

**COMUNE DI EMPOLI
(FI)
LOCALITA' TERRAFINO**

LOTTIZZAZIONE INDUSTRIALE

PROPRIETA': I.M. s.r.l.

**PROGETTO PER IL SUPERAMENTO
DEL RISCHIO IDRAULICO**

(DELIBERE n. 230/94 e successive)

ALLEGATO : n. 1

RELAZIONE SUPERAMENTO RISCHIO IDRAULICO

ROMA: aprile 2009

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Giancarlo Caroli

COMUNE DI EMPOLI

LOCALITA' TERRAFINO

LOTTIZZAZIONE " I.M. s.r.l."

PROGETTO PER IL SUPERAMENTO DEL RISCHIO IDRAULICO

ELENCO ELABORATI

Ail. 1) RELAZIONE SUPERMANTO RISCHIO IDRAULICO	
Ail. 2) COROGRAFIA	scala 1:10.000
Ail. 3) PLANIMETRIA	scala 1:2000
Ail. 4) CASSA DI ESPANSIONE EST – pianta e sezioni	scale varie
Ail. 5) CARTA DEGLI ALLAGAMENTI	scale 1:2.000

INDICE

1) PREMESSA	Pag. 2
2) INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DATI SULLA LOTTIZZAZIONE	Pag. 4
3) INTERVENTI PROPOSTI E CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO NECESSARI PER L'AFFRANCAMENTO DEL RISCHIO IDRAULICO DOVUTO AI RII VOLPI E FRIANO	Pag. 5
3.1) Volumi di allagamento e ricostruzione della carta degli allagamenti potenziali	Pag. 6
3.2) Volume di invaso necessario per compensare i volumi di allagamento occupati dai previsti piazzali	Pag. 9
3.3) Volume di invaso necessario per compensare la maggiore impermeabilizzazione indotta dalla lottizzazione	Pag. 9
3.4) Volumi di invaso necessari	Pag. 10
4) RISCHIO IDRAULICO F. ELSA	Pag. 11
5) CONCLUSIONI	Pag. 12

1) **PREMESSA**

Il presente studio riguarda la compatibilità idraulica tra i previsti insediamenti produttivi da realizzare nella proprietà della società I.M. s.r.l., all'interno dell'area industriale del Terrafino, in Comune di Empoli, e la rete idrografica esistente costituita dai due rii Volpi e Friano e dal F. Elsa.

Il Comune di Empoli, nel rispetto delle normative di settore, al fine di risolvere in maniera coordinata e definitiva tutti i problemi inerenti il rischio idraulico nell'area del Terrafino ha partecipato, contribuendovi attivamente, alla programmazione di interventi generali sul F. Elsa, redigendo nel contempo studi e progettazioni sui rii minori, definendo in tal modo gli interventi necessari per garantire la fattibilità delle nuove lottizzazioni.

Le attività, gli studi e i progetti hanno riguardato:

- accordo di programma, approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 133 del 23/04/1999, tra Regione Toscana, Provveditorato alle OO.PP. della Toscana, Autorità di Bacino del F. Arno, Provincia di Firenze, Comuni di Empoli e Castelfiorentino con cui è stata programmata la realizzazione della Cassa di Espansione sul f. Elsa, in località Madonna della Tosse (Comune di Castelfiorentino), la ricalibratura arginale del tratto di F. Elsa all'interno del territorio Empolese e la variante urbanistica in località Terrafino nel Comune di Empoli;
- Rapporto di fattibilità, redatto nel novembre 1998 dalla Getas Petrogeo per conto del Comune di Empoli, sulla variante al Piano Regolatore Generale per l'ampliamento della zona industriale del Terrafino;
- Piano di Protezione Civile - 1° Stralcio - Area Industriale del Terrafino, redatto nel marzo 1999 dalla Getas Petrogeo per conto del Comune di Empoli;
- Studio generale di "Valutazione del Rischio idraulico per i bacini dei rii minori del territorio Nord-Occidentale del Comune di Empoli, redatto nel luglio 2000 dalla Getas Petrogeo per conto del Comune e aggiornato dalla stessa Getas nel settembre 2001 a seguito di confronti con il Genio Civile di Firenze;

- Progetto definitivo degli interventi per il superamento del rischio idraulico dovuto ai rii minori "Volpi" e "Friano" redatto dal Comune di Empoli nel novembre 2001;
- Progetto esecutivo degli interventi per il superamento del rischio idraulico dovuto ai rii minori "Volpi" e "Friano" redatto dal Comune di Empoli nel novembre 2007.

Gli interventi programmati e in parte già attuati con l'"Accordo di Programma" del 98, congiuntamente al "Piano di Protezione Civile" elaborato dal Comune, hanno avviato in maniera risolutiva il processo di affrancamento del rischio idraulico "Elsa".

Gli interventi previsti nel Progetto Esecutivo del novembre 2007, una volta realizzati, risolveranno in maniera definitiva il rischio idraulico dovuto ai due rii minori Volpi e Friano per tutta l'area del Terrafino.

Il presente studio, in attesa della attuazione degli interventi previsti nel Progetto Esecutivo di cui sopra, propone alcuni interventi stralcio da realizzare anticipatamente, necessari per eliminare il rischio idraulico dovuto ai rii Volpi e Friano, inerente la lottizzazione in argomento, senza aggravio per le aree contermini.

2) INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DATI SULLA LOTTIZZAZIONE

La lottizzazione di proprietà della società I.M. s.r.l. interessa la porzione ubicata a N-E del territorio destinato ai nuovi insediamenti produttivi nell'area del Terrafino.

E' delimitata a Nord dalla superstrada FI-PI-LI, ad Ovest dalla rampa di svincolo in ingresso alla citata superstrada, a Sud dalla Via 1° Maggio, a Est dalla lottizzazione " Nuovo Consorzio Empolese s.c.a.r.l."

I dati principali della lottizzazione sono:

- Superficie totale terreno	22.825,00 mq
- Superficie edificabile e parcheggi	18.356,50 mq

3) INTERVENTI PROPOSTI E CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO NECESSARI PER L'AFFRANCAMENTO DEL RISCHIO IDRAULICO DOVUTO AI RII VOLPI E FRIANO

L'obiettivo del presente studio è quello di definire gli interventi atti a non aumentare il rischio idraulico dovuto ai due rii Volpi e Friano in conseguenza della realizzazione della nuova lottizzazione, senza per altro aggravare la condizione di rischio dei terreni contermini.

Conformemente ai criteri assunti nel progetto definitivo generale precedentemente richiamato il rischio idraulico dovuto ai due rii viene analizzato congiuntamente.

Per raggiungere gli obiettivi prefigurati occorre trovare un volume di invaso che, durante gli eventi meteorici più intensi, riesca a contenere e a trattenerne temporalmente i maggiori deflussi generati dalla aumentata impermeabilizzazione dell'area della lottizzazione e, nel contempo, riesca a compensare gli eventuali volumi sottratti ai naturali allagamenti dai nuovi rilevati di imposta dei piazzali.

Il volume di invaso necessario potrà essere allocato nella porzione di "cassa di espansione est" compresa tra le sezioni 4_e e 7_e (v. allegati 3 e 4).

La citata cassa di espansione Est è stata già parzialmente realizzata nell'ambito del "piano di lottizzazione per insediamenti produttivi di proprietà della Terrafino Immobiliare", così come da Concessione Edilizia n. 54 del 15/05/2003.

Il maggior volume di invaso derivante dalla realizzazione della lottizzazione in oggetto verrà allocato nello stesso tratto di cassa di espansione, procedendo preliminarmente ad un ampliamento della sezione trasversale di circa 5 m, rispetto a quanto già previsto e realizzato dalla Terrafino Immobiliare.

Per consentire di invasare il volume citato, così come già fatto con l'intervento della Terrafino Immobiliare, si è previsto di deprimere il piano campagna attuale mediante escavazione diffusa con profondità massima di 1,50 m .

Sulla base delle indagini idrogeologiche eseguite, allegate al progetto definitivo è risultato che le escavazioni non intaccano la falda basale.

Per poter determinare i volumi eventualmente sottratti dai nuovi rilevati ai naturali allagamenti si è proceduto preliminarmente alla ricostruzione di una carta degli allagamenti generati, nel territorio interessato, da un evento con tempo di ritorno duecentennale, nella ipotesi di paratoie chiuse per 48 ore agli sbocchi dei due rii Volpi e Friano, rispettivamente nei F. Elsa e F. Arno.

3.1) VOLUMI DI ALLAGAMENTO E RICOSTRUZIONE DELLA CARTA DEGLI ALLAGAMENTI POTENZIALI

La carta degli allagamenti, riportata nell'allegato n. 5, è stata redatta sulla base delle seguenti ipotesi:

- evento meteorico riferito ad un tempo di ritorno di 200 anni;
- durata dell'evento meteorico 48 ore;
- curva di possibilità pluviometrica ricostruita con il metodo TCEV;
 $H = 19,72 t^{0,2958} * T_R^{0,2432}$;
- pioggia efficace pari alla pioggia caduta, meno il 20% che evapora o viene trattenuta dalla vegetazione, meno 10 mm attribuiti ai piccoli invasi, meno un assorbimento nel terreno, per le sole aree permeabili, pari a 1 mm/ora.

Per un utile raffronto la pioggia efficace è stata valutata anche con riferimento ai coefficienti di deflusso indicati dal Genio Civile di Firenze che valgono rispettivamente $K = 0,70$ per le aree urbanizzate, $K = 0,65$ per le aree agricole collinari, $K = 0,338$ per le aree agricole di pianura (questo ultimo coefficiente è stato valutato indirettamente per il territorio di pianura del Rio delle Volpi sulla base del contributo unitario di piena indicato dallo stesso Genio Civile pari a $2,5 \text{ mc/sec} * \text{Km}^2$; (v. paragrafo 3 della relazione idrologica e idraulica del progetto definitivo generale (alleg. n. 4);

- che tutto il volume efficace affluito raggiunga l'area del Terrafino; ipotesi oltremodo cautelativa in quanto i manufatti esistenti nel territorio a monte del Terrafino, a volte sono di ridotte dimensioni, facilmente ostruibili e causa di allagamenti diffusi;
- che parte del volume efficace non ristagni nel territorio del Terrafino ma defluisca a valle della superstrada attraverso il tombino esistente (manufatto circolare del DN 2000 mm) sul Rio Friano.

Il citato tombino, infatti, nella fase transitoria di breve termine, prima che venga realizzato l'assetto definitivo previsto dal progetto definitivo generale, rimarrà libero e consentirà il deflusso a valle fino alle aree a Nord della Superstrada e della Ferrovia. In

via cautelativa si ipotizza che il deflusso a valle sia pari a 0,5 mc/sec, per una durata coincidente con quella della pioggia critica presa a riferimento (48 ore).

Di seguito si procede al calcolo dei volumi efficaci di pioggia nelle ipotesi anzidette.

L'altezza di pioggia per $T_R = 200$ anni e per $T_p = 48$ ore risulta pari a

$$H = 19,72 * 48^{0,2958} * 200^{0,243} = 224,58 \text{ mm} .$$

L'altezza di pioggia efficace al netto dell'evaporazione, della porzione trattenuta dalla vegetazione e dei piccoli invasi risulta pari a $H_1 = 224,58 * 0,8 - 10 = 169,6 \text{ mm} .$

L'altezza di pioggia efficace, per le sole aree permeabili, al netto dell'ulteriore assorbimento nel terreno di 1 mm/ora diventa $H_2 = 169,6 - 48 * 1 = 121,6 \text{ mm} .$

Le aree dei due bacini Volpi e Friano collinare risultano permeabili per 281 ha e pavimentate per 25 ha.

Il volume totale affluito nei due bacini risulta pertanto pari a :

- aree permeabili	$121,6 * 10^{-3} * 281 * 10^4$	=	341.696 mc
- aree pavimentate	$169,6 * 10^{-3} * 25 * 10^4$	=	<u>42.400</u> mc
			384.096 mc

Il volume che produce allagamento, al netto del rilascio dal tombino esistente del Rio Friano è pari pertanto a $V = 384.096 - 0,5 * 48 * 3.600 = 297.696 \text{ mc} .$

Nella ipotesi di assunzione dei coefficienti di deflusso indicati dal genio Civile il volume totale affluito risulterebbe:

- aree urbanizzate (50 ha)	$232,7 * 10^{-3} * 0,7 * 50 * 10^4$	=	81.445 mc
- aree agricole di pianura (174 ha)	$232,7 * 10^{-3} * 0,338 * 174 * 10^4$	=	136.855 mc
- aree agricole di collina (82 ha)	$232,7 * 10^{-3} * 0,65 * 82 * 10^4$	=	<u>124.029</u> mc
			342.329 mc

Il corrispondente volume al netto del deflusso a valle del Rio Friano diventa

$$V = 342.329 - 0,5 * 48 * 3.600 = 255.929 \text{ mc} .$$

In via cautelativa la carta degli allagamenti è stata ricostruita con riferimento ai volumi calcolati con la prima ipotesi e quindi con il valore $V = 297.696$ mc .

Una volta noto il volume globale che genera allagamento e ristagno nell'area del Terrafino, si è proceduto alla ricostruzione della carta degli allagamenti potenziali (v. allegato 5) .

In via cautelativa si ipotizza che i maggiori volumi esonderanno soltanto nel territorio in sinistra idrografica del Rio Friano .

Con riferimento alla planimetria (allegato n. 5) e con procedimento iterativo si è calcolato, sulla base dell'assetto attuale dei terreni, il volume di invaso in funzione delle quote di allagamento, determinando che alla quota di 25,52 m.s.m. corrisponde un volume di invaso pari a 298.183 mc , così come riportato nella tabella seguente.

Area (n)	Superficie (mq)	Quota media (m.s.m.)	Quota di allag. (m.s.m.)	ΔH (m)	V (mc)
1	26.400	25,50	25,52	0,02	528
2	33.280	25,50	25,52	0,02	666
3	14.560	25,50	25,52	0,02	291
4	38.617	24,20	25,52	1,32	50.974
5	38.660	24,25	25,52	1,27	49.098
6	24.752	24,90	25,52	0,62	15.346
7	42.689	25,10	25,52	0,42	17.929
8	12.018	24,15	25,52	1,37	16.465
9	19.050	24,50	25,52	1,02	19.431
10	26.088	24,78	25,52	0,74	19.305
11	64.600	24,79	25,52	0,73	47.158
12	50.274	24,65	25,52	0,87	43.738
13	41.080	25,10	25,52	0,42	17.254
Totale					298.183 mc

Il volume sopradeterminato è pressochè coincidente con quello che determina gli allagamenti (297.696 mc) .

L'evento duecentennale genera pertanto una superficie di allagamento con quota di massimo invaso pari a 25,52 m.s.m.

3.2) VOLUME DI INVASO NECESSARIO PER COMPENSARE I VOLUMI DI ALLAGAMENTO OCCUPATI DAI PREVISTI PIAZZALI

Essendo la superficie occupata dai rilevati della lottizzazione in oggetto pari a 18.356,50 mq, ed essendo la quota media del piano di imposta dei rilevati pari a 25,50 m.s.m. risulta che il volume distratto agli allagamenti dal rilevato dei piazzali è pari a $(25,52-25,50)*18.356,50 = 367,13\text{mc}$

3.3) VOLUME DI INVASO NECESSARIO PER COMPENSARE LA MAGGIORE IMPERMEABILIZZAZIONE INDOTTA DALLA LOTTIZZAZIONE

Il maggior apporto in volume dovuto alla maggiore impermeabilizzazione della lottizzazione va correlato all'aumento del coefficiente di deflusso della superficie urbanizzata.

La superficie urbanizzata risulta pari a 18.356,50 mq.

Al complesso della superficie urbanizzata può attribuirsi un coefficiente di deflusso pari a $K = 0,7$.

L'area della lottizzazione attualmente ha un uso agricolo e ad essa si può attribuire un coefficiente di deflusso $K = 0,338$ (v. paragrafo 3 della relazione idrologica e idraulica del progetto generale definitivo).

Si fa riferimento ad un evento meteorico correlato al tempo di ritorno di 200 anni e ad una durata di pioggia di 48 ore, a cui corrisponde una altezza di pioggia di 224,58 mm.

Il maggior volume indotto dall'aumento del coefficiente di deflusso risulta pertanto :

$$\Delta V = 18.356,50*(0,7-0,338)*224,58/1.000 = 1.492 \text{ mc .}$$

3.4) VOLUME DI INVASO NECESSARIO

Sulla base delle elaborazioni svolte risulta che il volume di invaso necessario per l'affrancamento del rischio idraulico dovuto ai rii Friano e Volpi, per la lottizzazione in

oggetto, senza arrecare aggravio ai terreni contermini, è pari a $V = 367,13 + 1.492 = 1.859,13 \text{ mc}$.

Tale volume può essere allocato nella porzione di cassa di espansione est, compresa tra le sezioni 4e - 7e, che sarà oggetto di ampliamento rispetto a quanto già impegnato dalla lottizzazione della "Terrafino Immobiliare" con Concessione Edilizia n. 54 del 15/09/2003.

La porzione di cassa di espansione in oggetto, con quota di invaso a 25,40 m s.m., così come previsto nel progetto definitivo generale più volte richiamato, ha un volume di invaso di 2.466 mc e quindi maggiore dei 1.859,13 mc di compenso necessari. Con l'annullamento del franco idraulico il volume disponibile aumenta a circa 3.300 mc; volume maggiore di circa 1.400 mc rispetto a quello necessario.

*La cassa di espansione Est, già parzialmente realizzata dai Lottizzanti, fa parte degli interventi previsti nel "progetto generale per il superamento del rischio idraulico dovuto ai rii minori Volpi e Friano" redatto dallo scrivente per conto del Comune di Empoli. Tale progetto è in fase di gara di appalto. Nel citato progetto si prevede di accedere alla cassa di espansione, per le operazioni di manutenzione, dal lato Est, in corrispondenza dello sfioratore di alimentazione, e/o dal lato Ovest attraverso il tombino scatolare già realizzato, delle dimensioni di 3.00/*2.00 m.*

4) RISCHIO IDRAULICO F. ELSA

Gli interventi di natura idraulica sul F. Elsa finalizzati alla messa in sicurezza del territorio (compreso quello del Terrafino) sono stati programmati con "l'accordo di programma" approvato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 133 del 23/04/1999, tra Regione Toscana, Provveditorato alle OO.PP. della Toscana, Autorità di Bacino del F. Arno, Provincia di Firenze, Comuni di Empoli e Castelfiorentino.

L' Accordo di Programma prevedeva la realizzazione della Cassa di Espansione sul f. Elsa, in località Madonna della Tosse (Comune di Castelfiorentino) , la ricalibratura arginale del tratto di F. Elsa all'interno del territorio Empolese e la variante urbanistica in località Terrafino nel Comune di Empoli

La Cassa di espansione di Madonna della Tosse è stata realizzata recentemente dalla Provincia di Firenze (certificato di collaudo del 30/03/2005); l'intervento riduce la portata duecentennale dal valore di 900 mc/sec a 700 mc/sec.

L'intervento di ricalibratura delle arginature del F. Elsa è in avanzata fase di costruzione e, una volta ultimato, consentirà il deflusso in alveo di una portata di 800 mc/sec.

Da quanto sopra risulta che la realizzazione dei due interventi sopracitati, ormai in avanzata fase di costruzione (ricalibrature arginali in costruzione e cassa di espansione di Madonna della Tosse ultimata e collaudata), affrancherà il territorio interessato dall'area industriale del Terrafino dal rischio idraulico derivante dal f. Elsa.

La realizzazione della lottizzazione in oggetto, in attesa del completamento dell'intervento sulle arginature, verrà comunque condizionata alla predisposizione, da parte della Proprietà, di un piano di protezione civile che dovrà essere correlato e congruente con le indicazioni contenute nel "Piano di Protezione Civile 1° Stralcio – Area Industriale del Terrafino" redatto dalla Società Getas per conto del Comune di Empoli.

5) CONCLUSIONI

L'area interessata dalla lottizzazione, sulla base della Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del F. Arno n. 185 dell'11/11/2004 è classificata in P.I.3.

La fattibilità dell'intervento è condizionata dalla vicinanza del F. Elsa, dal Rio delle Volpi e dal Rio Friano. L'intervento in oggetto, sulla base delle verifiche svolte, risulta comunque fattibile alle seguenti condizioni:

Condizioni derivanti dal rischio idraulico del F. Elsa

Predisporre un piano attuativo di protezione civile per i nuovi insediamenti, correlato e congruente con il "Piano di Protezione Civile, 1° Stralcio, area Industriale di Terrafino" redatto dal Comune di Empoli.

Tale piano dovrà rimanere vigente per tutto il periodo transitorio necessario per completare gli interventi (ricalibratura delle arginature del F. Elsa) di riduzione del rischio idraulico derivante dal F. Elsa, in corso di realizzazione da parte del Circondario Empolese.

Condizioni derivanti dal rischio idraulico del Rio delle Volpi e del Rio Friano

- *Realizzazione del piano di calpestio dei fabbricati a quota 26.50 m.s.m.. La quota dei piazzali è variabile; lato cassa di espansione tra 26.10 m.s.m. (bordo cassa) e 26.50 m.s.m. in corrispondenza degli edifici; lato via Primo Maggio, tra la quota del piano viabile della stessa strada e 26.50 m.s.m. in corrispondenza degli edifici;*
- *Realizzare un bacino di invaso della capacità di 1.859,13 mc, necessario per non far aumentare il rischio idraulico nelle aree contermini in conseguenza del rialzamento e della parziale impermeabilizzazione dell'area, così come indicato negli elaborati grafici.*

Si fa presente inoltre che la realizzazione del bacino di invaso per un volume di 2.237 mc, da anticipare rispetto a quanto già previsto nel progetto generale, che è in fase di realizzazione, redatto dallo scrivente per conto del Comune di Empoli, consentirà di eliminare il rischio idraulico per la lottizzazione in oggetto, dovuto ai rii Volpi e Friano, senza alterare le garanzie idrauliche delle lottizzazioni precedenti.