

Tesi 1 (durata 6 - 8 mesi)

Pennacchi termici delle centrali termoelettriche - Studio comparativo delle normative con applicazioni di modelli 3D

Lo scarico degli effluenti caldi usati per il raffreddamento delle centrali termiche è vincolato dai limiti di legge per quanto riguarda sia l'incremento termico medio dell'acqua del corpo recettore che la temperatura di scarico proveniente dalla centrale. A questo proposito la legislazione italiana sugli scarichi termici in fiume pone due precisi limiti, uno riguardo la variazione massima tra le temperature medie di qualsiasi sezione del corso d'acqua a monte e a valle dello scarico (ΔT_L) che non deve superare i 3°C, l'altro che su almeno metà di qualunque sezione a valle del punto di immissione tale variazione non deve superare 1°C. Per quanto riguarda gli scarichi termici in mare la normativa italiana fissa un raggio di 1 Km intorno al punto di immissione, all'esterno del quale la temperatura mediata lungo la verticale non può superare i 3°C di sovrizzo termico. Le normative europee ed internazionali, in particolare quelle indicate dalla Banca Mondiale, impongono limiti diversi abbinati sia al comportamento di diffusione termica intorno al punto di immissione ("campo vicino") che ad una distanza indicata dalla normativa dal punto di scarico ("campo lontano") in funzione in ambedue i casi della diffusione e mescolamento del getto di acqua calda proveniente dalla centrale.

Lo studio di tesi verrà condotto in tre fasi: la prima consiste nel realizzare una ricerca bibliografica e un'analisi comparativa delle diverse normative utilizzate a livello nazionale e internazionale sugli scarichi termici; nella seconda fase invece verranno utilizzate tecniche speditive per la valutazione dell'evoluzione del pennacchio termico generato dalle acque di raffreddamento delle centrali e la sua compatibilità con i limiti normativi; infine, nella terza fase, è previsto l'utilizzo di modelli matematici di natura 3D per lo studio di diffusione termica generato dal pennacchio termico nel "campo vicino" e nel "campo lontano".

Lo scopo della tesi è quello di interpretare fisicamente i criteri normativi sulla base della modellistica numerica 3D del campo vicino e lontano e parametrizzare, per quanto possibile, le condizioni di scarico (velocità, forma dello scarico sommerso o in superficie ecc.) che rendano compatibili i problemi di diffusione termica in relazione al rispetto dei limiti di legge.

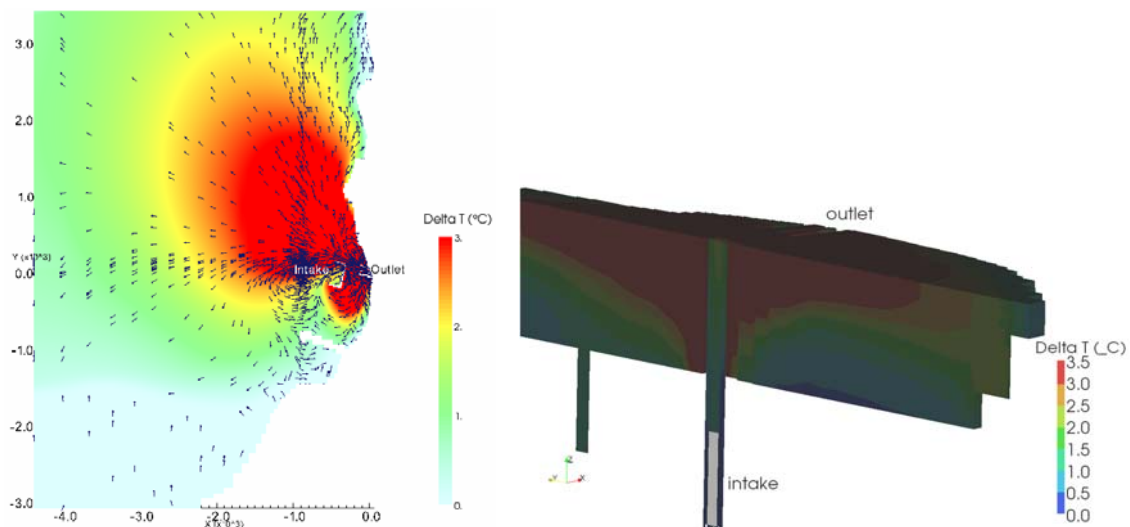


Figura 1 – Campo di diffusione termica intorno ad uno scarico in mare (a sinistra) e isoterme verticali della variazione termica (a destra)

Alcune indicazioni bibliografiche:

- A. Di Monaco, P. Molinaro - "Verification of a computational code for the simulation in 3-D of thermal discharges against field and laboratory data" - XXIV Congress IAHR, Madrid (Spagna), 9-13 Settembre 1991 report ENEL-DSR-CRIS 4126 Gennaio 1991.
- S.V. Patankar, D.B. Spalding - "A calculation procedure for heat, mass and momentum transfer in three-dimensional parabolic flows" - Imperial College of Science and Technology, BL, TN/A/45, June 1971.
- B.E. Launder, D.B. Spalding - "Mathematical models of turbulence" - Academic Press, 1972.

Tesi 2 (durata 6 - 8 mesi):

Mitigazione delle piene con zone di laminazione mediante rigurgito - Studio di allagamento con modello 2D

Quest'attività riguarda lo studio bidimensionale di eventi di piena eccezionale in ambienti antropizzati e in presenza di opere d'arte come ponti, briglie, ecc. e la ricerca di soluzioni di mitigazione tramite opere artificiali di restringimento in alveo.

La tesi prevede, in una prima fase, la validazione di un modello bidimensionale di allagamento che risolve le equazioni delle "acque basse" per lo studio di propagazione in condizioni di moto gradualmente variato abbinate alle leggi della foronomia per lo studio delle opere d'arte e singolarità presenti nel territorio. Nella seconda fase della ricerca verrà utilizzato il modello come supporto ad un piano di emergenza per il controllo e la mitigazione di eventi di piena in ambiente urbano. Il modello considera paratoie mobili di apertura e abbattimento controllato che possono essere utilizzate per indurre effetti di laminazione per rigurgito non raggiungibili in condizioni naturali e/o, alternativamente, per attenuare i tempi di traslazione delle onde ed evitare il fenomeno di concomitanza delle portate transitori. Lo studio permetterà di identificare i criteri di disegno delle opere utilizzate per indurre gli effetti di rigurgito e laminazione artificiale in grado di mitigare gli effetti provocati dagli eventi di piena.

Si prevede anche (eventualità ancora da definirsi) di abbinare la tesi ad un caso reale nel contesto del controllo delle emergenze per supporto alla Protezione Civile.

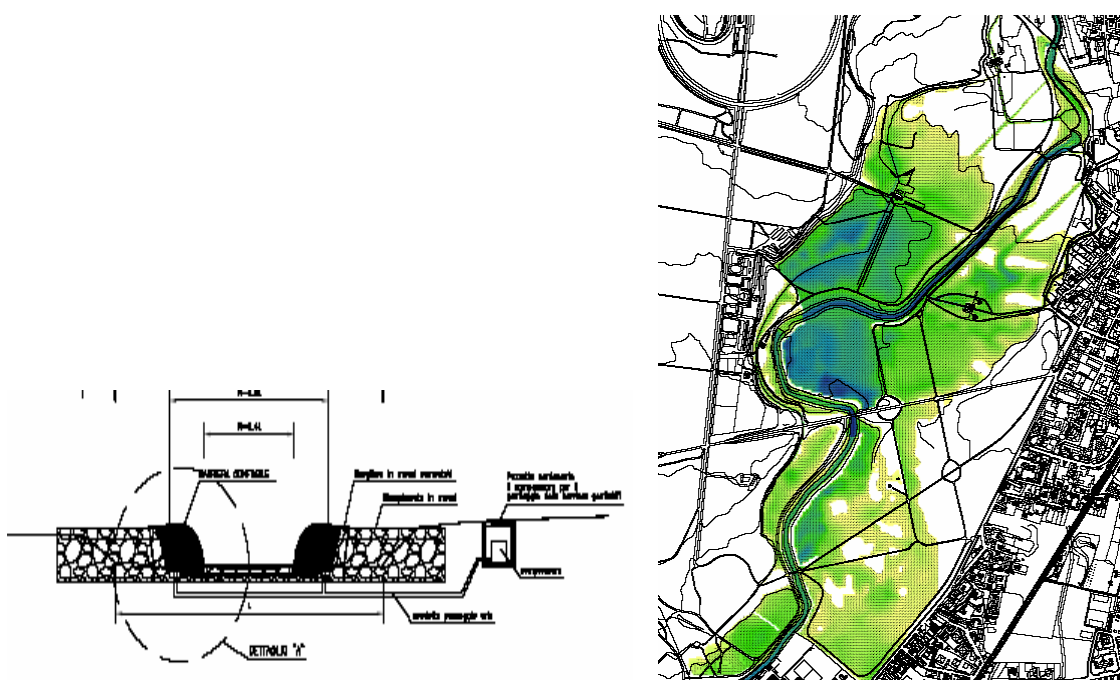


Figura 1 – Opere di restringimento non permanente di tipo Hydro Air Bag – Aree di allagamento indotte dai restringimenti

Alcune indicazioni bibliografiche:

- R. Pacheco *et.al.* Two-dimensional model for flood simulation over flat dry areas with infrastructures. Hydroinformatics 98, Copenhagen August 24-26, 1998.

- P. Molinaro, R. Pacheco. Sul calcolo della portata transitante attraverso singolarità presenti in un alveo naturale. Relazione ENEL-CRIS n.4514

Tesi 3 (durata 6 - 8 mesi):

Sfioratore - vasca di smorzamento, centrale idroelettrica - Studio su modello fisico del complesso di opere per un impianto idroelettrico su un importante corso d'acqua africano

Il lavoro di tesi proposto riguarda lo studio teorico sperimentale della dinamica di un getto d'acqua lanciato in aria e immesso in una massa liquida. In particolare la tesi avrà come scopo lo studio teorico e numerico di un getto sfiorante attraverso un "salto di sci" di uno sfioratore che impatta una vasca di smorzamento naturale (plunge pool).

Lo studio prevede, da una parte, l'analisi delle problematiche di scala implicite nelle leggi di similitudine, per quanto riguarda la modellazione fisica di laboratorio, e, dall'altra, la possibilità di rappresentare la dinamica del fenomeno tramite la modellazione numerica di carattere tridimensionale. La tesi verrà svolta a partire da una revisione bibliografica di tutti i criteri teorici associati alla modellazione fisica del lancio di un getto d'acqua uscente da uno sfioratore e i fenomeni di scalzamento indotti dall'impatto e dal ricircolo del getto nel corpo idrico. Per fare ciò verranno utilizzati i dati sperimentali di laboratorio che riproducono in scala di similitudine di Froude tali fenomeni.

L'obiettivo principale della tesi è la riproduzione, per quanto possibile, di tali fenomeni tramite la modellazione numerica di carattere tridimensionale e il confronto con dati sperimentali provenienti sia dalla modellazione fisica in scala che dal prototipo. Lo studio si prefigge di verificare i limiti della modellazione fisica e la possibilità di sostituirla tramite la modellazione numerica avanzata.

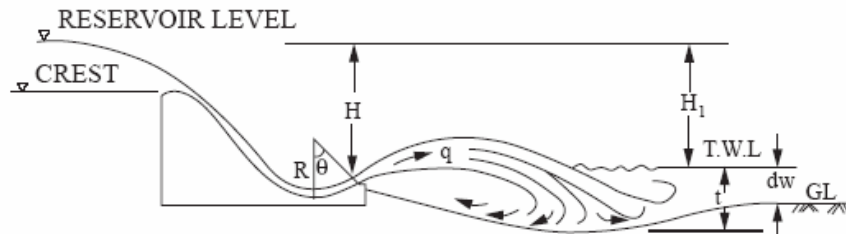


Figure 1 Spillway scour (ref: Bureau of Indian Standards, 1985).

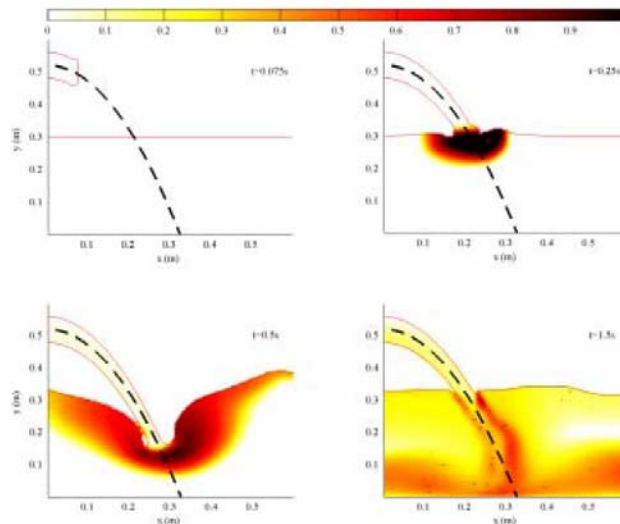


Figure 7 A jet plunging into an energy dissipation pool at the stages of traveling, impacting, penetrating, and reaching the quasi-steady state; colors represent turbulence intensity (m/s) and dashed line is the theoretical trajectory of the plunging jet.

Figura 2 – Simulazione dell'emissione di un getto lanciato in aria e immesso in una massa idrica (L. Pengzhi, X. Weilin, 2006)

Alcune indicazioni bibliografiche:

- G. Brighetti. Extravasores com jato lançado e dissipação por impacto: salto de esqui. Tesi di libera docenza, 1995.

- L. Pengzhi, X. Weilin. NEWFLUME: a numerical water flume for two-dimensional turbulent free surface flows. Journal of Hydraulic Research Vol. 44, No. 1 (2006), pp. 79–93.