

INDICE

	<u>Pagina</u>
1 INTRODUZIONE	1
2 EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ACQUA - ACQUE POTENZIALMENTE INQUINABILI	2
3 EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ACQUA - ACQUE NON INQUINABILI	3
3.1 IMMISSIONI IN CORPO IDRICO RECETTORE	3
3.2 CODICE DI CALCOLO	4
3.3 SIMULAZIONI EFFETTUATE E DATI DI INPUT	5
3.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI	7
3.5 CONCLUSIONI	9
4 ALLEGATI	10

1 INTRODUZIONE

La presente relazione identifica gli effetti sull'ambiente idrico (Canale Naviglio Grande, Canale di scarico al Fiume Ticino) associati all'esercizio della Centrale, con riferimento allo stato attuale ed alle future configurazioni (Fase I e Fase II).

Di seguito si riportano gli effetti ambientali associati a:

- scarichi delle acque potenzialmente inquinabili, trattate nella rete fognaria di Centrale;
- scarichi delle acque di raffreddamento non inquinabili da olio, utilizzate nel processo di condensazione, che sono scaricate al Canale Naviglio Grande o al Fiume Ticino senza subire alcun processo di trattamento.

2 EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ACQUA - ACQUE POTENZIALMENTE INQUINABILI

Le acque potenzialmente inquinabili sono trattate nel sistema fognario della Centrale. Tali acque sono scaricate in corpo idrico (Canale Naviglio Grande) e sono suddivise in:

- acque di raffreddamento potenzialmente inquinabili da olio;
- acque meteoriche oleose e reflue oleose;
- acque ammoniacali;
- acque acide alcaline;
- acque biologiche.

La qualità di tali scarichi è garantita da un'apposita rete di monitoraggio (si veda Scheda B9).

Nelle future configurazioni di esercizio sono previsti:

- la razionalizzazione dell'attuale rete degli scarichi idrici;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento;
- il potenziamento della rete interna di monitoraggio di qualità delle acque.

3 EFFETTI DELLE EMISSIONI IN ACQUA - ACQUE NON INQUINABILI

Le acque di raffreddamento dei condensatori delle turbine a vapore e dei macchinari ausiliari dei gruppi convenzionali sono prelevate dal Naviglio Grande, dove sono anche normalmente scaricate; durante i periodi di manutenzione dello stesso (1 mese in primavera, 1 mese in autunno) le acque sono prelevate comunque dal Naviglio Grande ma sono scaricate, tramite un canale a cielo aperto di circa 3 km, direttamente al Fiume Ticino.

La configurazione di esercizio di Fase I non determinerà alcuna variazione degli scarichi in termini di portata e di temperatura; nella configurazione di massimo carico infatti si avrà una potenza dissipata al condensatore (1,700 MW) uguale a quella attuale. In Fase II la minore potenza dissipata al condensatore (-180 MW) determinerà una diminuzione della temperatura di scarico delle acque di raffreddamento.

Il presente capitolo riporta l'analisi degli effetti ambientali associati allo scarico delle acque di raffreddamento nei corpi recettori.

3.1 IMMISSIONI IN CORPO IDRICO RECETTORE

Il bilancio energetico della Centrale nell'assetto attuale e nelle configurazioni di Fase I e II è riportato nella seguente tabella.

Bilancio Energetico dell'Impianto: Confronti					
<i>Potenza (MW)</i>	<i>Attuale</i>	<i>Fase I</i>	<i>Fase II</i>	<i>Confronti</i>	
				<i>Fase I - Attuale</i>	<i>Fase II - Attuale</i>
Termica Immessa	4122	3994	3699	-128	-423
Elettrica Lorda	1730	1880	1865	150	135
Dissipata Condens.	1700	1700	1520	0	-180
Dissipata Atmosfera	666	389	293	-277	-373
Totale Dissipata	2392	2114	1834	-278	-558
<i>Rendimento Lordo</i>	42.0 %	47.1 %	50.4 %	+5.1 %	+ 8.4 %

Con riferimento al funzionamento a pieno carico della Centrale si può rilevare che:

- la prima fase di riqualificazione ambientale determinerà:
 - una notevole riduzione della potenza complessivamente dissipata (circa – 278 MW, pari ad una riduzione di circa il 12%), quasi completamente dovuta alla riduzione della dispersione di calore in atmosfera (recuperata nei GVR), mentre la potenza dissipata al condensatore rimane sostanzialmente invariata,
 - una riduzione della potenza termica immessa,
 - un significativo aumento del rendimento elettrico (lordo) complessivo dell'impianto, che passa dal 42 % circa attuale al 47 % circa;
- la seconda fase di riqualificazione ambientale determinerà:
 - una ulteriore notevole riduzione della potenza complessivamente dissipata (quasi 300 MW rispetto alla configurazione di prima fase e oltre 550 MW rispetto alla situazione attuale),
 - una ulteriore riduzione della potenza termica immessa,
 - un ulteriore aumento del rendimento elettrico (lordo) complessivo dell'impianto, che aumenta fino ad oltre il 50 %.

Per quanto riguarda la potenza dissipata al condensatore, in particolare, si rileva un valore invariato della massima potenza dissipata in Fase I rispetto alla situazione attuale (1,700 MW) e una significativa riduzione in Fase II (- 180 MW).

Sebbene l'interessamento del Fiume Ticino da parte dello scarico termico della Centrale sia limitato ad un periodo, tenuto conto del pregio ambientale dell'area, sono state effettuate simulazioni di dettaglio al fine di valutare il comportamento del pennacchio termico nell'alveo fluviale. Tali valutazioni sono oggetto del presente paragrafo.

3.2 CODICE DI CALCOLO

Le simulazioni per le analisi di dispersione termica nel Fiume Ticino sono state condotte utilizzando il codice di calcolo CORMIX, che è in grado di determinare:

- la geometria del pennacchio;
- la diluizione e la temperatura lungo la linea mediana del pennacchio stesso:
 - nella zona di miscelamento iniziale del getto (*campo vicino*),
 - a grandi distanze dallo scarico (*campo lontano*), considerando anche gli effetti prodotti dalle condizioni ambientali.

In generale il modello consente:

- la simulazione in condizioni ambientali diversificate;

- di effettuare simulazioni con diverse configurazioni dello scarico e in diverse condizioni operative.

In particolare è stato utilizzato il sottosistema CORMIX 3, che consente di modellare scarichi superficiali provenienti da un canale o da un tubo posto in prossimità della superficie.

Il modello si basa sulle seguenti ipotesi:

- il flusso immesso nella corrente idrica non interferisce in alcun modo con il campo di moto;
- il trasporto avviene sia per moto convettivo che per effetto della dispersione turbolenta e della diffusione molecolare;
- in corrispondenza delle immissioni si verifica una miscelazione totale e istantanea delle diverse sostanze trasportate lungo il corso d'acqua, lungo il quale si considerano costanti la geometria della sezione, la pendenza e la portata.

La seconda ipotesi si basa sull'osservazione che nei canali in cui esiste un moto medio dell'acqua risultano predominanti i fenomeni convettivi rispetto ai rimanenti due, mentre la terza ipotesi è quella comunemente adottata in tutti i modelli esistenti.

Con il modello utilizzato, i processi tenuti in considerazione sono i seguenti:

- *trasporto convettivo*, indotto dal moto medio del fluido ambiente;
- *trasporto dispersivo*, causato dall'agitazione turbolenta del fluido ambiente;
- *trasporto diffusivo*, determinato dai gradienti di concentrazione esistenti lungo i canali.

Il modello matematico è di tipo lagrangiano ed è basato su una serie di equazioni di tipo diffusivo-convettivo, ciascuna capace di descrivere le modalità con cui avviene il trasporto unidirezionale di una generica sostanza.

3.3 SIMULAZIONI EFFETTUATE E DATI DI INPUT

Gli scenari presi in considerazione sono, con riferimento al massimo carico della Centrale:

- stato attuale (coincidente con la situazione di Fase I) corrispondente ad un carico nominale di 1,730 MWe ed una potenza termica dissipata al condensatore di 1,700 MWt;

- Fase II, corrispondente ad un carico nominale di 1,865 MWe ed una potenza termica dissipata al condensatore di 1,520 MWt (-180 MWt rispetto alla situazione attuale).

Le simulazioni sono state condotte con riferimento alle seguenti condizioni.

Condizione di Esercizio	MWe prodotti	MWt dissipati in corpo idrico	Q canale [m ³ /s]	T acqua canale [C°]
Massimo carico teorico Stato Attuale e Fase I	1,730	1,700	37.6	21.1
Massimo carico teorico Fase II	1,865	1,520	37.6	19.6

Il programma di calcolo considera alvei fluviali cilindrici con sezione rettangolare, pertanto per il calcolo della profondità si è fatto riferimento alla formula valida per alvei rettangolari infinitamente larghi (moto stazionario, correnti a superficie libera).

Per quanto riguarda le portate del Fiume Ticino, è stato considerato il dato di portata media del fiume rilevato nel periodo di asciutta 2002 e 2003 e pari a circa 112 m³/s. Per il calcolo di tale valore sono state escluse le magre (valori di portata del Fiume Ticino inferiori a 50 m³/s) e gli eventi di piena; per la temperatura si è fatto riferimento alla temperatura media registrata nel periodo e pari a circa 10 °C.

Per quanto riguarda la portata del canale di restituzione è stata considerata una portata di 37.6 m³/s, ossia quella utilizzata per il raffreddamento dei condensatori delle turbine a vapore e dei macchinari ausiliari dei gruppi convenzionali. Di seguito sono riassunte le grandezze di riferimento considerate nelle analisi.

<i>Parametro</i>	<i>Fiume Ticino</i>	<i>Canale di restituzione (alveo naturale)</i>
Larghezza [m]	100	23
Portata [m ³ /s]	112	37.6
Profondità [m]	1.23	1.20
Pendenza fondo [%]	0.07	0.07
Coeff. di Manning [m ^{-2/3} s]	0.03	0.02

Per quanto riguarda il canale di restituzione si evidenzia che per i primi 1,500 m è caratterizzato da una sezione trapezoidale in cemento mentre per i restanti 1,500 m la sezione è variabile a fondo naturale.

3.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

I risultati delle simulazioni sono presentati graficamente nelle Figure D7.1a e D7.1b, con riferimento rispettivamente alle condizioni di massimo carico nominale nello stato attuale (coincidente con la Fase I) e in Fase II di esercizio.

In tali figure sono riportati:

- l'andamento del gradiente termico lungo la mediana del pennacchio;
- l'ampiezza e la profondità del pennacchio.

Fase I

Il pennacchio (Figura D7.1a) termico occupa meno del 50 % della larghezza disponibile nel Fiume Ticino per i primi 100 m circa, per poi allargarsi progressivamente fino ad una distanza di circa 350 m dal punto di immissione, dove si allarga fino ad occupare il 90 % circa della sezione disponibile.

Inoltre nei primi 350 metri circa il pennacchio termico occupa la parte più superficiale del corpo idrico, mentre la parte più prossima al fondo rimane sostanzialmente indisturbata. Dopo circa 350 m la stratificazione si annulla e l'aumento di temperatura interessa il Ticino in tutta la sua profondità.

Nel tratto in esame l'andamento della temperatura del corso d'acqua può essere sintetizzato come segue:

- nel ramo caldo, ossia quello interessato dalla presenza del pennacchio, la variazione termica è massima nel tratto iniziale (valore max circa 10 °C), dove peraltro le dimensioni del pennacchio sono anche minime, e diminuisce progressivamente nelle sezioni più a valle, diventando inferiore a 3 °C dopo circa 400 m;
- nel ramo freddo, ossia quello caratterizzato da condizioni termiche indisturbate, la variazione termica è nulla. L'estensione del ramo freddo è inversamente proporzionale a quella del pennacchio, e diminuisce quindi progressivamente nelle sezioni poste più a valle.

Con riferimento alle verifiche imposte dalla normativa, si segnala quanto segue:

- la variazione, rispetto alle condizioni a monte dello scarico, della temperatura media in tutte le sezioni a valle dello scarico è costante e pari a circa 2.8 °C, ossia inferiore al limite previsto dalla normativa (3 °C);
- nel tratto di fiume esaminato che va dallo scarico fino a 400 m da esso, la variazione, rispetto alle condizioni a monte dello scarico, della temperatura media nelle semisezioni "fredde" a valle dello scarico, è compresa tra 0 °C

(nessuna variazione) e 0.65 °C, ossia inferiore al limite previsto dalla normativa (1°C).

Fase II

Le simulazioni relative alla Fase II sono riportate in Figura D7.1b.

Come si rileva dall'esame della Figura:

- il pennacchio termico ha un andamento simile a quello della Fase I;
- dopo 400 m circa è stimabile un sopralzo termico nel pennacchio pari a circa 2.5 °C (inferiore a quello stimato per la Fase I).

Per quanto riguarda la larghezza del pennacchio è da rilevare come una seppur modesta sezione non risenta in modo significativo della presenza del pennacchio, la cui larghezza si attesta a valori di poco superiore ai 90 m sui 100 m disponibili, almeno inizialmente. In realtà poche centinaia di metri a valle dello scarico termico il fiume si ramifica notevolmente, consentendo il mantenersi di rami freddi indisturbati.

Nei primi 400 m circa l'andamento della temperatura del corso d'acqua può essere sintetizzato come segue:

- nel ramo caldo, ossia quello interessato dalla presenza del pennacchio, la variazione termica è massima nel tratto iniziale (valore max circa 9 °C), dove peraltro le dimensioni del pennacchio sono anche minime, e diminuisce progressivamente nelle sezioni più a valle, diventando inferiore a 3 °C dopo 400 m;
- nel ramo freddo, caratterizzato da condizioni termiche indisturbate, la variazione termica è nulla. L'estensione del ramo freddo diminuisce progressivamente nelle sezioni poste più a valle.

Con riferimento alle verifiche imposte dalla normativa, si segnala quanto segue:

- la variazione, rispetto alle condizioni a monte dello scarico, della temperatura media in tutte le sezioni a valle dello scarico è costante e pari a circa 2.4 °C, ossia inferiore rispetto al limite di normativa (3°C);
- nel tratto di fiume che va dallo scarico fino a 400 m da esso, la variazione, rispetto alle condizioni a monte dello scarico, della temperatura media nelle semisezioni "fredde" a valle dello scarico, è compresa tra 0 °C (nessuna variazione) e 0.6 °C, ossia inferiore al limite previsto dalla normativa (1 °C).

3.5 CONCLUSIONI

Dall'analisi delle simulazioni emerge che l'esercizio della Centrale in Fase II determinerà una diminuzione del massimo carico termico smaltito dalla Centrale nel corpo idrico recettore.

Sulla base delle simulazioni effettuate è da rilevare che:

- è stato verificato il rispetto dei limiti normativi; in particolare ad una distanza di 1,000 m dal punto di scarico l'incremento termico (che deve risultare non superiore a $+3^{\circ}\text{C}$) è pari a circa:
 - $+2.8^{\circ}\text{C}$ nello stato attuale e in Fase I,
 - $+2.4^{\circ}\text{C}$ in Fase II;
- è sempre garantita la presenza di una vena d'acqua poco disturbata a valle dello scarico, la cui temperatura è compresa tra 0°C (nessuna variazione) e 0.65°C , per la Fase I e tra 0°C (nessuna variazione) e 0.6°C per la Fase II. Tali valori risultano inferiori al limite di 1°C previsto dalla normativa.

La presenza di una vena d'acqua poco disturbata termicamente può inoltre essere agevolata dalla morfologia meandriforme del Fiume Ticino, che facilita la separazione, anche per lunghi tratti, delle masse d'acqua, inibendo scambi termici trasversali.

4 ALLEGATI

Allegato D7.1a Analisi Dispersione Termica – Stato Attuale e Fase I

Allegato D7.1b Analisi Dispersione Termica – Fase II