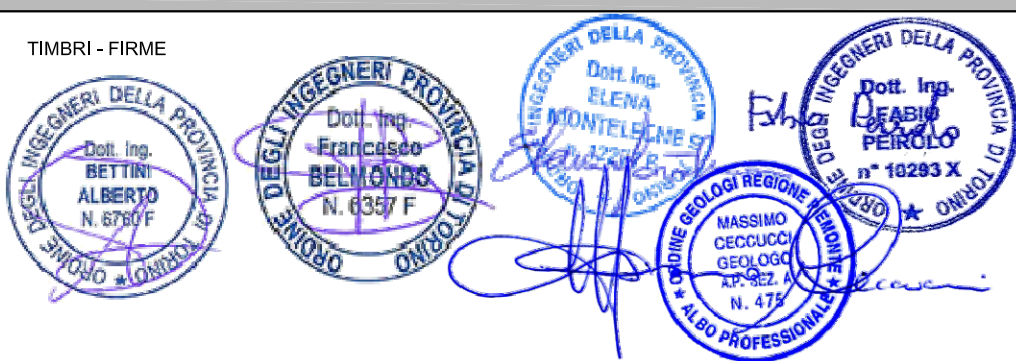


**DIREZIONE PROGETTI SPECIALI**

NOME DELLA PROVINCIA <b>PROVINCIA DI TORINO</b>		NOME DEI COMUNI/ASL <b>PRALI</b>	
SERVIZIO/LIVELLO PROGETTUALE <b>L'intervento in oggetto è compreso con quanto previsto dall'art.1 della Legge 65/2012 " Disposizione per la valorizzazione e la promozione turistica delle valli e dei comuni montani sede dei Giochi Olimpici Invernali Torino 2006"</b>			
CODICE OPERA <b>13L65PR1A</b>		TITOLO INTERVENTO <i>Realizzazione della centralina idroelettrica in località Miandette nel comune di Prali (intervento ex legge 65/2012) codice 13L65PR1A</i>	
Tavola n. 4.1		TITOLO TAVOLA <b>Relazione tecnica opere elettromeccaniche: centralina idroelettrica – impianti elettrici ed idraulici</b>	
DATA <b>Aprile 2016</b>	SCALA -	AREA PROGETTUALE <b>ELETTROMECCANICA - PROGETTO ESECUTIVO</b>	
CODICE GENERALE ELABORATO <b>13L65PR1A_EM_E_4.1_0</b>			
NOME FILE 13L65PR1A_EM_E_4.1_0.pdf			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	
0	18 aprile 2016	Prima redazione	
PROGETTISTI ATI BBE s.r.l. dott. ing. Francesco BELMONDO dott. ing. Alberto BETTINI dott. ing. Fabio PEIROLO dott.ssa ing. Elena MONTELEONE dott. geol. Massimo CECCUCCI		TIMBRI - FIRME 	
ORGANISMO DI CONTROLLO  Responsabile di Commessa: .....		S.C.R. PIEMONTE S.p.A.  Responsabile del Procedimento: arch. Chiara SIAZZU	



## **S O M M A R I O**

01. OGGETTO.....	5
02. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE .....	5
03. CARATTERISTICHE IMPIANTO IDROELETTRICO.....	6
04. CARATTERISTICHE IMPIANTO - DATI TECNICI DELLA STAZIONE MIANDETTE.....	8
04.01 GRUPPO TURBINA-GENERATORE - STAZIONE MIANDETTE .....	9
04.01.01 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.....	9
04.01.02 SEQUENZA DI AVVIAMENTO .....	10
04.01.03 SEQUENZA DI ARRESTO .....	10
04.02 DESCRIZIONE COMPONENTI.....	11
04.02.01 GIRANTE PELTON .....	11
04.02.02 CASSA TURBINA.....	11
04.02.03 GRUPPO DI ALIMENTAZIONE .....	12
04.02.04 MOTORE ELETTRICO SU VALVOLA GENERALE.....	12
04.02.05 GENERATORE ASINCRONO .....	12
04.03 DATI TECNICI.....	13
04.03.01 GRUPPO INTRODUTTORE.....	13
04.03.02 ATTUATORE ELETTRICO.....	13
04.03.03 TURBINA.....	13
04.03.04 GENERATORE .....	13
04.03.05 GRUPPO TURBINA-GENERATORE .....	14
04.03.06 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO .....	14
04.04 CENTRALINE IDROELETTRICHE DI MALZAT E DI MIANDETTE: GENERALITÀ E PROCEDURE DI MESSA IN SERVIZIO DI ENTRAMBE .....	15
04.04.01 MESSA IN SERVIZIO CENTRALINA MALZAT.....	16
04.04.02 MESSA IN SERVIZIO CENTRALINA MIANDETTE .....	17
04.05 MANUTENZIONE CENTRALINE IDROELETTRICHE DI MALZAT .....	17
04.06 AVVIO DI UNA DELLE DUE CENTRALINE A SEGUITO DELLA MANUTENZIONE SU UNA CENTRALINA .....	18
04.06.01 MANUTENZIONE DELLA CENTRALINA MIANDETTE E MESSA IN SERVIZIO CENTRALINA MALZAT .....	18
04.06.02 MANUTENZIONE DELLA CENTRALINA MALZAT E MESSA IN SERVIZIO CENTRALINA MIANDETTE .....	19
04.07 GESTIONE DEI LIVELLI DELLA VASCA DI LAMINAZIONE.....	20

05. PARTE ELETTRICA - PREMessa .....	23
05.01 DATI DI PROGETTO .....	23
05.02 ELABORATI DI RIFERIMENTO .....	23
05.03 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI.....	23
05.04 DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO .....	25
05.04.01 ORIGINE DEGLI IMPIANTI .....	25
05.04.02 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO TRIFASE, LATO BT, ALL'ORIGINE DEGLI IMPIANTI.....	26
05.04.03 FABBISOGNI ENERGETICI.....	26
05.04.04 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE - IMPIANTO DI TERRA.....	26
06. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	27
06.01 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO .....	27
06.02 SEZIONE BT 400 V – CABINA MALZAT – ALIMENTAZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA.....	27
06.02.01 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE LATO BT DA INSTALLARE IN STAZIONE “MALZAT” .....	27
06.02.02 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE LATO BT DA INSTALLARE NEL NUOVO QUADRO ELETTRICO QCC NELLA STAZIONE “MIANDETTE” ....	30
06.02.03 LINEA DI ALIMENTAZIONE QUADRO DI COMANDO E CONTROLLO DELLA CENTRALINA IDROELETTRICA “QCC” E DELL'INTERRUTTORE DGL2 ...	32
06.02.04 LINEA DI COLLEGAMENTO DEL GENERATORE ASINCRONO .....	33
06.02.05 LINEA DI TRASPORTO DELL'ENERGIA PRODOTTA DALLA CENTRALINA IDROELETTRICA DELLA STAZIONE MIANDETTE VERSO IL PUNTO DI CONSEGNA ENEL.....	34
06.03 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M. ALL'INTERNO DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO.....	35
07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	36
08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	37
09. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	37
09.01. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE DELLA STAZIONE MIANDETTE .....	38
09.02. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE BT DA QCC A GENERATORE .....	38
09.01.01 LINEA DI ALIMENTAZIONE QCC .....	38
09.01.02 LINEA DI COLLEGAMENTO GENERATORE ASINCRONO .....	38
09.01.03 LINEA DI ALIMENTAZIONE QLFM .....	39

10. IMPIANTO DI TERRA.....	39
11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE .....	40
11.01. CONTENUTI DEL CAPITOLO .....	40
11.02. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	40
11.03. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE .....	40
11.04. DATI INIZIALI .....	41
11.04.01. DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA.....	41
11.04.02. DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA .....	41
11.04.03. DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE.....	41
11.04.04. DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE .....	42
11.05. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE .....	42
11.06. VALUTAZIONE DEI RISCHI .....	43
11.06.01. RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE .....	43
11.07. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE .....	43
11.08. CONCLUSIONI .....	43
11.09. APPENDICI .....	44
11.09.01. CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA .....	44
11.09.02. CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE.....	44
11.09.03. CARATTERISTICHE DELLE ZONE .....	45
11.09.04. FREQUENZA DI DANNO .....	46
11.09.05. AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI .....	47
11.09.06. VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA.....	48
12. VERIFICHE.....	52
12.01 VERIFICHE INIZIALI .....	52
12.01.01 ESAME A VISTA .....	52
12.01.02 PROVE.....	53
12.02 VERIFICHE PERIODICHE .....	54
12.02.01 FREQUENZA DELLA VERIFICA PERIODICA .....	55
13. IMPIANTO IDRAULICO .....	56
13.01 LINEA ADDUZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA E SCARICO .....	56
13.02 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI POMPAGGIO MALZAT .....	57
13.03 NUOVA LINEA SCARICO IN STAZIONE MALZAT .....	57
13.04 FORO CALIBRATO SU TUBAZIONE DN65 IN VASCA DI LAMINAZIONE.....	57

## **01. OGGETTO**

L'oggetto della presente relazione tecnica riguarda l'installazione di una centralina idroelettrica in località Miandette, nel Comune di Prali.

La relazione tecnica di progetto prenderà in esame le caratteristiche dell'impianto idroelettrico che si intende installare, come pure l'impianto elettrico ed idraulico che dovranno essere realizzati per consentire la messa in servizio ed il corretto funzionamento dell'impianto idroelettrico stesso.

## **02. NORMATIVA E LEGISLAZIONE APPLICABILE**

Gli interventi brevemente descritti nell'oggetto della presente dovranno essere eseguiti tenendo conto della seguente normativa:

- D.Lgs. 81/08 e s.m.i. in materia di sicurezza sul lavoro;
- legge n. 186/1968;
- decreto 22 gennaio 2008, n. 37;
- DPR 462/01;

Le normative tecniche seguite sono quelle del Comitato Elettrotecnico Italiano ed in particolare:

- CEI 0 – 21;
- CEI 14 - 12;
- CEI 17 - 1;
- CEI 17 - 5;
- CEI 17 - 86;
- CEI 64 - 8;
- CEI 70 - 1.

Per i cavi:

- CEI 11 - 17;
- CEI 20 - 20;
- CEI 20 - 22;

- CEI 20 - 40;
- CEI - UNEL 00721;

Per i tubi protettivi, i canali ed i loro accessori:

- CEI 23 - 26;
- CEI 23 - 32;
- CEI 23 - 39;
- CEI 23 - 54, fasc. 2886;

Per i quadri:

- CEI 17 - 13;
- CEI 23 - 51.

Per la protezione contro i fulmini:

- CEI EN 62305 - 1;
- CEI EN 62305 - 2;
- CEI EN 62305 - 3.

I componenti e le apparecchiature costituenti gli impianti dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI di prodotto.

Altre Norme e/o disposizioni legislative inerenti l'esecuzione degli impianti oggetto del presente progetto dovranno comunque essere rispettate, anche se non espressamente richiamate.

### **03. CARATTERISTICHE IMPIANTO IDROELETTRICO**

A perfetta integrazione dell'estensione dell'impianto di innevamento programmato sulle piste da sci che costeggiano le pendici montane della frazione Ghigo di Prali, nel Comune di Prali in Provincia di Torino, si vuole ora illustrare la possibilità di sfruttare le principali infrastrutture dell'opera di cui sopra anche per una non trascurabile produzione di energia idroelettrica.

La trattazione riportata nelle pagine seguenti intende dimostrare la reale massima capacità produttiva generata dall'installazione delle due centraline idroelettriche site in cascata ed allacciate alla tubazione posata per l'innevamento.

L'impianto idroelettrico in oggetto è caratterizzato da due stazioni di produzione dell'energia elettrica:

- la prima, quella in progetto, localizzata in corrispondenza della stazione MIANDETTE a quota 1.915 m s.l.m.,
- la seconda, già realizzata, è ubicata a valle in località MALZAT a quota 1.470 m s.l.m., in adiacenza alla cabina elettrica UTENTE ed ENEL esistenti.

Attualmente l'impianto vede il solo funzionamento della centralina nella stazione di MALZAT, essendo così sfruttato al 50% del suo potenziale. Vi è pertanto la necessità di realizzare la centralina in località MIANDETTE così da raddoppiare la capacità produttiva, sfruttando appieno il salto utile e la portata d'acqua proveniente dal lago La Draja.

Per ottemperare a quanto sopracitato sarà realizzato un locale in località MIANDETTE, al di sopra della vasca di laminazione precedentemente realizzata, adeguato ad ospitare le apparecchiature elettromeccaniche necessarie. La vasca esistente, fu realizzata con lo scopo di dissipare il carico idraulico insistente a tale quota e derivante dal dislivello geodetico presente tra la quota del lago LA DRAJA ed il punto in esame. Questo accorgimento permette di portare a limiti tecnicamente accettabili il carico insistente sulla centrale di valle ed al contempo di realizzare la vasca di scarico della turbina in progetto, così da accumulare l'acqua e scaricarla per essere nuovamente "turbinata" nella stazione di MALZAT.

I lavori per l'estensione del progetto consistono pertanto, oltre alla costruzione del piccolo edificio atto ad ospitare le apparecchiature di generazione e di gestione del funzionamento della turbina ed all'installazione delle stesse, all'adeguamento delle attuali tubazioni principali dell'innevamento, predisponendo nuove tubazioni e saracinesche, per l'adduzione alla centralina ed il caricamento della vasca. Sarà inoltre predisposta una nuova saracinesca sulla tubazione di scarico della vasca così da rendere totalmente autonomo e funzionante l'impianto per la produzione dell'energia idroelettrica.

Pertanto dal bilancio energetico futuro è immediato dimostrare che tutta l'energia, in un primo tempo dissipata in questa vasca di laminazione e carico, sarà trasformata in



energia idroelettrica (compatibilmente, naturalmente, con i rendimenti ottenibili dalle macchine previste).

Per la realizzazione di quanto in progetto, saranno necessari anche dei nuovi interventi nella stazione di MALZAT, questo poiché con la realizzazione della nuova centralina MIANDETTE, sarà necessario realizzare una nuova tubazione di by-pass, per permettere lo scarico, ad azionamento manuale, della tubazione in arrivo da monte in caso di fermo improvviso della macchina di valle, durante il funzionamento contemporaneo con la macchina di monte. Contemporaneamente a quanto finora descritto, escluso dal presente appalto, sarà predisposta ad opera del Comune di Prali, una nuova tubazione in acciaio DN300, per l'ottimizzazione della fase scarico delle acque derivanti dall'impianto di produzione dell'energia elettrica.

L'alimentazione elettrica per il funzionamento delle componenti della stazione MIANDETTE sarà derivata dal nuovo Punto di consegna ENEL dell'Energia Scambiata, che sarà ubicato, dall'ENEL, all'interno della stazione MALZAT. La distribuzione avverrà mediante i cavi esistenti, già posati per l'innevamento, ad eccezione del nuovo tratto di cavo che sarà posato per la chiusura ad anello delle linee, così come indicato negli elaborati grafici presenti nel progetto.

#### **04. CARATTERISTICHE IMPIANTO - DATI TECNICI DELLA STAZIONE MIANDETTE**

1° Salto: da lago LA DRAJA (2.365 m) a stazione MIANDETTE (1.915 m):

- Salto lordo: 450 m;
- Salto utile: 414,24 m;
- Portata: 20 l/s;
- Potenza idraulica disponibile: 81 kW circa;
- Potenza elettrica generata: 55 kW circa

## **04.01 GRUPPO TURBINA-GENERATORE - STAZIONE MIANDETTE**

### **04.01.01 Principio di funzionamento**

La centralina idroelettrica in oggetto si compone di un gruppo turbina PELTON - Generatore asincrono, completo delle necessarie automazioni gestite dal relativo quadro elettrico.

L'impianto è studiato per funzionare in parallelo alla rete. Per garantire i necessari interventi in mancanza di rete si sono scelti gli azionamenti elettrici con piccolo gruppo di accumulo (UPS).

In queste condizioni si è semplificato l'impianto utilizzando una sola valvola motorizzata avente la funzione di valvola generale, previa installazione, a monte della stessa, di una valvola di intercettazione manuale.

Il comando della regolazione della portata è automatico, attraverso la lettura del salto utile tramite una sonda di pressione, tenendo in debito conto il livello dell'acqua nella vasca con un misuratore di livello piezoresistivo. L'avviamento della macchina dovrà avvenire con l'ausilio della turbina. L'avvio e l'arresto dell'impianto è subordinato al controllo dei parametri elettrici (tensione, frequenza, ecc.) ed impiantistici (carica batteria) mentre la regolazione della portata, come sopra detto, sarà subordinata al carico utile ed al livello di acqua nella vasca per tenere conto, inoltre, della portata assorbita dalla turbina di Malzat. Le informazioni di allarme della centrale, legata al superamento del livello di allarme nella vasca o di altre situazioni di fermo centrale, ecc., saranno comunicate al gestore dell'impianto tramite un sistema GSM.

Nel caso in oggetto è dunque previsto l'avvio del generatore tramite la turbina, fino a quando il sistema automatico non chiuda l'interruttore di macchina. In tal modo si riducono, considerevolmente, le problematiche di spunto.

La linea di alimentazione, molto breve, la cui consistenza sarà evidenziata nei capitoli successivi riguardanti la parte elettrica del

progetto, partirà dal quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica.

#### **04.01.02 Sequenza di avviamento**

- In presenza della rete si comanda l'apertura della valvola generale.
- Contemporaneamente si chiude l'interruttore di parallelo del generatore.
- L'impianto si porta in condizione di massima produzione. È possibile regolare la portata dell'acqua intervenendo sull'impostazione del salto utile che deve essere mantenuto attraverso la modulazione dell'apertura e chiusura della valvola o delle valvole sugli ugelli. La misura del salto utile, in ingresso alla turbina, avverrà attraverso una sonda di pressione.

#### **04.01.03 Sequenza di arresto**

- L'impianto si sgancia automaticamente dalla rete qualora intervengano le protezioni di tensione e frequenza o altri controlli previsti sull'impianto.
- Successivamente intervengono i comandi di chiusura dell'acqua.
- Nel transitorio tra l'interruzione elettrica e la completa chiusura delle valvole, previo intervento del tegolo deviatore di flusso, il gruppo turbina-generatore si potrebbe trovare a ruotare in regime di sovra velocità. Tale condizione di funzionamento dovrà essere prevista attraverso un opportuno dimensionamento delle parti rotanti.
- Con la chiusura della valvola generale, l'impianto è nuovamente in condizione di effettuare il successivo avviamento.

## **04.02 DESCRIZIONE COMPONENTI**

### **04.02.01 Girante Pelton**

Le pale e il disco della girante dovranno essere in acciaio inox AISI 316/L, ottenute per microfusione al fine di ottenere un'elevata precisione ed un buon grado di finitura. Le pale dovranno essere fissate al disco-mozzo mediante saldatura a TIG senza apporto di materiale.

La ruota dovrà essere equilibrata dinamicamente. L'accoppiamento diretto della girante sull'albero generatore dovrà avvenire mediante un mozzo a pinza opportunamente dimensionato. Anche il mozzo a pinza dovrà essere in acciaio inox AISI 316/L.

### **04.02.02 Cassa turbina**

La cassa turbina dovrà essere costituita da un composto saldato in lamiera di acciaio di adeguato spessore ed avrà la funzione di raccogliere e convogliare l'acqua nella vasca sottostante di scarico, oltre a fissare e sostenere il gruppo turbina-generatore mediante i piedi saldati sulla superficie esterna della cassa.

Un anello di base facilita e semplifica l'installazione del gruppo, tanto che tale anello dovrà essere inghisato all'interno del getto di cls. Il quale dovrà essere eseguito in opera e sul quale sarà appunto appoggiata tutta la centralina. I dettagli della parte edile sono descritti nella relativa documentazione tecnica delle strutture.

Sulla flangia esterna dovrà, inoltre, essere fissata la valvola a stantuffo per l'intercettazione dell'ugello o degli ugelli in caso di turbina multiugello. L'ugello/i dovrà essere in materiale ad alta resistenza e lunga durata.

Tutta la cassa turbina dovrà essere trattata con zincatura a caldo a spruzzo e successivamente verniciata.

#### **04.02.03 Gruppo di alimentazione**

Il gruppo dovrà essere composto da una valvola generale a sfera ad azionamento elettrico comandata dal quadro di comando e di controllo della centralina idroelettrica. L'azionamento sarà elettrico in corrente continua. Dovrà essere compreso nella fornitura un manometro di controllo pressione ed un pressostato per la gestione delle variazioni di salto utile risultante, in funzione della portata effettivamente disponibile. In tal modo sarà possibile inviare, via GSM, delle segnalazioni all'operatore della centralina idroelettrica affinché possa intervenire per verificare lo stato di funzionamento della macchina, dei livelli nella vasca, ecc.

#### **04.02.04 Motore Elettrico su valvola generale**

Si tratta di un sistema che aziona la valvola posta tra la condotta forzata ed il gruppo turbina-generatore. Il motore elettrico sarà completo di finecorsa elettrici utilizzabili nelle logiche di comando.

Nel blocco dell'attuatore dovrà essere presente una manopola che ne consenta l'azionamento manuale.

#### **04.02.05 Generatore asincrono**

Per il generatore asincrono dovrà essere utilizzato un motore asincrono dimensionato per 60 kW. Dovrà essere previsto un ulteriore trattamento per ambienti umidi, per gli avvolgimenti e per la vernice esterna. Sulla flangia del generatore dovrà essere montata un'apposita parabola che ne impedisce il contatto con l'acqua.

I cuscinetti dovranno essere ampiamente dimensionati al fine di poter sopportare agevolmente il carico assiale della girante ed il loro ingrassaggio dovrà avvenire mediante un dispositivo per la lubrificazione periodica.

## **04.03 DATI TECNICI**

### **04.03.01 Gruppo introduttore**

Valvola generale: Valvola a farfalla DN 125, PN 64.

Collegamento alla condotta: flangiato DN 125, PN 64.

Lunghezza del gruppo di alimentazione: 80 cm circa.

### **04.03.02 Attuatore elettrico**

Tensione di funzionamento: 24 Volt c.c.

Tempo di manovra: non inferiore a 25 s fino a 180 s;

Contatti finecorsa: NA - NC 5A – 230 V c.a.

### **04.03.03 Turbina**

Diametro primitivo: 450 mm

Materiale: AISI 316L

### **04.03.04 Generatore**

Potenza: 60 kW

Tensione: 400 V

$\cos\varphi$ : 0,80 a 4/4

Velocità di rotazione nominale: 1500 giri/min.

Velocità di fuga: 2700 giri/min.

Raffreddamento: ventilazione in aria

Isolamento: classe F

Protezione: IP 55

Grado di equilibratura: ridotta

Posizione di funzionamento: verticale

Cuscinetti: lato albero: a sfera

lato ventola: a sfera

Peso generatore con turbina: 300 kg circa

#### **04.03.05 Gruppo turbina-generatore**

Dimensioni (escluso gruppo alimentazione): 1050 x 1050 x 1300 mm

Dimensione scarico (diametro anello base compreso nella fornitura):  
800 mm

Peso gruppo turbina-generatore: 700 kg. Circa

#### **04.03.06 Calcoli di dimensionamento**

<b>PRALI I° TRATTO: DIMENSIONAMENTO CENTRALINA MIANDETTE (PORTATA MASSIMA)</b>
--

Grandezze		U.M.
Diametro 1 =	147,2	mm
Lunghezza 1 =	780	m
Diametro 2 =	145,2	mm
Lunghezza 2 =	560	m
Diametro 3 =	160,3	mm
Lunghezza 3 =	1466	m
Diametro 4 =	132,5	mm
Lunghezza 4 =	640	m
Coefficiente C1 =	150	adim PEAD
Coefficiente C2 =	120	adim ACC.
Portata Q =	20	l/s
Perdita 1 =	6,26	m
Perdita 2 =	4,80	m
Perdita 3 =	11,74	m
Perdita 4 =	12,96	m
H geodetica	450	m
Perdita Totale	35,76	m
Salto utile	414,24	m

Rendimento condotta =	0,93	adim
Rendimento turbina =	0,8	adim
Rendimento generatore =	0,9	adim
<b>Potenza elettrica generata =</b>	<b>54,42</b>	<b>kW</b>

##### **CALCOLO DIAMETRO UGELLO**

Salto Utile =	414,24	m
Velocità acqua =	90,15	m/s
Sezione ugello =	221,85	mm
Diametro ugello =	16,81	mm

#### **04.04 CENTRALINE IDROLETTRICHE DI MALZAT E DI MIANDETTE: GENERALITÀ E PROCEDURE DI MESSA IN SERVIZIO DI ENTRAMBE**

Le centraline idroelettriche Malzat (già realizzata e prossima alla messa in servizio) e di Miandette (oggetto del presente elaborato) sfruttano le medesime infrastrutture dell'impianto di innevamento del comprensorio sciistico di Prali in Val Germanasca. L'acqua turbinata dalle centraline è derivata dal Lago La Draja posto a circa 2.400 m s.l.m.

La centralina di Miandette sarà collocata all'interno di un apposito locale che sarà realizzato al di sopra della vasca di laminazione già esistente.

La centralina di Miandette sarà ubicata a circa 1.950 m s.l.m., mentre quella di Malzat è collocata all'interno della stazione di pompaggio dell'impianto di innevamento, a circa 1.550 m s.l.m.

Nella progettazione delle due centraline si è fatto in modo di renderle tra loro indipendenti nel senso che l'una può funzionare anche in assenza dell'altra. Ciò potrebbe accadere in caso di manutenzione di una delle due macchine.

A tale proposito, si specifica che nell'ambito della realizzazione della centralina Miandette dovrà essere realizzato, nella centralina di Malzat, un by-pass idraulico in corrispondenza della tubazione di adduzione dell'acqua alla turbina stessa al fine di consentire il funzionamento della centralina Miandette anche quando la centralina Malzat dovesse essere ferma per manutenzione. Il by-pass sarà dotato di una saracinesca di intercettazione e farà confluire l'acqua proveniente dalla vasca di laminazione, sopraccitata, direttamente nello scarico a valle della turbina Malzat verso il torrente Germanasca.

Di seguito saranno descritte le procedure di messa in servizio delle centraline tralasciando la parte elettrica la quale è ben descritta nell'elaborato grafico di progetto relativo al funzionamento estivo ed invernale dell'infrastruttura elettrica la quale, appunto, in estate serve al convogliamento, verso ENEL, dell'energia prodotta dalle centraline ed, in inverno, viene utilizzata per l'alimentazione delle pompe e dei generatori di neve utilizzati per l'innevamento programmato.

Se le centraline sono entrambe ferme la prima ad essere messa in servizio sarà quella di Malzat in modo tale da poter caricare la sua tubazione di adduzione.



Durante le fasi di avvio delle centraline idroelettriche sarà necessario che in entrambe sia presente personale (almeno n. 2 persone per ogni centralina) adeguatamente formato in merito alle operazioni da effettuare. Inoltre, il personale dovrà essere in contatto radio e cellulare durante tutte le operazioni di messa a regime dell'impianto.

#### **04.04.01 Messa in servizio centralina Malzat**

Le condizioni sono le seguenti: le centraline sono ferme, la vasca di laminazione è vuota e la saracinesca generale, posta sulla tubazione di adduzione dal lago La Draja ed ubicata in stazione Miandette, è chiusa. Anche le saracinesche di by-pass in stazione Miandette ed in stazione Malzat sono chiuse, come anche la saracinesca di adduzione dell'acqua in centralina Malzat

##### Operazioni a Miandette

1. Apertura manuale della saracinesca generale posta sulla tubazione di adduzione dal lago La Draja;
2. Verifica che la valvola motorizzata sia aperta in quanto la vasca è vuota ed i galleggianti di guardia sono in posizione di apertura valvola;
3. Apertura manuale della valvola di by-pass con foro calibrato e riempimento della vasca.

##### Operazioni a Malzat

4. Verifica chiusura del by-pass, manuale, a Malzat. Se fosse aperto è necessario chiuderlo.
5. Apertura della saracinesca manuale a monte della centralina Malzat. L'apertura della saracinesca dovrà avvenire quando il livello dell'acqua nella vasca di Miandette abbia raggiunto quasi il livello di guardia;
6. Avvio della centralina Malzat, attraverso l'azione sul quadro elettrico di comando, e messa a regime in automatico a seguito dell'impostazione di set – point sul tastierino numerico (posto sul quadro di comando della centralina) della quota utile dell'acqua

che dovrà essere mantenuta per erogare la potenza di progetto, pari a 50 kW;

#### **04.04.02 Messa in servizio centralina Miandette**

Le condizioni sono le seguenti: la centralina Malzat è stata avviata e l'acqua all'interno della vasca di laminazione ha raggiunto un livello stabile ed è aperta la valvola di by-pass con foro calibrato (tarato a 20 l/s). In pratica, si è nelle condizioni che, esaurito il transitorio di avvio della centralina Malzat, la portata che entra nella vasca, attraverso il by-pass dotato di foro calibrato, è pari a quella che esce verso la centralina Malzat.

Le operazioni per la messa in funzione ed a regime della centralina Miandette sono le seguenti:

1. Avvio della centralina Miandette, attraverso l'azione sul quadro elettrico di comando, e messa a regime in automatico a seguito dell'impostazione del set – point sul tastierino numerico (posto sul quadro di comando della centralina) della quota utile dell'acqua che dovrà essere mantenuta per erogare la potenza di progetto, pari a 50 kW;
2. Chiusura manuale e completa della saracinesca di by pass;
3. Verifica che il sistema vada a regime e che il livello dell'acqua nella vasca di laminazione si mantenga stabile;

#### **04.05 MANUTENZIONE CENTRALINE IDROELETTRICHE DI MALZAT**

Nel caso in cui una delle due centraline debba essere fermata per interventi di manutenzione sarà necessario procedere, preventivamente, con la fermata di entrambe.

Ciò avverrà agendo, indifferentemente, su una centralina e poi sull'altra attraverso il comando di stop posto sul quadro elettrico di ognuna. Lo stop comanda la chiusura dell'ugello o degli ugelli della turbina. Dopo di che sarà necessario agire sulle saracinesche manuali, poste a monte delle centraline, per intercettare completamente l'adduzione dell'acqua. Solo dopo aver fermato

entrambe le stazioni e messo in sicurezza la centralina che dovrà essere mantenuta sarà possibile riavviare l'altra secondo le procedure sopra descritte.

La messa in sicurezza della centralina Malzat consiste nella chiusura sia della saracinesca di adduzione dell'acqua in turbina, sia nella chiusura della saracinesca presente a valle dello scarico della stessa. Gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria di cui necessita la centralina Malzat sono riportati nelle relative istruzioni per l'uso.

Gli aspetti legati alla messa in sicurezza ed agli interventi di manutenzione della centralina Miandette sono invece lasciati al costruttore della stessa.

#### **04.06 AVVIO DI UNA DELLE DUE CENTRALINE A SEGUITO DELLA MANUTENZIONE SU UNA CENTRALINA**

Nel caso in cui sia necessario effettuare la manutenzione ad una delle due centraline oppure vi sia una fermata, sempre di una delle due o di tutte e due per anomalia, guasto, mancanza ENEL, ecc., come detto al paragrafo precedente sarà necessario arrestarle entrambe e metterle in sicurezza prima di poter effettuare una nuova procedura di avvio di entrambe o anche di una sola delle due.

Come per le fasi di avvio delle centraline, anche le attività legate alla manutenzione e ripartenza di una delle due centraline dovrà essere eseguita con la presenza di personale (composto da almeno due addetti) sia a Miandette, sia a Malzat.

##### **04.06.01 Manutenzione della centralina Miandette e messa in servizio centralina Malzat**

Le condizioni sono le seguenti: le centraline sono ferme ed in sicurezza e la centralina Miandette è in manutenzione, la vasca di laminazione è piena. Aver messo in sicurezza le centraline ha significato aver chiuso la saracinesca generale e di by-pass della Miandette e le saracinesche principale e di by-pass di Malzat.

##### Operazioni a Miandette

1. Apertura manuale della saracinesca generale posta sulla tubazione di adduzione dal lago La Draja;

2. Verifica che la valvola motorizzata sia aperta in quanto la vasca è piena ed i galleggianti di guardia sono entrambi al di sotto della posizione di chiusura della valvola;
3. Apertura manuale della valvola di by-pass con foro calibrato per far fluire acqua nella vasca di Miandette già piena al di sotto del livello di guardia. Tale operazione è da effettuare contemporaneamente alle fasi di avvio della centralina Malzat.

#### Operazioni a Malzat

4. Mantenimento della chiusura del by-pass, manuale, a Malzat;
5. Apertura della saracinesca manuale principale a monte della centralina Malzat;
6. Avvio della centralina Malzat, attraverso l'azione sul quadro elettrico di comando, e messa a regime in automatico a seguito dell'impostazione di set – point sul tastierino numerico (posto sul quadro di comando della centralina) della quota utile dell'acqua che dovrà essere mantenuta per erogare la potenza di progetto, pari a 50 kW;

#### **04.06.02 Manutenzione della centralina Malzat e messa in servizio centralina Miandette**

Le condizioni sono le seguenti: le centraline sono ferme ed in sicurezza e la centralina Malzat è in manutenzione, la vasca di laminazione è piena. Aver messo in sicurezza le centraline ha significato aver chiuso la saracinesca generale e di by-pass della Miandette e le saracinesche principale e di by-pass di Malzat.

Le operazioni per la messa in funzione ed a regime della centralina Miandette, avendo la centralina Malzat in manutenzione, sono le seguenti:

#### Operazioni a Malzat

1. Mantenimento, in chiusura, della saracinesca manuale principale a monte della centralina Malzat;
2. Apertura della saracinesca manuale di by-pass;

### Operazioni a Miandette

3. Apertura della saracinesca generale e mantenimento della saracinesca di by-pass, chiusa. Verifica che la valvola motorizzata sia aperta;
4. Avvio della centralina Miandette, attraverso l'azione sul quadro elettrico di comando, e messa a regime in automatico a seguito dell'impostazione del set – point sul tastierino numerico (posto sul quadro di comando della centralina) della quota utile dell'acqua che dovrà essere mantenuta per erogare la potenza di progetto, paria 50 kW;
5. Verifica che il sistema vada a regime e che il livello dell'acqua nella vasca di laminazione si mantenga stabile;

## **04.07 GESTIONE DEI LIVELLI DELLA VASCA DI LAMINAZIONE**

All'interno della vasca di laminazione saranno installati i seguenti livelli:

- Sonda piezoresistiva per la misura dei livelli: minimo e massimo;
- N. 2 galleggianti a pera per la gestione del livello di guardia.

I due galleggianti per la verifica del livello di guardia potranno essere gestiti per controllare un unico livello di guardia o due livelli diversi. Il motivo per il quale è stato deciso di inserirne due è per garantire una ridondanza la quale dovrà essere gestita facendo lavorare i due galleggianti con logica opposta nel caso in cui controllino lo stesso livello, ossia: di un galleggiante dovrà essere cablato il contatto NA, mentre nell'altro dovrà essere cablato il contatto NC. I due contatti dovranno eccitare n. 2 relè distinti i cui relativi contatti: NA ed NC dovranno essere cablati, in parallelo tra loro, sul contattore di chiusura della valvola motorizzata in modo tale da essere sostanzialmente certi che se non dovesse funzionare un galleggiante, con l'altro si consegua comunque lo scopo di comandare la chiusura della valvola motorizzata.

La stessa logica di funzionamento (a contatti opposti) potrà essere mantenuta anche se i due galleggianti di guardia fossero installati per controllare livelli diversi di acqua all'interno della vasca.

Stesso discorso, a contatti invertiti, vale per l'apertura della valvola motorizzata.

In allegato alla presente relazione tecnica è riportato lo schema elettrico funzionale circa la gestione dei galleggianti del livello di guardia e della relativa apertura/chiusura della valvola motorizzata. Tale schema dovrà essere implementato, dal costruttore della centralina, direttamente nel PLC che sarà inserito nel QCC e che gestirà il funzionamento dell'intera stazione.

Per quanto riguarda la sonda piezoresistiva, essa sarà principalmente impiegata per la misura del livello dell'acqua nella vasca di laminazione.

Tale misura servirà anche per gestire la chiusura dell'ugello/ugelli della turbina nel caso in cui il livello nella vasca superi il livello massimo stabilito in sede di collaudo della centralina, prima che l'acqua arrivi al livello di guardia.

In buona sostanza il livello di guardia, gestito dai galleggianti a pera che comandano, attraverso il PLC, la valvola motorizzata, sarà raggiunto solo in caso di un malfunzionamento grave della sonda piezoresistiva e/o del sistema di comando di chiusura/modulazione dell'ugello/i della turbina.

Sul quadro di comando dovrà apparire l'indicazione del livello della vasca espresso in metri o in centimetri.

**PROGETTO ESECUTIVO**

### **Relazione tecnica opere elettromeccaniche**



## **05. PARTE ELETTRICA - PREMESSA**

La parte elettrica relativa all'installazione della centralina idroelettrica all'interno della stazione di Miandette riguarda, essenzialmente, la posa del quadro elettrico di comando e di controllo della centralina, nonché la predisposizione di alcuni interruttori per la suddivisione dell'impianto per il funzionamento Invernale ed Estivo. Gli accorgimenti di seguito descritti saranno necessari al fine di rendere l'attuale impianto di alimentazione dell'innevamento idoneo al contemporaneo funzionamento delle due centraline idroelettriche, la nuova in località Miandette e quella esistente in località Malzat durante il periodo estivo, mantenendo inalterato il corretto funzionamento per il periodo invernale.

### **05.01 DATI DI PROGETTO**

I dati di progetto necessari sono di seguito elencati e sono finalizzati all'individuazione delle caratteristiche che dovranno possedere gli impianti elettrici in relazione agli scopi cui sono destinati.

### **05.02 ELABORATI DI RIFERIMENTO**

Gli elaborati di riferimento sono ricavati dal progetto definitivo dell'impianto di innevamento.

[1] B214-07\_INPRA\_EM\_D\_001\_0: Relazione tecnica impianto di innevamento;

[2] B214-07\_INPRA\_EM\_D\_002\_0: Planimetria impianto di innevamento programmato;

### **05.03 DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI**

Gli impianti elettrici oggetto di nuova installazione saranno dedicati, come già detto, all'installazione della centralina idroelettrica all'interno del nuovo locale in località Miandette.

In pratica, si procederà all'alimentazione del nuovo QCC, quadro di gestione e controllo della centralina, partendo dal nuovo Punto di consegna dell'Energia Scambiata il quale sarà ubicato, a cura dell'ENEL, all'interno del locale della centralina di valle a Malzat. Occorre però fare due considerazioni in merito al funzionamento dell'impianto in due modalità, Invernale ed Estiva.



L'origine dell'impianto, per la stagione invernale, è rappresentato dalla consegna in MT, 15 kV da parte dell'ENEL. Attraverso tale consegna viene alimentato un trasformatore da 800 kVA il quale è ad esclusivo servizio dell'impianto di innevamento attraverso un quadro generale di bassa tensione.

All'interno del quadro suddetto, tra l'altro, sono installati due interruttori Q1 e Q2 che alimentano n. 2 linee di innevamento le quali, nella stagione primavera – estate, saranno entrambe utilizzate per il trasporto a valle dell'energia prodotta dalla centralina Miandette.

In particolare, gli interruttori Q1 e Q2, presenti all'interno del QGBT inserito nel locale a Malzat, sono stati predisposti, a suo tempo, per l'alimentazione dell'impianto di innevamento, e possono essere chiusi, se e solo se, le componenti elettriche inerenti l'alimentazione della turbina, per il funzionamento estivo, sono disalimentate.

Per quanto riguarda la modalità estiva, ovvero il periodo nel quale le componenti invernali non sono in funzione e si andrà a generare energia elettrica mediante la turbina di Miandette, l'impianto sarà alimentato dal nuovo Punto di consegna dell'Energia Scambiata, che oltre a fornire energia elettrica per l'alimentazione delle componenti a servizio dell'impianto, servirà ad immettere l'energia in rete ENEL, prodotta mediante il funzionamento della nuova centralina. Così come accade per quella esistente ubicata a Malzat, la quale ha un Punto di consegna ENEL dedicato. Pertanto il funzionamento dello stesso, avverrà se e solo se, le componenti per l'alimentazione dell'impianto di innevamento saranno disalimentate.

Tutto questo è possibile grazie ad appositi interblocchi meccanici ed elettrici, gestiti con apposite procedure, così come raffigurato all'interno dell'elaborato grafico di progetto, denominato:

13L65PR1A\_EM\_D\_4.3\_0 - Schemi funzionali elettrici - Impianto luce e FM locale Miandette.

Come sopraccitato, le linee di alimentazione elettriche saranno le stesse, sia per il funzionamento in modalità invernale, sia per quello in estiva. L'unica modifica che riguarderà la distribuzione sarà la chiusura ad anello delle linee esistenti, collegando l'estremità della linea in arrivo nel pozzetto n. 22 dell'impianto di

innevamento, con quella presente nel pozzetto indicato in planimetria ove è anche installata una valvola motorizzata ed una fuga permanente. Questo avverrà mediante la posa di circa 120 m di nuovo cavo multipolare in alluminio del tipo NAYY (o simili) 0,6/1 kV in formazione 4x240 mm<sup>2</sup>.

Per continuare a mantenere l'attuale configurazione dell'impianto di innnevamento, che vede l'alimentazione della parte bassa fatta da Malzat e quella della parte alta, derivante dalla Stazione di pompaggio di monte, sarà realizzato un nuovo quadretto elettrico, inserito nel pozzetto (identificato in planimetria).

Il quadretto elettrico suddetto sarà in PVC, Classe II e avrà grado IP67.

All'interno del quadretto suddetto sarà installato un sezionatore da 80 A, 8 poli, dotato di blocco a chiave, avente lo scopo di mettere in comunicazione la linea elettrica proveniente dalla stazione Minadette con quella proveniente da Malzat. Ogni linea elettrica è costituita da due cavi in alluminio in modo da realizzare un anello ed avere la linea da Miandette a Malzat composta da due cavi in parallelo. Ciò consentirà di non superare una caduta di tensione del 5 % tra la centralina ed il Punto di consegna dell'ENEL.

Il commutatore 8 poli, 80 A resterà aperto durante il periodo invernale, per mantenere scollegate le due alimentazioni, sarà chiuso durante il periodo estivo per la produzione di energia elettrica, mettendo così in collegamento la nuova centralina in località Miandette con il gruppo di Misura Energia Scambiata inserito nella stazione Malzat.

## **05.04 DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO**

### **05.04.01 Origine degli impianti**

L'origine degli impianti della stazione di pompaggio in oggetto è ubicata all'interno della cabina elettrica di trasformazione MT/BT "Malzat", adiacente al locale di consegna in MT, 15 kV, dell'Ente Distributore dell'energia elettrica ENEL.

Pertanto, all'interno della cabina "Malzat", in corrispondenza del quadro elettrico generale BT di cabina (comprendente gli interruttori Q1 e Q2 oggetto di intervento), dovrà essere installato un quadro in PVC, 15 kA,

Classe II, con un interruttore automatico magnetotermico differenziale da 160 A, 4P, denominato DGL2 al quale dovrà essere collegata la linea proveniente dal nuovo gruppo di misura, dell'ENEL, dell'energia scambiata.

Tale Punto di consegna (rappresentato dal contatore ENEL) sarà collocato nei pressi del contatore ENEL di energia dedicato alla produzione della centralina Malzat, già installata.

#### **05.04.02 Corrente di cortocircuito trifase, lato BT, all'origine degli impianti**

La corrente di cortocircuito trifase in corrispondenza del nuovo Punto di consegna dell'ENEL vale 15 kA come previsto dalla norma CEI 0-21 per le utenze trifase superiori a 33 kW.

#### **05.04.03 Fabbisogni energetici**

La massima potenza che la centralina idroelettrica è in grado di fornire è stimata intorno ai 55 kW e, pertanto, i dispositivi di protezione e le linee di alimentazione dovranno essere dimensionati di conseguenza.

Per l'installazione della centralina idroelettrica il gestore dell'impianto dovrà avanzare presso l'Ente Distributore dell'energia e presso l'UTF le richieste per poter diventare produttore di energia elettrica e per la conseguente posa dei contatori dell'energia stessa.

#### **05.04.04 Sistema di distribuzione - impianto di terra**

Il sistema di distribuzione dell'energia elettrica a partire dal Punto di consegna dell'ENEL è di tipo TT.

L'impianto di terra della stazione di Malzat è esistente, mentre quello della stazione Miandette sarà realizzato posando una corda nuda di rame da 35 mm<sup>2</sup>, interrata a 0,5 m di profondità e collegandola ai ferri del c.a. della vasca di laminazione e del fabbricato che vi sarà costruito sopra.

Tale impianto di terra sarà poi collegato con il tondino d'acciaio zincato da 50 mm<sup>2</sup> esistente e facente parte dell'impianto di innevamento e che collega la stazione di Miandette a quella di Malzat in modo tale da rendere le stesse equipotenziali tra loro.

## 06. DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

## 06.01 ELABORATI GRAFICI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati di riferimento sono i seguenti:

- [3] - 13L65PR1A\_EM\_E\_4.2\_0: Schemi funzionali idraulici e lay-out;  
[4] - 13L65PR1A\_EM\_E\_4.3\_0: Schemi funzionali elettrici;

**06.02 SEZIONE BT 400 V – CABINA MALZAT – ALIMENTAZIONE  
CENTRALINA IDROELETTRICA**

Nel paragrafo seguente sarà scelto l'interruttore da installare all'interno del nuovo quadro elettrico da collocare in cabina Malzat in prossimità del QGBT esistente per la protezione della linea di alimentazione del quadro elettrico di comando e di controllo "QCC" della centralina idroelettrica a Miandette.

Al contempo sarà scelto il sezionatore-congiuntore da installare all'interno del QGBT suddetto, avente lo scopo di chiudere in parallelo le due linee connesse agli interruttori Q1 e Q2.

Per gli interruttori Q1 e Q2 sarà necessario installare, per ciascuno, un contatto ausiliario NA.

### 06.02.01 Scelta dei dispositivi di protezione lato BT da installare in Stazione "Malzat"

In posizione adiacente al QGBT (stazione Malzat) dovrà essere installato un nuovo quadro in PVC, Classe II, 15 kA, contenente due interruttori automatici magnetotermici differenziali, denominati DGL1 e DGL2, di seguito descritti.

**DGL1: Interruttore di alimentazione circuiti ausiliari degli interruttori Q1 e Q2 del QGBT (esistenti) e degli interruttori DGL2 e Co di nuova installazione:**

- N. 1 un interruttore automatico magnetotermico differenziale, modulare:

- Tensione nominale:  $V_n = 230 \text{ V};$

- Corrente nominale:  $I_n = 16 \text{ A}$ ;
- Corrente differenziale nominale:  $I_{\Delta n} = 0,03 \text{ A}$ ;
- Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 15 \text{ kA}$ ;
- N° poli: 2;

Tale interruttore è dedicato all'alimentazione dell'UPS da 300 VA, tramite una presa 2P+T, universale, da 16 A da inserire nel nuovo quadro o all'esterno (in questo caso in custodia IP55). L'UPS alimenterà i circuiti ausiliari per l'alimentazione delle bobine di sgancio a lancio di corrente già presenti a bordo degli interruttori Q1 e Q2 e previste nell'interruttore DGL2, di seguito descritto, e nel sezionatore Co. Il circuito ausiliario che alimenta le bobine di sgancio degli interruttori Q1 e Q2 è attualmente collegato all'alimentazione generale del quadro. Secondo l'intervento di cui alla presente relazione tecnica di progetto, la nuova alimentazione del circuito ausiliario, servente gli interruttori Q1, Q2, DGL2 e Co suddetti, sarà derivata a valle dell'UPS e quindi scollegata dall'attuale alimentazione nel QGBT.

**DGL2: Interruttore di alimentazione Quadro elettrico (QCC)  
centralina idroelettrica Miandette:**

- N. 1 un interruttore automatico magnetotermico differenziale, scatolato:
  - Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;
  - Corrente nominale:  $I_n = 160 \text{ A}$ , tarato a  $I_{th} = 144 \text{ A}$ ;
  - Corrente differenziale nominale:  $I_{\Delta n} = 1 \text{ A}$ , Tipo S;
  - Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 15 \text{ kA}$ ;
  - N° poli: 4;
  - Protezioni: termica e magnetica regolabili;
  - Accessori: bobina di sgancio a lancio di corrente e contatti ausiliari NA ed NC.

La linea di alimentazione a monte di tali interruttori sarà derivata a valle del nuovo Punto di Consegna dell'ENEL.

Invece, a bordo del QGBT, esistente ed ubicato all'interno della cabina elettrica di trasformazione, dovrà essere aggiunto il seguente dispositivo di sezionamento e manovra:

**Co: Sezionatore – Congiuntore linee di alimentazione nel QGBT esistente stazione Malzat:**

- N. 1 un interruttore di manovra sezionatore, scatolato:

- Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;
- Corrente nominale:  $I_n = 80 \text{ A}$ ;
- Potere di chiusura:  $I_{cu} \geq 1 \text{ kA}$ ;
- N° poli: 4;

- Accessori: bobina di sgancio a lancio di corrente e contatti ausiliari NA ed NC. Blocco a chiave tale per cui la chiave "A" possa essere estratta solo ed esclusivamente a sezionatore chiuso. A tale chiave dovrà essere inanellata la chiave "B" di blocco del sezionatore ad 8 poli, 80 A, che sarà inserito nel nuovo quadro elettrico da collocare nel pozzetto identificato in planimetria.

Tale sezionatore sarà inserito tra le due linee, esistenti, in partenza dagli interruttori Q1 e Q2 ed avrà la funzione di congiungere tali linee se e solo se gli interruttori Q1 e Q2 risulteranno aperti. Ciò sarà possibile tramite l'implementazione di un sistema di interblocchi elettrici come si evince negli elaborati grafici di progetto.

**C: Sezionatore a 8 poli con interblocco a chiave con il sezionatore Co**

- N. 1 un interruttore di manovra sezionatore, scatolato, inserito all'interno di un quadro in PVC, IP67, Classe II, Icc = 6 kA:

- Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;
- Corrente nominale:  $I_n = 80 \text{ A}$ ;
- Potere di chiusura:  $I_{cu} \geq 1 \text{ kA}$ ;
- N° poli: 8;

- Accessori: Blocco a chiave tale per cui la chiave “B” possa essere estratta solo ed esclusivamente a sezionatore aperto. A tale chiave dovrà essere inanellata la chiave “A” di blocco del sezionatore Co, che sarà inserito nel QGBT esistente. A monte delle due linee dovranno essere collegate due spie di colore rosso per segnalare la presenza di tensione in corrispondenza dei cavi che arrivano dalla centralina di Miandette. Se le spie fossero accese significherebbe che l'interruttore “A”, esistente nella stazione di pompaggio dell'innevamento posta a monte della centralina Miandette, è chiuso e vi è tensione proveniente dalla cabina di Pian Alpette. Pertanto, prima di manovrare il sezionatore “C”, l'interruttore “A” deve essere aperto. È ovvio che una volta chiuso il sezionatore “C”, con “A” aperto, le spie potranno accendersi in funzione dello stato della rete a valle e poi a monte una volta in funzione la centralina Miandette.

#### **06.02.02 Scelta dei dispositivi di protezione lato BT da installare nel nuovo quadro elettrico QCC nella Stazione “Miandette”**

All'interno della stazione Miandette dovrà essere installato il quadro di comando e di controllo (QCC) della centralina idroelettrica che sarà ivi installata.

All'interno di tale quadro, in carpenteria metallica, IP44, Classe I, 15 kA, dovrà essere installato un commutatore manuale “Rete – Generatore”, denominato QRG. La Rete è costituita dalla linea proveniente dalla stazione di pompaggio dell'innevamento posta a monte della stazione Miandette ed alimentata dall'interruttore “A” da 250 A, mentre il Generatore è la centralina idroelettrica di Miandette.

Il commutatore sarà tale da avere un interblocco meccanico in modo da consentire lo scambio Rete – Generatore in tutta sicurezza.

Il commutatore sarà costituito da due interruttori automatici magnetotermici, denominati “B” per la Rete” e “G” per il Generatore”, aventi le seguenti caratteristiche:

**B – G: Commutatore Rete - Generatore inserito in Quadro elettrico centralina idroelettrica Miandette (QCC):**

- N. 2 interruttori automatici magnetotermici, scatolati:
  - Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;
  - Corrente nominale:  $I_n = 160 \text{ A}$ , tarato a  $I_{th} = 144 \text{ A}$ ;
  - Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 15 \text{ kA}$ ;
  - N° poli: 4;
  - Protezioni: termica e magnetica regolabili;

Il commutatore Rete – Generatore potrà essere inserito all'interno di un quadro ad esso dedicato in modo tale da evitare che, nell'esercizio invernale, il QCC si trovi in tensione.

Nel caso in cui il commutatore sia inserito nel QCC ne diverrà una sezione dello stesso, separata dai componenti relativi alla gestione della centralina idroelettrica.

A valle della sezione QRG dovrà essere collegato un quadretto QLFM all'interno del quale saranno installati gli interruttori di alimentazione delle linee di distribuzione Luce ed F.M. della stazione Miandette. Le caratteristiche di tali dispositivi sono di seguito riportate:

**Interruttore Luce inserito nel QLFM:**

- N. 1 interruttore automatico magnetotermico differenziale, modulare:
  - Tensione nominale:  $V_n = 230 \text{ V}$ ;
  - Corrente nominale:  $I_n = 10 \text{ A}$ ;
  - Corrente differenziale nominale:  $I_{\Delta n} = 0,03$ ;
  - Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 6 \text{ kA}$ ;
  - N° poli: 2;

**Interruttore F.M. inserito nel QLFM:**

- N. 1 interruttore automatico magnetotermico differenziale, modulare:
  - Tensione nominale:  $V_n = 400 \text{ V}$ ;



- Corrente nominale:  $I_n = 32 \text{ A}$ ;
- Corrente differenziale nominale:  $I_{\Delta n} = 0,03$ ;
- Potere di interruzione:  $I_{cu} \geq 6 \text{ kA}$ ;
- N° poli: 4;

### **06.02.03 Linea di alimentazione quadro di comando e controllo della centralina idroelettrica “QCC” e dell’interruttore DGL2**

In corrispondenza dell’interruttore DGL2, che dovrà essere installato all’interno del nuovo quadro in stazione Malzat (vedasi par. 06.02.01), dovrà attestarsi la linea elettrica che sarà collegata all’interno del QGBT innervamento, segnatamente a valle dell’interruttore Q2. La linea suddetta dovrà avere le seguenti caratteristiche principali:

- cavo: multipolare in rame;
- tipo: FG7OR 0,6/1 kV;
- formazione:  $3,5 \times 35 \text{ mm}^2 + 1\text{G}25 \text{ mm}^2$  (N07V-K - GV);
- condizioni di posa: in aria, in canalina;
- tipo di installazione: cavi multipolari posati in aria;
- portata nominale:  $I_z = 150 \text{ A}$ ;
- corrente di esercizio:  $I_b = 90 \text{ A}$ ;
- lunghezza del collegamento: circa 5 m;
- caduta di tensione %:  $= 0,12 \%$ ;

Con lo stesso conduttore sarà effettuato il collegamento al nuovo Punto di consegna dell’ENEL.

In corrispondenza del quadro QCC in stazione Miandette sarà inserito il commutatore Rete – Generatore, ovvero tale commutatore sarà installato in un quadro a parte. Il commutatore, come già scritto, è composto da due interruttori “B” e “G” interbloccati meccanicamente tra loro ed a valle degli stessi saranno collegati due interruttori per la Luce e la F.M. della stazione Miandette, come descritto nel paragrafo precedente.

Se il commutatore sarà installato all'interno di un quadro separato dal QCC, a valle dell'interruttore "G" verso il QCC la linea di alimentazione potrà avere la stessa consistenza della linea suddetta.

Se, invece, il commutatore sarà inserito all'interno del QCC allora il collegamento avverrà in sbarre mentre il collegamento con il generatore asincrono sarà effettuato sempre con una linea avente le caratteristiche sopracitate.

Si precisa che la linea di alimentazione, proveniente dall'interruttore "A" (Linea inferiore cannoni sparaneve), esistente ed ubicato nella stazione di pompaggio dell'innervamento, costituita da un cavo multipolare in alluminio NAYY 0,6/1 kV in formazione  $4 \times 240 \text{ mm}^2$ , dovrà attestarsi al commutatore o al QCC e da questi ripartire al fine di dare continuità, nell'esercizio invernale, alla linea di alimentazione dei generatori di neve dalla Miandette verso valle.

Per il collegamento della linea suddetta ai morsetti degli interruttori, sia in ingresso, sia in uscita, vista la difficoltà di operare con cavi di tale sezione e consistenza (sono semirigidi) sarà consentito utilizzare dei codoli di conduttori di rame da  $35 \text{ mm}^2$  da collegare ai conduttori in alluminio utilizzando appositi giunti che dovranno poi essere termosaldati.

#### **06.02.04 Linea di collegamento del generatore asincrono**

Dal QCC sarà derivata la linea di collegamento del generatore asincrono facente parte della centralina idroelettrica in oggetto, la quale avrà le seguenti caratteristiche:

##### **Linea Generatore Asincrono:**

- cavo: multipolare in rame;
- tipo: FG7OR 0,6/1 kV;
- formazione:  $3,5 \times 35 \text{ mm}^2$ ;
- condizioni di posa: in aria, in canalina;
- tipo di installazione: cavi multipolari posati in aria;
- portata nominale:  $I_z = 150 \text{ A}$ ;

- corrente di esercizio:  $I_b = 90 \text{ A}$ ;
- lunghezza del collegamento: circa 7,5 m;
- caduta di tensione %:  $= 0,18 \%$ ;

#### **06.02.05 Linea di trasporto dell'energia prodotta dalla centralina idroelettrica della Stazione Miandette verso il Punto di Consegna ENEL**

Tra la Stazione Miandette e la Stazione Malzat è già posata la linea in oggetto. Essa è interrata ed è costituita da un doppio cavo in alluminio avente sezione  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  il cui dimensionamento è di seguito riportato. Si noti che il foglio di calcolo riporta una sezione pari a  $150 \text{ mm}^2$  relativa ad un cavo in rame la cui sezione equivalente dell'alluminio è circa  $240 \text{ mm}^2$ .

Tale linea elettrica è utilizzata per l'alimentazione dei generatori di neve ed ha un'estensione tra Miandette e Malzat di circa 1.900 m.

Le opere da eseguire per rendere operativa la linea al trasporto dell'energia prodotta dalla centralina idroelettrica di Miandette sono di seguito descritte:

- Posa di circa 120 m di cavo in alluminio  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  dal pozzetto P22 al pozzetto VC;
- Collegamento al nuovo sezionatore 8 poli, 80 A, all'interno del pozzetto VC dei n. 2 cavi in alluminio  $4 \times 240 \text{ mm}^2$  provenienti dalla vasca di laminazione di Miandette e dalla stazione di Malzat;
- Attestazione dei n. 2 cavi in alluminio  $4 \times 240 \text{ mm}^2$ , di cui uno proveniente dalla stazione di pompaggio (interruttore A) ed uno messo a dimora, interrato, in corrispondenza della vasca di laminazione di Miandette, all'interno della sezione QRG del QCC.

Per tutte le linee risultano verificate le tre seguenti condizioni:

- $I_b \leq I_z$	CEI 64-8, art. 433.2
- $\Delta U_{\%} \leq 4 \%$	CEI 64-8, art. 525
- $\Delta U_{\%} \leq 5 \%$	CEI EN 60204-1

Calcolo portate dei cavi interrati in funzione delle modalità di posa, temperatura del terreno, ecc.									
Alimentazione Centralina Miandette da P.d.C. ENEL a MALZAT									
Inserire sezione cavo		150 mm <sup>2</sup>	cdt%=	4,425		Cavo in alluminio	235,849	mm <sup>2</sup>	
Portata I <sub>0</sub> = 248 A da tabella CEI UNEL 35026 a 0,8 m di profondità, terreno a 20°C con resistività pari a 2 Km/W									
Numero cavi 2 in parallelo									
Coefficiente K1 1,07 fattore di correzione in funzione della temperatura del terreno (temperatura del terreno impostata pari a 5 °C)									
Coefficiente K2 0,8 fattore di correzione in funzione dei gruppi di cavi interrati (inserire 0,80 per 2 cavi in parallelo ed 1 per un solo cavo)									
Coefficiente K3 1,02 fattore di correzione in funzione della profondità di posa (cavi posati a 0,5 m di profondità)									
Coefficiente K4 1,16 fattore di correzione in funzione della resistività del terreno (resistività pari a 1 K m/W)									
Portata I <sub>z</sub> = 502,35832 A per cavo interrato all'interno di una tubazione									
Il cavo è direttamente interrato ? S SI; NO Temperatura del terreno [°C]: 10									
Portata I <sub>z</sub> = 608,85829 A per cavo direttamente interrato									
Potenza Centralina = 50 kW									
Calcolo temperatura effettiva di esercizio dei cavi in funzione della portata e della corrente di esercizio									
Calcolo corrente di esercizio cosφ = 0,95 senφ= 0,3122499									
Potenza tratto L1= kW A km Malzat									
Corrente tratto L1= 76,06 Lunghezza tratto L1= 1,900 Miandette									
Portata I <sub>z</sub> considerata: 608,86 Totale Lung. 1,900									
Temperatura effettiva del conduttore nei diversi tratti considerati									
Tratto T1= 11,25 °C									
Calcolo resistenza cavi a temperatura effettiva di esercizio									
Resistenza a 20 °C del cavo da: 150 mm <sup>2</sup>									
Ohm/Km									
R20°C= 0,1290 Resistenza N cavi in parallelo Reattanza cavo in Ohm/km									
a T1 Rt1= 0,1246 0,0623 0,0745									
Reattanza "N" cavi in parallelo in Ohm/km 0,037									
Calcolo cadute di tensione percentuale per tratti di cavo									
Calcolo coefficiente Ct Calcolo caduta di tensione Calcolo caduta di tensione percentuale									
Volt %									
Ct_1 9,316 Δ V1 17,701 Δ1%= 4,425 DV a Minadette = 4,425									
Tot. 17,701 Totale 4,425 %									

## 06.03 IMPIANTO ELETTRICO DI ILLUMINAZIONE E DISTRIBUZIONE F.M. ALL'INTERNO DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO

Gli impianti elettrici di illuminazione e distribuzione F.M. all'interno della stazione Miandette sono rappresentati nell'elaborato grafico allegato.

Gli impianti di illuminazione saranno costituiti da apparecchi di illuminazione tipo FL 2 x 36 W, 230 V, IP55 per l'illuminazione ordinaria, mentre per l'illuminazione di emergenza saranno impiegati apparecchi dotati di batteria tampone in grado di garantire un'autonomia di almeno 1 ora. All'esterno della stazione sarà installato un apparecchio di illuminazione agli ioduri metallici o LED da 150 W, 230 V,

IP65. I cavi per l'illuminazione saranno multipolari in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, in formazione 3G1,5 mm<sup>2</sup>.

L'impianto F.M. sarà costituito da un gruppo prese collegato alla linea di distribuzione F.M. I cavi per la distribuzione F.M. saranno multipolari in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, in formazione 5G6 mm<sup>2</sup>.

L'alimentazione degli impianti suddetti avverrà tramite interruttori automatici magnetotermici differenziali che dovranno essere inseriti all'interno del QLFM costituito da un involucro in PVC, Classe II, IP55, Icc = 6 kA.

Le caratteristiche degli interruttori sarà la seguente:

- Impianto di illuminazione: interruttore automatico magnetotermico differenziale 2P da 10 A, 6 kA, 0,03 A;
- Impianto F.M.: interruttore automatico magnetotermico differenziale 4P da 32 A, 6 kA, 0,03 A.

## **07. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI**

La protezione delle linee contro le sovracorrenti sarà realizzata tramite interruttori di tipo automatico magnetotermico i quali assicurano sia la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito (Norma CEI 64-8/4, sez. 433).

Quando un unico dispositivo è utilizzato sia per la protezione contro il sovraccarico sia contro il cortocircuito, non è necessario effettuare la verifica della lunghezza massima protetta (o della corrente di cortocircuito minima, che si ha in fondo alla linea), come previsto dalla Norma CEI 64-8/4, sez. 433, 434 e 435, e cioè:

a)  $I_b \leq I_n \leq I_z$

b)  $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$

- potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione,

in cui:

- $I_b$  = corrente di impiego del circuito;
- $I_z$  = portata della conduttura;

- $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;
- $I_f$  = corrente di intervento del dispositivo entro il tempo convenzionale stabilito.

In relazione alle portate  $I_z$ , definite al precedente capitolo 0.5, ed alle condizioni a) e b), si scelgono i valori di corrente nominale degli interruttori posti a protezione delle singole linee, come si evince dagli schemi unifilari riportati negli elaborati grafici di riferimento.

Inoltre, al fine di soddisfare la condizione c), la scelta del potere di interruzione degli interruttori sarà fatto sulla base di quanto calcolato nei paragrafi precedenti.

## **08. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI**

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento delle parti attive utilizzando involucri e/o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IPXXB.

Inoltre, tale protezione potrà essere realizzata impiegando apparecchiature di Classe II, per le quali si ricorda che il collegamento a terra è rigorosamente vietato dalla norma CEI 64-8.

## **09. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, art. 413.1, ed utilizzando componenti elettrici di classe II, norma CEI 64-8, art. 413.2.

La protezione è affidata agli interruttori automatici con sganciatore magnetotermico e differenziale. Trattandosi di sistema TT la condizione da rispettare è la seguente:

$$R_e < \frac{U_L}{I_{dn}};$$

in cui:

- $I_{dn}$  [A] è la corrente differenziale nominale  $I_{\Delta n}$ ;
- $U_L$  [V] è la tensione limite di contatto paria a 50 V (25 V in ambienti a maggior rischio);
- $R_e$  [ $\Omega$ ] è la resistenza di terra.

#### **09.01. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE DELLA STAZIONE MIANDETTE**

La protezione contro i contatti indiretti della linea di alimentazione della stazione Miandette, derivata a valle del nuovo punto di consegna ENEL, è garantita dalla presenza dell'interruttore DGL2 dotato di sganciatore magnetotermico differenziale, avente valore di corrente differenziale nominale  $I_{\Delta n}$  pari ad 1 A.

Ne consegue che il valore di resistenza di terra dovrà essere inferiore a:

$$R_e \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}} \Rightarrow R_e \leq \frac{50}{1} \leq 50 \Omega;$$

secondo quanto stabilito dall'art. 413.1.3.3, della norma CEI 64-8/4.

In conclusione affinché sia garantita la protezione contro i contatti indiretti, il valore della resistenza di terra dovrà essere inferiore a 50  $\Omega$ .

Si precisa che la protezione contro i contatti indiretti per le linee di illuminazione e distribuzione F.M. in stazione Miandette è garantita dagli interruttori automatici magnetotermici differenziali ivi installati.

#### **09.02. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER LA LINEA DI ALIMENTAZIONE BT DA QCC A GENERATORE**

##### **09.01.01 Linea di alimentazione QCC**

La linea di alimentazione in oggetto, lunga circa 7,5 m, sarà costituita da un conduttore multipolare in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, formazione 3,5 x 35 + 1G25 mm<sup>2</sup> protetto da un interruttore scatolato da 160 A alimentato da protezione differenziale a Malzat (DGL2).

La protezione contro i contatti indiretti è, quindi, garantita dalla protezione differenziale suddetta.

##### **09.01.02 Linea di collegamento generatore asincrono**

La linea di alimentazione in oggetto, a partire dal QCC, è lunga circa 7,5 m ed è costituita da un conduttore multipolare in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, formazione 3,5 x 35 mm<sup>2</sup>. Per questa linea, sempre protetta, oltre che dall'interruttore posto all'interno del QCC, anche

dall'interruttore installato all'interno del QGBT da 160 A, valgono, nella sostanza, gli stessi calcoli effettuati al paragrafo precedente.

Pertanto, si può affermare che anche per questa linea è soddisfatta la protezione contro i contatti indiretti.

### **09.01.03 Linea di alimentazione QLFM**

La linea di alimentazione in oggetto, lunga circa 5 m, sarà derivata a valle del QRG (quadro a sé o sezione del QCC) e sarà costituita da un conduttore multipolare in rame, tipo FG7OR 0,6/1 kV, formazione 5G10 mm<sup>2</sup>.

La linea suddetta deriva da interruttori aventi correnti nominali di 160 A (B e G). La protezione contro le sovracorrenti per questa linea è garantita dagli interruttori Luce e F.M. posti a valle, mentre la protezione contro il cortocircuito è garantita dagli interruttori da 160 A. Infatti, l'energia specifica passante ( $I^2t$ ) degli stessi è inferiore alla curva di sovraccaricabilità del cavo in condizioni adiabatiche.

La protezione contro i contatti indiretti è garantita dalla presenza di componenti in Classe II in quanto il QLFM è in PVC. Le linee in partenza dal QLFM sono protette tramite interruttori automatici magnetotermici differenziali.

## **10. IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra della Stazione "Malzat" è esistente e non sarà oggetto di alcun intervento di modifica, revisione, ecc.

L'impianto di terra della stazione Miandette dovrà essere realizzato con corda nuda di rame da 35 mm<sup>2</sup>, chiusa ad anello interrato a 0,5 m di profondità, attorno alla stazione, collegato ai ferri in c.a. della vasca e del fabbricato costituente la stazione.

Inoltre, all'anello dovrà essere collegato il conduttore in acciaio zincato esistente e presente all'interno dello scavo assieme alle linee dell'innevamento. Il tutto dovrà esser attestato ad un nodo equipotenziale che potrà essere parte integrante del QCC. Le masse e masse estranee (tali in quanto aventi resistenza di terra inferiore a 1000 Ohm) dell'intera installazione dovranno essere collegate al nodo equipotenziale di stazione.



## **11. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DA FULMINAZIONE**

### **11.01. CONTENUTI DEL CAPITOLO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine ai sensi del DLgs 81/08, art. 29;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie come richiesto dal DLgs 81/08, art. 84.

### **11.02. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo capitolo è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme CEI:

- ❖ CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"; Febbraio 2013;
- ❖ CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"; Febbraio 2013;
- ❖ CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"; Febbraio 2013;
- ❖ CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"; Febbraio 2013;
- ❖ CEI 81-29; "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"; Febbraio 2014;
- ❖ CEI 81-30: "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS) Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"; Febbraio 2014.

### **11.03. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## **11.04. DATI INIZIALI**

### **11.04.01. Densità annua di fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di  $N_g$ "), vale:

$$N_g = 1,92 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **11.04.02. Dati relativi alla struttura**

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato Disegno della struttura).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: altro.

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane

In accordo con la Norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

L'edificio ha struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

### **11.04.03. Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Linea BT da Stz. di pompaggio
- Linea di energia: Linea BT da MALZAT

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle linee elettriche.

#### **11.04.04. Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- ❑ compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- ❑ eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- ❑ i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- ❑ le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z<sub>1</sub>: Stazione Centralina Idroelettrica MIANDETTE

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone.

#### **11.05. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta Ad dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta Ad).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato Grafico area di raccolta AM).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella Norma CEI EN 62305-2, art.A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.

## **11.06. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **11.06.01. Rischio R1: perdita di vite umane**

#### Calcolo del rischio R1

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z<sub>1</sub>: Stazione Centralina Idroelettrica MIANDETTE

RA: 1,34E-09

RB: 1,34E-11

RU(QCC): 3,14E-08

RV(QCC): 3,14E-10

RU(QCC): 1,12E-08

RV(QCC): 1,12E-10

Totale: 4,44E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,44E-08

#### Analisi del rischio R<sub>1</sub>

Il rischio complessivo  $R_1 = 4,44E-08$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$

## **11.07. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

Poiché il rischio complessivo  $R_1 = 4,44E-08$  è inferiore a quello tollerato  $R_T = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **11.08. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON È NECESSARIA.

In relazione al valore della frequenza di danno l'adozione di misure di protezione è comunque opportuna al fine di garantire la funzionalità della struttura e dei suoi impianti.

## **11.09. APPENDICI**

### **11.09.01. Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: vedi disegno.

Coefficiente di posizione: isolata ( $C_d = 1$ );

Schermo esterno alla struttura: assente;

Densità di fulmini a terra (fulmini/km<sup>2</sup> anno)  $N_g = 1,92$ ;

### **11.09.02. Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: Linea BT da MALZAT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 1900$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 50$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 16 B (m): 25 H (m): 4

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea ( $C_d$ ): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore

Caratteristiche della linea: Linea BT da Stz. di pompaggio

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 700$

Resistività (ohm x m)  $\rho = 50$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 5 B (m): 5  
H (m): 4

Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza maggiore

### **11.09.03. Caratteristiche delle zone**

#### Caratteristiche della zona: Stz. Centralina Idroelettrica

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: erba ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: ridotto ( $r_f = 0,001$ )

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

#### Impianto interno: QCC

- Alimentato dalla linea Linea BT da MALZAT
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )
- Tensione di tenuta: 6,0 kV
- Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

#### Impianto interno: Quadro QGBT

- Alimentato dalla linea Linea BT da stazione di pompaggio
- Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )
- Tensione di tenuta: 6,0 kV

- Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Valori medi delle perdite per la zona: Stazione centralina Miandette

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 100

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,14E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 1,14E-08$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Stz. Centralina Idroelettrica

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

#### **11.09.04. Frequenza di danno**

Frequenza di danno tollerabile  $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Stz. Centralina Idroelettrica

FS1:  $1,18E-03$

FS2:  $1,56E-03$

FS3: 3,74E-02

FS4: 9,98E-01

Totale: 1,04E+00

#### **11.09.05. Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

##### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 6,13E-04 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,67E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,18E-03

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 7,05E-01

##### Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

Linea BT da Stz. di pompaggio

AL = 0,028000 km<sup>2</sup>

AI = 2,800000 km<sup>2</sup>

##### Linea BT da MALZAT

AL = 0,076000 km<sup>2</sup>

AI = 7,600000 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

##### Linea BT da Stz. di pompaggio

NL = 0,009504

NI = 2,688000

Linea BT da MALZAT



NL = 0,025795

NI = 7,296000

**11.09.06. Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Stz. Centralina Idroelettrica

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (QCC) = 1,00E+00

PC (QCC) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (QCC) = 1,11E-03

PM (QCC) = 1,11E-03

PM = 2,22E-03

PU (QCC) = 1,00E+00

PV (QCC) = 1,00E+00

PW (QCC) = 1,00E+00

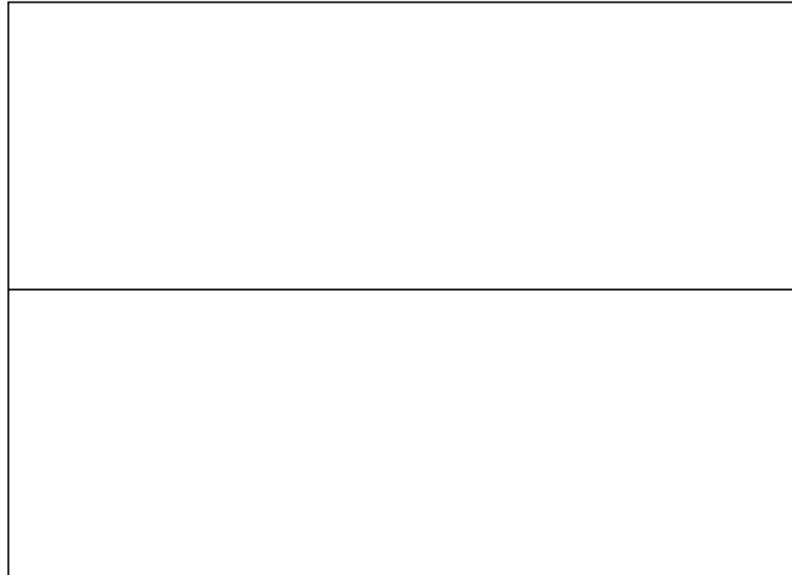
PZ (QCC) = 1,00E-01

PU (QCC) = 1,00E+00

PV (QCC) = 1,00E+00

PW (QCC) = 1,00E+00

PZ (QCC) = 1,00E-01



Scala: 50 cm

Hmax: 3,8 m

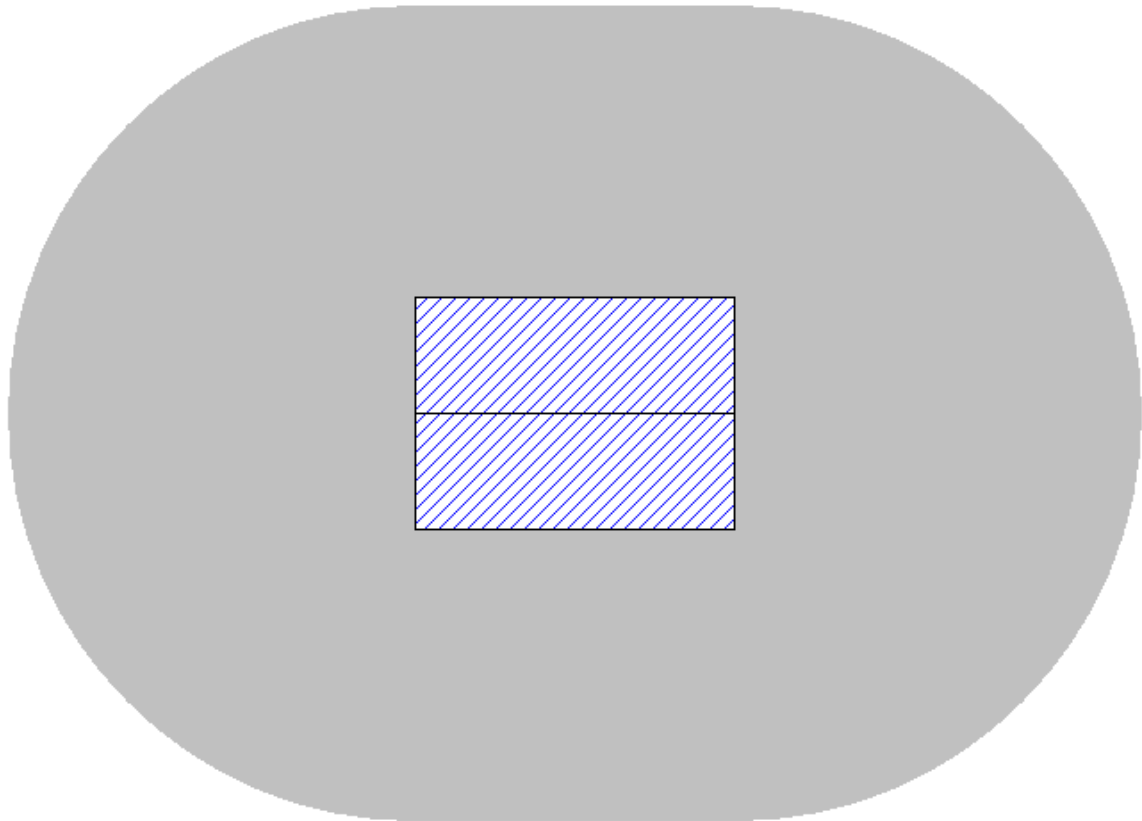
Allegato - Disegno della struttura

Descrizione struttura: Stazione centralina idroelettrica MIANDETTE

Indirizzo: MIANDETTE

Comune: PRALI

Provincia: TO



Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD

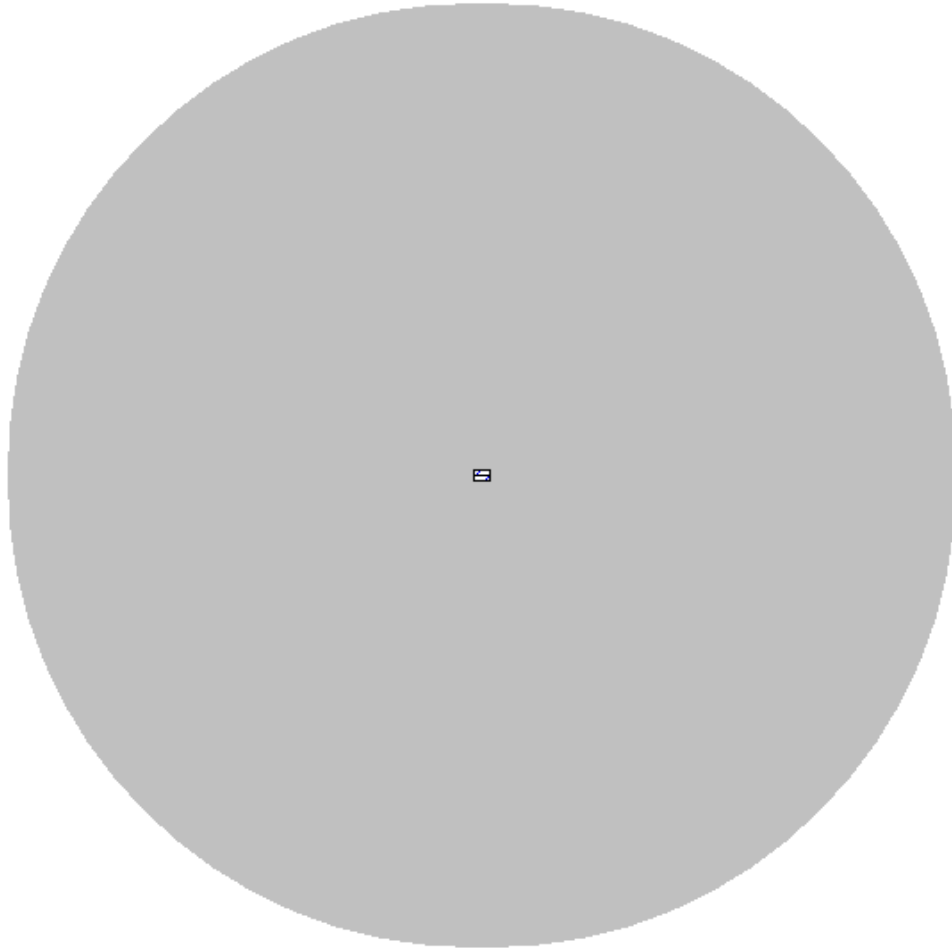
Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 6,13E-04

Descrizione struttura: Stazione centralina idroelettrica MIANDETTE

Indirizzo: MIANDETTE

Comune: PRALI

Provincia: TO



Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM

Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 3,67E-01

Descrizione struttura: Stazione centralina idroelettrica MIANDETTE

Indirizzo: MIANDETTE

Comune: PRALI

Provincia: TO

## **12. VERIFICHE**

### **12.01 VERIFICHE INIZIALI**

Gli impianti oggetto del presente progetto, prima dell'entrata in servizio, dovranno essere sottoposti a tutte le verifiche iniziali, previste dalla Norma CEI 64-8/6, applicabili alla tipologia di impianto considerato, al fine di verificare la corrispondenza dell'impianto alla suddetta norma.

Le verifiche dovranno essere eseguite da una persona esperta, competente in lavori di verifica.

Le verifiche iniziali devono essere eseguite in due fasi ed in particolare:

- fase 1) Esame a vista;
- fase 2) Prove.

Parimenti le verifiche dovranno essere ripetute in occasione di modifiche sostanziali ed importanti dell'impianto, allo scopo di assicurare che tali modifiche siano state realizzate conformemente alle norme applicabili, in particolare la norma CEI 64-8.

#### **12.01.01 Esame a vista**

L'esame a vista deve precedere la prova e deve essere effettuato con l'intero impianto fuori tensione. Tale esame deve accertare che i componenti elettrici che sono parte dell'impianto fisso siano:

- ☐ conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme<sup>1</sup>;
- ☐ scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della norma di cui sopra e con le istruzioni del costruttore;
- ☐ non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza.

L'esame a vista deve riguardare le seguenti condizioni, ove applicabili:

- a) metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti (capitolo 41);

---

<sup>1</sup> Questo può essere accertato mediante l'esame della marcatura, di certificazioni o da informazione del

- b) scelta dei conduttori per quanto concerne la loro portata e la caduta di tensione (Capitolo 43, Sezioni 523 e 525);
- c) scelta e taratura dei dispositivi di protezione e segnalazione (Capitolo 53);
- d) presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando (Sezione 536);
- e) scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimenti alle influenze esterne (Sezione 422, Articolo 512.2, Sezione 522);
- f) corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione (Articolo 514.3);
- g) dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase (Sezione 537);
- h) identificazione dei circuiti, degli interruttori, dei morsetti ecc. (Sezione 514);
- i) idoneità delle connessioni dei conduttori (Sezione 526);
- j) presenza ed adeguatezza dei conduttori di protezione, compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale principale e supplementare (Capitolo 54);
- k) agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione (Sezioni 513 e 514).

### **12.01.02 Prove<sup>2</sup>**

Devono essere eseguite, per quanto applicabili e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- a) continuità dei conduttori (61.3.2);
- b) resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico (61.3.3);

---

costruttore.

<sup>2</sup> Quando la prova è eseguita in un'atmosfera potenzialmente esplosiva sono necessarie precauzioni di sicurezza particolari in accordo con le Norme CEI EN 60079-17 e CEI EN 61241-17.

- c) protezione mediante sistemi SELV e PELV o mediante separazione elettrica (61.3.4);
- d) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (61.3.6);
- e) protezione addizionale (61.3.7);
- f) prova di polarità (61.3.8);
- g) prova dell'ordine delle fasi (61.3.9);
- h) prove di funzionamento (61.3.10);
- i) caduta di tensione (61.3.11).

Gli strumenti di misura e gli apparecchi di controllo devono essere conformi alle norme della serie CEI EN 61557. Se si usano altri strumenti di misura od altri apparecchi di controllo, essi non devono avere caratteristiche e grado di protezione inferiore.

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova e ogni altra prova precedente che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

## **12.02 VERIFICHE PERIODICHE**

Al fine di garantire il mantenimento nel tempo delle caratteristiche di sicurezza, affidabilità e funzionalità dell'impianto, sarà opportuno predisporre un piano di verifica periodica dello stesso.

Tale verifica, quando richiesta deve essere eseguita in accordo con gli articoli da 62.1.2 a 62.1.6 della Norma CEI 64-8, per garantire:

- a) la sicurezza delle persone e degli elementi domestici contro i contatti elettrici e le ustioni;
- b) la protezione contro i danni alle cose dall'incendio e dal calore che si produce da guasti nell'impianto;
- c) la conferma che l'impianto non è danneggiato o deteriorato in modo da ridurre la sicurezza;

- d) l'identificazione dei difetti dell'impianto e lo scostamento dai requisiti della norma.

#### **12.02.01 Frequenza della verifica periodica**

Non esiste una normativa sulla frequenza delle verifiche periodiche e pertanto tale scadenza dovrà essere determinata in funzione del tipo di impianto, dei componenti, il suo uso e funzionamento, la qualità e la frequenza delle manutenzioni e le influenze esterne a cui l'impianto è soggetto. Per gli edifici residenziali possono essere considerati intervalli di tempo di 10 anni. Inoltre è consigliabile che tali verifiche vengano effettuate ad ogni cambio di proprietà.



### **13. IMPIANTO IDRAULICO**

Sono di seguito descritte le nuove realizzazioni e modifiche inerenti l'impianto idraulico per la produzione di energia elettrica. Queste sono necessarie al fine di poter installare e collegare la nuova centralina idroelettrica in oggetto e garantire il corretto funzionamento di quella esistente.

#### **13.01 LINEA ADDUZIONE CENTRALINA IDROELETTRICA E SCARICO**

Per quanto riguarda la formazione della linea di adduzione dell'acqua proveniente dal lago La DRAJA, verso la centralina idroelettrica MIANDETTE, si dovrà intervenire sulla tubazione, in derivazione dalla tubazione principale dell'impianto di innevamento, già esistente ed attualmente presente nel pozzetto ispezionabile a monte della vasca di laminazione. Pertanto, gli interventi da effettuare per la linea in oggetto sono i seguenti:

- fornitura e posa di una tubazione DN 125 PN 64 per la prolunga dell'attuale linea in derivazione, così da oltrepassare il pozzetto ispezionabile esistente e fuoriuscita della stessa in asse con la tubazione DN 100 in ingresso alla centralina.
- fornitura e posa sulla tubazione DN 125 mm di n. 1 saracinesca generale DN 125 PN 64 e di n. 1 saracinesca motorizzata aventi le stesse dimensioni e prestazioni. Queste saranno impiegate in caso di fermo della centralina. Lungo la medesima tubazione sarà realizzata una derivazione (by-pass) con una tubazione e relativa saracinesca, aventi entrambe caratteristiche: DN 65 PN 64, dotata, a valle della saracinesca, di foro calibrato da 20 l/s, per il caricamento della vasca di laminazione e di raccolta acqua turbinata dalla nuova centralina.
- fornitura e posa di n. 1 galleggiante con sonda piezoresistiva per la misurazione dei livelli di minima e massima acqua, e di n. 2 galleggianti a pera, per il controllo del livello di guardia.
- fornitura e posa di n. 1 saracinesca DN125 PN64 da installare sulla tubazione di scarico della vasca di laminazione esistente. La collocazione avverrà all'interno del pozzetto esistente.

### **13.02 LINEA SCARICO CENTRALINA IDROELETTRICA IN STAZIONE DI POMPAGGIO MALZAT**

Per rendere il più flessibile possibile l'impianto saranno necessari degli interventi all'interno del locale di valle (Malzat). A tale proposito, al fine di garantire il funzionamento dell'impianto di produzione di energia di Miandette, qualora la centralina di Malzat fosse guasta, si andrà a realizzare una nuova tubazione di by-pass della stessa, così da poter scaricare le acque turbinate dalla centralina Minadette, in modo da garantirne la totale autonomia. Sarà quindi necessario:

- fornire e posare una tubazione DN 125 PN 64 per la realizzazione della nuova linea di by-pass, così da escludere la centralina Malzat in caso di guasto ed ingresso all'interno della tubazione DN 200 esistente.
- fornire e posare una saracinesca DN 125 PN 64 a comando manuale per lo scarico delle acque alla chiusura dell'ago motorizzato montato sulla turbina Malzat.

### **13.03 NUOVA LINEA SCARICO IN STAZIONE MALZAT**

In aggiunta alle opere sopra descritte, escluso dal presente progetto si sottolinea, inoltre, che sarà realizzato un breve tratto di tubazione DN 300 in uscita dal blocco di fondazione della centralina Malzat con sviluppo sino alla tubazione già esistente e passante al di sotto del sedime stradale (Via Malzat – SP 169) fino al torrente Germanasca. Lo scarico dell'acqua turbinata nel torrente, sia attraverso lo scarico attuale, sia attraverso la tubazione suddetta esistente, consentirà un'ottimizzazione delle fasi di scarico delle acque, quando l'impianto funzionerà al 100% della sua potenzialità.

### **13.04 FORO CALIBRATO SU TUBAZIONE DN65 IN VASCA DI LAMINAZIONE**

La vasca di laminazione ha lo scopo di spezzare il salto geodetico tra il lago La Draja e la stazione di Malzat e di accogliere, quindi, l'acqua che sarà turbinata dalla nuova centralina Miandette in progetto.

L'acqua, all'interno della vasca, viene recapitata attraverso la centralina, una volta che essa è stata turbinata, oppure attraverso una tubazione, di by-pass, DN65 dotata di foro calibrato completo di pacchetto di dissipazione dell'energia al fine di limitare la portata d'acqua a 20 l/s. Tale by-pass ha lo scopo principale di

consentire l'utilizzo della centralina di Malzat quando la Miandette è in manutenzione. L'immagine della tubazione DN 65 e del foro calibrato è riportata nello schema idraulico di progetto mentre di seguito è raffigurato il pacchetto interno per consentire la dissipazione dell'energia dell'acqua e la conseguente limitazione della portata a 20 l/s.

