

ALLEGATO X1

**COMMISSIONE PARITETICA PER LO STUDIO DI FATTIBILITA'
PER IL RIUTILIZZO DELL'ACQUA DI SCARICO DAL
DEPURATORE CONSORTILE**

CONSORZIO DI SVILUPPO INDUSTRIALE DELLA VALLE DEL BIFERNO

ENERGIA MOLISE S.P.A.

COMMISSIONE PARITETICA

PER LO

**STUDIO DI FATTIBILITÀ PER IL RIUTILIZZO DELL'ACQUA DI SCARICO DAL
DEPURATORE CONSORTILE**

RELAZIONE CONCLUSIVA

FEBBRAIO 2007

1. Premesse

Nella presente relazione la *COMMISSIONE Paritetica* (nel seguito indicata come *COMMISSIONE*) formata tra il *CONSORZIO di Sviluppo Industriale della Valle del Biferno* (nel seguito indicato come *CONSORZIO*) e la società *ENERGIA Molise S.P.A.* (nel seguito indicata come *ENERGIA*) illustra lo Studio di Fattibilità sul Riutilizzo dell'Acqua di Scarico dal Depuratore Consortile per il Raffreddamento della centrale termoelettrica in fase di realizzazione nell'area ASI di Termoli, e le conclusioni alle quali è pervenuta.

La successione degli atti relativi alla procedura VIA, che hanno portato alla nomina e alla definizione dei compiti di questa *COMMISSIONE*, è la seguente:

- il 4 luglio 2000 *ENERGIA* attivò la procedura VIA per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica, della potenza termica immessa con il combustibile di 1300 MW circa e elettrica di 750 MW (*protocollo Servizio VIA nr. 8798/VIA/A.0.13.B del 12 luglio 2000*);
- il Ministero delle Attività Produttive con nota dell'08-03-2002 chiese ad *ENERGIA* di dare attuazione a quanto disposto dal comma 4 dell'art. 1 del D. L. 07-02-2002, n. 7;
- il 28-03-2002 *ENERGIA* adempì a quanto richiesto dal Ministero delle Attività Produttive, integrando la documentazione già presentata ai fini della procedura VIA;
- il 09-04-2002 fu indetta la prescritta Conferenza dei Servizi per il 13-05-2002;
- il 03-09-2002 il Ministro dell'Ambiente con parere DEC/VIA/7584 dichiarò l'intervento di cui trattasi ambientalmente compatibile con prescrizioni;
- il 09-10-2002 si concluse favorevolmente la prescritta Conferenza dei Servizi con l'acquisizione di tutte le prescrizioni formulate;
- il 06-12-2002 il Ministero delle Attività Produttive con Decreto del Direttore Generale per l'ENERGIA e le Risorse Minerarie n. 55/01/2002 rilasciò l'autorizzazione unica integrata per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto per la produzione di energia

elettrica di cui trattasi, salvo l'ottemperanza delle prescrizioni nello stesso Decreto riportate.

2. Nomina della **COMMISSIONE**

Il *CONSORZIO* stipulò con *ENERGIA* un *Atto Unilaterale di Impegno* il 1° ottobre 2003, con il quale fu sancito al punto 8 dell'art. 1 la necessità di completare lo studio di fattibilità sul riutilizzo delle acque reflue del depuratore consortile e di affidare questo compito ad una *COMMISSIONE Paritetica* composta da 5 componenti: 2 in rappresentanza del *CONSORZIO*, 2 in rappresentanza di *ENERGIA* e il Presidente individuato di comune accordo tra le parti.

Il 03-08-2004 il Presidente del *CONSORZIO* designò quali rappresentanti del *CONSORZIO* il dr. Fabio RASTELLI e l'ing. Annamaria PERLA; il 20-08-2004 *ENERGIA* designò quali suoi rappresentanti l'ing. Alberto BIGI e l'ing. Davide STROPPA, i quali cominciarono gli approfondimenti sullo studio di fattibilità.

Il 15-10-2005 fu nominata la presente *COMMISSIONE*, con lettera di incarico al prof. Rodolfo M. A. NAPOLI in qualità di presidente della stessa, composta da:

- prof. ing. Rodolfo M. A. NAPOLI, ordinario di ingegneria Sanitaria Ambientale dell'Università degli Studi di Napoli "Parthenope", presidente,
- dr. Fabio RASTELLI, funzionario del *CONSORZIO*, rappresentante di quest'ultimo,
- ing. Annamaria PERLA, funzionario del *CONSORZIO*, rappresentante di quest'ultimo,
- ing. Alberto BIGI, consigliere con procura di *ENERGIA*, rappresentante di quest'ultima,
- ing. Davide STROPPA, impiegato di *ENERGIA*, rappresentante di quest'ultima.

Il 03-11-2005 si è insediata la *COMMISSIONE*; in quell'occasione l'ing. BIGI, nella sua qualità, introdusse la sostituzione dell'ing. STROPPA con l'ing. Nicola GREGORINI e l'ing. Antonio DEL TORTO, presidente del *CONSORZIO*, dichiarò che avrebbe sostituito a titolo definitivo il dr. Fabio RASTELLI.

In conclusione la *COMMISSIONE* ha proseguito e concluso i suoi lavori così composta:

- prof. ing. Rodolfo M. A. NAPOLI, presidente,
- dott. ing. Antonio DEL TORTO, rappresentante del *CONSORZIO*,
- dott. in. Annamaria PERLA, rappresentante del *CONSORZIO*,
- dott. ing. Alberto BIGI, rappresentante di *ENERGIA*,
- dott. ing. Nicola GREGORINI, rappresentante di *ENERGIA*, Segretario.

3. Compiti ed obiettivi della *COMMISSIONE*

Il compito affidato dal *CONSORZIO* e da *ENERGIA* alla *COMMISSIONE* è stato quello di concludere lo studio di fattibilità della predisposizione del sistema di raffreddamento della centrale per l'eventuale uso dell'acqua di scarico dal depuratore consortile.

All'atto dell'insediamento la *COMMISSIONE*, dopo un'attenta lettura degli atti della procedura di autorizzazione VIA, per dare un'esauritiva risposta al mandato ricevuto ha ritenuto indispensabile inquadrare il problema nell'ambito più ampio del problema dell'ottimizzazione delle risorse idriche del comprensorio, e ciò in accordo con quanto riportato a pag. 11, capoverso "Uso delle risorse idriche" del precitato Decreto di Autorizzazione Unica n. 55/01/2002.

Ciò premesso la *COMMISSIONE* ha così definito gli obiettivi dello studio di fattibilità:

- definizione dei punti di interesse del Decreto di Autorizzazione Unica;
- caratterizzazione dell'effluente del depuratore consortile;
- caratterizzazione del circuito di raffreddamento della centrale;
- individuazione dei trattamenti ai quali sottoporre l'effluente del depuratore consortile per consentirne il riutilizzo nel circuito di raffreddamento della centrale;
- individuazione di eventuali interventi alternativi intesi ad ottimizzare l'uso delle risorse idriche nell'ambito del comprensorio;
- valutazione complessiva e scelta della soluzione da proporre.

4. Lavori della COMMISSIONE

La *COMMISSIONE* si è riunita collegialmente nei giorni:

- il giorno 06-10-2005, alle ore 15:30 presso la sede della FICEI in Roma,
- il giorno 03-11-2005, alle ore 15:30 presso il Ministero del Lavoro in Roma;
- il giorno 12-12-2005, alle ore 10:30 presso la sede del *CONSORZIO*;
- il giorno 19-04-2006, alle ore 15:30 presso la sede del *CONSORZIO*;
- il giorno 01-09-2006, alle ore 10:00 presso la sede del *CONSORZIO*;
- il giorno 7 febbraio, alle ore 16:00 presso la sede del *CONSORZIO*.

Inoltre, in seduta aperta singolarmente o a gruppi, i componenti della *COMMISSIONE* hanno lavorato per approfondire i temi di studio discussi successivamente nelle sedute collegiali.

5. Definizione dei punti di interesse del Decreto di Autorizzazione Unica

Dall'esame del precitato Decreto di Autorizzazione Unica i riferimenti all'uso e alla protezione delle risorse idriche sono i seguenti:

- pag. 4, punto 4 del 3° capoverso: al termine del procedimento per l'Autorizzazione Unica, dopo aver esaminato la possibilità di adottare un sistema di raffreddamento ad aria, l'Autorità è giunta alle seguenti conclusioni:
 - l'eventuale realizzazione di un sistema di raffreddamento ad aria, già contemplata nel corso della procedura di VIA, non è stata ritenuta ottimale per gli ingombri e per le emissioni sonore;
 - la protezione delle risorse idriche, e nella fattispecie quelle dell'invaso del Liscione, è assicurata dalla normativa di settore che regolamenta le priorità d'uso in caso di scarsità delle risorse stesse;

- pag. 9, Sicurezza idraulica: l'ottemperanza del piano di messa in sicurezza del sito della centrale e quella dello studio idraulico sull'influenza delle opere sul deflusso delle portate del Fiume Biferno con un tempo di ritorno di 500 anni (tenendo anche conto dei possibili fenomeni di "dam-break") sono state demandate al Ministero dell'Ambiente;
- pag. 11, Uso delle risorse idriche: al fine di ottimizzare l'uso delle risorse idriche nell'ambito del comprensorio, in base allo studio di fattibilità già in corso, il sistema di raffreddamento della centrale dovrà essere predisposto anche per l'eventuale uso dell'acqua di scarico dal depuratore consortile;
- pag. 13, Comune di Portocannone ecc., punto 4: nel corso della Conferenza dei Servizi, nell'ambito delle ulteriori prescrizioni che hanno condizionato il parere favorevole, il Comune di Portocannone ha ribadito la prescrizione del Ministero dell'Ambiente relativa all'uso delle risorse idriche, ovvero ha richiesto di massimizzare i recuperi idrici e predisporre il sistema di raffreddamento della centrale anche per l'eventuale uso dell'acqua di scarico del depuratore consortile.

In conclusione, dall'analisi del Decreto di Autorizzazione Unica emergono i seguenti punti di riferimento:

- a) il sistema di raffreddamento ad acqua è stato ritenuto ambientalmente meno impattante di quello ad aria, nonostante i maggiori consumi idrici;
- b) la regolamentazione esistente in tema di uso delle risorse idriche è stata ritenuta dall'Autorità sufficiente a garantire gli usi prioritari e la protezione delle risorse idriche, senza ulteriori prescrizioni;
- c) l'impiego dell'effluente del depuratore consortile è previsto limitatamente al circuito di raffreddamento della centrale; l'uso di questa risorsa idrica non convenzionale è ritenuto eventuale (sia per l'improbabilità di carenza di disponibilità delle risorse idriche convenzionali sia per le ricadute sulla gestione impiantistica); per quanto riguarda gli esiti della procedura di VIA, il Ministero dell'Ambiente ha ritenuto che l'ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche nell'ambito comprensoriale rappresenta il *focus* della salvaguardia della componente ambientale "acqua";

- d) il problema dell'uso e della protezione delle risorse idriche è stato sollevato soltanto dal Comune di Portocannone in sede di Conferenza di Servizi, richiedendo prescrizioni peraltro già dettate dal Ministero dell'Ambiente nel Decreto di Compatibilità Ambientale.

In conclusione, al termine dell'analisi puntuale del Decreto di Autorizzazione Unica, sono stati pienamente confermati gli obiettivi individuati dalla *COMMISSIONE* che ha, pertanto, deciso di proseguire secondo il programma tracciato all'inizio.

6. Caratterizzazione dell'effluente del depuratore consortile

6.1 Descrizione del depuratore consortile

Il depuratore consortile, realizzato nel 1975-76, ha subito nel tempo interventi di ampliamento ed adeguamento funzionale in risposta ad una realtà insediativa in continuo mutamento in termini tipologici e quindi di esigenze impiantistiche ed infrastrutturali.

Gli interventi infrastrutturali e tecnologici che si sono succeduti nel corso dell'attività di gestione dell'impianto, hanno interessato sia l'inserimento di nuove sezioni di processo, in linea con le specifiche esigenze depurative delle aziende insediate, sia la sostituzione delle tecnologie in atto con altre di pregio soprattutto gestionale.

Entrando nel merito della descrizione del processo, si riporta di seguito la successione logica dei trattamenti attualmente in linea con alcuni dettagli utili ad indicare le potenzialità idriche e depurative dell'impianto:

a linea liquami

- *grigliatura* fine con spaziatura 6 mm;

- accumulo ed omogeneizzazione: n. 2 vasche di da 3.500 m³ / cad;
- *dissabbiamento* a pista;
- *disoleaggio e sedimentazione primaria*: sezione costituita da una vasca rettangolare da 300 m³ con un tempo di residenza medio pari a 20 min;
- *chiariflocculazione di primo stadio*: all'attuale vasca circolare (diametro 22 m, capacità 1.700 m³) sarà aggiunta una ulteriore vasca - attualmente utilizzata per il trattamento terziario;
- *ossidazione biologica*: la sezione è costituita attualmente da n. 4 vasche a fanghi attivi da 2.000 m³ ciascuna seguite da sedimentazione, secondo una linea impiantistica tradizionale. È prevista, entro la primavera 2007, l'entrata in funzione del raddoppio dell'intera sezione con l'adeguamento tecnologico del sistema di trasferimento dell'ossigeno, installando aeratori a bolle fini in tutte le otto vasche;
- *trattamento terziario*: chiariflocculazione costituita da un sedimentatore circolare di 900 m³ e di 22 m di diametro. È previsto a breve un potenziamento di questa sezione mediante l'attivazione di tre vasche circolari di 22 m di diametro;
- *disinfezione*: la sezione ha una capacità pari a 300 m³ con un tempo di contatto di 20 min.

b- linea fanghi:

- *ispessimento a gravità*: attualmente la sezione consta di una vasca circolare di cui è previsto il raddoppio. È previsto, inoltre, l'inserimento di una fase di premiscelazione dei fanghi per consentire di omogeneizzare le portate in ingresso e migliorare le capacità di ispessimento;
- *disidratazione*: meccanica con nastropressa; allo stato sono presenti due nastropresse della KLEIN (potenzialità di 20 m³/h ciascuna). La sezione sarà a breve potenziata con una filtropressa a membrane, un sistema innovativo in termini di potenzialità (in percentuale dal 50% al 150% in più, a seconda del tipo del fango e delle condizioni di esercizio) e rendimento (il secco

- mediamente è il 5% superiore a quello dei filtri a camera);
- *stabilizzazione*: con ossido di calcio; il trattamento avviene aggiungendo ossido di calcio (in proporzione di $12\div 35$ kg/m³ di fango da disidratare) prima dello stoccaggio del fango nei cassoni in attesa dello smaltimento finale nella discarica consortile.

6.2 Portate e qualità dell'effluente del depuratore consortile

Vengono addotte all'impianto di depurazione consortile le acque reflue industriali e quelle sanitarie delle aziende insediate nell'area. Viene effettuata anche un'attività di smaltimento di rifiuti liquidi, limitata in quantità e comunque di qualità compatibile con l'assetto degli scarichi corrivati all'impianto.

Per valutare la qualità dell'effluente sono stati presi in esame i dati rilevati nel quadrimestre Luglio-Ottobre 2006; la scelta del periodo è stata motivata per cogliere la concomitanza di due effetti fondamentali: la campagna di produzione dello Zuccherificio e le prove di funzionamento della centrale .

Per quanto riguarda i parametri oggetto dell'analisi, sono stati presi in esame sia quelli che di prassi vengono utilizzati per valutare il corretto funzionamento del depuratore (portata, COD, composti azotati, fosforo), e sia quelli che sono determinanti ai fini della valutazione della fattibilità del riutilizzo dell'effluente nel circuito di raffreddamento della centrale (cloruri e solfati per il potere corrosivo, calcio e magnesio per il potere incrostante).

Sono stati esclusi composti in alcuni periodi legati a problematiche specifiche, come l'MBT e il colore.

In *Appendice* sono riportati i valori rilevati in ingresso e in uscita dall'impianto, i valori *Max* e *Min* e l'efficienza di rimozione.

Per valutare l'andamento dei parametri, in accordo con normativa vigente, è stato scartato il 10% dei dati relativi alle concentrazioni in uscita; così operando si è pervenuti ai

seguenti risultati:

- a - Portate: le elaborazioni sono state fatte su un campione di 123 dati; la portata media è di circa 12.110 m³/d (~ 500 m³/h); le punte di *Max* raggiungono circa 16.630 m³/d e quelle di *Min* scendono fino a 4.360 m³/d (~ 200 m³/h).

Si tratta di oscillazioni di certo impegnative per la tipologia e per le dimensioni dell'impianto, che possono ripercuotersi con effetti negativi sulla qualità dell'effluente e, di conseguenza, anche sulle potenzialità del suo riutilizzo, pur operando il depuratore in condizioni ottimali.

- b - COD: le elaborazioni sono state fatte su circa 200 dati rilevati in ingresso e in uscita; per quanto riguarda le concentrazioni in uscita sono stati scartati 10 valori più alti su 103 dati.

La concentrazione media del COD in ingresso oscilla intorno ad un valore medio di circa 133 mg/l; in uscita si sono riscontrate punte di *Max* che raggiungono 215 mg/l. Nonostante valori medi dell'efficienza di rimozione sufficientemente alti (circa il 63 %) le oscillazioni di efficienza indicano che la tipologia del depuratore non è in grado di assorbire la variabilità della qualità dell'influenza: infatti si registra una variazione dell'abbattimento da un *Max* di 776 mg/l ad un *Min* di appena 44 mg/l, valori ai quali fa riscontro un variazione dell'efficienza da un *Max* dell'87 % ad un *Min* del 22,5%.

L'analisi dei dati consente di affermare che questi risultati non sono da considerarsi deludenti, né imputabili a problemi di esercizio dell'impianto o alla tipologia dei processi depurativi adottati, ma sono da imputarsi esclusivamente alla variabilità degli scarichi addotti all'impianto.

- c - Composti azotati: per quanto riguarda l'*Ammoniacca* le elaborazioni sono state fatte su 176 dati rilevati in ingresso e in uscita e da questi ultimi sono stati scartati gli 8 valori più alti su 88 dati; per quanto riguarda i *Nitriti* le elaborazioni sono state fatte su 206 dati rilevati in ingresso e in uscita e da questi ultimi sono stati scartati i 9 valori più alti su 97 dati; per quanto riguarda i *Nitrati* le elaborazioni sono state fatte su 204 dati rilevati in ingresso e in uscita e da questi ultimi sono stati scartati i 9 valori più alti su

98 dati.

L'ammoniaca, i nitriti e i nitrati sono di prassi assunti come indici per valutare l'efficienza dei processi biologici. In questo caso, trattandosi di acque reflue industriali, essi consentono anche di valutare la potenzialità del processo di bio-demolizione delle sostanze organiche presenti nell'influente e, di conseguenza, i rischi che la loro presenza nell'effluente può determinare nel caso del suo riutilizzo.

Per quanto riguarda le concentrazioni in ingresso, i valori rilevati (prossimi allo zero o comunque molto inferiori ai limiti ammissibili allo scarico come nel caso dell'ammoniaca) indicano che l'azoto può essere in difetto ai fini dei processi biologici e, di conseguenza, potrebbe limitare la possibilità di bio-demolire le sostanze organiche in soluzione.

Le concentrazioni in uscita oscillano in intervalli così limitati da non consentire di formulare alcuna altra ipotesi diversa da quella innanzi esposta. In ogni caso l'incremento, seppur modesto, della concentrazione dell'ammoniaca nell'effluente testimonia lo sviluppo di processi di bio-demolizione dei composti organici azotati. È da osservare, infine, che in alcuni giorni sono stati rilevati valori in uscita maggiori di quelli in entrata; effetto da imputare all'effetto di modulazione e di accumulo dell'impianto: questo fenomeno non si ripete nelle stesse date per tutti e tre i parametri e, comunque, è così contenuto e *random* che non autorizza alcuna considerazione.

d - Fosforo: le elaborazioni sono state fatte su 208 dati rilevati in ingresso e in uscita e da questi ultimi sono stati scartati i 10 valori più alti su 104 dati

Dall'esame dei dati si osserva quanto segue:

- la presenza del *Fosforo* non costituisce alcun problema per la gestione del depuratore: i valori *Max* sono di gran lunga al di sotto dei limiti di legge per la qualità degli effluenti (<10 mg/l);
- la bassa concentrazione dei composti azotati si risente anche sull'*uptake* biologico del fosforo;
- le concentrazioni medie in uscita riscontrate in alcuni giorni, inferiori a quelle rilevate in ingresso, non sono significative numericamente e possono essere

ragionevolmente imputate all'effetto di modulazione e di accumulo del depuratore.

- e - Anioni: come innanzi detto, l'attenzione è stata rivolta ai Solfati e ai Cloruri, attesa la loro influenza sul potere corrosivo delle acque da impiegare nei circuiti di raffreddamento.

Per ciascun parametro le elaborazioni sono state fatte su 206 dati rilevati in ingresso e in uscita e, sempre per ciascun parametro, sono stati scartati i 9 valori più alti su 98 dati di concentrazioni in uscita.

Per quanto riguarda i Solfati in ingresso sono state rilevate concentrazioni che oscillano intorno ad un valore medio di circa 719 mg/l ed arrivano a punte di *Max* di 1.110 mg/l. Ovviamente la tipologia del depuratore non consente abbattimenti apprezzabili, nonostante l'efficienza di rimozione raggiunga punte di *Max* di oltre il 36%: occorre, infatti, tenere presente che l'efficienza media non raggiunge circa il 5%.

In conclusione l'analisi dei risultati consente di affermare che il ciclo di depurazione non sortisce alcun effetto sui solfati e che le concentrazioni in uscita oscillano in un intervallo i cui estremi superano i 900 mg/l.

Per quanto riguarda i Cloruri il loro andamento riflette quello dei solfati.

Anche in questo caso, considerata la loro influenza sul potere corrosivo delle acque da impiegare nei circuiti di raffreddamento, destano preoccupazione sia le concentrazioni medie in uscita (circa 840 mg/l) sia le oscillazioni *Max-Min* che raggiungono punte prossime ai 500 mg/l.

- g - Cationi: sono stati analizzati gli andamenti del Calcio e del Magnesio in quanto determinanti per il potere incrostante delle acque da impiegare nei circuiti di raffreddamento. È stato preso in considerazione anche il Potassio perchè presente in concentrazioni notevoli e per questo incidente sul pH e, di conseguenza, sull'andamento dell'indice di saturazione delle acque.

Le elaborazioni sono state fatte, per ciascun dei tre elementi, su 154 dati ciascuno rilevati in ingresso e in uscita; dai 3 campioni di 77 dati rilevati in uscita, sono stati scartati i 7 valori più alti.

Per quanto riguarda il Calcio le concentrazioni in ingresso oscillano intorno ad un valore di 240 mg/l, con punte di *Max* che raggiungono i 715 mg/l. I processi depurativi sortiscono un effetto di rimozione apprezzabile con un'efficienza che oscilla intorno ad un valore medio del 25% e raggiunge punte di *Max* di oltre il 91%: tutto ciò si traduce in una concentrazione media in uscita di circa 162 mg/l e con punte di *Max* che non superano i 259 mg/l.

L'andamento del Magnesio riflette quello del calcio, ma con valori più bassi. Infatti in ingresso si riscontra una concentrazione media di circa 47 mg/l e punte di *Max* di 87 mg/l; in uscita i corrispondenti valori sono entrambi inferiori (concentrazione media ~ 34 mg/l; concentrazione *Max* ~ 52 mg/l) dimostrando, così, che i processi depurativi hanno un'efficienza di rimozione del magnesio che oscilla intorno ad un valore medio del 25% e raggiunge punte di *Max* di oltre il 91%.

Per quanto riguarda il Potassio, infine, la sua concentrazione in ingresso è comparabile con quella del calcio (concentrazione media 233 mg/l; concentrazione *Max* ~ 655 mg/l). Decisamente inferiore, invece, l'efficienza di rimozione che si mantiene su valori medi inferiori all'1%, con punte di *Max* del 27%; in uscita, infatti, la sua concentrazione media è di 208 mg/l e quella *Max* raggiunge i 321 mg/l).

6.3 *Rischi di fuori esercizio*

I rischi di fuori servizio sono limitati dalla stessa struttura delle sezioni impiantistiche.

Per i trattamenti fondamentali è predisposta una struttura modulare comunque by-passabile all'occorrenza: in ogni caso il depuratore dispone, nel caso di disservizio elettrico o di altra natura, della possibilità di utilizzare degli invasi che garantiscono un'elasticità di intervento per quasi venti ore, calcolate sull'attuale assetto degli scarichi. Quanto descritto è confermato dall'esperienza di gestione che non riporta casi di fermo impianto se non dovuto ad eventi eccezionali quali l'alluvione del gennaio 2003.

6.4 Conclusioni

Il depuratore consortile a servizio dell'area ASI di Termoli, è stato realizzato secondo lo schema depurativo che di prassi viene adottato per installazioni consimili.

I valori di efficienza di rimozione del COD dimostrano che non vi sono problemi di gestione, pertanto le oscillazioni delle concentrazioni rilevate nell'effluente sono da imputarsi unicamente all'estrema variabilità della qualità dell'influente.

I valori riscontrati in uscita per gli anioni e i cationi rientrano nella norma e non costituiscono problema per la qualità dell'effluente.

Ai fini della possibilità di riutilizzo dell'effluente nel circuito di raffreddamento della centrale, l'analisi dell'andamento dei dati raccolti nel quadrimestre Luglio – Ottobre 2006 porta alle seguenti conclusioni:

- la grande variabilità delle concentrazioni degli anioni e dei cationi in uscita non autorizza a prendere come riferimento i valori medi, ma, per obiettive condizioni di sicurezza di esercizio degli impianti della centrale, occorre fare riferimento ai valori *Max* rilevati;
- con riferimento ai dati riportati in *Appendice*, sono stati assunti come *Input* per la valutazione del riutilizzo dell'effluente nel ciclo di raffreddamento della centrale i seguenti dati:

<i>Anioni (mg/l)</i>		<i>Cationi (mg/l)</i>	
Nitriti	0	Ammoniaca	9
Nitrati	7	Calcio	260
Solfati	1.100	Magnesio	50
Cloruri	1.100	Potassio	320

- la grande variabilità delle portate non autorizza a prendere come riferimento il valore medio, ma per obiettive condizioni di sicurezza di esercizio dell'impianto di trattamento dell'effluente e del circuito di raffreddamento della centrale occorre fare riferimento al valore *Min* rilevato (200 m³/h).

7. Caratterizzazione del circuito di raffreddamento della centrale

7.1 Breve descrizione della centrale

La centrale termoelettrica di Termoli (CB) è un impianto da circa **750 MW**, ottenuti attraverso 3 generatori elettrici, 2 turbine a gas ed 1 turbina a vapore (ciclo combinato gas-vapore).

Il gas naturale per l'alimentazione delle turbine è prelevato dalla rete nazionale attraverso un gasdotto di circa 13 km.

Le due caldaie a recupero, installate a valle delle turbine, producono vapore utilizzando i fumi caldi scaricati dalle turbine stesse (circa 600°C) ed alimentano la turbina a vapore della centrale; il vapore viene condensato sottovuoto attraverso un circuito di raffreddamento con torri evaporative e torna in ciclo alimentando nuovamente le caldaie.

La potenza generata a 16 kV viene trasformata in alta tensione e, attraverso un elettrodotto di circa 14 km, viene distribuita sulla rete nazionale a 400 kV presso la stazione elettrica di Larino.

I macchinari e gli impianti più significativi installati sono i seguenti:

- n. 2 turbine a gas GE PG9351FA DLN2+ da 250 MW,
- n. 2 caldaie a recupero NECCT da 150/35/6 bar, per la generazione di 400 ton/h di vapore ciascuna,
- n. 1 turbina a vapore SIEMENS K30-25 N30-2x10 da 250 MW,
- n. 3 generatori elettrici GE/SIEMENS da 320 MVA raffreddati ad idrogeno,
- n. 3 trasformatori elevatori ELIN 15/400 kV-ODAF da 340 MVA,
- n. 1 stazione blindata AT SIEMENS per la distribuzione in rete della potenza,
- n. 1 condensatore ad acqua SIEMENS da 460 MWh con 16.200 tubi di 11 m,

- n. 12 torri di raffreddamento ad umido MARLEY da 2,5 ML m³/h d'aria ciascuna,
- n. 1 stazione gas NUOVO PIGNONE per il trattamento di 150.000 Sm³/h di gas,
- n. 1 impianto di produzione acqua demineralizzata TEPRO da 40 m³/h.

7.2 *Descrizione del circuito idrico della centrale*

Il circuito idrico della centrale, ai fini del presente studio di fattibilità è stato suddiviso in 4 sub-sistemi in funzione della utenze alimentate, e precisamente:

- circuito caldaie,
- circuito idropotabile per servizi sanitari,
- circuito altri servizi e rete antincendio,
- circuito di raffreddamento.

7.2.1 *Circuito caldaie*

L'acqua di alimentazione delle caldaie viene sottoposta ad un trattamento di demineralizzazione. Il vapore viene condensato quasi completamente e torna in circolo.

In condizioni di funzionamento a regime viene alimentata all'impianto di demineralizzazione una portata di *make up* di 14,5 m³/h, che bilancia: lo spurgo dalle caldaie e lo scarico dell'impianto di demineralizzazione, le perdite in vapore e lo spillamento per il circuito di raffreddamento.

7.2.2 *Circuito servizi sanitari*

Il fabbisogno idrico per i servizi sanitari della centrale è stato valutato in 0,5 m³/h.

7.2.3 *Circuito altri servizi e rete antincendio*

Il fabbisogno idrico per soddisfare tutti gli altri servizi della centrale è stato valutato in 1 m³/h.

7.2.4 *Circuito di raffreddamento*

Il circuito di raffreddamento della centrale ha la doppia finalità di provvedere alla condensazione del vapore di scarico della turbina a vapore e di mantenere entro un intervallo definito le temperature di funzionamento di alcuni macchinari dell'impianto; è costituito da 12 torri evaporative nelle quali l'aria atmosferica aspirata dai ventilatori entra in contatto con l'acqua circolante saturandosi e riscaldandosi per effetto dell'evaporazione di una parte di essa, determinando, così, il raffreddamento della restante aliquota.

Le caratteristiche dimensionali delle torri sono riportate nella tabella che segue.

<i>Dimensioni</i>	<i>Valore</i>
Numero di celle	12,0
Configurazione	back to back
Larghezza passaggio aria per cella (m)	16,20
Altezza passaggio aria per cella (m)	6,10
Diametro girante (m)	10,36

Il carico termico disperso in atmosfera, con la centrale a carico massimo, è per circa il 95% dovuto alla condensazione del vapore e per il restante 5% al raffreddamento dei macchinari (servizi ausiliari); le condizioni di progetto delle torri evaporative sono riportate nella tabella che segue:

<i>Dati di progetto</i>	<i>Valore</i>
Portata acqua circolante (m ³ /h)	42.000
Portata acqua al condensatore turbina (m ³ /h)	40.000
Portata acqua servizi ausiliari (m ³ /h)	2.000
Temperatura ingresso acqua in torre (C°)	32,30

Temperatura uscita acqua dalla torre (C°)	22,30
Delta temperatura acqua in torre (C°)	10,00
Temperatura di bulbo secco (C°)	18,66
Temperatura di bulbo umido (C°)	16,20

Il fabbisogno idrico è variabile ed è determinato, oltre che dal carico della centrale, dalle condizioni meteorologiche e dal chimismo delle acque.

Per stimare l'influenza delle prime basti considerare che durante la stagione invernale una frazione importante del carico termico, fino al 30-40%, è scambiata direttamente con l'aria senza evaporazione; d'estate, invece, con temperature di bulbo umido superiori a 20°C, tutto lo scambio termico avviene per evaporazione.

Ne consegue che, in condizioni di carico medio, i consumi idrici di una torre evaporativa possono arrivare nella stagione estiva fino a punte di circa 700 m³/h e scendere nella stagione invernale anche al di sotto dei 500 m³/h; in condizioni, poi, di funzionamento al minimo tecnico i consumi si riducono di un ulteriore 30%.

Nella Fig. 1 (allegata in *Appendice*) sono riportati i consumi idrici stimati in funzione della temperatura esterna.

Per quanto riguarda l'influenza del chimismo delle acque occorre considerare che, a causa dell'evaporazione, il contenuto di solidi disciolti va progressivamente aumentando e pertanto il riciclo delle acque è possibile fin quando il livello di salinità non raggiunge le condizioni critiche alle quali non è più possibile controllare i fenomeni di incrostazione e/o di precipitazione dei carbonati, o di corrosione per elevata conducibilità con basso pH.

Occorre tenere presente che, per valutare l'aumento di salinità, non è sufficiente fare riferimento unicamente a quella delle acque di *make-up*, occorre portare in conto anche gli additivi chimici che vengono aggiunti per condizionare le acque, e precisamente:

- acido solforico, per neutralizzare l'alcalinità presente,
- inibitore della corrosione, per controllare i fenomeni corrosivi nelle tubazioni e sulle superfici esposte,
- disperdenti, per evitare depositi e le successive incrostazioni,

- ipoclorito, come biocida.

Dell'importanza del chimismo delle acque di *make-up* ne è riprova il fatto che il funzionamento del circuito di raffreddamento è valutato in *cicli di concentrazione*; ne consegue che se l'acqua di reintegro ha un'elevata concentrazione di sali (in particolare cloruri e carbonati) occorre aumentare la portata di spurgo e diminuire il numero di cicli di concentrazione

Nella Fig. 2 (allegata in *Appendice*) è sono riportate le curve *consumi stimati - temperatura esterna* in funzione dei cicli di utilizzo.

La problematica della variazione del fabbisogno idrico del circuito di raffreddamento è stata comunque esposta nella relazione integrativa allo studio di impatto ambientale presentato al Ministero dell'Ambiente, dove è stata approfondita l'influenza dei fattori carico, meteo e qualità delle acque e, utilizzando valori mediati, è stato evidenziato come l'aumento del numero dei cicli di concentrazione di progetto comportasse una riduzione dei consumi.

È infine da sottolineare che spingere il numero dei cicli di concentrazione a valori prossimi a 8 con la finalità di ridurre il prelievo idrico, aumenta in modo consistente il trattamento chimico sull'acqua circolante del circuito (con sovradosaggi di acido solforico e conseguente innalzamento della salinità complessiva sul circolante, in particolare solfati, carbonati e cloruri) e determina, di conseguenza, il peggioramento dalla qualità dello spurgo.

A questo ultimo aspetto è stata dedicata particolare attenzione perchè nell'attuale configurazione è previsto che le acque di scarico della centrale vengano addotte al depuratore consortile e l'innalzamento della concentrazione dei cloruri e dei solfati potrebbe determinare il superamento dei limiti allo scarico

7.3 Caratterizzazione dell'alimentazione idrica delle centrale

Per quanto riguarda la qualità dell'acqua alimentata alla centrale, si è assunto come riferimento quella erogata dall'acquedotto consortile.

Pertanto, per rendere efficace il confronto con l'effluente del depuratore consortile,

sono stati assunti come riferimento per la valutazione della fattibilità del riutilizzo, gli stessi anioni e cationi rilevati in ingresso e in uscita dall' depuratore.

Dai dati messi a disposizione dal CONSORZIO e da ENERGIA, sono state così definite le caratteristiche dell'acqua che verrà alimentata in centrale:

<i>Anioni (mg/l)</i>		<i>Cationi (mg/l)</i>	
Nitriti	0	Ammoniaca	0,4
Nitrati	7,6	Calcio	70
Solfati	70	Magnesio	20
Cloruri	50	Potassio	8

Per quanto riguarda la stima del fabbisogno si è tenuto conto sia dei dati presentati nel 2002 al Ministero dell' Ambiente (riportati nel SIA e nella relazione integrativa), sia di quelli acquisiti successivamente; nella tabella che segue i risultati delle successive valutazioni sono messi a confronto:

	Valutazione 2002 (m ³ /h)	Valutazione 2006 (m ³ /h)	Variazione (m ³ /h)
Circuito torri	650	650	0
Circuito caldaie	18	14,5	-3,5
Circuito servizi vari	55	1	-54
Circuito usi sanitari	-	0,5	+0,5
Totale	723	666	-57
Scarico	128	118	-10

Nel corso dello studio si è potuto verificare che l'affinamento progettuale ha permesso di conseguire un'ulteriore riduzione di circa il 8% sia dei consumi sia degli scarichi.

Nella Fig. 3 (allegata in *Appendice*), infine, è riportato il bilancio dei consumi idrici della centrale valutato nell'ipotesi di un funzionamento a regime con 6 cicli di concentrazione.

7.4 Conclusioni

L'analisi del circuito idrico della centrale ha permesso di trarre le seguenti conclusioni:

- il circuito di raffreddamento assorbe oltre il 96% dei consumi idrici, e pertanto è l'unico circuito per il quale può avere senso un intervento per conseguire un risparmio idrico;
- il fabbisogno idrico del circuito di raffreddamento è fortemente condizionato dalle condizioni meteorologiche, dal carico della centrale e dalla qualità dell'acqua in ingresso. Trattandosi di fattori che vanno valutati in uno scenario di medio-lungo termine, occorre fare riferimento a valori medi;
- il condizionamento chimico delle acque del circuito di raffreddamento deve essere valutato sia per gli effetti sui cicli di concentrazione, sia per quelli sulla qualità degli scarichi.

8. Individuazione dei trattamenti ai quali sottoporre l'effluente dell'impianto consortile per consentirne il riutilizzo nel circuito di raffreddamento della centrale

Già nella prima fase dello studio di fattibilità emerse con evidenza che l'elevato concentrazione di solidi disciolti costituiva il vero ostacolo per il riutilizzo dell'effluente di depurazione nel circuito di raffreddamento della centrale.

I successivi approfondimenti hanno pienamente confermato questa ipotesi ed hanno consentito di affinare le valutazioni grazie alla più completa definizione sia delle condizioni operative della centrale, sia delle problematiche connesse con le oscillazioni delle portate e della qualità dell'effluente del depuratore.

Nei paragrafi che seguono sono descritte sia le scelte tecnologiche sia le definizioni impiantistiche.

8.1 Scelta della tecnologia

Preso atto dalle indagini preliminari che le acque da trattare potevano essere classificate come debolmente salmastre, si è scartata l'ipotesi di adottare un trattamento termico (distillazione, turbocompressione, ecc) e si è dedicata l'attenzione ai trattamenti a resine e a quelli a membrane.

Per quanto riguarda lo scambio ionico, la pluralità di anioni e cationi da abbattere richiederebbe un trattamento articolato in più stadi, il tutto reso ancor più complesso dalle ampie oscillazioni di concentrazione rilevate nell'effluente. Questa circostanza, inoltre, determinerebbe un innalzamento del rischio di *breakthrough* nei cicli di scambio e, per essere certi di evitare rischi per il circuito di raffreddamento della centrale, imporrebbe l'adozione di capacità di scambio decisamente inferiori a quelle nominali; tutto ciò determinerebbe un aumento dei cicli di rigenerazione e del conseguente consumo di *chemicals*, nonché il peggioramento della qualità delle acque di scarico.

Le tecnologie a membrane sono, quindi, rimaste le uniche adottabili e tra queste è opinione ampiamente accettata che l'*Osmosi Inversa* presenta i maggiori vantaggi tecnici.

Operata così la scelta della tecnologia, è stato definito il pre-trattamento per superare le problematiche connesse con la qualità delle acque da trattare e con il pericolo di *fouling* batteriologico; si è pervenuti, così, a delineare il seguente ciclo di trattamento:

- a - Stoccaggio: indispensabile per sconnettere idraulicamente il circuito della centrale da quello dell'impianto di depurazione;
- b - Pre-filtrazione di sicurezza: per proteggere i trattamenti a valle dalle oscillazioni di concentrazione dei solidi sospesi;
- c - Filtrazione: con membrane per limitare i rischi di *fouling* batteriologico e per facilitare

le operazioni di lavaggio;

- d - Stoccaggio intermedio: per disconnettere idraulicamente il pre-trattamento dall'Osmosi Inversa;
- e - Osmosi Inversa: con schema di impianto a doppio stadio, per poter meglio controllare i fenomeni di polarizzazione delle membrane e diminuire la pressione di alimentazione.

8.2 Definizioni impiantistiche

L'affinamento dei dati conseguito nell'ultima fase dello studio di fattibilità ha consentito, come detto innanzi, di definire le specifiche impiantistiche.

Ciò ha permesso a questa *COMMISSIONE* di poter utilizzare dati certificati per le valutazioni conclusive, per le quali, occorre sottolineare, non sono stati presi in considerazione parametri economici ritenendo che, nel rispetto delle prescrizioni dell'Autorizzazione Unica, si dovesse procedere a definire in prima istanza la sola fattibilità tecnica del massimo risparmio della risorsa idrica.

Qui di seguito vengono illustrati i dati di progetto, le caratteristiche impiantistiche, le condizioni e le problematiche operative.

8.2.1 Dati di progetto

Applicando criteri di irrinunciabile sicurezza per il circuito di raffreddamento della centrale, sono stati assunti i seguenti dati di progetto:

- Specifiche di qualità dall'acqua grezza: (dati di *Input* all'impianto) si è fatto riferimento ai valori *Max* di concentrazione riscontrati dal *CONSORZIO* nell'effluente del depuratore indicati al precedente § 6.4;
- Portata di acqua grezza: si è fatto riferimento alla portata *Min* dell'effluente del depuratore (200 m³/h) rilevata dal *CONSORZIO* (cfr. punto a- del § 6.2);

- *Specifiche dell'acqua trattata:* (dati di *Output*) si è fatto riferimento a quelli assunti da *ENERGIA* per la progettazione esecutiva e per la realizzazione degli impianti, riportati al §7.3;
- *Produzione netta dell'impianto di trattamento:* tenuto conto della soluzione scelta dello schema a doppio stadio per l'Osmosi Inversa, sempre operando in via cautelativa in modo da limitare al massimo il rischio di fuori servizio, si è assunto un valore di efficienza di permeazione per ogni stadio del 78% (pari a una portata di permeato di circa 120 m³/h); tenuto conto, infine, che per le operazioni di controlavaggio dei filtri verranno utilizzati 20 m³/h (pari al 10% della portata alimentata), la produzione netta dell'impianto rimane definita in 100 m³/h;

Nella Tabella che segue sono raffrontate le concentrazioni in *Input* con quelle in *Output* ed è riportato l'abbattimento richiesto:

Parametri	Input	Output	Abbattimento richiesto
Nitrati (mg/l)	7	7,6	0
Ammoniaca (mg/l)	9	0,4	8,6
Fosfati (mg/l)	4,5	0,4	1,1
Calcio (mg/l)	260	70	190
Magnesio (mg/l)	50	20	30
Potassio (mg/l)	320	5	315
Cloruri (mg/l)	1.100	50	1.050
Solfati (mg/l)	1.100	70	1.030
Solidi sospesi (mg/l)	35	< 6	30

Dall'esame della Tabella emerge che per i *Cloruri* è richiesto il maggior abbattimento e, pertanto, questo anione è stato assunto come riferimento sia per le valutazioni numeriche, sia per verificare il rispetto dei limiti.

8.2.2 *Caratteristiche impiantistiche*

Con riferimento al ciclo di trattamento descritto nel precedente § 8.1, le caratteristiche

impiantistiche sono state così definite:

- a - Stoccaggio: serbatoio in calcestruzzo del volume di circa 1.500 m³;
- b - Pre-filtrazione di sicurezza: griglia fine a tamburo con luci da 500 µm;
- c - Filtrazione: impianto di ultrafiltrazione a flusso tangenziale con pori di diametro nominale dei pori di 0,04 µm; superficie filtrante ~ 12.000 m²; lavaggio con ipoclorito di sodio ed acido citrico
- d - Stoccaggio intermedio: serbatoio in calcestruzzo di circa 400 m³, equipaggiato con lampade UV e filtri sulle bocche d'aria;
- e - Osmosi inversa: impianto a doppio stadio con membrane tipo *hollow fiber* e pressione di alimentazione di 150 bar; efficienza di *recovery* 78%; pulizia chimica delle membrane; condizionamento con biocida; aggiustaggio pH;
- f - Stoccaggio permeato: serbatoio da 400 m³ per lo stoccaggio del permeato per le operazioni di lavaggio e flussaggio delle membrane e per l'alimentazione del circuito di raffreddamento della centrale.

8.2.3 Condizioni e problematiche operative

Tenuto conto della tipologia e delle caratteristiche dell'impianto ad *Osmosi Inversa*, le condizioni operative assunte per la valutazione degli scenari di riutilizzo dell'effluente del depuratore sono quelle riportate nella tabella seguente:

<i>Parametro</i>	<i>Input</i>	<i>Permeato</i>	<i>Concentrato</i>
Portata (m ³ /h)	200	100*	100**
Cloruri (mg/l)	1.100	22	2.717
TDS (mg/l)	5.800	100	14.500

* portata di permeato al netto dei consumi per il lavaggio delle membrane

** portata comprensiva di 20 m³/h per il lavaggio delle membrane

Nel corso, poi della definizione delle ipotesi impiantistiche, sono emerse problematiche operative legate sia all'esercizio del circuito di raffreddamento della centrale e sia alla gestione degli scarichi dell'impianto di Osmosi Inversa.

Per quanto riguarda le problematiche di esercizio occorre tenere presente due aspetti:

- il primo riguarda l'efficacia di reiezione delle membrane che non è omogenea per tutti gli anioni e i cationi;
- il secondo riguarda la variabilità della composizione delle acque grezze da trattare.

L'effetto combinato di questi due aspetti si riflette in una variazione della forza ionica del permeato che richiederà in fase di esercizio un continuo controllo del dosaggio di *chemicals* nella fase di condizionamento e non consentirà di programmare con scadenze certe le operazioni di fermo per le operazioni di pulizia chimica, così come invece avviene nel caso di acque grezze qualità costante, anche se con contenuto salino molto maggiore. In sintesi vengono meno i vantaggi della semplicità di esercizio di un impianto ad Osmosi Inversa.

Per quanto riguarda le problematiche connesse con la gestione degli scarichi, occorre valutare l'effetto della concentrazione di sali nel concentrato. All'uopo, con riferimento alle condizioni operative innanzi illustrate, volendo mescolare la portata del concentrato con quello dell'effluente del depuratore, facendo un bilancio dei *Cloruri* nel coacervo degli scarichi la loro concentrazione potrebbe superare i limiti di ammissibilità allo scarico.

Per evitare questo problema occorre integrare l'impianto di *Osmosi Inversa* con una condotta di scarico diretto a mare; secondo le indicazioni raccolte l'opera avrebbe uno sviluppo di circa 3,5 km con Ø 200.

9. Descrizione degli scenari

Una volta definite le condizioni al contorno, e precisamente:

- le caratteristiche dell'effluente dell'impianto di depurazione dell'ASI di Termoli e le problematiche connesse,
- le problematiche del ciclo di raffreddamento della centrale e la qualità delle acque da alimentare,

- le soluzioni tecniche da adottare,
sono stati individuati gli scenari con l'ottica di ottimizzare il riutilizzo delle risorse acqua, evitando, però, rischi per l'esercizio della centrale.

Così operando, unitamente allo scenario indicato dal Ministero dell'Ambiente, sono stati individuati altri due scenari, uno interno alla centrale ed uno esterno in modo da poter avere tutti gli elementi utili per un confronto.

Tutte le valutazioni sono state condotte sulla base dell'attuale assetto dell'impianto consortile; è ovvio, però, che eventuali variazioni qualitative e/o quantitative dell'effluente dell'impianto di depurazione consortile, determinate dalle implementazioni del processo attualmente in programma o grazie ad interventi futuri, dovranno essere sempre oggetto di esame per verificare la validità degli scenari oggi considerati e l'eventualità di disegnarne altri sempre nell'ottica di privilegiare il risparmio idrico.

9.1 Scenario 1: riciclo e trattamento dell'effluente dell'impianto di depurazione

Questo è lo scenario indicato nelle prescrizioni dell'Autorizzazione Unica: prevede il trattamento dell'effluente del depuratore fino ad un livello di qualità paragonabile a quello dell'acqua attualmente approvvigionata in centrale ed utilizzata per il circuito di raffreddamento.

Per effettuare la valutazione sono stati definiti i seguenti dati:

- a - *Concentrazione massima dello spurgo del circuito di raffreddamento*: come descritto nel precedente § 7.2.4 i *TDS* sono l'ostacolo alla possibilità di ricircolare l'acqua nel circuito di raffreddamento; le previsioni progettuali hanno definito in **NC = 6** il numero di cicli di concentrazione in condizioni di esercizio standard. Considerato che la concentrazione di *TDS* nell'acqua di *make up* è 500 mg/l, per assicurare condizioni di esercizio ottimali la concentrazione di *TDS* nello spurgo deve mantenersi nell'ordine di

3.000 mg/l;

- b - *Portata di acqua evaporata nelle torri di raffreddamento*: con riferimento a quanto descritto al precedente § 7.2.4, la variabilità dei fattori condizionanti impone di fare riferimento a proiezioni a medio termine e, in questa ottica, per la definizione dello scenario si è assunto il valore di 547 m³/h;

Applicando queste condizioni ai limiti, le condizioni operative del circuito di raffreddamento secondo questo scenario rimangono definite come riportato in Fig. 4 (allegata in *Appendice*) e nella tabella che segue, nella quale sono riportate anche le condizioni operative senza riutilizzo:

<i>Parametro</i>	<i>TDS</i> (mg/l)	<i>Portata (m³/h)</i>	
		Con riutilizzo	Senza Riutilizzo
<i>Acqua Acquedotto</i>	500	533	650
<i>Permeato</i>	100	100	--
<i>Condensa Caldaie</i>	500	6	6
<i>Portata acqua evaporata</i>	--	547	547
<i>Spurgo</i>	3.000	92	109
<i>Numero di Ciclo (NC)</i>		7	6

Esaminando le condizioni operative si evince:

- si consegue un risparmio di acqua prelevata dall'acquedotto di 112 m³/h, pari al 17% del consumo idrico complessivo della centrale;
- l'aumento del numero di cicli di concentrazione da 6 a 7 è dovuto alla diminuzione della concentrazione di *TDS* che si consegue grazie al mescolamento dell'acqua dell'acquedotto consortile con il permeato; significa, cioè, che non si rinuncia a quelle condizioni di sicurezza per l'esercizio della centrale che sono state poste a base dello studio di fattibilità.

Per completare il quadro informativo dello scenario occorre tenere presenti le difficoltà operative già illustrate per l'esercizio dell'impianto ad *Osmosi Inversa* e per lo scarico del concentrato.

9.2 Scenario 2: riciclo delle acque di scarico della centrale

Gli scarichi della centrale sono 3 e precisamente:

- lo spurgo delle torri di raffreddamento, che costituisce da solo oltre il 92% del coacervo degli scarichi della centrale;
- lo spurgo delle caldaie,
- le acque reflue sanitarie.

Il primo rappresenta l'unica possibilità operativa, e anche in questo caso le ipotesi assunte sono state rivolte nell'ottica di massimizzare il recupero idrico, anche se valutate in condizioni operative più stressate di quelle di esercizio normale.

Lo schema operativo ipotizzato è stato quello di prelevare completamente lo spurgo dalle torri di raffreddamento, trattarlo in impianto di *Osmosi Inversa* avente le stesse caratteristiche di quello ipotizzato per l'effluente dell'impianto di depurazione e riciclare il permeato in testa alle torri di raffreddamento. L'unica differenza rispetto allo scenario n. 1 è che, in questo caso, l'ipotesi plausibile di poter considerare costante il livello di qualità delle acque da trattare consente di assumere un percentuale di *recovery* del 70 %

Applicando le stesse condizioni ai limiti individuate per lo scenario n. 1, le condizioni operative del circuito di raffreddamento rimangono definite in questo caso come riportato in Fig. 5 (allegata in *Appendice*) e nella tabella che segue, nella quale sono riportate, per confronto, anche le condizioni operative del 1° scenario e quelle senza riutilizzo:

<i>Parametro</i>	<i>TDS</i> (mg/l)	<i>Portata (m³/h)</i>		
		Scenario 2	Scenario 1	Senza Riutilizzo
<i>Acqua Acquedotto</i>	500	602	533	650
<i>Permeato</i>	100	41	100	--
<i>Condensa Caldaie</i>	500	6	6	6
<i>Portata acqua evaporata</i>	--	547	547	547
<i>Spurgo</i>	3.000	61	92	109
<i>Risparmio idrico</i>		48	112	
<i>Numero di Cicli (NC)</i>		6	7	6

Esaminando le condizioni operative si evince:

- si consegue un risparmio di acqua di 48 m³/h, pari al 7,2% del consumo idrico complessivo della centrale, decisamente inferiore a quello del scenario n. 1;
- il numero di cicli di concentrazione non aumenta grazie alla condizione limite assunta di lasciare inalterato il livello di sicurezza per l'esercizio della centrale;
- la diminuzione della portata di spurgo è dovuta esclusivamente alla concentrazione dei TDS nel concentrato che si realizza nell'impianto di Osmosi Inversa.

9.3 Scenario n. 3: interventi sul sistema di approvvigionamento idrico del comprensorio per limitare le perdite

Per completare il quadro decisionale è stato definito anche uno “scenario esterno”, ovvero, sempre operando nell'ottica di “ottimizzare l'uso delle risorse idriche nell'ambito del comprensorio”, sono state messe a fuoco anche le problematiche del sistema di approvvigionamento idrico del comprensorio per verificare se vi fosse l'esigenza di interventi strutturali e/o gestionali per eliminare, o comunque limitare, le eventuali perdite.

L'opportunità di investigare anche in questa direzione è stata dettata dalla conclamata evidenza che le perdite nei sistemi acquedottistici rappresentano una delle principali frontiere sulle quali agire per il risparmio idrico.

Le caratteristiche, poi, della rete comprensoriale (limitatezza della sua estensione, razionalità dei tracciati, ispezionabilità degli organi di manovra, affidabilità dei dati sul consumo, ecc.) sono state un ulteriore incentivo per condurre un'indagine anche in questa direzione e qui di seguito vengono illustrati i dati raccolti dal CONSORZIO e i risultati ai quali è pervenuta questa COMMISSIONE.

a - Caratteristiche del sistema di approvvigionamento idrico del comprensorio

Le acque, prelevate dall'invaso del Liscione o, in alternativa, direttamente pompate dal Fiume Biferno, vengono addotte all'impianto di potabilizzazione ubicato in Contrada Cucina del Comune di Guglionesi, gestito dal *CONSORZIO*. L'impianto è composto di due sezioni in serie:

- la prima dedicata alla produzione di acqua per usi industriali destinata, quindi, alla aziende insediate nel comprensorio, con una potenzialità di circa 750 l/s;
- la seconda dedicata alla produzione di acqua potabile destinata, oltre che all'agglomerato industriale, anche all'integrazione delle portate idropotabili del Comune di Termoli, con una potenzialità di circa 120 l/s.

La distribuzione idrica nell'area industriale di Termoli è assicurata da una doppia rete di distribuzione (per usi industriali e per usi potabili) con le seguenti caratteristiche

- Rete acqua industriale:
 - Lunghezza complessiva: circa Km 17;
 - DN 12000: Km 3 in cemento armato;
 - DN 900: Km 3,5 in cemento armato;
 - DN 600: Km 7,6 in ghisa sferoidale;
 - DN 600: Km 0,9 in polietilene;
 - DN 225: Km 2 in polietilene;
- Rete acqua potabile:
 - Lunghezza complessiva: circa Km 18,3;
 - DN 300: Km 9 in acciaio;
 - DN 225: Km 4 in polietilene;
 - DN 225: Km 5,3 in acciaio.

L'insediamento della centrale ha fatto sorgere alcune problematiche legate alla gestione dell'impianto di potabilizzazione che si sommano a quella classica della rete di distribuzione.

Per quanto riguarda le prime è indispensabile ed urgente un approfondimento per ottimizzare ed adeguare gli impianti al nuovo assetto dei prelievi. L'insediamento della

centrale, infatti, ha impegnato significativamente la potenzialità impiantistica nell'attuale assetto; semplici interventi consentirebbero un adeguamento funzionale per rendere omogenea la potenzialità di tutti i trattamenti. Il problema si pone con particolare evidenza nei mesi estivi quanto i consumi idrici aumentano sensibilmente e, per farvi fronte, occorre attivare il prelievo diretto dal Fiume Biferno. con notevoli aumenti dei consumi di energia per il pompaggio e di reattivi la diversa qualità delle acque del Fiume rispetto a quella dell'invaso.

Per quanto riguarda la rete di distribuzione, le problematiche sono quelle classiche e possono individuarsi nelle perdite. Dai dati a disposizione del *CONSORZIO* è stato possibile riscontrare:

- la presenza di una perdita di circa 36 m³/h sull'adduttore che corre dal ripartitore del Cigno fino agli impianti primari consortili;
- la sicura esistenza di perdite anche nella distribuzione primaria, comprovata dal disavanzo riscontrato tra le portate addotte all'impianto di potabilizzazione e i consumi attribuibili ad usi certi, stimato in c. t. a 1.500.000 m³/anno (pari a circa 171 m³/h);
- nella valutazione del disavanzo si è tenuto conto anche dei consumi interni del *CONSORZIO* stimati nel 2005 in 171.773 m³/anno.

b - Risultati dell'analisi dello scenario

Il problema del contenimento delle perdite in un sistema di distribuzione idrica è da tempo oggetto di attenzione; pertanto, questa *COMMISSIONE* ha adottato le metodiche di approccio ormai consolidate dall'esperienza, e precisamente:

- *azione diretta*: interventi per limitare le perdite e/o gli sprechi;
- *azione indiretta*: distribuzione di acque di differente qualità adatta agli usi.

Tenuto conto che la seconda azione è stata già attuata con l'adozione e la realizzazione di una rete di distribuzione duale, ci si è dedicati alla prima e per realizzarla si sono individuati i seguenti interventi:

- 1 - campagna di indagini di campo per individuare le perdite;

- 2 - interventi di recupero e di ripristino delle opere e delle apparecchiature ammalorate;
- 3 - implementazione dell'esistente sistema di monitoraggio e controllo per rendere più efficace e rapida l'individuazione delle perdite nel futuro;
- 4 - studio idraulico finalizzato ad individuare gli interventi per equalizzare la potenzialità impiantistica nella varie fasi del trattamento;
- 5 - interventi di adeguamento delle fasi impiantistiche sottodimensionate con particolare attenzione alla produzione di acqua per usi industriali;
- 6 - ampliamento della rete di distribuzione acque grezze per rendere più capillare la distribuzione di acqua di Minor Qualità.

Con riferimento ai risultati di analoghi interventi (entrati ormai nell'ambito della gestione ordinaria delle reti idriche) e considerate le caratteristiche del sistema di distribuzione in oggetto, pur considerando l'ipotesi limitativa di eliminare soltanto il 70% delle perdite, si potrebbe conseguire un risparmio idrico di circa 140 m³/h.

Al risparmio idrico, occorre aggiungere gli ulteriori vantaggi, non certo trascurabili:

- di evitare il pompaggio diretto delle acque (conseguendo notevoli risparmi energetici ed rinunciando a sottrarre portate al fiume proprio nel periodo estivo);
- di evitare di aumentare il consumo di reattivi nell'impianto di potabilizzazione.

10. Conclusioni

Lo studio di fattibilità sul riutilizzo dell'effluente del depuratore consortile è stato condotto in due fasi distinte: la prima effettuata da *ENERGIA* nella fase di progettazione e di redazione del SIA prima dell'Autorizzazione Unica; la seconda conclusa dalla sottoscritta *COMMISSIONE* sulla base delle risultanze della progettazione esecutiva, delle prove di messa in marcia della centrale, dei dati quantitativi e qualitativi dell'effluente del depuratore consortile: in sintesi le analisi e le conclusioni alle quali si è giunti sono basate su dati certi.

La *COMMISSIONE* all'atto del suo insediamento ha così definito i suoi obiettivi, avendo cura di verificarne la congruità con le prescrizioni riportate nel decreto di Autorizzazione Unica:

- definizione dei punti di interesse del Decreto di Autorizzazione Unica;
- caratterizzazione dell'effluente del depuratore consortile;
- caratterizzazione del circuito di raffreddamento della centrale;
- individuazione dei trattamenti ai quali sottoporre l'effluente del depuratore consortile per consentirne il riutilizzo nel circuito di raffreddamento della centrale;
- individuazione di eventuali interventi alternativi intesi ad ottimizzare l'uso delle risorse idriche nell'ambito del comprensorio;
- valutazione complessiva e scelta della soluzione da proporre.

Qui di seguito si riassumono le analisi condotte e le conclusioni alle quali si è giunti.

Dall'analisi del decreto di Autorizzazione Unica sono emersi i seguenti punti di riferimento:

- il sistema di raffreddamento ad acqua è stato ritenuto ambientalmente meno impattante di quello ad aria, nonostante i maggiori consumi idrici;
- la regolamentazione esistente in tema di uso delle risorse idriche è stata ritenuta dall'Autorità sufficiente a garantire gli usi prioritari e la protezione delle risorse idriche, senza ulteriori prescrizioni;
- l'impiego dell'effluente del depuratore consortile è previsto limitatamente al circuito di raffreddamento della centrale; l'uso di questa risorsa idrica non convenzionale è ritenuto eventuale (sia per l'improbabilità di carenza di disponibilità delle risorse idriche convenzionali sia per le ricadute sulla gestione impiantistica); per quanto riguarda gli esiti della procedura di VIA, il Ministero dell'Ambiente ha ritenuto che l'ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche nell'ambito comprensoriale rappresenta il *focus* della salvaguardia della componente ambientale "acqua";
- il problema dell'uso e della protezione delle risorse idriche è stato sollevato soltanto dal Comune di Portocannone in sede di Conferenza di Servizi, richiedendo prescrizioni

peraltro già dettate dal Ministero dell'Ambiente nel Decreto di Compatibilità Ambientale.

Dall'analisi di caratterizzazione dell'effluente del depuratore consortile sono emersi i seguenti punti di riferimento.

- il depuratore consortile a servizio dell'area ASI di Termoli, è stato realizzato secondo lo schema depurativo che di prassi viene adottato per installazioni consimili;
- i valori di efficienza di rimozione del COD dimostrano che non vi sono problemi di gestione, pertanto le oscillazioni delle concentrazioni rilevate nell'effluente sono da imputarsi unicamente all'estrema variabilità della qualità dell'influente;
- i valori riscontrati in uscita per gli anioni e i cationi rientrano nella norma e non costituiscono problema per la qualità dell'effluente;
- ai fini della possibilità di riutilizzo dell'effluente nel circuito di raffreddamento della centrale, l'analisi dell'andamento dei dati raccolti nel quadrimestre Luglio – Ottobre 2006 porta alle seguenti conclusioni:
 - la grande variabilità delle concentrazioni degli anioni e dei cationi in uscita non autorizza a prendere come riferimento i valori medi, ma, per obiettive condizioni di sicurezza di esercizio degli impianti della centrale, occorre fare riferimento ai valori *Max* rilevati;
 - sulla base dei dati riportati in *Appendice* è stato possibile individuare i dati di *Input* per la valutazione del riutilizzo dell'effluente nel ciclo di raffreddamento della centrale;
- la grande variabilità delle portate non autorizza a prendere come riferimento il valore medio, ma per obiettive condizioni di sicurezza di esercizio dell'impianto di trattamento dell'effluente e del circuito di raffreddamento della centrale occorre fare riferimento al valore *Min* rilevato (200 m³/h);

Dall'analisi di caratterizzazione del circuito di raffreddamento della centrale sono emersi i seguenti punti di riferimento:

- costituisce oltre il 96% dei consumi idrici, e pertanto è l'unico circuito per il quale può avere senso un intervento per conseguire un risparmio idrico;

- il fabbisogno idrico del circuito di raffreddamento è fortemente condizionato dalle condizioni meteorologiche, dal carico della centrale e dalla qualità dell'acqua in ingresso. Trattandosi di fattori che vanno valutati in uno scenario di medio-lungo termine, occorre fare riferimento a valori medi;
- il condizionamento chimico delle acque del circuito di raffreddamento deve essere valutato sia per gli effetti sui cicli di concentrazione, sia per quelli sulla qualità degli scarichi.

Dall'analisi per individuare i trattamenti ai quali sottoporre l'effluente del depuratore consortile per consentirne il riutilizzo nel circuito di raffreddamento della centrale sono emersi i seguenti punti di riferimento:

- l'*Osmosi Inversa* è risultata essere la tecnologia più adatta per portare la qualità dell'effluente del depuratore al livello richiesto;
- sono state definite le caratteristiche e la potenzialità dell'impianto di depurazione consortile; la portata *Max* di permeato ottenibile dall'effluente è stata stimata in 100m³/h;
- l'effetto combinato della disomogeneità dell'efficacia di reiezione delle membrane nei riguardi degli anioni e dei cationi, e della variabilità della composizione dell'effluente dell'impianto di depurazione consortile si riflette nella variazione della forza ionica del permeato. Questo effetto richiederà, per l'esercizio dell'impianto di *Osmosi Inversa*, un continuo controllo del dosaggio di *chemicals* nella fase di condizionamento e non consentirà di programmare con scadenze certe le operazioni di fermo per le operazioni di pulizia chimica, così come invece avviene nel caso di acque grezze qualità costante, anche se con contenuto salino molto maggiore. In sintesi vengono meno i vantaggi della semplicità di esercizio di una tale tipologia impianto;
- l'effetto della concentrazione di sali nel concentrato pone delle problematiche per la gestione degli scarichi. Mescolando la portata di concentrato con quella residua dell'effluente del depuratore, la concentrazione dei *Cloruri* nel coacervo degli scarichi potrebbe, infatti, superare i limiti di ammissibilità allo scarico. Per evitare questo problema occorre integrare l'impianto di *Osmosi Inversa* con una condotta di scarico

diretto a mare (sviluppo presunto circa 3,5 km; Ø 200);

L'individuazione degli interventi alternativi intesi ad ottimizzare l'uso delle risorse idriche nell'ambito del comprensorio, ha consentito di definire altri 2 scenari da mettere a confronto con quello indicato nell'Autorizzazione Unica; sono stati pertanto definiti ed analizzati:

- *Scenario n. 1:* riutilizzo dell'effluente del depuratore nel circuito di raffreddamento della centrale;
- *Scenario n. 2:* riciclo dello spurgo delle torri di raffreddamento;
- *Scenario n. 3:* interventi sul sistema di approvvigionamento idrico del comprensorio per limitare le perdite.

La definizione dei tre scenari sopraddeati, illustrati al paragrafo precedente, ha consentito un ampio confronto sotto gli aspetti ambientali e sotto quelli gestionali.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali le conclusioni alle quali si è giunti sono le seguenti:

- a -** il confronto in termini di risparmio idrico dei 3 scenari non lascia il minimo dubbio su quale scenario sia da preferire; infatti, pur volendo ipotizzare che gli impianti di *Osmosi Inversa* possano funzionare ininterrottamente per l'intero anno, si hanno i seguenti dati:

<i>Scenario 1: Riutilizzo effluente depuratore</i>	112 m ³ /h	981.000 m ³ /anno
<i>Scenario 2: Riciclo acque di scarico della centrale</i>	48 m ³ /h	420.000 m ³ /anno
<i>Scenario 3: Interventi sul sistema di approvvigionamento idrico del comprensorio</i>	140 m ³ /h	1.226.000 m ³ /anno

Qualora, poi, si voglia portare in conto che in linea cautelativa l'eliminazione delle perdite è stata volutamente sottostimata e che sarebbe opportuno considerare il periodo di funzionamento dell'impianto di *Osmosi Inversa* limitato a 270 d/anno, il divario tra il lo scenario n. 3 a lo scenario n. 1 è destinato sensibilmente ad aumentare;

- b -** la mancanza di impianti nello scenario n. 3 determina un minore impatto sia per quanto riguarda il minor uso di *chemicals*, sia per quanto riguarda il risparmio energetico;

- c - con lo scenario n. 3 non si rende necessaria la realizzazione di una condotta di scarico diretto a mare, che, per quanto lo scarico possa essere a norma, senza dubbio comporta il rischio di determinare un'alterazione dell'ecosistema rivierasco;
- d - con lo scenario n. 3 si può evitare di utilizzare nel periodo estivo l'acqua del Fiume Biferno con innegabili vantaggi per la protezione del corpo idrico.

Per quanto riguarda, infine, gli aspetti gestionali le conclusioni alle quali si è giunti sono le seguenti:

- e - l'attuazione dello scenario n. 3 richiede tempi più ristretti, con aumenti di costi di esercizio in termini energetici e di mano d'opera decisamente trascurabili;
- f - non vengono stravolti i criteri di gestione del depuratore che sono e devono essere prioritariamente dedicati alla fornitura del servizio di depurazione ai consorziati e, solo in via subordinata, alla fornitura di risorsa idrica.

Questo duplice ruolo, infatti, può essere assolto nel caso di depuratori per acque reflue civili, laddove ragionevolmente possa verificarsi l'ipotesi che le oscillazioni quantitative e qualitative rimangano contenute; nel caso, invece, di fornitura idrica per utenze industriali, eventuali carenze nella fornitura (quantitative e/o qualitative) possono determinare problemi al ciclo di produttivo che, trattandosi nella fattispecie di produzione di energia, possono avere effetti a catena tra i quali non è da escludersi il rischio di *black out*.

È bene evidente che per evitare questi rischi, il gestore del depuratore dovrebbe imporre ai fruitori del servizio di depurazione tutte le restrizioni del caso, mettendo in forse il ruolo primario di fornitore di un servizio consortile per il quale il *CONSORZIO* è stato istituito.

In conclusione, sulla base degli elementi raccolti e delle analisi effettuate, la *COMMISSIONE* ritiene che per ottemperare alle prescrizioni contenute nell'Autorizzazione Unica, siano da attuare le azioni indicate nello Scenario n. 3 perché consentono di conseguire il maggior risparmio idrico, perché non causano alcun impatto aggiuntivo sull'ambiente, perché non determinano rischio gestionale né per la centrale, né per il

CONSORZIO.

Si sottolinea, altresì, che la validità degli scenari esaminati e, di conseguenza, delle conclusioni alle quali si è pervenuti è riferita all'attuale assetto dell'impianto di depurazione consortile e, pertanto, dovrà essere oggetto di verifica ogni qualvolta si produrranno variazioni quali-quantitative dell'effluente a seguito di interventi funzionali e/o strutturali sull'impianto o di significative variazioni delle portate influenti all'impianto stesso.

Termoli 7 febbraio 2007

La *COMMISSIONE*

dott. ing. Antonio DEL TORTO (per il *CONSORZIO*) _____

dott. ing. Annamaria PERLA (per il *CONSORZIO*) _____

dott. ing. Alberto BIGI (per *ENERGIA*) _____

dott. ing. Nicola GREGORINI (per *ENERGIA*) _____

prof. ing. Rodolfo M. A. NAPOLI (*PRESIDENTE*) _____