

Promemoria sulle gravi carenze progettuali relative alla analisi dinamica ed al dimensionamento in sicurezza delle paratoie Mose

Premessa

La gestione commissariale del Consorzio Venezia Nuova (CVN), con un innovativo approccio basato sulla trasparenza, ha reso pubblici i documenti progettuali utilizzati per la realizzazione delle opere che erano stati tenuti segreti dalla precedente gestione del Consorzio.

L'esame di tali documenti ha permesso agli scriventi di confermare nel merito e nel dettaglio la circostanza fondamentale, già a suo tempo espressa in forma dubitativa, che **il progetto Mose è privo delle verifiche necessarie a garantirne la sicurezza e la funzionalità in tutte le condizioni operative prescritte nei requisiti di progetto ed anzi che, dalle modellazioni sperimentali eseguite, ci sono evidenze di comportamenti dinamici irregolari, con rischio di collassi strutturali potenzialmente anche catastrofici.**

Qui di seguito si fornisce una nota tecnica sintetica sulle motivazioni che supportano, per le tematiche considerate, queste affermazioni e si ricorda in breve lo scambio di informazioni formali intercorso di recente tra gli scriventi, il Consorzio Venezia Nuova ed i suoi consulenti ed il Provveditore ai LL.PP. del Veneto.

Si ricorda che il gruppo degli Esperti Internazionali, nominati nel 1998, durante il 1° governo Prodi, aveva esaminato il progetto di massima e aveva evidenziato, nei risultati dei modelli fisici in scala ridotta, problemi connessi alla dinamica in moto ondoso delle paratoie (presenza di risonanza fuori fase e sub-armonica); pertanto aveva raccomandato, con argomentazioni tecnicamente ineccepibili e riferibili allo stato dell'arte dei metodi di analisi dinamica di corpi mobili interagenti tra loro in moto ondoso, l'uso di strumenti matematici per la determinazione del comportamento delle paratoie in moto ondoso al vero in quanto le prove in vasca su modelli in scala, specie se di dimensioni molto piccole rispetto al vero ed incompleti per la rappresentazione del bacino e del numero di paratoie, non possono rappresentare correttamente le forze viscosi, che ne falsano ovvero riducono i movimenti (fenomeno tecnicamente chiamato **"effetto scala"**).

Dai documenti di progetto ora resi pubblici risulta chiaro che il progetto è stato eseguito solamente in base ai risultati (movimenti, accelerazioni e forze sui gruppi cerniere- connettori che collegano le paratoie alle strutture in c.a. dei cassoni di base) di prove sperimentali sui modelli incompleti e/o in scale molto piccole, che non rispettano le metodologie basilari delle analisi su modello e, tra l'altro, le suddette raccomandazioni degli esperti internazionali.

Al fine di avere conferma della validità progettuale alle sperimentazioni su modello effettuate a suo tempo da Protecno, ha affidato alla stessa Società uno studio il cui risultato è stato riportato nel documento **B.6.53 "Studio sugli Effetti di scala nelle prove in modello fisico delle paratoie"**, visibile sul sito del CVN. Tale relazione, nella quale non compare la data di emissione e la firma degli estensori/controllori, si proponeva di dimostrare che nelle sperimentazioni fatte non era evidente un "effetto scala" e quindi che era possibile dare validità progettuale ai risultati ottenuti anche con lo studio fatto con i modelli parziali e di piccole dimensioni.

Commento allo studio CVN/Protecno

Nel maggio 2017 avendo avuto finalmente modo di esaminare il suddetto documento abbiamo elaborato una relazione (All.1):

COMMENTI al rapporto CVN/PROTECNO

“STUDIO DEGLI EFFETTI SCALA NELLE PROVE IN MODELLO FISICO DELLE PARATOIE”

Tale relazione commenta in dettaglio puntualmente e tecnicamente i contenuti del rapporto e ne contesta i risultati principalmente a causa di:

- Errori ed imprecisioni nella realizzazione dei modelli delle paratoie.
- L'inadeguatezza delle dimensioni dei bacini di prova in scala 1/30 e 1/10 che non consentono di ottenere risultati efficaci per la sovrapposizione delle onde radiate dalle paratoie, e riflesse dal generatore delle onde e dalla barriera di smorzamento a fine canaletta, che alterano significativamente il campo di moto ondoso di prova.
- La incompletezza della equazione che regola il moto della paratoia da sola e in schiera nel fluido reale e la non corretta attribuzione dei parametri fisici indicati per cui il significato delle misurazioni effettuate e la determinazione dei parametri relativi allo smorzamento viscoso che definisce l'effetto scala, risultano non corretti.

Questi difetti nelle modellazioni realizzate e nell'analisi delle misurazioni rendono inefficaci i risultati di queste sperimentazioni per i fini prefissati e quindi non possono validare l'assenza di un effetto scala. Se ne conclude che le prove, fatte su scale molto piccole e con modelli parziali, non sono adeguate a fornire i dati necessari a valutare la dinamica delle paratoie e ad assicurare la sicurezza strutturale e funzionale del sistema Mose.

Inoltre, nei dati riportati nel documento Protecno è evidente la presenza della risonanza sub-armonica ovvero dell'instabilità dinamica che può portare ad oscillazioni caotiche e di grande ampiezza e che, nello stato della tecnica, rende le paratoie Mose non modellabili e quindi non progettabili.

Concludevamo che, a nostro avviso, questa situazione poneva all'Organo di controllo del governo (Provveditorato ex MAV) e all'attuale dirigenza del Consorzio un dilemma fondamentale: **se portare a conclusione la costruzione ignorando le conclamate carenze presenti nella progettazione, oppure riesaminare il progetto con procedimenti di analisi affidabili del comportamento dinamico delle schiere di paratoie condotti da esperti riconosciuti in campo internazionale**, in modo da avere una proiezione attendibile sulle possibilità del Mose di soddisfare le finalità per cui è stato realizzato.

Dopo diversi contatti telefonici, nei quali auspicavamo un confronto col progettista e con gli esecutori delle prove, non essendo stato possibile tale confronto, il 12 luglio 2017 abbiamo inviato il rapporto al Provveditore ing. Linetti.

Risposta del CVN

L'8 febbraio 2018 abbiamo ricevuto dal Provveditore ing. Linetti il rapporto **del Prof. Ing. Enrico Foti – Consulente del Consorzio Venezia Nuova:**

“Analisi dello studio B.6.53 “Studio sugli Effetti di scala nelle prove in modello fisico delle paratoie” e replica ai commenti critici formulati dagli ingegneri Di Tella, Sebastiani e Vielmo.” (All.2)

Questo rapporto condivide molte critiche sostanziali del nostro rapporto (l'inadeguatezza dei bacini di prova scale 1/30 e 1/10) e quindi conferma l'impossibilità di utilizzo delle prove per la progettazione delle paratoie, ma accetta i risultati delle prove di smorzamento delle oscillazioni libere delle paratoie eseguite per asseverare l'inesistenza dell'effetto scala senza però spiegarne i motivi e chiarire come si possano scindere gli effetti viscosi (isoli responsabili dell'effetto scala) dagli effetti di radiazione nelle prove di oscillazioni “cosiddette libere”. Inoltre, non ci sono risposte alle nostre critiche relative alla realizzazione dei modelli in scala e alla misura del sistema ondoso agente sulle paratoie e non viene chiarito come gli stessi bacini che non sono in grado di riprodurre, per le loro dimensioni e le riflessioni multiple delle onde

irradiate la risposta dinamica delle paratoie all'azione delle onde di progetto prodotte dal generatore, possano invece riprodurre correttamente le onde generate dal moto di oscillazione delle paratoie.

Il professore quindi denuncia la tardività delle ns critiche e sostiene la opportunità di portare comunque a termine la costruzione del sistema e di sperimentarlo, ormai, "al vero".

Commenti alla relazione del CVN preparata dal consulente Prof. Foti

Il 26 febbraio 2018 abbiamo inviato al Provveditore Ing. Linetti la nostra relazione:

Commenti al Rapporto "Analisi dello studio B.6.53 "Studio sugli Effetti di scala nelle prove in modello fisico delle paratoie" e replica ai commenti critici formulati dagli ingegneri Di Tella, Sebastiani e Vielmo." del Prof. Ing. Enrico Foti – Consulente del Consorzio Venezia Nuova (All.3)

Nel rapporto prendiamo atto delle condivisioni del Prof. Foti, e ne contestiamo la parte che non condivide con argomentazioni tecniche puntuali specifiche, ma soprattutto contrastiamo le affermazioni che ci vengono attribuite, mai fatte in questa sede, di realizzare al posto del Mose la soluzione da noi a suo tempo proposta. Si ricorda inoltre che le ns critiche sono state fatte e rese formali solo dopo la pubblicazione dei documenti che le hanno giustificate.

Vi si ricorda inoltre come non possa essere accettato nell'etica e nelle regole che governano le commesse pubbliche che un'opera delle dimensioni tecniche, economiche e della rilevanza del Mose possa essere accettata come esercizio di sperimentazione (accettando quindi l'eventualità che una volta costruito e messo in esercizio possa risultare inefficace) e senza che venga richiesta a-priori dal committente (lo Stato) al concessionario la responsabilità e la garanzia del suo corretto funzionamento.

In conclusione:

Al momento non è ancora stata prodotta (a ns conoscenza) una risposta circostanziata alle ns critiche al documento prodotto da Protecno né alle valutazioni fatte dal Prof Foti, consulente del CVN.

L'inadeguatezza delle dimensioni dei bacini di prova in scala 1/30 e 1/10, confermata anche dalla relazione del prof. Foti, l'approssimazione nella realizzazione dei modelli delle paratoie con procedure ed assunzioni che non hanno riscontro nella prassi ingegneristica e la incompletezza della equazione che regola il moto della paratoia da sola e in schiera nel fluido reale, di cui si è discusso, rendono inefficaci e fuorvianti i risultati di queste prove non solo per la determinazione del comportamento dinamico delle paratoie ma anche, a nostro avviso, per i fini prefissati e cioè dimostrare l'inesistenza dell'effetto scala e poter così validare la progettazione.

In tali condizioni il Progetto Mose è di fatto privo dei requisiti minimi che ne certifichino la validità scientifico-ingegneristica e quindi l'efficacia funzionale e la sicurezza.

La **presenza conclamata della risonanza sub-armonica** anche nelle prove su modello in scala 1/60 (riscontrate dal Prof.Foti) **conferma che le paratoie sono dinamicamente instabili e quindi non modellabili e non progettabili** allo stato dei fatti. Si ricorda poi, a conferma di tale grave criticità, che nello studio commissionato dal Comune di Venezia alla società Principia nel 2009 era stata verificata, nelle condizioni al vero ed in ampi campi del moto ondoso previsto nelle condizioni di progetto, la condizione di instabilità dinamica per le paratoie Mose della barriera di Malamocco così come configurate nel "Progetto Definitivo".

Per questo motivo ci si trova di fronte a quello che si può definire come **IL PARADOSSO DEL MOSE**: Se si dovesse tener conto dei risultati delle prove effettuate, nonostante le "approvazioni" ricevute dagli organismi di controllo, si dovrebbe concludere che il progetto va fermato perché ci trova di fronte ad un

sistema dinamicamente instabile di cui non è possibile definire il comportamento in moto ondoso; tenendo però conto che queste prove sono state eseguite in modo tecnicamente inaccettabile in bacini di prova inadatti allo scopo e da personale che non ha dimostrato una adeguata competenza per queste tecnologie, questa certezza tuttavia non esiste, né è noto se i modelli delle paratoie utilizzati nelle sperimentazioni sono correttamente rappresentativi delle paratoie poi costruite nel progetto esecutivo.

Come già accennato crediamo pertanto che le opzioni di fronte al Ministero siano due:

- Fare affidamento su quanto fatto dal progettista e dai suoi consulenti, pur in presenza di critiche circostanziate su gravi carenze progettuali, ed accettare di **completare “al buio” la costruzione e passare all’esercizio “sperimentale”** con la possibilità (crediamo grande probabilità) di gravi malfunzionamenti, rotture o danni maggiori, dovendo poi a valle di tali eventi progettare, pianificare e realizzare le azioni di possibile rimedio, con costi oggi non prevedibili.
- Anteporre al completamento eventuale delle opere **una verifica del comportamento dinamico reale delle paratoie in moto ondoso eseguita da esperti (internazionali) qualificati e con l’utilizzo delle tecniche di analisi (sperimentali e numeriche) più affidabili nello stato dell’arte, per valutare la reale efficacia e sicurezza delle paratoie del Mose, appurare la (prevista) presenza di instabilità dinamica ed i campi nei quali questa si può manifestare** per definire/decidere così su basi certe gli sviluppi futuri (tecnici ed economici) del Progetto.

Si ritiene inoltre di ricordare, anche se forse è superfluo, l’impatto internazionale che avrebbe sulla credibilità dell’intero sistema scientifico ed industriale italiano ove si verificasse un evento di danno maggiore ai sistemi di sbarramento, potenzialmente anche catastrofico, in concomitanza con situazioni ambientali, anche non estreme, che investissero la laguna e la città di Venezia.

Siamo a disposizione delle Istituzioni, a titolo gratuito, per fornire tutti i chiarimenti che si riterranno opportuni.

Ing. Vincenzo Di Tella

Ing Gaetano Sebastiani

Ing. Paolo Vielmo

Padova, giugno 2018