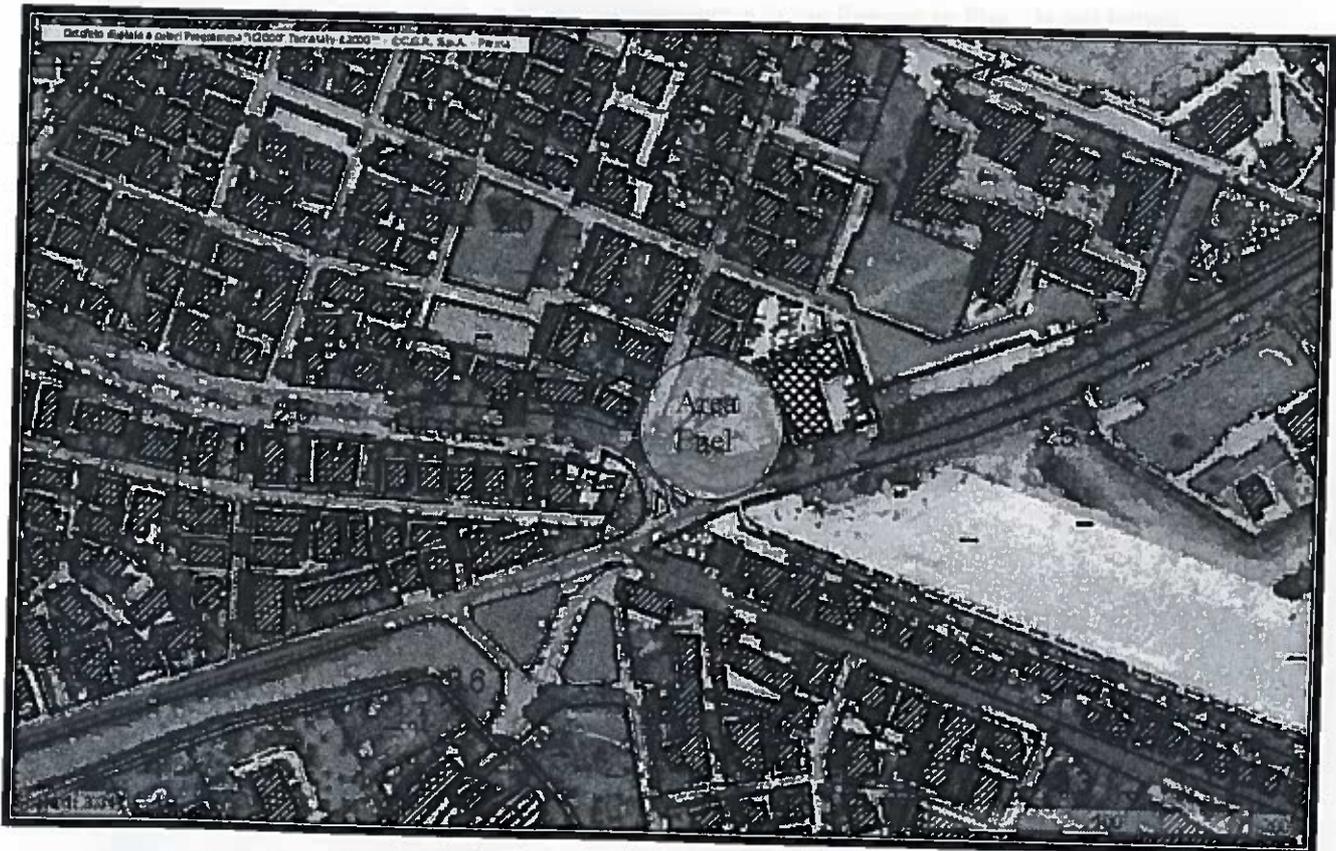




COMUNE DI PISA

**ELABORATO ADOTTATO
CON DELIBERAZIONE**
 Giunta Comunale
 Consiglio Comunale
n° 84 ..del.. **29 NOV. 2006**

AREA DI TRASFORMAZIONE SOGGETTA A PIANO ATTUATIVO : P.TA A LUCCA - ENEL



**PROGETTO DI TRASFORMAZIONE URBANISTICA DI UN 'AREA SITUATA TRA LA VIA
DEL BRENNERO E LA VIA FIRENZE IN PISA.**

VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO



**IL FUNZIONARIO
(TOMBI C. ALBERTO)**

RELAZIONE TECNICO IDRAULICA

Oggetto: progetto di trasformazione urbanistica di un'area situata tra la via del Brennero e la via Firenze in Pisa.

PREMESSA

La presente relazione idraulica è finalizzata alla verifica delle condizioni di rischio idraulico relativamente ad un'area situata tra la via del Brennero e la via Firenze in Pisa, la cui lettura topografica è rimandata alla planimetria allegata, interessata da un intervento di riorganizzazione degli spazi compresi tra le suddette strade destinati ad ospitare sia edifici residenziali sia spazi verdi attrezzati e parcheggi.

L'area oggetto di studio è situata nel centro abitato di Pisa, e si inserisce in una zona già urbanizzata nella quale sono prevalentemente presenti unità residenziali; allo stato attuale l'area oggetto di studio è inserita tra le aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.3) nella carta del Piano Assetto Idrogeologico redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed è stata classificata in Pericolosità Media (sottoclasse 3b) relativa alla Vulnerabilità Idrogeologica del P.T.C. della Provincia di Pisa.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto edilizio prevede la realizzazione di nuove opere di edilizia residenziale e la sistemazione dell'area limitrofa a verde e parcheggio.

L'intervento, definito qualitativamente e quantitativamente dal progetto presentato dagli Arch. Giacomo Bertini e Marco Bertini, è inserito nell'ambito di qualificazione del Regolamento Urbanistico del Comune di Pisa definito dalla scheda norma n. 10.1 (aree di trasformazione soggette a piano attuativo) per il quale risulta compatibile il progetto di riqualificazione di cui all'oggetto.

Dal punto di vista idraulico, in particolare rispetto al fenomeno di ristagno, la situazione non viene alterata rispetto alla situazione attuale; infatti, la superficie esterna all'edificio oggetto di intervento rimane permeabile mantenendo efficace la capacità di assorbimento da parte del terreno tramite la realizzazione di giardini e di parcheggi eseguiti con pavimentazione "verde" (es. autobloccanti, pavimentazioni rinverdite, ecc.).

Il piano di calpestio del piano terra per evitare il pericolo di una esondazione dovute all'ingresso sul terreno della proprietà, delle acque meteoriche provenienti dalle aree limitrofe e dalla strada, verrà rialzato di 30 cm. rispetto al p.c. rappresentato dal piano stradale attualmente esistente; tale rialzo verrà predisposto per accedere alla rampa di accesso carrabile da realizzare per entrare nei garage previsti nell'interrato la realizzazione di due gradini in corrispondenza dell'ingresso pedonale.

SITUAZIONE NORMATIVA

La zona oggetto di studio è soggetta a regolamentazione edilizia ed urbanistica, sotto il profilo della pericolosità idraulica, sia da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno sia da parte della Provincia di Pisa (Piano territoriale di coordinamento)

Norme dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno

La zona oggetto di studio è attualmente perimetrata tra le aree ad alta pericolosità idraulica (P.I.3) nel Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico, adottato con delibera n.185 del C.I. del 11/11/2004, la cui normativa è entrata in vigore con il D.P.C.M. 6 maggio 2005.

Le aree individuate come P.I.3 sono regolamentate dall'art. 5 e dall'art. 7 delle Norme del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico, che si riportano in appendice.

METODOLOGIA

Gli studi idraulici condotti a scala di bacino dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno forniscono il battente idrico relativo alla porzione di territorio oggetto di studio in quanto per la portata di riferimento della pericolosità dell'area

- piena con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm
- piena con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni con battente $h \geq 30$ cm;

PRESCRIZIONI

Sono fatte salve le prescrizioni di legge circa il mantenimento di una superficie permeabile pari ad almeno il 25% della superficie fondiaria di pertinenza dei nuovi edifici, in base agli indici di superficie coperta della zona, intendendo con il *termine superficie permeabile di pertinenza di un edificio* la superficie non impegnata da costruzioni che, comunque, consenta l'assorbimento anche parziale delle acque meteoriche.

In ottemperanza alle Norme di Piano, redatte dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno, si ribadisce che l'area di progetto potrà essere soggetta ad allagamenti e/o inondazioni pur con tempi di ritorno elevati, per cui dovranno essere adottati gli atti a ridurre la vulnerabilità delle opere esistenti e previste, che possono tradursi nelle seguenti raccomandazioni:

- porre la quota del piano terra abitabile delle nuove edificazioni ad un livello pari a circa 30 cm dall'attuale piano di campagna;
- in alternativa, provvedere all'impermeabilizzazione dei manufatti fino ad una quota pari a circa 30 cm dall'attuale piano di campagna, mediante il relativo sovrizzo delle soglie di accesso, carrabili e pedonali, delle prese d'aria e, in generale, di qualsiasi apertura; la

- recinzione verrà realizzata mediante un muretto di c.a. che funzionerà da sbarramento delle acque che potranno esondare provenienti dall'esterno;
- le acque provenienti dall'area interessata non graveranno sui terreni limitrofi in quanto il sistema di drenaggio delle acque meteoriche sarà provvisto di una vasca di raccolta di circa 42 mc (vedere la relazione di verifica idraulica allegata) che avrà la funzione di laminare la portata di massima piena, invasando la portata di pioggia per un tempo corrispondente a quello di corrivazione;
 - difesa, dell'area in oggetto, con sistemi passivi, dal rigurgito delle acque nella rete di smaltimento delle acque meteoriche, mediante dispositivi quali valvole di antiriflusso e tubazione di troppo pieno;
 - esecuzione di interventi di manutenzione atti a garantire la funzionalità dei sistemi di protezione idraulica.

CONCLUSIONI

Dal complesso delle valutazioni tecniche effettuate, risulta che la realizzazione dell'intervento di ristrutturazione in oggetto non costituisce un aumento della pericolosità idraulica, nel contesto territoriale circostante.

Ritenendo che l'area di progetto potrà essere soggetta ad allagamenti e/o inondazioni pur con tempi di ritorno elevati, sono state fornite indicazioni per gli interventi atti a ridurre la vulnerabilità delle opere esistenti e previste.

Pisa aprile 2006

IL TECNICO
Ing. Stefano Scorrano



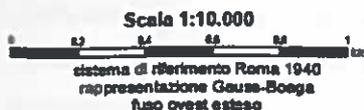
APPENDICE n.1

ESTRATTO della "Carta di riferimento delle Norme di Piano nel settore Rischio Idraulico del Fiume Arno"

Autorità di Bacino Fiume Arno

Piano di Bacino del fiume Arno
Stralcio "Assetto idrogeologico"

Carta degli elementi a rischio aree con pericolosità idraulica a livello di dettaglio



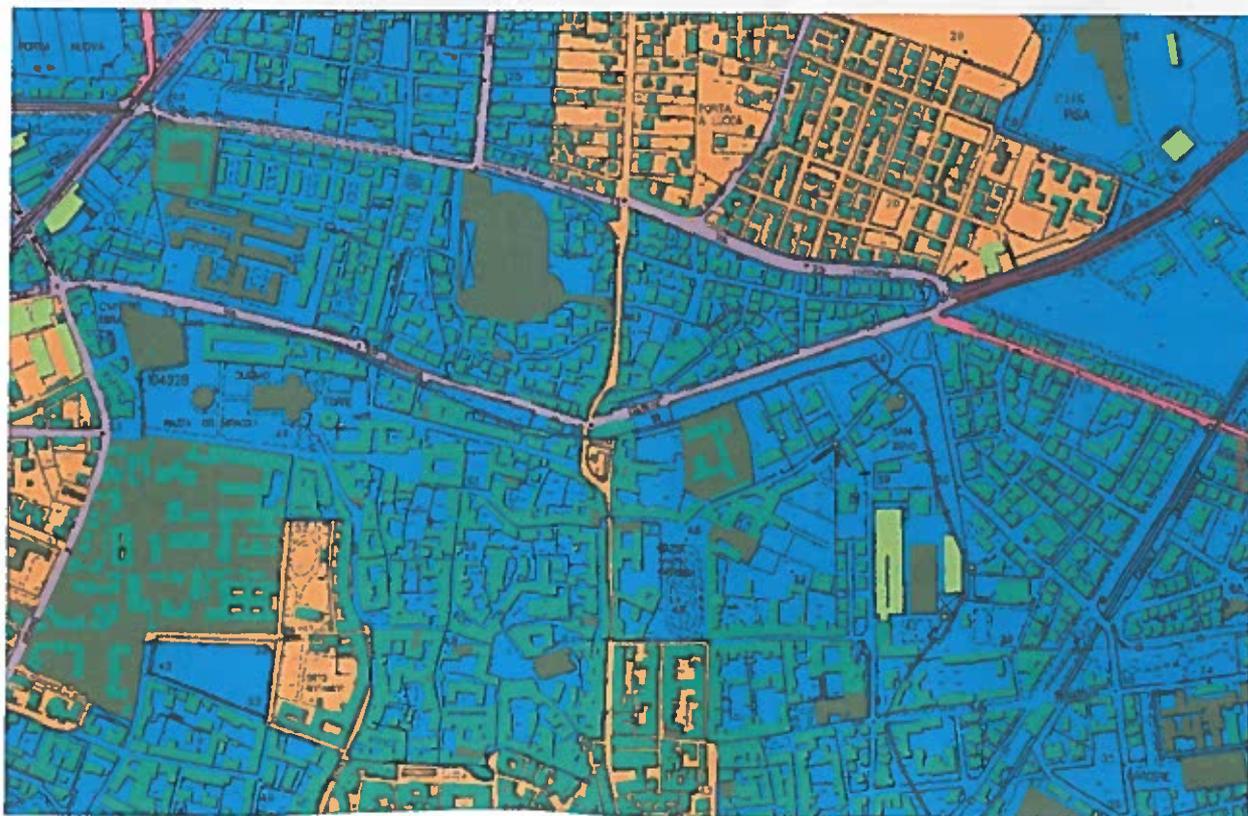
Elementi a rischio che ricadono nelle aree a pericolosità idraulica analizzate a livello di dettaglio

- Agglomerati urbani
- Insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo
- Aree sede di servizi pubblici e privati, traghetti, pontoni e strutture, strutture relative ad infrastrutture critiche

Vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale

- Autostrade, superstrade e autostrade con le relative fasce di estrazione
 - Strade statali
 - Strade provinciali
 - Strade comunali
 - Reti ferroviarie
- Da esempio è esente solo una piccola villetta in via Roma n. 13, 328 (vedi carta Regione Toscana settembre 1993 e pag. 2)

- P.L.1 Area a pericolosità molto elevata
- P.L.3 Area a pericolosità elevata
- P.L.2 Area a pericolosità media
- P.L.1 Area a pericolosità moderata
- Limite area di studio
- Avviso spaziale in cui la pericolosità è individuata su cartografia di sintesi in scala 1:25.000



ESTRATTO DELLE NORME del Piano nel settore Rischio Idraulico del Fiume Arno"

Art. 5 – Elaborati del PAI.

pericolosità idraulica elevata (P.I.3) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;

Art. 7 – Aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.3).

Nelle aree P.I.3 sono consentiti i seguenti interventi:

- a. interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;
- e. interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;
- f. interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia;
- g. adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h. realizzazione di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- i. ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;

- j. interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;*
- k. interventi di ristrutturazione urbanistica, così come definite alla lettera f) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e successive modifiche e integrazioni e nelle leggi regionali vigenti in materia che non comportino aumento di superficie o di volume complessivo, fatta eccezione per i volumi ricostruiti a seguito di eventi bellici e sismici, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica senza aumento di pericolosità per le aree adiacenti;*
- l. interventi nelle zone territoriali classificate negli strumenti urbanistici, ai sensi del Decreto interministeriale n. 1444 del 1968, come zone A, B, D, limitatamente a quelli che non necessitano di piano attuativo, e F, destinate a parco, purché realizzati nel rispetto della sicurezza idraulica, risultante da idonei studi idrologici e idraulici e a condizione che non aumentino il livello di pericolosità;*
- m. le ulteriori tipologie di intervento comprese quelle che necessitano di piano attuativo, a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti.*

1964				20						
1965				26						
1966		18				27,8	47	71	88	107,4
1967		18,4				34,2	44	67	70	98,2
1968		15				24,6	34,2	48	48	56,4
1969		18				17,6	19	28,4	41	59
1970						22,8	29	30	53,8	93,2
1971					23	26	27,6	31,4	35,2	62,2
1972			11,4		34	46	69	87,6	90,4	110,4
1973					21,2	33,6	36,8	37	41,2	51
1974						49,2	55	71,8	78,8	83,6
1975			20,6			26,8	31,4	31,4	32	37,2
1976		20				62,6	84,2	84,2	84,4	84,4
1977					12	52,8	91	107	128,4	137
1980			9,2			22,2	27,6	27,6	51,6	51,6
1981		14,4				11,2	18	32	43	58,2
1982		13,2				45	78,6	79,2	79,4	89,8
1983			16,4			28	28,4	28,4	31	45,6
1984		18				23,2	25	34,2	39	50
1985						42	61	68,4	84,8	84,8
1986				19,8		22,6	28,4	48,4	48,4	48,6
1987	14,6	22,4	25,4	27,4	31,4	21,6	30,2	36	45,4	49,6
1988	4,5	8,3	11,5	14	16,9	43,4	57,8	62,8	70,8	89,4
1989	7,1	9,9	11,5	13,2	16,4	18,6	30,4	38,9	50,3	51,6
1990		12,6		23,2	32,4	17	18,3	26,6	37,2	40
1991		14,6		21,8	27,4	36	49,6	65,6	88,8	116,2
1992		17,2		31,2	39	54,6	86	81,4	81,4	81,4
1994		11,6		14,6	17,6	21	33,2	47,8	57,8	84,8
1995		11		21	22,8	28	42,2	42,2	49	50,4
1996		8,4		14,2	19,2	28,8	41,6	42,6	49	50,8
1997		11,2		16	21,2	34,4	67,2	72,6	72,6	72,8
1998		9		13	16	19,4	20,6	23,6	42,6	44,2
1999		9,2		11	12,4	17,2	38,2	62,8	87	98,4
2000		10,6		12,6	14,4	20	36,6	48,2	64,4	76,8
h media	8,3	13,5	15,0	20,2	24,0	31,5	45,4	55,7	65,1	74,4
dev. std	4,69	4,13	5,53	7,30	7,79	12,73	20,04	24,71	24,77	25,51

Parametri della curva di probabilità di Gumbel:

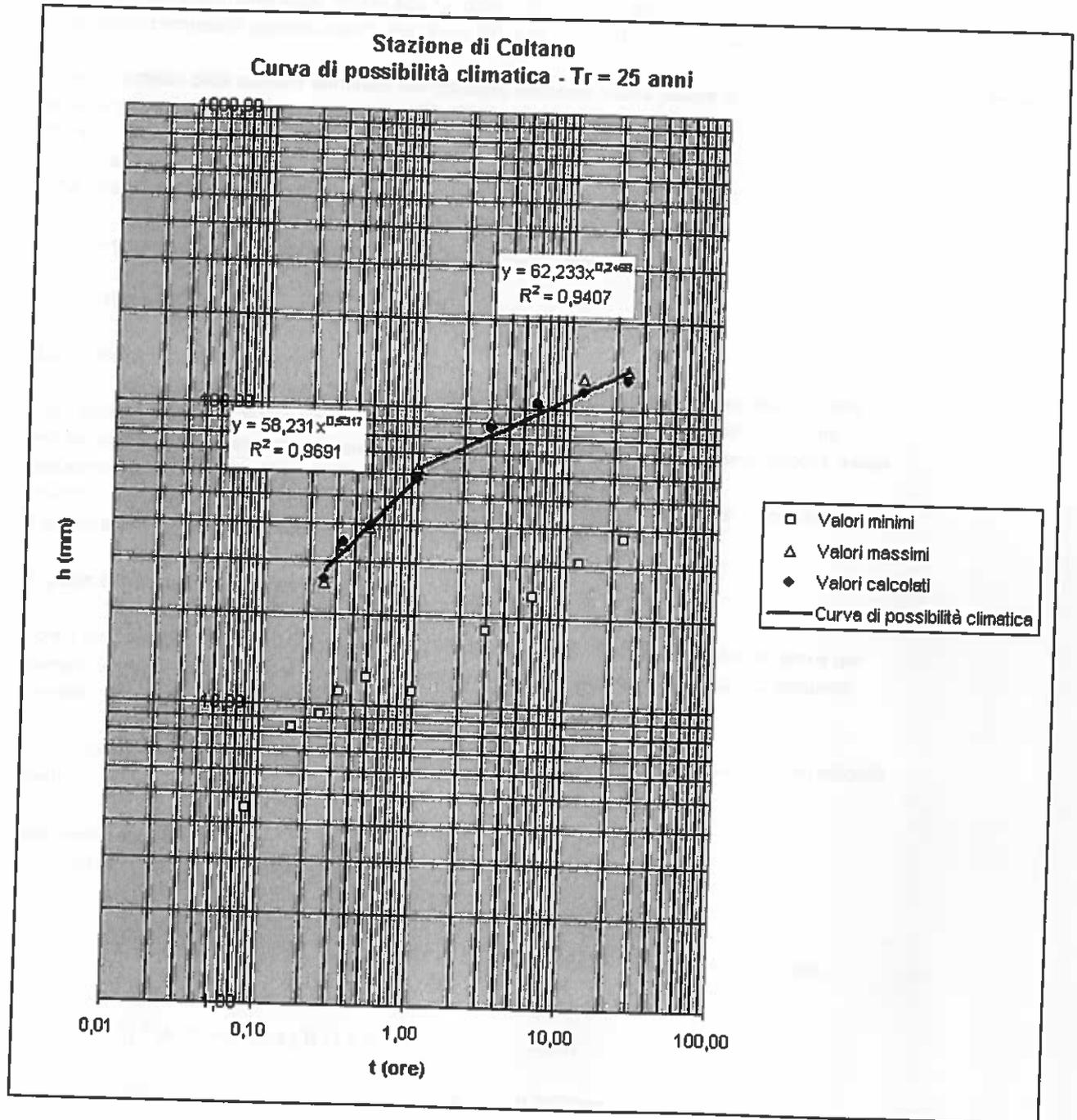
alfa	0,27	0,31	0,23	0,18	0,16	0,10	0,06	0,05	0,05	0,05
u	6,17	11,71	12,51	16,93	20,50	25,80	36,45	44,66	54,07	63,09

Altezze di pioggia calcolate con la Gumbel

	5'	10'	15'	20'	30'	1h	3h	6h	12h	24h
Tr	0,08	0,17	0,25	0,33	0,50	1,00	3,00	6,00	12,30	24,00
1,25	4,44	10,18	10,46	14,22	17,62	21,08	29,01	35,49	44,89	53,63
10	14,40	18,94	22,21	29,74	34,16	48,14	71,60	88,00	97,51	107,83
25	17,86	21,99	26,30	35,13	39,91	57,55	86,41	106,27	115,81	126,68
50	20,43	24,26	29,33	39,13	44,18	64,53	97,39	119,82	129,39	140,66
100	22,98	26,50	32,34	43,11	48,42	71,46	108,30	133,27	142,87	154,54
200	25,52	28,74	35,34	47,07	52,64	78,37	119,16	146,66	156,30	168,37
500	28,88	31,69	39,29	52,29	58,21	87,48	133,50	164,34	174,01	186,62
1000	31,41	33,92	42,28	56,24	62,42	94,36	144,33	177,70	187,40	200,41

Valori estremi per ogni intervallo

min	4,50	8,30	9,20	11,00	12,40	11,20	18,00	23,60	31,00	37,20
max	14,60	22,40	25,40	34,00	39,00	62,60	91,00	107,00	128,40	137,00



La curva segnalatrice di possibilità climatica adottata è la seguente:

$h = a t^n$ dove:

$a = 58,231$

$n = 0,5317$

La portata di massima piena in un collettore di acque meteoriche si verifica quando la

precipitazione meteorica ha una durata pari al tempo di corrivazione .

Calcolo del coefficiente di assorbimento

Trovandosi all'interno di un'area urbanizzata, si può ricorrere al classico metodo della media ponderata dei valori dei coefficienti di afflusso caratteristici delle superfici scolanti omogenee.

Tipologie di superfici:

- sup. impermeabili (parcheggi, strade ecc. $f = 0,85 - 1$)	0,90	
- superfici permeabili (giardini, parchi ecc. $f = 0,1 - 0,2$)	0,15	(valore medio)

Il bacino sotteso dalla sezione terminale del collettore esistente risulta essere di c.ca ha di cui si stima il circa il 10% essere costituito da superficie impermeabile.

0,7718

Pertanto avremo:

$$A1 = ha \ 0,3271 \text{ con un } f1 = 0,85$$

$$A2 = ha \ 0,4447 \text{ con un } f2 = 0,11$$

Di conseguenza il valore orientativo del coefficiente f risulta essere:

$$f = (A1 f1 + A2 f2) / A_{tot} = 0,42$$

3.2.2. Determinazione del tempo di corrivazione

I modelli cinematici partono dalla considerazione che la portata di pioggia in una data sezione della fognatura è data dalla somma dei contributi provenienti dai singoli sottobacini di monte. Per semplificazione si ammettono valori costanti del coefficiente di afflusso e della velocità media dell'acqua nella canalizzazione.

Fra tutte le piogge, quella che produce la portata di pioggia critica ha la durata coincidente con il tempo di corrivazione dell'acqua caduta nel punto più lontano

In generale il tempo di corrivazione è dato:

$$T_c = T_o + L / V$$

T_o = il tempo necessario inizialmente per soddisfare la capacità di infiltrazione del terreno e per riempire le cavità superficiali; si adotta per zone intensamente edificate, con pozzetti frequenti

$$T_o = \text{min. } 3 \quad 180 \text{ sec}$$

L / V = tempo impiegato dall'acqua per percorrere la canalizzazione di lunghezza L , con velocità media V .

Nel nostro caso avremo:

$$L1 = 100 \text{ m. Sezione circolare } d = 60 \text{ cm}$$

CALCOLO VELOCITA' E PORTATA IN SEZIONE CIRCOLARE DI CEMENTO $D = 600 \text{ mm}$

$$U = C \times (R I)^{1/2} \quad Q = C \times A \times (R I)^{1/2} \quad I = 0,001$$

$$D = 0,6 \text{ m} \quad A = 0,2826 \text{ mq}$$

$$R = 0,15 \text{ m}$$

$$C = 52,5294 \text{ m}^{1/2} / \text{sec} \quad \text{coefficiente di attrito Kutter}$$

$$U1 = 0,64335 \text{ m / sec} \quad \text{velocità media} \quad L1 = \text{m } 100$$

$$Q = 0,18181 \text{ mc/sec} \quad \text{portata a sezione piena}$$

Il tempo di corrivazione relativo al tratto di fognatura da realizzare risulta:

$$T_c = T_o + L1/V1 = \text{sec} \quad 335,44 = \text{min} \quad 5,59 = \text{ore} \quad 0,09$$

3.2.3. Calcolo della portata massima (di pioggia critica)

$$Q_{\max} = f E A t$$

$$f = 0,42$$

$$A t = 0,7718 \text{ ha} = 7718 \text{ mq}$$

$$E = h/t = 176,94 \text{ mm/ora}$$

$$h = a t^n = 58,231 \cdot 0,2831 = 16,4867 \text{ mm}$$

$$Q = 0,42 \cdot 0,77 \cdot 176,94 = 57,8511 \text{ mc/ora} = 0,16 \text{ mc/sec}$$

Tale valore di portata potrà essere smaltito da una fognatura meteorica di diametro di 600 mm. e pendenza del 2,5 per mille.

$$U = C \times (R I)^{1/2} \quad Q = C \times A \times (R I)^{1/2} = 0,001$$

$$D = 0,6 \text{ m} \quad A = 0,2826 \text{ mq}$$

$$R = 0,15 \text{ m}$$

$$C = 52,5294 \text{ m}^{1/2} / \text{sec}$$

$$U = 0,64335 \text{ m / sec}$$

$$Q = 0,18181 \text{ mc/sec}$$

Al fine di poter laminare la portata di massima piena, si propone di invasare il valore della portata per un tempo di pioggia prossimo al tempo di corrivazione: il volume della vasca di raccolta delle acque risulta pertanto di circa 42 mc

IL TECNICO
Ing. Stefano Scorrano

