

# REGIONE CAMPANIA

Acqua Campania S.p.A.

UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE  
DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO E  
POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE  
POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

*Stralcio Allegato IV D.L. 31.05.2021 n.77 - L. di conversione 21.07.2021 n.108*

Responsabile Unico del Procedimento  
Dirigente Ciclo Integrato delle Acque della G.R. della Campania  
Ing. Rosario Manzi

Il Concessionario  
**Acqua Campania S.p.A.**  
Direttore Generale  
Area Tecnica  
(Ing. Gianluca Maria SALVIA)  


I Progettisti



Coordinatore responsabile della  
Integrazione delle Prestazioni  
Specialistiche

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Dicembre 2021	EMISSIONE PER VIA	---	---	---
TITOLO :  RELAZIONE TECNICA - IMPIANTO IDROELETTRICO			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A.  		
Allegato	ED.02.8		Revisione:	0	Scala: -

## **INDICE**

<b>1</b>	<b>GENERALITA' DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI IN AREA IMPIANTI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DATI CARATTERISTICI DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI MONTERONE E SCELTA DELLE TURBINE .....</b>	<b>11</b>
2.1	POTENZA MASSIMA INSTALLABILE IN IMPIANTO .....	15
2.2	POTENZA NOMINALE D'IMPIANTO O POTENZA MEDIA DI CONCESSIONE.....	17
2.3	POTENZA MEDIA NETTA ED ENERGIA PRODUCIBILE .....	18
2.3.1	Dettaglio mensile della producibilità .....	18
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE E CONSISTENZA DELLA FORNITURA .....</b>	<b>21</b>
3.1	MACCHINARI IDRAULICI .....	21
3.1.1	Turbina Francis .....	21
3.1.1.1	Verniciatura .....	25
3.1.2	Turbina Pelton .....	26
3.1.2.1	Verniciatura .....	30
3.2	VALVOLE A FARFALLA DI MACCHINA – 2 X DN1000 - PN16 .....	31
3.2.1	caratteristiche funzionali e costruttive: .....	31
3.2.2	materiali: .....	31
3.2.3	protezione delle superfici: .....	31
3.2.4	collaudo idraulico (DIN 3230 parte 4): .....	31
3.3	VALVOLA DI BY-PASS .....	32
3.4	GIUNTI DI SMONTAGGIO A TRE FLANGE – DN1000/1200 PN16 .....	35
3.4.1	caratteristiche funzionali e costruttive: .....	35
3.4.2	materiali: .....	35
3.4.3	protezione delle superfici: .....	35
3.5	GENERATORI.....	36
3.5.1	Accessori .....	39
3.6	CENTRALINE OLEODINAMICHE .....	40
3.7	TRASFORMATORI ELEVATORI E TRASFORMATORE PER I SERVIZI AUSILIARI .....	42
3.8	STRUMENTAZIONE .....	46
3.9	SISTEMA DI AUTOMAZIONE, PROTEZIONE E CONTROLLO .....	47
3.9.1	Generalità .....	47
3.9.2	Architettura dell'automazione .....	47
3.9.3	Gestione dei gruppi idroelettrici .....	47
3.9.4	Servizi Generali d'impianto .....	51
3.9.5	Funzionamento in regolazione in AUTOMATICO ESTERNO .....	51

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*

3.9.5.1	Regolazione di 1° livello: Programmazione di carico	52
3.9.5.2	Regolazione di 2° livello: livello, pressione o portata di valle	53
3.9.6	Funzionamento in ISOLA	55
3.9.7	Elenco dei quadri tipici di Protezione e Controllo	55
3.10	SEZIONE MT .....	56
3.10.1	Cella Risalita cavi	56
3.10.2	Cella Dispositivo Generale	56
3.10.3	Cella Misure	57
3.10.4	Quadro MT di potenza (Armadio interruttore Gruppo 1 e Gruppo 2)	57
3.10.5	Accessori	58
<b>4</b>	<b>TRANSITORIO IDRAULICO E SOVRAPPRESSIONE IN CONDOTTA GENERATI DALLE TURBINE (COLPO D'ARIETE) .....</b>	<b>58</b>
4.1	SOVRAPRESSIONI IN CONDOTTA .....	58
4.1.1	Sovrappressione in condotta per chiusura rapida distributori in $T_c = 12$ s	59
<b>5</b>	<b>VALORE ECONOMICO INDICATIVO DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>ITER AUTORIZZATIVO E CONCESSORIO PER L'IMPIANTO IDROELETTRICO .....</b>	<b>66</b>

## 1 GENERALITA' DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI IN AREA IMPIANTI

Il progetto di seguito dettagliato è stato impostato su standard di performance e qualità elevati, nella prospettiva di realizzare un impianto tecnicamente idoneo, efficiente e rispondente ai più aggiornati requisiti di sicurezza e affidabilità, in grado di ottimizzare le funzionalità dell'intero schema idraulico a valle della diga di Campolattaro.

Il progetto prevede lo sfruttamento delle potenzialità idroelettriche dello schema idraulico a valle della diga di Campolattaro, sita nel Comune omonimo in provincia di Benevento, alimentata dal fiume Tammaro e torrente Tammarecchia, con le seguenti caratteristiche specifiche:

- ✓ Bacino sotteso dalla sezione di sbarramento sul Tammaro: **256 km<sup>2</sup>**;
- ✓ Bacino sotteso dalla sezione di sbarramento sul Tammarecchia: **95 km<sup>2</sup>**;
- ✓ Diga tipo in terra zonata con nucleo impermeabile;
- ✓ Piano del coronamento: **386,6 m s.l.m.**;
- ✓ Larghezza del coronamento: **9,0 m**;
- ✓ Sviluppo del coronamento: **808,0 m**;
- ✓ Altezza del rilevato sul punto più depresso della fondazione: **60,1 m**;
- ✓ Livello di massimo invaso: **381,5 m s.l.m.**;
- ✓ Volume invaso a quota di max invaso: **156 Mm<sup>3</sup>**;
- ✓ Superficie liquida a quota di max invaso: **7,8 Km<sup>2</sup>**;
- ✓ Livello di ritenuta normale: **377,25 m s.l.m.**;
- ✓ Volume invaso a quota di ritenuta norm.: **125 Mm<sup>3</sup>**;
- ✓ Superficie liquida a quota di ritenuta norm.: **6,9 Km<sup>2</sup>**;
- ✓ Capacità utile di invaso per la regolazione a scopo irriguo: **109 Mm<sup>3</sup>**



Diga di Campolattaro

Le opere idrauliche ad oggi realizzate al servizio della diga sono:

- 2 scarichi di derivazione
- 2 scarichi di fondo
- 2 scarichi di superficie a calice
- pozzo di presa con relativo collegamento in galleria allo scarico di derivazione
- opera di derivazione dall'alveo del torrente Tammarecchia

Le opere di completamento previste invece sono:

- una galleria di derivazione con diametro interno di 4,20 m. e condotta di derivazione DN 2200, lunga circa 7,0 Km
- un pozzo piezometrico in prossimità dell'uscita dalla galleria di derivazione
- una condotta forzata DN1800 x 610 m di alimentazione della centrale idroelettrica
- la centrale idroelettrica in area impianti
- un impianto di potabilizzazione da 3.000 l/s
- un serbatoio di accumulo semi interrato da 30.000 mc
- un impianto di sollevamento per una portata di 500 l/s e relativa condotta premente DN600 per l'Alto Calore di circa 8,3 Km di sviluppo
- una condotta adduttrice per acqua potabilizzata DN1500 lunga circa 32 Km destinata ad alimentare la direttrice principale dell'Acquedotto Campano, per una portata complessiva massima di 3.000 l/s
- una condotta adduttrice DN1800/1700/1200 per circa 21 Km ad uso irriguo, con una portata complessiva di 2.000 l/s (con massima di 3.660 l/s).
- una nuova derivazione dall'Acquedotto Campano del Torano Biferno a servizio della Valle Telesina e della città di Benevento realizzata con nuova condotta DN700 lunga circa 32 Km in sostituzione dell'esistente DN500.

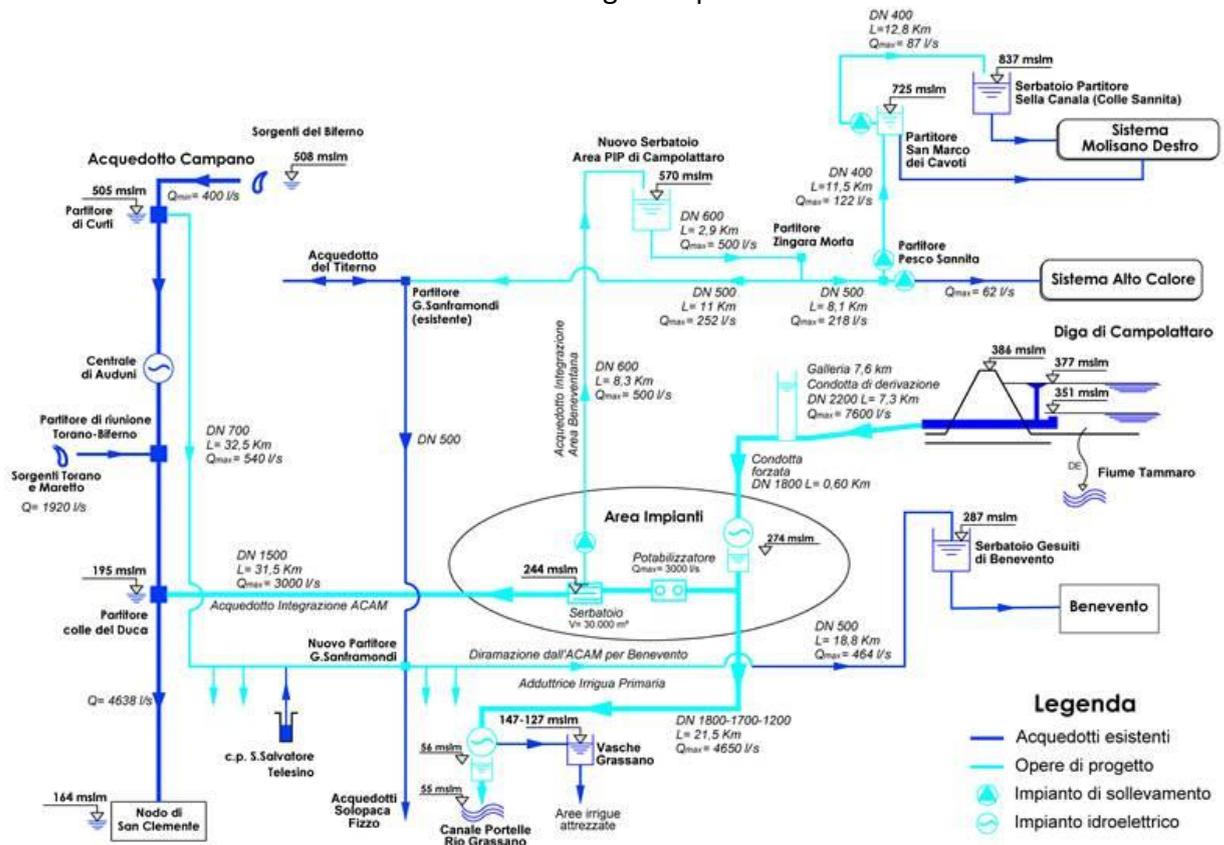
Di seguito viene rimessa una foto della zona dove verranno a ricadere i principali impianti ed infrastrutture del progetto (centrale idroelettrica, impianto di potabilizzazione, serbatoio di accumulo e impianto di sollevamento verso l'Alto Calore).

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
*UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA*



Località Monterone destinata agli impianti

Lo schema idraulico dell'intero sistema è di seguito riportato:



Schema idraulico

La risorsa idrica sarà utilizzata per i seguenti comparti:

- **ambientale**: costituito dal Deflusso Ecologico (DE) del fiume Tammaro a valle diga, e del torrente Tammarecchia a valle della traversa di derivazione, da rilasciare in alveo;
- **potabile**: costituito dall'alimentazione dei bacini di utenza ricadenti negli ATO 1, 2, 3 e 5;
- **irriguo**: costituito dal fabbisogno del comprensorio "Valle Telesina" gestito dal Consorzio di Bonifica Sannio Alifano.

Mentre i primi due saranno già a regime con la realizzazione delle principali opere in progetto, compresa la centrale idroelettrica di Monterone, per il comparto irriguo si presenterà un primo scenario "TRANSITORIO" ed uno successivo "A REGIME", in relazione alla costruzione di tutte le opere ed infrastrutture necessarie per la realizzazione dell'intero schema irriguo definitivo.

In particolare per il comparto irriguo si determinerà un primo scenario TRANSITORIO in cui il volume derivato verrà utilizzato per i fabbisogni attuali delle aree attrezzate a valle delle vasche esistenti di Grassano a San Salvatore Telesino durante il periodo irriguo e per la produzione di energia elettrica durante tutto l'anno.

Nello scenario A REGIME invece il volume derivato per il comparto irriguo verrà

utilizzato solamente nei mesi da maggio a settembre per irrigare 15000 ha di aree attrezzate (completa espansione irrigua). Il fabbisogno irriguo sarà quello riferito al "Clima Futuro" con una sensibile riduzione della piovosità media.

Per cui, riportando in tabella le portate medie mensili defluenti dalla diga di Campolattaro corrispondenti ai suddetti scenari:

### TOTALE USCITE DALLA DIGA DI CAMPOLATTARO (m<sup>3</sup>/s)

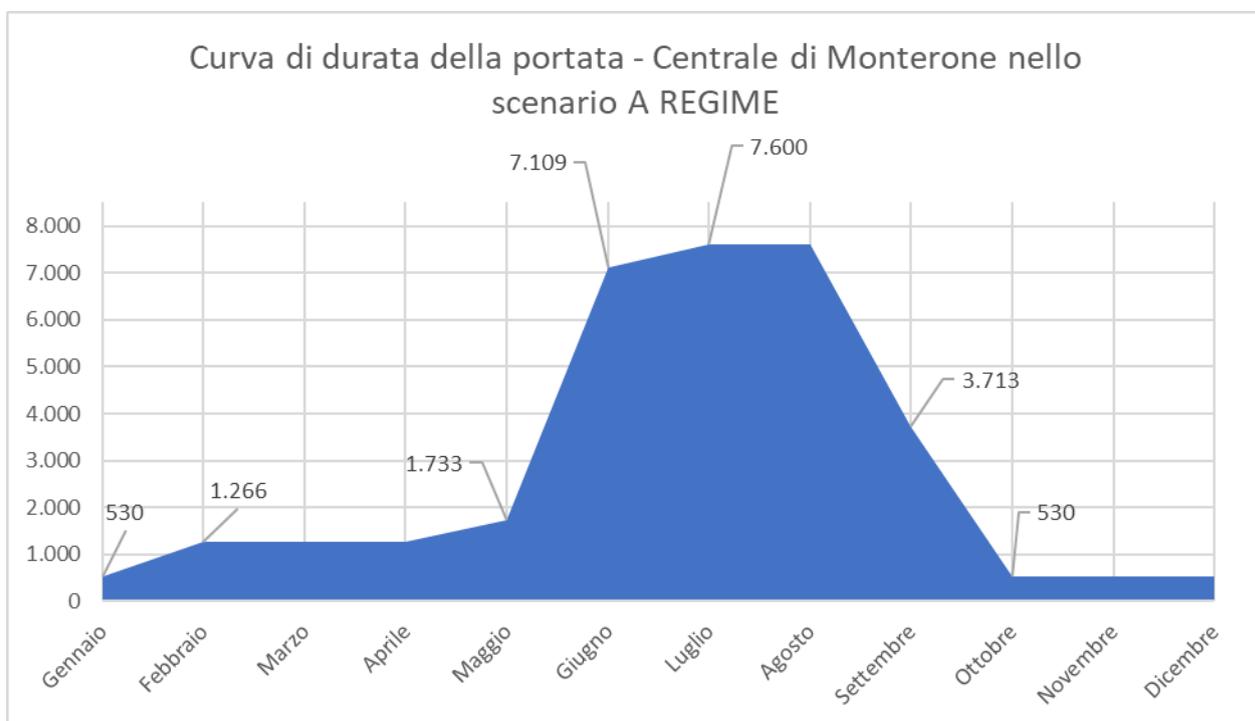
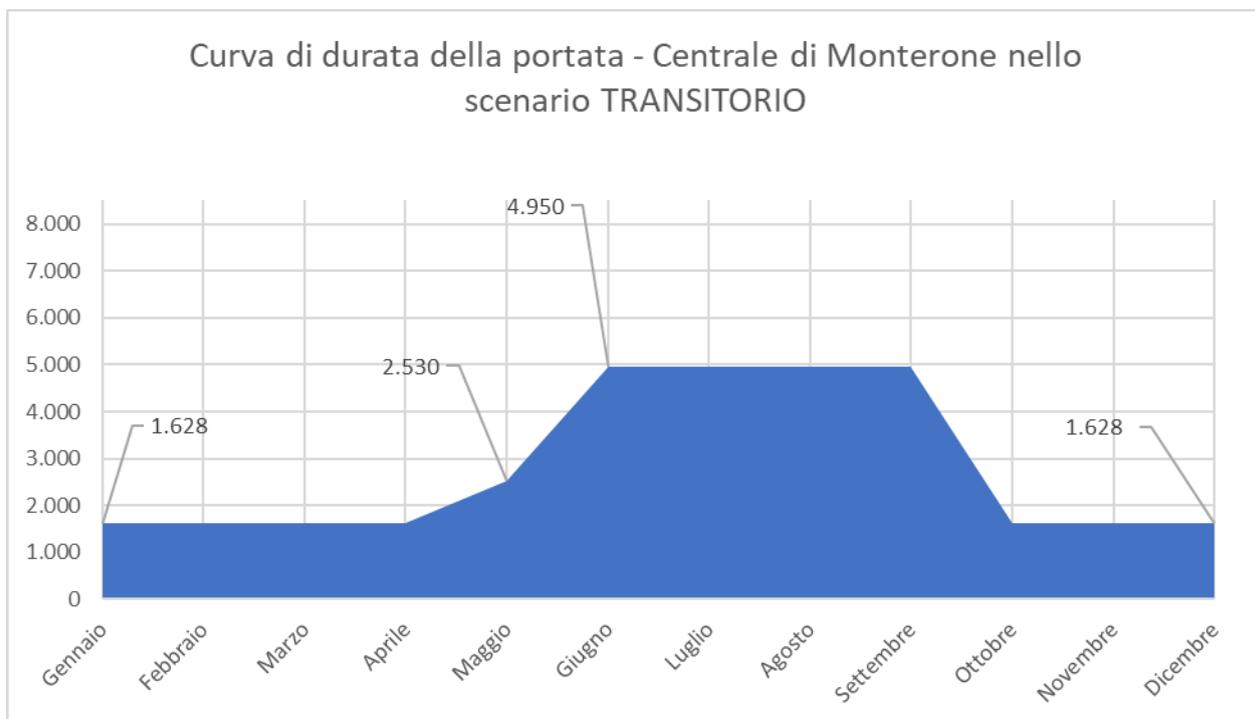
<i>mese</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>DE</i>	<i>Totale</i>
	<i>Scenario Transitorio</i>				<i>Scenario di Regime</i>			
gen	0,530	1,098	2,280	<b>3,908</b>	0,530	0,000	2,280	<b>2,810</b>
feb	0,530	1,098	1,890	<b>3,518</b>	0,530	0,000	1,890	<b>2,420</b>
mar	0,530	1,098	1,978	<b>3,606</b>	0,530	0,000	1,978	<b>2,508</b>
apr	0,530	1,098	1,440	<b>3,068</b>	0,530	0,000	1,440	<b>1,970</b>
mag	0,530	2,000	0,810	<b>3,340</b>	0,530	1,203	0,810	<b>2,543</b>
giu	2,950	2,000	0,510	<b>5,460</b>	2,950	4,159	0,510	<b>7,619</b>
lug	2,950	2,000	0,130	<b>5,080</b>	2,950	5,402	0,130	<b>8,482</b>
ago	2,950	2,000	0,100	<b>5,050</b>	2,950	6,013	0,100	<b>9,063</b>
set	2,950	2,000	0,177	<b>5,127</b>	2,950	0,763	0,177	<b>3,891</b>
ott	0,530	1,098	0,330	<b>1,958</b>	0,530	0,000	0,330	<b>0,860</b>
nov	0,530	1,098	0,730	<b>2,358</b>	0,530	0,000	0,730	<b>1,260</b>
dic	0,530	1,098	1,370	<b>2,998</b>	0,530	0,000	1,370	<b>1,900</b>
<b>media</b>	<b>1,34</b>	<b>1,47</b>	<b>0,98</b>	<b>3,79</b>	<b>1,34</b>	<b>1,46</b>	<b>0,98</b>	<b>3,78</b>

Considerando invece i soli contributi del Potabile e dell'Irriguo sfruttabili energeticamente nella centrale di Monterone, ricaviamo i seguenti scenari per quest'ultima:

### PORTATE DERIVATE NELLA CENTRALE DI MONTERONE (m<sup>3</sup>/s)

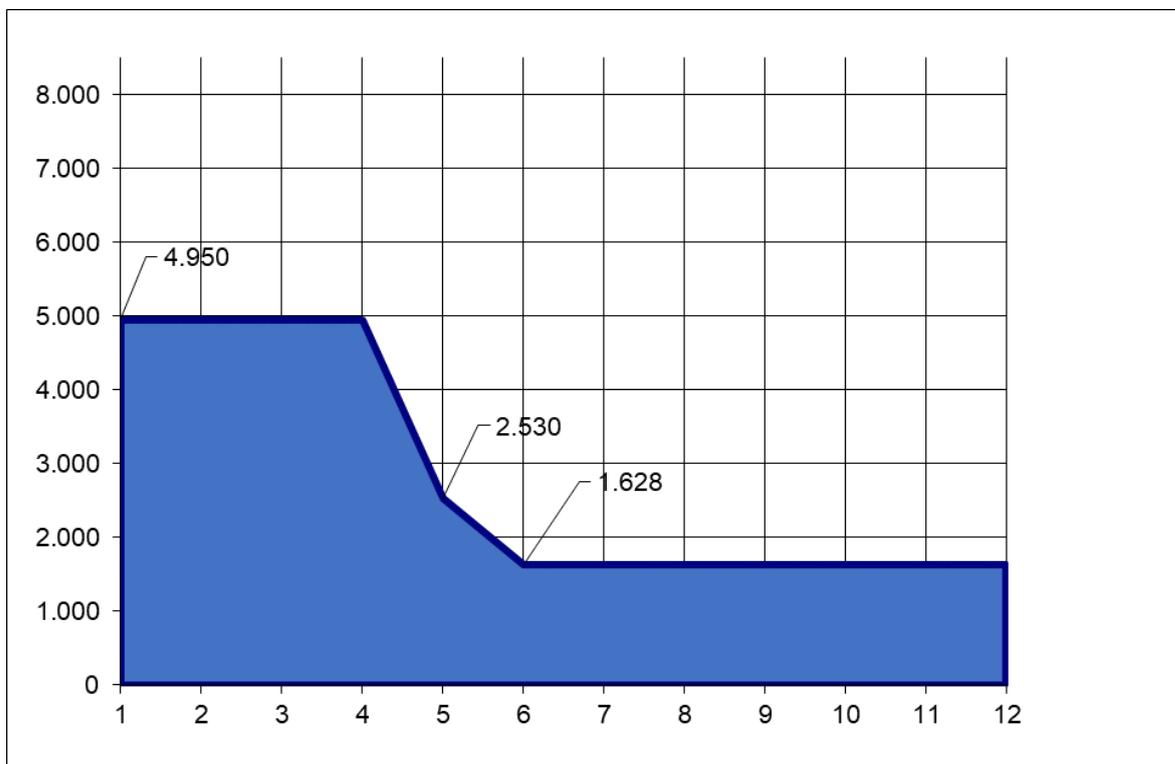
<i>mese</i>	<i>giorni</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>Totale</i>	<i>Potabile</i>	<i>Irriguo</i>	<i>Totale</i>
<b>Scenario Transitorio clima att.</b>				<b>Scenario di Regime clima fut.</b>			
gen	31	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,000	<b>0,530</b>
feb	28	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,736	<b>1,266</b>
mar	31	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,736	<b>1,266</b>
apr	30	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,736	<b>1,266</b>
mag	31	0,530	2,000	<b>2,530</b>	0,530	1,203	<b>1,733</b>
giu	30	2,950	2,000	<b>4,950</b>	2,950	4,159	<b>7,109</b>
lug	31	2,950	2,000	<b>4,950</b>	2,950	4,650	<b>7,600</b>
ago	31	2,950	2,000	<b>4,950</b>	2,950	4,650	<b>7,600</b>
set	30	2,950	2,000	<b>4,950</b>	2,950	0,763	<b>3,713</b>
ott	31	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,000	<b>0,530</b>
nov	30	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,000	<b>0,530</b>
dic	31	0,530	1,098	<b>1,628</b>	0,530	0,000	<b>0,530</b>
Media		1,34	1,47	<b>2,81</b>	1,34	1,47	<b>2,81</b>

Le curve delle portate disponibili durante l'anno per la centrale sono le seguenti:

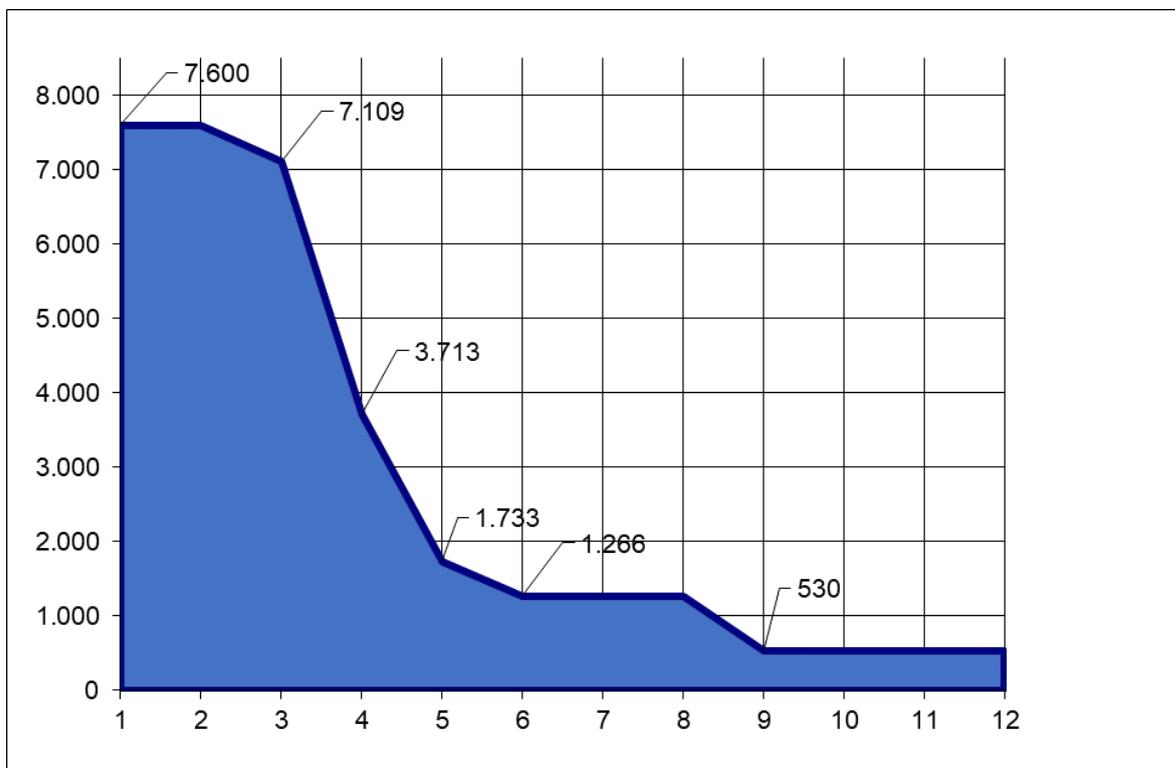


E conseguentemente si ottengono le corrispondenti Curve di Durata della Portata:

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
**UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO**  
**E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA**  
**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**



Curva di Durata della portata nel TRANSITORIO



Curva di Durata della portata a REGIME

## **2 DATI CARATTERISTICI DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI MONTERONE E SCELTA DELLE TURBINE**

La soluzione che si predilige per l'impianto è quella che possa soddisfare i seguenti requisiti:

**1) che sia affidabile e possa dare sufficienti garanzie di continuità della produzione energetica nel breve periodo di maggiore disponibilità dell'acqua, concentrato nel periodo fra maggio e settembre, con la massima portata di 7,6 m<sup>3</sup>/s corrispondente alle fluenze a regime nei mesi di luglio ed agosto.**

**2) che possa utilizzare energeticamente anche il lungo periodo annuo di basse portate da ottobre ad aprile, fino alle fluenze minime a regime pari a circa 500 l/s da ottobre a gennaio.**

**3) che la centrale idroelettrica sia dotata di un sistema automatico di by-pass che sia in grado di far defluire l'intera portata verso lo scarico anche in caso di guasto o indisponibilità dei gruppi idroelettrici, in modo da garantire l'alimentazione idraulica delle altre utenze potabili, irrigue ed industriali a valle.**

**4) che l'impianto possa autonomamente autoalimentare "in isola", per scelta di funzionamento oppure per indisponibilità della rete MT di Enel Distribuzione, le utenze elettriche principali facenti parte del progetto, afferenti alla medesima area di Monterone ed alimentati dalla stessa acqua in uscita dallo scarico della centrale, quali:**

- Impianto Potabilizzatore da 3.000 l/s di portata massima;
- Impianto di Sollevamento: dorsale verso l'Alto Calore con una portata di 125 l/s;
- Altri impianti ausiliari, quali illuminazione e forza motrice, ecc. in caso di esubero di potenza elettrica disponibile prodotta da utilizzare in isola.

Per soddisfare quest'ultimo punto è necessario approfondire quali siano le condizioni di funzionamento e le potenze impegnate nelle utenze da alimentare in isola, che di seguito dettagliamo.

### **Potabilizzatore**

Le condizioni di funzionamento del potabilizzatore sono le seguenti:

- 243 gg/a (8 mesi) con portata di 500 l/s di acqua prodotta con acqua grezza di buona qualità (500 l/s no carb):

- Potenza Massima Assorbita = 563 KW
- Potenza Media nel periodo = 173 KW
- Consumo = 0,173 MW \* 243 gg \* 24 h/gg = 1.009 MWh

- 100 gg/a (periodo estivo) con portata di 2.800 l/s di acqua prodotta con acqua grezza di buona qualità:

- Potenza Massima Assorbita = 805 KW

- Potenza Media nel periodo = 536 KW
- Consumo =  $0,536 \text{ MW} * 100 \text{ gg} * 24 \text{ h/gg} = 1.286 \text{ MWh}$

• 22 gg/a (mese di agosto) con portata di 2.800 l/s di acqua prodotta con acqua grezza di cattiva qualità (200NTU 2800 l/s):

- Potenza Massima Assorbita = 1.433 KW, che in condizioni di emergenza può essere ridotta a soli 926 KW
- Potenza Media nel periodo = 963 KW
- Consumo =  $0,963 \text{ MW} * 22 \text{ gg} * 24 \text{ h/gg} = 508 \text{ MWh}$

Da quanto sopra si evince che:

- Consumo Potabilizzatore =  $1.009 + 1.286 + 508 = 2.803 \text{ MWh}$
- Potenza Massima Impegnata = 1.433 KW ridotta a 926 KW in condizione di emergenza, da garantire con l'alimentazione in isola

### **Sollevarimento**

Il sollevamento da alimentare in isola è la sezione di pompaggio per l'Alto Calore con n. 1 pompa da 125 l/s e 330 m di prevalenza (sollevamento da quota 244 mslm a 570 mslm + le perdite di carico in condotta premente) per un esercizio di 15,4 h/gg nei 4 mesi estivi di maggior consumo (122 gg/a), per cui:

- Potenza Massima Assorbita = 620 KW
- Consumo Sollevamento =  $0,62 \text{ MW} * 122 \text{ gg} * 15,4 \text{ h/gg} = 1.165 \text{ MWh}$

**Per cui, volendo alimentare in isola sia l'impianto di sollevamento che il potabilizzatore in tutte le sue condizioni di funzionamento, fino ad un massimo rappresentato dalla condizione di funzionamento nei 22 giorni nel mese di agosto, avremo i seguenti risultati:**

- **Consumo Potabilizzatore + Sollevamento =  $2.803 + 1.165 = 3.968 \text{ MWh}$**
- **Potenza Massima Potabilizzatore + Sollevamento =  $1.433 + 620 = 2.053 \text{ KW}$  ridotta a  $926 + 620 = 1.546 \text{ KW}$  in funzionamento in condizione di emergenza del potabilizzatore.**

Tenendo conto dei seguenti dati dell'impianto:

- Livello max di regolazione diga = 377 mslm
- Livello min di regolazione diga = 360 mslm
- Livello medio ponderato diga = 369,4 mslm
- Collegamento Diga-Centrale = Galleria DNequiv2200 x 7,6 Km + condotta DN1800 x 550 m
- Livello allo scarico della centrale in Area Impianti a portata nulla = 274,5 mslm
- Portata media mensile =  $2,81 \text{ m}^3/\text{s}$

Si determinano le seguenti caratteristiche specifiche dell'impianto:

- Hlmax = salto lordo massimo = 377 – 274,5 = 102,5 m
- Hlmin = salto lordo minimo = 360 – 274,5 = 85,5 m
- Hlmed = salto lordo medio ponderato = 369,4 – 274,5 = 94,9 m
- Kimp = coeff. caratteristico d'impianto (galleria + condotta) = 0,2 s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup>

Quest'ultimo valore caratteristico (Kimp) è stato calcolato con la formula di Strickler-Manning usata per la determinazione delle perdite di carico nelle condotte forzate in funzione delle dimensioni, della lunghezza e della scabrezza delle stesse, e nel nostro caso si riferisce all'intero sistema di collegamento fra diga e centrale costituito dall'insieme galleria di derivazione DNequiv2200 x 7,6 Km + condotta forzata in acciaio DN1800 x 550 m.

Per cui si possono determinare le seguenti perdite di carico lungo la galleria e la condotta forzata alle varie portate durante l'anno, anche nella condizione di massima capacità utile dell'invaso:

- $\Delta H_{(7,56 \text{ mc/s})} = K_{imp} * Q^2 = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 7,6^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 11,6 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(7,31 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 7,11^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 10,1 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(6,46 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 4,95^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 4,9 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(5,01 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 3,71^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 2,8 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(4,16 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2,53^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 1,3 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(4,16 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,73^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,6 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(4,16 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,63^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,5 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(4,16 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,27^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,3 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(0,5 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,5^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,1 \text{ mH}_2\text{O}$

Con queste caratteristiche generali da soddisfare, la soluzione tecnica prescelta è quella di realizzare la centrale con n°2 gruppi turbina-alternatore con le seguenti caratteristiche:

- **1 gruppo francis con portata massima di 5,2 m<sup>3</sup>/s che si collegherà esclusivamente in rete;**

- **1 gruppo pelton con 6 getti con portata di 400 l/s cadauno = 2,4 m<sup>3</sup>/s massimi totali, il quale potrà collegarsi sia in rete che "in isola" per auto-alimentare le principali utenze elettriche dell'area impianti di Monterone.**

Le due turbine prescelte sono in grado di coprire le portate previste durante l'intero periodo dell'anno, alle seguenti condizioni di funzionamento:

#### TRANSITORIO

- 4 mesi a 4,95 m<sup>3</sup>/s = solo turbina francis a circa il 95% del carico;
- 1 mese a 2,53 m<sup>3</sup>/s = solo turbina francis a circa il 49% del carico oppure con la sola turbina pelton al 105% del carico, ampiamente sostenibile per un mese all'anno senza alcun problema;
- 7 mesi a 1,63 m<sup>3</sup>/s = solo turbina pelton a circa il 68% del carico.

#### A REGIME

- 2 mesi a 7,6 m<sup>3</sup>/s = entrambe le turbine in funzionamento contemporaneo a pieno

carico;

- 1 mese a  $7,11 \text{ m}^3/\text{s}$  = entrambe le turbine in funzionamento contemporaneo con carichi medi intorno al 94%;
- 1 mese a  $3,71 \text{ m}^3/\text{s}$  = solo turbina francis a circa il 71% del carico;
- 1 mese a  $1,73 \text{ m}^3/\text{s}$  = solo turbina pelton a circa il 72% del carico;
- 3 mesi a  $1,27 \text{ m}^3/\text{s}$  = solo turbina pelton a circa il 53% del carico;
- 4 mesi a  $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$  = solo turbina pelton al 22% del carico, corrispondente all'attivazione al 66% di 2 dei 6 getti disponibili.

La scelta di dimensionamento delle macchine effettuata inoltre permette di:

1) coprire l'intero range di funzionamento dell'impianto, rendendolo molto flessibile verso tutte le configurazioni e le esigenze possibili. In funzionamento singolo, ognuna delle due macchine prescelte copre i seguenti range di portata:

- Pelton = da 0,2 a 2,65 mc/s
- Francis = da 2,2 a 5,75 mc/s

2) garantire una buona parte di produzione anche in caso di guasto prolungato di una delle due macchine.

Ognuno dei 2 gruppi sarà dotato di un RAV (Regolatore Automatico di Velocità), il quale eseguirà la regolazione della frequenza di ognuno dei 2 gruppi mantenendo i 50 Hz richiesti per tutte le condizioni di carico previste, effettuando la regolazione della velocità di rotazione delle turbine agendo sul distributore Fink di regolazione della turbina francis e sulle spine di regolazione della turbina pelton.

Inoltre ogni gruppo sarà dotato di uno specifico sistema di eccitazione, il quale effettuerà la regolazione della tensione intorno al valore nominale della stessa.

Il gruppo pelton, abilitato a lavorare anche in isola, dovrà avere delle specifiche caratteristiche di inerzia di rotazione (il cosiddetto  $PD^2$ , in gergo tecnico), che impongono l'inserimento di un volano di dimensioni e peso in grado di mitigare le variazioni di velocità indotte dalle variazioni di carico da alimentare in isola.

Infine è implementata a progetto anche la realizzazione della linea elettrica MT di collegamento fisico fra la centrale idroelettrica e gli impianti di utenza elettrica (potabilizzatore e sollevamento), al fine di rendere possibile il funzionamento in isola richiesto.

Il sistema di by-pass richiesto al punto 4) invece, dovrà anche essere in grado di regolare la portata defluente allo scarico come fosse un vero e proprio terzo gruppo di centrale, in modo da garantire i vari regimi di portata durante l'anno, in caso di fermata o funzionamento parziale di una o di entrambe le turbine.

Inoltre il sistema di by-pass ottempererà anche alla funzione di "scarico sincrono" dei gruppi idroelettrici, attraverso la sua funzione di "apertura rapida" che sarà in grado di deviare

velocemente verso lo scarico l'intero flusso dell'acqua in arrivo e conseguentemente smorzare l'effetto di sovrappressione generato dalla chiusura rapida dei gruppi idroelettrici ed eliminare il fenomeno del colpo d'ariete in condotta.

Lo scarico sincrono interesserà in maniera particolare la turbina francis, per cui la diramazione del by-pass sarà realizzata sul ramale della condotta ad esso dedicata; mentre la turbina pelton, essendo dotata di specifici tegoli deviatori dei getti, potrà effettuare chiusure di emergenza molto più lentamente rispetto alla francis, non incidendo in maniera significativa sulla sovrappressione in condotta e non necessitando dello scarico sincrono.

Tutte queste funzioni saranno svolte da un'apposita valvola a fuso di by-pass, a sicurezza intrinseca con logica a mancanza (apertura di sicurezza tramite contrappeso a mancanza di tensione e chiusura e regolazione con comando volontario oleodinamico).

La stessa sarà gestita dall'automazione di centrale (PLC) per la regolazione della posizione di apertura in funzione della portata da garantire allo scarico della centrale.

La valvola di by-pass sarà anche in grado di funzionare e regolare la portata in caso di indisponibilità di uno solo dei due gruppi di centrale, integrando la portata richiesta allo scarico con quella defluente dalla turbina in funzionamento contemporaneo.

Il principio di dimensionamento della valvola di by-pass è quello di mantenere la velocità massima di efflusso dalla stessa intorno a valori non superiori a 6 m/s, per cui si determina che una valvola a fuso DN1200 sia in grado di dissipare i 7,56 m<sup>3</sup>/s di portata massima.

## **2.1 POTENZA MASSIMA INSTALLABILE IN IMPIANTO**

La potenza massima installabile si determina con la seguente formula:

$$P_{max} = g * \eta_t * Q_{max} * H_{max}$$

Dove:

- P<sub>max</sub> = potenza meccanica installabile in KW;
- g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s<sup>2</sup>;
- η<sub>t</sub> = rendim. turbine alla Q<sub>max</sub> = 0,9 circa;
- Q<sub>max</sub> = portata massima nelle turbine = 7,6 m<sup>3</sup>/s;
- H<sub>max</sub> = salto netto massimo alla Q<sub>max</sub> = H<sub>lmax</sub> – DeltaH<sub>(7,6 mc/s)</sub> = 102,5 – 11,6 = 90,9 m;

**Da cui si ricava che la potenza meccanica installabile, in funzionamento contemporaneo delle 2 turbine (indicando con il simbolo “//” il funzionamento contemporaneo), è pari a:**

$$P_{max} //_{(7,6 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 7,6 * 90,9 = 6.099 \text{ KW}$$

Che suddivisa nelle 2 macchine, in funzionamento contemporaneo, sarebbe:

- P<sub>max</sub> (francis//)<sub>(6 mc/s)</sub> = 9,81 \* 0,9 \* 5,2 \* 90,9 = 4.173 KW
- P<sub>max</sub> (pelton//)<sub>(1,56 mc/s)</sub> = 9,81 \* 0,9 \* 2,4 \* 90,9 = 1.926 KW

In realtà la potenza massima di ogni singola macchina sarà superiore, essendo previsto che ognuna di esse possa funzionare anche singolarmente e non solo in funzionamento contemporaneo.

In questo caso, in funzionamento singolo, ogni macchina al 100% di apertura del distributore si troverà a funzionare sotto un salto maggiore del funzionamento contemporaneo, a causa delle minori perdite di carico idraulico, ed anche ad una maggiore portata che andrà oltre il 100% della nominale, in quanto la stessa deve essere garantita anche al livello minimo d'invaso.

In questo caso i valori massimi di portata ( $Q_{max}$ ) saranno pari a circa 5,75 mc/s per la francis e 2,65 mc/s per la pelton, ed i rispettivi valori del salto netto massimo alla  $Q_{max}$  di ogni turbina sono di seguito riportati:

- $H_{max \text{ francis}}_{(5,75 \text{ mc/s})} = H_{lmax} - \Delta H_{(5,75 \text{ mc/s})} = 102,5 - 6,6 = 95,9 \text{ m};$
- e
- $H_{max \text{ pelton}}_{(2,65 \text{ mc/s})} = H_{lmax} - \Delta H_{(2,65 \text{ mc/s})} = 102,5 - 1 = 101,5 \text{ m (*)};$

Dove:

- $\Delta H_{(5,75 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 5,75^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 6,6 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{(2,65 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2,65^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 1 \text{ mH}_2\text{O}$

(\*) In realtà per calcolare il salto reale della pelton bisogna anche tenere conto del dislivello di circa 2,5 m che c'è tra l'asse della ruota (asse dei getti) ed il pelo libero dell'acqua allo scarico, in quanto, essendo la turbina pelton una macchina ad azione, essa non recupera questa quota di energia allo scarico, per cui sarà:

- $H_{max \text{ reale pelton}}_{(2,65 \text{ mc/s})} = H_{max \text{ pelton}}_{(2,65 \text{ mc/s})} - 2,5 \text{ m} = 101,5 - 2,5 = 99 \text{ m};$

Per cui la Potenza Massima di ognuna delle 2 macchine, in funzionamento singolo, e quella massima nominalmente installabile in impianto, risultano essere:

<p><b><math>P_{max \text{ (francis)}}_{(5,75 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 5,75 * 95,9 = 4.869 \text{ KW}</math></b></p> <p><b><math>P_{max \text{ (pelton)}}_{(2,65 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 2,65 * 99 = 2.316 \text{ KW}</math></b></p> <p><b><math>P_{max \text{ installabile}} = P_{max \text{ (francis)}}_{(5,75 \text{ mc/s})} + P_{max \text{ (pelton)}}_{(2,65 \text{ mc/s})} = 7.185 \text{ KW}</math></b></p>
--

## **2.2 POTENZA NOMINALE D'IMPIANTO O POTENZA MEDIA DI CONCESSIONE**

La Potenza Nominale dell'impianto in oggetto, o **Potenza Media di Concessione**, è corrispondente alla Potenza Idraulica Media disponibile (cioè quella nominale che non tenga conto delle perdite di carico d'impianto e dei rendimenti dei macchinari), ed è pari a:

$$PN = Hl_{med} * Q_m / 0,102$$

Dove:

- $Hl_{med}$  = salto lordo medio ponderato = 94,9 m
- $Q_m$  = portata media turbinata = 2,81 m<sup>3</sup>/s

Per cui sarà:

$$PN = 94,9 * 2,81 / 0,102 = 2.614,40 \text{ KW}$$

### **2.3 POTENZA MEDIA NETTA ED ENERGIA PRODUCIBILE**

La Potenza media (Pm) dell'impianto in oggetto invece sarà pari a:

$$Pm = g * \eta_m * H_m * Q_m$$

Dove:

-  $\eta_m$  = rendimento medio dei gruppi di produzione = 0,8

-  $H_{m(2,81 \text{ mc/s})}$  = salto netto medio ponderato alla  $Q_{media(2,81 \text{ mc/s})}$  =  $H_{lmed} -$

$$\Delta H_{(2,81 \text{ mc/s})} = 94,9 - 1,6 = 93,3 \text{ m}$$

Dove:

-  $\Delta H_{(2,81 \text{ mc/s})} = 0,2 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2,81^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 1,6 \text{ mH}_2\text{O}$

Da cui si ricava:

$$Pm_{(2,81 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,8 * 93,3 * 2,81 = 2.057 \text{ KW}$$

Indicando poi con:

- T = periodo annuo di funzionamento = 8.760 h/anno

si ricava l'energia producibile media annua (E) dell'impianto, pari a:

$$E_{(2,81 \text{ mc/s})} = Pm_{(2,81 \text{ mc/s})} * T = 2.057 \text{ KW} * 8.760 \text{ h/anno} = 18 \text{ GWh/anno circa}$$

Equivalente a circa:

- 1.550 TEP/anno (Tonnellate Equivalenti di Petrolio/anno)

- 6.350 Tonnellate Equivalenti di Emissioni di CO2/anno

#### **2.3.1 Dettaglio mensile della producibilità**

Conoscendo:

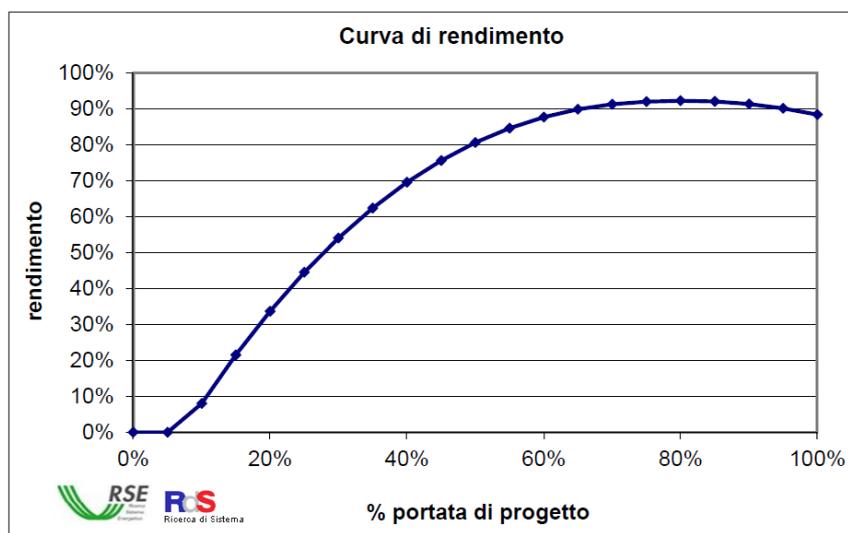
1) il Salto Lordo Medio Ponderato per entrambe le macchine, come segue:

-  $H_{lmed(francis)} = 94,9 \text{ m}$

-  $H_{lmed(pelton)} = 94,9 - 2,5 = 92,4 \text{ m}$

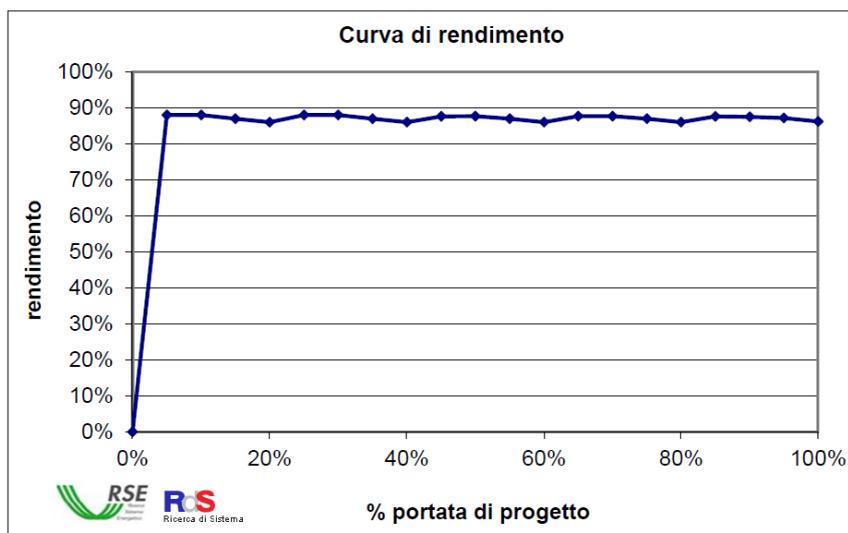
2) le curve di rendimento caratteristiche per le due turbine adottate:

Q/Qp	Q (m <sup>3</sup> /s)	$\eta$
0%	0,00	0%
5%	0,26	0%
10%	0,52	8%
15%	0,78	22%
20%	1,04	34%
25%	1,30	44%
30%	1,56	54%
35%	1,82	62%
40%	2,08	70%
45%	2,34	76%
50%	2,60	81%
55%	2,86	85%
60%	3,12	88%
65%	3,38	90%
70%	3,64	91%
75%	3,90	92%
80%	4,16	92%
85%	4,42	92%
90%	4,68	91%
95%	4,94	90%
100%	5,20	88%



Curva caratteristica di rendimento della turbina Francis da 5,2 m<sup>3</sup>/s

Q/Qp	Q (m <sup>3</sup> /s)	$\eta$
0%	0,00	0%
5%	0,12	88%
10%	0,24	88%
15%	0,36	87%
20%	0,48	86%
25%	0,60	88%
30%	0,72	88%
35%	0,84	87%
40%	0,96	86%
45%	1,08	88%
50%	1,20	88%
55%	1,32	87%
60%	1,44	86%
65%	1,56	88%
70%	1,68	88%
75%	1,80	87%
80%	1,92	86%
85%	2,04	88%
90%	2,16	88%
95%	2,28	87%
100%	2,40	86%



Curva caratteristica di rendimento della turbina Pelton multigetto da 2,4 m<sup>3</sup>/s

3) le portate medie mensili, sia nel TRANSITORIO che A REGIME,

e considerando un rendimento medio globale del 95% delle macchine elettriche di produzione e trasformazione (generatori elettrici e trasformatori elevatori di tensione), possiamo calcolare il dettaglio della producibilità media mensile, riportato nella tabella seguente.

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

**PRODUZIONE ENERGIA**

mese	giorni	Scenario Transitorio clima attuale					Scenario di Regime clima futuro				
		Q media m <sup>3</sup> /s	Volume Mm <sup>3</sup>	Energia Pelton MWh	Energia Francis MWh	Energia Totale MWh	Q media m <sup>3</sup> /s	Volume Mm <sup>3</sup>	Energia Pelton MWh	Energia Francis MWh	Energia Totale MWh
gen	31	1,628	4,36	913	-	913	0,530	1,42	295	-	295
feb	28	1,628	3,94	824		824	1,266	3,06	635		635
mar	31	1,628	4,36	913		913	1,266	3,39	703		703
apr	30	1,628	4,22	883		883	1,266	3,28	681		681
mag	31	2,530	6,78	1.375		1.375	1,733	4,64	959		959
giu	30	4,950	12,83		2.690	2.690	7,109	18,43	1.084	2.485	3.569
lug	31	4,950	13,26		2.780	2.780	7,600	20,36	1.157	2.645	3.802
ago	31	4,950	13,26		2.780	2.780	7,600	20,36	1.157	2.645	3.802
set	30	4,950	12,83		2.690	2.690	3,713	9,63		2.089	2.089
ott	31	1,628	4,36	913		913	0,530	1,42	295		295
nov	30	1,628	4,22	883		883	0,530	1,37	286		286
dic	31	1,628	4,36	913		913	0,530	1,42	295		295
		<b>2,81</b>	<b>88,77</b>	7.616	10.941	<b>18.556</b>	<b>2,81</b>	<b>88,77</b>	7.548	9.863	<b>17.411</b>

### 3 DESCRIZIONE E CONSISTENZA DELLA FORNITURA

#### 3.1 MACCHINARI IDRAULICI

##### 3.1.1 Turbina Francis

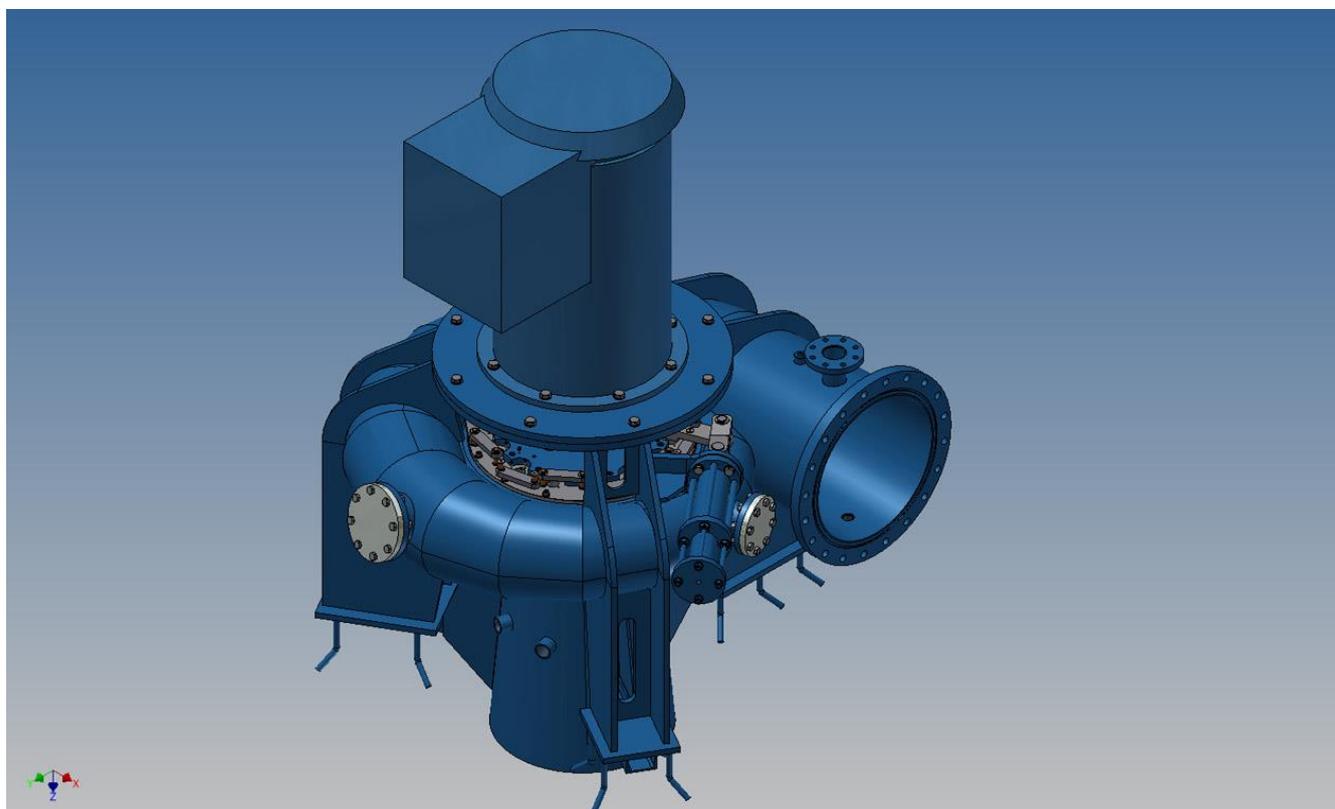
N°1 turbina Francis ad asse verticale per le seguenti condizioni di funzionamento:

Salto netto	m	74,5÷96
Portata massima di progetto	m <sup>3</sup> /s	5,2
Portata massima in funzionamento singolo e ad Hmax	m <sup>3</sup> /s	5,65
Potenza nominale massima all'asse turbina	kW	4.800
Velocità nominale	rpm	600
Velocità di fuga	rpm	1.100

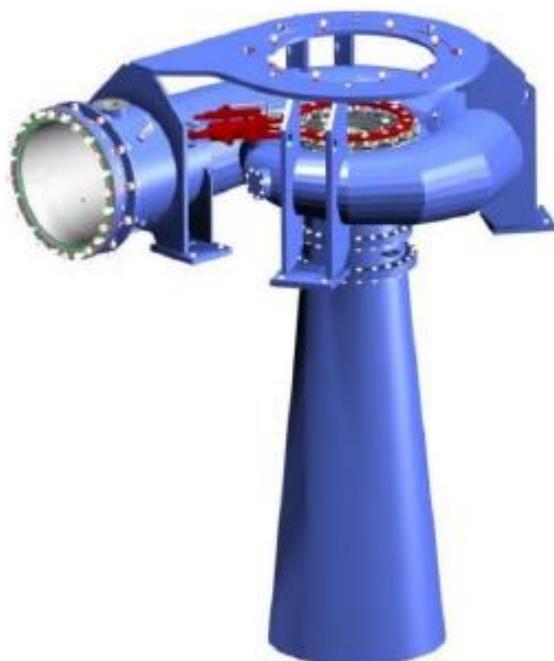
Il salto netto si intende misurato come prescritto dalla norma IEC 41.

Dimensionamento:

Diametro esterno ruota	m	n	1.0
		40	
Diametro ingresso spirale	m	n	1.0
		00	



Rappresentazione grafica di un gruppo francis-alternatore ad asse verticale



Rappresentazione grafica di una turbina francis ad asse verticale

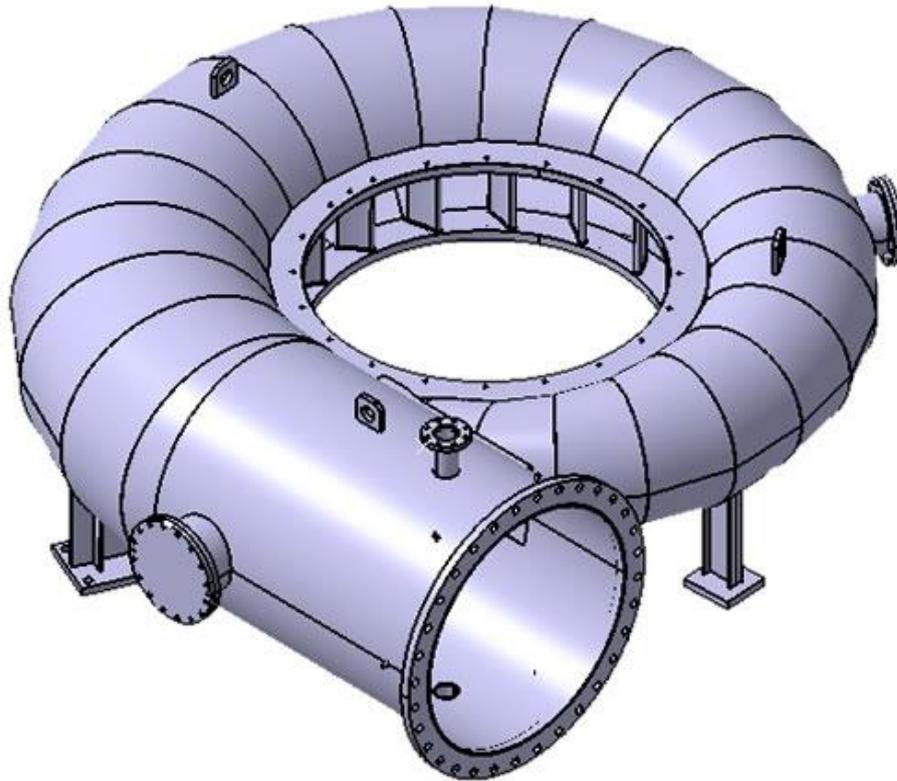
La turbina francis sarà principalmente composta da:

☐ Ruota Francis, in acciaio inossidabile CrNi 13-4 con labirinti ricavati nelle corone della girante stessa ed aventi un adeguato spessore, in modo da consentire un'adeguata ripresa delle eventuali future usure. La girante sarà completamente lavorata di macchina sulle superfici esterne, mentre le superfici e condotti palari interni saranno accuratamente molati, con finitura a sagoma e lucidatura, in particolare sui bordi d'entrata e uscita delle pale. La girante sarà inoltre completa di ogiva in acciaio inossidabile CrNi 13-4, sarà calettata direttamente sull'albero del generatore e sarà bilanciata staticamente (Grado 2,5).



Rappresentazione grafica di una girante di turbina francis e di una sezione della stessa

☐ Cassa a spirale costruita in settori di lamiera di acciaio al carbonio saldati. Sarà completa di flangia di accoppiamento alla valvola di macchina, pale antidirettrici fisse, piedi di appoggio, piastre di fondazione e viti di fissaggio, prese di pressione Winter Kennedy.



Rappresentazione grafica di una voluta di una cassa a spirale di turbina francis verticale



Foto di una realizzazione di una cassa a spirale similare

Il Coperchio del distributore lato generatore realizzato in acciaio al carbonio con alloggiamento per le bussole di guida delle direttrici e corazza in acciaio inossidabile in corrispondenza del distributore. Sarà inoltre dotato di controanello fisso ricambiabile in acciaio inossidabile in corrispondenza del labirinto della girante.

☐ Coperchio del distributore lato scarico realizzato in acciaio al carbonio, con alloggiamento per le bussole di guida delle direttrici, sedi per il fissaggio del diffusore di scarico ed accessori vari, corazza in acciaio inossidabile in corrispondenza del distributore.

☐ Distributore a direttrici mobili contenuto tra i due coperchi, comprendente:

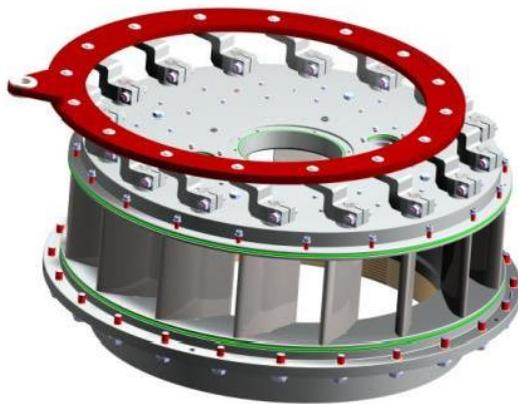
- Serie di direttrici mobili, in ASTM A 743 CA 6 N M, con perni prolungati per la regolazione esterna.

- Serie di bussole di guida dei perni delle direttrici, in materiale autolubrificante, complete di guarnizioni, coperchi porta guarnizioni ed accessori.

- Anello di regolazione in lamiera di acciaio saldata, con attacco per il servomotore di comando.

- Serie di leve e bielle di regolazione, in acciaio, calettate sui perni lunghi delle direttrici, con bussole di guida in materiale autolubrificante.

- Servomotore oleodinamico per la regolazione del distributore, comandato dalla centralina oleodinamica.



*Rappresentazione grafica di un blocco di distribuzione a direttrici mobili di una turbina francis*

Il Condotto di scarico in lamiera d'acciaio al carbonio saldata, completo di flangia di accoppiamento al mantello della girante e nervature di ancoraggio.

### **3.1.1.1 Verniciatura**

#### **- SUPERFICI A CONTATTO CON L'ACQUA**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo bianco, grado Sa 2,5 ISO 8501-1.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 75µm. Tempo di essiccazione = 48 ore.

Applicazione di due mani di vernice a resina epossidica bi-componente.

Spessore minimo a secco della vernice = 200 µm.

Spessore totale minimo a secco = 275 µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

Sono escluse le superfici in acciaio inox.

#### **- SUPERFICI ESTERNE IN VISTA**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo quasi bianco, grado Sa 3 ISO 8501-1, utilizzando sabbia silicea come materiale abrasivo.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 75µm. Tempo di essiccazione = 48 ore. Applicazione di un rivestimento di vernice epossidica bicomponente ad alto spessore in due mani da 50 e 100µm ciascuna.

Spessore totale minimo a secco = 225µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

#### **- SUPERFICI A CONTATTO COI GETTI DI BLOCCAGGIO**

Preparazione delle superfici mediante pulizia meccanica (spazzole, mole abrasive, ecc.).

Applicazione di uno strato di latte di calce.

#### **- SUPERFICI LAVORATE**

Applicazione di lacca protettiva antiruggine facilmente asportabile al montaggio.

#### **- SUPERFICI A CONTATTO CON OLIO**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo quasi bianco, grado Sa 2 ½ ISO 8501 e SIS 05 59 00, utilizzando sabbia silicea come materiale abrasivo.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 60µm. Tempo di essiccazione = 36 ore.

Applicazione di due mani di vernice epossiamminica alluminata resistente all'olio caldo, per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 25µm per ogni mano e tempo di attesa tra le due mani di 16 ore.

Spessore totale minimo a secco = 110µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

### 3.1.2 Turbina Pelton

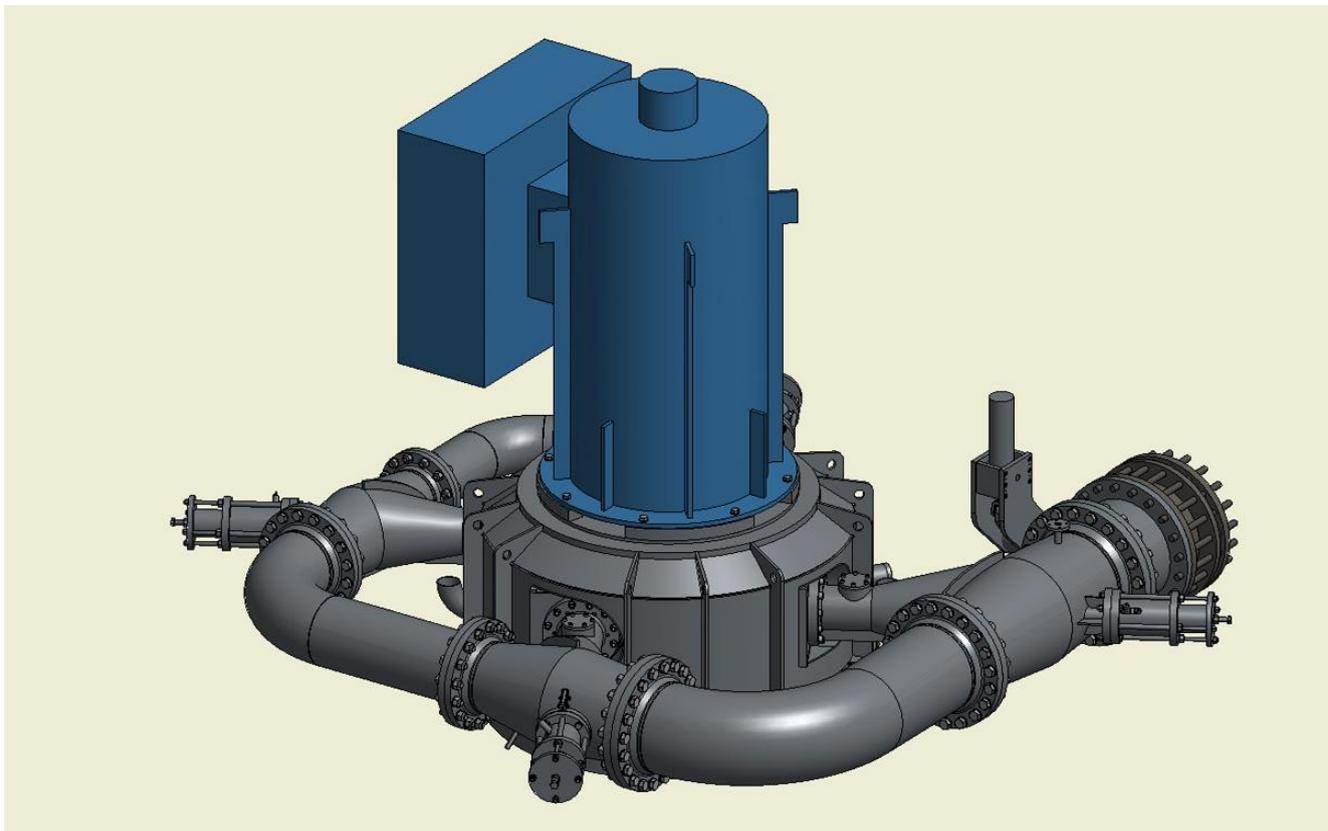
N°1 turbina Pelton a 6 getti ad asse verticale per le seguenti condizioni di funzionamento:

Salto netto*	m	72 ÷ 98,5
Portata nominale di progetto	m <sup>3</sup> /s	2,4
Portata massima in funzionamento singolo e ad Hmax	m <sup>3</sup> /s	2,65
Potenza nominale massima all'asse turbina*	kW	2.280
Velocità nominale	rpm	273
Velocità di fuga	rpm	546
Volano per funzionamento in isola	D x s (peso)	2,5 m x 520 mm (20 t)

\* Nota: il salto netto della pelton è stato decurtato del dislivello effettivo che ci sarà tra l'asse ruota e la quota del livello allo scarico pari a circa 274,5 mslm, in quanto la turbina pelton, essendo una turbina ad azione, non recupera la quota di reazione allo scarico (cioè circa 2,5 m di dislivello ipotizzati in questa fase progettuale).

Dimensionamento:

Diametro primitivo ruota	mm	1.266
Diametro bocchelli	mm	151
Diametro valvola d'ingresso	mm	1.000



Rappresentazione grafica di un gruppo pelton multigetto-alternatore ad asse verticale



Rappresentazione grafica di una turbina pelton 6 getti ad asse verticale

La turbina pelton sarà principalmente composta da:

☐ Ruota Pelton, in acciaio inossidabile X3 CrNi 13-4 con palette a doppio cucchiaio. La girante verrà realizzata partendo da un disco forgiato per poi essere lavorata mediante macchina utensile partendo dal profilo idraulico della ruota stessa studiato su disegno 3D. La ruota sarà fissata a sbalzo sull'estremità dell'albero del generatore tramite calettatore autocentrante, e verrà perfettamente equilibrata secondo Norma UNI ISO 1940, con Grado 2,5



Rappresentazione grafica di una girante di turbina pelton

□ Distributore a spina composto da n°6 iniettori, azionati da servomotori esterni. Il distributore sarà composto principalmente da:

- N°6 servomotori esterni comandati in apertura e in chiusura tramite olio proveniente dalla centralina oleodinamica.

- N°6 tubi iniettori, combinati nella parte interna con la crociera di guida dell'asta dell'iniettore.

- N°1 serie di tubi biforcati, tubazioni e flange di collegamento, costruiti e dimensionati con idoneo profilo idraulico atto al contenimento delle perdite di carico e per l'ottimale suddivisione della portata tra gli iniettori. Nel punto più basso del distributore, sarà installato un rubinetto di svuotamento dello stesso.

- N°6 bocchettoni, con inserto per il bocchello.

- N°6 bocchelli in acciaio inossidabile CrNi 13-4 con profilo idraulico interno accuratamente lavorato.

- N°6 spine in acciaio inossidabile CrNi 13-4 con profilo idraulico esterno accuratamente lavorato.
- N°6 aste dell'iniettore in acciaio inossidabile.
- N°6 bussole di guida dell'asta in materiale autolubrificante e tenute per quanto necessario.
- N°1 serie di accessori per il collegamento con il meccanismo di comando.

☐ Servomotore per l'azionamento contemporaneo dei tegoli deviatori, i quali saranno realizzati in acciaio inossidabile CrNi 13-4 e azionati tramite un albero di regolazione, con comando in apertura mediante olio in pressione fornito dalla centrale oleodinamica e chiusura in sicurezza garantita da una molla accuratamente dimensionata. Completo di leve e tiranti di regolazione registrabili per il comando dei tegoli deviatori.

☐ Cassone della turbina realizzato in acciaio al carbonio, con flange lavorate per l'attacco degli iniettori, viti di registrazione ed appoggi per il piazzamento al montaggio, bulloni di fondazione, etc. Il cassone sarà inoltre completo di:

- Tenuta idraulica in corrispondenza al passaggio dell'albero del generatore, del tipo a labirinto.
- Serie di accessori di completamento del macchinario idraulico, quali tubazioni, bulloni di fondazione e di collegamento delle varie parti, guarnizioni, raccordi, flange, staffe, etc.
- Tubazione conica di raccordo alla condotta forzata, completa di bulloneria di accoppiamento alla valvola di macchina, flangia per attacco tubazione by-pass e rubinetto a sfera o saracinesca per vuotamento condotta.

### **3.1.2.1 Verniciatura**

#### **- SUPERFICI A CONTATTO CON L'ACQUA**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo bianco, grado Sa 2,5 ISO 8501-1.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 75µm. Tempo di essiccazione = 48 ore.

Applicazione di due mani di vernice a resina epossidica bi-componente.

Spessore minimo a secco della vernice = 200 µm.

Spessore totale minimo a secco = 275 µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

Sono escluse le superfici in acciaio inox.

#### **- SUPERFICI ESTERNE IN VISTA**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo quasi bianco, grado Sa 3 ISO 8501-1, utilizzando sabbia silicea come materiale abrasivo.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 75µm. Tempo di essiccazione = 48 ore. Applicazione di un rivestimento di vernice epossidica bicomponente ad alto spessore in due mani da 50 e 100µm ciascuna.

Spessore totale minimo a secco = 225µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

#### **- SUPERFICI A CONTATTO COI GETTI DI BLOCCAGGIO**

Preparazione delle superfici mediante pulizia meccanica (spazzole, mole abrasive, ecc.). Applicazione di uno strato di latte di calce.

#### **- SUPERFICI LAVORATE**

Applicazione di lacca protettiva antiruggine facilmente asportabile al montaggio.

#### **- SUPERFICI A CONTATTO CON OLIO**

Preparazione delle superfici mediante sabbiatura al metallo quasi bianco, grado Sa 2 ½ ISO 8501 e SIS 05 59 00, utilizzando sabbia silicea come materiale abrasivo.

Applicazione di una mano di primer zincante inorganico o equivalente per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 60µm. Tempo di essiccazione = 36 ore.

Applicazione di due mani di vernice epossiamminica alluminata resistente all'olio caldo, per uno spessore minimo dopo essiccazione, di 25µm per ogni mano e tempo di attesa tra le due mani di 16 ore.

Spessore totale minimo a secco = 110µm.

Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

### **3.2 VALVOLE A FARFALLA DI MACCHINA – 2 x DN1000 - PN16**

#### **3.2.1 caratteristiche funzionali e costruttive:**

- normativa di costruzione valvola base: DIN 3354-2
- servizio: intercettazione ON-OFF
- fluido: acqua
- tipo di attacco alle tubazioni: flangiato
- pressione di esercizio: PN16
- a doppio eccentrico
- tenuta: con guarnizione sulla lente di elastomero ricambiabile senza smontare la valvola dalla tubazione
- scartamento secondo la norma EN 558-1 serie 14 (DIN 3202, F4)
- flange di collegamento: EN 1092 PN 6 (DIN 2501 – UNI 2223)
- dispositivo di manovra: attuatore oleodinamico, costituito da un cilindro idraulico per la manovra di apertura, incernierato su struttura in acciaio e boccole in bronzo, e dotato di un contrappeso per garantire la chiusura automatica della valvola nelle condizioni di flusso più gravose montato su leva solidale allo stesso.

#### **3.2.2 materiali:**

- corpo e disco in acciaio elettrosaldato S275JR – EN 10027-1 o ghisa sferoidale GS500-7
- sede di tenuta sul corpo in riporto di nickel microfinito
- alberi in acciaio inossidabile X30Cr13 (AISI 420) - EN 10088-1
- guarnizione di tenuta sul disco in EPDM
- o-rings in EPDM
- anello di premiguarnizione in acciaio elettrosaldato S275JR – EN 10027-1
- bussole autolubrificanti ed esenti da manutenzioni
- bulloni in contatto con l'acqua in acciaio inossidabile A2
- contrappesi e piastre costruiti in acciaio S275JR – EN 10027-1

#### **3.2.3 protezione delle superfici:**

- corpo interno ed esterno e disco protezione: interna ed esterna con vernice epossidica dello spessore medio di 200 micron

#### **3.2.4 collaudo idraulico (DIN 3230 parte 4):**

- sede alla pressione nominale
- corpo a 1,5 volte la pressione nominale



Esempio simile di valvola a farfalla con sistema oleodinamico a contrappeso

### 3.3 VALVOLA DI BY-PASS

VALVOLA REGOLATRICE A FUSO – DN1200 PN16 - costituita essenzialmente da:

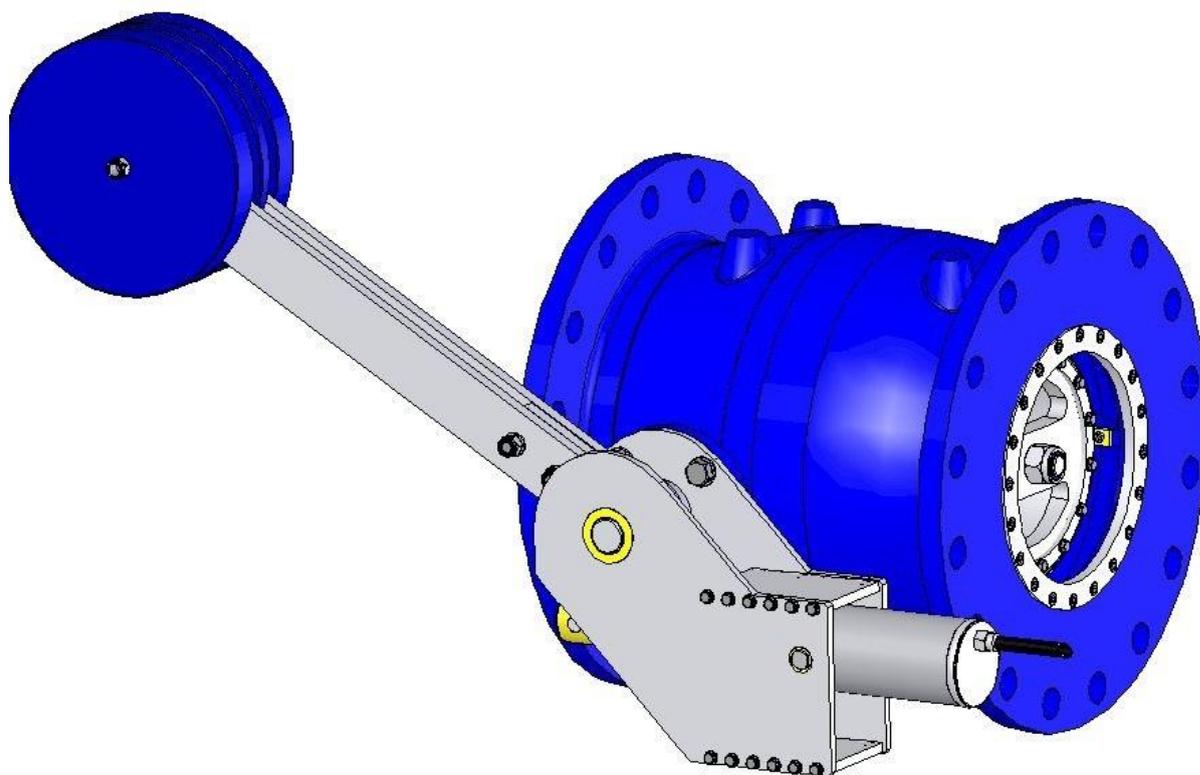
- Corpo in ghisa GS500-7
- Otturatore a pistone in acciaio inox A2 con comando tipo biella-manovella
- Tenute su corpo e otturatore in EBDM
- Sistema di comando Il comando è realizzato tramite cilindro oleodinamico a semplice effetto di chiusura e contrappeso di apertura sulle valvole di by-pass turbina, e del tipo elettrico sul by-pass di centrale con scarico in canale.

- 
- Materiali: profilati: Acciaio S275JR EN 10027-1

lamiere:	Acciaio S275JR EN 10027-1
aste manovra:	acciaio C40 cromato
parti in acciaio inox:	AISI 304
bulloneria tenute:	Acciaio inox A2 (AISI 304)
guarnizioni tenute:	EPDM 60 °Shore

**Osservanza delle norme:** tutte le strutture sono calcolate in conformità alle raccomandazioni CNR/UNI 10011, alle normative DIN 19704 e ove non applicabili alle buone norme dell'ingegneria.

- Trattamenti superficiali: ad esclusione delle parti in acciaio inox, in ghisa, dei meccanismi e delle parti che saranno annegate nel getto, tutte le superfici sono così trattate:
  - preparazione delle superfici mediante sabbiatura a metallo quasi bianco grado SA 2 ½ delle norme SSPC-SP10-63
  - applicazione di uno strato di primer epossidico allo zinco (spessore secco medio 30 microns)
  - applicazione di un secondo e terzo strato di vernice epossidica di colore che sarà precisato dalla D.L. (spessore totale secco 120 microns)



Rappresentazione grafica di valvola a fusso con sistema oleodinamico a centrappeso

### **3.4 GIUNTI DI SMONTAGGIO A TRE FLANGE – DN1000/1200 PN16**

#### **3.4.1 caratteristiche funzionali e costruttive:**

- pressione di esercizio: PN 16
- fluido: acqua
- tipo di attacco alle tubazioni: flangiati secondo le EN 1092 PN 6-10 (DIN 2501 – UNI 2223)
- costruzione in carpenteria elettrosaldata secondo le norme.

#### **3.4.2 materiali:**

- Flange in acciaio AQ42
- tronchetti in acciaio al carbonio S275JR EN 10027-1
- Tenuta a mezzo di O-Ring in EPDM
- Tiranteria lunga in acciaio zincato montata completa di 5 dadi per ogni tirante
- Tappi di protezione in gomma alle estremità delle barre

#### **3.4.3 protezione delle superfici:**

- interna ed esterna con vernice epossidica dello spessore medio di 100-150 micron

### 3.5 GENERATORI

N° 2 GENERATORI SINCRONI trifase ad asse verticale calcolati per le seguenti caratteristiche di funzionamento riportate nella tabella sottostante. **Il funzionamento del generatore del Gruppo 1 sarà esclusivamente in parallelo con la rete MT nazionale, mentre quello del Gruppo 2 potrà anche esercire in rete isolata alimentando direttamente le utenze impianti industriali degli impianti di Monterone (Sollevamento e Potabilizzazione).**

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO GENERATORE GRUPPO 1 FRANCIS		
Potenza nominale del generatore	5.500	kVA
Tensione trifase concatenata	6.000	V
Frequenza	50 ±1%	Hz
Fattore di Potenza (Cosfi)	0,9	
Nr. Poli	10	
Velocità di regime	600	giri/m in
Velocità di fuga	1.100	giri/m in
Tempo di permanenza alla velocità di fuga	15	min
Classe isolamento / temperatura - Rotore	F / B	
Classe isolamento / temperatura - Statore	F / B	
Temperatura ambiente	max 40	°C
Grado di protezione	IP 44 / IC 81W	
Tipo di servizio	Continuo S1	
Norme di riferimento	I.E.C. 34	
Tipo funzionamento	Parallelo con la rete	
Tipo di raffreddamento	Aria/Acqua	
Altitudine di installazione	< 1000	m.s.l. m.
Lubrificazione	Naturale	
Colore finale	Da definire	
Vibrazioni	In accordo a VDI-2056 (gruppo G)	

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO GENERATORE GRUPPO 2 PELTON		
Potenza nominale del generatore	2.500	kVA
Tensione trifase concatenata	6.000	V
Frequenza	50 ±1%	Hz
Fattore di Potenza (Cosfi)	0,9	
Nr. Poli	16	
Velocità di regime	273	giri/ min
Velocità di fuga	546	giri/ min
Tempo di permanenza alla velocità di fuga	15	min
Classe isolamento / temperatura - Rotore	F / B	
Classe isolamento / temperatura - Statore	F / B	
Temperatura ambiente	max 40	°C
Grado di protezione	IP 44 / IC 81W	
Tipo di servizio	Continuo S1	
Norme di riferimento	I.E.C. 34	
Tipo funzionamento	Parallelo con la rete o in rete isolata	
Tipo di raffreddamento	Aria/Acqua	
Altitudine di installazione	< 1000	m.s.l .m.
Lubrificazione	Naturale	
Colore finale	Da definire	
Vibrazioni	In accordo a VDI-2056 (gruppo G)	

Ogni generatore è composto essenzialmente da:

- 1 CASSA STATORE in carpenteria d'acciaio. Pacco magnetico con avvolgimento in rame isolato ed impregnato sotto vuoto.
- 1 ROTORE con albero predisposto per calettarvi la girante pelton (lato accoppiamento) ed il dispositivo tachimetrico (lato opposto). Pacco magnetico, con avvolgimento in rame, isolato ed impregnato sottovuoto. Il pacco magnetico è dotato di gabbia di smorzamento per rendere la macchina idonea al funzionamento in parallelo con la rete.
- 2 CUSCINETTI idonei a sopportare il peso del rotore e della girante della turbina montata a sbalzo sul prolungamento d'albero del generatore, nonché le spinte idrauliche radiali (pelton) ed assiali (francis) introdotte dalla girante di ogni turbina. Il dimensionamento dei cuscinetti verrà fatto nella fase di progettazione esecutiva di comune accordo tra il costruttore delle turbine e quello dei generatori.
- 1 SCAMBIATORE DI CALORE ARIA/ACQUA, in grado di raffreddare l'aria calda proveniente dagli avvolgimenti del generatore, forzata attraverso una ventola di ricircolo dell'aria calettata solidamente sull'albero del generatore, con l'acqua fredda proveniente da un circuito di raffreddamento (di tipo aperto con spillamento dalla condotta forzata, filtraggio e scarico nel canale di restituzione; oppure di tipo chiuso con pompe di circolazione forzata e scambiatori di calore a fascio tubiero inseriti nel canale di scarico).

VERNICIATURA secondo ciclo epossidico-poliuretano standard del Fabbricante.

### **3.5.1 Accessori**

Ogni generatore è corredato di:

- 1 SERIE DI ACCESSORI montati sul generatore costituita da:
- 3 sonde PT 100 nell'avvolgimento statore, fra le matasse
- 3 sonde PT 100 nell'avvolgimento statore, in fondo cava
- 1+1 sonde PT 100 nei cuscinetti
- 1 serie resistori anticondensa
- 1 scatola morsettiera separata per gli accessori sopra elencati
- 1 scatola morsettiera di linea/centro stella contenente 3 trasformatori di corrente per il sistema di eccitazione
- 1 sensore di vibrazione
- 1 piastra (elementi di fondazione) di base con ancoraggi.

### **3.6 CENTRALINE OLEODINAMICHE**

Ogni gruppo sarà asservito da una propria centralina oleodinamica, per cui le centraline saranno 3 ed in grado di asservire ognuno i seguenti organi:

- Gruppo Francis + valvola a farfalla di gruppo
- Gruppo Pelton + valvola a farfalla di gruppo
- Valvola a fuso di by-pass

Le CENTRALINE OLEODINAMICHE, sono essenzialmente costituite da:

- 1 Cassone serbatoio d'olio, in lamiera di acciaio saldata, provvisto di opportune aperture di accesso, adatto per contenere le elettropompe, le elettrovalvole ed accessori, con indicatore locale di livello olio, filtro, rubinetto di vuotamento.
- 1 Elettrovalvola per il comando del servomotore del distributore per la centralina della turbina francis.
- 5 Elettrovalvole per il comando del servomotore delle spine per la centralina della turbina pelton.
- 1 Elettrovalvola per il comando del servomotore dei tegoli deviatori per la centralina della turbina pelton (tegoli deviatori collegati fra loro con un cinematismo unico di movimento).
- 1 Elettrovalvola per il comando dei servomotori delle valvole a farfalla di ogni turbina.
- 1 Elettrovalvola per il comando del servomotore della valvola a fuso per la centralina del by-pass automatico.
- 1 Filtro speciale per l'olio di regolazione, con fine grado di filtraggio, indicatore elettrico di intasamento.
- 2 Elettropompe per l'olio di regolazione con motore in c.a., giunto di accoppiamento ed accessori.
- 2 Accumulatori con precarica di azoto, posto sulla mandata delle pompe olio di regolazione. Tali accumulatori verranno utilizzato per il recupero dei trafilamenti delle elettrovalvole (pompe sempre spente) ed eventualmente per la manovra di chiusura d'emergenza degli organi di regolazione delle turbine.
- Serie di tubazioni, valvole di ritegno, diaframmi, ecc



Rappresentazione grafica di una centralina oleodinamica



Applicazione simile di centralina oleodinamica

### **3.7 TRASFORMATORI ELEVATORI E TRASFORMATORE PER I SERVIZI AUSILIARI**

Saranno installati n°2 trasformatori elevatori di centrale, uno per ogni gruppo, ed un trasformatore per i Servizi Ausiliari, con le seguenti caratteristiche:

#### **TRASFORMATORE GRUPPO FRANCIS**

- Trasformatore trifase isolato in olio
- Applicazione ELEVATORE
- Potenza nominale kVA 6.000
- Frequenza nominale Hz 50
- Tensione nominale primaria V 20000
- Campo di regolazione tensione maggiore % +/-2x2,5
- Tensione nominale secondaria a vuoto V 6000
- Simbolo di collegamento Dyn11
- Collegamento primario Triangolo
- Collegamento secondario Stella + neutro
- Classe ambientale, climatica e comportamentale al fuoco E2-C2-F1
- Classi di isolamento primarie e secondarie F/F
- Temperatura ambiente massima °C 40
- Sovratemp. avvolgim. primari e secondari K 100/100
- Installazione Interna
- Tipo di raffreddamento AN
- Altitudine sul livello del mare m < 1000
- Perdite di tipo ridottissimo
- Lunghezza indicativa mm 3.000
- Larghezza indicativa mm 2.000
- Altezza indicativa mm 3.000
- Massa totale kg 12.500

#### **TRASFORMATORE GRUPPO PELTON**

- Trasformatore trifase inglobato in resina
- Applicazione ELEVATORE
- Potenza nominale kVA 3.000
- Frequenza nominale Hz 50
- Tensione nominale primaria V 20000
- Campo di regolazione tensione maggiore % +/-2x2,5
- Tensione nominale secondaria a vuoto V 6000
- Simbolo di collegamento Dyn11
- Collegamento primario Triangolo
- Collegamento secondario Stella + neutro
- Classe ambientale, climatica e comportamentale al fuoco E2-C2-F1

- Classi di isolamento primarie e secondarie F/F
- Temperatura ambiente massima °C 40
- Sovratemp. avvolgim. primari e secondari K 100/100
- Installazione Interna
- Tipo di raffreddamento AN
- Altitudine sul livello del mare m > 1000
- Perdite di tipo ridottissimo
- Lunghezza indicativa mm 2.600
- Larghezza indicativa mm 1.600
- Altezza indicativa mm 2.200
- Massa totale kg 7.000

#### **TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI**

- Trasformatore trifase inglobato in resina
- Applicazione RIDUTTORE
- Potenza nominale kVA 100
- Frequenza nominale Hz 50
- Tensione nominale primaria V 10000 o 20000
- Campo di regolazione tensione maggiore % +/-2x2,5
- Tensione nominale secondaria a vuoto V 400
- Simbolo di collegamento Dyn11
- Collegamento primario Triangolo
- Collegamento secondario Stella + neutro
- Classe ambientale, climatica e comportamentale al fuoco E2-C2-F1
- Classi di isolamento primarie e secondarie F/F
- Temperatura ambiente massima °C 40
- Sovratemp. avvolgim. primari e secondari K 100/100
- Installazione Interna
- Tipo di raffreddamento AN
- Altitudine sul livello del mare m > 1000
- Perdite di tipo ridottissimo
- Lunghezza indicativa mm 1.300
- Larghezza indicativa mm 650
- Altezza indicativa mm 1.100
- Massa totale kg 1.000

#### Accessori standard:

- N. 2 Targhe dati caratteristiche
- Piastre per terminali MT e BT
- Golfari di sollevamento
- Attacchi per il traino
- Carrello con ruote orientabili
- N° 2 morsetti di terra



*Applicazione simile di trasformatore isolato in olio*



*Applicazione simile di trasformatore inglobato in resina*

### **3.8 STRUMENTAZIONE**

La centrale sarà equipaggiata con i seguenti elementi di rilevazione delle grandezze dal campo:

- 1 MISURATORE DI PORTATA DI TIPO WETTED AD ULTRASUONI MULTICORDA, installato in un pozzetto di piede condotta sul diametro 1.800 mm, circa 20 m a monte della diramazione di centrale, per la programmazione di carico delle turbine e/o della valvola a fuso DN1200 in caso di by-pass programmato.
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE del servomotore del distributore della turbina francis.
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE dei servomotori delle spine della turbina pelton.
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE della valvola a fuso di by-pass.
- 1 TRASMETTITORE DI PRESSIONE da installare sulla condotta forzata in arrivo, a monte delle valvole a farfalla di macchina.
- 1 TRASMETTITORE DI LIVELLO da installare nella vasca di scarico a valle turbine.
- 1 SERIE DI STRUMENTI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E CONTROLLO, adatti, in combinazione con le opportune apparecchiature elettriche per l'esercizio con centrale non sorvegliata, avviamento ed arresto a distanza.
- 1 Dispositivo elettrico di sicurezza (convertitore di frequenza) che, in caso di eccesso di velocità del gruppo oltre i limiti normali, determina la chiusura, indipendentemente dal regolatore di velocità, della turbina e della valvola all'entrata.
- 1 Serie di pressostati e manometri per i consensi e le segnalazioni della pressione dell'olio di regolazione, o sonda di pressione con trasduttore 4-20 mA.
- 1 Interruttore di livello olio per minimo livello olio nel cassone serbatoio della centralina oleodinamica.
- 1 Termostato per l'olio della centralina oleodinamica, con semplice contatto elettrico, o sonda di temperatura con trasduttore 4-20 mA.
- 1 serie di fine corsa sui vari dispositivi di comando degli organi presenti in centrale (valvole a farfalla di macchina, distributore turbina francis, spine turbina pelton, tegoli deviatori turbina pelton, valvola a fuso di by-pass, ecc.).

### **3.9 SISTEMA DI AUTOMAZIONE, PROTEZIONE E CONTROLLO**

#### **3.9.1 Generalità**

Il sistema di automazione, protezione e controllo dell'impianto idroelettrico di Monterone comprenderà la gestione dei due gruppi turbina-generatore e i servizi generali di impianto.

In particolare saranno date istruzioni sulle principali logiche di funzionamento dei gruppi dal punto di vista dell'automatismo; istruzioni sull'interfaccia grafica uomo macchina e istruzioni operative per il corretto utilizzo dei dispositivi manuali a bordo dei quadri.

#### **3.9.2 Architettura dell'automazione**

Il sistema di controllo e supervisione è strutturato su tre livelli:

- FIELD
- FACTORY
- CONTROL ROOM

Il primo livello è costituito dai nodi di periferia decentrata collegati e comunicanti con i rispettivi controllori tramite bus di campo PROFIBUS DP.

Questi nodi composti da moduli I/O raccolgono tutta la sensoristica, che sia analogica o digitale, della turbina e del generatore. Sono compresi nel medesimo bus, il pannello operatore e il convertitore di misura digitale che trasmette all'unità centrale le principali misure elettriche di gruppo. La stessa struttura è prevista per i servizi generali il cui nodo di periferia decentrata è ubicato nel quadro sul pozzo piezometrico.

Il livello Factory comprende i controllori di gruppo e quello dei servizi generali che, collegati ad uno switch, formano una unica rete interna comunicante tramite protocollo Ethernet. Nel dettaglio, lo switch posto all'interno del quadro servizi generali raccoglie la CPU del quadro stesso e le CPU dei gruppi, alle quali sono collegate le rispettive CPU dei regolatori di velocità. Una porta è riservata al collegamento del sistema di telecontrollo SCADA facente parte del terzo ed ultimo livello Control Room che si compone di tutti gli apparati informatici dai quali gli operatori sono in grado di monitorare e eventualmente modificare lo stato dell'intero impianto.

#### **3.9.3 Gestione dei gruppi idroelettrici**

##### **MODALITA' DI FUNZIONAMENTO**

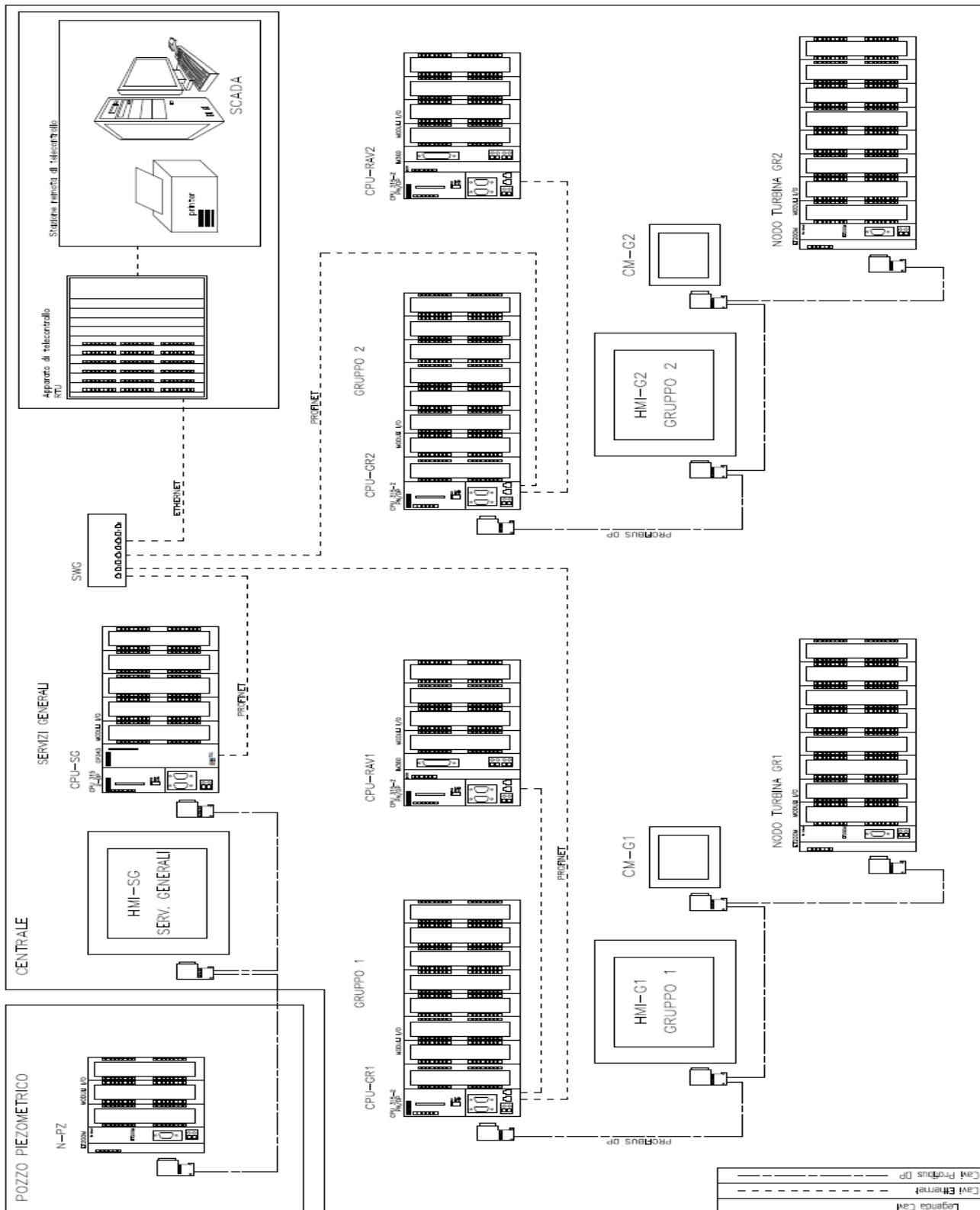
Il modo di funzionamento di ogni gruppo è scelto dall'operatore in locale o da telecontrollo che dispone di un selettore scelta servizio gruppo con le seguenti possibilità di selezione:

- Manuale (M)
- Escluso (E)

**Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.**  
 UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO  
 E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA  
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

- Automatico Interno (AI)
- Automatico Esterno (AE)

La scelta della modalità di funzionamento come detto è impostabile da locale o da telecontrollo, in funzione della posizione di un secondo selettore a bordo quadro "AA" (Armadio Automatismo), che decide quale delle due sorgenti ha priorità.



**- MANUALE**

Questa modalità permette l'esecuzione manuale di ogni singola manovra comandabile da quadro comandi locale, fino al parallelo con chiusura dell'interruttore anch'essa manuale previo il consenso dal sincronoscopio.

Si precisa che la macchina è sotto la completa responsabilità dell'operatore, che è tenuto a rispettare la sequenza di avviamento di tutti gli organi meccanici sensibili quali pompe olio, raffreddamenti, irrorazione e drenaggi tenute. Il servizio manuale è previsto per agevolare le operazioni di ricerca e riparazione di guasti; i controlli e le messe a punto di tutte le apparecchiature.

In modalità manuale tutti i blocchi sono operativi ad eccezione dei time out delle sequenze di avviamento e arresto per permettere all'operatore un avviamento passo-passo alla ricerca di eventuali guasti.

**- ESCLUSO**

Questa modalità è utilizzata in caso di manutenzione o prova di funzionamento dei singoli organi. Sono abilitate le manovre degli organi adeguatamente interbloccate tra loro per garantire la messa in sicurezza e l'impossibilità di spuntare con la macchina.

Gli interblocchi implementati agiscono sui seguenti organi della macchina: pompe olio regolatore, elettrovalvole di comando, elettrovalvole di sicurezza ed elettrovalvole generali.

In modalità escluso tutti i blocchi sono operativi.

**- AUTOMATICO INTERNO**

In questa condizione l'impianto si predispone a ricevere i comandi manuali dall'operatore, ad eccezione chiaramente di quelli di sicurezza di arresto e blocco gruppo mantenendo le macchine sempre autonome nel percorrere le proprie curve di apertura e chiusura dei distributori, e quindi mantenendo il gradiente di variazione delle portate preimpostato in sicurezza.

Alla richiesta di "avviamento" da parte dell'operatore, da effettuarsi tramite pulsante da pannello operatore o comando da telecontrollo, sempre in funzione del già citato selettore Locale – Telecontrollo, l'impianto avvierà la macchina indicata come prioritaria fino ad effettuare il parallelo in rete.

A questo punto sarà l'operatore a prendere in mano l'impianto e ad impartire i comandi di "aumenta/diminuisci" sul gruppo fino a raggiungere il valore di funzionamento desiderato, oppure ad impartire il comando di avviamento anche al secondo gruppo oppure al by-pass estendendo anche a quest'ultimi la possibilità di funzionamento ai valori di apertura, e quindi di portata, desiderati.

L'impianto, sia in apertura che in chiusura, seguirà sempre un proprio gradiente di variazione della posizione del distributore, preimpostato nel programma di automazione d'impianto.

**- AUTOMATICO ESTERNO**

In questa modalità la macchina si avvia autonomamente in funzione delle richieste provenienti dal controllore servizi generali in base al programmatore di carico e/o in regolazione di livello/apertura (descritti in seguito) o in regolazione di pressione.

Questa è la modalità abituale di funzionamento della centrale idroelettrica, specificatamente programmata per ogni singolo impianto, tenendo conto di tutte le altre

grandezze idrauliche specifiche che fanno parte dell'impianto stesso, oppure che da esse sono condizionate.

Nei paragrafi successivi viene dettagliata la modalità di funzionamento in Automatico Esterno, tenendo anche conto della specificità rappresentata dalla presenza di uno dei due gruppi che possa funzionare in isola.

### **3.9.4 Servizi Generali d'impianto**

Il controllore dei servizi generali di impianto si occuperà della gestione di tutte le parti costituenti l'impianto, sia quelle strettamente correlate al funzionamento dei gruppi idroelettrici che altre cosiddette ausiliarie come i quadri di media tensione, i quadri di bassa tensione ed i sistemi di batterie e caricabatterie, il gruppo elettrogeno, il pozzo piezometrico di monte e le vasche e/o gli altri sistemi che saranno realizzati a valle.

Tutti questi sistemi entreranno in gioco nella modalità di funzionamento dell'impianto in "Automatico Esterno".

Dalla pagina principale del pannello operatore si avrà una visione complessiva dell'impianto dal punto di vista elettrico in quanto un sinottico schematizzerà tutta la sbarra di media tensione e relativi organi di interruzione e protezione.

I tasti funzione da F1 a F8 richiamano le pagine video con le principali funzionalità del sistema:

- F1 = Pagina principale
- F2 = Programmatore di carico (sulla portata)
- F3 = Regolatore di livello o di pressione (normalmente di monte, specificatamente di valle in questo impianto che ha la necessità di tenere in regolazione/controllo il livello o la pressione di valle afferente al sistema irriguo)
- F4 = Pozzo piezometrico
- F5 = Impostazioni e soglie
- F6 = Allarmi
- F7 = Comandi
- F8 = Pagina di sistema

I servizi generali, come i gruppi, avranno una pagina di consensi iniziali da inviare alle due macchine, nella quale saranno rappresentati lo stato degli interruttori sulla sbarra MT; lo stato del pozzo piezometrico; la presenza tensione della sbarra MT e l'assenza di cause di blocco, scatto o emergenza che impedirebbero di fatto l'esercizio ai due gruppi.

La pagina "Impostazioni e soglie" conterrà la finestra di impostazione delle ore di funzionamento gruppo in funzione delle quali avverrà lo scambio di priorità tra i gruppi durante i vari periodi dell'anno.

La pagina degli allarmi conterrà le segnalazioni provenienti dalle protezioni elettriche della sbarra MT; le eventuali anomalie dei due trasformatori di gruppo e dei servizi ausiliari e gli scatti dei servizi ausiliari c.a. e c.c. di centrale.

Nella pagina dei comandi l'operatore potrà manovrare i principali interruttori MT sempre controllato dagli interblocchi imposti dall'automatismo evitando manovre errate o pericolose.

### **3.9.5 Funzionamento in regolazione in AUTOMATICO ESTERNO**

In AUTOMATICO ESTERNO la centrale si avvierà autonomamente al verificarsi di tutte le condizioni iniziali di partenza, nella sequenza e nei tempi preimpostati, e si affiderà alla regolazione secondo il seguente criterio.

Se non diversamente specificato, i gruppi si metteranno in regolazione seguendo la

seguinte programmazione differenziata per livello:

1) Regolazione di 1° livello = Regolazione di portata secondo un programmatore di carico, oppure regolazione di livello della vasca di carico di monte o di pressione nella condotta forzata negli impianti ad acqua fluente (non nel ns. caso di Monterone che è un impianto a bacino con relativa diga).

2) Regolazione di 2° livello = Regolazione dei distributori secondo una misura di livello o di pressione oppure di portata del sistema di valle da tenere sotto controllo.

Di seguito il dettaglio delle 2 modalità di regolazione.

### **3.9.5.1 Regolazione di 1° livello: Programmazione di carico**

Il programmatore di carico determinerà l'avviamento e l'effettuazione del parallelo in rete della macchina in "Servizio Prioritario", dopodiché determinerà il grado di apertura del gruppo e lo terrà in regolazione al valore di portata preimpostato sul programmatore di carico stesso, retroazionato dalla misura proveniente dal misuratore di portata in condotta, che rappresenta il "set point" di funzionamento dell'impianto.

Analogamente avvierà la seconda macchina, qualora il regime di portata impostato in programmazione lo richiedesse.

Il programma di carico sarà impostato su base temporale (stagionale, mensile, settimanale, giornaliero o orario).

In base al valore di portata impostato sul programmatore di carico i gruppi si avvieranno e si metteranno in regolazione.

Nel caso specifico, con macchine entrambe in funzionamento in rete, un esempio di avviamento e regolazione potrebbe essere il seguente:

a) Portate < 2.650 l/s → Avviamento e regolazione del solo gruppo pelton (Q<sub>max</sub> = 2.650 l/s in

funzionamento singolo)

b) Portate > 2.650 l/s e < 5.650 l/s → Avviamento e regolazione del solo gruppo francis (Q<sub>max</sub> =

5.650 l/s in funzionamento singolo)

c) Portate > 5.650 l/s → Avviamento di entrambi i gruppi, con uno a carico fisso e l'altro in

regolazione di portata.

Mentre, con il gruppo pelton in funzionamento in isola, ovviamente la regolazione della portata sarà necessariamente svolta dalla sola turbina francis.

In entrambi i casi potrà entrare in regolazione anche il by-pass, per indisponibilità di uno o di entrambi i gruppi, il quale potrà analogamente mettersi in regolazione di portata al fine di garantire il servizio idraulico a valle della centrale.

L'operatore potrà visualizzare la programmazione prevista per il periodo corrente o passare, attraverso il pulsante "IMPOSTA", alle pagine di impostazione di un nuovo programma di carico (tale abilitazione sarà protetta da password).

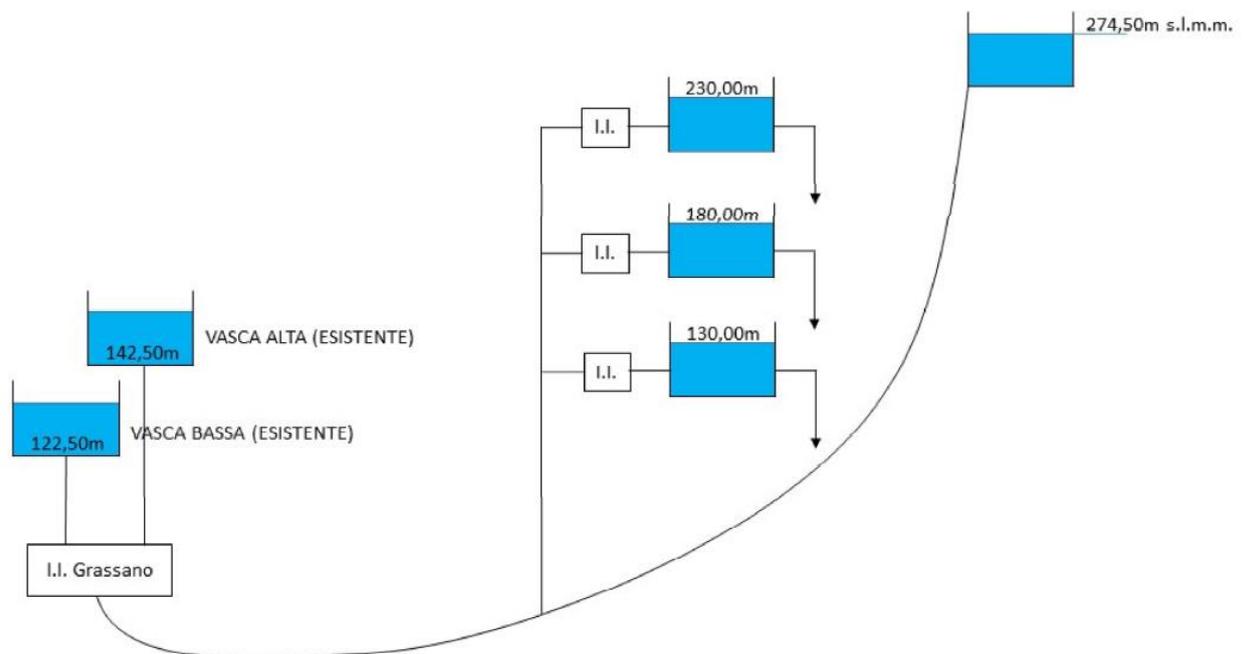
Il programma di carico potrà essere reso inaccessibile in locale (eccetto che per la sola visualizzazione), oppure reso subordinato alla postazione remota quando la centrale si trova in modalità "Telecontrollo", a seconda delle esigenze di gestione dell'impianto.

### 3.9.5.2 Regolazione di 2° livello: livello, pressione o portata di valle

L'impianto idroelettrico di Monterone, con il suo funzionamento, si troverà a determinare le portate affluenti all'intero sistema idraulico posto a valle dello stesso, caratterizzato principalmente:

- un sistema potabile con portate programmabili e facilmente monitorabili (potabilizzatore e impianto di pompaggio con portate note);
- un sistema irriguo con portate non programmabili e molto variabili in funzione delle condizioni meteorologiche e delle richieste irrigue dei singoli utenti.

Parte di questa variabilità del sistema irriguo viene assorbita da una serie di vasche di accumulo previste nel progetto a regime (vedi schema allegato) che si sviluppa fino al nodo idraulico delle "Vasche del Grassano" a S. Salvatore Telesino, già esistenti e poste circa a 20 Km dalla centrale di Monterone.



Una volta che la centrale abbia soddisfatto le condizioni della regolazione di 1° livello, cioè che abbia raggiunto la portata pre-impostata nel programmatore di carico, a questo punto si predisporrà a soddisfare la regolazione di 2° livello; cioè metterà sotto regolazione una delle seguenti grandezze a scelta del gestore d'impianto, a seconda di quale sia più significativa:

- livelli del sistema di vasche a valle;
- pressioni del sistema di condotte che alimentano il sistema irriguo di valle;
- portate delle eventuali centrali idroelettriche o delle condotte che alimentano il sistema di valle.

L'elemento comune che caratterizza queste 3 grandezze della regolazione di 2° livello è che esse non sono determinate esclusivamente dalle portate in entrata, cioè defluenti dallo scarico della centrale di Monterone, ma che hanno anche una propria capacità autonoma di variazione, quale:

- per i livelli e le portate delle vasche di valle: l'entità e la variabilità delle utenze irrigue di valle;

- per le pressioni delle condotte di valle: l'entità degli spillamenti lungo le condotte e la variazione delle portate richiamate dalle varie vasche in dipendenza dei livelli delle stesse;

- per le portate delle condotte di valle: i livelli delle vasche di valle e le regolazioni dei distributori delle turbine delle eventuali centrali di valle e/o quelle di qualsiasi organo di regolazione di portata inserito nel sistema di valle.

Per cui, una volta scelta quale delle grandezze tenere sotto controllo (potrebbe essere anche diversa nelle varie stagioni dell'anno o delle ore del giorno), la regolazione di 2° livello determinerà l'apertura o la chiusura dei distributori delle turbine di Monterone per mantenerla costante al valore voluto e preimpostato.

E' evidente che la misura della grandezza di regolazione di 2° livello, per poter essere sotto controllo e regolazione, deve necessariamente essere interconnessa in continuo con la centrale idroelettrica.

### **3.9.6 Funzionamento in ISOLA**

Nel caso si voglia far esercire il Gruppo 2 di centrale in ISOLA, il sistema automaticamente informerà:

- La protezione generatore di controllo tensione, nella quale verranno escluse le funzioni specifiche per il funzionamento in isola.
- Il regolatore di velocità RAV, che si predisporrà a funzionare come regolatore di frequenza.

- **PREDISPOSIZIONE AL FUNZIONAMENTO**

- Isolare la sbarra 10 o 20kV (apertura di tutti gli interruttori affacciati)
- Aprire l'interruttore generale sul quadro servizi ausiliari c.a.
- Predisporre il commutatore a bordo quadro del gruppo che si vuole avviare (Isola / Rete), in posizione "ISOLA"
- Mettere il gruppo in modalità di funzionamento automatico interno "AI"
- Verificare che i consensi iniziali all'avviamento siano soddisfatti
- Dare il comando di "AVVIAMENTO GRUPPO"

Al raggiungimento del 90% dei giri nominali il sistema darà il comando di start, all'eccitatrice che porterà la macchina al valore nominale di tensione di 10 o 20 kV.

Al raggiungimento dei giri nominali verrà impartito il comando di chiusura all'interruttore di gruppo.

A questo punto il RAV, gestirà la velocità della macchina (per il mantenimento dei 50Hz), e il sistema di eccitazione manterrà la tensione al valore nominale.

Da questo momento in poi saranno inseriti gradualmente i carichi sulla sbarra a 20 kV.

Il regolatore di velocità e il sistema di eccitazione reagiranno ad ogni perturbazione di rete causata dalla re-inserzione dei carichi, mantenendo frequenza e tensione ai valori nominali.

- **RITORNO AL FUNZIONAMENTO IN RETE**

Volendo tornare al funzionamento in rete, si procederà come segue:

- Arrestare la macchina
- Commutare a bordo quadro del gruppo il selettore in posizione "RETE"
- Alimentare la sbarra a 20 kV

A questo punto la macchina sarà pronta per essere avviata in RETE in automatico.

### **3.9.7 Elenco dei quadri tipici di Protezione e Controllo**

Codifica della denominazione degli armadi BT di protezione e controllo normalmente previsti per un'installazione tipica di questo tipo:

- Armadio Servizi Generali 110Vcc "SA CC"
- Armadio Servizi Generali 400Vca "SA CA"
- Armadio Servizi Generali Impianto "SG"
- Armadio Azionamenti "AZ"
- Armadio Automatismo "AA"
- Armadio Protezioni "MP"

- Armadio Regolatore di velocità "RAV"
- Armadio Turbina-Generatore "TG"
- Armadio Pozzo Piezometrico "PZ"

### **3.10 SEZIONE MT**

Tale sezione si comporrà principalmente da un "quadro MT di interfaccia", realizzata nel rispetto di quanto prescritto sulla norma CEI 016 e documenti richiamati, e da un trasformatore MT/BT avente le caratteristiche indicate già in precedenza, alloggiato in apposito box.

Segue una breve descrizione dei dispositivi principali contenuti nel quadro MT.

#### **3.10.1 Cella Risalita cavi**

Sarà composta da:

- N°1 Elemento modulare dim. L 300 x H 1950 x P 1050mm in lamiera 20/10 colore grigio RAL 7030
- N°1 Serie di supporto per ancoraggio cavi MT
- N°2 TA toroidali per protezione CEI 016
- N°1 TA toroidale omopolare per protezione CEI 016
- N°1 Barratura di terra 60mmq
- N°1 Targa autoadesiva con sinottico

#### **3.10.2 Cella Dispositivo Generale**

Sarà composta da:

- N°1 Elemento modulare dim. L750 x H1950 x P1050mm in lamiera 20/10 colore grigio RAL 7030
- N°1 Sezionatore rotativo a vuoto isolato in gas Sf6
- N°1 Interruttore in Sf6
- N°1 Sezionatore di terra a valle dell'interruttore in Sf6
- N°1 Interblocco meccanico tra sezionatore di linea e di terra
- N°1 Interblocco tra sezionatore di terra e porta di accesso
- N°1 Interblocco a chiave tra sezionatore di linea e interruttore
- N°1 Oblò di ispezione
- N°1 Barratura in piatto rame elettrolitico
- N°1 Barratura di terra
- N°1 Targa autoadesiva sequenza manovre con sinottico
- N°1 Targa incisa in alluminio con caratteristiche scomparto
- N°1 Vano morsettiera ausiliari
- N°1 Illuminazione interna – lampada incandescenza 60W 220V
- N°1 IS/CAP - Terna isolatori capacitivi con lampade di segnalazione
- N°1 CABL/RA/C - Cablaggio ausiliari Sf6
- N°1 M/SPG/SB – Predisposizione per Sf6 sbullonabile
- N°1 AUX/SL – Cablaggio contatti ausiliari sezionatore di linea
- N°1 AUX/ST – Cablaggio contatti ausiliari sezionatore di terra
- N°1 CASS/STRUM – Cassonetto strumenti e ausiliari sul fronte del box
- N°1 CABL/PRT –relè di protezione (50-51-51n) CEI 016

N°2 IM – Interruttore modulare protezione ausiliari con contatto aux

### **3.10.3 Cella Misure**

Sarà composta da:

N°1	Elemento modulare dim. L 500 x H 1950 x P 1050mm in lamiera 20/10 colore grigio RAL 7030
N°1	Oblò di ispezione
N°1	Barratura in piatto rame elettrolitico 400/630A
N°1	Barratura di terra 60mmq
N°1	Targa autoadesiva sequenza manovre con sinottico
N°1	Targa incisa in alluminio con caratteristiche scomparto
N°1	Vano morsettiera ausiliari
N°1	Illuminazione interna – lampada incandescenza 60W 220V
N°1	Terna isolatori capacitivi con lampade di segnalazione
N°3	Trasformatori di tensione FASE-TERRA per protezione 59V0
N°2	Trasformatori di tensione FASE-fase per protezione 27-59-81>81<
N°2	Protezione di tensione CEI 016
Q.b.	Interruttori modulari per protezione circuiti aux voltometrici

### **3.10.4 Quadro MT di potenza (Armadio interruttore Gruppo 1 e Gruppo 2)**

Saranno 2 armadi, ognuno dei quali sarà composto da:

N°1	Elemento modulare dim. L750 x H1950 x P1050mm in lamiera 20/10 colore grigio RAL 7030
N°1	Sezionatore rotativo a vuoto isolato in gas Sf6
N°1	Interruttore in Sf6
N°1	Sezionatore di terra a valle dell'interruttore in Sf6
N°1	Interblocco meccanico tra sezionatore di linea e di terra
N°1	Interblocco tra sezionatore di terra e porta di accesso
N°1	Interblocco a chiave tra sezionatore di linea e interruttore
N°1	Oblò di ispezione
N°1	Barratura in piatto rame elettrolitico
N°1	Barratura di terra
N°1	Targa autoadesiva sequenza manovre con sinottico
N°1	Targa incisa in alluminio con caratteristiche scomparto
N°1	Vano morsettiera ausiliari
N°1	Illuminazione interna – lampada incandescenza 60W 220V
N°1	IS/CAP - Terna isolatori capacitivi con lampade di segnalazione
N°1	CABL/RA/C - Cablaggio ausiliari Sf6
N°1	M/SPG/SB – Predisposizione per Sf6 sbullonabile
N°1	AUX/SL – Cablaggio contatti ausiliari sezionatore di linea
N°1	AUX/ST – Cablaggio contatti ausiliari sezionatore di terra
N°1	CASS/STRUM – Cassonetto strumenti e ausiliari sul fronte del box
N°1	CABL/PRT –relè di protezione (50-51-51n) CEI 016
N°2	IM – Interruttore modulare protezione ausiliari con contatto aux

### **3.10.5 Accessori**

Saranno composti da:

- N°1 Pedana isolante irribaltabile
- N°1 Paio di guanti isolanti
- N°1 Serie cartelli monitori
- N°1 Cartello "SOCCORSI DI URGENZA"

## **4 TRANSITORIO IDRAULICO E SOVRAPPRESSIONE IN CONDOTTA GENERATI DALLE TURBINE (COLPO D'ARIETE)**

### **4.1 Sovrappressioni in condotta**

La condizione di chiusura rapida dei distributori delle turbine ad un distacco di carico, dalla condizione di portata massima, produce un transitorio di sovrappressione massima in condotta che dipende essenzialmente dalle condizioni impiantistiche specifiche quali, lunghezza e diametro della condotta, portata turbinata e tempo di chiusura dei distributori.

I tempi di chiusura rapida che saranno impostati per i 2 gruppi nuovi, saranno tali da non ingenerare sovrappressioni superiori al limite del 30%, anche con l'ausilio del by-pass di centrale che in questo caso sarebbe usato anche come scarico sincrono.

Le condizioni specifiche di riferimento sono di seguito elencate:

- Condotta forzata = DN1800 x 610 m;
- Portata massima in condotta = Portata massima 2 gruppi = 5,2 + 2,4 mc/s = 7,6 mc/s;
- Pressione massima ammessa = 130% del salto idrostatico alla massima quota di invaso = 130% x 102,5 m H<sub>2</sub>O = 133,25 m H<sub>2</sub>O

Per quanto sopra, riportiamo di seguito la tabella di calcolo che determina il tempo minimo di chiusura rapida del distributore, alle condizioni idrauliche più gravose e peggiorative di portata massima con entrambe le macchine in fuga contemporanea prima del comando di chiusura rapida.

#### 4.1.1 Sovrappressione in condotta per chiusura rapida distributori in $T_c = 12$ s

##### CALCOLO DELLA SOVRAPPRESSIONE IN CONDOTTA FORZATA DI CAMPOLATTARO

###### DATI D'IMPIANTO

L =	610 m	Lunghezza condotta
Qmax =	7,60 mc/s	Qmax turbine
H =	102,5 m	Salto geodetico della condotta forzata
D =	1,8 m	Diametro interno condotta
<b>Tc =</b>	<b>12,0 s</b>	<b>Tempo di chiusura rapida del distributore</b>

###### DATI DEL TIPO DI FLUIDO (ACQUA)

C =	1.168 m/s	Velocità del suono nell'acqua
-----	-----------	-------------------------------

###### CALCOLO DEL COLPO D'ARIETE

<b>Tau =</b>	<b>0,94 s</b>	<b>Durata di fase del colpo d'ariete (deve essere &lt; Tc)</b>
Vmax =	2,97 m/s	Velocità massima in condotta

###### CALCOLO DELLA SOVRAPPRESSIONE IN CONDOTTA

Delta H =	27,7 mH2O	Sovrappressione generata dalla chiusura nel tempo Tc
Pmax =	130,2 mH2O	Pressione massima
<b>Delta H % =</b>	<b>27,0 %</b>	<b>Sovrappressione % generata</b>

Sulla base di quanto sopra, si deduce che non c'è necessità di utilizzare la valvola di by-pass anche come scarico sincrono, in quanto con tempi ordinari di chiusura rapida di 12 s, si determina una sovrappressione di circa il 27% sulla condotta forzata.

Per cui è ipotizzabile poter tarare i seguenti tempi Tc sull'impianto:

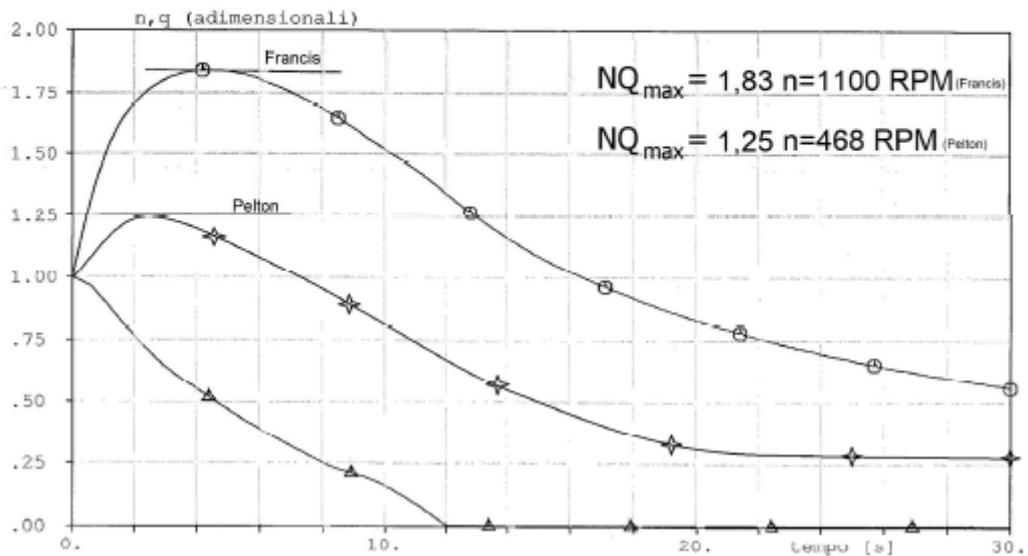
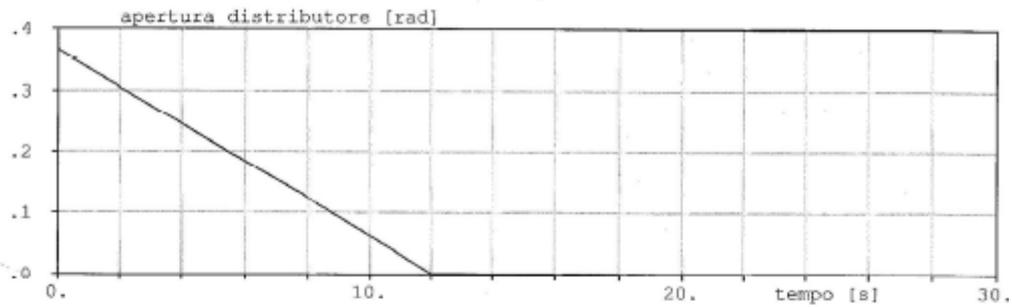
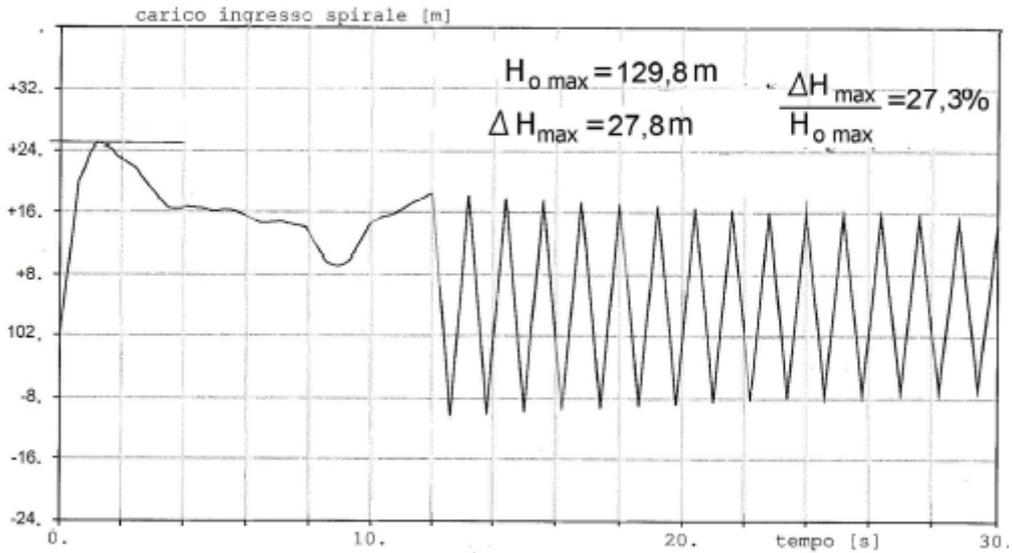
- 1) chiusura rapida distributori  $\geq 12$  s, con una sovrappressione massima < del 30% senza l'ausilio di alcuno scarico sincrono;**
- 2) chiusura minima valvole a farfalla = 30-45 s, con una sovrappressione nulla in condizioni normali di funzionamento.**

La pressione di prova dei componenti del circuito idraulico sarà quindi pari a:

$$p_{prova} \geq 1,5 \times 1,3 \times p_{staticamax} = 1,5 \times 1,3 \times 102,5 \text{ m} = 200 \text{ m (20 bar circa)}$$

Riportiamo di seguito il grafico del transitorio idraulico allo stacco di carico con le sovrappressioni in condotta e le sovravelocità dei gruppi idroelettrici.

**CAMPOLATTARO – STACCO DI CARICO (H=102m ; Q=7,56mc/s)**



## **5 VALORE ECONOMICO INDICATIVO DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA**

L'energia idroelettrica, come le altre Fonti Energetiche Rinnovabili, possono accedere agli incentivi sulle tariffe energetiche della produzione, normalmente regolati attraverso specifici Decreti Ministeriali (DM FER) emanati dal Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) e attraverso specifiche procedure di qualificazione degli impianti per regolare il suddetto accesso agli incentivi, emanate dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE).

Al momento è vigente il DM FER del 4 luglio 2019, pubblicato in Gazzetta Ufficiale il 9 agosto 2019, il quale istituisce 7 possibili aste per gli impianti con Potenza Nominale di Concessione  $\geq 1$  MW, dal 30 settembre 2019 al 30 settembre 2021, per un contingente di potenza totale di 110 MW, ai quali l'impianto di Monterone potrà teoricamente accedere per usufruire di una tariffa incentivata massima teorica di 80 €/MWh per 30 anni di produzione (vedi tabelle sottostanti).

N. procedura	Data di apertura del bando
1	30 settembre 2019
2	31 gennaio 2020
3	31 maggio 2020
4	30 settembre 2020
5	31 gennaio 2021
6	31 maggio 2021
7	30 settembre 2021

Tabella 1

Tabella 1 con numero e date dei bandi per Registri ed Aste

N. procedura	Gruppo A [MW]	Gruppo B [MW]	Gruppo C [MW]
1	500	5	60
2	500	5	60
3	700	10	60
4	700	15	60
5	700	15	80
6	800	20	100
7	1600	40	200
<b>Totale</b>	<b>5500</b>	<b>110</b>	<b>620</b>

Tabella 3

Tabella 3 con contingenti di potenza per ogni Asta (Gruppo B per gli idroelettrici nuovi)

#### Vita utile convenzionale, tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti

Fonte rinnovabile	Tipologia	Potenza	VITA UTILE degli IMPIANTI	TARIFFA
		kW	anni	€/MWh
Eolica	On-shore	1<P≤100	20	150
		100<P<1000	20	90
		P≥1000	20	70
Idraulica	ad acqua fluente (compresi gli impianti in acquedotto)	1<P≤400	20	155
		400<P<1000	25	110
		P≥1000	30	80
	a bacino o a serbatoio	1<P<1000	25	90
		P≥1000	30	80
		1<P≤100	20	110
Gas residuati dai processi di depurazione	100<P<1000	20	100	
	P≥1000	20	80	
	20<P≤100	20	105	
Solare fotovoltaico	100<P<1000	20	90	
	P≥1000	20	70	

Tabella 1.1

Tabella 1.1 con tariffa di 80 €/MWh per 30 anni per impianti idroelettrici con potenza >= 1.000 KW, sia ad acqua fluente che a bacino

Tuttavia vanno fatte anche le seguenti considerazioni in merito:

1) Prima condizione per l'eventuale iscrizione alle Aste, per un impianto idroelettrico, è quella di essere in possesso sia della Concessione di Derivazione d'Acqua ad Uso Idroelettrico, che dell'Autorizzazione Unica per la Costruzione e l'Esercizio (compresa l'eventuale

Autorizzazione di VIA o di Assoggettabilità, endoprocedimento dell'Autorizzazione Unica). I tempi per l'ottenimento delle suddette Concessioni ed Autorizzazioni, pur essendo stimabili in circa un anno, potrebbero però anche avere un iter più lungo, tale da poter andare anche oltre l'ultima Asta di settembre 2021.

2) Seconda condizione di possibilità di accesso alle Aste, per gli impianti che non siano quelli cosiddetti "idrospeciali" (cioè quelli che rispettano una delle caratteristiche costruttive di cui all'art. 4, comma 3, lettera b) punti i., ii., iii. e iv. del decreto 23 giugno 2016) è quella di riuscire ad ottenere l'autorizzazione ambientale della derivazione e del DMV secondo le direttive europee del 2017 (Deflusso Ecologico) dall'apposito Ente istituito dal Ministero dell'Ambiente, l'SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente). Tale autorizzazione potrà eventualmente essere richiesta solo a seguito dell'ottenimento della Concessione ed Autorizzazione Unica, per cui i tempi per il suo ottenimento andrebbero a sommarsi all'iter autorizzativo e concessorio, e a maggior ragione per questo motivo potrebbero essere tali da andare oltre il settembre 2021 dell'ultima Asta.

3) Gli impianti che potranno accedere alle Aste del decreto FER sono tutti quelli superiori ad 1 MW, che rispettino le condizioni già esposte ai 2 punti precedenti; per cui potenzialmente anche quelli maggiori di 1 MW già in tabella "C" del precedente Decreto FER del 26 giugno 2016 (Impianti idonei, ma che non erano rientrati nei contingenti di potenza ammessi ai registri precedenti). Gli impianti maggiori di 1 MW in tabella C sono pari a circa 59,5 MW (di questi circa 13,3 MW risponderebbero al requisito di "idrospecialità" di cui al punto 2)), che, qualora acquisissero l'autorizzazione della derivazione dalla SNPA di cui al precedente punto 2), potrebbero occupare già circa il 54% della capienza di 110 MW delle prossime Aste. Quindi, senza contare tutti gli impianti successivi alla precedente tabella "C" (come lo stesso impianto di Monterone), e anche quelli relativi ai gas di scarica (anch'essi raggruppati nel medesimo gruppo B degli idroelettrici), c'è l'ipotesi della necessità di dover effettuare una consistente proposta di sconto (massimo ammesso è il 70%) per poter rientrare nei contingenti di potenza delle Aste. In questo caso la tariffa potrebbe arrivare ad essere addirittura pari a 80 €/MWh – 70% di sconto = 30 €/MWh

**Sulla base di quanto sopra espresso, ritenendo incerta la possibilità di accesso alle Aste e incerto il valore della tariffa acquisibile in seguito all'eventuale sconto che sarebbe necessario per potervi accedere, si conferma la condizione di valorizzazione dell'energia prodotta dall'impianto idroelettrico di Monterone al prezzo libero di mercato, con un prezzo medio di riferimento di circa 50 €/MWh.**

Per cui si può stimare il valore economico  $E_{\epsilon}$  dell'energia immessa in rete nel seguente modo:

$$E_{\epsilon} = 18.000 \text{ MWh/anno} * 50 \text{ €/MWh} = 900.000 \text{ €/anno}$$

In realtà, ci sono altre considerazioni molto migliorative che si possono fare sulla valorizzazione della produzione energetica dell'impianto idroelettrico di Monterone, che sono le seguenti.

L'impianto idroelettrico di produzione è inserito in un contesto di utenze industriali, quali l'impianto di potabilizzazione da 2.800 l/s e l'impianto di sollevamento da 125 l/s verso l'Alto Calore (gli stessi interessati dal funzionamento in "Isola" della centrale idroelettrica di Monterone), che hanno la particolarità di essere fisicamente vicine (stessa contrada di Monterone), ed inoltre hanno il funzionamento "contemporaneo", in quanto tutti gli impianti in questione (sia quello di produzione della centrale idroelettrica, che quelli di utenza industriale del potabilizzatore e del sollevamento) sono alimentati dalla stessa acqua proveniente dalla Diga di Campolattaro.

Questa particolarità dei 3 impianti sopra descritta, potrà far inquadrare l'intero sistema come un "Sistema Semplice di Produzione e Consumo" (SSPC), con la possibilità di "eliminare" la spesa di utenza dell'energia consumata dai 2 impianti energivori di potabilizzazione e di sollevamento, "scalando" la stessa dal contatore di produzione dell'impianto idroelettrico di Monterone.

**Analogo beneficio economico si ottiene attraverso la stipula di un contratto commerciale di "Vettoriamento" oppure di "Scambio" attraverso il quale si potrà usufruire del "servizio di trasporto dell'energia elettrica dal punto di produzione di Monterone a quelli di consumo degli impianti di potabilizzazione e sollevamento presenti nella medesima area impianti", il quale permette, rispetto al funzionamento "in isola" una maggiore flessibilità di funzionamento d'impianto che può tranquillamente produrre ed immettere in rete l'intera energia prodotta, salvo poi conguagliare a livello commerciale l'energia assorbita per i consumi tramite il Vettoriamento o Scambio.**

Ricordando che il consumo energetico per le suddette utenze è pari a poco meno di 4.000 MWh/anno, e che il prezzo di acquisto dell'energia per queste utenze industriali è di circa 150 €/MWh, il valore della produzione "vettoriata o scambiata" e immessa e venduta in rete per differenza è:

$E_{\text{€1}} = 4.000 \text{ MWh} * 150 \text{ €/MWh} + (18.000 - 4.000) \text{ MWh} * 50 \text{ €/MWh} = 1.300.000$
€/anno

Cioè circa il 45% in più del valore dell'energia se interamente immessa e venduta in rete, in cui il bilancio energetico / economico di dettaglio e confronto nei due casi sarebbe il seguente:

**a) senza Vettoriamento o Scambio**

- Produzione = +18.000 MWh \* 50 €/MWh = +900.000 €

- Consumo = -4.000 MWh \* 150 €/MWh = -600.000 €

**Bilancio = +14.000 MWh = +300.000 €**

**b) con Vettoriamento o Scambio**

- Produzione e vendita = (18.000 - 4.000) MWh \* 50 €/MWh = + 700.000 €

- Produzione e Vettoriamento o Scambio x il Consumo = +/-4.000 MWh \* 0 €/MWh = 0 €

**Bilancio = +14.000 MWh = +700.000 €**

Con una differenza di ben 400.000 €/anno fra i due casi, a cui si dovrà detrarre il canone di Vettoriamento o di Scambio stabilito dall'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (Arera, ex AEEG), in base ad una serie di elementi quali:

- il livello di tensione di prelievo e di consegna;
- la distanza in linea d'aria fra il punto di prelievo e quelli di consegna;
- al numero di trasformazioni di tensione fra il prelievo e la consegna;
- la Potenza Massima vettoriata o scambiata.

## **6 ITER AUTORIZZATIVO E CONCESSORIO PER L'IMPIANTO IDROELETTRICO**

Le autorizzazioni/concessioni di cui sarà interessato l'impianto idroelettrico di progetto possono essere sintetizzate in:

- 1) Concessione dell'acqua ad uso idroelettrico
- 2) Autorizzazione Unica per la costruzione e l'esercizio, completa dell'endoprocedimento di Valutazione di Assoggettabilità (VA) o Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)
- 3) Autorizzazione della linea elettrica di connessione alla rete MT di Enel Distribuzione
- 4) Qualificazione dell'impianto come SSPC (Sistema Semplice di Produzione e Consumo).

### **1) Concessione dell'acqua ad uso idroelettrico**

La Concessione di derivazione d'acqua ad uso "idroelettrico" è regolata in base al T.U. sulle acque e sugli impianti elettrici "Regio Decreto n°1775 dell'11/12/1933" e successive modifiche ed integrazioni, con Durata del Procedimento pari a 180 gg. al netto dei tempi di sospensione.

L'art.2 sancisce che "Possono derivare e utilizzare acqua pubblica coloro che ne posseggono il titolo legittimo costituito dalla regolare concessione, a norma della presente legge".

L'art.6 al comma 2 determinerebbe che la derivazione idroelettrica di cui trattasi sia una "piccola derivazione", in quanto finalizzata alla produzione di forza motrice con potenza nominale media annua inferiore a 3.000 KW (2.614,40 KW medi nel ns. caso).

Ma, essendo la centrale idroelettrica di Monterone inserita in un contesto multifunzionale, la richiesta di concessione verrà fatto per un uso multiplo delle acque, e per l'esattezza:

- *per produzione di forza motrice (uso idroelettrico Monterone):* Potenza Nominale Media = 2.614,40 KW
- *per uso potabile:* 1.340 l/s medi annui;
- *per uso irriguo:* 1.470 l/s medi annui.

Inoltre, nello stesso progetto di Campolattaro è inserita anche la realizzazione di una seconda centrale idroelettrica di "Grassano" posta sulla terminazione dell'adduttore idropotabile gestito dal Consorzio di Bonifica del Sannio Alifano, in comune di San Salvatore Telesino, la quale presenta le seguenti caratteristiche:

- *per produzione di forza motrice (uso idroelettrico Grassano):* Potenza Nominale Media = 2.994,24 KW

**Per cui entrambe le derivazioni ad uso idroelettrico risulterebbero "piccole derivazioni" per l'uso idroelettrico (< 3.000 KW medi), mentre invece risulterebbe una "grande derivazione" per tutti gli altri usi, irriguo (> 1.000 l/s medi) e potabile (> 100 l/s medi); quindi la stessa dovrebbe essere inquadrata dall'Ente Concedente come una "grande derivazione".**

- L'art.7 decreta che le domande di concessione vanno presentate, corredate dei progetti di massima delle opere da realizzare, al Genio Civile della provincia competente in cui ricade l'opera di presa delle acque (Genio Civile della Provincia di Benevento).

- **Il Regolamento Regionale n°12 del 12 novembre 2012 disciplina le procedure per il rilascio delle concessioni da parte delle province della Regione Campania.**

## **2) Autorizzazione Unica per la costruzione e l'esercizio della centrale idroelettrica**

L'Autorizzazione Unica per la costruzione e l'esercizio ai sensi del "Decreto Legislativo n°387 del 29/12/2003" e successive modifiche ed integrazioni, all'interno della quale confluiscono anche l'Autorizzazione Edilizia Comunale e la Valutazione d'Impatto Ambientale (endoprocedimento), hanno una Durata del Procedimento pari a 360 gg. al netto dei tempi di sospensione.

- L'art.12 al comma 3 sancisce che "La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sono soggetti ad una Autorizzazione Unica rilasciata dalla Regione o dalle Province delegate dalla Regione".

- Sempre l'art.12 al comma 4 conferma che "l'Autorizzazione Unica, nella quale confluiscono tutte le autorizzazioni necessarie, costituisce il titolo a costruire e ad esercire l'impianto in conformità al progetto approvato".

- La **Deliberazione n°500 del 20/03/2009 della Regione Campania, pubblicata sul BUR Campanian°22 del 06/04/2009 stabilisce il limite della Potenza Nominale di 1 MW per l'idroelettrico per le competenze dell'Autorizzazione Unica, al di sotto del quale la Regione delega le province per il rilascio. Nel ns. caso specifico siamo al di sopra di tale limite, per cui titolare della richiesta di Autorizzazione Unica resta la Regione Campania.**

- La **DGR n°325 dell'8 agosto 2013 integra la disciplina regionale in materia di procedimento autorizzativo unico per gli impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e delle procedure di VIA connesse.**

## **3) Connessione alla rete elettrica MT di Enel Distribuzione**

La connessione alla rete elettrica avviene secondo il TICA (Testo Integrato delle Connessioni Attive) di cui alle deliberazioni dell'ARERA (Autorità di Regolazione per Energia, Reti ed Ambiente), ex AEEG (Autorità dell'Energia Elettrica e Gas).

Il TICA stabilisce univocamente le modalità di connessione ed i costi relativi all'allaccio da corrispondere a Enel Distribuzione.

Anche i tempi per gli allacci sono univocamente determinati, ma non tengono conto delle eventuali autorizzazioni che l'Enel dovrebbe richiedere per la connessione, a meno che la stessa non venga inclusa nell'Autorizzazione Unica di cui al D.Lgs. 387/2003 di cui al punto precedente.

#### **4) Qualificazione dell'impianto come SSPC (Sistema Semplice di Produzione e Consumo)**

Al fine di poter accedere ai benefici tariffari legati all'autoproduzione che sono stati analizzati in precedenza, sarà necessario effettuare un'apposita procedura di qualifica del sistema produzione – consumo di Monterone presso il GSE.

I Sistemi Semplici di Produzione e Consumo (SSPC) sono sistemi elettrici connessi alla rete pubblica, caratterizzati dalla presenza di almeno un impianto di produzione di energia elettrica e un'unità di consumo (costituita da una o più unità immobiliari) direttamente collegati tra loro, nell'ambito dei quali il trasporto di energia elettrica non si configura come attività di trasmissione e/o di distribuzione, ma come attività di autoapprovvigionamento energetico.

Questo grazie alla presenza di un solo cliente finale e di un solo produttore, nel caso rappresentati da gruppi societari o da cooperative o consorzi o storici. Gli SSPC si suddividono in due gruppi: i Consorzi e Cooperative storici dotati di rete propria e gli Altri Sistemi Semplici di Produzione e Consumo (ASSPC).

Gli ASSPC, a loro volta, si suddividono nelle seguenti categorie:

- SSP-A, -B: sistemi in regime di Scambio sul Posto di tipo A o B;
- SEU: Sistemi Efficienti di Utenza;
- SESEU-A, -B, -C e -D: Sistemi Esistenti Equivalenti ai Sistemi Efficienti di Utenza di tipo A, B, C o D;
- ASAP: Altri Sistemi di Auto Produzione;
- ASE: Altri Sistemi Esistenti.

**Le qualificazioni dei sistemi SSPC sono emesse periodicamente dal GSE a valle di specifici provvedimenti e deliberazioni dell'ARERA (ex AEEG), per cui dovrà essere valutata al momento della realizzazione degli impianti in oggetto quale sia il quadro normativo a riguardo e conseguentemente valutarne la percorribilità.**

**Nota: il fatto che la centrale di Monterone sia predisposta al funzionamento "in isola" lascerà di fatto sempre e comunque la possibilità di beneficiare del vantaggio tariffario legato all'autoconsumo dell'energia, o attraverso la qualificazione dell'impianto presso il GSE come SSPC (qualora disponibile), oppure attraverso il funzionamento "in isola" in collegamento diretto in autoproduzione fra la centrale idroelettrica di Monterone e gli impianti di consumo annessi (potabilizzatore da 2.800 l/s e sollevamento dell'Alto Calore da 150 l/s).**