

***Domanda di variante della concessione di derivazione idrica  
ad uso potabile in località Musi (comune di Lusevera) per  
recupero energia mediante impianto idroelettrico installato  
sulla condotta di alimentazione del serbatoio di Lucchin  
(Tarcento)***

**RELAZIONE TECNICA**

## **1. PREMESSA**

I comuni di Tarcento, Buia e Magnano in Riviera sono dotati di un acquedotto consorziale derivato dalle sorgenti del Torre, nella conca di Musi, in comune di Lusevera.

Le opere di tale acquedotto, realizzato fra il 1932 ed il 1937, comprendevano la galleria di raccolta e l'edicola di intubamento sulla sponda destra del Torre, la condotta maestra fino al manufatto ripartitore di Coia (Tarcento), il manufatto ripartitore per il frazionamento delle portate di competenza e le reti distributrici dei tre comuni con i relativi serbatoi di compenso.

Successivamente, per l'incremento demografico dei tre comuni, l'aumento del consumo idrico per abitante si rese necessario il raddoppio della condotta maestra da Musi a Coia, che fu ultimato all'inizio degli anni '80.

A seguito delle eccezionali precipitazioni e dei conseguenti eventi di piena verificatisi a Musi nel settembre '90 e nel settembre '91, il manufatto di presa fu completamente sommerso, con abbondante entrata nello stesso di materiale terroso e sabbioso, che rese inutilizzabile per diversi giorni l'intero sistema idrico.

Inoltre dopo tali eventi venne rilevata una eccessiva sensibilità del regime idraulico del manufatto di presa alle variazioni di regime del Torre, con frequenti fenomeni di intorbidimento e con necessità di una continua clorazione dell'acqua.

Per eliminare tali gravi inconvenienti, il CAFC, che nel 1988 era divenuto titolare della concessione di derivazione idrica di 78 l/sec subentrando al Consorzio Acquedotto Tarcento – Buia, provvide alla realizzazione del nuovo manufatto di presa che venne ultimato nel 1997.

Allo stato attuale il nuovo manufatto di presa (avente invaso medio a quota 527,40 m. sul l.m.m.) continua ad alimentare attraverso la vecchia condotta maestra ed il relativo raddoppio il manufatto ripartitore di Coia (avente invaso massimo a quota 406,80 m. sul l.m.m.) dal quale si dipartono le condotte per i tre comuni.

Lungo il suo percorso da Musi a Coia, la condotta maestra alimenta il serbatoio di Sedilis (avente quota di massimo invaso a 435,00 sul l.m.m.), il serbatoio di Lucchin (avente quota di invaso massimo a 301,00 m sul l.m.m.), il serbatoio di Malemaseria (avente quota di massimo invaso a 433,00 m. sul l.m.m.) ed il serbatoio di Beorchian (avente quota di massimo invaso a 468,00 m. sul l.m.m.).

Dal serbatoio di Lucchin dipende l'alimentazione della rete distributtrice a servizio degli insediamenti dei comuni di Tarcento e Magnano in Riviera ubicati al di sotto della quota di 260 ÷ 270 m. sul l.m.m.

Considerata la quota dell'opera di presa, del ripartitore di Coia, dei serbatoi di Sedilis, Malemaseria e Beorchian, risulta evidente che il serbatoio di Lucchin viene alimentato con la dissipazione di un notevole carico idraulico.

Attualmente la dissipazione del carico idraulico avviene attraverso valvole riduttrici di pressione che oltre a regolare con difficoltà le portate variabili richieste dalla rete idrica, sono soggette a rapida usura per problemi di cavitazione.

Scopo della presente richiesta di variante è la sostituzione di tali dispositivi di regolazione, con un gruppo turbina-generatore asincrono che oltre a garantire una efficiente regolazione del livello del serbatoio di Lucchin in funzione della portata richiesta dalla rete distributtrice, permette la trasformazione in energia elettrica del carico idraulico finora dissipato, e la sua utilizzazione negli impianti di pompaggio del CAFC tramite vettoriamento sulla rete ENEL.

## **2. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

### **2.1) Opera di presa (esistente)**

L'opera di presa di Musi ricostruita ed in esercizio dal 1997, è costituita da una camera dreni verticale, del diametro di m.10,00, spinta ad una profondità di circa m. 5,00 sotto il livello della falda.

Al suo interno convergono 21 (ventuno) tubazioni suborizzontali drenanti aventi diametro di 125 mm, situate su un arco di circa 120°, ed un pozzo verticale avente diametro di 500 mm e profondità di circa 10,00 m.

Le acque emunte dalla raggiera dei dreni e dal pozzo verticale, sono convogliate tramite una tubazione in acciaio avente diametro di 800 mm., al dissabiatore-vasca di carico, in testa al quale è situato uno sfioratore superficiale per la restituzione al fiume della portata di esubero a quella richiesta dalla condotta maestra per Coia.

La vasca di carico è collegata alla condotta preesistente mediante una tubazione in acciaio avente diametro di 600 mm. lungo la quale è collocato un misuratore di portata ad ultrasuoni.

Il prelievo dell'acqua della falda acquifera avviene quindi nel più rigoroso rispetto delle norme igienico-sanitarie, in zone interne dell'acquifero, distanti dalla confluenza degli alvei dei torrenti Mea e Taccis.

L'opera di presa inoltre è dotata di un sistema di clorazione automatica mediante ipoclorito di sodio, per la preventiva disinfezione dell'acqua destinata alla distribuzione.

Attualmente la portata prelevata e destinata ai comuni di Buia, Tarcento e Magnano in Riviera è di 78 l/sec, come dalla concessione di derivazione idrica in atto; è già stata inoltrata al Ministero LLPP la richiesta di elevare tale portata al valore massimo di 450 l/sec (medio 210 l/sec), valore ampiamente compatibile con le disponibilità idriche delle sorgenti del Torre, senza indurre impatto di alcun genere e con le garanzie di mantenimento del deflusso minimo vitale lungo il corso d'acqua.

La quota dell'invaso medio nella vasca di carico è mantenuta praticamente costante a m. 527,40 sul l.m.m. per la presenza del sopradetto sfioratore superficiale.

L'intervento di variante richiesto non prevede alcuna modifica al manufatto di presa.

### **2.2) Condotta adduttrice maestra (esistente)**

La condotta adduttrice maestra dall'opera di presa di Musi al manufatto ripartitore di Coia è costituita da una serie di tronchi di tubazioni in acciaio di vario diametro, parte con giunto saldato a parte con giunzioni piombate (realizzate negli anni 1932 ÷ 1933), come di seguito specificato:

dall'opera di presa (progressiva 0) alla progressiva 1085:

tubazione in acciaio saldato DN 600

dalla progressiva 1085 alla progressiva 2435 (ponte sul Torre a monte di Pradielis):

tubazione in acciaio saldato DN 300 in parallelo con tubazione con giunto a piombo DN 200

dalla progressiva 2435 alla progressiva 9912,80 (nodo di derivazione per i serbatoi di Sedilis e di Lucchin e sito di installazioni del gruppo idroelettrico):

tubazione in acciaio saldato DN 250 in parallelo in tubazione con giunto a piombo DN 200  
dalla progressiva 9912,80 alla progressiva 10482,80 (nodo di derivazione per il serbatoio di Malemaseria):  
tubazione in acciaio saldato DN 300 in parallelo con tubazione con giunto a piombo DN 200  
dalla progressiva 10482,80 alla progressiva 12300,80 (nodo di derivazione per il serbatoio di Beorchian):  
tubazione in acciaio saldato DN 300 in parallelo con tubazione con giunto a piombo DN 200  
dalla progressiva 12300,80 alla progressiva 12500,80 (ripartitore di Coia):  
tubazione in acciaio saldato DN 300 in parallelo con tubazione con giunto a piombo DN 200.  
Anche per la condotta adduttrice maestra, l'intervento in questione non prevede modifiche di alcun genere.

### **2.3) Centralina idroelettrica al nodo Lucchin e serbatoio di Lucchin**

Attualmente il CAFC, nell'ambito di una serie di interventi di sistemazione e potenziamento della rete idrica di Tarcento, ha in fase di esecuzione la sistemazione del serbatoio di Lucchin e la sostituzione dei relativi collegamenti idraulici.

- In particolare le opere in esecuzione prevedono:
- la costruzione di una cabina al nodo Lucchin (ubicata alla quota di m. 271,00 sul l.m.m.) per l'alloggiamento delle apparecchiature di sezionamento dell'adduttrice Musi – Coia, di derivazione per i serbatoi di Lucchin e di Sedilis e della strumentazione di misura della portata e delle apparecchiature di automazione e telecontrollo.
  - la stabilizzazione del pendio sul quale è stato costruito il serbatoio di Lucchin, mediante la correzione della pendenza e la stabilizzazione dei cigli a valle, con realizzazione di un terrapieno armato dotato dei necessari dreni per la raccolta delle acque sorgive e superficiali.
  - la costruzione della strada di servizio per l'accesso al serbatoio.
  - la sistemazione interna del serbatoio con impermeabilizzazione mediante resine epossidiche delle pareti della vasca e con la sostituzione delle apparecchiature idrauliche e dei pezzi speciali in acciaio zincato.
  - la sostituzione della condotta di alimentazione del serbatoio stesso dalla cabina del nodo Lucchin. Tale condotta sarà realizzata con tubazione in acciaio DN 300 con giunti saldati, dotate di rivestimento esterno in polietilene estruso a triplo strato.
  - la sostituzione della condotta di uscita dal serbatoio verso l'abitato di Tarcento, attraverso la frazione di Ciseriis, lungo la Strada Statale di Uccia. Anche tale condotta sarà realizzata con tubazioni in acciaio DN 300, parzialmente con giunti saldati e parzialmente con giunti a bicchiere ad innesto con guarnizioni anulari in gomma, dotati di rivestimento esterno in polietilene estruso a triplo strato e rivestimento interno in malta cementizia.

In concomitanza all'esecuzione dei suddetti lavori, è prevista l'installazione nella cabina del nodo Lucchin di un gruppo turbina Francis – generatore asincrono, dotato di by-pass sincrono, inserita sulla tubazione di alimentazione del serbatoio di Lucchin.

La portata media prelevata al nodo Lucchin e fluente attraverso la turbina è di 34 l/sec, come di seguito specificato.

Il salto teorico lordo è di 226,40 m, corrispondente alla differenza fra la quota del pelo d'acqua della vasca di carico dell'opera di presa a m. 527,40 sul l.m.m., e la quota del pelo d'acqua nel serbatoio di Lucchin a m. 301,00 sul l.m.m.

Il salto utile, come di seguito riportato, alla portata media di 34 l/sec, è di 174,77 m e pertanto la potenza resa dalla turbina è pari a:

$$\frac{0,034 \times 1000 \times 174,77 \times 0,78}{102} = 45,44 \text{ Kwh}$$

mentre la potenza elettrica resa sarà di circa 41 KW.

La velocità di rotazione del gruppo turbina-generatore sarà di 3020 rpm, essendo il generatore di tipo asincrono.

La centralina è prevista per il funzionamento completamente automatico, senza presidio e con telecontrollo collegato al sistema di telecontrollo del CAFC.

Il collegamento in MT con la rete ENEL, sarà realizzato mediante cavo interrato.

Come già detto, date le caratteristiche di salto e di portata, la turbina sarà di tipo Francis orizzontale con girante e palette del distributore in acciaio inox e cassa a spirale in ghisa sferoidale.

La turbina opererà con una contropressione allo scarico di circa m. 32,43, corrispondente al dislivello fra l'asse turbina (quota 268,85) e la quota di scarico nel serbatoio (quota 301,00) sommato alle perdite di carico nella condotta DN 300 di alimentazione.

Le caratteristiche costruttive della turbina (girante e distributore in acciaio inox a cassa a spirale in ghisa sferoidale) e le sue caratteristiche di funzionamento (pressione residua allo scarico di oltre m. 30 di carico idraulico) rendono il sistema perfettamente compatibile con l'uso potabile dell'acqua fluente attraverso la turbina stessa.

E' da ricordare che l'utilizzo dei carichi idraulici eccedenti mediante impianti idroelettrici in linea rientra fra gli interventi previsti e consigliati dal DPCM 04/03/1996 (Disposizioni in materia di risorse idriche) per l'uso ottimale delle risorse idriche.

Inoltre l'impianto in questione ha ottenuto un parziale contributo per la sua realizzazione dalla Commissione Europea, in quanto ritenuto innovativo nell'ambito del programma europeo Thermie 1997/98 – impianti idroelettrici di piccola potenza.

### 3. CALCOLI IDRAULICI

Si traslascia ogni considerazione di carattere idrologico in quanto con la variante in questione non vengono modificate le portate derivate all'opera di presa di Musi.

La portata continua di 78 l/sec, prelevata all'opera di presa di Musi, viene ripartita secondo le misure seguenti:

|                                                       |        |                     |
|-------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| - derivazione per il serbatoio di Lucchin             | l/sec. | 34,00               |
| - derivazione per il serbatoio di Sedilis             | l/sec. | 4,30                |
| - derivazione per il serbatoio di Malemaseria         | l/sec. | 0,31                |
| - derivazione per i serbatoi di Beorchian e Noglarèda | l/sec. | 2,55                |
| - arrivo al serbatoio ripartitore di Coia             | l/sec. | 36,84               |
| <b>TOTALE</b>                                         |        | <b>l/sec. 78,00</b> |

Per tutte le tubazioni, le verifiche delle perdite di carico sono applicazione della formula di Hazen – Williams, in regime turbolento.

In tale formula  $[Q = 0,2784 (C D^{2,63} / L^{0,54}) dH]$  è stato assunto un coefficiente di scabrezza  $C = 100$ , corrispondente alle caratteristiche di una tubazione in acciaio o ghisa in servizio da lungo tempo.

Con riferimento allo schema idraulico allegato, i risultati di tali verifiche sono riportati nelle seguenti tabelle:

#### DATI DEI NODI

| Nodo | Portata<br>(m³/s) | Carico<br>piezometrico<br>(m) | Quota<br>terreno<br>(m) | Pressione<br>(m) | Note                     |
|------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
| 1    | -0.0780           | 527.40                        | 525.0000                | 2.40             | Opera di presa di Musi   |
| 2    | 0.0000            | 527.23                        | 470.0000                | 57.23            |                          |
| 3    | 0.0000            | 523.91                        | 392.0000                | 131.91           |                          |
| 4    | 0.0000            | 476.05                        | 271.0000                | 205.05           | Nodo Lucchin             |
| 5    | 0.0340            | 475.78                        | 301.0000                | 174.78           | Serbatoio B.go Lucchin   |
| 6    | 0.0043            | 474.54                        | 435.0000                | 39.54            | Serbatoio Sedilis        |
| 7    | 0.0000            | 475.57                        | 247.0000                | 228.57           |                          |
| 8    | 0.0003            | 475.38                        | 433.0000                | 42.38            | Serbatoio di Malemaseria |
| 9    | 0.0000            | 474.06                        | 387.0000                | 87.06            |                          |
| 10   | 0.0000            | 473.63                        | 390.0000                | 83.63            |                          |
| 11   | 0.0006            | 473.33                        | 353.0000                | 120.33           | Serbatoio Noglarèda      |
| 12   | 0.0019            | 472.84                        | 468.0000                | 4.84             | Serbatoio Beorchian      |
| 13   | 0.0368            | 473.92                        | 406.0000                | 67.92            | Serbatoio Coia           |

## DATI DEI RAMI

| Ramo | Nodo iniziale | Nodo finale | Lunghezza (m) | Diametro (mm) | Portata (l/s) | Velocità (m/s) | Perdita di carico (m) |
|------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------------|
| 1    | 1             | 2           | 1085.00       | 600.00        | 78.0          | 0.28           | 0.17                  |
| 2    | 2             | 4           | 8828.00       | 200.00        | 26.9          | 0.86           | 51.18                 |
| 3    | 2             | 3           | 1350.00       | 300.00        | 51.1          | 0.72           | 3.32                  |
| 4    | 3             | 4           | 7477.80       | 250.00        | 51.1          | 1.04           | 47.86                 |
| 5    | 4             | 5           | 250.00        | 300.00        | 34.0          | 0.48           | 0.28                  |
| 6    | 4             | 6           | 2100.00       | 150.00        | 4.3           | 0.24           | 1.51                  |
| 7    | 4             | 7           | 570.00        | 200.00        | 10.1          | 0.32           | 0.48                  |
| 8    | 4             | 7           | 570.00        | 300.00        | 29.6          | 0.42           | 0.48                  |
| 9    | 7             | 8           | 1500.00       | 80.00         | 0.3           | 0.06           | 0.19                  |
| 10   | 7             | 9           | 1818.00       | 200.00        | 10.0          | 0.32           | 1.51                  |
| 11   | 7             | 9           | 1818.00       | 300.00        | 29.4          | 0.42           | 1.51                  |
| 12   | 9             | 10          | 200.00        | 100.00        | 2.5           | 0.32           | 0.43                  |
| 13   | 10            | 11          | 700.00        | 80.00         | 0.6           | 0.12           | 0.30                  |
| 14   | 10            | 12          | 620.00        | 100.00        | 2.0           | 0.25           | 0.79                  |
| 15   | 9             | 13          | 200.00        | 200.00        | 9.3           | 0.30           | 0.15                  |
| 16   | 9             | 13          | 200.00        | 300.00        | 27.5          | 0.39           | 0.15                  |

In particolare il salto utile risulta:

|                                                |   |        |
|------------------------------------------------|---|--------|
| - quota pelo d'acqua opera di presa            | m | 527,40 |
| - perdita di carico ramo 1                     | m | 0,17   |
| - perdita di carico ramo 2 (uguale rami 3 + 4) | m | 51,18  |
|                                                | m | 476,05 |
| - perdita di carico ramo 5                     | m | 0,28   |
|                                                | m | 475,77 |
| - quota pelo d'acqua serbatoio di Lucchin      | m | 301,00 |

Salto netto    m    174,77

Con i valori di portata e salto sopraindicati la produttività annua dell'impianto risulta (essendo 0,78 il rendimento della turbina e 0,90 quella del generatore):

$$E = \frac{0,034 \times 1000 \times 174,77}{102} \times 0,78 \times 0,90 \times 8640 = 353.343 \text{ Kwh}$$

che si arrotonda a circa 350.000 Kwh per tenere conto delle fermate dell'impianto per guasti, manutenzioni, disservizi sulla rete ENEL, ecc.