

Comune di Piombino



VARIANTE AL P.R.G. E AL P.S. D'AREA PORTUALITA'.DISTRETTO DELLA NAUTICARIASSETTO DELLE AREE INDUSTRIALI E INFRASTRUTTURE CONNESSE INTEGRAZIONI

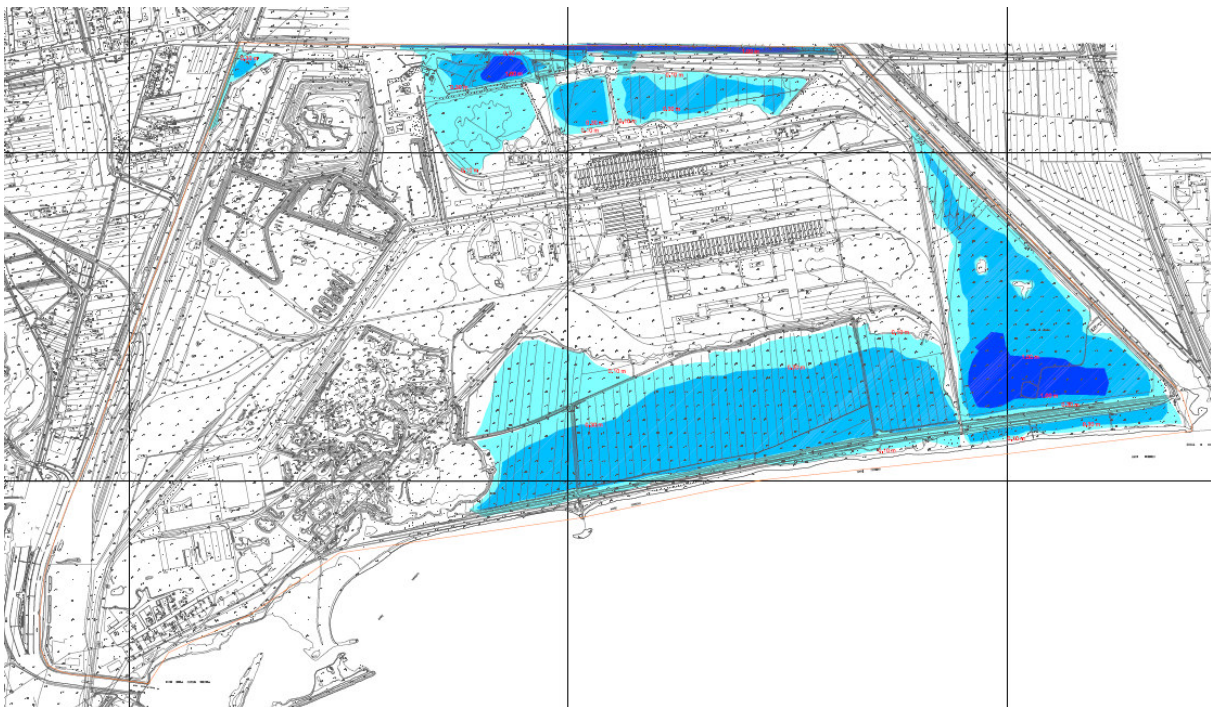
Il tecnico incaricato:	Data:	Versione:
Ing. Stefano Pagliara	GENNAIO 2009	1.0.0209

VARIANTE AL P.R.G. E AL P.S. D'AREA PORTUALITA'.DISTRETTO DELLA NAUTICARIASSETTO DELLE AREE INDUSTRIALI E INFRASTRUTTURE CONNESSE

INTEGRAZIONI

PREMESSA

La presente integrazione e' relativa al calcolo di dettaglio delle esondazioni nell'area in comune di Piombino oggetto della **VARIANTE AL P.R.G. E AL P.S. in oggetto.**



Area in studio

Il lavoro ha come riferimento lo studio condotto dallo scrivente per conto del Consorzio di Bonifica dell'Alta maremma "Studio idrologico-idraulico finalizzato alla sistemazione del F.Cornia" del dicembre 2004 e successive integrazioni.

Tale studio e' stato integrato nella parte oggetto della variante a seguito della disponibilita' di un rilievo di dettaglio dell'area a suo tempo non disponibile.

CALCOLO IDRAULICO IN ALVEO

Il calcolo idraulico in alveo si basa sul lavoro sopra citato (Ing. S.Pagliara "Studio idrologico-idraulico finalizzato alla sistemazione del F.Cornia" del dicembre 2004) ed utilizza lo stesso modello. La modellazione e' stata realizzata mediante il software Mike11.

CALCOLO DELLE AREE ALLAGATE

Il calcolo idraulico è stato effettuato a moto vario monodimensionale lungo i corsi d'acqua ed a moto vario bidimensionale per quanto riguarda la propagazione delle esondazioni.

Il calcolo del profilo di rigurgito a moto permanente viene effettuato risolvendo l'equazione dell'energia con le perdite di carico distribuite valutate mediante l'equazione di Manning, sono calcolate inoltre le perdite di carico localizzate dovute a repentini cambiamenti di sezione nonché alla presenza di manufatti come ponti stramazzi e briglie.

Nel calcolo si e' tenuto conto delle caratteristiche geometriche e topografiche del territorio, nonché della presenza di eventuali opere interferenti in varia misura con il deflusso fluviale (ponti, rilevati stradali , traverse, ecc.). In tale fase risulta altresì opportuna la ricognizione dello stato di consistenza delle opere di difesa dalle inondazioni (quali vasche di assorbimento e/o di laminazione, scolmatori, ecc.).

Il calcolo è stato effettuato mediante un modello di simulazione in moto vario bidimensionale (l'unico che permetta, con un ottimo grado di precisione il calcolo della propagazione delle acque di esondazione). In particolare è stato usato il modello FIM2D (Pagliara 1997-2007).

Il modello matematico usato simula Il flusso bidimensionale a superficie libera mediante il sistema alle derivate parziali, iperbolico, non lineare, delle equazioni complete di De Saint Venant.

Le equazioni di continuita' e del moto nelle due direzioni possono essere scritte,

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(uM)}{\partial x} + \frac{\partial(vM)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \tau_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(uN)}{\partial x} + \frac{\partial(vN)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \tau_y = 0 \quad (3)$$

con:

$$\tau_x = \frac{\rho g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (4)$$

$$\tau_y = \frac{\rho g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (5)$$

in cui g è l'accelerazione di gravita', x ed y sono le coordinate spaziali, t il tempo, h l'altezza d'acqua, u e v le componenti della velocita' nelle due direzioni, $M = u \cdot h$ = flusso nella direzione x ; $N = v \cdot h$ = flusso della corrente nella direzione y , H e' la quota della superficie libera, n il coefficiente di scabrezza di Manning, ρ la densita' dell'acqua mentre τ_x e τ_y sono gli sforzi tangenziali al fondo, rispettivamente nelle direzioni x ed y .

Il metodo usato per la formulazione numerica delle equazioni (1)-(3) e' quello originariamente proposto da Iwasa (Iwasa et al., 1980) e usa uno schema alle differenze finite di tipo esplicito.

L'equazione di continuita' viene scritta nella forma seguente:

$$\frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+3} - h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}}{2\Delta t} + \frac{M_{i+1,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^{n+2}}{\Delta x} + \frac{N_{i+1/2,j+1}^{n+2} - N_{i+1/2,j}^{n+2}}{\Delta y} = 0, \quad (6)$$

i vari termini nella eq.2 sono cosi' esprimibili:

Ing. Stefano Pagliara, Via Borsellino, 14 – 56100 –Pisa tel. 050 830856

$$a) \frac{\partial M}{\partial t} = \frac{M_{i,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^n}{2\Delta t} \quad (7)$$

$$b) \frac{\partial(uM)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{1}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i+1,j+1/2}^n + M_{i,j+1/2}^n}{2} \right)^2 -$$

(8)

$$\frac{1}{\Delta x} \frac{1}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i,j+1/2}^n + M_{i-1,j+1/2}^n}{2} \right)^2$$

$$c) \frac{\partial(vM)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j+3/2}^n)(N_{i+1/2,j+1}^n + N_{i-1/2,j+1}^n)}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+3/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+3/2}^{n+1}} -$$

(9)

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j-1/2}^n)(N_{i+1/2,j}^n + N_{i-1/2,j}^n)}{h_{i-1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}$$

d)

$$gh \frac{\partial H}{\partial x} = g \cdot \left(\frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}{2} \right). \quad (10)$$

$$\left(\frac{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} - H_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}{\Delta x} \right)$$

e)

$$\frac{1}{\rho} \tau_x = \frac{g n_{i,j+1/2}^2 (\bar{u}_{i,j+1/2}) \sqrt{(u_{i,j+1/2}^n)^2 + (v_{i,j+1/2}^n)^2}}{\left((h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}) / 2 \right)^{1/3}} \quad (11)$$

i termini della equazione (3) possono essere cosi' scritti:

$$a') \frac{\partial N}{\partial t} = \frac{N_{i+1/2,j}^{n+2} - N_{i+1/2,j}^n}{2\Delta t} \quad (12)$$

$$b') \frac{\partial(uN)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{(M_{i+1,j+1/2}^n + M_{i+1,j-1/2}^n)(N_{i+1/2,j}^n + N_{i+3/2,j}^n)}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+3/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+3/2,j+1/2}^{n+1}} - \quad (13)$$

$$\frac{1}{\Delta x} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j-1/2}^n)(N_{i-1/2,j}^n + N_{i+1/2,j}^n)}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}}$$

$$c') \frac{\partial(vN)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{1}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{N_{i+1/2,j}^n + N_{i+1/2,j+1}^n}{2} \right)^2 - \quad (14)$$

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{1}{h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}} \left(\frac{N_{i+1/2,j-1}^n + N_{i+1/2,j}^n}{2} \right)$$

$$d') \quad gh \frac{\partial H}{\partial y} = g \cdot \left(\frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}}{2} \right). \quad (15)$$

$$\left(\frac{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} - H_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}}{\Delta y} \right)$$

e')

$$\frac{1}{\rho} \tau_y = \frac{gn_{i+1/2,j}^2 (\bar{v}_{i+1/2,j}) \sqrt{(u_{i+1/2,j}^n)^2 + (v_{i+1/2,j}^n)^2}}{\left((h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}) / 2 \right)^{1/3}} \quad (16)$$

in cui:

$$\bar{u}_{i,j+1/2} = \frac{(M_{i,j+1/2}^{n+2} + M_{i,j+1/2}^n) / 2}{(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}) / 2}$$

$$\bar{v}_{i+1/2,j} = \frac{(N_{i+1/2,j}^{n+2} + N_{i+1/2,j}^n) / 2}{(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}) / 2}$$

Il calcolo procede mediante la soluzione delle equazioni (2) e (3) per le incognite M^{n+2} e N^{n+2} in quanto i valori M^n , N^n e h^{n+1} sono specificati dalle condizioni iniziali o sono conosciuti dal precedente passo temporale. I valori M^{n+2} ed N^{n+2} sono sostituiti nella equazione di continuit  e quindi viene ricavata l'incognita h^{n+3} . La versione piu' recente del codice di calcolo prevede alcune modifiche nei termini non lineari, al fine di ottenere una migliore stabilit  dello schema numerico.

Sono presenti nel modello due diversi tipi di condizioni al contorno. La prima   quella che considera una condizione al contorno in cui il flusso $M=N=0$, mentre la seconda considera la possibilit  di far defluire la portata in arrivo verso l'esterno della mesh considerata.

Il fronte della corrente   trattato in modo tale che quando l'altezza d'acqua   minore di un prefissato valore (p.e. 0.001m), il flusso nella rispettiva cella   assunto pari a zero. Particolari equazioni sono usate nel modello, nel caso in cui si abbia un gradino od un salto di fondo fra due celle adiacenti.

La propagazione della piena lungo il corso d'acqua arginato viene effettuata usando le equazioni complete di De Saint Venant :

$$\frac{1}{gA} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{gA^2} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |Q| Q}{A^2 R^{4/3}} = 0 \quad (17)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

in cui Q   la portata, A   la sezione trasversale, R il raggio idraulico, H la quota della superficie libera, q la portata laterale ed n il coefficiente di scabrezza della equazione di Manning. Le equazioni vengono risolte numericamente mediante uno schema alle differenze finite di tipo esplicito. Le due necessarie condizioni al contorno vengono specificate come idrogramma $Q=Q(t)$ nella sezione di monte e come andamento dei livelli in funzione del tempo nella sezione di valle da stabilire in base alla condizione al contorno presente in tale sezione.

SIMULAZIONI EFFETTUATE

Le simulazioni sono state effettuate sotto le medesime condizioni idrauliche degli studi originari modificando solamente il terreno in accordo con la nuova cartografia disponibile.

Le nuove simulazioni effettuate sono rappresentate nelle seguenti tavole:

Tavola Int 1: simulazione per $Tr=200$ anni relativa alle esondazioni del F.Cornia nello stato attuale.

Tavola Int 2: simulazione per $Tr=30$ anni relativa alle esondazioni del F.Cornia nello stato attuale .

Il risultato, riportato nelle carte, e' l'involuppo dei massimi delle varie simulazioni effettuate per queste condizioni di calcolo.

I punti di sormonto sono riportati nella tavola E0 del lavoro originario.

CONCLUSIONI

Sono state eseguite le simulazioni relative allo stato attuale per la valutazione del rischio nell'area in oggetto. Tale area e' soggetta ad esondazione a causa del F.Cornia. Sono stati effettuati gli scenari relativi a $Tr=200$ e 30 anni.

Pisa, gennaio 2009

Prof. Ing. Stefano Pagliara

