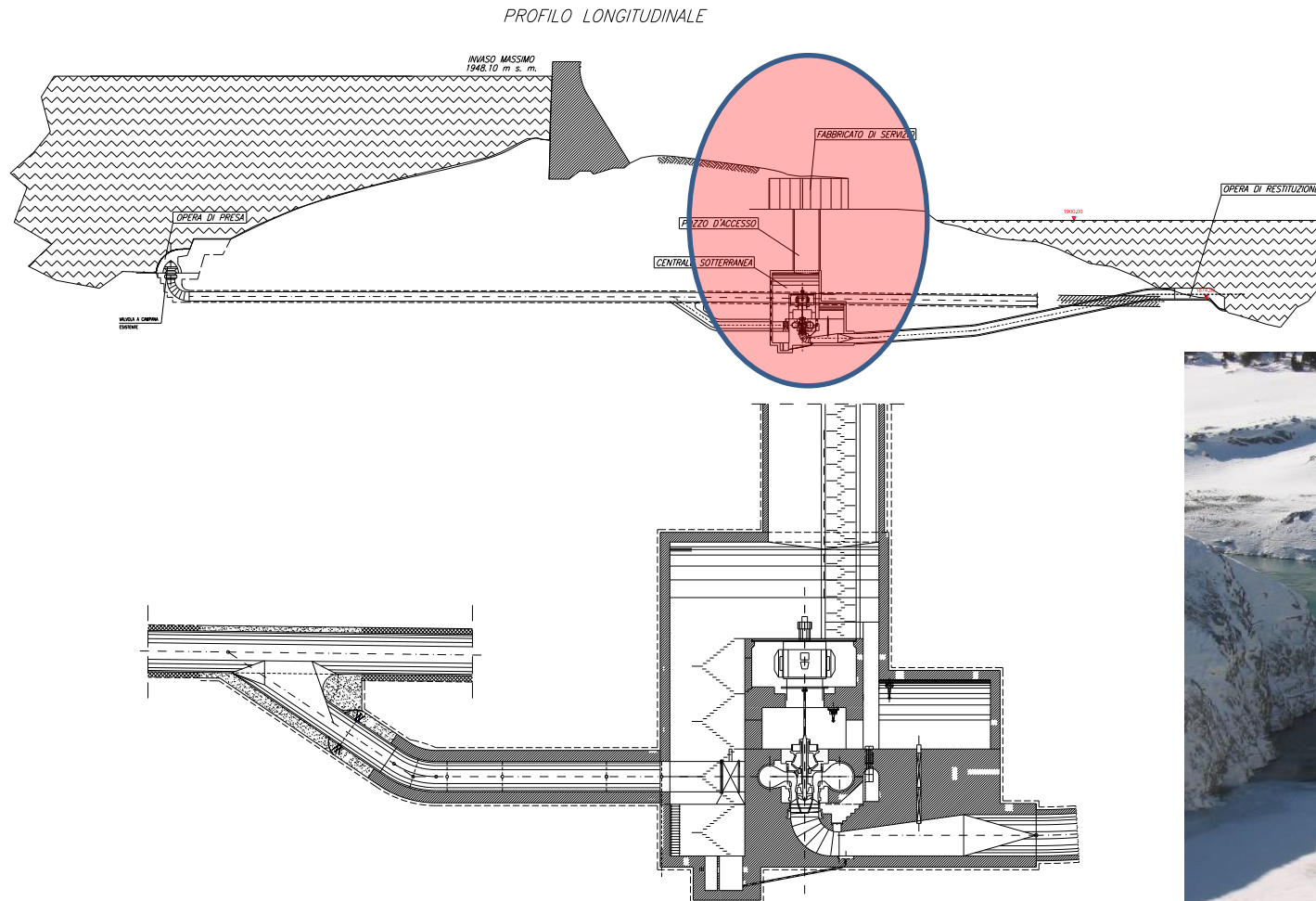
CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

LAVORI DIGA COMPLETATI E RIPRISTINO VOLUME INVASO



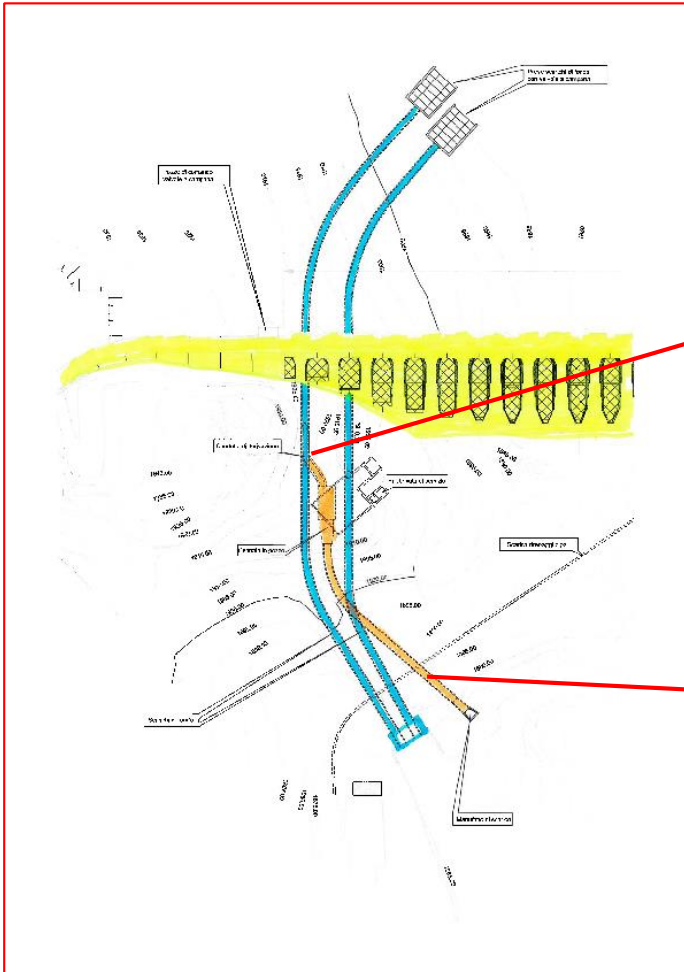
CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

IL LAY-OUT – SEZIONI LONGITUDINALI



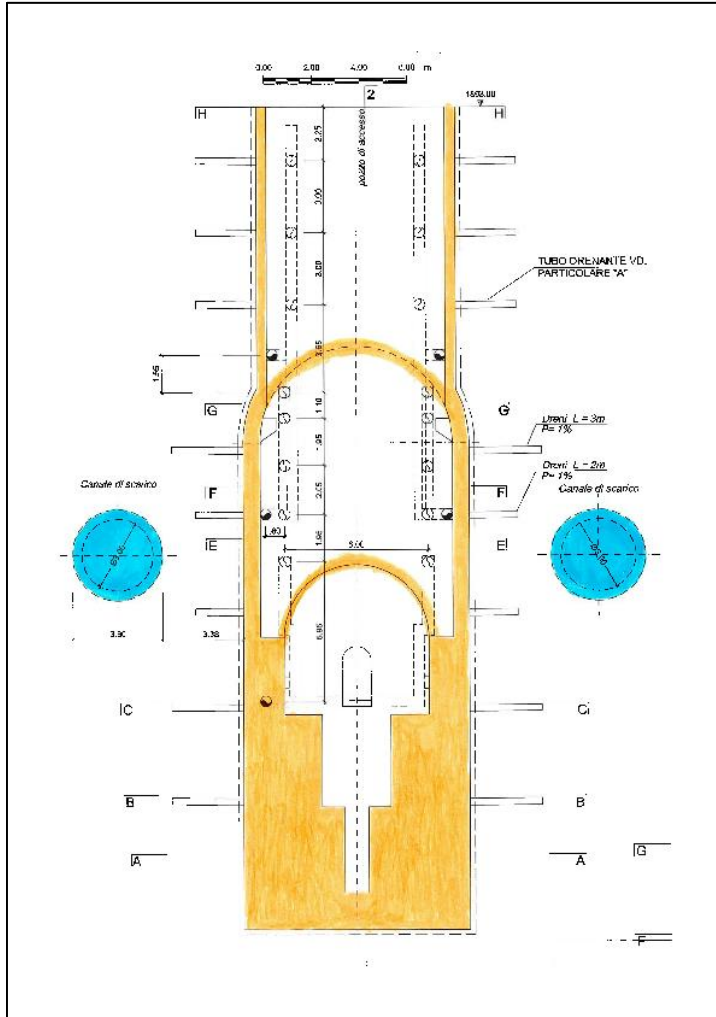
CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

IL LAY-OUT - PIANTA



CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

IL LAY-OUT – SEZIONE TRASVERSALE



CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

IL POZZO DI CENTRALE (profondità ~50 m)

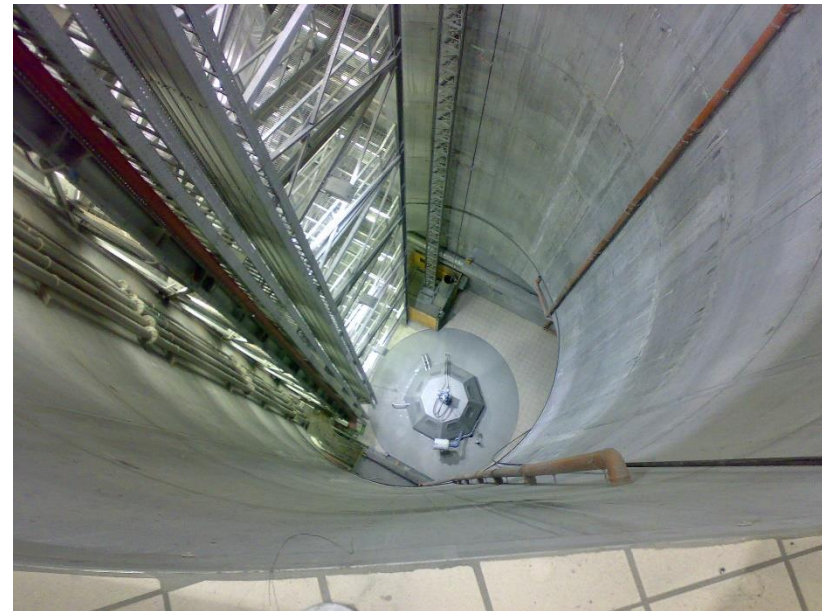


in costruzione



Santa Barbara

lavori completati

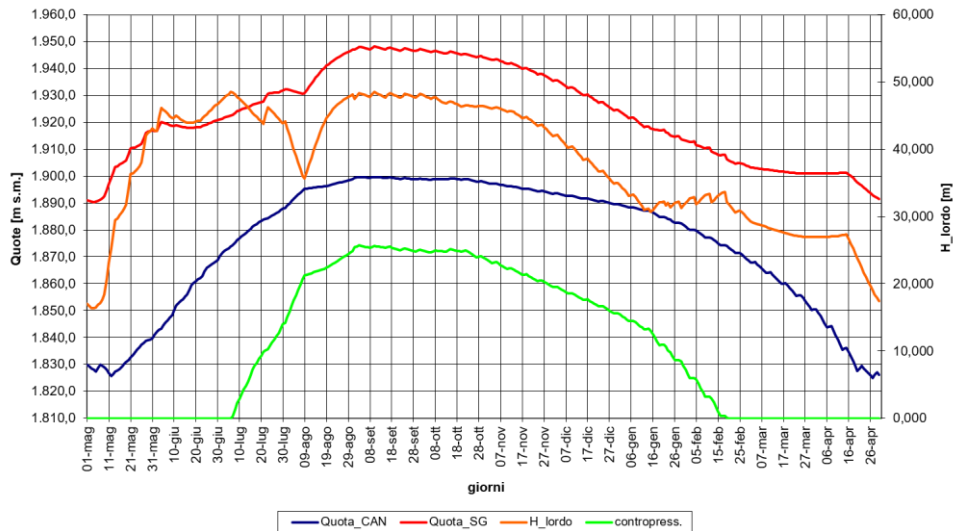


CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

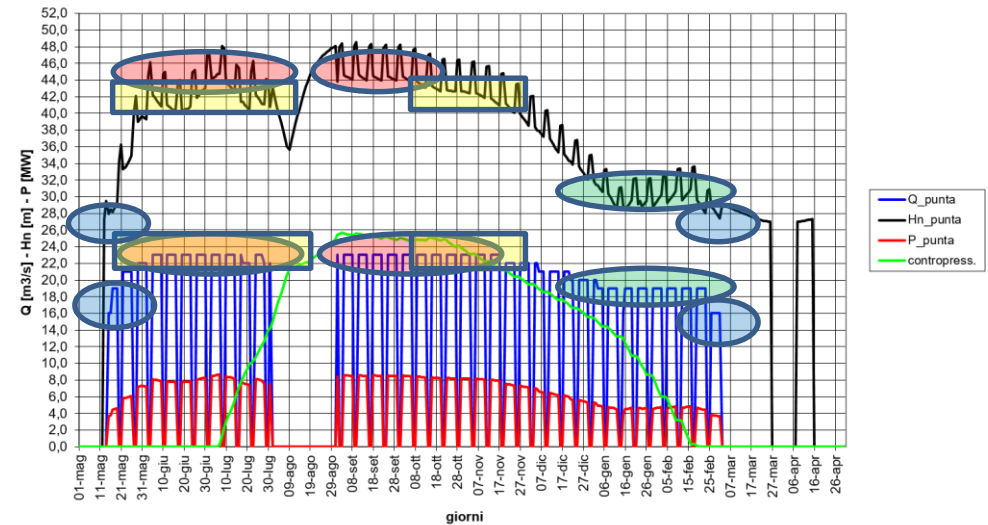
QUOTE INVASI => SALTII, PORTATE E POTENZE



C.le San Giacomo



C.le San Giacomo - ore di punta



$$1. \quad Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{lordo}} = 49.00 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 45.10 \text{ m}$$

η_I

$$2. \quad Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{lordo}} = 45.00 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 41.10 \text{ m}$$

η_{II}

$$3. \quad Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{lordo}} = 32.70 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 30.00 \text{ m}$$

η_{III}

$$4. \quad Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}, H_{\text{lordo}} = 26.90 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 25.00 \text{ m}$$

η_{IV}

1. $Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{lordo} = 49.00 \text{ m} \Rightarrow H_{netto} = 45.10 \text{ m}$ η_I

2. $Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{lordo} = 45.00 \text{ m} \Rightarrow H_{netto} = 41.10 \text{ m}$ η_{II}

3. $Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{lordo} = 32.70 \text{ m} \Rightarrow H_{netto} = 30.00 \text{ m}$ η_{III}

4. $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{lordo} = 26.90 \text{ m} \Rightarrow H_{netto} = 25.00 \text{ m}$ η_{IV}

A partire da tali valori, espressi in punti percentuali, è definito il rendimento convenzionale (per le sopra indicate condizioni di riferimento)

$$\eta_x = 0.7 \eta_{10/10} + 0.15 \eta_{8/10} + 0.15 \eta_{4/10}$$

Il Rendimento Convenzionale Totale, che verrà premiato secondo quanto indicato nei documenti di Gara d'Appalto, sarà il seguente, in funzione delle sopra indicate condizioni di riferimento:

$$\eta_{TOT} = 0.30 \eta_I + 0.50 \eta_{II} + 0.15 \eta_{III} + 0.05 \eta_{IV}$$

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

RENDIMENTI GARANTITI IN ESITO GARA APPALTO



1. $Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{lordo}} = 49.00 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 45.10 \text{ m}$ η_{I}

2. $Q = 23 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{lordo}} = 45.00 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 41.10 \text{ m}$ η_{II}

3. $Q = 19 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{lordo}} = 32.70 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 30.00 \text{ m}$ η_{III}

4. $Q = 16 \text{ m}^3/\text{s}$, $H_{\text{lordo}} = 26.90 \text{ m} \Rightarrow H_{\text{netto}} = 25.00 \text{ m}$ η_{IV}

$$\eta_x = 0.7 \eta_{10/10} + 0.15 \eta_{8/10} + 0.15 \eta_{4/10}$$

$$\eta_{\text{TOT}} = 0.30 \eta_{\text{I}} + 0.50 \eta_{\text{II}} + 0.15 \eta_{\text{III}} + 0.05 \eta_{\text{IV}}$$

**Rendimento
convenzionale
garantito in esito
Gara d'Appalto**

Salto motore	(m)	45.10	41.10	30.00	25.00
Portata assorbita	(m ³ /s)	23.00	23.00	19.00	16.00
Potenza resa	(kW)	9454	8569	5083	3514
Rendimento a 10/10	(%)	93.00	92.50	91.00	89.55
Rendimento a 8/10	(%)	93.56	93.55	90.90	88.70
Rendimento a 4/10	(%)	90.50	90.50	86.80	80.05
Rend. medio convenzionale	(%)	92.71	92.36	90.36	88.00

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

IL MACCHINARIO PRINCIPALE



Turbina

Costruttore: *Voith Siemens Hydro Power Generation*

Tipo: Kaplan ad asse verticale biregolante

Matricola: 19317

Anno: 2004

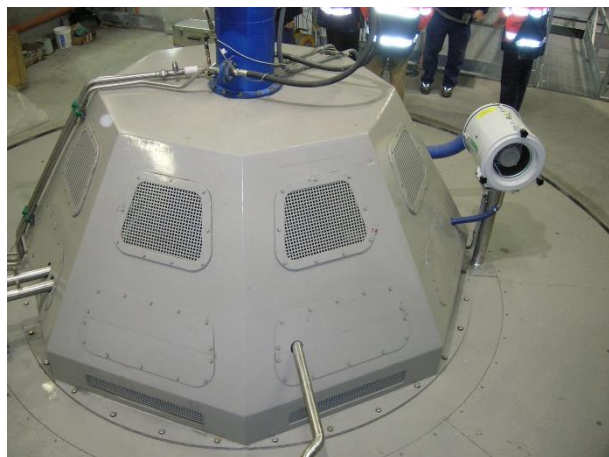
Dati nominali

Portata: 23 m³/s

Salto motore: 45.1 m

Potenza resa: 9454 kW

Velocità: 428.6 giri/min.



Generatore

Costruttore: *ALSTOM Power Environment Hydro*

Tipo: sincro trifase SAV 270/65/14

Matricola: n° T G0N064

Anno: 2005

Dati nominali

Potenza: 12500 kVA

Tensione: 10000 ± 5% volt

Corrente: 722 ± 5% A

cosφ: 0.85

frequenza: 50 Hz

Eccitazione: 70 volt, 735 A

Velocità: 428.6 giri/min

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

RENDIMENTI MISURATI



Rendimenti garantiti

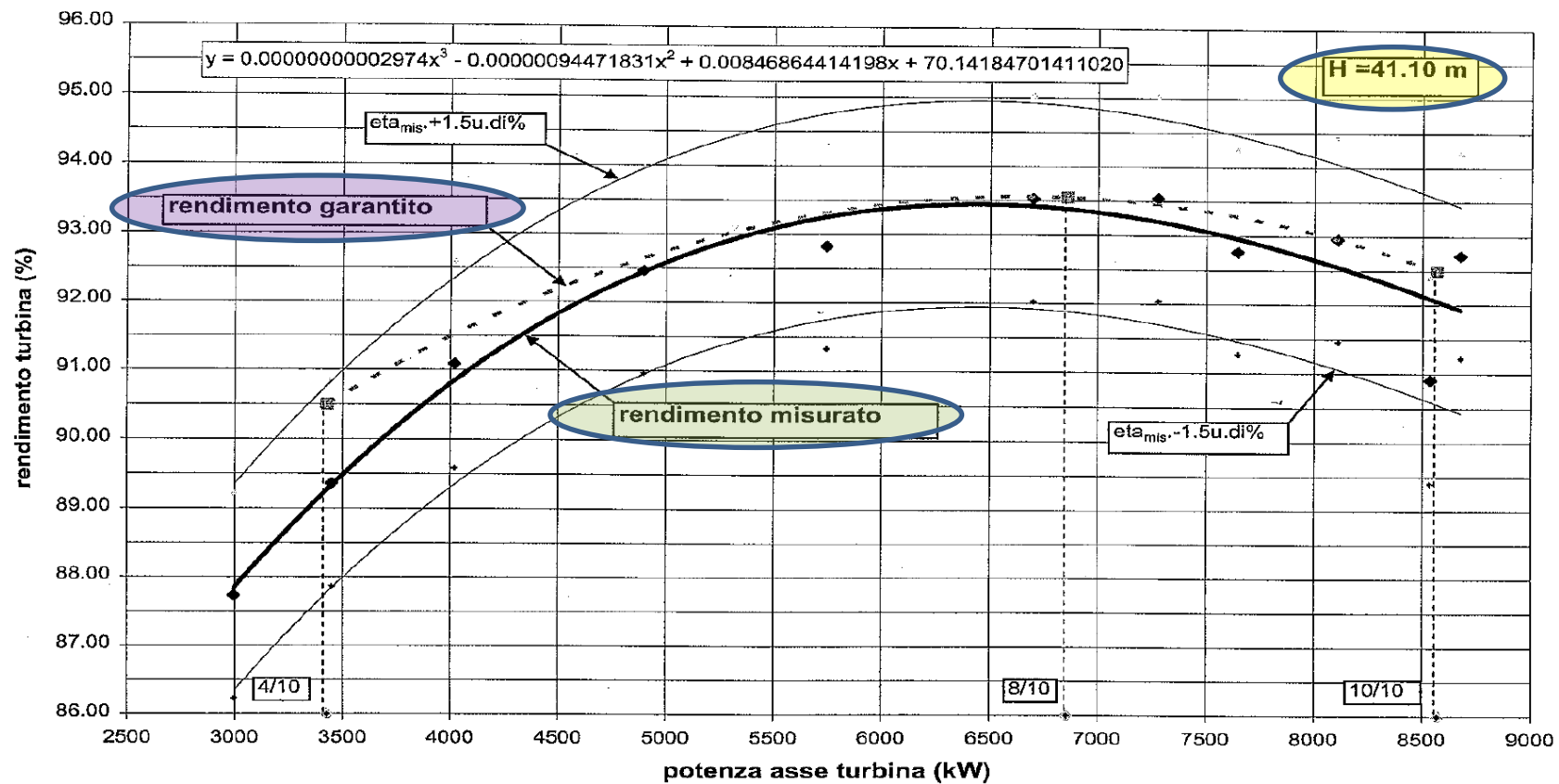
Salto motore	(m)	45.10	41.10	30.00	25.00
Portata assorbita	(m ³ /s)	23.00	23.00	19.00	16.00
Potenza resa	(kW)	9454	8569	5083	3514
Rendimento a 10/10	(%)	93.00	92.50	91.00	89.55
Rendimento a 8/10	(%)	93.56	93.55	90.90	88.70
Rendimento a 4/10	(%)	90.50	90.50	86.80	80.05
Rend. medio convenzionale	(%)	92.71	92.36	90.36	88.00

Rendimenti conseguiti

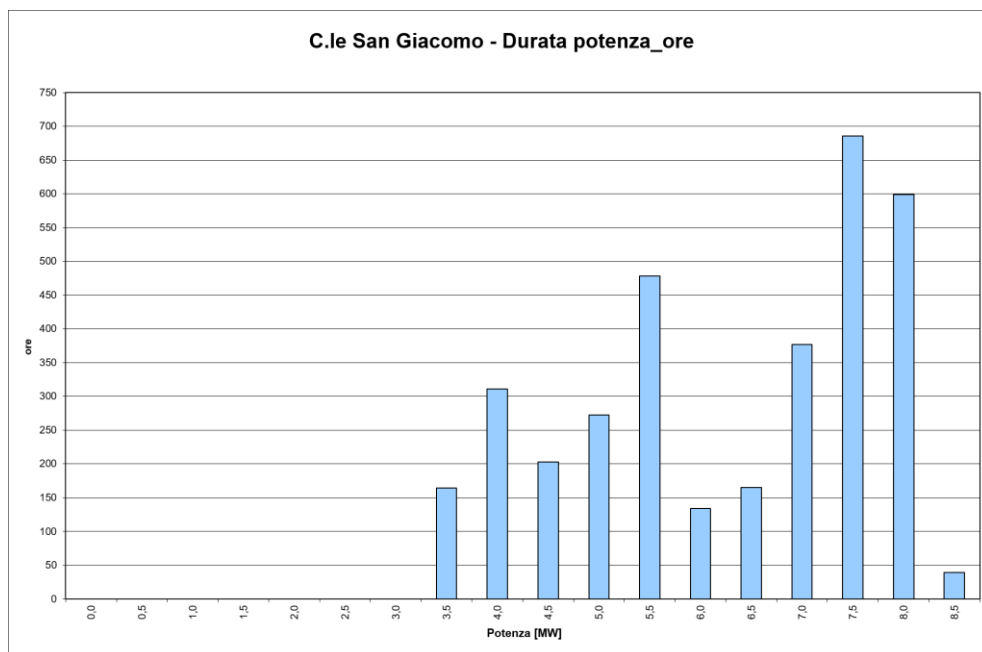
Salto	(m)	41.10		
Potenza	(decimi)	4	8	10
Potenza	(kW)	3427.6	6855.2	8569.0
rendimento misurato	(%)	89.27	93.38	92.05
Rendimento garantito	(%)	90.50	93.55	92.50
Ponderazione		0.15	0.15	0.7
Rend. medio misurato	(%)	91.83		
Rend. medio convenzionale	(%)	92.36		

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

RENDIMENTI MISURATI



PRODUZIONE STIMATA:



~ 23000 MWh/anno

PRODUZIONE CONSEGUITA:

anno	KWh
2007	20.077.952
2008	22.254.400
2009	26.711.920
2010	24.145.600
2011	28.335.280
2012	27.613.520
2013	25.433.680
2014	23.845.600
2015	25.672.720
2016	27.441.680
2017	25.009.680
2018	27.589.320

~ 25300 MWh/anno

PRODUZIONE MEDIA VECCHIA CENTRALE: ~ 11000 MWh/anno

NO POMPAGGIO?

- Salto e Portata molto variabili => KAPLAN
(pertanto no macchina reversibile bensì pompa dedicata)
- costi per pompa e per maggiori opere civili
- quota invaso di valle (Cancano) spesso inferiore alla minima per pompaggio



NO CONVENIENZA ECONOMICA

CENTRALE SAN GIACOMO DI FRAELE

INSERIMENTO AMBIENTALE



in costruzione

lavori completati



A domani per la visita!

GRAZIE PER L'ATTENZIONE