

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

Opere Irrigue di completamento

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	Febbraio 2022	EMISSIONE PER VIA	---	---	---
TITOLO : RELAZIONE TECNICA - IMPIANTO IDROELETTRICO OPERE IRRIGUE			Progettazione:  VIANINI LAVORI S.p.A.  FINALCA ingegneria srl		
Allegato	ED.02.10		Revisione:	0	Scala: -

INDICE

1 GENERALITA' DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI "GRASSANO".....	3
1.1 DATI CARATTERISTICI DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI GRASSANO E SCELTA DELLE TURBINE	9
1.2 POTENZA MASSIMA INSTALLABILE IN IMPIANTO	14
1.3 POTENZA NOMINALE D'IMPIANTO O POTENZA MEDIA DI CONCESSIONE.....	15
1.4 POTENZA MEDIA NETTA ED ENERGIA PRODUCIBILE	16
1.4.1 Dettaglio mensile della producibilità	16
2 DESCRIZIONE E CONSISTENZA DELLA FORNITURA	20
2.1 MACCHINARI IDRAULICI	21
2.1.1 Turbine Francis 1 per la vasca bassa e 2 per la vasca alta	21
2.1.1.1 Verniciatura	24
2.1.2 Turbina Pelton	25
2.1.2.1 Verniciatura	28
2.2 VALVOLE A FARFALLA DI MACCHINA – 2 X DN600 + 1 X DN800 – PN25.....	29
2.2.1 caratteristiche funzionali e costruttive:	29
2.2.2 materiali:	29
2.2.3 protezione delle superfici:	29
2.2.4 collaudo idraulico (DIN 3230 parte 4):	29
2.3 VALVOLE DI BY-PASS TURBINE FRANCIS + 1 VALVOLA DI SCARICO CONDOTTA	30
2.4 GIUNTI DI SMONTAGGIO A TRE FLANGE – DN800/600/300 PN25.....	33
2.4.1 caratteristiche funzionali e costruttive:	33
2.4.2 materiali:	33
2.4.3 protezione delle superfici:	33
2.5 PARATOIA DI PANCONAMENTO CANALE DI SCARICO DI EMERGENZA.....	34
2.6 GENERATORI.....	36
2.6.1 Accessori	40
2.7 CENTRALINE OLEODINAMICHE	41
2.8 TRASFORMATORI ELEVATORI E TRASFORMATORE PER I SERVIZI AUSILIARI	43
2.9 STRUMENTAZIONE	46
2.10 SISTEMA ELETTRICO DI PROTEZIONE E CONTROLLO	47
2.10.1 Generalità	47
2.10.2 Architettura dell'automazione	47
2.10.3 Gestione dei gruppi idroelettrici	47
2.10.4 Servizi Generali d'impianto	50

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*

2.10.5 Funzionamento in regolazione in AUTOMATICO ESTERNO	50
2.10.5.1 Regolazione di 1° livello per le turbine francis: livello di valle	51
2.10.5.2 Regolazione di 2° livello per la turbina pelton: Portata da monte	52
2.10.6 Elenco dei quadri tipici di Protezione e Controllo	53
SEZIONE MT	54
2.10.7 Cella Risalita cavi	54
2.10.8 Cella Dispositivo Generale	54
2.10.9 Cella Misure	54
2.10.10 Quadro MT di potenza (Armadio interruttore Gruppi 1, 2 e 3)	55
2.10.11 Accessori	55
3 VALORE ECONOMICO INDICATIVO DELLA PRODUZIONE IDROELETTRICA	57
4 ITER AUTORIZZATIVO E CONCESSORIO PER L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI GRASSANO	62

1 GENERALITA' DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI "GRASSANO"

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, lasciando poi alle fasi successive di progettazione definitiva ed esecutiva la definizione di dettaglio di tutti gli organi facenti parte dell'impianto in oggetto.

Il progetto prevede lo sfruttamento delle potenzialità idroelettriche dell'adduttore irriguo che dalla diga di Campolattaro alimenta le vasche esistenti di Grassano del Consorzio di Bonifica del Sannio Alifano di Piedimonte Matese (CE) a San Salvatore Telesino (Benevento), per il comprensorio della Valle Telesina.

Le caratteristiche principali dell'invaso di Campolattaro, che alimenta il comprensorio irriguo della Valle Telesina, sono le seguenti:

- ✓ Bacino sotteso dalla sezione di sbarramento sul Tammaro: **256 km²**;
- ✓ Bacino sotteso dalla sezione di sbarramento sul Tammarecchia: **95 km²**;
- ✓ 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 invasore: **381,5 m s.l.m.**;
- ✓ Volume invasore a quota di max invasore: **156 Mm³**;
- ✓ Superficie liquida a quota di max invasore: **7,8 Km²**
- ✓ Livello di ritenuta normale: **377,25 m s.l.m.**;
- ✓ Volume invasore a quota di ritenuta norm.: **125 Mm³**;
- ✓ Superficie liquida a quota di ritenuta norm.: **6,9 Km²**
- ✓ Capacità utile di invasore per la regolazione a scopo irriguo: **109 Mm³**



Diga di Campolattaro

Le opere di completamento di interesse della Centrale di Grassano e già previste a progetto sono:

- la centrale idroelettrica in Area impianti, posta a valle della galleria e della condotta forzata in pressione in derivazione dal corpo diga, con scarico a quota di 274,5 mslm circa, la quale alimenterà tutte le opere a valle;
- una condotta adduttrice DN1800-1700-1200 per circa 22 Km fino in prossimità dell'impianto di sollevamento esistente in località Grassano di San Salvatore Telesino del Consorzio di Bonifica del Sannio Alifano, posto a quota altimetrica di 55 mslm circa;
- la nuova centrale idroelettrica di Grassano, scopo del presente progetto preliminare / studio di fattibilità, posta in adiacenza dell'impianto di sollevamento esistente;
- il diramatore di connessione degli scarichi delle turbine di Grassano alle condotte prementi esistenti di alimentazione delle vasche di Grassano ed il canale di scarico al Canale Portella esistente.

Le opere esistenti che saranno riutilizzate sono:

- le 2 vasche di Grassano: la vasca bassa a 127,1 mslm e la vasca alta con sfioro a 147,1 mslm;
- le condotte prementi esistenti DN1000 per 545 m e DN800 per 635 m che congiungono l'impianto di sollevamento alle 2 rispettive vasche di Grassano.

Di seguito alcune foto dell'area attigua all'impianto di sollevamento esistente, nella quale sorgerà la nuova centrale idroelettrica di Grassano.

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*

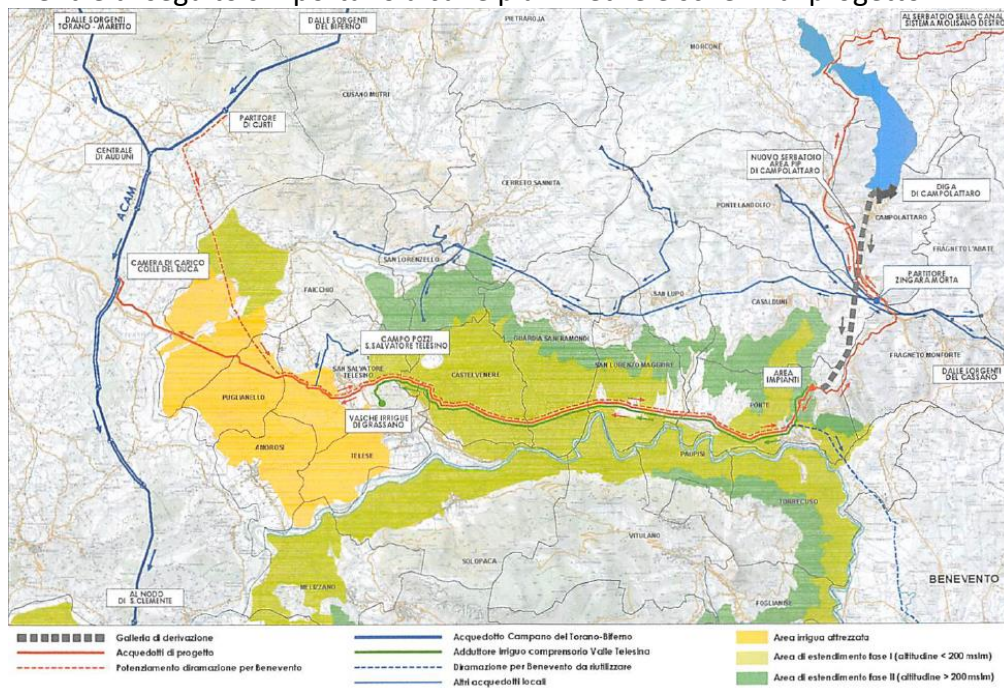


Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



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

Mentre di seguito si riportano alcune planimetrie e schemi di progetto:



Planimetria delle opere in progetto a valle della Diqa di Campolattaro



Aerofotogrammetria con le opere in progetto nell'area di Grassano

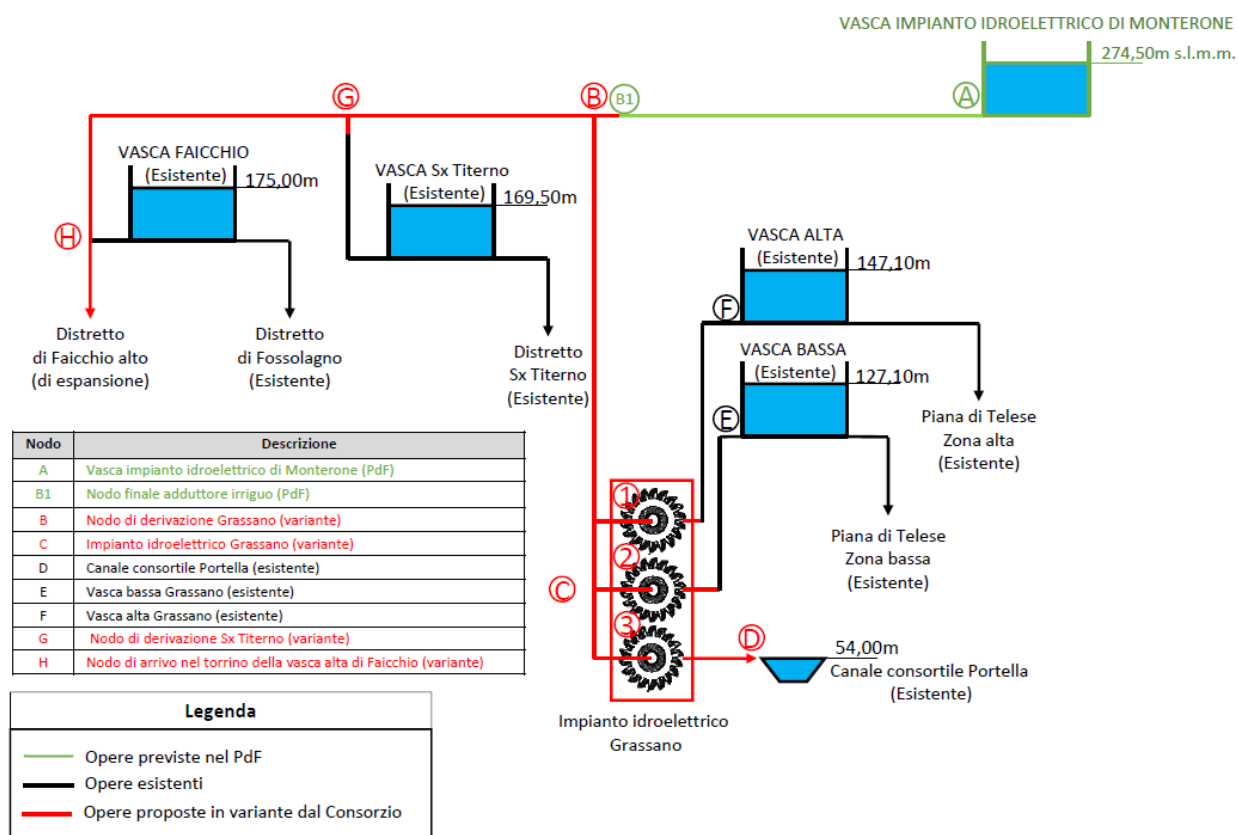
La risorsa idrica dell'invaso di Campolattaro verrà utilizzata per soddisfare vari fabbisogni, quali quello ambientale, il potabile e l'irriguo.

Di seguito prendiamo in considerazione solo quest'ultimo che ci interessa per l'analisi

dell'impianto di produzione idroelettrica di Grassano.

Il comparto irriguo si presenterà in 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.

Nel primo scenario TRANSITORIO il volume di risorsa derivata 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; mentre A REGIME, durante la stagione irrigua, le risorse idriche dell'invaso di Campolattaro serviranno anche i distretti di Faicchio alto, di Fossolagno e della Sinistra del Titerno, secondo lo schema irriguo definitivo, sotto riportato.



Schema idraulico parte irrigua da Monterone con inserimento della centrale di Grassano

Nello scenario A REGIME l'intero volume derivato per il comparto irriguo verrà utilizzato solamente nei mesi da maggio a settembre per irrigare i circa 15.000 ha di aree attrezzate (completa espansione irrigua) ed il fabbisogno irriguo sarà quello riferito al "Clima Futuro" con una sensibile riduzione della piovosità media.

1.1 DATI CARATTERISTICI DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DI GRASSANO E SCELTA DELLE TURBINE

La soluzione che si predilige per l'impianto è quella che possa cogliere i seguenti obiettivi:

1) che possa utilizzare energeticamente, sia l'intero volume di 46.552.000 m³/anno concesso al Consorzio di Bonifica Sannio Alifano durante l'intero anno nel primo scenario TRANSITORIO, che i circa 12.700.000 m³ che invece saranno deputati al distretto di Grassano nello scenario A REGIME.

2) che durante il periodo irriguo da maggio a settembre di ogni anno, possa alimentare in contropressione le vasche esistenti del distretto irriguo di Grassano con le portate ottimali definite dal Consorzio di Bonifica Sannio Alifano, rispettivamente di:

- 1.100 l/s per la vasca bassa;

- 900 l/s per la vasca alta;

in maniera intermittente fino al riempimento delle stesse.

3) che durante il TRANSITORIO possa utilizzare energeticamente le eccedenze di portate disponibili che si determineranno in seguito al riempimento delle vasche di Grassano, utilizzando il maggior salto idraulico disponibile rappresentato dalla restituzione nel Canale Consortile Portella ad una quota altimetrica inferiore delle vasche di Grassano, per cui con una potenzialità idroelettrica maggiore.

Tenendo conto dei seguenti dati caratteristici dell'impianto:

- Livello di monte = Livello allo scarico della centrale di Monterone = 274,5 mslm

- Collegamento Centrale di Monterone – Centrale di Grassano = Condotta forzata di adduzione DN1800x700 m + DN1600x14.185 m + DN1200x6.950 m = DNequiv 1.480 circa x 21,835 Km

- Collegamento Centrale di Grassano – Vasca Bassa = Condotta premente DN1000 x 545 m

- Collegamento Centrale di Grassano – Vasca Alta = Condotta premente DN800 x 635 m

- Livello allo scarico della centrale di Grassano = 127,1 mslm per la vasca bassa

147,1 mslm per la vasca alta

54 mslm per il Canale Portella

Il maggior volume di risorsa disponibile con cui effettuare il dimensionamento d'impianto è ovviamente quello riferito allo scenario TRANSITORIO, il quale è così composto:

- Volume disponibile = 46.552.000 m³, con le seguenti fluenze stagionali:

- Periodo Irriguo = 5 mesi (maggio-settembre) con circa 2 m³/s;

- Periodo Non Irriguo = 7 mesi con circa 1,1 m³/s.

Mentre A REGIME, le condizioni per Grassano saranno le seguenti:

- Volume disponibile = 12.700.000 m³, con le seguenti fluenze stagionali:

- Periodo Irriguo = 5 mesi (maggio-settembre) con circa:

- maggio = 0,293 m³/s

- giugno = 0,833 m³/s

- luglio = 0,95 m³/s
- agosto = 0,401 m³/s
- settembre = 0,183 m³/s

- Periodo Non Irriguo = 0,736 m³/s nel trimestre fra febbraio ed aprile, per smaltire il volume di risorsa disponibile in capo al Consorzio di Bonifica Sannio Alifano

La condizione di dover scaricare a valle dell'impianto di Grassano distintamente a 3 quote diverse, suggerisce la scelta di installare 3 turbine distinte, per cui si possono determinare le seguenti caratteristiche specifiche d'impianto per ognuna di esse:

- HI1 = salto lordo Turbina 1 sulla Vasca Bassa = 274,5 – 127,1 = 147,4 m
- HI2 = salto lordo Turbina 2 sulla Vasca Alta = 274,5 – 147,1 = 127,4 m
- HI3 = salto lordo Turbina 3 sul Canale Portella = 274,5 – 54 = 220,5 m
- K1 = coeff. caratteristico collegamento 1 (adduttore + condotta premente DN1000) = 6,56 s²/m⁵
- K2 = coeff. caratteristico collegamento 2 (adduttore + condotta premente DN800) = 8,88 s²/m⁵
- K3 = coeff. caratteristico collegamento 3 (adduttore) = 5,74 s²/m⁵

Questi valori caratteristici Ki sono stati calcolati con la formula di Strickler-Manning usata per la determinazione delle perdite di carico nelle singole tratte di condotta forzata e di condotte prementi in funzione delle dimensioni, della lunghezza e della scabrezza delle stesse.

Con queste caratteristiche generali da soddisfare, la soluzione tecnica prescelta è quella di realizzare la centrale con n°3 gruppi turbina-alternatore con le seguenti caratteristiche:

1) un gruppo francis in contropressione di alimentazione della vasca bassa con salto lordo di circa 150 m e portata massima di progetto di 1,5 m³/s, con sovradimensionamento del 35% rispetto alla portata ottimale irrigua, necessario per rientrare nel campo di utilizzo delle turbine francis a reazione in contropressione (come da diagramma allegato);

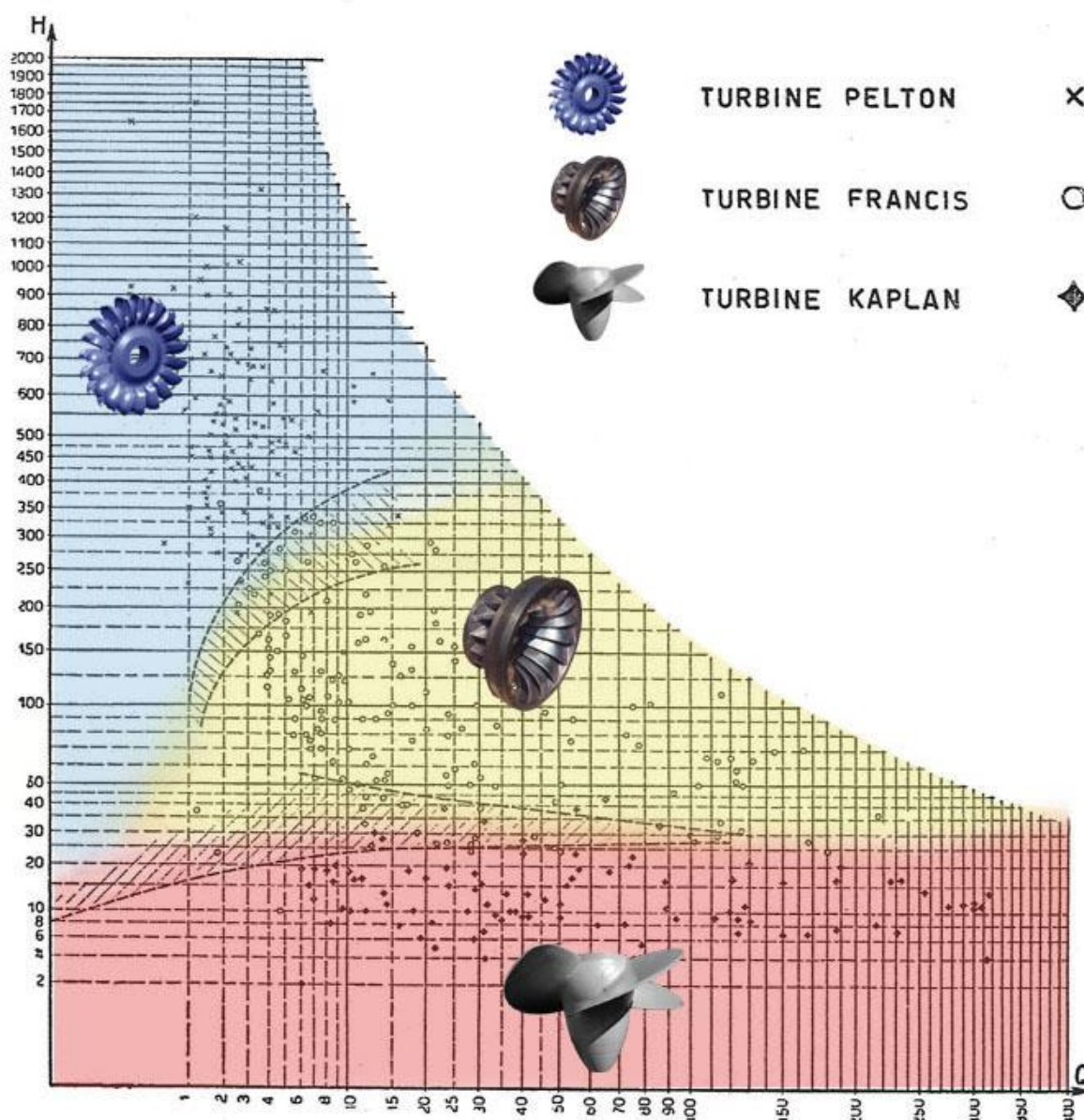


Diagramma dei campi di applicazione per la scelta delle turbine pelton – francis - kaplan

2) un gruppo francis in contropressione di alimentazione della vasca alta con salto lordo di circa 130 m e portata massima di progetto di $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, con sovradimensionamento del 65% rispetto alla portata ottimale irrigua, necessario per rientrare nel campo di utilizzo delle turbine francis a reazione in contropressione (sempre come dallo stesso diagramma allegato sopra);

3) un gruppo pelton con 5 getti con salto lordo di circa 220 m e con portata massima di progetto di $2 \text{ m}^3/\text{s}$ suddivisa nei 5 getti da 400 l/s cadauno, con scarico in atmosfera sul canale Portella.

Le tre turbine prescelte sono in grado di coprire con ottimi rendimenti e flessibilità l'intero periodo annuo, nei 2 scenari.

TRANSITORIO

Periodo Irriguo con Qmedia = 2 mc/s costante

- Turbina 1 a 1.100 l/s per le seguenti h/gg per riempire la vasca bassa per scopi irrigui:

maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	h/anno totali
2,01	6,17	14,97	18,72	6,09	1.475

- Turbina 2 a 900 l/s per le seguenti h/gg per riempire la vasca alta per scopi irrigui:

maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	h/anno totali
0,89	2,86	6,51	7,93	2,50	636

- Turbina 3 nelle restanti ore del giorno tale da utilizzare costantemente i 2 m³/s resi disponibili, per le seguenti h/gg e portate medie:

	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre
h/gg =	23,1	21,1	17,5	16,1	21,5
l/s =	1.870	1.607	1.069	847	1.590

In questo modo la suddivisione delle portate medie turbinate per i 3 gruppi è la seguente:

- Turbina 1 = 1.100 l/s x 1.475 h/anno = 445 l/s medi nel periodo Irriguo = 185 l/s medi annui

- Turbina 2 = 900 l/s x 636 h/anno = 155 l/s medi nel periodo Irriguo = 65 l/s medi annui

- Turbina 3 = 900 l/s x 866 h/anno + 2.000 l/s x 2.170 h/anno = 1.400 l/s medi nel periodo Irriguo = 585 l/s medi annui

Periodo Non Irriguo con Qmedia = 1,1 mc/s costante

- Turbina 3 = 1.100 l/s x 5.088 h/anno = 1.100 l/s medi nel periodo Non Irriguo = 640 l/s medi annui.

Per cui la Turbina 3 avrà una Portata Media annua pari a 585 + 640 = 1.225 l/s annui.

A REGIME

Cambierà solo la condizione di funzionamento della turbina 3 pelton, la quale scaricherà

nel Canale Portella le sole eccedenze nella stagione Non Irrigua, per cui sarà:

Periodo Irriguo

- Turbina 1 = $1.100 \text{ l/s} \times 1.475 \text{ h/anno} = 445 \text{ l/s medi nel periodo Irriguo} = 185 \text{ l/s medi}$
annui

- Turbina 2 = $900 \text{ l/s} \times 636 \text{ h/anno} = 155 \text{ l/s medi nel periodo Irriguo} = 65 \text{ l/s medi}$
annui

Periodo Non Irriguo

- Turbina 3 = $736 \text{ l/s} \times 2.136 \text{ h/anno (da febbraio ad aprile)} = 180 \text{ l/s medi annui}$.

1.2 POTENZA MASSIMA INSTALLABILE IN IMPIANTO

La potenza massima installabile, anch'essa determinata nel regime TRANSITORIO, si definisce con la seguente formula:

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

Dove:

- P_{\max} = potenza meccanica installabile in KW;
- g = accelerazione di gravità = $9,81 \text{ m/s}^2$;
- η_t = rendim. turbine alla Q_{\max} = 0,9 circa;

- Q_{\max} = portata massima nelle turbine:
 - $Q_{1\max} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{2\max} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{3\max} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$;

- H_{\max} = salto netto massimo alla Q_{\max}
 - $H_{1\max} = H_{I1} - \Delta H_{1(1,5 \text{ mc/s})} = 147,4 - 24,8 = 122,6 \text{ m}$
 - $H_{2\max} = H_{I2} - \Delta H_{2(1,5 \text{ mc/s})} = 127,4 - 30 = 97,4 \text{ m}$
 - $H_{3\max} = H_{I3} - \Delta H_{3(2 \text{ mc/s})} = (274,5 - 56,5^{(*)}) - 24,8 = 218 - 23 = 195 \text{ m}$

Dove, considerando che comunque sia all'adduttore principale arriveranno sempre $2 \text{ m}^3/\text{s}$ costanti:

- $\Delta H_{1(1,5 \text{ mc/s})} = 5,74 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 0,82 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,5^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 23 + 1,8 = 24,8 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{2(1,5 \text{ mc/s})} = 5,74 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 3,14 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,5^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 23 + 7 = 30 \text{ mH}_2\text{O}$
- $\Delta H_{3(2 \text{ mc/s})} = 5,74 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 2^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 23 \text{ mH}_2\text{O}$

(*): Per la determinazione del Salto Netto della pelton, sono stati detratti ulteriori 2,5 m fino all'asse dei getti della turbina rispetto al livello di scarico di Canale Portella di 54 mslm

Da cui si ricava che la massima potenza meccanica installabile pari a:

$$P_{1\max} (\text{francis})_{(1,5 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 1,5 * 122,6 = 1.623 \text{ KW}$$

$$P_{2\max} (\text{francis})_{(1,5 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 1,5 * 97,4 = 1.290 \text{ KW}$$

$$P_{3\max} (\text{pelton})_{(2 \text{ mc/s})} = 9,81 * 0,9 * 2 * 195 = 3.443 \text{ KW}$$

$$P_{\max} \text{ installabile} = P_{1\max} + P_{2\max} + P_{3\max} = 1.623 + 1.290 + 3.443 = 6.356 \text{ KW}$$

1.3 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).

La stessa è pari a:

$$\text{PN} = \text{Hlmed} * \text{Qm} / 0,102$$

Dove:

- $g = \text{accelerazione di gravità} = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $\text{Hlmed} = \text{salto lordo medio ponderato, distinto nei due scenari:}$
- $\text{H1lmed} = 147,4 \text{ m} \times 185 \text{ l/s medi annui}$
- $\text{H2lmed} = 127,4 \text{ m} \times 65 \text{ l/s medi annui}$
- $\text{H3lmed(transitorio)} = 220,5 \text{ m} \times 1.225 \text{ l/s medi annui}$
- $\text{H3lmed(a regime)} = 220,5 \text{ m} \times 180 \text{ l/s medi annui}$
- $\text{Hlmed(transitorio)} = (147,4 * 185 + 127,4 * 65 + 220,5 * 1.225) / (185 + 65 + 1.225) = 207,2 \text{ m}$
- $\text{Hlmed(a regime)} = (147,4 * 185 + 127,4 * 65 + 220,5 * 180) / (185 + 65 + 180) = 175,0 \text{ m}$
- $\text{Qm} = \text{portata media turbinata, anch'essa distinta nei due scenari in questione:}$
- $\text{Qm(transitorio)} = 185 + 65 + 1.225 = 1.474 \text{ l/s} = 1,474 \text{ m}^3/\text{s}$
- $\text{Qm(a regime)} = 12.700.000 \text{ m}^3 / (8760 \text{ h} * 3.600 \text{ s/h}) = 0,406 \text{ m}^3/\text{s}$

Per cui sarà:

$$\text{PN(transitorio)} = 207,2 * 1,474 / 0,102 = 2.994,24 \text{ KW}$$

$$\text{PN(a regime)} = 175,0 * 0,406 / 0,102 = 696,57 \text{ KW}$$

1.4 POTENZA MEDIA NETTA ED ENERGIA PRODUCIBILE

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

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

Con:

- η_m = rendimento medio dei gruppi di produzione = 0,8
- H_m = salto netto medio ponderato alla Q_{media} , distinto nei due scenari:
 - $H_m(\text{transitorio}) = H_{lmed} - \Delta H_{(1,475 \text{ mc/s})} = 207,2 - 8,85 = 198,35 \text{ m}$
 - $H_m(\text{a regime}) = H_{lmed} - \Delta H_{(0,403 \text{ mc/s})} = 175,0 - 0,45 = 174,55 \text{ m}$

Dove:

$$- \Delta H_{(1,474 \text{ mc/s})} = \Delta H1_{(0,185 \text{ mc/s})} + \Delta H2_{(0,065 \text{ mc/s})} + \Delta H3_{(1,225 \text{ mc/s})} = 6,56 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,185^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 8,88 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,065^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 5,74 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 1,225^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,2 + 0,05 + 8,6 = 8,85 \text{ mH}_2\text{O}$$

e

$$- \Delta H_{(0,406 \text{ mc/s})} = \Delta H1_{(0,185 \text{ mc/s})} + \Delta H2_{(0,065 \text{ mc/s})} + \Delta H3_{(0,180 \text{ mc/s})} = 6,56 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,185^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 8,88 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,065^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 + 5,74 \text{ s}^2/\text{m}^5 * 0,180^2 \text{ m}^6/\text{s}^2 = 0,2 + 0,05 + 0,2 = 0,45 \text{ mH}_2\text{O}$$

Da cui si ricava:

$$Pm(\text{transitorio}) = 9,81 * 0,8 * 198,35 * 1,474 = 2.295 \text{ KW}$$

$$Pm(\text{a regime}) = 9,81 * 0,8 * 174,55 * 0,406 = 556 \text{ KW}$$

Indicando poi con:

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

si ricava l'energia producibile media annua (E) dell'impianto, nei due scenari:

$$E(\text{transitorio}) = Pm_{(1,474 \text{ mc/s})} * T = 2.295 \text{ KW} * 8.760 \text{ h/anno} = 20 \text{ GWh/anno circa}$$

$$E(\text{a regime}) = Pm_{(0,406 \text{ mc/s})} * T = 591 \text{ KW} * 8.760 \text{ h/anno} = 5 \text{ GWh/anno circa}$$

Equivalente a circa:

- 1.700 TEP/anno (Tonnellate Equivalenti di Petrolio/anno) nel transitorio e 420 a regime
- 7.000 Tonnellate Equivalenti di Emissioni di CO2/anno nel transitorio e 1.730 a regime

1.4.1 Dettaglio mensile della producibilità

Conoscendo:

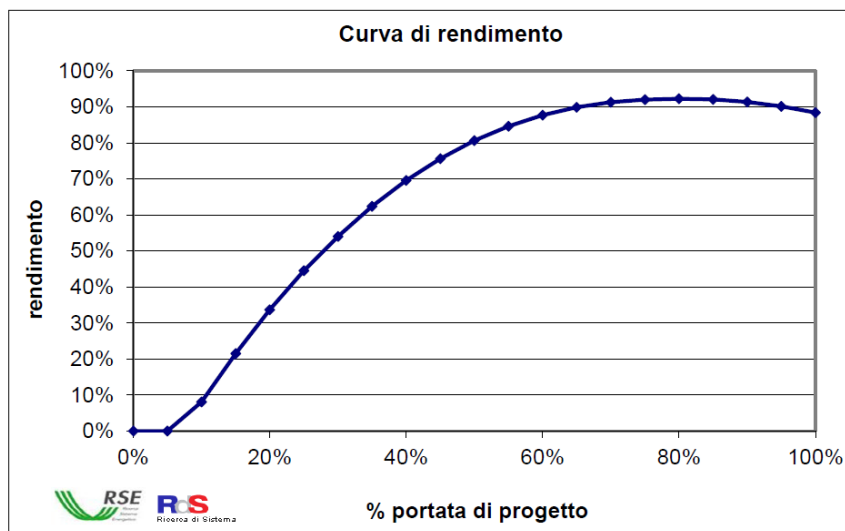
1) il Salto Lordo Medio Ponderato per le 3 macchine, come segue:

- $H_{lmed}(\text{francis1}) = 147,4 \text{ m}$
- $H_{lmed}(\text{francis2}) = 127,4 \text{ m}$
- $H_{lmed}(\text{pelton3}) = 220,5 \text{ m}$

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

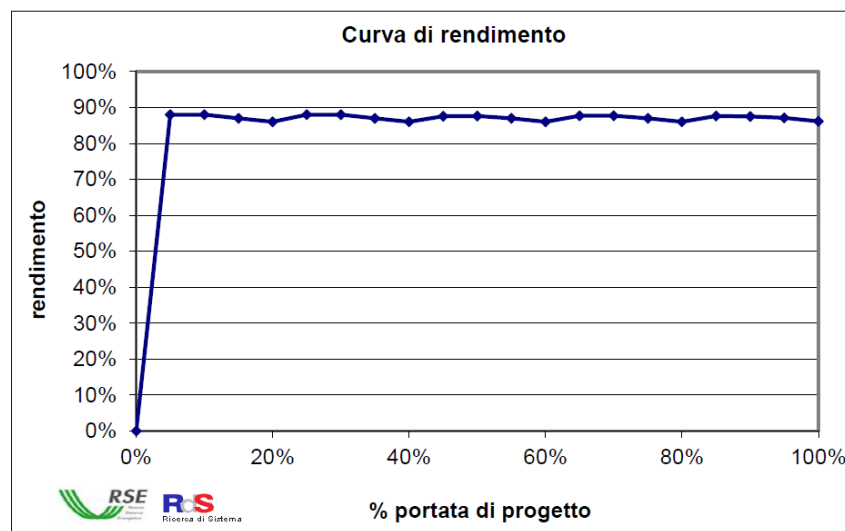
Regione Campania – Acqua Campania S.p.a.
UTILIZZO IDROPOTABILE DELLE ACQUE DELL'INVASO DI CAMPOLATTARO
E POTENZIAMENTO DELL'ALIMENTAZIONE POTABILE PER L'AREA BENEVENTANA
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Q/Qp	Q (m ³ /s)	η
0%	0,00	0%
5%	0,08	0%
10%	0,15	8%
15%	0,23	22%
20%	0,30	34%
25%	0,38	44%
30%	0,45	54%
35%	0,53	62%
40%	0,60	70%
45%	0,68	76%
50%	0,75	81%
55%	0,83	85%
60%	0,90	88%
65%	0,98	90%
70%	1,05	91%
75%	1,13	92%
80%	1,20	92%
85%	1,28	92%
90%	1,35	91%
95%	1,43	90%
100%	1,50	88%



Curva caratteristica di rendimento delle 2 turbine Francis da 1,5 m³/s cadauna

Q/Qp	Q (m ³ /s)	η
0%	0,00	0%
5%	0,10	88%
10%	0,20	88%
15%	0,30	87%
20%	0,40	86%
25%	0,50	88%
30%	0,60	88%
35%	0,70	87%
40%	0,80	86%
45%	0,90	88%
50%	1,00	88%
55%	1,10	87%
60%	1,20	86%
65%	1,30	88%
70%	1,40	88%
75%	1,50	87%
80%	1,60	86%
85%	1,70	88%
90%	1,80	88%
95%	1,90	87%
100%	2,00	86%



Curva caratteristica di rendimento della turbina Pelton multigetto da 2 m³/s

3) le portate medie mensili, sia nel TRANSITORIO che A REGIME, come da tabella riepilogativa sottostante:

PORTATE TURBINATE GRASSANO (m3/s)

mese	giorni								
		TOTALE	Pelton	Francis V. Alta	Francis V. Bassa	TOTALE	Pelton	Francis V. Alta	Francis V. Bassa
		<i>Scenario Transitorio clima att.</i>				<i>Scenario di Regime clima fut.</i>			
gen	31	1,098	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
feb	28	1,098	1,098	0,000	0,000	0,736	0,736	0,000	0,000
mar	31	1,098	1,098	0,000	0,000	0,736	0,736	0,000	0,000
apr	30	1,098	1,098	0,000	0,000	0,736	0,736	0,000	0,000
mag	31	2,000	1,874	0,033	0,092	0,293	0,000	0,074	0,219
giu	30	2,000	1,610	0,107	0,283	0,833	0,000	0,220	0,613
lug	31	2,000	1,070	0,244	0,686	0,950	0,000	0,000	0,950
ago	31	2,000	0,845	0,297	0,858	0,401	0,000	0,401	0,000
set	30	2,000	1,627	0,094	0,279	0,183	0,000	0,046	0,137
ott	31	1,098	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
nov	30	1,098	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
dic	31	1,098	1,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Media		1,474	1,226	0,065	0,183	0,406	0,184	0,062	0,160

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 CENTRALE DI GRASSANO

mese	giorni												
		<i>Q media</i>	<i>Volume</i>	<i>Pelton</i>	<i>Francis V. Alta</i>	<i>Francis V. Bassa</i>	<i>TOTALE</i>	<i>Q media</i>	<i>Volume</i>	<i>Pelton</i>	<i>Francis V. Alta</i>	<i>Francis V. Bassa</i>	<i>TOTALE</i>
		<i>Scenario Transitorio clima attuale</i>					<i>Scenario di Regime clima futuro</i>						
		<i>m³/s</i>	<i>Mm³</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>m³/s</i>	<i>Mm³</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>	<i>MWh</i>
gen	31	1,098	2,94	1.388			1.388	0,000	0,00				-
feb	28	1,098	2,66	1.254			1.254	0,736	1,78	856			856
mar	31	1,098	2,94	1.388			1.388	0,736	1,97	947			947
apr	30	1,098	2,85	1.343			1.343	0,736	1,91	917			917
mag	31	2,000	5,36	2.188	24	82	2.295	0,293	0,78		54	195	249
giu	30	2,000	5,18	1.798	76	243	2.118	0,833	2,16		156	527	684
lug	31	2,000	5,36	1.249	179	610	2.038	0,950	2,54			845	845
ago	31	2,000	5,36	986	218	763	1.968	0,401	1,07		294		294
set	30	2,000	5,18	1.817	66	240	2.124	0,183	0,48		33	118	151
ott	31	1,098	2,94	1.388			1.388	0,000	0,00				-
nov	30	1,098	2,85	1.343			1.343	0,000	0,00				-
dic	31	1,098	2,94	1.388			1.388	0,000	0,00				-
		1,474	46,55	17.532	564	1.940	20.036	0,406	12,70	2.720	537	1.686	4.943

2 *DESCRIZIONE E CONSISTENZA DELLA FORNITURA*

Sempre durante le fasi di progettazione definitiva ed esecutiva dell'impianto saranno dimensionate tutte le apparecchiature costituenti la fornitura dell'intero impianto idroelettrico di Grassano, così come saranno determinati definitivamente tutti i materiali da utilizzare per la stessa.

Di seguito invece viene descritta tecnicamente la fornitura nella configurazione d'impianto prescelta, senza entrare nel merito del dimensionamento definitivo.

2.1 MACCHINARI IDRAULICI

2.1.1 Turbine Francis 1 per la vasca bassa e 2 per la vasca alta

N°1 turbina Francis 1 per la vasca bassa ad asse orizzontale per le seguenti condizioni di funzionamento:

Salto netto	m	122,5 ÷ 127
Portata massima	m ³ /s	1,5
Portata ottimale di funzionamento	m ³ /s	1,1
Potenza nominale massima all'asse turbina	kW	1.685
Velocità nominale	rpm	1.000
Velocità di fuga	rpm	1.600

N°1 turbina Francis 2 per la vasca alta ad asse orizzontale per le seguenti condizioni di funzionamento:

Salto netto	m	102 ÷ 106,5
Portata massima	m ³ /s	1,5
Portata ottimale di funzionamento	m ³ /s	0,9
Potenza nominale massima all'asse turbina	kW	1.350
Velocità nominale	rpm	1.000
Velocità di fuga	rpm	1.600



Foto di un'applicazione simile con n°2 turbine francis-alternatore ad asse orizzontale

Dimensionamento preliminare:

Diametro esterno ruota	mm	600 - 660
Diametro ingresso spirale	mm	600

La turbina francis sarà principalmente composta da:

La 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

La 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.

☐ 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.

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

2.1.1.1 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.

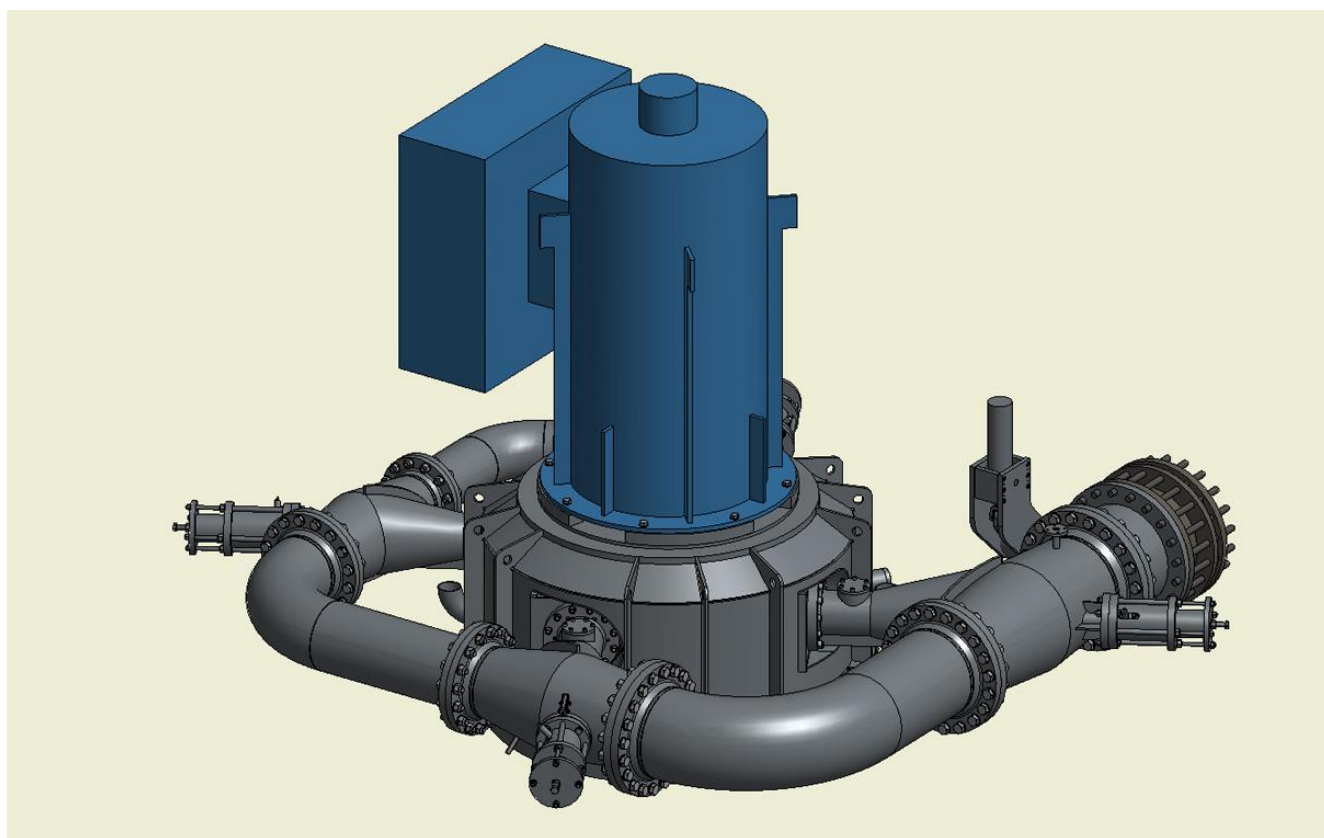
Spessore totale massimo a secco = 400 µm.

2.1.2 Turbina Pelton

N°1 turbina Pelton a 5 getti ad asse verticale per le seguenti condizioni di funzionamento:

Salto netto*	m	195
Portata massima	m ³ /s	2
Potenza nominale massima all'asse turbina*	kW	3.400
Velocità nominale	rpm	600
Velocità di fuga	rpm	1.200

* 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 54 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).



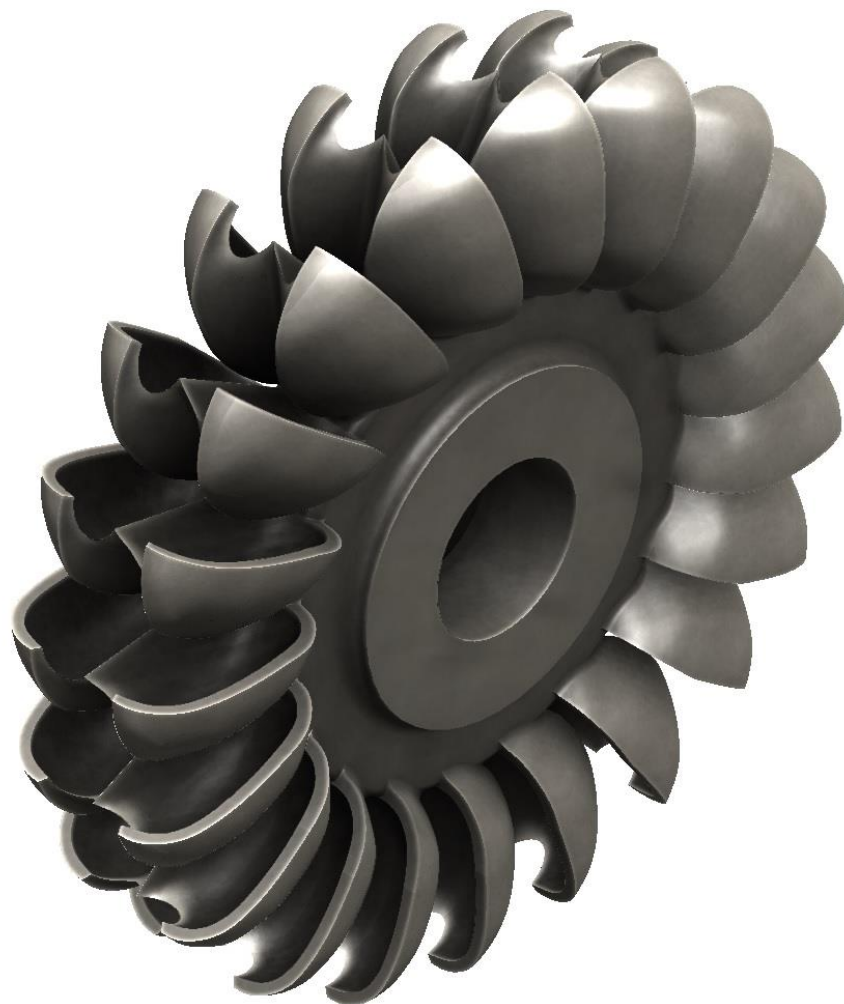
Rappresentazione grafica di un gruppo pelton multigetto-alternatore ad asse verticale

Dimensionamento preliminare:

Diametro primitivo ruota	mm	950
Diametro bocchelli	mm	118
Diametro valvola d'ingresso	mm	800

La turbina pelton sarà principalmente composta da:

La 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°5 iniettori, azionati da servomotori esterni. Il distributore sarà composto principalmente da:

- N°5 servomotori esterni comandati in apertura e in chiusura tramite olio proveniente dalla centralina oleodinamica.

- N°5 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°5 bocchettoni, con inserto per il bocchello.
- N°5 bocchelli in acciaio inossidabile CrNi 13-4 con profilo idraulico interno accuratamente lavorato.
- N°5 spine in acciaio inossidabile CrNi 13-4 con profilo idraulico esterno accuratamente lavorato.
- N°5 aste dell'iniettore in acciaio inossidabile
- N°5 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.

Il 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

Il 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.

2.1.2.1 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.

2.2 VALVOLE A FARFALLA DI MACCHINA – 2 x DN600 + 1 x DN800 – PN25

2.2.1 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: PN25
- 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 25 (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.

2.2.2 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

2.2.3 protezione delle superfici:

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

2.2.4 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 centrappeso

2.3 VALVOLE DI BY-PASS TURBINE FRANCIS + 1 VALVOLA DI SCARICO CONDOTTA

2 VALVOLE REGOLATRICI A FUSO – DN600 PN25 + 1 VALVOLA A FUSO – DN300 PN25 DI SCARICO CONDOTTA

costituite 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

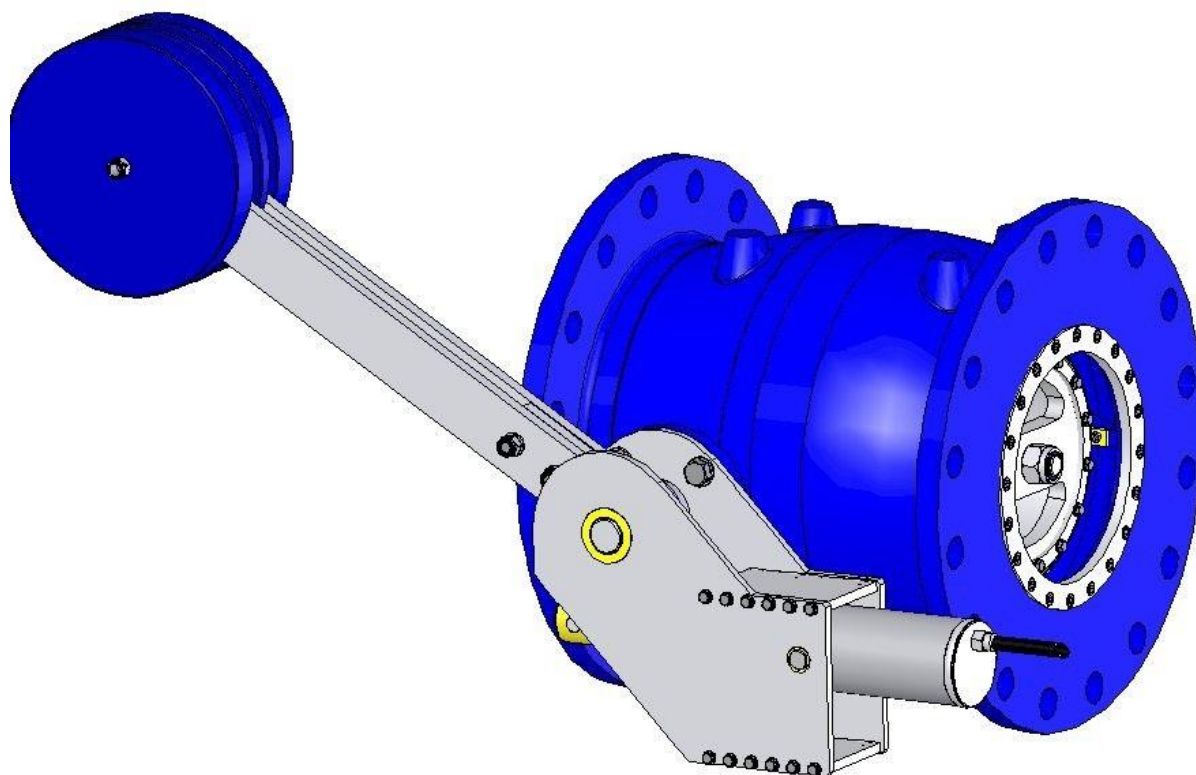
Sistema di comando Il comando è realizzato tramite cilindro oleodinamico a semplice effetto di chiusura e contrappeso di apertura sulle valvole di by-pass turbina, e del tipo elettrico sul by-pass di centrale con scarico in canale.

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 fuso con sistema oleodinamico a centrappeso

2.4 GIUNTI DI SMONTAGGIO A TRE FLANGE – DN800/600/300 PN25

2.4.1 caratteristiche funzionali e costruttive:

- pressione di esercizio: PN 25
- fluido: acqua
- tipo di attacco alle tubazioni: flangiati secondo le EN 1092 PN 25 (DIN 2501 – UNI 2223)
- costruzione in carpenteria elettrosaldata secondo le norme.

2.4.2 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

2.4.3 protezione delle superfici:

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

2.5 PARATOIA DI PANCONAMENTO CANALE DI SCARICO DI EMERGENZA

E' prevista l'installazione di una paratoia di panconamento dello scarico di emergenza della turbina pelton, che normalmente scarico sul Canale Portella esistente, con scorrimento su ruote e tenuta sui 4 lati da monte verso valle.

Le caratteristiche della stessa saranno le seguenti:

Dimensioni (luce): larghezza	3,5 m
Altezza	2,2 m
Carico idrostatico di calcolo	2,2 m
Corsa paratoia	2,2 m
Attuatore di comando	Di tipo elettrico
Diaframma composto da:	
a) Telaio e traverse di irrigidimento	NP Fe 360 A UNI 7070
b) Mantello in lamiera	Fe 430 B UNI 7070
c) Ruote	in acciaio Inox AISI 304 con bussole bronzo/teflon
Asta di manovre	con attacco a occhiello e snodato
Gargami composti da:	
a) Soglia inferiore e montanti	NP Fe 37 UNI 7070 con trafilati Inox AISI 304 per tenute
b) Rotaie scorrimento ruote	quadro Inox AISI 304
c) Perni	Inox AISI 304
d) Tenuta	su quattro lati da valle verso monte
e) tipo tenute	in profilati di gomma antinvecchiamento su piastra Inox AISI 304
Struttura di sostegno	NP.Fe 37 UNI 7070 imbullonati
Bulloneria	classe 8.8 inox



Applicazione simile di paratoia piana di panconamento

2.6 GENERATORI

N° 2 GENERATORI SINCRONI trifase ad asse orizzontale per le turbine francis calcolati per le seguenti caratteristiche di funzionamento riportate nella tabella sottostante.

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO GENERATORE GRUPPO FRANCIS 1 PER LA VASCA BASSA		
Potenza nominale del generatore	1.700	kW
Tensione trifase concatenata	3.000	V
Frequenza	50 ±1%	Hz
Nr. Poli	6	
Velocità di regime	1.000	giri/min
Velocità di fuga	2.000	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 01	
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/Aria	
Altitudine di installazione	< 1000	m.s.l.m.
Lubrificazione	Naturale	
Colore finale	Da definire	
Vibrazioni	In accordo a VDI-2056 (gruppo G)	

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO GENERATORE GRUPPO FRANCIS 2 PER LA VASCA ALTA		
Potenza nominale del generatore	1.400	kW
Tensione trifase concatenata	3.000	V
Frequenza	50 ±1%	Hz
Nr. Poli	6	
Velocità di regime	1.000	giri/min
Velocità di fuga	2.000	giri/min
Tempo di permanenza alla velocità di fuga	15	min
Classe isolamento / temperatura - Rotore	F / B	

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*

Classe isolamento / temperatura - Statore	F / B	
Temperatura ambiente	max 40	°C
Grado di protezione	IP 44 / IC 01	
Tipo di servizio	Continuo S1	
Norme di riferimento	I.E.C. 34	
Tipo funzionamento	Parallelo con la rete	
Tipo di raffreddamento	Aria/Aria	
Altitudine di installazione	< 1000	m.s.l.m.
Lubrificazione	Naturale	
Colore finale	Da definire	
Vibrazioni	In accordo a VDI-2056 (gruppo G)	

N° 1 GENERATORE SINCRONO trifase ad asse verticale per la turbina pelton, gruppo 3, calcolato per le seguenti caratteristiche di funzionamento riportate nella tabella sottostante.

CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO GENERATORE GRUPPO 3 PELTON SUL CANALE PORTELLA		
Potenza nominale del generatore	3.500	kW
Tensione trifase concatenata	3.000	V
Frequenza	50 ±1%	Hz
Nr. Poli	10	
Velocità di regime	600	giri/min
Velocità di fuga	1.200	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	
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.

2.6.1 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.

2.7 CENTRALINE OLEODINAMICHE

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

- Gruppo Francis 1 + valvola a farfalla di gruppo + valvola a fuso di by-pass e regolazione
- Gruppo Francis 2 + valvola a farfalla di gruppo + valvola a fuso di by-pass e regolazione
- Gruppo Pelton 3 + valvola a farfalla di gruppo

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 utilizzati 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



Applicazione simile di centralina oleodinamica

2.8 TRASFORMATORI ELEVATORI E TRASFORMATORE PER I SERVIZI AUSILIARI

Saranno installati n°2 trasformatori elevatori uguali in centrale, uno per entrambi i gruppi francis ed uno per il solo gruppo pelton, ed un trasformatore per i Servizi Ausiliari, con le seguenti caratteristiche:

1 TRASFORMATORE PER LE 2 FRANCIS + 1 TRASFORMATORE PER LA PELTON

- Trasformatore trifase inglobato in resina
- Applicazione ELEVATORE
- Potenza nominale kVA 4.000
- Frequenza nominale Hz 50
- Tensione nominale primaria V 10000 o 20000
- Campo di regolazione tensione maggiore % +/-2x2,5
- Tensione nominale secondaria a vuoto V 3000
- 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 4.000
- Larghezza indicativa mm 2.000
- Altezza indicativa mm 3.000
- Massa totale kg 12.000

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 resina

2.9 STRUMENTAZIONE

Ogni turbina sarà equipaggiata con i seguenti elementi di rilevazione delle grandezze dal campo:

- 1 MISURATORE DI PORTATA DI TIPO AD ULTRASUONI CLAMP-ON. Per la pelton sarà installato sulla condotta DN1200 di adduzione alla centrale (Portata Totale in centrale), e sarà utilizzato per la programmazione di carico, mentre per le francis invece saranno installati sulle condotte prementi esistenti DN1000 e DN800 e saranno utilizzati per impostare i set point di portata ottimali dei 2 gruppi per il riempimento delle vasche (900 e 1.100 l/s).
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE del servomotore del distributore di ogni turbina francis.
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE dei servomotori delle spine della pelton.
- 1 TRASMETTITORE LINEARE DI POSIZIONE di ognuna delle 2 valvole a fuso di by-pass delle turbine francis.
- 1 TRASMETTITORE DI PRESSIONE da installare sulla condotta di adduzione in arrivo, a monte delle valvole a farfalla di macchina.
- 1 TRASMETTITORE DI LIVELLO da installare in ognuna delle 2 vasche di Grassano, con cui fare la regolazione di livello delle stesse con comandi on/off delle 2 turbine francis.
- 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 segnalazione 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, valvole a fuso di by-pass, spine turbina pelton, tegoli deviatori turbina pelton, ecc.).

2.10 SISTEMA ELETTRICO DI PROTEZIONE E CONTROLLO

2.10.1 Generalità

Il sistema di automazione, protezione e controllo dell'impianto idroelettrico di Grassano comprenderà la gestione dei 3 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.

2.10.2 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 un 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.

2.10.3 Gestione dei gruppi idroelettrici

MODALITA' DI FUNZIONAMENTO

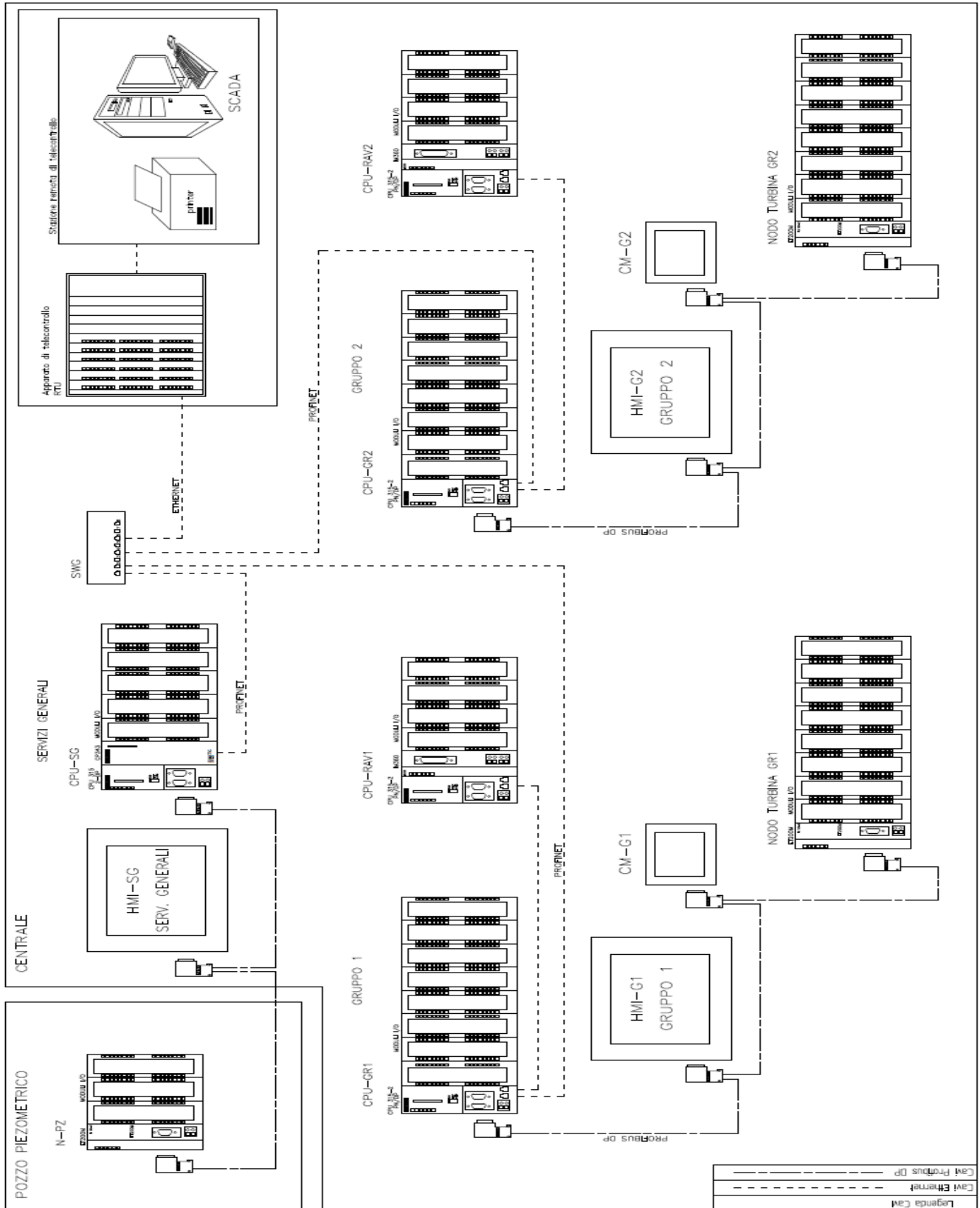
Il modo di funzionamento di ogni gruppo è scelto dall'operatore in locale o da telecontrollo che dispone di un selettore scelta servizio gruppo con le seguenti possibilità di selezione:

- Manuale (M)

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

- Escluso (E)
- 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 Autmatismo), 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 i comandi manuali sono esclusi, ad eccezione chiaramente dell'avvio, arresto e blocco gruppo rendendo la macchina autonoma non appena riceve una richiesta di avviamento dell'operatore, da effettuarsi tramite pulsante di avviamento da pannello operatore o comando da telecontrollo, sempre in funzione del già citato selettore Locale – Telecontrollo.

- 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 (descritto in seguito).

2.10.4 Servizi Generali d'impianto

Il controllore dei servizi generali di impianto si occuperà della gestione di tutte le parti non strettamente correlate con i gruppi idroelettrici quando sono in modalità "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
- F3 = Regolatore di livello (solo per i Gruppi 1 e 2)
- F4 = Pozzo piezometrico (non presente in questo caso)
- 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; 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 (oltre a quelli meccanici) evitando manovre errate o pericolose.

2.10.5 Funzionamento in regolazione in AUTOMATICO ESTERNO

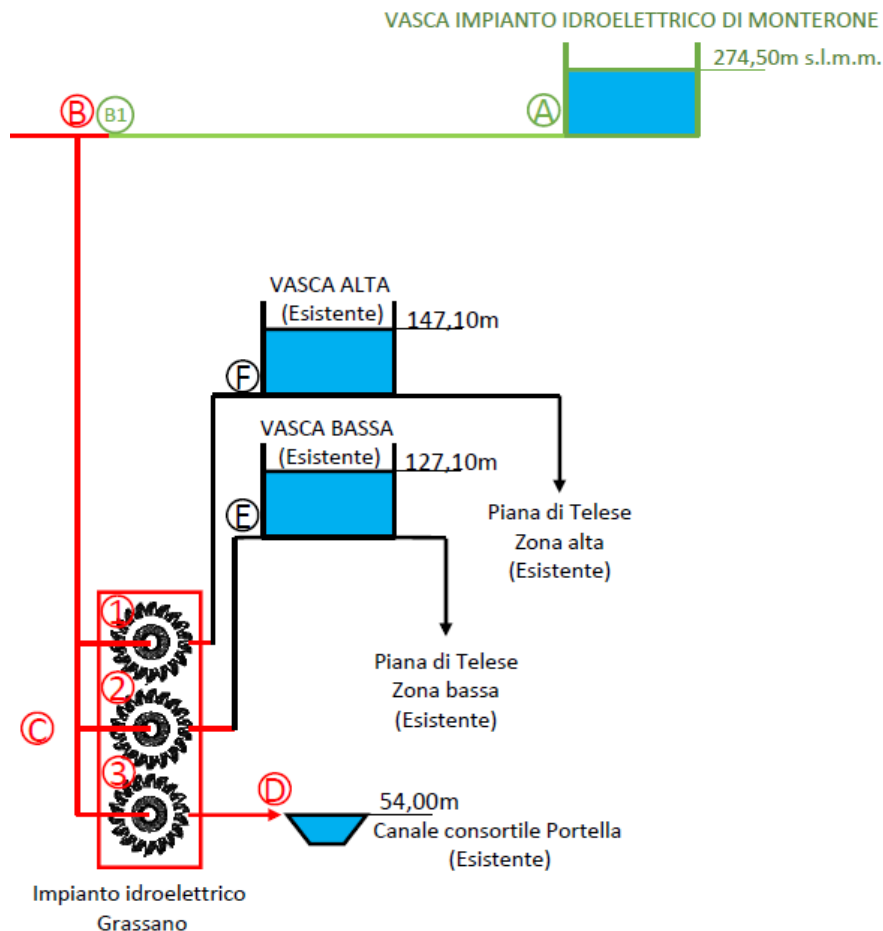
In AUTOMATICO ESTERNO la centrale si avvierà autonomamente al verificarsi di tutte le condizioni iniziali di partenza, nella sequenza e nei tempi preimpostati, e si affiderà alla regolazione secondo il seguente criterio.

Se non diversamente specificato, i gruppi si metteranno in regolazione seguendo la seguente programmazione differenziata per livello:

1) Regolazione di 1° livello per le turbine francis = Regolazione di livello delle vasche di Grassano / accensione-spegnimento delle turbine francis ad una portata predefinita.

2) Regolazione di 2° livello per la turbina pelton = Regolazione della turbina pelton sulla programmazione di carico ad un set point di portata prefissato da tenere sotto controllo (Portata Totale turbine francis + turbina pelton).

Di seguito lo schema idraulico della centrale di Grassano ed i dettaglio delle 2 modalità di regolazione.



2.10.5.1 Regolazione di 1° livello per le turbine francis: livello di valle

Il "Servizio Prioritario" a scopo irriguo dell'impianto idroelettrico di Grassano, determina l'accensione e lo spegnimento delle 2 turbine francis, ognuna delle quali asservita alla vasca alta ed alla vasca bassa di Grassano.

In dipendenza da ciò l'impianto idroelettrico di Grassano, con il suo funzionamento, si troverà a determinare le portate affluenti all'intero sistema irriguo della Piana di Telese.

La regolazione di 1° livello delle turbine francis si prefigge di mantenere i livelli di:

- 127,1 mslm della Vasca Bassa
- 147,1 mslm della Vasca Alta

All'interno di una zona morta di regolazione ed una di accensione/spegnimento delle turbine francis alle seguenti portate ottimali predefinite dal Consorzio di Bonifica Sannio Alifano:

- 1.100 l/s per la francis 1 sulla Vasca Bassa
- 900 l/s per la francis 2 sulla Vasca Alta.

Tali valori di portata saranno soddisfatti retroazionando la regolazione delle turbine francis con la misura proveniente dai misuratori di portata posti sulle condotte prementi esistenti DN800 per la vasca alta e DN1000 per la vasca bassa.

Per quanto sopra, il funzionamento delle turbine francis sarà intermittente durante il

periodo Irriguo, mentre saranno sempre spente durante il periodo Non Irriguo (7 mesi/anno).

Ovviamente la variazione del livello delle vasche sarà influenzata dall'entità delle portate defluenti a scopo irriguo nella Piana di Telese, e conseguentemente l'accensione e lo spegnimento delle turbine francis, ed è evidente che necessiterà una interconnessione elettrica fra le vasche e la centrale di Grassano per la trasmissione del segnale di livello da tenere sotto regolazione.

2.10.5.2 Regolazione di 2° livello per la turbina pelton: Portata da monte

Il programmatore di carico determinerà il valore di portata da mantenere costante.

Il misuratore di portata posto sulla condotta adduttrice principale con terminazione DN1200 rileverà l'intera portata affluente in centrale, cioè sia quella turbinata sulle francis che quella sulla pelton.

Essendo le turbine francis comandate on/off dalla regolazione di 1° livello descritta al punto precedente, le stesse non entreranno nella regolazione di portata di 2° livello, per cui sarà la sola turbina pelton rimanente a dover regolare la propria apertura delle spine per mantenere costante la portata al valore di set point desiderato ed impostato sul programmatore di carico.

Nel caso specifico, le situazioni di funzionamento che si potranno creare, saranno i seguenti:

- a) Francis entrambe funzionanti ad una portata totale = 2.000 l/s → Pelton ferma
- b) 1 Francis o entrambe ferme (portata di 900 l/s, oppure di 1.100 l/s oppure nulla) e valore di Portata Impostata sul programmatore di carico > di 900 l/s, oppure di 1.100 l/s oppure di zero → Avviamento e regolazione della turbina pelton al valore di portata di set point

Durante il Perido Irriguo si verificheranno entrambe le situazioni previste, mentre durante il Periodo Non Irriguo si verificherà solo la b) con entrambe le turbine francis ferme e pelton in regolazione.

2.10.6 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"

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 2 trasformatore MT/BT di potenza aventi le caratteristiche indicate già in precedenza, alloggiati in appositi box. Segue una breve descrizione dei dispositivi principali contenuti nel quadro MT.

2.10.7 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

2.10.8 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

2.10.9 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

2.10.10 Quadro MT di potenza (Armadio interruttore Gruppi 1, 2 e 3)

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

2.10.11 Accessori

Saranno composti da:

- N°1 Pedana isolante irribaltabile

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*

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

3 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 ≥ 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
Totale	5500	110	620

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, e comunque andrebbero sicuramente 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 i tempi andrebbero sicuramente oltre il settembre 2021 dell'ultima Asta.

Sulla base di quanto sopra, ritenendo impossibile l'accesso alle Aste del DM FER1 vigente in questo momento, si conferma la condizione di valorizzazione dell'energia prodotta dall'impianto idroelettrico di Grassano al prezzo libero di mercato, con un prezzo medio di riferimento di circa 50 €/MWh.

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

$$E_{\epsilon}(\text{transitorio}) = 20.000 \text{ MWh/anno} * 50 \text{ €/MWh} = 1.000.000 \text{ €/anno}$$

$$E_{\epsilon}(\text{a regime}) = 5.000 \text{ MWh/anno} * 50 \text{ €/MWh} = 250.000 \text{ €/anno}$$

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

Il Consorzio di Bonifica Sannio Alifano, oltre all'impianto idroelettrico di Grassano che andrà a sostituire l'attuale impianto di pompaggio per la vasca alta e la vasca bassa di Grassano, gestisce altri impianti di pompaggio, i quali hanno un consumo medio di energia pari a 5.200 MWh/anno alla tariffa di acquisto dell'energia di circa 183 €/MWh, **per un consumo energetico di circa 950.000 €/anno.**

Attraverso il contratto commerciale di "Vettoriamento" oppure di "Scambio" il Consorzio di Bonifica potrà usufruire del "servizio di trasporto dell'energia elettrica dal punto di produzione di Grassano a quelli di consumo dei propri impianti di pompaggio".

In questo caso il bilancio economico / energetico del Consorzio sarebbe:

NEL TRANSITORIO

a) senza Vettoriamento o Scambio

- Produzione = 20.000 MWh * 50 €/MWh = + 1.000.000 €

- Consumo = - 5.200 MWh * 183 €/MWh = - 950.000 €

Bilancio = +14.800 MWh = +50.000 € a favore del Consorzio

b) con Vettoriamento o Scambio

- Produzione e vendita = (20.000 – 5.200) MWh * 50 €/MWh = + 740.000 €

- Produzione e Vettoriamento o Scambio x il Consumo = +/-5.200 MWh * 0 €/MWh = 0 €

Bilancio = +14.800 MWh = +740.000 € a favore del Consorzio

Con una differenza di ben 690.000 €/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.

Quindi la differenza totale fra la situazione attuale del Consorzio con i soli impianti di pompaggio a consumo e quella futura con l'inserimento della produzione della centrale idroelettrica di Grassano, sarebbe:

Bilancio totale energetico Consorzio, tra "attuale" e "transitorio" con Vettoriamento o Scambio:

- Attuale senza centrale = -5.200 MWh = - 950.000 € di Consumi

- Transitorio = +14.800 MWh = +740.000 € di vendita energia (+vettoriamento/scambio)

Differenza = +20.000 MWh = +1.690.000 €/anno rispetto al bilancio attuale del Consorzio

A REGIME

a) senza Vettoriamento o Scambio

- Produzione = 5.000 MWh * 50 €/MWh = +250.000 €

- Consumo = -5.200 MWh * 183 €/MWh = -950.000 €

Bilancio = -200 MWh = -700.000 € a cura del Consorzio

b) con Vettoriamento o Scambio

- Produzione e vendita = 0 MWh * 50 €/MWh = 0 €

- Produzione e Vettoriamento o Scambio x il Consumo = +/-5.000 MWh * 0 €/MWh = 0 €

- Acquisto Energia dalla rete x il Consumo = -200 MWh * 183 €/MWh = -36.600 €

Bilancio = -200 MWh = -36.600 € a cura del Consorzio

Con una differenza di circa 663.400 €/anno fra i due casi, a cui sarà sempre da aggiungere il canone di Vettoriamento o di Scambio stabilito dall'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA).

Bilancio totale energetico Consorzio, tra “attuale” e “a regime” con Vettoriamento o Scambio:

- Attuale senza centrale = -5.200 MWh = -950.000 € di Consumi
- A Regime = -200 MWh = -36.600 € di acquisto energia dalla rete
(+vettoriamento/scambio)

Differenza = +5.000 MWh = +913.400 €/anno rispetto al bilancio attuale del Consorzio

Che in sostanza costituirà il quasi azzeramento dei costi energetici attuali del Consorzio.

4 ITER AUTORIZZATIVO E CONCESSORIO PER L'IMPIANTO IDROELETTRICO DI GRASSANO

Le autorizzazioni/concessioni di cui sarà interessato l'impianto idroelettrico di Grassano 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

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 (2.994,24 KW medi nel ns. caso nel TRANSITORIO, che poi diventeranno solo 696,57 KW A REGIME).

Ma, essendo la centrale idroelettrica di Grassano 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 Grassano):* Potenza Nominale Media = 2.994,24 KW
- *per produzione di forza motrice (uso idroelettrico Monterone):* Potenza Nominale Media = 2.614,40 KW
- *per acqua potabile:* 1.267 l/s medi annui;
- *per irrigazione:* 3.660 l/s per 5 mesi annui (da maggio a settembre) = 1.525 l/s medi.

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.