

REGIONE PIEMONTE
**Comune di
Premia**
Provincia del Verbano Cusio Ossola

PROGETTO ESECUTIVO

Data:

IMPIANTO IDROELETTRICO SU FIUME TOCE

CON DERIVAZIONE SCARICO CENTRALE ENEL DI CADARESE

OPERE CIVILI
Lavori di posa condotta forzata DN 2500 in PRFV

Elaborato:

01

RELAZIONE TECNICA

Progetto:

C.G.M. s.r.l.

Via Carale di Masera, 13
28845 DOMODOSSOLA (VB)
tel. 0324 241693
fax 0324 44693
E-Mail: info@studiotecnicocgm.com

Committente:

S.I.F.T. s.r.l.

Società Idroelettrica Fiume Toce
P.za Municipio, 9
28866 PREMIA (VB)

VARIAZIONI	F				
	E				
D					
C					
B	Ex elab. 1 - Nuova emissione conforme a progetto autorizzato	07/11	gs.	chieu	
A	Emissione	04/11	gs.	chieu	
rev.	Descrizione	data	dis.	contr.	

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI PREMIA

Provincia del Verbano Cusio Ossola

S.I.F.T. S.r.l.

Società Idroelettrica Fiume Toce

P.za Municipio, 9 - 28866 PREMIA (VB)

IMPIANTO IDROELETTRICO SU FIUME TOCE CON DERIVAZIONE SCARICO CENTRALE ENEL DI CADARESE

OPERE CIVILI

Lavori di posa condotta forzata DN 2500 in PRFV

RELAZIONE TECNICA

- 1 - GENERALITÀ
- 2 - FINALITÀ ED OBIETTIVI
- 3 - CARATTERISTICHE TECNICHE E PRODUCIBILITÀ
- 4 - SCELTE PROGETTUALI
- 5 - CRONOPROGRAMMA
- 6 - ANALISI TECNICO FUNZIONALE
- 7 - VERIFICA DELLE QUOTE ALTIMETRICHE
- 8 - FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA NEL COMPLESSO
- 9 - OPERA DI PRESA e VASCA DI CARICO (oggetto di altro appalto)
- 10 - POSA CONDOTTA FORZATA PRFV DN 2500**
- 11 - POSA DI CAVIDOTTO CENTRALE - PRESA**
- 12 - EDIFICIO CENTRALE (oggetto di altro appalto)
- 13 - MOVIMENTI TERRA
- 14 - CANTIERIZZAZIONE

1 – GENERALITÀ

La S.I.F.T. S.r.l. – Società Idroelettrica Fiume Toce, con sede presso il municipio di Premia (VB), intende realizzare un impianto idroelettrico sul fiume Toce, in località Piedilago, con captazione delle acque di scarico dall'impianto Enel di Cadarese, tra la quota 727,65 m s.l.m., alla vasca di carico, e la quota media 717,15 m s.l.m., alla restituzione in corrispondenza all'invaso ENEL di Piedilago.

Il progetto definitivo dell'impianto, redatto dallo studio ing. Marco Brusa ed arch. Andrea Brusa, è stato approvato con determinazione n. 79 del 26/02/2008 dalla Provincia del Verbano Cusio Ossola, ottenendo, ai sensi del D.Lgs. 387/2003, l'autorizzazione unica alla costruzione ed all'esercizio.

Il presente progetto esecutivo si è pertanto dovuto sviluppare tenendo conto dei contenuti e delle prescrizioni di cui alla succitata determinazione, salvo alcune lievi modifiche, di tipo riduttivo, apportate nelle scelte progettuali, come di seguito illustrato.

Inoltre, come più avanti dettagliatamente riportato, la realizzazione dell'impianto è stata suddivisa in 4 appalti distinti; dei quattro quello qui descritto riguarda l'affidamento delle **“Opere civili - Lavori di posa della condotta forzata DN 2500 in PRFV”**, essendo la fornitura della stessa e l'assistenza tecnica alla posa oggetto di altro appalto.

L'impianto è interamente ubicato nel territorio del comune di Premia (VB) con opera di captazione sita in località Cadarese e centrale di produzione in località Piedilago. L'acqua necessaria per il funzionamento della turbina è prelevata direttamente dal canale di scarico della centrale ENEL di Cadarese, che ne condiziona pertanto l'andamento gestionale. La restituzione dell'acqua utilizzata per la produzione dell'energia avviene, tramite un canale di scarico, nel bacino Enel artificiale di Piedilago. Il salto motore netto è quindi dipendente dalle oscillazioni di livello dell'acqua nell'invaso.

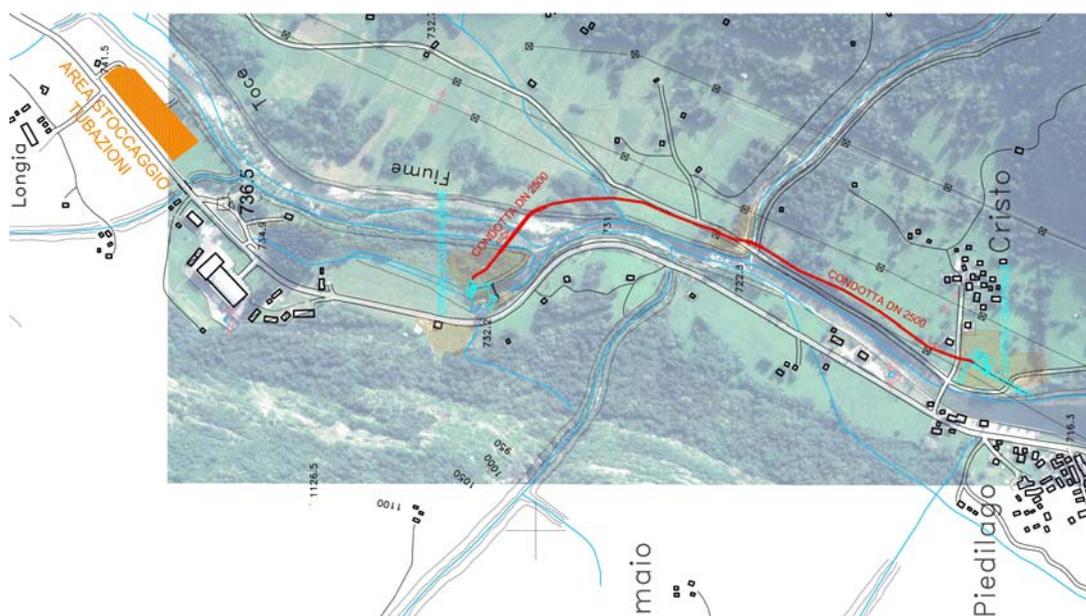


Foto aerea con inserimento dei manufatti, del tracciato della condotta e l'area di stoccaggio tubi

Il manufatto di derivazione consente il rilascio del previsto Deflusso Minimo Vitale (D.M.V.) minimo, pari a 537 l/s, e di quello modulato in funzione della portata derivata, tramite una paratoia a comando automatico; tale paratoia garantisce inoltre che nell'alveo del fiume Toce sia presente una portata di 810 l/s. L'apertura della paratoia compensa l'eventuale deficit di portata naturale, con l'aumento della portata rilasciata dall'opera di presa, fino al raggiungimento del valore imposto, indipendentemente dalla portata derivata dall'impianto.

Il nuovo impianto è costituito dall'opera di presa, dalla vasca di carico, dalla condotta forzata, dall'edificio centrale con canale di scarico e dal gruppo turbogeneratore.

L'impianto, nel suo complesso, è a gestione completamente automatica, con la possibilità di controllo e gestione sia in locale con le apparecchiature poste in centrale, sia da postazione remota connessa con il sistema di gestione.

Dovranno essere garantite tutte le condizioni di sicurezza per una corretta gestione dell'impianto.

2 – FINALITA' ED OBIETTIVI

Uno degli attuali obiettivi principali nella realizzazione dell'impianto risulta la messa in esercizio dell'impianto entro il 31/12/2012, pena la potenziale perdita dei benefici derivanti dalle agevolazioni in termini di produzione di energia rinnovabile. Per la riduzione delle tempistiche di intervento si ricorre quindi alla suddivisione dei lavori in quattro appalti distinti, tenuto anche conto che le opere previste richiedono, singolarmente, una particolare specializzazione tecnica:

- 1 Realizzazione opere di completamento opera di presa e vasca di carico, realizzazione edificio centrale, canale di scarico e fabbricato "servizi";
- 2 Fornitura ed assistenza tecnica alla posa delle tubazioni della condotta forzata.
- 3 Posa delle tubazioni della condotta forzata;
- 4 Fornitura, posa e messa in servizio delle componenti elettromeccaniche;

La suddivisione delle opere componenti l'impianto in quattro fasi comporta senz'altro una riduzione dei tempi, considerato che si tratta di lavorazioni realizzabili contemporaneamente senza interferenza tra loro. Il costruttore delle opere elettromeccaniche, che nel frattempo ha già provveduto alla loro costruzione in officina, accede all'edificio centrale per i montaggi solamente ad opere civili terminate, le quali possono nel frattempo proseguire all'opera di presa.

I cronoprogrammi ed i capitolati dei singoli progetti definiscono le tempistiche di realizzazione delle varie lavorazioni e di consegna dei materiali, anche con scadenze intermedie per un regolare coordinamento dei vari cantieri.

La possibilità di appaltare singolarmente ogni categoria di opere consente senza dubbio di migliorare la qualità del prodotto finale, interfacciandosi unicamente con ditte specializzate nel set-

tore specifico.

In merito alla fornitura della condotta si evidenzia che la ditta SIFT s.r.l. predisporrà direttamente l'area da destinarsi allo stoccaggio dei tubi, in prossimità del cantiere, ove verranno resi disponibili alla ditta che ne curerà la posa.

3 – CARATTERISTICHE TECNICHE E PRODUCIBILITÀ

Le principali caratteristiche tecniche dell'impianto sono le seguenti:

- Quota massimo invaso opera di presa:	727,65 m s.l.m.
- Quota piano pavimento centrale:	715,90 m s.l.m.
- Massimo livello di scarico:	718,30 m s.l.m.
- Minimo livello di scarico:	716,00 m s.l.m.
- Portata massima turbinabile:	15 m ³ /s
- Portata minima turbinabile:	2 m ³ /s
- Deflusso Minimo Vitale (D.M.V.)	537 l/s
- Salto geodetico di concessione:	10,35 m
- Potenza nominale di concessione:	734,34 KW

Dall'analisi della portata turbinata dai gruppi della centrale ENEL di Cadarese nel periodo 2007-2010 si calcola una produzione media annua del nuovo impianto, pari a circa 4 GWh.

4 – SCELTE PROGETTUALI

Il progetto esecutivo è conforme ai contenuti di quello approvato ed autorizzato con determinazione n. 79 del 26/02/2008 dalla Provincia del Verbano Cusio Ossola. Le uniche modifiche apportate, di tipo riduttivo, riguardano la tipologia e dimensioni della tubazione della condotta forzata ed il gruppo di generazione.

Viste le autorizzazioni acquisite, gli atti già notificati per l'occupazione dei terreni di proprietà privata (servitù) interessati dalla posa della condotta forzata e sentito il Committente in merito alla possibilità di eseguire varianti migliorative, è emerso che, dati i tempi ridotti disponibili per accedere ai benefici attualmente in vigore (Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 18 dicembre 2008 – Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'art. 2, comma 150, della Legge n. 244/2007) in scadenza al dicembre 2012, non risulta al momento possibile proporre varianti, ancorché migliorative, al progetto autorizzato.

Le possibili varianti migliorative, che per completezza espositiva qui si accennano brevemente, riguarderebbero:

- 1) in primo luogo, la revisione delle livellette di posa della tubazione della condotta forzata al fine di eliminare contropendenze e sifoni che possono dar luogo a depositi di materiale fine,

nonché ridurre la possibilità di esercizio della condotta a pressione inferiore a quella atmosferica (depressione) soprattutto alle portate derivate più elevate, con possibile formazione di sacche d'aria all'interno della stessa. E' inoltre evidente che i vertici planimetrici previsti nel tracciato allegato agli atti di servitù, secchi e chiusi, danno luogo a perdite di carico localizzate che potrebbero essere ridotte con l'adozione di curve a più ampio raggio, semplificandone inoltre la posa.

- 2) Una rotazione planimetrica dell'edificio centrale interrato comporterebbe l'eliminazione delle curve di raccordo in ingresso.
- 3) Per esigenze tecniche (razionalizzazione percorso vie cavo) sarebbe opportuna una diversa disposizione degli spazi interni dell'edificio "servizi" fuori terra, posto in corrispondenza della centrale, con variazione dei prospetti autorizzati.

L'opera di captazione presenta modeste variazioni dimensionali planimetriche, conseguenti all'adattamento della struttura alla situazione esistente già parzialmente realizzata; in ogni caso si tratta di opere interrate e/o immerse non visibili dall'esterno.

Sarà facoltà dell'Amministrazione appaltante l'eventuale ricorso alle suindicate modifiche, in funzione delle tempistiche disponibili, mentre nel seguito sono esposte le modeste variazioni apportate.

Il progetto originale prevedeva la posa di due gruppi di generazione costituiti da turbine "a bulbo" ad asse orizzontale con generatore sincrono, di cui uno a doppia regolazione per adeguarsi meglio al carico parziale.

Analizzata la capacità produttiva in funzione delle portate turbinate dall'impianto ENEL di monte risulta economicamente preferibile la fornitura e posa, nella fase iniziale, di un'unica macchina "a bulbo" biregolante, con portata massima turbinabile pari a 16 mc/s e minima pari a 2 mc/s.

La tipologia di macchina adottata consente di ottenere discreti valori di rendimento anche con basse portate. Gli interventi di manutenzione possono essere concentrati nel periodo invernale. E' evidente il risparmio derivante dalla posa di un solo gruppo anziché i due previsti.

Per la realizzazione della condotta forzata il progetto definitivo prevedeva l'utilizzo di tubazioni in acciaio del diametro di 2844,8 mm, spessore 12,5 mm. Eseguita una dettagliata analisi sui costi/benefici è risultato che la diminuzione delle perdite di carico che si ottiene utilizzando la tubazione del diametro di 2844,8 mm non consente un aumento dei ricavi tale da giustificare l'incremento di spesa, confermando economicamente più equilibrato l'utilizzo di una tubazione di diametro inferiore (2500 mm); si ritiene pertanto conveniente la scelta di posare una tubazione del diametro di 2500 mm.

Altra considerazione è stata fatta sulla tipologia di materiale della tubazione. La posa di una tubazione in acciaio comporta, considerate le profondità di scorrimento rispetto al piano campagna, problemi di "ovalizzazione", che possono essere eliminati solamente con la realizzazione di fasciature esterne di irrigidimento, con conseguenti costi aggiuntivi e maggiori tempi di posa rispetto ad altre tipologie; inoltre la presenza di acqua di falda sul fondo dello scavo, in corri-

spondenza del piano di posa, rende sensibilmente più onerosa la realizzazione delle saldature di giunzione causa gli elevati costi di prosciugamento completo degli scavi.

Si sono pertanto analizzati i costi e le caratteristiche tecniche di altre tipologie di condotta utilizzabili, in particolare tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) del diametro esterno di 2555 mm PN 02 bar ed in PEAD tipo spiralato PN 1,6 DN 2500 mm, entrambi con sistemi di giunzione (a manicotto o bicchiere) che consentono la posa anche in presenza di acqua sul fondo dello scavo, e con un coefficiente di scabrezza paragonabile all'acciaio rivestito; ciò comporta, a parità di diametro, analoghe perdite di carico.

La scelta ricade sul tubo di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro PRFV in quanto più economico rispetto al tubo in PEAD tipo spiralato PN 1,6 DN 2500 mm; costo di circa €/m 1.000,00 contro circa €/m 2.000,00. Per completezza del confronto si è analizzato anche il costo di fornitura della tubazione in acciaio DN 2500 mm che è pressoché identico a quello del tubo in vetroresina, ma richiedente le lavorazioni aggiuntive sopra esposte.

L'utilizzo di tubazioni in vetroresina comporta inoltre una rilevante diminuzione dei tempi di posa grazie alla tipologia ed al sistema di giunzione adottato, che non richiede saldature in opera.

5 - CRONOPROGRAMMA

Nel cronoprogramma allegato al progetto sono riportate le principali fasi, comprese quelle istruttorie, che riguardano la realizzazione dell'impianto in oggetto nel suo complesso. Le date evidenziate in colore rosso sono quelle individuate come vincolanti nella redazione dei programmi esecutivi delle singole ditte al fine di evitare interferenze e ritardi.

6 - ANALISI TECNICO FUNZIONALE

Le posizioni dei principali siti lavorativi (opera di presa, condotta forzata, edificio centrale) sono ben distinte e separate tra loro, con conseguente riduzione del rischio di interferenze durante le varie lavorazioni che competono ai singoli appaltatori.

In generale, come risulta dal cronoprogramma allegato, le fasi di cantiere che interferiscono nello spazio temporale sono tre: completamento dei manufatti di captazione e derivazione, costruzione dell'edificio centrale (compreso canale di scarico e fabbricato "servizi"), posa tubazioni della condotta forzata.

Le sovrapposizioni che emergono sono parzialmente legate alla viabilità di cantiere, ove in comune, ma principalmente potrebbero derivare da eventuali ritardi nelle lavorazioni da parte delle ditte. Per fronteggiare tale situazione si sono individuate, nel cronoprogramma generale, alcune date cardine da cui i programmi operativi dei lavori di ciascuna ditta non potranno scostarsi.

7 – VERIFICA DELLE QUOTE ALTIMETRICHE

Al fine di verificare compiutamente il salto geodetico disponibile, quindi le quote riportate nel progetto definitivo approvato dalla Provincia, si è eseguito un rilievo topografico plano-altimetrico di dettaglio, necessario anche per la posa di capisaldi necessari per i successivi tracciamenti dei manufatti e della condotta.

Il rilievo è stato eseguito con strumento topografico elettronico, modello stazione totale Topcon GPT 2005, dotato di precisione ampiamente adeguata allo scopo.

Con riferimento al progetto definitivo dell'impianto, autorizzato dalla provincia del VCO, il rilievo è stato restituito partendo dalla quota della soglia di scarico dell'impianto ENEL di Cadarese, indicata in 727,15 m s.l.m., quindi base di riferimento per tutte le altre quote. Per completezza documentale è stata inoltre rilevata la quota della soglia esterna del portone carrabile alla centrale di Cadarese (quota pavimento centrale), risultata pari a 733,62 m s.l.m.

L'esito della verifica, come desumibile dalla tabella di seguito esposta, ha appurato l'esattezza delle previsioni progettuali, confermando il salto geodetico medio nominale in m 10,35 (Art. 5 del disciplinare di concessione). Si precisa che non avendo dati ENEL relativi alla gestione dell'invaso di Piedilago (e relativi livelli), ma solamente le quote di escursione minima e massima della sonda idrometrica (acquisiti presso l'invaso stesso durante il rilievo), ci si è limitati a verificare la quota del ciglio superiore della traversa (camminamento). In ogni caso, le escursioni dei livelli idrometrici hanno un valore medio che coincide con quello adottato nel progetto definitivo dell'impianto (quota 717,15 m s.l.m.).

Descrizione quota	Quote ENEL	Quote progetto definitivo	Quote verifica
Soglia scarico ENEL Cadarese	727,15	727,15	727,15
Nuova soglia di presa (parzialmente realizzata)	-----	727,00	727,03
Livello max. futura vasca di carico (p.to 1.4 relazione integrativa 05/2007)	-----	727,50 (a)	727,53 (a)
Ponte su fiume Toce per loc. Cristo (marciapiede a monte)	-----	721,50	721,54
Camminamento traversa ENEL Piedilago	721,23	719,22	719,24
Escursione livelli invaso di Piedilago			
Max	720,65 (sonde liv.)	718,30	718,69 (sonde liv.)
Min	717,60 (sonde liv.)	716,00	715,64 (sonde liv.)
Quota media	719,12	717,15 (b)	717,17 (b)
Salto geodetico (a-b)	-----	10,35	10,36

8 – FASI DI REALIZZAZIONE DELL'OPERA NEL COMPLESSO

Sommariamente le lavorazioni previste nel progetto esecutivo per la realizzazione dell'opera consistono nel completamento dei manufatti di captazione, posa della tubazione della condotta forzata con i relativi manufatti accessori, costruzione dell'edificio centrale con sovrastante fabbricato "servizi" e del canale di scarico, fornitura, posa e messa in servizio delle componenti elettromeccaniche.

Al fine di ottimizzare la qualità del prodotto finale, ridurre i costi e le tempistiche di realizzazione, come precedentemente descritto, si è provveduto alla suddivisione delle opere in quattro fasi, sia di progettazione che di appalto:

1. Realizzazione opere di completamento opera di presa e vasca di carico, realizzazione edificio centrale, fabbricato servizi e canale di scarico;
2. Fornitura delle tubazioni della condotta forzata DN 2500 in PRFV;
3. Posa delle tubazioni della condotta forzata;
4. Fornitura, posa e messa in servizio delle componenti elettromeccaniche.

Ai fini di una visione complessiva dell'intervento nel seguito si espongono succintamente le componenti dell'impianto, mentre viene maggiormente dettagliata la descrizione delle opere oggetto dell'appalto a cui la presente relazione si riferisce: "Opere civili – Lavori di posa condotta forzata DN 2500 in PRFV"

9 – OPERA DI PRESA e VASCA DI CARICO (oggetto di altro appalto)

L'opera di presa è ubicata immediatamente a valle dello sbocco del canale di restituzione della centrale ENEL di Cadarese della larghezza di 10 m con soglia a quota 727,15 m s.l.m. La portata scaricata, con battente medio di circa 60 cm e velocità di 2,5 m/s, si immette in un tratto di alveo che, circa cento metri a valle, confluisce nel Fiume Toce.

Il progetto prevede il completamento delle opere già realizzate nel 2008 in concomitanza con la fermata manutentiva dell'impianto idroelettrico di Cadarese.

I lavori realizzati, ultimati il 19/01/2009, consistono nella vasca di raccolta, a forma pentagonale, con pavimentazione in blocchi di pietra e nella traversa di captazione, in struttura di cemento armato, della lunghezza complessiva di circa 25 m di cui 18 m di soglia già predisposta per l'ancoraggio della diga gonfiabile che consente il contenimento dell'acqua all'interno della vasca; il manufatto è realizzato con una struttura tessile ad alte caratteristiche di resistenza meccanica, inglobata in un materiale elastomerico ad elevate doti di resistenza all'abrasione ed all'invecchiamento ed è gonfiato con aria compressa. L'altezza di ritenuta massima con lo sbarramento funzionante è di 65 cm

Sul lato in sponda destra orografica è predisposto il vano per l'installazione della paratoia di scarico e per la regolazione del deflusso del D.M.V.



Vista dei lavori già parzialmente realizzati nell'area di ubicazione della vasca di carico, punto di partenza della condotta forzata

A completamento di quanto già realizzato è previsto un cordolo, lungo il perimetro esterno dell'invaso, dello sviluppo complessivo di circa 47 m (con esclusione della parte occupata dalla traversa di sbarramento), in calcestruzzo armato avente altezza di 1,15 m e larghezza di 0,60 m; il cordolo poggia su di una fondazione della larghezza di 1,30 m ed altezza di 0,50 m, ancorata sulla pavimentazione in blocchi di pietra preesistente.

In sponda sinistra viene realizzato un locale per il ricovero delle pompe e delle apparecchiature ausiliarie necessarie per il funzionamento ed il controllo dello sbarramento gonfiabile. La struttura, in calcestruzzo armato, ha dimensioni esterne in pianta di 5,15x3,10 m ed un'altezza utile interna di 4,00 m.

Sulla sponda sinistra dello sbarramento è posta la vasca di carico per l'alimentazione della condotta forzata. Il perimetro esterno della vasca di carico è delimitato da scogliere in blocchi di pietra poste a consolidamento delle pareti dello scavo, già realizzate nel 2008 in concomitanza della fermata dell'impianto ENEL.

La portata si immette nella vasca di carico, dalla vasca di raccolta dell'opera di presa, tramite tre finestre di ingresso, identiche tra loro, con luce netta di passaggio della larghezza di m 3,80 ed altezza di m 2,90; le bocche di entrata sono dotate di griglia in acciaio e predisposte per la posa di panconi metallici, movimentabili con apposita trave pescatrice automatica, necessari per il sezionamento della vasca di carico in caso di emergenza o di interventi di manutenzione. La struttura è completamente interrata e realizzata in calcestruzzo armato. Le dimensioni interne della vasca sono di circa 9,00x12,00 m con altezza utile di 6,95 m, al disotto della soletta di copertura.

Considerato che il flusso della portata derivata, per raggiungere l'imbocco della condotta forzata, deve affrontare una deviazione di 90°, è stato commissionato apposito studio per un'ideale configurazione e geometria della vasca, al fine di ridurre i comportamenti fluidodinamici indesiderati quali irregolarità del flusso, ristagni, separazioni e vortici; l'ottimizzazione idrodinamica di una camera di carico acquista una maggiore valenza negli impianti a bassa caduta, in quanto le

perdite di carico che si originano all'imbocco sono più rilevanti in rapporto al salto disponibile. Al fine di minimizzare le perdite di carico, la geometria del manufatto deve accompagnare gradualmente l'aumento della velocità; accelerazioni o decelerazioni improvvise causano infatti turbolenze e separazioni di flusso con conseguenti maggiori perdite di carico. Occorre inoltre evitare che nella vasca di carico possano originarsi eccessive vorticità che potrebbero inoltre causare richiami di aria in condotta, con conseguenti effetti indesiderati sulla turbina (vibrazioni, cavitazioni, ecc).

Dai risultati dello studio deriva la curvatura della parete esterna ed i due diaframmi centrali di raccordo curvilinei che convergono fino all'ottenimento di una sezione quadrata di m 5,40x5,40. Successivamente, un'ulteriore riduzione sino alla sezione di m 2,90x2,90, sulla lunghezza di m 2,50, raccorda la vasca al canale di congiunzione con la condotta forzata; il canale ha una lunghezza di m 5,50, ed in corrispondenza dello stesso è posizionata la paratoia di testa condotta. La chiusura della paratoia può avvenire tramite comando volontario per le operazioni di normale manutenzione dell'impianto oppure può essere comandata dall'intervento della palmola di controllo della velocità dell'acqua in condotta in caso di rottura della stessa.

Il raccordo tra il canale della vasca di carico e la condotta forzata avviene tramite tronchetto metallico con sezione iniziale quadrata (2,90x2,90 m) e sezione finale circolare (DN 2500 mm). Il tronchetto di collegamento è dotato di tubo aeroforo per la condotta forzata.

I dispositivi di controllo e comando delle apparecchiature presenti sull'opera di presa e sulla vasca di carico sono ubicati all'interno del locale tecnico, posto sulla sponda sinistra dello sbarramento, utilizzato anche per l'installazione delle pompe e delle apparecchiature ausiliarie necessarie per il funzionamento ed il controllo dello sbarramento gonfiabile.

Per la corretta regolazione ed ottimizzazione produttiva del gruppo turbogeneratore viene installato sulla vasca di carico un dispositivo per la misura del livello dell'acqua del tipo ad ultrasuoni.

L'opera di presa e la vasca di carico sono costantemente videosorvegliate da un apposito impianto provvisto di illuminazione notturna. Le immagini sono trasmesse al sistema di gestione della centrale e possono essere consultate anche da postazioni remote.

Le parti a vista delle murature sono rivestite in pietra locale

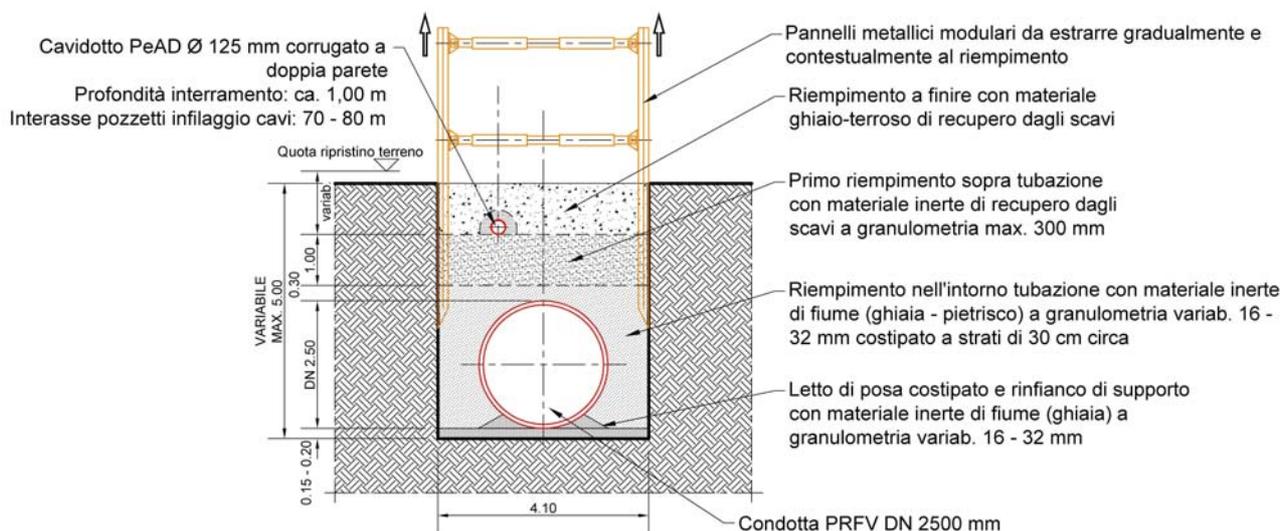
10 – POSA CONDOTTA FORZATA PRFV DN 2500

L'appalto qui descritto prevede la sola posa della condotta dell'impianto idroelettrico in oggetto, essendo la fornitura gestita direttamente dall'ente appaltante.

La condotta forzata è realizzata con tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV) del diametro nominale DN 2500 mm (diametro esterno 2555 mm), pressione di esercizio pari PN 02 bar e grado di rigidità SN 5000, fornita principalmente in barre da 6,00 m, per uno sviluppo complessivo di 860 ml circa.

La giunzione delle barre si ottiene mediante appositi manicotti o bicchieri in PRFV a perfetta tenuta idraulica; l'utilizzo dei manicotti può consentire inoltre la realizzazione di curve ad ampio raggio essendo possibile ottenere un disallineamento e angolazione tra gli assi di tubi adiacenti pari a $0,5^\circ$ in condizioni normali ed a 3° circa con taglio obliquo della testa del tubo, comunque secondo le indicazioni che verranno direttamente dal produttore.

La superficie del letto di posa in corrispondenza dell'appoggio del tubo deve essere continua, liscia e priva di sassi o altri oggetti che potrebbero provocare sollecitazioni anormali per la tubazione. In corrispondenza dei giunti devono essere eseguite, al di sotto dei manicotti, nicchie per permettere l'appropriato assemblaggio e prevenire carichi sugli stessi da parte dei tubi. Una volta eseguita la connessione le nicchie devono essere accuratamente riempite in modo da garantire un appoggio continuo all'intera lunghezza della tubazione.



SEZIONE TIPO DI POSA TUBAZIONE

Il letto di posa deve essere formato con ghiaia a granulometria variabile da 16 a 32 mm. Dopo essere stato calato nella trincea il tubo può essere angolato nella giunzione fino alla massima angolazione consentita. Il reinterro deve essere eseguito, nell'intorno della tubazione e fino ad un minimo di 30 cm sopra la stessa, utilizzando ghiaia a granulometria variabile da 16 a 32 mm opportunamente costipata a strati di 30 cm. Il riempimento successivo, per uno spessore minimo di 1,00 m, deve essere eseguito utilizzando il materiale di risulta dagli scavi con assenza di

componenti di granulometria maggiore di 300 mm. La restante parte di reinterro potrà essere eseguita riportando materiale proveniente dallo scavo in modo uniforme, così da riempire completamente i vuoti.

Il produttore dei tubi designato all'appalto della fornitura (oggetto di appalto separato) dovrà in ogni caso fornire adeguate istruzioni di installazione che andranno ad integrazione delle indicazioni contenute nel presente progetto, mentre dovrà garantire l'assistenza tecnica di cantiere necessaria affinché le barre di tubazione possano essere collocate in opera dagli addetti alla posa (presente appalto), senza necessità di lavorazioni imprevedute, aggiuntive o speciali da attuarsi in cantiere, il cui eventuale onere si intenderà a carico del fornitore della tubazione qualora la lavorazione sia riconducibile a difetti di fornitura.

La condotta ha inizio alla vasca di carico e si sviluppa totalmente lungo il versante in sponda sinistra orografica del fiume Toce, a margine del tracciato della strada comunale.

Come evidenziato negli elaborati progettuali il profilo di posa della condotta, pur potenziale origine di problematiche d'esercizio come esposto al punto 4 precedente, è stato reso conforme al profilo autorizzato, come richiesto dall'amministrazione appaltante in conseguenza alle ridotte tempistiche a disposizione, e quindi ottimizzato, attraverso l'adozione di una serie di sifoni e tratti in contropendenza, per avere altezze di scavo più ridotte.

Il particolare andamento altimetrico della condotta richiede la posa di sfiati automatici da posizionare in tutti i punti più alti e/o nei tratti in salita o in discesa in cui la tubazione presenta una variazione di pendenza. Come visibile dal profilo della condotta i punti di sfiato saranno 5, ciascuno dotato di valvola di sfiato automatico tripla funzione DN 150 PN10, con corpo in ghisa sferoidale, che raggruppa in un'unica apparecchiatura le funzioni e le caratteristiche sia dello sfiato automatico di riempimento e svuotamento, sia dello sfiato di degasaggio. Per la protezione delle valvole è prevista la realizzazione in superficie di altrettanti pozzetti interrati, delle dimensioni interne di circa m 1,50 x 1,50, dotati di fondo drenante per la dispersione degli eventuali modesti scarichi d'acqua.

Nel tratto iniziale è previsto l'attraversamento dell'alveo del fiume Toce (suddiviso in un ramo principale ed uno secondario), ove verrà realizzata una soglia in calcestruzzo armato di protezione dello sviluppo di 100 m, da realizzare in modo da evitare assestamenti differenziali che potrebbero danneggiare la tubazione a causa della sollecitazione a taglio generata da eventuali cedimenti. Lungo la sponda sinistra del fiume Toce, per uno sviluppo di 30 m, è prevista la realizzazione di una protezione spondale a paramento inclinato, in massi di pietra intasati con calcestruzzo, dell'altezza di 2,50 m, oltre a 2,00 di fondazione (manufatto conforme alla tipologia di cui al Piano per l'Assetto Idrogeologico del fiume Toce - 1998), come prescritto nell'estremo autorizzativo.

Procedendo verso valle la condotta interseca due canali di scolo (rio Roggio e rio di Pissaro) e l'alveo del rio Cristo. L'attraversamento in corrispondenza dei due rii avviene ad una quota di imposta della tubazione adeguatamente inferiore rispetto alla quota dell'alveo, tale da non modificare l'attuale sezione di deflusso. Anche in corrispondenza dell'attraversamento del rio Cristo, che avviene con sifone, la quota d'imposta della condotta è prevista ad una profondità tale da non interferire con l'attuale sezione di deflusso; analogamente a quanto previsto per l'attraversamento del fiume Toce, la parte di tubazione sottostante l'alveo, per una lunghezza di 25 m, è protetta con una soglia in calcestruzzo armato. E' prevista la rimozione e successiva ricollocazione degli attuali manufatti d'argine (muri spondali in blocchi di pietra) e della pavimentazione in pietra.

A valle dell'attraversamento del rio Cristo, l'obbligatorietà del rispetto del tracciato autorizzato richiede la posa della tubazione in prossimità della strada comunale, con conseguente necessità di demolire e ricostruire le murature stradali di controripa o cunette per complessivi ml 107 circa.

Il tratto terminale, di raccordo all'edificio centrale, con pendenza verso valle decisamente più marcata,



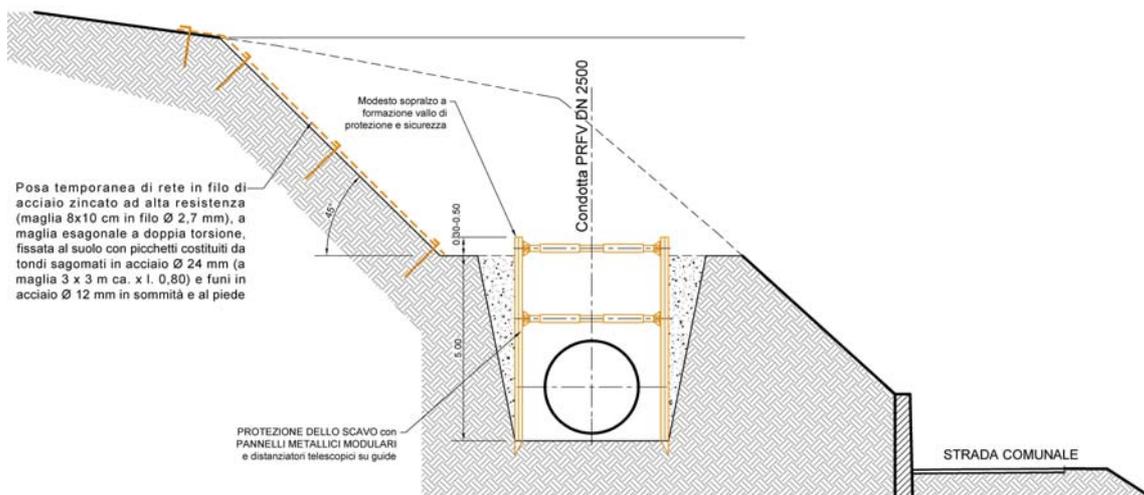
Vista del punto di attraversamento del rio Cristo

attraversa la strada comunale di collegamento all'abitato di Cristo al disotto dell'attuale piano viabile.

Lungo la condotta, in prossimità dell'attraversamento del rio Cristo, è posizionato un pozzetto d'ispezione con passo d'uomo flangiato e valvola di sfiato, mentre in corrispondenza ad altri 4 punti di vertice altimetrico sono posizionate altrettante valvole di sfiato, protette da pozzetto superficiale.

Immediatamente a monte dell'edificio centrale si prevede la realizzazione di un pozzetto con dimensioni interne di m 4,00 x 4,00 destinato ad accogliere le sonde di misurazione della portata, da installare sulla circonferenza della condotta.

Le operazioni di scavo per la posa della condotta sono articolate principalmente in due fasi. La prima fase comporta l'esecuzione di uno scavo di sbancamento, a partire dalla quota campagna, per profondità variabili, sino al raggiungimento della quota +5,00 m circa rispetto al piano di posa delle tubazioni. La seconda fase, di completamento, prevede la realizzazione di scavi a sezione obbligata dell'altezza massima di 5,00 m (media circa 4,20 m), fino al raggiungimento della quota di posa della tubazione.



SEZIONE TIPO DI SCAVO

Le elevate profondità dello scavo a sezione obbligata (5,00 m) comportano la blindatura delle pareti che deve essere eseguita con elementi d'armatura realizzati con pannelli metallici e con telai multipli in acciaio e relativi elementi di contrasto e di collegamento, tali da garantire la sicurezza del lavoro entro lo scavo.

I pannelli d'armatura devono avere un'altezza superiore alla sommità dello scavo al fine di contenere eventuale materiale franato dalla scarpata della trincea superiore realizzata nella fase di sbancamento. Al fine di evitare franamenti o rotolamenti di materiale dalle scarpate di sbancamento sovrastanti, la cui inclinazione è prevista in 45°, si prevede la posa temporanea in aderenza di rete in filo di acciaio zincato ad alta resistenza, a maglie esagonali, ancorata al suolo con picchetti e funi in acciaio, in particolare nel tratto compreso tra le sezioni 24 e 31.

Si evidenzia come l'accoppiamento della tubazione in PRFV alle condotte in acciaio alle estremità (opera di presa – edificio centrale) dovrà essere particolarmente curato per evitare lavorazioni di adattamento non attese o perdite idrauliche e dovrà pertanto essere opportunamente concordato con la ditta posatrice delle opere elettromeccaniche. In particolare nel tratto terminale, negli ultimi 30 m circa prima dell'ingresso in centrale, si prescrive che la posa della tubazione debba attendere il completamento della posa delle opere elettromeccaniche in ingresso alla turbina, affinché eventuali aggiustaggi planoaltimetrici siano operati sulla condotta.



Vista del tracciato medio – terminale della condotta (a valle del rio Cristo)

Al termine dei lavori di posa della condotta vengono ripristinati gli originali profili del versante e dei terreni attraversati. Per il consolidamento ed il contenimento dei pendii più acclivi è prevista la realizzazione di gradonate rinverdite con talee; il tratto interessato a tale intervento è individuato tra l'edificio centrale ed il rio Cristo, per una fascia dello sviluppo di circa 180-200 m. Il materiale vivo da impiegare è essenzialmente composto da talee e ramaglia di salice del diametro variabile da 1 a 6 cm, facilmente reperibile in posto. Prima delle operazioni di inerbimento delle scarpate è necessaria la posa di un geotessuto a maglie medio-fini fissato al terreno con picchetti di legno o talee di salice.

Tutte le superfici interessate dalla posa dovranno essere ricondotte alla situazione originaria ed opportunamente inerbite.

Completata la posa della condotta si procederà alle operazioni di collaudo finale, da coordinarsi con il collaudatore, la direzione lavori e le ditte di fornitura e posa della condotta, secondo le disposizioni previste nel capitolato speciale e/o impartite nel corso dei lavori.

Contemporaneamente alla posa della condotta, quindi oggetto dello stesso appalto, dovrà essere posato il cavidotto necessario al collegamento elettrico e di segnale tra l'edificio centrale e l'opera di presa, meglio descritto al p.to seguente.

11 – POSA DI CAVIDOTTO CENTRALE - PRESA

Per l'alimentazione delle utenze elettriche all'opera di presa/vasca di carico ed il trasferimento di dati e segnali è necessario posare una cavo tripolare di bassa tensione ed un cavo a fibre ottiche a partire dall'edificio centrale.

I cavi saranno collocati dalla ditta appaltatrice delle opere elettromeccaniche in un apposito cavidotto, dello sviluppo di circa 860 m, costituito da una tubazione in polietilene ad alta densità corrugato, a doppia parete, tipo ENEL, (parete esterna corrugata, parte interna liscia), del diametro esterno di 125 mm, posata alla profondità di circa 1,00 m, con pozzetti prefabbricati in calcestruzzo delle dimensioni interne di cm 50x50 circa, posti ad interasse di circa 70-80 m, necessari all'infilaggio dei cavi.

La posa del cavidotto e dei relativi pozzetti dovrà avvenire contestualmente alle operazioni di rinterro della condotta forzata, quindi l'onere della realizzazione è previsto nel contesto dell'appalto di posa della tubazione.

12 – EDIFICIO CENTRALE (oggetto di altro appalto)

L'edificio centrale è situato in sponda sinistra orografica dell'invaso artificiale ENEL di Piedilago, ad una quota di 722,90 m s.l.m. e ad una distanza di oltre 30 m dall'alveo.

La struttura principale (sala macchine), in calcestruzzo armato completamente interrata, delle dimensioni interne in pianta di 19,00x12,50 m ed altezza utile di 6,10 m, è dimensionata per l'alloggio del gruppo di produzione costituito da una macchina "a bulbo" biregolante, con portata massima turbinabile pari a 15 mc/s e minima pari a 2 mc/s, accoppiata a generatore sincrono trifase.



Vista del tracciato terminale della condotta e l'area destinata ad accogliere l'edificio centrale

La struttura dell'edificio centrale e del canale di scarico è parzialmente posta al di sotto delle quote di invaso del bacino ENEL (min 716,00 m s.l.m. e max 718,30 m s.l.m.); è pertanto necessario realizzare, alla quota più bassa del pavimento della sala macchine, un pozzetto per l'installazione di pompe per lo smaltimento delle acque, non essendo possibile l'evacuazione naturale delle stesse.

L'edificio, in calcestruzzo armato, è costituita da una platea di fondazione (piastra) dello spessore di 90 cm, muri portanti perimetrali dello spessore di 90 cm, solaio di copertura piano in struttura prefabbricata dello spessore di 60 cm. Sui muri perimetrali (lato lungo) sono realizzate mensole in cemento armato per il sostegno delle vie di corsa del carroponete.

La turbina è connessa, a monte, alla condotta forzata ed a valle al diffusore che si raccorda al canale di scarico, in testa al quale è inserita la paratoia di intercettazione. Il canale, completamente interrato, in struttura di calcestruzzo armato dello sviluppo di circa 72 m, è a sezione rettangolare con larghezza di 5,00 m ed altezza variabile da 6,40 m (in corrispondenza della paratoia) a 3,90 m (sbocco ad invaso ENEL).

L'estremità esterna del canale è dotata di sistema di panconatura per consentirne la chiusura in caso di emergenza o di interventi di manutenzione.

Al disopra dell'edificio centrale, alla quota del piano campagna (721,65 m s.l.m.), viene realizzato un fabbricato, a vista, all'interno del quale sono ricavati gli spazi per l'alloggiamento dei trasformatori, dei quadri elettrici, del gruppo generatore termico d'emergenza, oltre ai locali di consegna ENEL e misure (contatori). La struttura ha dimensioni in pianta di 15,90x5,00 ed altezza al colmo di circa 5,00 m; dotata di opportune aperture per gli accessi (porte in struttura di acciaio rivestite esternamente in legno) e per l'aerazione (finestre con serramenti in legno). Le aperture sono contornate da lastre di pietra locale (davanzali, spallette, voltini). Il manto del tetto di copertura, a due falde inclinate, è realizzato in lastre di pietra. Le pareti esterne sono trattate con intonaco rustico a colori tenui simili a quelli dei fabbricati limitrofi.

Dal fabbricato "servizi", tramite una scala in struttura di calcestruzzo, si accede alla sottostante sala macchine.

La struttura portante del fabbricato, in cemento armato, è costituita da cordoli continui di fondazione, pilastri e travi. Il solaio e le falde del tetto di copertura sono realizzati in struttura mista laterizio e c.a.

L'area esterna viene sistemata a verde con semina e messa a dimora di idonee specie arboree (ontano, frassino, acero e tiglio). I percorsi carrabili sono trattati con stesa di ghiaietto.

La centrale è raggiungibile per mezzo di una pista sterrata esistente che si stacca dalla strada comunale di collegamento dell'abitato di Cristo.

13 – MOVIMENTI TERRA

Con riferimento agli elaborati progettuali, di seguito sono riepilogati i volumi dei movimenti terra necessari per la posa della condotta forzata, oggetto del presente appalto.

	<i>Scavi</i>	<i>Riporti</i>
<i>Movimenti terra posa condotta</i>		
- Scavi di sbancamento ed in trincea	mc 27.539,00	
- Reinterri e livellamenti lungo il tracciato		mc 19.715,00

La differenza tra il materiale scavato e quello riutilizzato in cantiere è di circa **mc 7.824,00**. L'eccedenza, in piena disponibilità all'impresa appaltatrice, potrà essere temporaneamente depositata all'interno delle tre aree di cantiere già individuate per lo stoccaggio (vedi planimetrie).

La modalità di gestione definitiva degli esuberanti di materiale inerte sarà a totale carico della ditta esecutrice, nel rispetto della normativa vigente sulle "Terre e rocce da scavo", in particolare secondo i dettami di cui al D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., nonché DGR. n. 24-13302/2010.

L'appaltatore avrà quindi obbligo, prima della produzione delle terre e rocce da scavo in eccedenza rispetto ai reimpieghi di cantiere (circa mc 7.824,00), di provvedere alla presentazione del progetto per il riutilizzo delle stesse, in base a quanto riterrà più opportuno, secondo la procedura ordinaria definita dalla normativa vigente sopra richiamata e intendendo che l'onere per la gestione degli esuberanti sia compensato dal valore commerciale del materiale inerte prodotto.

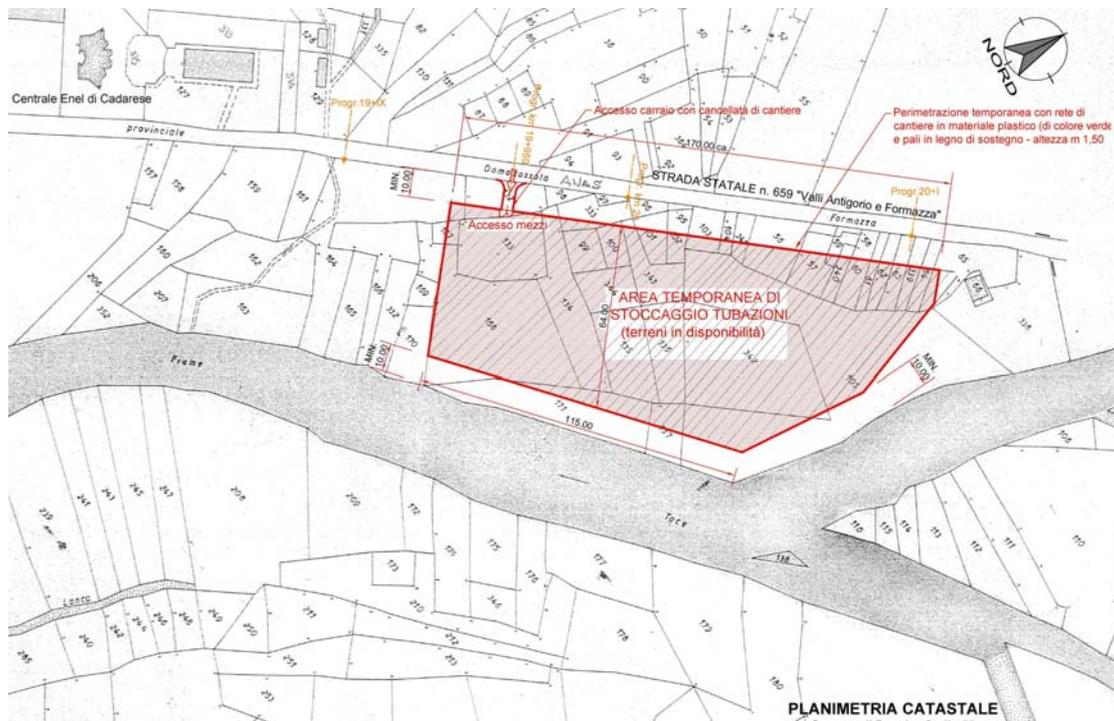
Si precisa infine che la pratica e il canone demaniale (€/mc 4,44) da corrispondere per i quantitativi di materiale in esubero proveniente dagli scavi in alveo (compresi nel volume di cui sopra e pari a 563 mc) saranno a carico dell'ente appaltante.

14 – CANTIERIZZAZIONE

Le aree di cantiere sono quelle già individuate all'interno del progetto definitivo approvato con determinazione n. 79 del 26/02/2008 dalla Provincia del Verbano Cusio Ossola, alle quali si aggiunge l'area di stoccaggio delle tubazioni predisposta direttamente dall'amministrazione appaltante. In particolare sono state individuate cinque aree di seguito descritte.

- Area a margine della strada statale n. 549, in prossimità dell'opera di presa, della superficie di circa 2.600 mq, individuata come area di servizio per scarico mezzi;
- Area in corrispondenza dei previsti manufatti di derivazione allo sbocco del canale ENEL, avente una superficie complessiva di circa 7.300; sarà utilizzata dall'impresa aggiudicataria dei lavori di completamento dell'opera di presa e della realizzazione della vasca di carico. Tale area è raggiungibile per mezzo di una pista esistente che parte dalla zona denominata "pineta di Cadarese" posta in fronte alla centrale ENEL;
- Area in prossimità del rio Cristo, della superficie complessiva di circa 3.100 mq, in posizione

- strategica per i lavori di posa della condotta forzata in quanto posta circa a metà dello sviluppo del tracciato. L'area è servita, come tutto il tracciato della condotta, dalla strada comunale denominata Cristo - Pian del Pissaro che costeggia la sponda sinistra orografica del fiume Toce;
- Area nella zona di edificazione del fabbricato centrale, della superficie complessiva di circa 8.300 mq. L'area è accessibile dalla strada comunale esistente che si stacca, in prossimità del ponte sul fiume Toce, dalla strada statale n. 549.
 - In aggiunta a quelle definite nel progetto approvato è stata individuata una quinta area di cantiere da destinarsi esclusivamente allo stoccaggio delle tubazioni della condotta forzata; tale area, della superficie di circa 10.000 mq, è ubicata a monte della centrale ENEL di Cadarese tra la sponda destra orografica del fiume Toce e la strada statale n. 549, come evidenziato nella corografia generale allegata (tav. 1). La ditta posatrice della condotta forzata dovrà quindi prevedere il carico e trasporto in cantiere delle barre di tubazione a partire da tale area.



Estratto catastale dell'area di stoccaggio delle tubazioni della condotta forzata

Le aree di cantiere, delimitate da idonea recinzione con cancello d'accesso, dovranno essere attrezzate, a seconda dell'impiego, con spogliatoi per le maestranze, servizi igienici, box per ricovero attrezzature, aree per deposito materiali e stazionamento automezzi.

Le eccedenze del materiale scavato, corrispondente ai quantitativi non riutilizzabili per i reinterri, verranno temporaneamente stoccate nelle tre zone individuate nei pressi delle aree di cantiere, che sono dotate di una capacità complessiva di circa 10.000 mc.

Le posizioni dei tre principali siti lavorativi (manufatti di captazione e vasca di carico, condotta forzata, edificio centrale, canale di scarico e fabbricato "servizi") sono ben distinte e separate tra loro con conseguente riduzione del rischio interferenze durante le varie lavorazioni di competenza dei singoli appaltatori.

Le operazioni di cantiere che possono dare origine ad interferenze operative risultano solamen-

te quelle legate all'utilizzo delle vie di accesso, che sono solo parzialmente in comune con i tre cantieri, necessarie per l'approvvigionamento dei materiali e per il trasporto delle terre di risulta degli scavi alle previste aree di stoccaggio. In ogni caso sono interferenze che rientrano nella normale conduzione dei cantieri, gestibili senza alcun problema attraverso l'adozione di un adeguato piano di sicurezza e coordinamento che tenga conto delle stesse.

Le lavorazioni riguardanti la posa delle componenti elettromeccaniche sono ovviamente successive all'ultimazione dei lavori edili per la costruzione dell'edificio e dei locali accessori, pertanto non vi è interferenza tra le lavorazioni dei due appaltatori.