



PROVINCIA DI MANTOVA



**PRESENTAZIONE e SINTESI
del “PROGRAMMA PROVINCIALE DI
PREVISIONE E PREVENZIONE DI
PROTEZIONE CIVILE”**

adottato con Delibera Consiglio Provinciale n.9 del 15/3/2001

Mantova, febbraio 2002



Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile



Provincia di Mantova

PRESENTAZIONE e SINTESI del “PROGRAMMA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE”

Mantova, febbraio 2001



Realizzazione

Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo – Protezione Civile
Via Alberto Mario, 9
46100, Mantova

Assessore Provinciale alla Protezione Civile:
Maurizio Sali

Dirigente dell'Area:
Dott.ssa Maria Cristina Longhi

Responsabile del Settore:
Dott. Ing. Sandro Bellini

Servizio Protezione Civile:
Telefono: 0376/357455 – 357409
Fax: 0376/366956
e-mail: procivil@provincia.mantova.it

Testo:

Questo elaborato è stato realizzato sulla base degli studi per la redazione del “Programma provinciale di previsione e prevenzione di Protezione Civile”, svolti a cura di:

- Dott. Ing. Pietro Sanguanini (rischio idraulico)
- Dott. Fulvio Baraldi (rischio idrogeologico)
- Dott. Carlo Caleffi (rischio meteorologico)
- Dott. Marco Ugolini (rischio incendi boschivi)
- Prof. Francesco Mulargia e il Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna (rischio sismico)

Redazione e coordinamento editoriale a cura di:

Dipl. Ing. Lara Massalongo



INDICE

1.	PREMESSA	4
1.1	<i>Competenze della Provincia</i>	4
1.2	<i>Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione</i>	4
1.3	<i>Contenuti</i>	5
2.	ANALISI DEI RISCHI	6
2.1	<i>Rischio idrogeologico (inondazione)</i>	6
2.1.1	Premessa	6
2.1.2	Metodologia	6
2.1.3	Criticità	7
2.1.4	L'attività di previsione	14
2.2	<i>Rischio idrogeologico (contaminazione delle acque sotterranee)</i>	19
2.2.1	Premessa	19
2.2.2	Metodologia	19
2.2.3	Grado di protezione idrogeologica	21
2.2.4	Valutazione del rischio	23
2.2.5	Proposte per la rimozione o riduzione dei rischi	26
2.3	<i>Rischio meteorologico</i>	28
2.3.1	Premessa	28
2.3.2	Metodologia	28
2.3.3	Pluviometria	29
2.3.4	Piogge intense	31
2.3.5	Temperature	32
2.3.6	Condizioni termo-pluviometriche	33
2.3.7	Umidità	34
2.3.8	Evapotraspirazione e bilancio idrologico	35
2.3.9	Efficienza ed Efficacia della rete di controllo	36
2.3.10	Analisi dati storici sugli eventi calamitosi	36
2.3.11	Gli scenari di rischio	37
2.4	<i>Rischio da incendi boschivi</i>	41
2.5	<i>Rischio sismico</i>	43
2.5.1	La pericolosità sismica	43
2.5.2	La pericolosità sismica del mantovano	43
2.5.3	I risultati secondo il metodo di Cornell	43
2.5.4	Risultati dell'approccio di sito	46
2.5.5	Conclusioni	47
2.5.6	Curva di pericolosità	48
3.	ALLEGATI	49
A.	<i>RISCHIO IDROGEOLOGICO (INONDAZIONE)</i>	49
B.	<i>RISCHIO IDROGEOLOGICO (ACQUE SOTTERRANEE)</i>	50
C.	<i>RISCHIO METEOROLOGICO</i>	50
D.	<i>RISCHIO DA INCENDIO BOSCHIVO</i>	51
E.	<i>RISCHIO SISMICO</i>	54
F.	<i>RICERCA STORICA SUGLI EVENTI CALAMITOSI IN PROVINCIA DI MANTOVA (SECOLI IX – XX)</i>	56

TAVOLE



1. PREMESSA

1.1 Competenze della Provincia

In base alle competenze definite dall'art. 13 della Legge 225/92, le Province sono chiamate a partecipare all'organizzazione ed all'attuazione del Servizio nazionale della protezione civile, assicurando lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta ed all'elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, alla predisposizione di programmi provinciali di previsione e prevenzione e alla loro realizzazione, in armonia con i programmi nazionali e regionali.

I programmi regionali sono stati definiti con Delibera di Giunta della Regione Lombardia n. 6/36805 del 12 Giugno 1998 recante l'“Approvazione del 1° Programma regionale di previsione e prevenzione di protezione civile redatto ai sensi dell'art.12, secondo comma, della Legge 24 Febbraio 1992, n.225”.

Già la L.142/90, con gli artt. 14 e 15, aveva assegnato alle Province, tra i vari compiti, quello di esercitare le funzioni amministrative relative alla “difesa del suolo, tutela e valorizzazione dell'ambiente e previsione delle calamità”, e tali funzioni sono state confermate dagli articoli 19 e 20 del D. L.vo 18 Agosto 2000, n.267.

In seguito il D. L.vo 112/98, art.108, comma 1, lettera b), ha attribuito alle Province funzioni di organizzazione delle attività di previsione e prevenzione a livello provinciale.

1.2 Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione

Fare protezione civile significa soprattutto elaborare un sistema di previsione e prevenzione cercando di attuare iniziative preventive che consentano di ridurre il rischio.

Tutto il sistema di protezione civile parte dall'analisi e conoscenza del territorio individuando i rischi presenti, definendo gli scenari di rischio e mettendo conseguentemente a punto misure preventive a salvaguardia della popolazione.

Per definire il rischio, è necessario introdurre alcuni concetti fondamentali.

Ogni territorio manifesta una VULNERABILITÀ (V), che esprime:

- la possibilità che tale territorio sia colpito in

un certo tempo da qualche evento esterno; questo evento è causa di possibili DANNI in termini di risorse umane, economiche ed ambientali,

- la predisposizione al danno che tale sistema presenta in termini di rischio o di scarsa capacità di risposta.

Il PERICOLO (P) è una situazione di minaccia che si propone come fonte di rischio.

Si assume in genere che il RISCHIO (R) sia il prodotto della vulnerabilità per il pericolo, considerando che i due fattori (V e P) siano moltiplicatori l'uno dell'altro e non la somma.

Quindi genericamente

$$R = P \times V$$

V deve intendersi (come anche P) come la sommatoria di tutti gli elementi vulnerabili presenti sul territorio. D'altra parte è evidente che se non ci sono pericoli (cioè P=0) il rischio è nullo.

Il *Programma Provinciale* in materia di protezione civile si occupa dell'analisi dei rischi cui è soggetto il territorio provinciale e dell'individuazione delle misure di massima da adottare per limitare i danni connessi ai rischi stessi. Esso ha per oggetto quindi la previsione dei rischi e la loro prevenzione, ed è pertanto propedeutico alla redazione ovvero agli aggiornamenti del *Piano di emergenza provinciale*.

Il *Programma Provinciale* deve:

- a) avere la funzione di unire le indicazioni tecniche e gli indirizzi strategici relativi alla sicurezza del territorio;
- b) essere uno strumento che rende possibile, in qualche misura, la mitigazione del rischio sul territorio, attraverso la disamina della pericolosità relativa a precise tipologie di eventi (*previsione*), e mediante la messa a punto di iniziative in grado di ridurre la vulnerabilità (*prevenzione*).

Attraverso il *Programma Provinciale* la protezione civile diventa una componente della pianificazione territoriale ed ambientale. Le linee di sviluppo territoriale, che tengano nel giusto conto le vocazioni del territorio, non possono prescindere dalla valutazione dei rischi esistenti e da attività di prevenzione dalle calamità e di difesa dell'ambiente.

Nella fase normativa attuale il ruolo della Provincia è comunque cruciale in quanto il vasto



patrimonio di conoscenze ambientali e territoriali che la Provincia ha accumulato, in vari settori con svariate finalità, ben prima dell'elaborazione del presente *Programma Provinciale*, può essere messo a disposizione degli Enti che ancora comunque hanno per legge competenze nella gestione delle emergenze: Comuni e Prefettura.

Questo patrimonio complessivo entra a far parte di quella conoscenza del territorio che è alla base delle attività di protezione civile.

Il *Programma* si presenta quindi come la prima raccolta organica dei dati territoriali utili all'individuazione del rischio sul territorio.

Bisogna avere molto chiara l'importanza dell'elemento conoscitivo previsionale, anche per il fatto che quasi mai l'evento calamitoso ha solo le caratteristiche della "fatalità" in quanto il rischio è connesso all'intensa antropizzazione territoriale, il che fa sì che le attività umane presenti siano ad un tempo bersaglio e possibile concausa di un evento calamitoso.

Previsione, prevenzione e pianificazione dell'emergenza sono pertanto le attività di protezione civile preliminari a tutte le eventuali altre.

Il costante aggiornamento dei dati fin qui raccolti, l'integrazione o l'aggiunta dei dati che non è stato ancora possibile reperire, consentiranno in prospettiva un censimento continuo in tempo di pace per la costruzione di banche dati territoriali che saranno alla base di una più moderna ed efficace gestione dei dati stessi durante le emergenze.

1.3 Contenuti

La Provincia di Mantova ha scelto di affidare la redazione del *Programma* a soggetti esterni esperti nelle specifiche problematiche affrontate.

La valutazione delle singole tipologie di rischio finora prese in esame è stata affidata a:

- rischio idrogeologico (inondazione)
(Ing. P. Sanguanini)
- rischio idrogeologico (contaminazione acque sotterranee)
(Dott. F. Baraldi)
- rischio meteorologico
(Dott. C. Caleffi)
- rischio sismico

(Università di Bologna – Dipartimento di Fisica – responsabile scientifico Prof. F. Mulargia)

- rischio da incendi boschivi
(Dott. M. Ugolini)

Si è ritenuto significativo investire risorse per effettuare una ricerca storica sugli eventi calamitosi che hanno interessato il territorio mantovano ("Ricerca storica sugli eventi calamitosi in Provincia di Mantova (secoli XIX e XX)") così come essi sono stati riportati in vari documenti (cronache, studi, libri, lettere, giornali, ecc.). Tale ricerca è stata condotta dal Dott. F. Baraldi.

Allo stato attuale è in corso di redazione, da parte dell'Istituto Superiore di Sanità (responsabile scientifico Prof. G. Marsili), la valutazione del rischio legato all'incidentalità industriale e relativa al trasporto di sostanze pericolose.

Le attività dei consulenti e delle strutture esterne su menzionate sono state coordinate dal Servizio Tutela Acqua e Suolo – Protezione Civile dell'Area Tutela Ambientale della Provincia.

Tali elaborati sono stati sintetizzati nel presente documento, in modo da fornire una lettura complessiva e riassuntiva delle conclusioni cui si è giunti.



2. ANALISI DEI RISCHI

Si riporta di seguito una breve sintesi dei singoli contributi ed una selezione degli elaborati grafici e cartografici ritenuti più significativi; si rimanda ai testi originali per qualsiasi approfondimento e chiarimento.

2.1 Rischio idrogeologico (inondazione)

2.1.1 Premessa

Il territorio della Provincia di Mantova, all'interno del bacino idrografico del fiume Po, occupa una singolare posizione. Infatti, tale bacino si chiude poco a monte della foce del fiume Panaro dopo aver sotteso di sinistra, compreso quello di tutti i sotto bacini di destra, c Secchia. Questa circostanza fa dell'imbrifero di Po, prima l'interessare il mantovano, territorio provinciale è significativamente interessato esondazioni, inondazioni e difendersi dalle quali fin dai ricorsi alla costruzione di opere principalmente argini.

Per rischio dell'inondazione o idraulico di un territorio si intende quello connesso allo stato dei corsi d'acqua costituenti la rete idrografica di superficie del territorio medesimo. In sintesi, il rischio idraulico è connesso al verificarsi dei seguenti eventi:

- fuoriuscita delle acque dagli alvei per tracimazione delle sponde o sormonto delle arginature dei corsi d'acqua per carenza di quota;
- fuoriuscita delle acque dagli alvei per il collasso delle arginature per: filtrazione attraverso il corpo arginale, infiltrazione dei terreni di imposta con formazione di fontanazzi (sifonamento), fenomeni di consistente sortumosità, sfiancamento del petto arginale (erosioni dei froldi);
- fuoriuscita delle acque dall'alveo per la presenza di ostruzioni;
- crollo delle arginature per mancata manutenzione.

In tutti i casi vi è esondazione ovvero allagamento delle aree esterne agli ambiti fluviali

generalmente destinate ad usi diversi da quelli compatibili con la presenza dell'acqua; ma mentre il primo si verifica in quanto l'evento di piena supera le quote dei coronamenti delle arginature gli altri, invece, sono una conseguenza della carenza di stabilità e tenuta ovvero di manutenzione delle opere di difesa e degli alvei.

2.1.2 Metodologia

Sono stati presi in esame gli studi esistenti per una ricognizione sulle situazioni di criticità verificatesi in passato ed eventualmente ripetibili in relazione ai dati strutturali sulle caratteristiche delle opere di contenimento idraulico.

Fra di essi, tre vengono richiamati perché più recenti e perché ritenuti i più interessanti per il

Programma:

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

*ologia del Po. Dott. Ing. Lino
zione n. 19 dell'Ufficio
l Po. Edito dall'Istituto
Stato – Roma 1981.*

*gettazione di massima delle
uliche dell'asta principale del
nti alla foce, finalizzate alla
servazione del suolo e alla
le risorse idriche. Redatto dal
il Po, a mezzo della Società
82 (in tale studio si rivedono le*

*elaborazioni idrologiche individuando una piena
di riferimento per le progettazioni di rialzo e
ringrosso delle arginature, definita "Piena di
riferimento SIMPO 82", ottenuta come piena
del 1951 ricostruita ed incrementata di un valore
pari all'incirca del 10 %).*

- *Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del
bacino del fiume Po. Redatto dall'Autorità di
Bacino del Po, anno 1999.*

Più tardi (1998) l'Autorità di Bacino del Po, dopo aver fissato i nuovi criteri, più cautelativi, per il dimensionamento delle arginature dei corsi d'acqua (*Piena a tempo di ritorno duecentennale* anziché *centennale*, fino ad allora assunta), ha effettuato un'ulteriore elaborazione idrologica delle probabili piene di Po ed ha individuato nella *Piena teorica 1951+1994*, molto vicina al valore di portata a tempo di ritorno di duecento anni, quella da tenere a base delle future progettazioni delle arginature del grande fiume padano (previa verifica tuttora in corso).

A partire da queste considerazioni è stata fatta un'analisi della attuale situazione strutturale delle opere di difesa idraulica in relazione ai livelli potenzialmente raggiungibili, per arrivare quindi

**Tabella n. 1** - Livelli idrici delle piene di Po in m s.l.m.

progressive (km)	Riferimento sez. Brioschi	Riferimento sez. SIMPO '82	Profilo piena (ricostruito) 1951	Profilo piena SIMPO '82	Profilo piena 1994	Profilo piena '94+'51=Tr ₂₀₀
414,585	35-CASALMAGGIORE	140	31,30	31,44	32,07	32,68
419,815	35BIS			30,46	30,34	31,18
424,980	36	134	29,35	29,50	29,23	30,28
428,545	37	132	29,20	29,35	28,31	29,67
433,435	38	129	28,59	28,74	27,53	28,99
438,500	GUASTALLA				26,75	28,42
440,670	39				26,37	28,11
450,055	40				25,37	27,37
457,560	41				24,82	26,85
460,335	42-PONTE SS. 62				24,39	26,42
467,580	43				23,24	25,29
468,000	PONTE A22				23,19	25,22
470,400	44				22,81	24,85
474,530	45				21,76	23,80
476,444	45BIS				21,63	23,70
478,500	PONTE SS. 413				21,31	23,39
479,015	46	100	22,40	23,05	21,25	23,32
482,185	47	98	22,13	22,38	20,92	23,00
486,050	48	96	21,80	21,87	20,52	22,56
491,520	49	93	21,62	21,62	20,11	22,32
494,975	50	91	20,88	21,36	19,93	22,19
496,055	52	89	20,67	21,03	19,65	21,87
496,500	53 OSTIGLIA	88	20,68	20,79	19,26	21,45
502,755	54	84	19,85	20,16	18,09	20,16
506,050	55	82	19,54	19,85	17,58	19,67
509,105	56	80	19,17	19,18	17,06	19,26
515,940	57-CASTELMASSA	76	18,24	18,38	16,31	18,62
520,255	58	71	17,15	17,73	15,60	17,98
522,405	59		17,02	17,49	15,33	17,73
528,770	60	66	16,65	16,77	14,54	16,97
530,100	61	65	16,50	16,74	14,51	16,94

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**



Tabella n. 2 - Profili delle piene di riferimento e delle arginature e indicazione dei franchi

Progr. (km)	Riferimento sez. Brioschi	Riferimento sez. SIMPO '82	Profili di piena			Quote argini maestri				Franchi arginali (rilievi 1989)				Franchi arginali (rilievi 1999)					
			SIMPO '82	1994	94 + 51	rilievi 1989	argini SX	argini DX	argini SX	argini DX	sulla piena SIMPO '82	argini SX	argini DX	sulla piena '94+51	argini SX	argini DX	sulla piena '94+51	argini SX	argini DX
414,585	35-CASALMAGGIORE	140	31,44	32,07	32,68	32,77	32,34			1,33	0,90	0,09	-0,34						
419,815	35BIS		30,46	30,34	31,18	31,39	31,01			0,93	0,55	0,22	-0,16						
424,980	36	134	29,50	29,23	30,28	30,03	29,70	29,80		0,53	0,20	-0,25	-0,58	0,30		-0,48			
428,545	37	132	29,35	28,31	29,67	29,83	29,31	29,82	29,45	0,48	-0,04	0,16	-0,36	0,47	0,10	0,15	-0,22		
433,435	38	129	28,74	27,53	28,99	28,78	29,01	29,72	28,13	0,04	0,27	-0,21	0,02	0,98	-0,61	0,73	-0,86		
438,500	GUASTALLA	126	27,74	26,75	28,42	28,33	28,53			0,59	0,79	-0,09	0,11						
440,670	39	125	27,49	26,37	28,11	28,12	28,33	27,82	27,92	0,63	0,84	0,01	0,22	0,33	0,43	-0,29	-0,19		
450,055	40	121	26,39	25,37	27,37	27,49	26,95	27,34	26,83	1,10	0,56	0,12	-0,42	0,95	0,44	-0,03	-0,54		
457,560	41	116	25,74	24,82	26,85	26,83	26,72	26,18	25,76	1,09				0,02		-0,67	-1,09		
460,335	42-PONTE SS.62	114	25,50	24,39	26,42	25,67	26,66	25,71	25,31	0,17				0,19		-0,71	-1,11		
467,580	43	108	24,50	23,24	25,29	24,82	24,98	24,51	24,71	0,32				0,21		-0,78	-0,58		
468,000	PONTE A22		24,47	23,19	25,22	24,70	24,95			0,23									
470,400	44	106	24,28	22,81	24,85	24,08	24,80	24,46	24,62	-0,20				0,34		-0,39	-0,23		
474,530	45	103	23,80	21,76	23,80	24,35	23,87	24,22	24,04	0,55				0,24		0,42	0,24		
476,444	45BIS		23,48	21,63	23,70	23,60	23,60			0,12									
478,500	PONTE SS. 413		23,14	21,31	23,39	23,40	23,59			0,26									
479,015	46	100	23,05	21,25	23,32	23,84	23,59	23,22	23,04	0,79				0,01		-0,10	-0,28		
482,185	47	98	22,38	20,92	23,00	22,86	23,10	23,40	22,71	0,48				0,33		0,40	-0,29		
486,050	48	96	21,87	20,52	22,56	22,25	22,28	23,17	22,18	0,38				0,31		0,61	-0,38		
491,520	49	93	21,62	20,11	22,32	22,26	22,26	22,14	22,07	0,64				0,45		-0,18	-0,25		
494,975	50	91	21,36	19,93	22,19	22,04	21,58	22,00		0,68						-0,19			
496,055	52	89	21,03	19,65	21,87	22,71	21,60	22,45		1,68						0,58			
496,500	OSTIGLIA	88	20,79	19,26	21,45	22,62	20,85	21,12	22,01	1,83				0,22		-0,33	0,56		
502,755	54	84	20,16	18,09	20,16	21,28	20,55	21,07	20,27	1,12				0,11		0,91	0,11		
506,050	55	82	19,85	17,58	19,67	20,40	19,74	20,40	19,78	0,55				-0,07		0,73	0,11		
509,105	56	80	19,18	17,06	19,26	20,63	20,04	20,24	19,99	1,45				0,86		1,37	0,78		
515,940	57-CASTELMASSA	76	18,38	16,31	18,62	19,30	19,88	19,25	19,88	0,92				1,50		0,68	1,26		
520,255	58	71	17,73	15,60	17,98	19,58	19,40	18,49	18,90	1,85				1,67		1,60	1,42		
522,405	59		17,49	15,33	17,73	18,40	18,70	18,36	18,96	0,91				1,21		0,67	0,97		
528,770	60	66	16,77	14,54	16,97	17,60	17,45	17,74	17,86	0,83				0,68		0,63	0,48		
530,100	61	65	16,74	14,51	16,94	17,58	17,90	17,53	18,15	0,84				1,16		0,64	0,96		

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**



E' presumibile che i lavori avranno compimento entro l'anno 2001. Ultimato l'adeguamento, almeno per quanto riguarda la quota del coronamento e la sagoma della sezione (pendenza della scarpata a campagna 1/5 e di quella a fiume 1/2), può dirsi che l'arginatura in sinistra Po, in provincia di Mantova, verrà a trovarsi nelle condizioni di far fronte ad una piena pari a quella del 1951, incrementata del 10 % (SIMPO '82 - tempo di ritorno superiore a 50 anni ma inferiore a 100 anni) e conservare un congruo franco di almeno m 1,00, nonché alla piena a tempo di ritorno di 200 anni, nel qual caso il franco si riduce, però, a pochi cm o al massimo qualche dm (**Tabella n. 2**).

In destra Po, invece, la situazione è favorevole in quanto gran parte delle arginature di monte di Revere, è sotto quota Q_{200} e la pendenza della sezione è tale da non inviluppare la piezometrica 1/5. A valle di Revere, in sinistra Po, le caratteristiche delle arginature di destra sono tutto simili a quelle in sinistra.

Attualmente è stato finanziato l'adeguamento di un primo tronco dei rilevati, quello compreso dal fronte di San Benedetto Po fino a Camponogara in corso la progettazione esecutiva. E' previsto che i lavori possano avere inizio nell'anno corrente (2001) con una durata di due anni almeno.

Nulla è attualmente finanziato per la progettazione e la realizzazione degli adeguamenti rimanenti.

Le tratte ove sussiste il rischio della tracimazione a fronte dell'evento Q_{200} sono riportate nella **Tav. n. 1**.

Analogamente al fiume Po, anche le arginature degli altri grandi fiumi mantovani presentano tratte critiche (descritte di seguito), a fronte dei rispettivi eventi di piena a tempo di ritorno di 200 anni. Tali zone, fiume per fiume (Mincio, Oglio, Chiese e Secchia), sono rappresentate nella **Tav. n. 2**.

Fiume Mincio

Le arginature del fiume Mincio non presentano situazioni a rischio di tracimazione di fronte agli eccezionali eventi di piena provenienti dal Benaco, stimati in $200 \text{ m}^3/\text{sec}$.

La quota del coronamento delle arginature a valle della botte sifone di Formigosa è stata

prevista a m 23,50 s.l.m. per contenere le piene di Po, ai cui rigurgiti sono soggette (SIMPO '82, con 1,00 m di franco e riferimento '94+'51, con franco di 50 cm circa). Attualmente è in via di ultimazione la ristrutturazione della tratta in sinistra ed in corso di esecuzione quella in destra.

Le arginature che lungo il corso naturale si estendono in modo continuativo dal manufatto di regolazione del Garda di Salionze alla presa del canale Scaricatore di Pozzolo (a valle, con la sola esclusione del centro abitato di Goito, il corso d'acqua naturale attraversa aree agricole ed è pressoché privo di arginature), in ogni caso, vanno tenute sotto osservazione in tempi di piena, soprattutto in corrispondenza degli abitati di

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

E' pure utile tenere presente la situazione della tratta di Goito, anche se limitata (massimo 70 m) dalla regolazione di Pozzolo.

Le arginature originali eseguite in occasione della piena del '51 (piena di riferimento all'Oglio in territorio

non sono state mai state state attuali, sono state tali da contenere sia le piene proprie sia, nella tratta terminale, quelle di rigurgito dal grande fiume padano.

Date le modestissime pendenze medie (circa 5/6 cm per km), infatti, l'asta del fiume, che dalla foce risale fino all'idrometro di Marcaria (ponte sulla S.S. n. 10), è dotata di arginature in quota con quelle Po, con franco di 1,00 m rispetto alla piena SIMPO '82 pari all'incirca a m 26,00 s.l.m. e, variabile da pochi cm a qualche dm, rispetto alla piena '94+'51. Sopra Marcaria, fino al confine di Provincia, la pendenza e, insieme, i coronamenti delle arginature incominciano a crescere decisamente da 10 cm per km, a Canneto, a 20 cm per km, oltre. Da Campitello in poi, il rigurgito di Po riduce in maniera sempre più sensibile la sua evidenza, e poiché è estremamente improbabile, almeno in termini statistico - probabilistici, la coincidenza temporale dei due colmi di piena, l'evento che domina è quello proprio del fiume.

L'unico tratto di arginatura che manifesta sensibili preoccupazioni per possibili tracimazioni in caso di piena eccezionale è quello di 2 km circa situato subito a valle di Carzaghetto (tracciato in



sinistra di un vecchio meandro). Altri punti critici sono rappresentati dalle tratte terminali degli affluenti: Seriola di Acquanegra, dall'abitato alla foce, Tartaro Fuga, limitatamente all'ultimo km, e Cavata, ultimi 500 m.

Fiume Chiese

Gli argini del fiume Chiese, presenti dalla foce fino a Bizzolano, a valle del nuovo ponte sulla provinciale, sono tutti dimensionati per contenere la piena duecentennale. Il tratto tra il citato ponte provinciale e quello crollato circa trenta anni fa, indicato come a rischio dal Piano Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino, presenta medesime caratteristiche di rischio. In questa valle, ragione per la quale l'incidente è essere conseguenza del rilievo, il Piano è aggiornato.

Per quanto riguarda le arginature, dal monte, data la diversa morfologia della sponda sinistra, salvo la tratta Casale, i difetti rilevati sono maggiormente evidenti sulla sponda opposta ma, in ogni caso, le arginature presentano una generale carenza di sicurezza non solo di fronte all'evento di massima piena duecentennale ma, in alcuni casi, anche nei confronti della piena centennale.

Il tratto di maggior criticità corre da circa 900 m sotto i Barchi fino a 1 km sopra Asola, sia in destra che in sinistra.

Carente è pure l'arginatura dell'affluente Chiusello dal cimitero di Acquanegra alla foce ma, in questo tratto il corso d'acqua attraversa zone agricole non insediate, esclusa l'area cimiteriale.

Fiume Secchia

L'asta di Secchia mantovana (dal confine modenese alla foce) ha arginature in quota con i livelli idrici corrispondenti alla portata massima di 750 m³/sec in uscita dalla cassa di laminazione di Rubiera con un abbondante franco di oltre 1 m. Rinunciando a gran parte del franco, le arginature sono in grado di far defluire, senza sormonti, piene variabili da 800 a 900 m³/sec.

Attualmente sono in corso lavori di ringrosso dei rilevati (formazione di banche) lungo la sponda destra. La definitiva ristrutturazione delle arginature del Secchia, però, dovrà essere rinviata alle risultanze degli studi in corso da parte dell'Autorità di Bacino per l'adeguamento del

volume dell'invaso di laminazione (maggior efficacia dell'abbattimento dei colmi di piena). Solo dopo gli studi, infatti, potrà essere definita la portata in rilascio dalla cassa (presumibilmente da 750 si passerà a 900 m³/sec) sollecitata dall'evento di piena a tempo di ritorno duecentennale.

2.1.3.2 Le carenze dei terreni di imposta delle arginature maestre e gli interventi strutturali di prevenzione dei corsi d'acqua principali.

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

to, mediante l'adeguamento in (ringrossi) delle arginature alle arginature ipotizzabili secondo un criterio di riferimento, si consegue la riduzione del pericolo dell'esondazione per l'altro si intensifica quello del pericolo di esondazione delle arginature medesime per terreni d'imposta e, più tempo.

Le arginature sono sensibili a questo tipo di fenomeno sono quelle in cui il tracciato del rilevato intercetta paleoalvei. E' proprio in tali zone dove, in tempi di piena, è assai forte l'attività di sortumazione e ad esse va rivolta estrema attenzione, tenendole sotto continua osservazione, quando il battente d'acqua contro l'arginatura si fa consistente (oltre i m 1,50/2,00). Al minimo accenno dell'attivarsi di un fontanazzo è necessario provvedere all'immediato contenimento per prevenire gli effetti che, in breve tempo, possono diventare distruttivi.

Le zone più soggette a tali fenomeni sono quelle di seguito indicate:

- in sinistra Po
 1. a Viadana da San Martino alla strada ex ponte in chiatte;
 2. da Correggioverde al ponte Dosolo - Guastalla a Cizzolo;
 3. a San Matteo dalla Cortenuova alle Chiaviche;
 4. di fronte all'abitato di Scorzarolo;
 5. al froldo di Bocca di Ganda;
 6. da Correggio Micheli (foce Mincio) a Libiola;
 7. dal Bugno di S. Romano a Ostiglia (ponte).
- in destra Po
 1. a Luzzara dal confine di



- provincia a C.na Bertedi;
2. dal Tabellano a Quarantore di Motteggiana;
 3. dal fronte del Gonfo a Portiolo;
 4. dal fronte del Gorgo al Ponte Vecchio;
 5. da foce Secchia a Quingentole;
 6. di fronte a Revere (Santa Mostiola);
 7. di fronte a Bonizzo per un km;
 8. da Carbonara a Carbonarola;
 9. da Sabbioni di Felonica a C.na Cornacchia.
- in destra Oglio
 1. da Bocca Chiavica alla foce;
 2. per 2 km a monte del ponte di Gazzuolo.
 - in sinistra Oglio
 1. da San Michele in Bosco al ponte di Gazzuolo;
 2. dalla Chiavica del Loiolo alla foce.
 - in sinistra Chiese
 1. ad Asola allo sbocco della Fossa Magna (500 m).
 - in destra Mincio
 1. dal sostegno del ponte di Governolo a C.na Albina.
 - in sinistra Mincio
 1. tutta la sponda sinistra da Formigosa a Bocca Chiavica del Leone.
 - in sinistra Secchia
 1. in corrispondenza del Bondanello e delle Mondine.
- foce Mincio a monte) per 1.120 m;
7. subito a monte dell'idrometro Sacchetta (Malcantone) per 600 m;
 8. al froldo di Ostiglia per 350 m.
- in destra Po
 1. a Riva di Suzzara, di fronte all'attracco fluviale (in costruzione) dal confine di provincia a monte per 500 m;
 2. di fronte a Motteggiana per 1,2 km;
 3. di fronte a C.se Moletta di Motteggiana;
 4. a Revere di fronte a Santa Mostiola per 800 m;
 5. da Carbonara a Capovilla per 1,2 km;
 6. da Colombaro a Carbonarola;
 7. dalla chiesetta di Felonica a valle per 500 m.
 - in sinistra Oglio
 1. di fronte a Sabbioni per 700 m.
 - in sinistra Chiese
 1. a Canneto, dal ponte della ferrovia a monte per 1.010 m;
 2. a 2,1 km sopra il ponte di Gazzuolo a monte per 1.200 m;
 3. a 1 km circa, a valle della Chiavica del Maldinaro a Torre Oglio, per 4.800 m.
 - in sinistra Chiese
 1. ad Asola allo sbocco della Fossa Magna (200 m centro abitato).
 - in sinistra Mincio
 1. dalla botte sifone di Formigosa alla fornace Morselli per 2.050 m
 2. al froldo Barchessina per 985 m
 3. al froldo Tirolo per 940 m;
 4. al froldo Ginepre per 660 m
 5. al froldo Albina per 150 m
 6. fronte Governolo per 480 m.
- Le tratte di arginatura sensibili al rischio di collasso per sifonamento sono rappresentate nella **Tav. n. 1** per il Po.
- Le medesime Tavole di cui sopra indicano la localizzazione delle diaframmature esistenti e precisamente:
- in sinistra Po
 1. Viadana, per 330 m a cavallo della S.S. n. 385;
 2. tra Dosolo e Villastrada per 970 m
 3. Bugno di Cavallara per circa 1 km;
 4. di fronte a Scorzarolo per 520 m;
 5. al froldo di Bocca di Ganda per 300 m;
 6. di fronte a Correggio Micheli (da

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

2.1.3.3 Le criticità della rete idrografica minore.

Al pari dei corsi d'acqua maggiori, anche quelli minori presentano, in alcune località, situazioni di rischio idraulico. Nel seguito sono descritte le principali criticità nei vari Consorzi di Bonifica del Mantovano (**Tav. n. 2**).

Consorzio di Bonifica del Navarolo



In generale la rete idraulica del comprensorio è soddisfacente alle necessità, benché si segnali la necessità di effettuare interventi di manutenzione, principalmente: potenziamento dell'impianto idrovoro del canale Navarolo e adeguamento e automazione delle cabine elettriche degli impianti idrovori.

Consorzio di Bonifica dell'Alto e Medio Mantovano

Mentre per i corsi d'acqua di tutti i Comprensori di Bonifica inferiori il rischio idraulico è, fondamentalmente legato al funzionamento degli impianti idrovori, per quelli dell'Alto e Medio Mantovano, dei Colli Morenici e della zona nord del Sinistra Mincio - Fossa di Pozzolo, che hanno caratteristiche naturali, il rischio idraulico dipende dalla capacità di invaso e di deflusso della rete idrografica.

A parità di intensità e di durata dell'evento, la tendenza dei deflussi di seguito all'espansione degli insediamenti urbani ed vecchi centri abitati, è abbastanza contenuta.

Con questa premessa il ritorno inferiori a 30 anni del comprensorio (solo centri

- in corrispondenza di Asola (vaso C Chiese. La zona al fiume Chiese delle arginature;
- all'altezza della zona nord del centro abitato di Castel Goffredo (torrente Tartaro Fabrezza);
- in corrispondenza del centro abitato di Casaloldo (torrente Tartaro Fabrezza);
- all'altezza della zona Est del centro abitato di Redonesco torrente Tartaro Fabrezza;
- in corrispondenza di Mosio (Regona di Mosio);
- a Piubega (Seriola di Piubega);
- a Nord di Gazoldo degli Ippoliti (Seriola di Piubega);
- nella zona ovest di Ceresara (Seriola Marchionale);
- in due modeste zone, una ad Ovest (Scolo Birbesi) e l'altra ad Est (Fosso Re) di Guidizzolo;
- a Castelgrimaldo (Scolo Goldone);

- a Sarginesco (scolo Duganella di Rivalta);
- a Castellucchio (Seriola di Castellucchio o Osone Vecchio);
- all'attraversamento di Goito (Scolo Caldone).

Consorzio di Bonifica dei Colli Morenici

Per il comprensorio di Bonifica dei Colli Morenici l'unica zona a rischio di inondazione è rappresentata dal Fosso Redone Inferiore all'attraversamento di Monzambano.

Consorzio di Bonifica a Sud di Mantova

Anche per il Comprensorio di Bonifica a Sud di Mantova le situazioni, attualmente a rischio, moderato, sono quelle relative:

- al Rio, alla Fossa Magistrale ed in misura assai minore al Paiolo all'interno della città di Mantova. Il rischio idraulico, secondo il Magistrato per il Po, sarà difficilmente superato al termine dei lavori, in corso di esecuzione, per la realizzazione dei Canali Scolmatori dei canali a Nord Ovest della città; manutenzione idraulica ed alla conservazione dell'assetto statico della chiavica della Fossa sul Mincio a Bagnolo San Vito; manutenzione idraulica ed alla conservazione dell'assetto statico della chiavica della Fossa Viva a Borgoforte. I punti di pericolo non sono segnalate. È inteso che dovrà essere garantita la continua manutenzione ai canali e, soprattutto, agli impianti idrovori al cui funzionamento è legato lo smaltimento delle acque.

Consorzio di Bonifica in Sinistra Mincio – Fossa di Pozzolo

Le situazioni a rischio del comprensorio sono dovute a corsi d'acqua secondari e riguardano i seguenti centri abitati:

- Roverbella per inondazioni a Nord Est del centro abitato (coli minori);
- San Giorgio (coli minori);
- Villanova de Bellis (colatore Verbasco);
- Castelbelforte (fossa Molinella);
- Marmiolo (coli minori);
- Governolo (coli minori).

Per gli impianti di sollevamento vale quanto raccomandato per il Navarolo.

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**



Consorzio di Bonifica dell'Agro Mantovano
Reggiano

Nel comprensorio dell'Agro Mantovano Reggiano esistono le seguenti situazioni a rischio di inondazione da parte dei corsi d'acqua minori:

- a Suzzara ad opera del Po Vecchio e del Dugale di Sotto (Trigolaro);
- a Gonzaga dove esonda il collettore Principale;
- a Moglia (canale Spazzacampagna sinistro);
- a San Benedetto Po (coli minori).

Consorzio di Bonifica di Revere

Le situazioni dove il rischio può considerarsi significativo sono:

- a Quistello (canale Focoso);
- a Schivenoglia (coli minori);
- a San Giovanni delle Grovande (canale Gronda).

Sia per il Consorzio di Bonifica di Revere che per quello dell'Agro Mantovano Reggiano ricordato quanto richiamato, sono state svolte relativamente alla manutenzione ordinaria e straordinaria dei lavori idrovori.

2.1.4 L'attività di previsione

2.1.4.1 Aspetti generali

Per tutti i grandi fiumi che bagnano la provincia anche in materia di previsione delle piene la collocazione del territorio mantovano nell'ambito del bacino del Po consente di fare una considerazione fondamentale: prima di arrivare ad interessare il mantovano, le onde di piena si formano in maniera sufficientemente compiuta, lasciando tutto il tempo necessario per effettuare le valutazioni del fenomeno di propagazione dell'onda medesima con coerenza e con la voluta attendibilità.

La circostanza è di grande rilevanza perché, in caso di piena appunto, consente di allestire un Servizio di grande efficacia per tempestività, per la puntuale informazione e per la predisposizione di tutte quelle azioni che, caso per caso, vengono ritenute più idonee a prevenire ovvero a mitigare i danni di eventuali inondazioni.

Per i corsi d'acqua minori, ubicati in aree a sensibile pendenza, la considerazione ha solo una rilevanza scientifica ma risulta di scarsa utilità pratica, perché molto spesso i tempi disponibili

sono assai esigui.

In questi casi, infatti, è necessario rivolgere l'attenzione non più al formarsi dell'onda, bensì all'evoluzione delle condizioni meteorologiche le cui caratteristiche sono tali da causare precipitazioni di intensità e durata poter indurre, a loro volta, nei corsi d'acqua onde di piena non compatibili con la capacità di deflusso degli stessi.

Tale indirizzo di indagare l'evolversi della fenomenologia meteo-climatica rappresenta quanto di più attuale oggi possa esistere nel campo delle attività di studio delle previsioni delle precipitazioni capaci di dar luogo a fenomeni eccezionali di piene su bacini di qualsiasi dimensione e di qualsiasi collocazione orografica.

I rimanenti corsi minori della provincia, situati nelle zone a debole pendenza, sono tutti sottoposti all'azione delle arginature maestre dei fiumi le cui vicissitudini rimangono

che se non c'è concomitanza di piene non possono liberamente defluire senza difficoltà, mentre, in circostanze di difficoltà incominciano a farsi sentire, perché il deflusso oltre ad essere limitato dal volume proprio di invaso non può superare la capacità di sollevamento degli argini, dimensionati e realizzati oramai da molti anni.

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

2.1.4.2 Previsione delle piene in base ai rilevamenti idrometrici di monte.

Il Magistrato per il Po, che sino ad oggi ha curato il servizio di piena nell'ambito del bacino, dispone di modelli di propagazione dell'onda per i principali corsi d'acqua, predisposti dal Prof. Ezio Todini (Università di Bologna).

In occasione degli eventi meteorici rilevanti, sia direttamente che a mezzo dei suoi Uffici Operativi, il Magistrato provvede a dare informazioni alle Prefetture sull'evoluzione della piena in corso e, attraverso queste ultime, ad ogni altra pubblica Amministrazione.

A tale Istituto è possibile rivolgersi non solo per avere notizie sulle caratteristiche dell'evento d'interesse, ma anche sulla situazione più in generale.

Recentemente anche le Regioni si stanno dotando di analoghi supporti con diffusione dei dati via Internet.

Indipendentemente da tale circostanza, nel seguito si riportano alcuni accenni sintetici, impostati sull'esame delle piene verificatesi in



passato e su alcune caratteristiche fondamentali del fiume in osservazione, che si ritiene possano essere di utilità pratica per gli Operatori del Servizio.

Innanzitutto si suddivide l'asta del corso d'acqua in tratte badando che gli estremi di ciascuna tratta siano significativi per bacino sotteso, per omogeneità e per la presenza di stazioni di osservazione.

Fiume Po:

- Tronco Becca – Piacenza
- Tronco Piacenza – Cremona
- Tronco Cremona Casalmaggiore
- Tronco Casalmaggiore – Viadana
- Tronco Viadana – Borgoforte
- Tronco Borgoforte – Ostiglia
- Tronco Ostiglia – Quattrelle
- Tronco Quattrelle – Ponte Ticino

Le distanze indicate rappresentano i medi, misurati al centro del filone corrente, il cui sviluppo varia in stato idrometrico.

E' stata scelta, come stazione di origine, quella del ponte della Becca a Pavia, foce Ticino, perché sottende una parte significativa dell'intero bacino tributario del Po (poco meno della metà) e, soprattutto, perché all'altezza di tale sezione l'onda di piena può ritenersi oramai sviluppata e completa nelle sue caratteristiche essenziali di forma. Ovviamente propagandosi a valle, l'onda subisce ancora alterazioni, che possono essere più o meno sensibili in relazione alla variabilità dell'evento meteorico e, quindi, ai tributi degli affluenti che si susseguono dal Lambro, al Trebbia, all'Adda, al Taro, al Parma, all'Enza, al Crostolo, all'Oglio, al Mincio, al Secchia ed al Panaro, quest'ultimo posto a valle degli interessi della provincia di Mantova.

La possibilità di stimare (prevedere) quali saranno i momenti e le caratteristiche dell'onda all'attraversamento delle varie sezioni di controllo interessanti il territorio mantovano (non solo), scaturisce proprio dalla conoscenza dei limiti di variabilità della velocità di propagazione dell'onda di piena e dei contributi degli affluenti che via via il Po riceve lungo il suo percorso, frutto delle analisi e delle valutazioni degli eventi del passato.

Da tali studi risulta che il tempo di propagazione del colmo dell'onda da Becca a Viadana oscilla da un valore minimo di 37 ore ad un massimo di 42 ore, con velocità variabili da 4,60 e a 4,10 km/ora. Trattasi veramente di un

tempo ragguardevole per consentire di attivare tutte le misure necessarie all'Organizzazione del Servizio di protezione civile.

Ogni volta, infine, che il colmo si forma alle varie stazioni che si incontrano in successione dalla Becca in giù, vi è la possibilità di affinare sempre più la previsione di valle a scapito, naturalmente, del tempo.

L'ultima previsione utile per il territorio mantovano è quella che si può effettuare alla stazione di Casalmaggiore con un anticipo, per le stazioni di Borgoforte, Ostiglia e

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

Le possibilità vanno riposte in tal modo in tanto per la stima dei tempi di arrivo e risultano abbastanza ben correlate alla dovuta ai contributi degli

Per le dette considerazioni, di seguito si tratta i risultati di sintesi:

1. Tronco Becca – Piacenza (60 km):

Lo stato idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Piacenza, a seconda della consistenza dei contributi del Lambro e del Trebbia (irrilevanti, inferiori complessivamente a $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ o superiori a $500 \text{ m}^3/\text{sec}$) potrà variare di $\pm 10 \text{ cm}$ rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluita a foce Ticino;

- Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 10 ore ad un massimo di 16 ore (valore medio 13 ore).
- 2. Tronco Piacenza – Cremona (50 km):
- Il livello idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Cremona, a seconda della consistenza del contributo dell'Adda (irrilevante, inferiore complessivamente a $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ o superiore a $500 \text{ m}^3/\text{sec}$) potrà variare di $\pm 10 \text{ cm}$ rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluita a Piacenza;
- Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 6 ore ad un massimo di 8 ore (valore medio 7 ore).
- 3. Tronco Cremona – Casalmaggiore (46 km):
- Il livello idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Casalmaggiore, a seconda della consistenza del contributo del Taro (irrilevante, inferiore complessivamente a



- 300 m³/sec o superiore a 300 m³/sec) potrà variare di ± 12 cm rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluita a Cremona;
- Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 13 ore ad un massimo di 15 ore (valore medio 14 ore).
4. Tronco Casalmaggiore – Viadana (Boretto) di 15 km:
- Il livello idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Viadana (Boretto), a seconda della consistenza dei contributi del Parma e dell'Enza (irrilevanti, inferiori complessivamente a 300 m³/sec) potrà variare di ± 9 cm rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluito a Casalmaggiore;
 - Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 6 ore ad un massimo di 6 ore (valore medio 6 ore e mezza).
5. Tronco Viadana (Boretto) – Borgoforte (32 km):
- Il livello idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Viadana, a seconda della consistenza del contributo complessivo del Crostolo e dell'Oglio (irrilevante, inferiore complessivamente a 300 m³/sec o superiore a 300 m³/sec) potrà variare di ± 8 cm rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluita a Viadana;
 - Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 7 ore ad un massimo di 12 ore (valore medio 9 ore e mezza).
6. Tronco Borgoforte – Ostiglia (40 km):
- Il livello idrometrico dell'onda di piena alla stazione di Borgoforte, a seconda della consistenza del contributo complessivo del Mincio e del Secchia (irrilevante, inferiore complessivamente a 300 m³/sec o superiore a 300 m³/sec) potrà variare di ± 8 cm rispetto a quello dovuto alla massima portata propria del Po defluita a Borgoforte;
 - Il valore del tempo di propagazione del colmo varia da un valore minimo di 6 ore ad un massimo di 8 ore (valore medio 7 ore).

Nelle valutazioni, tratta per tratta, va tenuto nella dovuta considerazione che l'ambito fluviale

di piena dalla Becca a Ostiglia è caratterizzato da quegli ampi spazi golenali che hanno un'influenza sensibile nel moderare le punte di piena, purché la loro disponibilità all'invaso sia convenientemente collocata nel giusto momento di arrivo del colmo avuto riguardo che mentre l'anticipo minimizza la positiva influenza, il posticipo può risultare addirittura inutile se non dannoso (sugli stessi principi si basano i modelli matematici che operano, però, in maniera rigorosamente scientifica).

A conclusione di questa sintetica esposizione con la quale si è inteso esporre, attraverso la conoscenza degli eventi del passato, un metodo

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

per una comoda previsione della portata di piena di Po, in attesa della piena di Mantova si doti di un modello matematico di propagazione, è necessario che le piene che si sono verificate (1959, 1966, 1968, 1976, 1980) siano denziate, in modo sempre più accurato che riguarda in modo particolare il fiume a valle di Borgoforte. Inoltre, la velocità di traslazione delle piene e i considerevoli incrementi che si sono verificati prima di allora (1959).

Oltre all'influenza del contributo degli affluenti che, come si è visto può dar luogo, nelle varie sezioni, a ritardi od anticipi sul colmo ordinario, si aggiunge l'effetto delle considerevoli arature del fondo, costituito da sabbie sottili, in dipendenza delle quali anche la relazione tra altezza e portata delle scale di deflusso subisce altrettante variazioni.

A questo fenomeno si dovrà guardare, con cura scientifica, soprattutto alla sezione di Ostiglia – Revere.

Fiume Mincio:

Relativamente al fiume Mincio, l'attività di previsione impostata come è stato fatto per il Po, non risulterebbe di pratico significato alcuno. Il fiume, infatti, è stato completamente artificializzato e dimensionato affinché, in caso di eventi di piena del lago di Garda, possano essere scaricati a valle fino ad un massimo di 200 m³/sec senza apprezzabili esondazione o meglio in presenza di esondazione preordinate e controllate.

Poiché una tale circostanza, dopo la sistemazione, non si è ancora verificata, sarà opportuno, in situazioni favorevoli, poterla simulare rilasciando dal Garda portate man mano crescenti fino ad avvicinare il detto massimo valore allo scopo di misurare le quote raggiunte e di valutare gli effetti.



In caso di eventi di piena del Po, invece, risalendo il Mincio da valle verso monte si instaurano i livelli di rigurgito del grande fiume fin contro la chiavica di Formigosa ed oltre lungo il Diversivo.

Fiume Oglio:

Le stazioni di rilievo per l'attività di previsione dei colmi di piena del fiume Oglio interessanti il territorio mantovano sono: Canneto s/O, Marcaria, Gazzuolo e Torre d'Oglio.

In una specifica tabella sono stati riportati, ove giudicati di sufficiente attendibilità, i dati relativi all'ora, giorno, mese, anno e quota idrometrica al colmo degli eventi di piena degli ultimi 50 anni relative alle stazioni di Sarnico (idrometro regolatore dei livelli del lago d'Iseo), di Onede (idrometro storico di Ostiano a foce Mella), del ponte di Canneto sull'Oglio e del ponte di Marcaria (stazione munita di strumento teleidrometrico). Per le altre stazioni intermedie non è stato possibile avere documenti certi.

Per le stazioni poste a valle di Marcaria (Campitello e Cesole) i dati esistenti per la previsione di propagazione di piena, sono irrilevanti perché quasi pressoché contemporaneamente addirittura in anticipo in relazione al tempo meno alto indotto dal rigurgito di monte.

Per pura informazione, nella tabella vengono riportati anche i massimi registrati alla stazione di Sarnico. Si precisa che i colmi di piena a valle sono decisamente influenzati (in anticipo o posticipo) dal manufatto di monte.

In buona sostanza la tabella è poco utile per gli scopi prefissi, ma potrà diventarlo in seguito, nel caso auspicato di future rilevazioni sistematiche appositamente programmate indispensabili, peraltro, alla taratura dei modelli matematici.

Si può, in ogni caso, concludere che:

- che, da Sarnico ad Onede, il tempo di traslazione dell'onda è di circa 9 ore. Va tenuto presente che il contributo degli affluenti Cherio e Mella può modificare completamente la forma dell'onda;
- il colmo a Canneto si forma 3/4 ore dopo Onede (Ostiano) ed a Marcaria nelle 2 ore successive, salvo anticipi in casi di sostenuto rigurgito di Po.

Fiume Chiese:

Per il fiume Chiese non sono disponibili serie di dati continuativi recenti che possano consentire valutazioni affidabili sulla propagazione delle

piene. Gli unici studi esistenti sono quelli dell'Ufficio Idrografico negli anni 1955 e 1956. Da essi si ricava che il tempo di propagazione delle onde di piena da Gavardo (BS) al confine con la provincia di Mantova (Comune di Casalmoro) è di 8 ore come risultante dall'evento di piena del 1951. Altrettante ore, il colmo impiega per arrivare a Bizzolano dove comincia a sentire gli influssi del rigurgito dell'Oglio.

Il giorno 8 novembre 1951 a Gavardo si registrò il colmo a m 3,00 sullo zero idrometrico (m 198,02 s.l.m.) e nello stesso giorno, circa 16 ore dopo, si verificò quello di Bizzolano con valore pari a m 4,55 (zero idrometrico = m 24,05 s.l.m. e quota di guardia a + 3,00 sullo zero).

Sia per Bizzolano che per Gavardo quei colmi non rappresentano i massimi registrati che, invece, sono di m 5,31 per Bizzolano (27 ottobre 1953) e di m 3,68 per Gavardo (26 maggio 1981).

Data l'insufficienza di dati utili alla previsione si suggerisce di cominciare la loro raccolta sistematica istituendo una stazione anche a Ponte San Marco di Calcinato (BS). Le stazioni di raccolta dati ai fini del Servizio di Piena (Servizio di Piena) potrebbero essere a Ponte San Marco, Asola e

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**

Il fiume Oglio, anche per il 2005, è stato considerato a rischio in una tabella nella quale sono indicati i colmi di piena ed il valore idrometrico al colmo di piena degli ultimi 50 anni. I dati sono ritenuti significativi per l'attività di previsione e di difesa per la provincia di

Mantova.

Le stazioni sono quelle di Rubiera (interna alla cassa di laminazione delle piene), di Ponte Alto (sulla S.S. 413 Modena – Carpi) e di Bondanello (provincia di Mantova a breve distanza del confine di provincia, in corrispondenza della Chiavica di scarico del canale Parmigiana – Moglia). Le ultime due stazioni sono storiche, mentre quella di Rubiera è stata istituita dopo l'entrata in esercizio della cassa di laminazione del Secchia (1980) con l'intento di monitorare il funzionamento della medesima cassa funzione della portata in arrivo e di quella rilasciata.

L'esame della tabella consente di concludere che il fiume Secchia è frequentemente soggetto ad eventi di piena che inducono livelli idrometrici considerevoli.

Negli ultimi 50 anni si sono verificate ben 14 piene che hanno superato i 10 m sullo zero



idrometrico di Bondanello (frequenza = una ogni tre anni e mezzo).

Se poi a queste si aggiungono quelle che hanno raggiunto livelli compresi tra i 9,00 ed i 10 m, allora il numero sale a 32 (frequenza = una ogni anno e mezzo).

Un'altra caratteristica del Secchia, tipica dei fiumi del versante appenninico (clima sub litoraneo), è rappresentata dal fatto che l'evento di piena può verificarsi in qualsiasi stagione dell'anno.

L'esame dei dati di tabella ai fini della previsione di propagazione dell'onda di piena, dopo aver tralasciato quelli relativi agli eventi del 19/20 aprile 1960 e 15/17 maggio 1960, occasione dei quali si sono verificati eventi marginali, rispettivamente nel 1960 e nel 1961, nel bacino modenese, che ha consentito di considerare i tempi di

evidenziare che:

- Prima della costruzione della cassa il tempo medio di propagazione dell'onda da Ponte Alto a Bondanello è stato di 16/18 ore con un minimo di 14 (velocità = 3,5 km/ora) ed un massimo di 21 ore (velocità = 2,3 km/ora).
- Dopo la costruzione della cassa la velocità di propagazione risulta diminuita con valori che vanno da 2,3 a 1,6 km/ora e con tempi di propagazione varianti da un minimo di 21 ad un massimo di 31 ore.

La seconda constatazione potrebbe essere la conseguenza dell'influenza che ha la cassa nel considerare le durate dei picchi; ma il periodo di osservazione è ancora troppo breve per poter essere considerato accettabile.

**rischio
inondazione
SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**



2.2

Rischio idrogeologico (contaminazione delle acque sotterranee)

2.2.1 Premessa

Il rischio di inquinamento delle falde confinate può apparire estraneo a problematiche di protezione civile. Va notato tuttavia che eventi di questo tipo, per la loro gravità, possono, di fatto, sconvolgere completamente le attività antropiche, fra le quali anche alcune attività produttive, configurandosi pertanto come vere e proprie emergenze di protezione civile.

Va inoltre rilevato come gli impianti di approvvigionamento idrico possano essere messi fuori uso in caso di calamità come inondazione o sisma.

2.2.2 Metodologia

2.2.2.1 Campi acquiferi esistenti

Sono stati esaminati tutti i campi acquiferi per pubblici acquedotti esistenti nella provincia di Mantova; in particolare sono state effettuate le seguenti operazioni:

- ubicazione dei pozzi di pubblico acquedotto, riportata su cartografia in scala 1:10.000;
- reinterpretazione e standardizzazione delle stratigrafie dei pozzi di pubblico acquedotto; il lavoro è stato eseguito con software

GEO&SOFT, programma DBSOND, che ha permesso di affiancare alla descrizione litologica anche la posizione dei filtri messi in opera;

- calcolo dei parametri idrogeologici (trasmissività, permeabilità) relativi alle falde captate dai pozzi di pubblico acquedotto, utilizzando le prove di portata eseguite in fase di collaudo degli stessi; il lavoro è stato eseguito con software GEO&SOFT, programma WELL, seguendo il metodo di Cassan;
- definizione di falda protetta, o non protetta, ai sensi di quanto stabilito al punto 1.2 della Deliberazione della giunta regionale del 27/06/1996 n. 6/15137 “*Direttive per l’individuazione delle aree di salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee (pozzi e sorgenti) destinate al consumo umano (art. 9, punto 1, lett. f) del D.P.R. 24/05/1988 n. 236*”;
- analisi della struttura idrogeologica dei campi acquiferi ad uso acquedottistico, tramite la definizione dei seguenti parametri:
 - altimetria
 - geomorfologia
 - litologia di superficie
 - litologia delle falde captate
 - vulnerabilità dell’acquifero superficiale

La vulnerabilità, come definita nel corso dello studio, permette di individuare cinque classi di vulnerabilità intrinseca così definite:

Grado di vulnerabilità	Litologia di superficie	Profondità tetto ghiaie	Caratteristiche acquifero
BASSO	Argilla Limo-argilla sabbia	< 10 m > 10 m > 10 m	Falda a pelo libero o in pressione Falda in pressione Falda in pressione con soggiacenza > 5 m
MEDIO	Limo sabbia	< 10 m > 10 m	Falda a pelo libero o in pressione Falda a pelo libero o in pressione con soggiacenza 0 – 5 m
ALTO	Sabbia e ghiaia	< 10 m	Falda in pressione
ELEVATO	Sabbia e ghiaia	< 10 m	Falda a pelo libero
ESTREMAMENTE ELEVATO	ghiaia	0 m	Alvei fluviali disperdenti



Per quanto riguarda i centri abitati, la vulnerabilità degli acquiferi è difficilmente definibile, ma ritenuta comunque ad elevato rischio. Questo orientamento va tenuto in attenta considerazione per la specifica situazione mantovana, in quanto 47 pozzi ad uso acquedottistico pubblico (pari a circa il 43% del totale) sono ubicati nei centri urbani; per questi è consigliabile aumentare i livelli di attenzione,

soprattutto in fase di monitoraggio, di definizione delle zone di protezione e dei vincoli da definire all'interno delle stesse.

L'elenco dei Comuni, nei quali sono stati individuati pozzi ad uso acquedotto pubblico ed eseguite le operazioni di cui sopra, è riportato nella seguente **Tabella n. 3**, nella quale sono stati evidenziati i pozzi ricadenti all'interno dei centri abitati.

Tabella n. 3 – Elenco dei Comuni con pozzi ad uso acquedotto pubblico

COMUNE	N° POZZI	n° pozzi in centro urbano	n° pozzi fuori dal centro urbano
Acquanegra sul Chiese	2		2
Asola	4	4	
Bagnolo San Vito	1		1
Borgoforte	1	1	
Bozzolo	2		2
Canneto Sull'Oglio	3	3	
Carbonara Po	2		2
Casalromano	1		2
Castelbelforte	3	3	
Castel Goffredo	1		1
Castiglione delle Stiviere	6	4	2
Cavriana	2		2
Dosolo	1		1
Felonica Po	2	2	
Gazzuolo	1		1
Goito	2		2
Gonzaga	1		1
Guidizzolo	1		1
Mantova	7	2	5
Marcaria	2	2	
Medole	1		1
Moglia	2	2	
Monzambano	4		4
Ostiglia	5		5
Pieve di Coriano	1	1	
Poggio Rusco	3	3	
Ponti sul Mincio	2	1	1
Quingentole	3		3
Quistello	2		2
Redonesco	1		1
Revere	2	2	
Rivarolo Mantovano	4		4
Roverbella	5	4	1
San Giorgio Mantovano	8		8
San Giovanni Dosso	1		1
Schivenoglia	2		2
Sermide	4	4	
Solferino	2	2	
Suzzara	5		5
Viadana	2	2	
Volta Mantovana	6	5	1
TOTALE	110	47	63



Oltre ad indicare, per un intorno dei campi pozzi ad uso acquedottistico pubblico di almeno 1.000 metri, il grado di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali, nella cartografia alla scala 1:25.000 sono state indicate le aree del territorio mantovano che necessitano di azioni di tutela preventiva in quanto presentano vulnerabilità elevata e/o estremamente elevata, oppure sono aree di ricarica degli acquiferi.

Per ciascuno dei campi pozzi ad uso acquedottistico è stata compilata una scheda riassuntiva dei parametri sopra indicati.

2.2.2.2 Campi acquiferi previsti dal PRRA

Il P.R.R.A. della Regione Lombardia prevede, per la provincia di Mantova, la realizzazione di dieci campi acquiferi che, a costruzione ultimata, dovranno servire di acqua potabile l'intero territorio provinciale; tali campi acquiferi sono:

- CASTELBELFORTE
- CAVRIANA
- GUIDIZZOLO
- MANTOVA
- POMONESCO
- SAN BENEDETTO PO
- SAN GIORGIO MANTOVANO
- SCHIVENOGLIA
- SERMIDE
- VIADANA

Utilizzando lo stesso schema di lavoro adottato per i campi acquiferi esistenti, in particolare è stato possibile eseguire le seguenti operazioni:

- ubicazione dell'area di massima del campo acquifero previsto dal P.R.R.A., riportata su cartografia in scala 1:10.000;
- stratigrafia di massima del campo acquifero:

quando l'ubicazione del nuovo campo acquifero ricade in prossimità di campi acquiferi esistenti, sono state utilizzate le stratigrafie dei pozzi di questi ultimi; viceversa, sono state utilizzate stratigrafie di pozzi non pubblici recentemente infissi e realizzati con moderne tecniche costruttive;

- calcolo dei parametri idrogeologici (trasmissività, permeabilità): non disponendo di dati sperimentali, sono stati utilizzati i valori deducibili dalle prove di portata dei pozzi pubblici o privati di cui al precedente punto;
- definizione di falda protetta, o non protetta, ai sensi di quanto stabilito al punto 1.2 della già citata Deliberazione della giunta regionale del 27/06/1996 n. 6/15137;
- analisi della struttura idrogeologica, tramite la definizione dei seguenti parametri:
 - altimetria
 - geomorfologia
 - litologia di superficie
 - litologia delle falde captate
 - vulnerabilità dell'acquifero superficiale.

2.2.3 Grado di protezione idrogeologica

Il grado di protezione idrogeologica del campo pozzi acquedottistico è stato definito tenendo conto degli elementi precedentemente indicati e soprattutto dello spessore di argilla a protezione dei filtri, ritenendo questo uno degli elementi decisivi ai fini della protezione delle falde captate da eventuali infiltrazioni di sostanze inquinanti idrovesicolate. In particolare si è usato il seguente criterio:

grado di protezione idrogeologica	spessore di argilla a protezione dei filtri (metri)
ALTO	> 30
MEDIO	da 10 a 30
BASSO	< 10

2.2.3.1 Campi acquiferi esistenti

Per quanto riguarda il grado di protezione idrogeologica dei campi acquiferi ad uso acquedottistico, in sintesi la situazione rilevata sui 108 pozzi esaminati è la seguente:

grado di protezione idrogeologica	numero pozzi
ALTO	62 (56 %)
MEDIO	40 (36 %)
BASSO	8 (8 %)



La situazione riscontrata per i campi acquiferi ad uso acquedottistico pubblico è indicata, in dettaglio, nella seguente **Tabella n.4**.

Tabella n.4 - Grado di protezione idrogeologica dei pozzi di pubblico acquedotto esistenti

COMUNE	GRADO DI PROTEZIONE IDROGEOLOGICA		
	ALTO	MEDIO	BASSO
Acquanegra sul Chiese	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Asola	<input type="checkbox"/> (4 pozzi)		
Bagnolo San Vito		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Borgoforte		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Bozzolo	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Canneto Sull'Oglio	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)		
Carbonara Po		<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Casalromano	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Castelbelforte	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)		
Castel Goffredo		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Castiglione delle Stiviere	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)		<input type="checkbox"/> (3 pozzi)
Cavriana		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)
Dosolo		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Felonica Po	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Gazzuolo	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Goito		<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Gonzaga		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Guidizzolo	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Mantova	<input type="checkbox"/> (5 pozzi)	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Marcaria	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Medole	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Moglia		<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Monzambano	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Ostiglia		<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)
Pieve di Coriano		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Poggio Rusco	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)		
Ponti sul Mincio	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
Quingentole		<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	
Quistello	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Redonesco	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Revere		<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Rivarolo Mantovano	<input type="checkbox"/> (4 pozzi)		
Roverbella	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
San Giorgio Mantovano	<input type="checkbox"/> (5 pozzi)	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	
San Giovanni Dosso	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Schivenoglia	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Sermide		<input type="checkbox"/> (4 pozzi)	
Solferino		<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)
Suzzara		<input type="checkbox"/> (4 pozzi)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)
Viadana	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		
Volta Mantovana	<input type="checkbox"/> (5 pozzi)	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)	
TOTALE	62	40	8



2.2.3.2 Campi acquiferi previsti dal P.R.R.A.

Il grado di protezione idrogeologica dei campi acquiferi previsti dal P.R.R.A. è stato definito, pur se di massima, con la stessa metodologia

utilizzata per i pozzi pubblici esistenti, ovvero tenendo conto degli elementi idrogeologici e soprattutto dello spessore di argilla a protezione dei filtri; in particolare si è usato il seguente criterio:

grado di protezione idrogeologica	spessore di argilla a protezione dei filtri (metri)
ALTO	> 30
MEDIO	da 10 a 30
BASSO	< 10

Ovviamente si è fatto riferimento, in mancanza di dati sperimentali puntuali, ai dati desumibili dalle conoscenze acquisite in aree prossime a quelle qui esaminate.

La situazione ipotizzata può essere schematizzata come risulta dalla seguente **Tabella n. 5.**

Tabella n. 5 - Grado di protezione idrogeologica dei campi acquiferi previsti dal P.R.R.A.

ZONA	GRADO DI PROTEZIONE IDROGEOLOGICA		
	ALTO	MEDIO	BASSO
Bigarello – Castelbelforte	<input type="checkbox"/>		
Cavriana	<input type="checkbox"/>		
Guidizzolo	<input type="checkbox"/>		
Mantova	<input type="checkbox"/> (5 pozzi)	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)	
Pomponesco		<input type="checkbox"/>	
San Benedetto Po		<input type="checkbox"/>	
San Giorgio Mantovano	<input type="checkbox"/> (5 pozzi)	<input type="checkbox"/> (3 pozzi)	
Schivenoglia	<input type="checkbox"/> (1 pozzo)		
Sermide		<input type="checkbox"/> (4 pozzi)	
Viadana	<input type="checkbox"/> (2 pozzi)		

2.2.4 Valutazione del rischio

Vengono assunti i seguenti **livelli di rischio**:

Livello	Rischio	Descrizione
R0	Basso o nullo	Rischio trascurabile.
R1	Moderato	Rischio socialmente tollerabile. Non sono necessarie attività di prevenzione.
R2	Alto	Rischio non socialmente tollerabile. Sono necessarie attività di prevenzione.
R3	Molto alto	Rischio di catastrofe. Sono necessarie attività di prevenzione con assoluta priorità.



2.2.4.1 Livello di rischio degli acquedotti esistenti

Per quanto riguarda il rischio relativo ai campi pozzi dei pubblici acquedotti, esso viene definito con la metodologia schematizzata nella **Tabella n. 6**, per la cui definizione si è tenuto conto anche di quanto previsto dal Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152, Allegato 7, Parte A II, e successive modifiche, in particolare per quel che riguarda l'accorpamento delle classi di vulnerabilità e per la definizione delle zone vulnerabili.

La metodologia ricalca il metodo della sovrapposizione dei vari elementi, ampiamente utilizzato nella pratica pianificatoria; dopo aver accorpato le classi estreme di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale, ciascuna di esse è stata messa in relazione con i diversi gradi di protezione dei pozzi (quest'ultimo definito principalmente in relazione allo spessore di argilla a protezione dei filtri). Definito così il Livello di Rischio, sono state indicate anche le azioni ritenute necessarie alla prevenzione del rischio stesso.

Tabella n. 6 - Individuazione del livello di rischio

VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	SPESSORE DI ARGILLA A PROTEZIONE DEI FILTRI	GRADO DI PROTEZIONE DEI POZZI	LIVELLO DI RISCHIO	PREVENZIONE
estremamente elevato elevato	> 30 metri 10 – 30 metri < 10 metri	alto medio basso	R1 R2 R3	(1) – (2) (1) – (2) – (3) (1) – (2) – (3) – (4)
Alto	> 30 metri 10 – 30 metri < 10 metri	alto medio basso	R0 R1 R2	(1) – (2) (1) – (2) (1) – (2) – (3)
medio basso	> 30 metri 10 – 30 metri < 10 metri	alto medio basso	R0 R0 R1	(1) – (2) (1) – (2) (1) – (2)

Attività di prevenzione:

- (1) – monitoraggio su rete provinciale dei corpi idrici sotterranei
- (2) – definizione zone di rispetto con criterio temporale; protezione statica e dinamica
- (3) – revisione vincoli all'interno delle zone di rispetto
- (4) – rifacimento o rilocalizzazione dei pozzi

La situazione riscontrata per i campi acquiferi ad uso acquedottistico pubblico del territorio provinciale è schematizzata nella **Tabella n. 7**.

**Tabella n. 7 - Livello di rischio degli acquedotti esistenti**

COMUNE	LIVELLO DI RISCHIO	PREVENZIONE
Acquanegra sul Chiese	R0	(1)-(2)
Asola	R0	(1)-(2)
Bagnolo San Vito	R0	(1)-(2)
Borgoforte	R0	(1)-(2)
Bozzolo	R0	(1)-(2)
Canneto Sull'Oglio	R0	(1)-(2)
Carbonara Po	R0	(1)-(2)
Casalromano	R0	(1)-(2)
Castelbelforte	R0	(1)-(2)
Castel Goffredo	R0	(1)-(2)
Castiglione delle Stiviere	R2	(1)-(2)-(3)
Cavriana	R3	(1)-(2)-(3)-(4)
Dosolo	R0	(1)-(2)
Felonica Po	R0	(1)-(2)
Mazzuolo	R0	(1)-(2)
Goito	R2	(1)-(2)-(3)
Gonzaga	R0	(1)-(2)
Guidizzolo	R1	(1)-(2)
Mantova	R2	(1)-(2)-(3)
Marcarla	R0	(1)-(2)
Cedole	R2	(1)-(2)-(3)
Moglia	R0	(1)-(2)
Monzambano	R2	(1)-(2)-(3)
Ostiglia	R3	(1)-(2)-(3)-(4)
Pieve di Coriano	R0	(1)-(2)
Poggio Rusco	R0	(1)-(2)
Ponti sul Mincio	R2	(1)-(2)-(3)
Quingentole	R0	(1)-(2)
Quistello	R0	(1)-(2)
Redonesco	R0	(1)-(2)
Revere	R1	(1)-(2)
Rivarolo Mantovano	R0	(1)-(2)
Roverbella	R2	(1)-(2)-(3)
San Giorgio Mantovano	R0	(1)-(2)
San Giovanni Dosso	R0	(1)-(2)
Schivenoglia	R0	(1)-(2)
Sermide	R0	(1)-(2)
Solferino	R3	(1)-(2)-(3)-(4)
Suzzara	R2	(1)-(2)-(3)
Viadana	R1	(1)-(2)
Volta Mantovana	R2	(1)-(2)-(3)

Attività di prevenzione:

- (1) – monitoraggio su rete provinciale dei corpi idrici sotterranei
- (2) – definizione zone di rispetto con criterio temporale; protezione statica e dinamica
- (3) – revisione vincoli all'interno delle zone di rispetto
- (4) – rifacimento o rilocalizzazione dei pozzi



2.2.4.2 Livello di rischio dei campi acquiferi previsti dal P.R.R.A.

Per quanto riguarda il rischio relativo ai campi acquiferi previsti dal P.R.R.A., esso viene definito, pur se di massima in assenza di dati sperimentali puntuali, con la metodologia già schematizzata nella **Tabella n. 6**, per la cui definizione si è tenuto conto anche di quanto previsto al già citato art. 19 del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, in particolare per quel che riguarda l'accorpamento delle classi di vulnerabilità e per la definizione delle zone vulnerabili.

La metodologia ricalca il metodo della sovrapposizione dei vari elementi, ampiamente utilizzato nella pratica pianificatoria; dopo aver accorpato le classi estreme di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero superficiale, ciascuna di esse è stata messa in relazione con i diversi gradi di protezione dei pozzi (quest'ultimo definito principalmente in relazione allo spessore di argilla a protezione dei filtri).

Definito così il Livello di Rischio, sono state indicate anche le azioni ritenute necessarie alla prevenzione del rischio stesso.

La situazione riscontrata per i nuovi campi acquiferi previsti dal P.R.R.A. è schematizzata nella **Tabella n. 8**.

Tabella n. 8 - Livello di rischio dei campi acquiferi previsti dal P.R.R.A.

ZONA	LIVELLO DI RISCHIO	PREVENZIONE
Bigarello - Castelbelforte	R0	(1)-(2)
Cavriana	R1	(1)-(2)
Guidizzolo	R1	(1)-(2)
Mantova	R2	(1)-(2)-(3)
Pomponesco	R0	(1)-(2)
San Benedetto Po	R0	(1)-(2)
San Giorgio Mantovano	R0	(1)-(2)
Schivenoglia	R0	(1)-(2)
Sermide	R0	(1)-(2)
Viadana	R1	(1)-(2)

2.2.5 Proposte per la rimozione o riduzione dei rischi

Il rischio sociale può essere inteso come:

- frequenza di incidenti che possono determinare nell'intera area d'impatto un danno di entità pari o superiore ad un certo valore;
- numero di persone soggette, nell'area d'impatto, ad un certo livello di rischio.

Per quanto riguarda la soglia di rischio si possono definire tre campi:

- livello di rischio sicuramente accettabile;
- livello di rischio sicuramente non accettabile;
- livello di rischio intermedio, dove è richiesto un esame della specifica situazione, eventualmente applicando il criterio del rischio più basso

ragionevolmente conseguibile.

Per quanto riguarda la tollerabilità di detto rischio; nel presente lavoro viene accolto l'assunto della non accettabilità di una compromissione degli acquiferi da cui viene attinta l'acqua necessaria a soddisfare il fabbisogno idropotabile; pertanto la programmazione degli studi attribuisce priorità ai campi acquiferi dei pubblici acquedotti.

Dovranno di conseguenza essere eseguiti, qualora non ancora realizzati, gli studi idrogeologici per la delimitazione delle fasce di protezione alle opere di captazione (campi pozzi ad uso acquedottistico pubblico).

La pianificazione degli studi dovrà attribuire priorità, oltre che ai campi pozzi esistenti, anche alle aree previste per la



realizzazione di nuovi campi pozzi previsti nell'ambito del Piano Regionale di Risanamento delle Acque.

Nel contempo dovranno essere resi efficaci tutti gli strumenti tecnici e normativi atti ad evitare che si possano verificare sversamenti accidentali o dolosi di sostanze inquinanti o, quantomeno, a limitarne gli effetti. Tali provvedimenti devono essere accompagnati da una continua azione di monitoraggio, che garantisca la qualità della risorsa idrica ad uso potabile nel tempo.

Gli Enti cui è affidata la programmazione e la pianificazione territoriale dovranno attivare tutti gli strumenti possibili, per evitare che lo spandimento incontrollato di reflui organici e l'impiego altrettanto incontrollato di concimi, diserbanti e pesticidi, possano trasformare problemi di inquinamento ambientale in

problemi di protezione civile.

Le proposte per la rimozione o riduzione dei rischi riguardano in particolare:

- mantenimento della rete di monitoraggio provinciale dei corpi idrici sotterranei
- realizzazione degli studi idrogeologici per la delimitazione delle zone di protezione dei campi acquiferi ad uso acquedottistico pubblico
- istituzione di una struttura di riferimento per emergenze di tipo igienico sanitario.

Si riporta una rielaborazione complessiva dello studio effettuato, nella **Tav. n. 3**, contenente indicazione dell'ubicazione dei pozzi, della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali e dei livelli di rischio dei campi acquiferi.



2.3 Rischio meteorologico

2.3.1 Premessa

La conoscenza delle caratteristiche climatiche del territorio è una parte fondamentale di quel patrimonio d'informazioni necessarie per poter procedere nell'attività pianificatoria. Il clima di una regione rappresenta l'insieme delle condizioni atmosferiche (meteorologiche) che si verificano in quel sito su lunghi periodi di tempo. Esso, agendo sul territorio, ha effetti profondi sulle comunità umane costituendo una risorsa fondamentale ma anche un forte limite per la possibilità di verificarsi di eventi dannosi associati a valori anomali delle grandezze meteorologiche.

2.3.2 Metodologia

La prima fase, fondamentale, della ricerca consiste nella individuazione, raccolta, elaborazione e validazione dei dati. Questo lavoro è tanto più importante per la meteorologia, che basa gran parte delle proprie conoscenze su considerazioni statistiche.

Più complessa risulta la seconda fase dello studio, cioè la definizione del rischio, tanto che lo stesso Programma regionale individua per il settore meteorologico soltanto generici “rischi di nubifragi, uragani, trombe d'aria, siccità, ecc”, ma non ne definisce le modalità di caratterizzazione, come invece avviene per altri tipi di rischi quali il rischio alluvionale o le frane. In ogni caso “l'identificazione deve comprendere l'ubicazione cartografica areale o puntuale dei processi/fenomeni generatori di rischio e delle aree eventualmente interessate dal verificarsi di eventi” .

La definizione del rischio è stata pertanto espressa cartograficamente in termini di possibilità pluviometrica. Per quanto riguarda i rischi di eventi estremi (nubifragi, ecc.) sono state utilizzate le correlazioni con i dati derivanti dallo studio “Ricerca storica sugli eventi calamitosi in Provincia di Mantova (secoli XIX e XX)”.

Lo studio, basato sulle considerazioni sopra esposte è stato pertanto articolato come segue:

1. Raccolta dei dati climatologici esistenti sul territorio della provincia e nell'immediato contorno;
2. Elaborazione statistica dei dati e valutazione della significatività di ogni singola stazione;
3. Correlazione dei dati su scala provinciale con redazione di cartografie di possibilità pluviometrica relativa a piogge medie annue ed a piogge intense.
Sulla base di questi dati si è successivamente proceduto a definire:
 1. l'efficienza e l'efficacia della rete di controllo;
 2. l'utilità ed utilizzabilità dei dati a livello infraprovinciale e comunale;
 3. l'analisi dati storici sugli eventi calamitosi.
 4. gli scenari di rischio da utilizzare nella pianificazione

Nel presente studio la definizione, in termini quantitativi, dei caratteri meteoroclimatici è stata ricavata dai dati registrati presso le stazioni di misura ubicate all'interno e al contorno della provincia di Mantova.

Nell'area in esame è in funzione una rete termo-pluviometrica dell'Ufficio Idrografico del Po, affiancata da reti di rilevamento pluviometrico controllate dai Consorzi di Bonifica e di Irrigazione e da altri Enti quali CO.DI.MA. ed ERSAL.

La ricerca è stata focalizzata sul periodo 1951-1999.

A corredo dello studio sono state redatte le seguenti cartografie, tutte alla scala 1:100.000:

Tav. PM 1 - Carta delle isoiete – anno mediano

Tav. PM 1bis – Carta delle isoiete – anno mediano (senza Botte sotto Secchia)

Tav. PM 2 – Carta delle isoiete – anno secco

Tav. PM 2bis – Carta delle isoiete – anno secco (senza Botte sotto Secchia)

Tav. PM 3 – Carta delle isoiete – anno piovoso

Tav. PM 3bis – Carta delle isoiete – anno piovoso (senza Botte sotto Secchia)

Tav. PI 1 - Carta delle isoiete per piogge di 1 ora con Tr=10 anni

Tav. PI 2 - Carta delle isoiete per piogge di



1 ora con $Tr=20$ anni

Tav. PI 3 - Carta delle isoiete per piogge di

1 ora con $Tr=50$ anni

Tav. PI 4 - Carta delle isoiete per piogge di

3 ore con $Tr=10$ anni

Tav. PI 5 - Carta delle isoiete per piogge di

3 ore con $Tr=20$ anni

Tav. PI 6 - Carta delle isoiete per piogge di

3 ore con $Tr=50$ anni

Tav. PI 7 - Carta delle isoiete per piogge di
6 ore con $Tr=10$ anni

Tav. PI 8 - Carta delle isoiete per piogge di

6 ore con $Tr=20$ anni

Tav. PI 9 - Carta delle isoiete per piogge di

6 ore con $Tr=50$ anni

Tav. PI 10 - Carta delle isoiete per piogge di

12 ore con $Tr=10$ anni

Tav. PI 11 - Carta delle isoiete per piogge di

12 ore con $Tr=20$ anni

Tav. PI 12 - Carta delle isoiete per piogge di

12 ore con $Tr=50$ anni

Tav. PI 13 - Carta delle isoiete per piogge di

24 ore con $Tr=10$ anni

Tav. PI 14 - Carta delle isoiete per piogge di

24 ore con $Tr=20$ anni

Tav. PI 15 - Carta delle isoiete per piogge di

24 ore con $Tr=10$ anni

Tav. T 1 - Carta delle temperature medie
annue

I dati raccolti presso le varie stazioni e le relative elaborazioni sono riportati negli allegati:

All. 1- Piogge giornaliere

All. 2- Piogge intense

All. 3- Temperature

All. 4- Umidità

All. 5- Climogrammi

All. 6- Bilancio idrogeologico

2.3.3 Pluviometria

Per lo studio delle precipitazioni medie sono stati analizzati i dati delle stazioni ubicate nella provincia di Mantova e nelle zone limitrofe

Purtroppo le stazioni presentano serie storiche di rilevamento non coincidenti, e pertanto per la correlazione dei dati si è dovuto fare ricorso a elaborazioni statistiche nel tentativo di verificare la validità dei dati analizzati.

Nello studio sono state considerate anche alcune stazioni con serie di dati inferiori ai 20 anni, di solito considerate inutilizzabili ai fini statistici, perché nel caso in questione presentavano comunque una validità accettabile, valutata mediante il calcolo di un coefficiente specifico (c.c.= coefficiente di correlazione). Tuttavia 9 delle 44 elaborazioni eseguite sono state scartate sulla base della valutazione del citato coefficiente. Sono state inoltre trascurate alcune stazioni con durate delle serie inferiori ai 10 anni, che pur presentando valori accettabili di c.c., fornivano valori delle medie decisamente anomali rispetto alle stazioni circostanti.

L'elaborazione statistica dei dati pluviometrici ha consentito, per ciascuna stazione, di definire i caratteri pluviometrici annuali.

Ai fini della descrizione della climatologia della Provincia sono stati definiti tre scenari corrispondenti all'anno "normale" a quello "secco" ed a quello "piovoso". L'anno "normale" coincide con il valore della mediana (50 percentile della serie considerata), mentre l'anno secco coincide con il decimo percentile e l'anno piovoso con il novantesimo.

Nel caso dell'anno secco i valori indicati vengono superati 9 anni su 10 mentre nel caso dell'anno piovoso in 1 anno su 10.

I risultati delle elaborazioni sono riportati nella seguente **Tabella n. 9:**

**Tabella n. 9-** Stima dei valori di precipitazione per l'anno secco, l'anno normale e l'anno piovoso

STAZIONE	Piogge annue (mm)				
	anno secco	anno mediano	anno piovoso	minima	massima
Barbassolo	556.8	700.0	879.2	451.0	899.0
Bondanello	374.5	507.6	670.1	297.2	700.2
Boretto	467.3	622.0	878.3	328.6	1020.0
Borgoforte	454.1	664.2	878.0	252.0	908.5
Borgofranco	509.3	615.1	672.0	419.4	760.6
Botte sotto Secchia	554.5	799.0	934.2	369.0	1117.0
Bozzolo	614.8	755.4	1004.0	477.6	1059.6
Breda Cisoni	405.8	510.4	767.6	376.0	790.6
Casalmaggiore	535.8	732.2	908.7	117.6	1057.2
Castelgoffredo CODIMA	576.5	704.4	909.1	517.8	1015.4
Castelgoffredo	442.3	667.2	922.4	312.0	993.0
Castiglione d/S	680.9	917.3	1114.4	473.8	1231.0
Ceresara	649.4	752.8	913.4	341.0	1173.0
Desenzano	707.6	962.4	1283.7	566.0	1373.0
Mazzuolo	638.6	804.0	1022.2	465.8	1163.2
Goito	478.4	652.0	785.0	425.0	826.4
Gonzaga	532.0	659.0	821.4	510.0	854.0
Governalo	417.2	650.7	861.5	172.8	1355.4
Mantova	505.5	646.6	873.6	406.6	995.8
Marengo	591.4	695.0	880.4	541.0	959.0
Moglia di Sermide	543.8	726.5	891.5	525.0	1037.4
Monzambano	590.0	773.7	898.0	308.4	1057.0
Monzambano CODIMA	408.9	689.9	1007.0	257.8	1007.0
Paludano	447.3	626.4	805.1	422.6	877.6
Pegognaga	544.3	620.2	811.6	499.8	944.0
Peschiera	571.0	774.5	1088.6	464.0	1387.4
Pioppino di Redonesco	507.0	671.8	825.2	356.0	1082.2
Piubega	571.5	727.4	880.8	480.4	918.6
Piubega CODIMA	658.8	689.0	919.6	652.0	991.2
Poggio Rusco	535.8	673.7	873.9	421.8	936.0
Rivarolo Mantovano	443.3	612.3	894.5	433.6	952.6
Roverbella	622.7	754.4	918.4	532.6	1014.4
Sabbioneta	492.8	661.6	843.8	167.2	1147.8
Saino di Pegognaga	463.1	685.3	824.8	393.6	873.0
San Giovanni	390.3	565.8	831.4	359.0	1018.4
San Matteo d/C	547.2	665.3	962.4	396.4	1333.2
Sermide	327.6	422.4	499.2	301.2	560.0
Sorbara di Asola	536.3	567.6	785.5	444.2	944.8
Sustinente	519.4	726.0	813.8	443.0	1054.0
Vallarsa di Nosedole	522.4	715.0	754.7	460.0	981.0
Viadana	566.0	793.6	963.2	541.9	981.3
Viadana CODIMA	566.0	793.6	963.2	541.9	981.3
Volta Mantovana	574.0	708.9	847.8	456.0	917.8
Volta Mn CODIMA	574.0	647.4	782.9	568.8	880.0

Sulla base dei dati raccolti e rielaborati sono state prodotte delle cartografie tematiche (Tav. PM 1 – Tav. PM 3 del testo completo; **Tav. n. 4A, 4B, 4C** allegate), ottenute spazializzando i dati con il programma Surfer della Golden Software.



2.3.3.1 Considerazioni sulla pluviometria

Osservando i risultati delle elaborazioni, si deduce che la distribuzione mensile della media delle precipitazioni è caratterizzata da due massimi, in primavera e in autunno, e due minimi, in inverno e in estate.

Inoltre, si osserva una certa variazione procedendo da nord a sud.

Nell'area settentrionale delle colline moreniche i mesi meno piovosi sono gennaio e febbraio mentre ad aprile e maggio si registrano le precipitazioni di maggiore intensità. La piovosità media annuale di quest'area è pari a 700-750 mm/anno.

Nella zona pedecollinare e nella parte settentrionale della media pianura si hanno precipitazioni di circa 650-700 mm/anno, generalmente caratterizzate da regimi sempre con minimi assoluti invernali (gennaio o febbraio) e con massimi assoluti indifferentemente primaverili (aprile o maggio) o autunnali (ottobre o novembre).

Nel settore centro-meridionale della provincia, dove si registra un'ulteriore diminuzione della piovosità media annua (pari a 600-650 mm/anno) i mesi più piovosi sono ottobre e novembre mentre i meno piovosi possono essere sia quelli invernali di gennaio e febbraio che quelli estivi di luglio agosto.

2.3.4 Piogge intense

Le piogge intense sono i fenomeni più violenti che si verificano nella nostra atmosfera. Presentano generalmente ridotta estensione temporale e sono spesso associate a fenomeni che rivestono interesse per la protezione civile quali alluvioni improvvise (flash floods), raffiche di vento, trombe d'aria, grandinate e i fulmini.

Per la valutazione delle piogge intense sono stati raccolti, e riportati in tabelle, i massimi valori annui di precipitazione, per intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive appartenenti o no allo stesso giorno.

I dati sono stati regolarizzati con il metodo di elaborazione statistica di Gumbel, al fine di marcare ogni evento col valore della sua frequenza probabile.

In particolare, è stato determinato quale sia il periodo di anni (tempo di ritorno T_r) nel quale

un determinato evento sia, mediamente, eguagliato o superato. Ovviamente nella lettura dei risultati va considerato che il tempo di ritorno non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento ma solo la ricorrenza media del suo verificarsi.

In base ai criteri di valutazione adottati si è verificato che la distribuzione di Gumbel, per le precipitazioni massime di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive, è da ritenersi adeguata per l'88.6 % delle stazioni.

Il problema principale dell'analisi delle serie studiate è la loro mancanza di omogeneità, soprattutto per quel che riguarda l'estensione delle serie. Per ovviare a tale problema si è provveduto ad una ulteriore elaborazione statistica dei dati disponibili, denominata "regionalizzazione".

La regionalizzazione statistica consente di "sostituire il tempo con lo spazio" utilizzando informazioni idrologiche provenienti da siti limitrofi per compensare l'esiguità del campione disponibile in corrispondenza del sito d'esame. A tal fine è necessario che nell'intorno del sito le proprietà statistiche siano sufficientemente omogenee ovvero vi sia una "regione omogenea".

In tal caso l'insieme delle osservazioni condotte in una regione omogenea può essere impiegato per inferire un campo di frequenze osservate superiore a quello che viene coperto da una singola serie di osservazioni; il metodo che si adotta è quello denominato "index flood".

L'elaborazione statistica delle piogge intense con durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore ha consentito, per ciascuna stazione, di definire i valori per tempi di ritorno prefissati. I dati calcolati sono stati rappresentati cartograficamente, alla scala 1:100.000, mediante carte a curve isovalore (isoiete per piogge di durata ed a T_r definito).

I tempi di ritorno ritenuti più significativi sono 10, 20 e 50 anni. Le cartografie realizzate sono state pertanto 15.

Le cartografie di Tav. PI 1 – Tav. PI 15 (v. testo completo) sono state ottenute spazializzando i dati con il programma Surfer della Golden Software.

Tutte le cartografie evidenziano una sostanziale omogeneità tra loro, fatte salve le



variazioni legate ai valori crescenti in funzione dei tempi di ritorno e della durata delle piogge.

Le colline moreniche rappresentano la zona con i massimi valori di piogge intense; tali valori diminuiscono progressivamente fino alla zona pedecollinare, per poi stabilizzarsi nella pianura ad est dell'asse Piubega-Suzzara. In questa zona le variazioni sono relativamente limitate, e possono essere anche imputabili alla qualità dei dati disponibili.

Situazione diversa presenta invece la zona del Chiese-Oglio, in cui le precipitazioni risultano sempre più elevate che nel resto della pianura.

2.3.5 Temperature

Per lo studio delle caratteristiche termiche si è fatto riferimento ai valori registrati dalle seguenti stazioni termometriche:

STAZIONE	Serie	Anni di Osservazione	Media Annuale °C	coeff.corr. Sint. Arm.
Bondanello	1993-1999	7	13.0	0.998
Boretto	1956-1989	29	12.8	0.991
Borgofranco	1992-1999	8	14.1	0.994
Breda Cisoni	1993-1999	7	13.3	0.997
Castelgoffredo	1993-1999	7	14.2	0.996
Desenzano	1951-1972	22	13.7	1.000
Goito	1993-1999	7	13.4	0.991
Mantova	1951-1990	39	13.6	0.996
Monzambano	1992-1999	8	13.4	0.991
Paludano	1993-1999	7	13.9	0.999
Pegognaga	1993-1999	8	14.3	0.999
Peschiera	1951-1990	40	14.4	0.999
Piubega	1993-1999	7	13.0	0.999
Rivarolo Mantovano	1996-1999	4	13.2	0.999
Roverbella	1993-1999	7	12.9	0.999
San Giovanni	1993-1999	7	13.7	0.999
Schivenoglia	1993-1999	7	12.5	0.998
Sermide	1993-1999	7	15.0	0.999
Viadana	1993-1999	7	13.6	0.999
Volta Mantovana	1993-1999	7	13.9	0.998

Si osservi che di queste stazioni solo 4 presentano serie sufficientemente lunghe, e di queste solo Mantova ricade all'interno dei confini provinciali, mentre Desenzano e Peschiera, sono in provincia di Brescia, e Boretto è in provincia di Reggio Emilia. Inoltre, come per le precipitazioni, per ciascuna stazione, si sono dovuti considerare intervalli di anni differenti.

Si tratta, purtroppo, di dati non sufficientemente precisi, insufficienti a consentire una buona definizione delle caratteristiche termiche del territorio provinciale, anche se va detto che le ridotte variazioni altimetriche della superficie topografica contribuiscono a limitare le differenze di temperatura tra le diverse zone.

I dati sono stati elaborati con metodi statistici, verificando la significatività delle serie mediante il calcolo di uno specifico coefficiente (coefficiente di correlazione), il quale ha un valore tale da garantire la loro significatività.

Dall'osservazione delle curve di sintesi armonica si deduce che nella provincia di Mantova il regime delle temperature è di tipo unimodale, ovvero con un solo massimo e un solo minimo annuale. I valori di temperatura più elevati si registrano in luglio mentre quelli più bassi si riscontrano nel mese di Gennaio. Nonostante la scarsa qualità dei dati disponibili, vista la limitata variabilità delle temperature nel tempo, si è ritenuto comunque possibile redigere una Carta di sintesi delle temperature medie annue (Tav. T



l del testo completo) (**Tav. n. 5**, allegata).

Dalla Carta si deduce che le temperature medie annue diminuiscono spostandosi dalle stazioni più settentrionali (colline moreniche e Garda) dove raggiungono valori prossimi ai 14 °C, verso Sud (asse Roverbella - Piubega) dove si hanno medie inferiori ai 13°C. Le temperature tornano poi a salire di nuovo verso il Po, sempre con valori prossimi ai 14°.

I dati rilevati alle stazioni di Peschiera e Desenzano rappresentano la situazione relativa alla zona delle colline moreniche che risente dell'effetto mitigatore del lago di Garda. In particolare questi determina l'innalzamento delle temperature invernali, con minime mediamente paria a 3,5 °C, e la conseguente diminuzione dei giorni di gelo.

Lungo l'asse del fiume Po, invece, come si può osservare dall'analisi dei dati registrati alla stazione di Boretto, si hanno maggiori escursioni termiche (oltre i 22 °C), con temperature invernali prossime a 0,0 °C e frequenti fenomeni di gelo e nebbia.

Tra queste due situazioni estreme si interpone il regime termico rilevato alla

stazione di Mantova, che fornisce informazioni relative al settore centrale della provincia.

2.3.6 Condizioni termo-pluviometriche

Noti i caratteri pluviometrici e termici ed i rispettivi regimi, ricavati analiticamente con l'equazione di sintesi armonica, conviene estendere la ricerca all'analisi del loro comportamento reciproco.

Al fine di valutare le connessioni che intercorrono tra le temperature e le precipitazioni medie mensili, i valori di questi due elementi, relativi alle stazioni di Boretto, Desenzano, Mantova e Peschiera, sono stati riportati rispettivamente nelle ascisse e nelle ordinate di diagrammi cartesiani denominati, climogrammi termopluviometrici (**Fig. n. 1**).

Sono state scelte solo queste stazioni poiché le altre stazioni che presentano la presenza contemporanea di pluviometro e termometro sono dotate di serie troppo brevi, come già illustrato in precedenza.

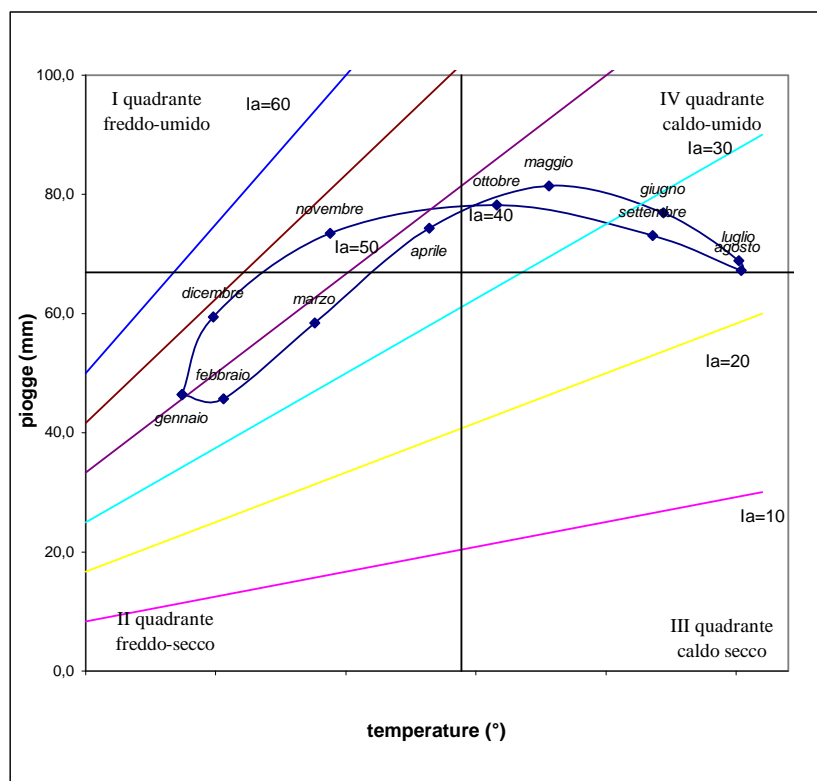


Fig. n. 1 – Climogramma termopluviometrico per la stazione di Peschiera



Tale analisi assume particolare significato nel determinare l'evapotraspirazione e l'infiltrazione efficace, fattori del bilancio idrologico per i quali non si hanno dati di rilievo diretto.

I valori utilizzati per la costruzione dei grafici sono quelli ricavati analiticamente tramite le equazioni di sintesi armonica.

I climogrammi sono stati suddivisi in 4 quadranti per mezzo dei valori medi annuali di temperatura e di precipitazione. Ogni quadrante definisce una delle seguenti situazioni climatiche:

- I - freddo-umido,
- II - freddo-secco,
- III - caldo-secco,
- IV - caldo-umido.

A Mantova si ha da Gennaio a fine marzo un periodo freddo-secco, che diviene freddo umido in aprile. Il clima caldo, da maggio ad ottobre, risulta sempre umido. Infine in novembre e in dicembre si registra una situazione climatica freddo-umida.

La situazione è abbastanza simile a Peschiera e Desenzano, anche se le curve risultano meno appiattite nel IV quadrante, segno di una maggiore differenziazione nel periodo caldo.

Situazione abbastanza diversa presenta invece Boretto, con la stagione freddo-secca che si prolunga fino ad aprile, passando a caldo-umida a maggio per poi divenire caldo-secca nei mesi estivi. La situazione è invece

analoga alle altre stazioni nel periodo autunnale.

In ogni grafico è stato tracciato un fascio di rette, ciascuna delle quali rappresenta il luogo dei punti con lo stesso indice di aridità. Dall'esame di questi dati e dall'osservazione dei grafici, risulta che, generalmente, il valore minimo dell'indice di aridità, ovvero la massima aridità, si registra nel mese di agosto. Fa eccezione la stazione di Boretto in cui l'indice d'aridità medio mensile del mese di luglio è inferiore a quello di agosto.

I valori massimi, invece, si osservano in dicembre in tutte le stazioni in esame.

Gli indici delle stazioni più settentrionali (Desenzano e Peschiera) sono, quasi sempre, maggiori dei corrispettivi delle altre località.

Inoltre, risulta differente anche l'andamento dell'indice d'aridità, in quanto nelle sopracitate stazioni si hanno massimi relativi nel mese di aprile a differenza di quanto accade a Boretto e Mantova ove si assiste a partire da dicembre ad una continua diminuzione fino ai minimi estivi.

2.3.7 Umidità

Le stazioni del CODIMA, dotate di igrometro, hanno consentito la raccolta di dati inerenti l'umidità, anche se su serie decisamente brevi.

STAZIONE	Serie	Anni di Osservazione	Media Annuia %	coeff.corr. Sint. Arm.
Bondanello	1993-1999	7	73.7	0.85
Borgofranco Po	1992-1999	8	72.3	0.99
Breda Cisoni	1993-1999	7	72.3	0.99
Castelgoffredo	1993-1999	7	73.2	0.96
Goito	1993-1999	7	71.4	0.98
Monzambano	1992-1999	8	69.6	0.96
Palidano	1993-1999	7	76.7	0.99
Pegognaga	1993-1999	8	72.0	0.99
Piubega	1993-1999	7	78.6	0.99
Rivarolo Mantovano	1996-1999	4	73.9	0.95
Roverbella	1993-1999	7	71.7	0.98
San Giovanni	1993-1999	7	70.6	0.97
Schivenoglia	1993-1999	7	73.2	0.99
Sermide	1993-1999	7	69.8	0.99
Viadana	1993-1999	7	69.8	0.99
Volta Mantovana	1993-1999	7	69.4	0.95



Per ciascuna stazione considerata è stata redatta una tabella con indicate, per ciascun anno di funzionamento della stazione, le medie dei valori massimi e minimi registrati in ciascun mese. Si è quindi proceduto al calcolo delle medie di tali valori a loro volta elaborate tramite l'equazione di sintesi armonica, analogamente a quanto è stato fatto per le precipitazioni totali mensili e per le temperature.

Dall'osservazione delle curve di sintesi armonica si deduce che nella provincia di Mantova il regime dell'umidità è di tipo bimodale, anche se con il massimo invernale più pronunciato di quello estivo. In alcune stazioni la differenza tra i massimi aumenta significativamente, tanto da far pensare che il regime possa mutare ad unimodale.

La mancanza di dati di confronto con stazioni dotate di serie più lunghe rende tuttavia impossibile qualsiasi commento sulla qualità dei dati, anche se i coefficienti di correlazione ricavati sono sempre alti. Si tratta in ogni caso di rilevazioni di notevole interesse che potranno diventare utili con il tempo, man mano che le serie si allungheranno.

2.3.8 Evapotraspirazione e bilancio idrologico

Dove disponibili, i valori di precipitazione e temperatura elaborati mediante l'equazione di

sintesi armonica sono stati utilizzati anche per il calcolo dell'evapotraspirazione e per determinare il bilancio idrologico del suolo mediante il metodo di C.W. Thornthwaite e J.R. Mather.

L'evapotraspirazione è rappresentata numericamente dalla quantità d'acqua persa in seguito ai fenomeni di evaporazione e traspirazione.

Sono stati calcolati i valori dell'evapotraspirazione potenziale (ETP), e l'evapotraspirazione reale (ETR); i valori di ETP sono stati confrontati con quelli delle precipitazioni (P), col presupposto che dove l'ETP è uguale per tutto l'anno alla pioggia e l'acqua è in quantità sufficiente per coprire il fabbisogno della vegetazione, non si ha né deficit né eccesso idrico, per cui il clima non è né arido né umido. Quando, invece, vi è un deficit rispetto all'ETP il clima diventa arido, mentre un'eccedenza idrica denota un clima umido.

In ultima analisi si sono considerati il deficit di umidità (d) dato dalla differenza ETR-ETP, e l'eccedenza idrica (S), cioè il surplus di afflussi pari a P-ETP valori positivi dell'evapotraspirazione.

Per ciascuna stazione è stata redatta una tabella contenente tutti i parametri sopracitati ed è stata proposta una rappresentazione grafica del bilancio idrologico, come in **Fig. n. 2**.

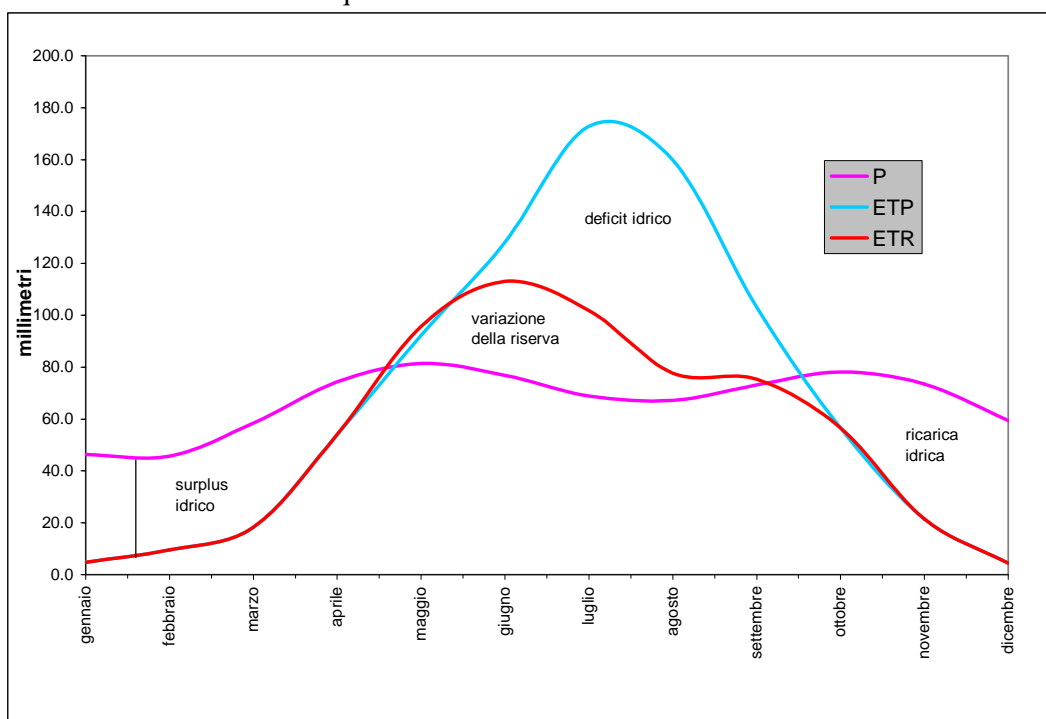


Fig. n. 2 - Bilancio idrologico per l'anno mediano a Peschiera



In accordo con i regimi delle temperature, le elaborazioni eseguite indicano un'evapotraspirazione potenziale che presenta valori minimi nel periodo invernale, in particolare in gennaio, ed elevati nel periodo estivo con massimi in luglio compresi tra i 150 e i 175 mm.

Il totale annuo dell'evapotraspirazione potenziale risulta mediamente inferiore ad 800 mm.

A fronte di tale valore, si osserva che i totali annui di evapotraspirazione reale oscillano attorno ai 550 mm con una tendenza all'aumento da sud verso nord.

In particolare, nelle stazioni più settentrionali, risultano più elevati i valori massimi. A Peschiera ad esempio nel solo mese di giugno si superano i 110 mm, mentre nello stesso mese a Boretto evaporano 91,4 mm.

Le variazioni della riserva vR indicano che da aprile/maggio a settembre il contenuto d'acqua nel suolo continua a diminuire, mentre a partire da ottobre si assiste alla fase di ricarica di durata differente a seconda delle stazioni (fino a febbraio a Mantova, a gennaio a Boretto, a dicembre a Peschiera, a novembre a Desenzano)

In tutte le stazioni l'evapotraspirazione reale è massima nel mese di giugno e assume valori minimi nel mese di gennaio. Il massimo deficit idrico si verifica in estate, tra luglio e agosto.

2.3.9 Efficienza ed Efficacia della rete di controllo

Le considerazioni espresse nei capitoli precedenti consentono di trarre alcune conclusioni in ordine alla rete di controllo:

1. elevato numero di stazioni di controllo ma con distribuzione territoriale non omogenea;
2. efficienza limitata di tutte le stazioni dotate di pluviometro;
3. efficienza limitata delle stazioni con pluviografo, legata alla soggettività della interpretazione dei grafici;
4. efficacia buona della rete esistente in relazione alla limitata variabilità climatica;
5. efficienza scarsa o nulla nella raccolta e collegamento dei dati tra le diverse

stazioni.

Le considerazioni pluviometriche e termometriche espresse nei capitoli precedenti hanno consentito di suddividere il territorio provinciale in 6 diverse aree a comportamento sufficientemente omogeneo, rappresentate dalle seguenti aree:

1. Area delle colline moreniche
2. Area Oglio-Chiese
3. Area di Mantova
4. Area di Viadana
5. Area di Pegognaga
6. Area di Ostiglia-Sermide

Le stazioni esistenti sembrano poter rappresentare con sufficiente precisione la situazione meteorologica, a condizione che:

- si effettui una revisione dei sistemi di raccolta dati, sostituendo i pluviometri manuali con strumentazioni più moderne;
- si realizzi una banca dati a cui afferiscano tutti i dati disponibili in tempi brevi;
- i dati vengano elaborati a scadenze brevi (p.es. mensili).

Una volta verificati i dati di tutte le stazioni per uno stesso intervallo di tempo (almeno decennale), consentendo quindi un confronto che nel presente studio è in gran parte mancato per la carenza dei dati, si potrà limitare il numero delle stazioni necessarie a 2-3 per ciascuna area omogenea, contenendo i costi di gestione e gli oneri per le elaborazioni dei dati.

2.3.10 Analisi dati storici sugli eventi calamitosi

Sulla base della "Ricerca storica sugli eventi calamitosi in Provincia di Mantova (secoli XIX e XX)" si è proceduto ad una analisi "statistica" dei dati disponibili relativi al periodo 1946-1995.

Ciò è stato fatto tenendo comunque presente che la raccolta non può essere ritenuta esaustiva di tutti gli eventi che hanno interessato la provincia nel periodo considerato, ma soltanto di quelli che, suscitando in qualche modo l'interesse del cronista, sono stati ritenuti degni della descrizione nella cronaca locale.

Le problematiche relative alla qualità dei dati raccolti sono dipendenti da:



- presenza del cronista nella zona interessata dall'evento;
- livello di interesse del cronista per la problematica;
- accuratezza nella descrizione del dato e nella terminologia;
- interesse del giornale per la problematica, sia per motivi culturali che politici;

Per questo motivo, dovendo analizzare in modo statistico i dati forniti (riferiti ai soli eventi meteorici), si è ritenuto preferibile utilizzare i soli dati relativi al dopoguerra, per i seguenti motivi:

- maggiore omogeneità delle fonti: sostanzialmente in gran parte la Gazzetta di Mantova, che ha fatto proprio della capillare diffusione territoriale il proprio punto di forza;
- una maggiore attenzione per la cronaca: nel XIX secolo la cronaca era ridottissima;
- una maggiore obiettività: nel periodo fascista gli eventi negativi che potevano in qualche modo mettere in dubbio l'efficienza dello Stato erano sovente censurati;
- maggiore presenza di cronisti locali.

Trasformare dati qualitativi quali quelli riportati negli articoli di giornale in una analisi quantitativa del rischio, viste le perplessità espresse, risulta pertanto problematico, dato che devono necessariamente essere introdotte delle semplificazioni:

- è necessario accorpare eventi che potrebbero essere sostanzialmente diversi, ma che per la terminologia utilizzata non possono essere distinti, p.es. temporale, acquazzone, pioggia, scroscio, nubifragio, tempesta, fortunale, ecc.
- non è possibile, nella maggior parte dei casi, definire la magnitudo dell'evento.

A favore dell'analisi va tuttavia detto che si tratta già di una espressione del rischio meteorologico, inteso come intersezione tra pericolosità dell'evento e danno potenziale. Gli articoli, infatti, riportano gli eventi meteorici soltanto quando producono danneggiamenti.

Si è innanzitutto stabilito di accorpare gli eventi meteorici registrati in 4 categorie, corrispondenti agli eventi estremi che possono

indurre rischi significativi: temporali, grandine, neve, fulmini.

La lista non è ovviamente esaustiva dei possibili rischi meteorologici, ma soltanto di quelli che hanno potuto essere descritti "classificati" con una certa accuratezza. Esempio caratteristico è quello della nebbia, che costituisce sicuramente un rischio elevato, ma che in provincia di Mantova sicuramente non fa notizia, tanto che ricorre una sola volta in tutto l'archivio.

Per ciascuna di queste classi si è effettuata una ricerca volta a determinare il numero di eventi che, per ogni anno dal 1946 al 1995, ha colpito ciascun comune della Provincia.

Si è scelto di utilizzare come unità di rilevazione l'unità territoriale costituita dal comune, di cui sono note sia la superficie che la popolazione residente, consente pertanto la normalizzazione dei dati, con diversi metodi.

2.3.11 Gli scenari di rischio

Vengono illustrati gli scenari relativi ai rischi di tipo meteorologico. Nella definizione di tali scenari si è tenuto conto soprattutto delle notizie derivanti dalla raccolta dei dati storici, utili per individuare la gravità dei danni indotti.

Temporali

Il danno è di tipo sociale, connesso cioè a difficoltà di circolazione nei centri abitati, con immobilizzazione delle persone disagiate (anziani, disabili), o di tipo igienico causato dal rigurgito delle fognature. Si risolve in tempi limitati (qualche ora). Va precisato tuttavia che in genere questo tipo di eventi è associato a grandinate, vento forte e fulmini, che producono, a loro volta, danni di tipo diverso.

Il periodo più probabile per questi eventi è l'estate. Considerata la limitata variabilità delle piogge intense a scala provinciale, il pericolo è da ritenere sostanzialmente omogeneo, mentre il rischio è concentrato nelle aree urbane.

L'analisi storica ha tuttavia evidenziato una certa concentrazione in aree particolari (**Fig. n. 3**).

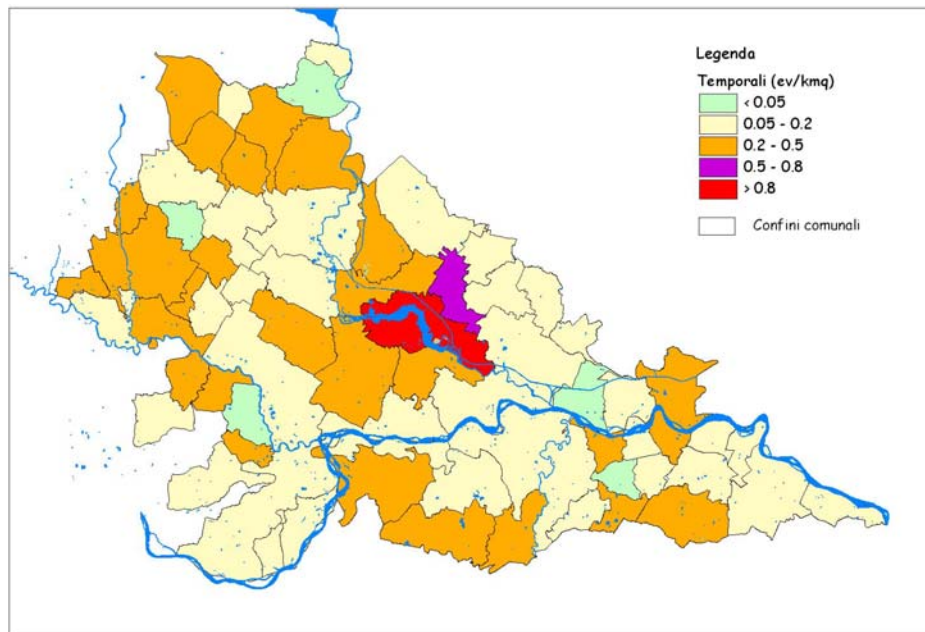


Fig. n. 3 – Distribuzione della frequenza dei temporali (ev/Kmq) nel periodo 1946-1995

Grandine

La grandine causa danni economici significativi per la perdita di colture e danni più limitati ai fabbricati ed ai mezzi mobili. Rare sono le segnalazioni di danni alle persone.

Il rischio risulta elevato soprattutto per le

zone di produzione di colture pregiate (orticole, frutta) che si raccolgono in luglio-agosto.

L'elaborazione dei dati storici sembra consentire l'individuazione di zone a maggior rischio (**Fig. n. 4**).

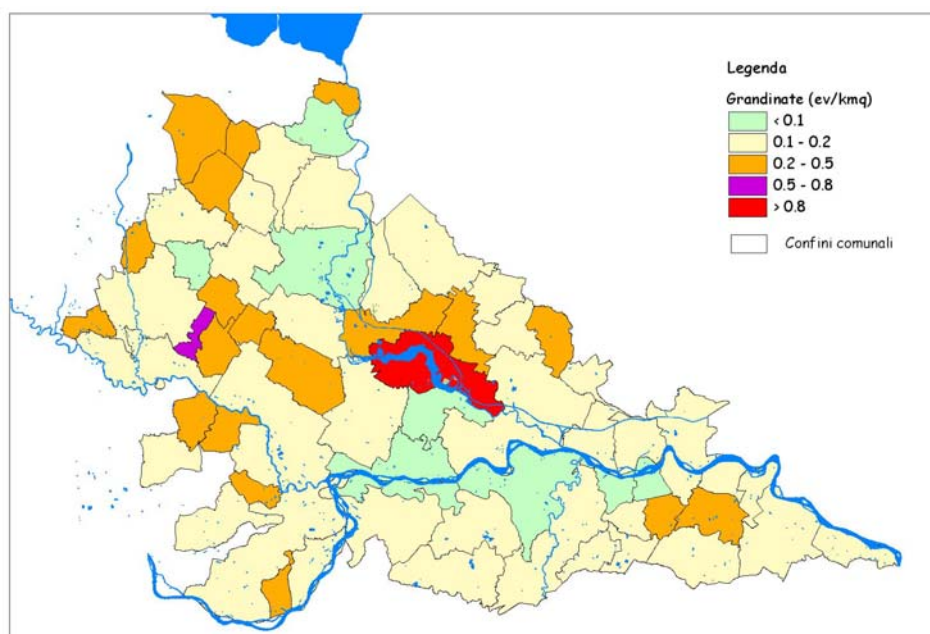


Fig. n. 4 – Distribuzione della frequenza della grandine nel periodo 1946-1995

Fulmini

I dati storici segnalano danni che vanno dall'incendio al danneggiamento di impianti elettrici (con interruzione della corrente anche su aree vaste), al danneggiamento di torri e

campanili, fino alla morte di animali ed in un caso di una persona (1988). Il periodo segnalato va da marzo a ottobre, ma la massima concentrazione si ha in luglio-agosto. Si tratta in ogni caso di eventi associati ai temporali, con

analoga distribuzione territoriale.

Si tratta in ogni caso di eventi associati ai

temporali, con analoga distribuzione territoriale (**Fig. n.5**).

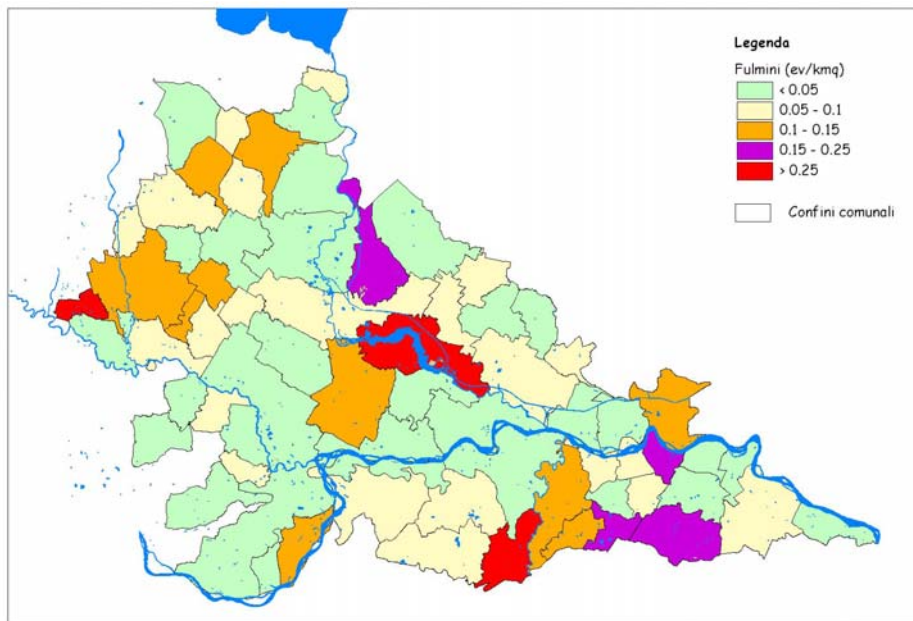


Fig. n. 5 – Distribuzione della frequenza dei fulmini nel periodo 1946-1995

Neve

Il rischio neve, viste le caratteristiche climatiche della provincia, è piuttosto limitato dal punto di vista economico. Il danno sociale è viceversa elevato: la ricerca storica ha riportato, infatti, numerose segnalazioni di morti per incidenti imputati alla neve.

Eccezionalmente (come il 13 gennaio 1985) le nevicate interessano la gran parte dei comuni mantovani con spessori segnalati fino a

90 cm; la neve, inoltre, perdura al suolo per tempi prolungati a causa delle basse temperature, causando danni soprattutto alla circolazione.

La Provincia non è attrezzata con stazioni nivometriche, per cui non si dispone di dati statistici per la classificazione del fenomeno, il rilievo storico tuttavia evidenzia concentrazioni degli eventi soprattutto nel medio e basso mantovano (**Fig. n. 6**).

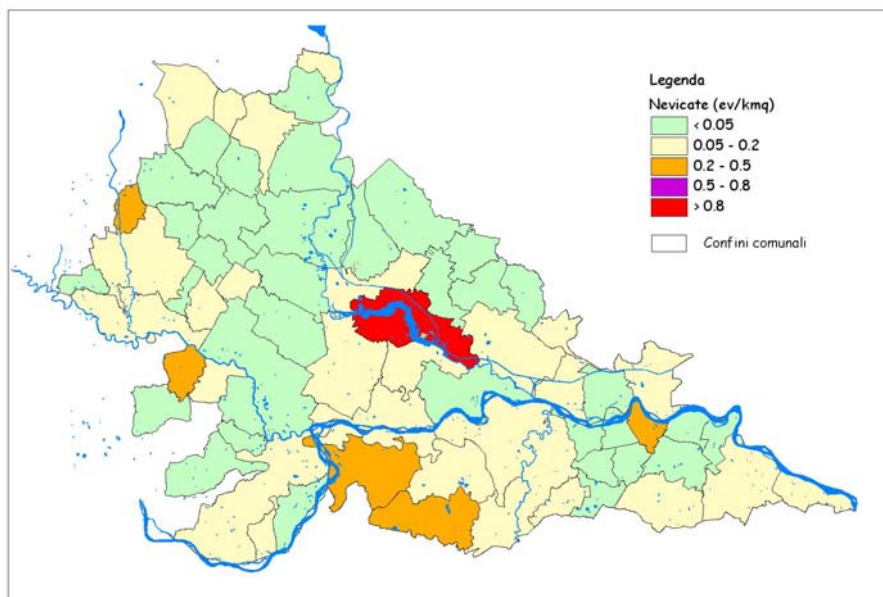


Fig. n. 6 – Distribuzione della frequenza delle nevicate nel periodo 1946-1995



Vento

Il vento risulta pericoloso soprattutto per la stabilità delle piante di alto fusto, la cui caduta può determinare l'interruzione della viabilità o delle linee elettriche e telefoniche. Nei centri abitati il rischio è connesso con la caduta di cornicioni, comignoli e tegole, che possono causare danni fisici alle persone.

Nebbia

La nebbia costituisce un rischio elevato per il territorio mantovano: è causa di numerosissimi incidenti stradali, visto che alcune zone della provincia sono interessate a questo fenomeno, secondo dati bibliografici, per oltre 25 giorni l'anno. (Fig. n. 7).

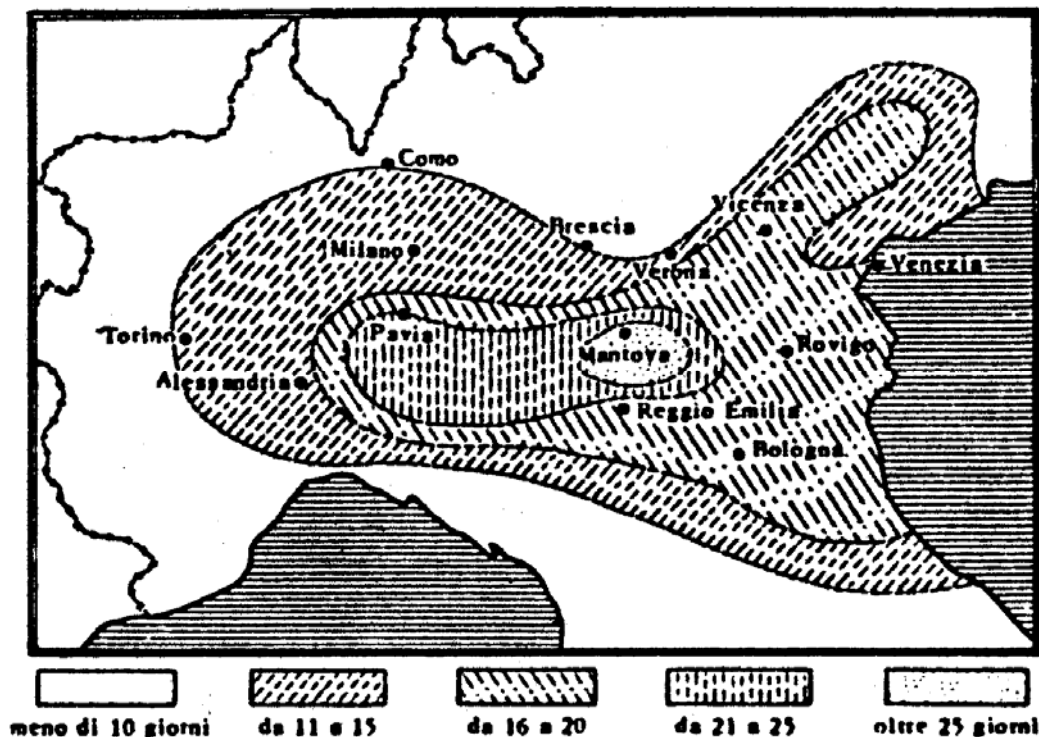


Fig. n. 7 – Giorni di nebbia in Pianura Padana

Siccità

Questo evento deriva da una concatenazione di fattori di difficile valutazione. L'evento siccità inteso dal punto di vista meteorologico è, infatti, indotto dall'assenza di pioggia (ed in questo senso dipende dalle condizioni climatiche locali), ma dal punto di vista del rischio ambientale,

soprattutto nell'area mantovana, pressoché totalmente interessata da colture agricole, la siccità viene percepita soprattutto come riduzione della disponibilità irrigua. Tale disponibilità tuttavia non è legata ai fenomeni meteorici che interessano la provincia di Mantova, ma dipende in gran parte dalla disponibilità idrica proveniente dalle zone montane, soprattutto alpine.



2.4 Rischio da incendi boschivi

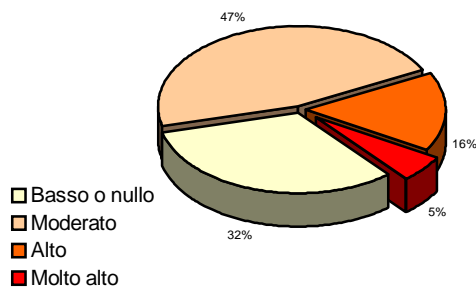
Lo studio preliminare al “Programma provinciale di previsione e prevenzione di protezione civile” attraverso l’analisi dei caratteri ambientali del territorio e di altri parametri correlati al verificarsi del fenomeno d’incendio boschivo ha portato alla definizione e alla quantificazione del rischio di incendio boschivo nella provincia di Mantova: la maggior parte (79%) della

superficie della vegetazione forestale del territorio provinciale rientra in una classe di rischio socialmente tollerabile.

Quindi le risorse e le attività di prevenzione antincendi andranno concentrate su circa il 21 % della superficie forestale provinciale, pari a circa 320 ettari.

Tale superficie è distribuita tra le categorie fisionomiche forestali come risulta dalle seguenti rappresentazioni sintetiche:

Distribuzione del rischio d'incendio della vegetazione forestale a scala provinciale



Categorie fisionomiche	Alto	Molto alto
A – Boschi misti di latifoglie termofile	36%	6%
C – Boschi misti di latifoglie mesofile	4%	0%
D – Quercio-carpineti planiziarie	0%	0%
E – Boschi riparali	9%	13%
F – Arbusteti xerofili	22%	11%

Inoltre sono stati individuati due periodi critici per il verificarsi ed il propagarsi degli incendi boschivi in provincia di Mantova:

- periodo compreso tra l’ultima decade di Giugno e la prima decade di Agosto, con estensione a tutto il mese di Settembre;
- i mesi invernali gennaio e febbraio, marzo quando parallelamente alle condizioni di aridità invernale è praticato l’abbruciamento dei canneti (non oltre il 28 febbraio).

In base alla definizione dei periodi critici, possono essere distinti, dal punto di vista della pianificazione:

- un periodo ordinario, durante il quale la pericolosità di incendi è limitata o inesistente. In tale periodo vengono effettuate, nell’ambito dei compiti istituzionali dei vari Enti e strutture tecniche, le normali attività di studio e sorveglianza del territorio;
- un periodo di intervento, durante il quale le condizioni ambientali sono

favorevoli all’insorgere e alla propagazione degli incendi boschivi. In tale periodo si attivano fasi di operatività crescente, proporzionate agli aspetti previsionali: si hanno quindi la fase di attenzione, per tutto il periodo di intervento; la fase di preallarme, dichiarata dalla Regione Lombardia con la determinazione dello “Stato di grave pericolosità per gli incendi boschivi”; la fase di allarme che coincide con la segnalazione e verifica di avvistamento incendio e la fase di spegnimento che si conclude con l’estinzione dell’incendio.

E’ necessario ribadire l’importanza della prevenzione nella lotta contro questo tipo di rischio ambientale.

Secondo i più recenti studi in materia e in accordo con il punto 3.4 della Mozione Finale del II° Congresso Nazionale di Selvicoltura (Venezia, 27 giugno 1998) occorre “difendere i boschi dagli incendi con la prevenzione prima che con la lotta”.



L'estinzione è solo l'ultimo atto delle attività nella lotta contro gli incendi. Prima si deve prevedere il tipo di incendio che si può manifestare in una determinata zona e stabilire gli interventi necessari per la prevenzione. L'estinzione non può quindi essere disgiunta dalla prevenzione e dalla gestione del bosco per fini antincendio. La selvicoltura preventiva, attuata in rapporto alle caratteristiche del bosco, può rendere

quest'ultimo meno vulnerabile al fuoco.

Attraverso la creazione di un Sistema Informativo Territoriale dedicato "SIT_Incendi_Mantova" sono stati prodotti elaborati cartografici a diversa scala di dettaglio da intendersi come supporto al processo pianificato e alla definizione delle azioni operative di prevenzione e protezione (**Tav. n. 6**).



2.5 Rischio sismico

2.5.1 La pericolosità sismica

Nello studio che affronta la determinazione del rischio sismico vengono descritti i principali fenomeni fisici responsabili dei terremoti: a cosa sono dovuti, dove si generano e quali meccanismi li rendono così distruttivi, definendo cosa e quali sono le sorgenti sismogenetiche. Viene quindi illustrato come viene misurata l'energia rilasciata dai terremoti e quali sono le modalità utilizzate per descriverne gli effetti, ponendo particolare attenzione al modo in cui gli effetti dello scuotimento del suolo variano da sito a sito, evidenziando l'esistenza di numerosi fenomeni che possono amplificare in modo catastrofico gli effetti locali di un sisma. Inquadrata la fisica dei terremoti, viene affrontato il problema della quantificazione della pericolosità sismica dandone una definizione formale: vengono così descritti i metodi maggiormente utilizzati nell'analisi di pericolosità sismica (la probabilità che, in un determinato tempo, si verifichi in un dato luogo un terremoto capace di causare danni): l'approccio deterministico (tenta di definire la pericolosità sismica a partire da una modellazione qualitativa del processo sismogenetico, cioè partendo dalla "previsione" dei singoli eventi si stima la pericolosità sismica sul territorio) e l'approccio statistico/probabilistico (basato sulla teoria delle probabilità che trova applicazione laddove il fenomeno studiato abbia un andamento non prevedibile sulla base delle variabili che lo caratterizzano, individua la probabilità che si verifichi lo scenario corrispondente ad intensità variabili da una minima sino alla massima possibile). Dell'approccio deterministico sono descritte le condizioni di applicabilità e di come queste ne limitano l'utilizzo. Particolare attenzione viene quindi riservata agli approcci probabilistici, tra questi, al metodo proposto da Cornell, considerato standard, descrivendone i suoi pregi e difetti e come questi ultimi possano essere in gran parte risolti utilizzando un nuovo approccio sviluppato di recente.

2.5.2 La pericolosità sismica del

mantovano

Per stimare la sismicità del Mantovano, definita come la distribuzione temporale e spaziale dei terremoti, si è utilizzato il Catalogo Parametrico dei Forti Terremoti in Italia o CPTI. Le stringhe di dati in esso contenute, riferite ai singoli terremoti, riportano per ciascun evento, limitatamente alle conoscenze disponibili, la data (anno, mese, giorno, minuto, secondo), la località epicentrale (latitudine e longitudine), i valori di Intensità (massima ed ipocentrale) e di magnitudo (macrosismica, strumentale e stimata). Il catalogo sismico CPTI ha permesso di ricostruire la storia sismica del mantovano e dei risentimenti (effetti macrosismici) per i singoli comuni.

2.5.3 I risultati secondo il metodo di Cornell

Le stime di pericolosità sono state realizzate in base all'approccio probabilistico secondo il metodo di Cornell, metodologia probabilistica ampiamente consolidata ed impiegata a livello internazionale, che prevede l'utilizzo di alcuni dati di base (catalogo sismico e zonazione sismogenetica) e l'adozione di criteri e metodi per l'elaborazione di tali dati (incertezza sulla geometria delle zone sismogenetiche, calcolo degli intervalli di completezza e stazionarietà del catalogo sismico, calcolo dei tassi di occorrenza dei terremoti, relazione di attenuazione).

Tali stime sono conformi alle stime di pericolosità sismica del Territorio Italiano effettuate dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDDT), dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (OGS) e dal Servizio Sismico Nazionale (SSN).

Nella carta di pericolosità, in valori di accelerazione di picco atteso o PGA (**Fig. n. 8**), vengono rappresentati i valori medi corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni).

Nella carta di pericolosità sismica, in intensità MCS (**Fig. n. 9**), sono invece riportati i valori di intensità MCS massima attesa corrispondenti a una probabilità di superamento



del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni). Le zone a maggior pericolosità sono del tutto simili a quelle evidenziate nella carta in PGA. Vi sono tuttavia alcune evidenti differenze dovute principalmente all'utilizzo di attenuazioni differenziate per ogni zona sismogenetica, rispetto alle attenuazioni valide a scala nazionale utilizzate nella carta in PGA.

Le carte di pericolosità sismica riportano valori distribuiti su una griglia di celle con passo di 1 km. I valori si riferiscono al capoluogo comunale individuato attraverso le sue coordinate geografiche. È stato attribuito al capoluogo il valore della cella in cui esso ricade. È opportuno ricordare che i dati di intensità massima attesa, riportati in cifre decimali, vanno arrotondate in eccesso per assimilarle alla classe di intensità MCS espressa in numeri romani. Perciò, un valore di intensità attesa di 5.7, per esempio, va letto come intensità VI MCS. Le classi utilizzate in **Fig. n. 8** e **Fig. n. 9** sono le seguenti. Per le intensità MCS:

- VI = approssimazione dei valori compresi tra 5.5- 6.4 (verde);

- VII = approssimazione dei valori compresi tra 6.5- 7.4 (giallo);

Per i valori di massime accelerazioni di picco (PGA) sono state utilizzate le seguenti classi (in frazioni di g):

- (0.051-0.100)g (azzurro)
- (0.101-0.150)g (verde)

Dalla distribuzione dei valori di intensità massima attesa (**Fig. n. 9**) si può osservare che

nella classe di Intensità VII MCS ricadono i valori stimati per alcuni Comuni dell'Alto mantovano-Sud Lago di Garda (Castiglione delle Stiviere, Solferino, Ponti sul Mincio, Monzambano, Cavriana, Volta Mantovana, Medole, Guidizzolo, Castel Goffredo). Per i comuni di Castiglione delle Stiviere, Solferino e Ponti sul Mincio è stimata il massimo valore (6.7) descrittivo dell'intensità MCS. Per il resto dei comuni mantovani i valori calcolati ricadono nella classe di intensità attesa pari a VI MCS.

In **Fig. n. 8** si può osservare la distribuzione dei valori di PGA aventi probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Analogamente alla distribuzione dei valori di intensità anche per i valori di accelerazione orizzontale, o PGA, i massimi relativi (0.101-0.150)g si riscontrano nei comuni più vicini alle Province di Brescia e Verona (Ponti sul Mincio, Monzambano, Volta Mantovana, Cavriana, Guidizzolo, Medole, Solferino, Castiglione delle Stiviere). È invece riscontrabile una differenza nella distribuzione dei massimi relativi di PGA, rispetto alla distribuzione delle intensità, attesi nei diversi Comuni. In **Fig. n. 8** si individuano 7 comuni (Gonzaga, Moglia, San Giacomo delle Segnate, San Giovanni del Dosso, Poggio Rusco), posti al confine con le province di Reggio Emilia e Modena, per cui si stimano valori di PGA compresi tra (0.101-0.150)g e non presentanti i massimi relativi di intensità stimata (VII MCS). Per i comuni rimanenti i valori di PGA previsti ricadono nell'intervallo (0.051-0.100)g.

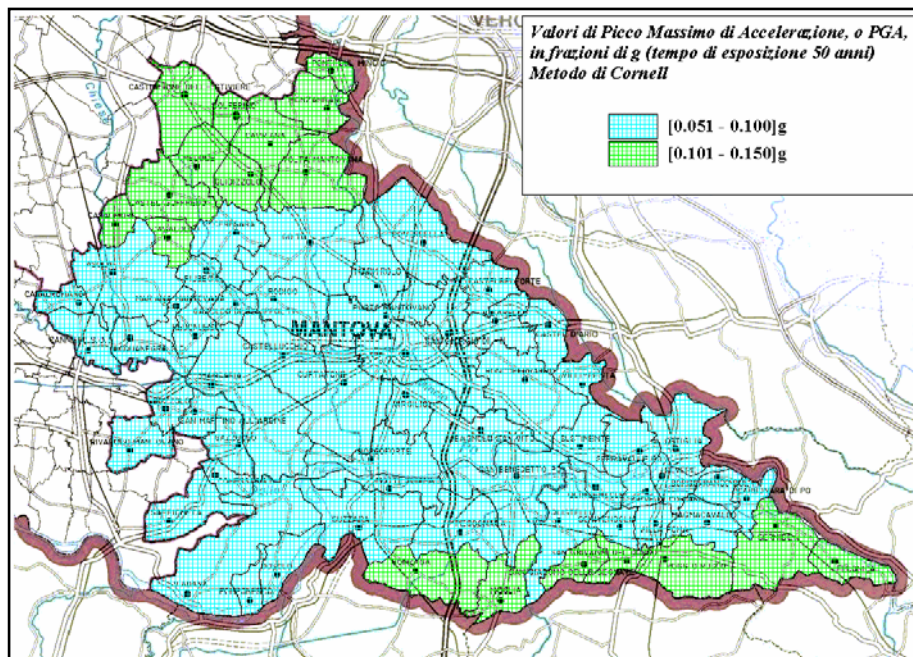


Fig. n. 8 – Pericolosità dei Comuni della Provincia di Mantova espressa come Picco di Accelerazione Massima Atteso o PGA, in frazioni di g, con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo medio di ritorno di 475 anni) calcolati secondo l’approccio di Cornell.

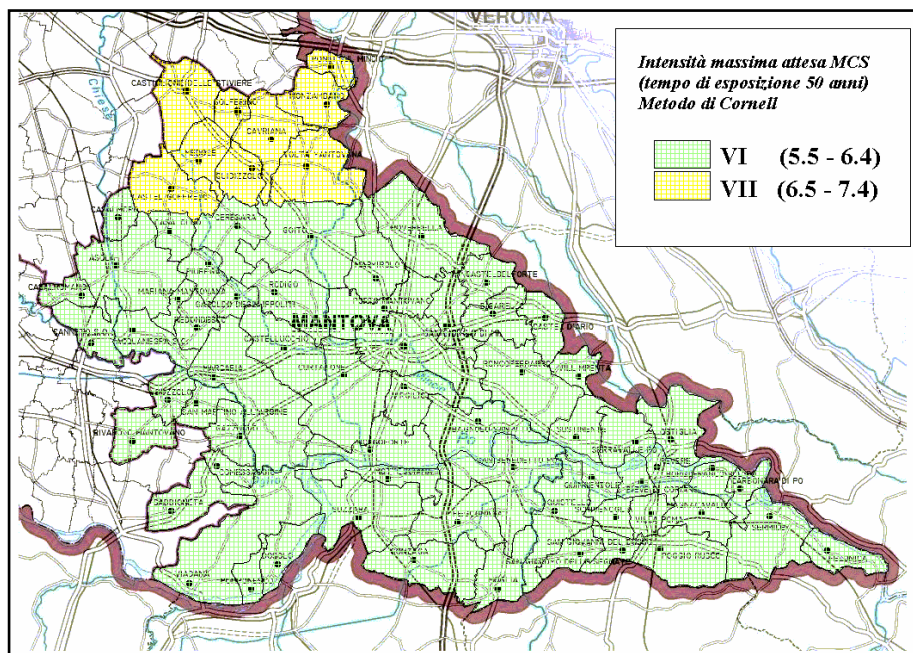


Fig. n. 9– Pericolosità dei Comuni della Provincia di Mantova espressa come Intensità MCS massima attesa, con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo medio di ritorno di 475 anni) calcolati secondo l’approccio di Cornell.



2.5.4 Risultati dell'approccio di sito

Si è anche effettuata la stima della pericolosità dei Comuni Mantovani secondo l'approccio probabilistico di Sito, utilizzando un *software* specificatamente sviluppato.

Il programma richiede i seguenti *input*:

- Catalogo epicentrale: CPTI (217 a.C.-1992);
- Catalogo dei risentimenti: estrazione realizzata appositamente dei risentimenti dei comuni mantovani dal catalogo sismico CPTI;
- *File* dei comuni mantovani con relative coordinate geografiche (latitudine, longitudine) e codice di identificazione;
- Raggio di ricerca degli epicentri nell'intorno di ogni comune: 250 Km;
- Passo per l'analisi di completezza del catalogo sismico: 5 anni;
- Intervallo di copertura del catalogo epicentrale: 217 a.C. – 1992;
- Tempo di esposizione: 50 anni (equivalente ad un tempo medio di ritorno di 475 anni);

Con questi input sono state calcolate le probabilità di eccedenza dei gradi MCS pari e superiori alla soglia di danneggiamento (VI, VII, VIII, IX, X, XI), l'intensità massima attesa relativi ad un tempo di esposizione 50 anni per ciascuno dei 70 comuni mantovani. Non sono state invece calcolati i valori di PGA attesi. Questa scelta è specifica, poiché, la PGA non è un valore che definisce in maniera affidabile il danneggiamento. Uno studio di pericolosità sismica il cui scopo è la massima attendibilità possibile delle stime è quindi preferibile si basi sui soli valori di intensità.

Con l'opzione del programma "solo effetti attenuati" è stata calcolata la stima di pericolosità partendo dalle sole intensità epicentrali attenuate. Per tutti e 70 i comuni Mantovani l'intensità attesa così calcolata, in un tempo di esposizione di 50 anni, è pari ad un'intensità VII MCS. Si può evidenziare per quasi il 90% dei comuni una sovrastima di un grado MCS rispetto alla stima effettuata

secondo il metodo di Cornell. Questo è spiegabile con una maggiore "conservatività" del metodo di sito. In altri termini, le stime di pericolosità effettuate con questo approccio tendono a sovrastimare sistematicamente le intensità attese rispetto al metodo di Cornell, per effetto di una più corretta considerazione di tutte le fonti di incertezza sulle proprietà di attenuazione che condizionano la metodologia.

Sono poi stati elaborati i valori di pericolosità, calcolati con l'opzione "effetti osservati" sulla base cioè dei soli risentimenti sismici disponibili per ogni comune. Per questa stima sono stati considerati solo gli eventi maggiori o uguali all'intensità minima di danneggiamento (maggiori o uguali a VI MCS). Si può segnalare che 45 comuni, secondo i dati disponibili, non hanno sperimentato risentimenti maggiori o uguali al VI MCS, 18 comuni hanno avuto solo un risentimento di questa entità, 5 comuni hanno sperimentato almeno due risentimenti di intensità VI MCS. In questi casi la completezza del catalogo "per comune" è insufficiente per permettere il calcolo della stima di pericolosità con l'opzione "effetti osservati". Solo per il Comune di Mantova, che dispone di 8 *record* macrosismici, è possibile formulare una stima dell'intensità attesa in 50 anni, stimata pari a VI MCS, e le probabilità di eccedenza di alcune intensità (VI = 61%; VII = 3%).

Sono infine state calcolate le probabilità di eccedenza e l'intensità massima attesa, per un tempo di esposizione di 50 anni, ottenute con l'opzione di calcolo "effetti attenuati e osservati". In questa modalità le intensità epicentrali attenuate al sito sono corrette con le intensità effettivamente risentite in ogni comune (subordinatamente alla disponibilità delle fonti documentarie). Osservando la rappresentazione grafica dei dati (**Fig. n. 10**), si osserva che per tutti i Comuni mantovani l'intensità massima attesa, per un tempo di esposizione di 50 anni, rimane pari a VII MCS.

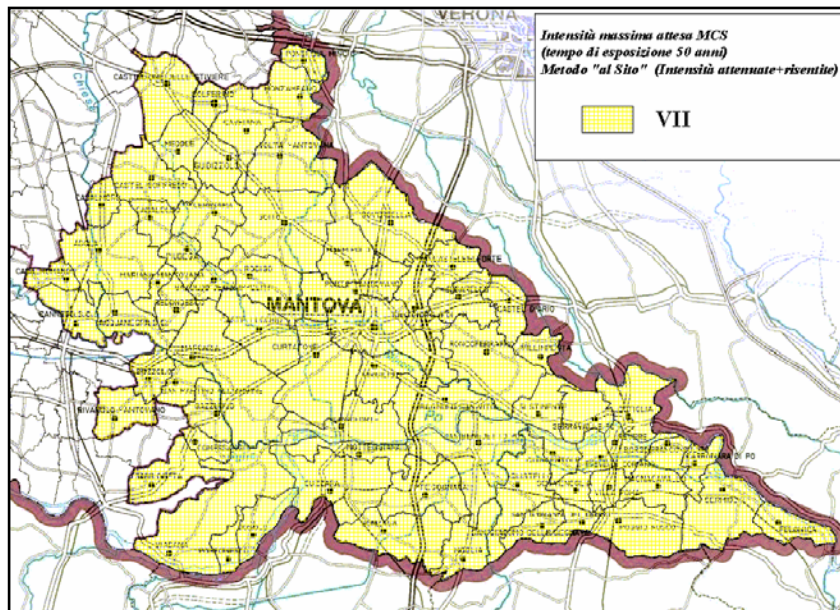


Fig. n. 10– Pericolosità dei Comuni della Provincia di Mantova espressa come Intensità MCS massima attesa, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, calcolate tramite le intensità epicentrali MCS attenuate e corrette con le intensità osservate secondo l’approccio di Sito.

2.5.5 Conclusioni

Le due carte di pericolosità presentate forniscono indicazioni relativamente diverse sul livello di pericolosità sismica del territorio mantovano. Da un punto di vista generale, tutte le analisi condotte indicano che il livello di danno atteso nella più pessimistica delle situazioni è al massimo pari al grado VII MCS il che connota l'area Mantovana come un'area di pericolosità sismica bassa. A fronte di questa indicazione di massima stanno però valutazioni diverse circa la distribuzione del danno atteso e dell'effettivo livello di pericolosità sismica. Le stime più basse sono quelle ottenute seguendo l'approccio di Cornell secondo il quale i valori massimi di intensità attesa non superano il grado VII MCS e che questi valori massimi riguardano meno del 15% dei comuni considerati. In tutti gli altri casi l'intensità attesa è pari al grado

VI MCS. Le stime fornite dall'approccio di sito, descrivono valori massimi di intensità attesa pari al grado VII MCS per la totalità dei comuni mantovano. Per valutare nella giusta luce queste discrepanze è necessario ricordare le profonde differenze fra le due metodologie. La differenza principale sta nel diverso peso che le due metodologie danno alle incertezze presenti nella stima della pericolosità sismica.

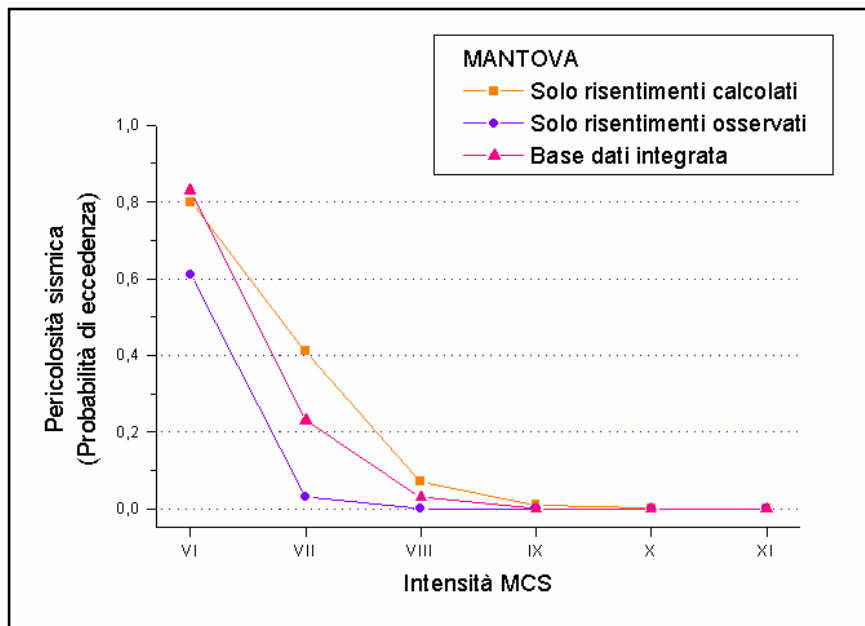
Per valutare quanto un atteggiamento cautelativo possa risultare realistico, è interessante infine notare come molti dei comuni in passato interessati da terremoti con intensità pari al VII grado MCS risultano caratterizzati da intensità attese secondo Cornell che non superano il VI grado MCS. In questi casi, le stime effettuate secondo "Cornell" appaiono eccessivamente "ottimistiche" rispetto a quanto sappiamo circa la storia sismica passata.



2.5.6 Curva di pericolosità

Andamento della Pericolosità sismica, ovvero della probabilità di superamento delle Intensità dal VI al XI grado MCS in 50 anni

per il comune di Mantova. Le tre stime riportate per ogni grado d'Intensità si riferiscono ai risultati ottenuti secondo l'approccio di Sito.





3. ALLEGATI

Si riportano gli indici completi degli elaborati dei singoli professionisti per fornire una rassegna completa degli argomenti trattati.

A. RISCHIO IDROGEOLOGICO (INONDAZIONE)

- RELAZIONE TECNICA:

I -	Aspetti generali	pag.	1
	I.1	Premesse	1
	I.2	Il contesto normativo	2
	I.3	Linee guida	5
II -	Il rischio idraulico per il territorio della provincia di Mantova		6
III -	La conoscenza sulla situazione attuale		14
	III.1	L'idrografia, l'idrologia e l'assetto idraulico del territorio. Rete maggiore: Il fiume Po, il fiume Mincio, il fiume Oglio e il fiume Secchia	14
	III.1.1	Il fiume Po	14
		III.1.1.1. Norme tecniche alle quali uniformati i lavori di arginatura in corso	35
	III.1.2	Il fiume Mincio	43
		III.1.2.1 I corsi d'acqua principali	58
	III.1.3	Il fiume Oglio	59
	III.1.4	Il fiume Secchia	67
	III.2	L'idrografia, l'idrologia e l'assetto idraulico del territorio. Corsi d'acqua minori	72
	III.2.1	Il fiume Mincio	74
	III.2.2	Il fiume Oglio	81
	III.2.3	Il fiume Secchia	88
	III.2.4	Il fiume Po	92
	III.2.5	Il fiume Po	99
	III.2.6	Il fiume Po	103
	III.2.7	Il fiume Po	106
IV -	Le situazioni a rischio e gli interventi strutturali di prevenzione		110
	IV.1	Aspetti generali	110
	IV.2	Le carenze delle quote arginali e gli interventi strutturali di prevenzione lungo i corsi d'acqua principali	112
	IV.3	Le carenze dei terreni di imposta delle arginature maestre e gli interventi strutturali di prevenzione corsi d'acqua principali	117
	IV.4	Le criticità della rete idrografica minore	121
V -	L'attività di previsione		128
	V.1	Aspetti generali	128
	V.2	Previsione delle piene in base ai rilevamenti idrometrici di monte	129
V.I -	L'evento di piena dei giorni 15 - 22 ottobre 2000		139
V.II -	Bibliografia		142

- TAVOLE

- n. 1/1 - 1/11 Aerofotogrammetria di Po. Situazioni a rischio idraulico di inondazione per sormonto e sifonamento arginale.
- n. 2.1 - 2.4 Sezioni trasversali di Po (Viadana, Borgoforte, Ostiglia-Revere, Quattrelle).



- n. 3/A - 3/G Corsi d'acqua minori della provincia e relativi sottobacini. Aree a rischio lungo i corsi d'acqua minori e criticità sugli affluenti principali Mincio, Oglio, Chiese e Secchia.
- n. 4.1 - 4.11 Profili di Po.

B. RISCHIO IDROGEOLOGICO (ACQUE SOTTERRANEE)

- RELAZIONE TECNICA

1.	Premessa	pag.	3
2.	Riferimenti normativi		4
3.	Finalità del Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile		7
4.	Struttura idrogeologica dei campi acquiferi ad uso acquedottistico pubblico. Modalità di studio		14
5.	Grado di protezione idrogeologica		21
6.	Valutazione del rischio		25
7.	Proposte per la rimozione o riduzione dei rischi		30
8.	Attivazione della rete di monitoraggio provinciale dei corpi idrici sotterranei		31
9.	Realizzazione degli studi idrogeologici per la delimitazione delle zone di protezione dei campi acquiferi ad uso acquedottistico pubblico		32
10.	Istituzione di una struttura di riferimento per emergenze relative a pubblici acquedotti		50
- ALLEGATI			51
Allegato A. Campi acquiferi esistenti			52
Allegato B. Campi acquiferi previsti dal P.R.R.A.			177

- TAVOLE

- A - G: Carta del rischio idrogeologico (scala 1:25.000)

C. RISCHIO METEOROLOGICO

- RELAZIONE TECNICA

1	Introduzione	2
2	Rete di rilevamento	5
3	Pluviometria	7
3.1	Elaborazione dei dati	8
3.1.1	Distribuzione statistica delle precipitazioni	14
3.1.2	Piogge totali e giorni piovosi annui	16
3.1.3	Considerazioni sui sistemi di rilievo delle precipitazioni	17
3.2	Rappresentazione cartografica	19
3.3	Considerazioni sulla pluviometria	21
3.3.1	L'anomalia della stazione "Botte sotto Secchia"	21
4	Piogge intense	22
4.1	Validazione della legge statistica adottata	25
4.2	Coefficiente di correlazione	29
4.3	Regionalizzazione statistica	30
4.4	Rappresentazione cartografica	34
5	Temperature	36
6	Condizioni termo-pluviometriche	39
7	Umidità	43
8	Evapotraspirazione e bilancio idrologico	45



9	Efficienza ed efficacia della rete di controllo	50
10	Analisi dati storici sugli eventi calamitosi	51
10.1	L'analisi effettuata	53
11	Gli scenari di rischio	56

- ALLEGATI:

All. 1	– Piogge giornaliere
All. 2	– Piogge intense
All. 3	– Temperature
All. 4	– Umidità
All. 5	– Climogrammi
All. 6	– Bilancio idrologico

- TAVOLE:

Tav. PM 1	- Carta delle isoiete – anno mediano
Tav. PM1bis	- Carta delle isoiete – anno mediano (Senza Botte sotto Secchia)
Tav. PM 2	– Carta delle isoiete – anno secco
Tav. PM2bis	– Carta delle isoiete – anno secco (Senza Botte sotto Secchia)
Tav. PM 3	– Carta delle isoiete – anno piovoso
Tav. PM3bis	– Carta delle isoiete – anno piovoso (Senza Botte sotto Secchia)
Tav. PI 1	- Carta delle isoiete per piogge di 1 ora con Tr=10 anni
Tav. PI 2	- Carta delle isoiete per piogge di 1 ora con Tr=20 anni
Tav. PI 3	- Carta delle isoiete per piogge di 1 ora con Tr=50 anni
Tav. PI 4	- Carta delle isoiete per piogge di 3 ore con Tr=10 anni
Tav. PI 5	- Carta delle isoiete per piogge di 3 ore con Tr=20 anni
Tav. PI 6	- Carta delle isoiete per piogge di 3 ore con Tr=50 anni
Tav. PI 7	- Carta delle isoiete per piogge di 6 ore con Tr=10 anni
Tav. PI 8	- Carta delle isoiete per piogge di 6 ore con Tr=20 anni
Tav. PI 9	- Carta delle isoiete per piogge di 6 ore con Tr=50 anni
Tav. PI 10	- Carta delle isoiete per piogge di 12 ore con Tr=10 anni
Tav. PI 11	- Carta delle isoiete per piogge di 12 ore con Tr=20 anni
Tav. PI 12	- Carta delle isoiete per piogge di 12 ore con Tr=50 anni
Tav. PI 13	- Carta delle isoiete per piogge di 24 ore con Tr=10 anni
Tav. PI 14	- Carta delle isoiete per piogge di 24 ore con Tr=20 anni
Tav. PI 15	- Carta delle isoiete per piogge di 24 ore con Tr=10 anni
Tav. T 1	– Carta delle temperature medie annue

D. RISCHIO DA INCENDIO BOSCHIVO

- RELAZIONI:

ELABORATO N.1: Inquadramento ambientale e rischio di incendio boschivo

Premessa	1
Capitolo 1 - Inquadramento ambientale – Base Dati	2
1.1. Introduzione	3
1.2. Acquisizione e organizzazione delle basi dati	6
1.3. Inquadramento dei fattori ambientali influenti sul fenomeno incendi	9
1.3.1 Inquadramento geomorfologico del territorio della provincia di Mantova	11
1.3.2 Inquadramento climatico del territorio della provincia di Mantova	16
1.3.3 Vegetazione forestale del territorio della provincia di Mantova	20
1.3.3.1 Boschi misti di latifoglie decidue termofili	24



1.3.3.2 Boschi misti di latifoglie decidue mesofile	26
1.3.3.3 Boschi planiziari	28
1.3.3.4 Boschi igrofilo ripariali e arbusteti igrofilo	30
1.3.3.5 Arbusteti xerofili	38
1.3.4 Viabilità del territorio della provincia di Mantova	40
1.3.5 Punti d'acqua del territorio della provincia di Mantova	41
1.4. Gestione informatizzata delle base dati	42
Capitolo 2 - Dati statistici sugli incendi boschivi	44
2.1. Dati statistici sugli incendi boschivi	45
2.2. Dati nazionali	47
2.3. Dati regionali	49
2.3.1 Le superfici incendiate nel 1997	50
2.3.2 Evoluzione delle superfici incendiate nel periodo 1990-1998	50
2.3.3 Le cause degli incendi boschivi nel periodo 1990 - 1998	51
2.3.4 I costi degli incendi boschivi nel periodo 1990 - 1998	52
2.4. Dati provinciali	54
2.5. Le cause degli incendi	55
2.5.1 Cause naturali	56
2.5.2 Cause involontarie	56
2.5.3 Cause volontarie	57
2.5.4 Cause non classificabili	58
Capitolo 3 - Valutazione del rischio di incendio boschivo	60
3.1. Definizioni	61
3.2. Metodologia di valutazione del rischio di incendio boschivo	62
3.3. Gli indici di rischio d'incendio boschivo	64
3.4. Definizione di un indice di rischio per la provincia di Mantova	67
3.4.1 Valutazione della vulnerabilità della vegetazione forestale	68
3.4.2 Valutazione dei danni da incendio boschivo	72
3.4.2.1 Il danno da incendio boschivo	73
3.4.2.2 Valore per la collettività delle risorse forestali	73
3.4.2.3 Valore scientifico-conservativo	74
3.4.2.4 Valore di fruizione pubblica a fini ricreativi, culturali, educativi	75
3.4.2.5 Valore di protezione idrogeologica	76
3.4.2.6 Valore produttivo	76
3.4.3 Effetti del fuoco sulle componenti biotiche ed abiotiche dell'ecosistema: riproducibilità delle risorse danneggiate.	78
3.4.4 Valutazione del danno	80
3.4.5 Rischio d'incendio boschivo	82
ELABORATO N.2: Sistema informativo territoriale – incendi. Risultati e conclusioni	
Capitolo 4 - Sistema informativo territoriale - incendi boschivi in provincia di Mantova	83
4.1 Elaborati cartografici	84
4.2 Sistema informativo territoriale del rischio d'incendio in provincia di Mantova	85
Capitolo 5 - Statistica forestale	114
5.1 Cenni sulla statistica forestale della regione Lombardia	115
5.1.1 Profilo storico del patrimonio forestale regionale nel periodo 1948-1990	115
5.1.2 Evoluzione delle superfici forestali nel periodo 1990-1997	116
5.1.3 Dati statistici forestali regionali relativi al 1997	117
5.2 Statistica forestale della provincia di Mantova	119
5.2.1 Distribuzione dei boschi nella provincia di Mantova	120



5.2.2 Indice di boscosità comunale dei comuni della provincia di Mantova	121
Capitolo 6 - Risultati e Conclusioni	124
6.1 Tipizzazione preliminare della vegetazione forestale del territorio della provincia di Mantova	125
6.1.1 Distribuzione dei boschi nella provincia di Mantova	125
6.1.2 Indice di boscosità comunale dei comuni della provincia di Mantova	126
6.2 Definizione temporale dei periodi critici per il verificarsi ed il propagarsi degli incendi	127
6.3 Individuazione su base cartografica delle aree forestali a rischio non socialmente tollerabile	128
6.4 Conclusioni	129
ELABORATO N.3: Lotta attiva antincendio boschivo e proposte operative	
Capitolo 7 - Lotta attiva contro gli incendi boschivi	134
7.1 Lotta antincendio boschivo	135
7.1.1 Intervento terrestre	135
7.1.2 Intervento aereo	135
7.1.3 Tecniche di intervento di lotta diretta	136
7.2. L'organizzazione antincendio della regione Lombardia	138
7.2.1 Ricognizione e avvistamento	142
7.2.2 L'allarme	142
7.2.3 L'intervento di spegnimento	143
7.3. Sistemi di monitoraggio	145
7.4. Fuoco di chioma	147
7.5. Spegnimento a terra	149
7.6. Strumenti e mezzi antincendio	153
7.6.1 Strumenti manuali per lo spegnimento a terra	153
7.6.2 Automezzi	156
7.6.3 Mezzi aerei	156
Allegato n. 2 – Mezzi antincendio	158
Allegato 2 – Schede strutture operative	164
Capitolo 8 - Proposte operative per la definizione di obiettivi e di azioni pianificatorie	157
8.1 Criteri metodologici per la redazione del piano di emergenza provinciale	158
8.2 Definizione delle priorità d'intervento	159
8.3 La prevenzione	159
8.3.1 Prevenzione indiretta	160
8.3.2 Prevenzione diretta	161
8.3.2.1 Prevenzione selvicolturale	161
8.3.2.2 Viali tagliafuoco	163
8.3.2.3 Rifornimento idrico	164
8.3.2.4 Avvistamento	167
8.3.2.5 Rete radio regionale per il servizio antincendio boschivo	168
8.3.2.6 Prevenzione ed estinzione	169
8.4 Il fuoco prescritto	171
8.5 Definizione di criteri metodologici per il ripristino delle superfici boscate percorse da incendio	172
8.5.1 Interventi di salvaguardia	172
8.5.2 Interventi di ripristino	173
8.6 Implementazione dell'analisi di rischio	174
8.6.1 Mappatura dei modelli di combustibile	174
8.6.2 Selvicoltura preventiva	175
8.6.3 Sistemi di supporto alle decisioni (dss)	176
ELABORATO N.4: Allegati	
Allegato 1: Il fenomeno incendio boschivo	1



Allegato 2: caratteristiche tecniche dei principali mezzi antincendio boschivo	13
Allegato 3: Schede strutture operative	20
Allegato 4: Quadro legislativo	27

TAVOLE:

Tav. 1 – 11:	Carta dell'indice di rischio d'incendio boschivo (scala 1:25.000)
Tav. 12:	Carta dell'indice di rischio d'incendio boschivo (scala 1:80.000)
Tav. A:	Carta della vegetazione forestale (scala 1:80.000)
Tav. B:	Carta degli impianti da arboricoltura da legno (scala 1:80.000)
Tav. C:	Carta delle pendenze (scala 1:80.000)
Tav. D:	Carta dei punti di approvvigionamento idrico (scala 1:80.000)

E. RISCHIO SISMICO

- RELAZIONI:

PARTE I: IMPOSTAZIONE SCIENTIFICA DEL PROBLEMA

1	Introduzione	4
2	Il processo sismico	7
2.1	La generazione del terremoto	7
2.1.1	Il terremoto: concetti base	7
2.1.2	La genesi dei terremoti	9
2.1.3	Le onde sismiche	11
2.1.4	L'energia del terremoto	15
2.2	Lo scuotimento sismico	17
2.2.1	Aspetti generali	17
2.2.1.1	Le interazioni suolo – strutture	17
2.2.1.2	La misura strumentale dello scuotimento sismico	19
2.2.1.3	La caratterizzazione quantitativa dello scuotimento sismico	21
2.2.1.4	Le scale d'intensità macrosismica	23
2.2.2	I processi fisici che controllano lo scuotimento sismico	27
2.2.2.1	La sorgente sismica	27
2.2.2.1.1	Gli effetti direzionali	28
2.2.2.2	Gli effetti propagazione	30
2.2.2.2.1	L'attenuazione	30
2.2.2.2.2	La legge di attenuazione	31
2.2.2.3	Gli effetti di sito	32
2.2.2.3.1	Gli effetti di risonanza	32
2.2.2.3.2	Gli effetti di bordo in valli alluvionali	34
2.2.2.3.3	Gli effetti della topografia	35
2.2.2.3.4	La liquefazione sismica del terreno	36
3	La pericolosità sismica	41
3.1	Introduzione: le metodologie per la stima della pericolosità sismica	41
3.2	L'approccio deterministico	41
3.2.1	La caratterizzazione delle strutture sismogenetiche	42
3.2.1.1	Le Strutture localizzate	43
3.2.1.2	La zona sismogenetica	44
3.2.2	Il terremoto massimo atteso	45
3.2.3	La determinazione dello scuotimento sismico atteso	47
3.2.3.1	L'approccio teorico	48
3.2.3.2	L'approccio empirico	49



3.2.3.3	Gli approcci misti	51
3.2.4	I vantaggi ed i limiti dell'approccio deterministico	53
3.3	L'approccio probabilistico	55
3.3.1	Aspetti generali	55
3.3.2	La sismicità	56
3.3.2.1	La sismicità strumentale	56
3.3.2.2	La sismicità storica	61
3.3.2.2.1	L'indagine macrosismica dei terremoti contemporanei	63
3.3.2.2.2	I dati sismici storici: problemi connessi all'interpretazione delle fonti documentarie	64
3.3.2.2.3	La parametrizzazione del terremoto su base macrosismica	66
3.3.3	I metodi di stima: elementi di analisi probabilistica di rischio sismico	70
3.3.3.1	Il metodo di Cornell	70
3.3.3.1.1	I limiti superiore ed inferiore di magnitudo	73
3.3.3.1.2	Lo spettro di risposta di pericolosità uniforme	74
3.3.3.2	Il metodo di sito per la stima della pericolosità sismica	75
3.3.3.2.1	La ricostruzione del catalogo sismico di sito	76
3.3.3.2.2	La definizione della storia di sito sulla base dei risentimenti osservati	77
3.3.3.2.3	La valutazione della pericolosità al sito e la stima di completezza del catalogo sismico	80
3.3.4	I vantaggi ed i limiti degli approcci probabilistici di Cornell e di sito	83
4.	La pericolosità sismica: la Situazione Italiana	85
4.1	La classificazione sismica	85
4.2	La pericolosità sismica	88
4.2.1	La storia sismica	90
4.2.1.1	I cataloghi sismici italiani	90
4.2.1.2	La carta delle massime intensità	94
4.2.2	La zonazione sismogenetica del territorio nazionale	97
4.2.3	Le carte di pericolosità	100
	Appendici	105
	Scala MCS di intensità del terremoto	105
	Simboli utilizzati	108
	Lecture consigliate ed approfondimenti	109
	Siti Internet	109
PARTE II: RISULTATI ANALISI DI PERICOLOSITÀ		
5	La pericolosità sismica del Mantovano	3
5.1	L'inquadramento geologico	3
5.1.1	L'assetto tettonico della Pianura Padana	6
5.1.2	La tettonica recente	17
5.2	La sismicità	21
5.2.1	La sismicità storica (principali terremoti a livello regionale)	21
5.2.1.1	I risentimenti provocati dai maggiori terremoti storici	26
5.3	Le storie sismiche di sito	29
5.4	La pericolosità sismica nel mantovano	33
5.4.1	Risultati secondo il metodo di Cornell	33
5.4.1.1	Elenco dei Comuni mantovani	35
5.4.2	Risultati dell'approccio di Sito	40
5.5	Possibili effetti di amplificazione	50
6	Conclusioni	51
8	Appendici	53
	Appendice A: Scala stratigrafica-geocronologica	53
	Appendice B: curva di pericolosità	54



F. RICERCA STORICA SUGLI EVENTI CALAMITOSI IN PROVINCIA DI MANTOVA (SECOLI IX – XX)

INDICE

1. Premessa	pag.	V
2. Metodologia di ricerca		VI
3. Terminologia e vocaboli significativi		IX
4. Presentazione dei dati		XII
5. Osservazioni sulla ricerca		XIV
6. Eventuali ulteriori approfondimenti		XVI
7. Repertorio dei dati comunali		1
8. Repertorio dei dati per aree geografiche		923
9. Repertorio dei dati con indicazione generica (Mantovano)		979

INDICE GENERALE

- VOLUME I: da Acquanegra sul Chiese a Gonzaga
- VOLUME II: da Guidizzolo a Pegognaga
- VOLUME III: da Pieve di Coriano a Volta Mantovana
- VOLUME IV: Altri dati suddivisi per aree geografiche.






Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile

PROGRAMMA PROVINCIALE
DI PREVISIONE E PREVENZIONE
DI PROTEZIONE CIVILE

Situazioni di rischio idraulico - asta Po -

Legenda

-  Arginature maestre da ristrutturare (rialzi e ringrossi)
-  Diaframmi esistenti
-  Sortumosità (zone a forte sortumosità - presenza di fontanazzi)

Argini

-  Argini maestri
-  Argini golenali
-  Argini di sponda
-  Altri argini

Aree idriche

-  Fiumi e laghi
-  Paludi e stagni

 Confini comunali

Tav. n. 1

Scala 1:300000



**SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**





Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile



PROGRAMMA PROVINCIALE
DI PREVISIONE E PREVENZIONE
DI PROTEZIONE CIVILE


Situazioni a rischio idraulico (corsi d'acqua minori)

Legenda

Aree idriche

-  Fiumi e laghi
-  Paludi e stagni

-  Corsi d'acqua minori
-  Argini

-  Aree soggette a rischio d'esondazione
dei corsi d'acqua minori

-  Confini comunali

Tav. n. 2

Scala 1:300000



**SUPERATO
da REVISIONE
ANNO 2005**





Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile

PROGRAMMA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE

Rischio idrogeologico

Legenda

- Pozzi
- Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali
 - Basso
 - Medio
 - Alto
 - Estremamente elevato
 - Elevato
- Aree urbanizzate (vulnerabilità non de-finibile, comunque a rischio elevato)
- Zone con vulnerabilità intrinseca degli acquiferi superficiali alta, elevata, estremamente elevata, nelle aree esterne ai campi acquiferi studiati
- Zona di rispetto attorno ai pozzi

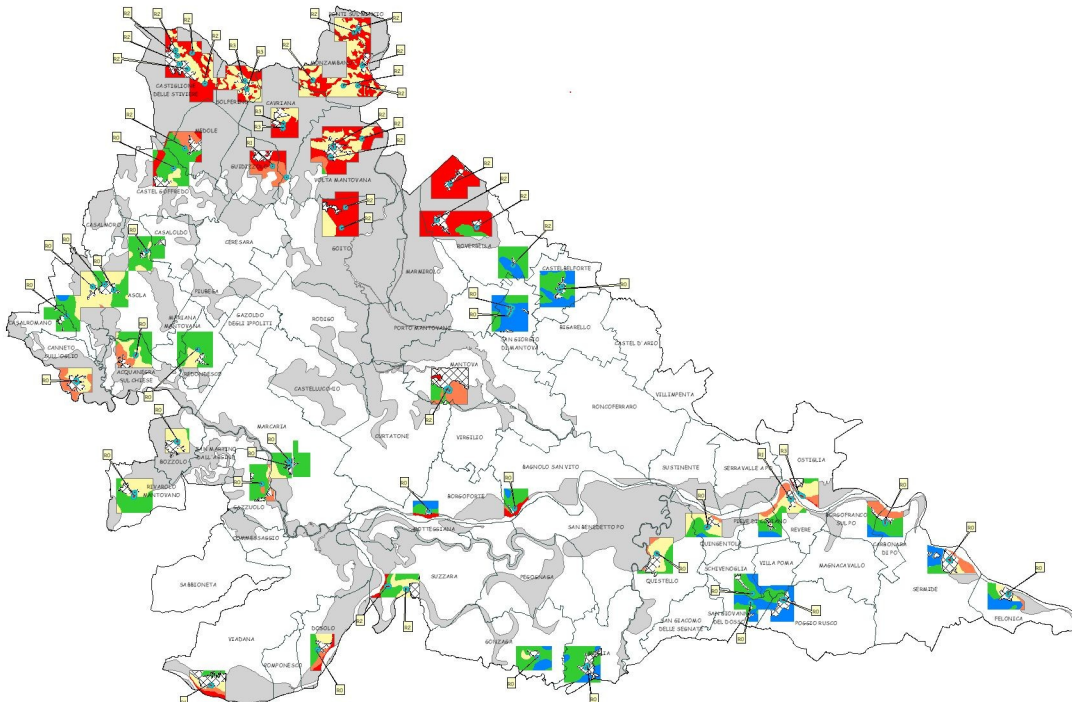
Livelli rischio dei campi acquiferi

- R0 - basso o nullo
- R1 - moderato
- R2 - alto
- R3 - molto alto

- Limite provinciale
- Limiti comunali

Tav. n. 3

Scala 1:300000





Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile

PROGRAMMA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE

Anno secco

Legenda

Stazioni meteo

- Pluviometro
- ▲ Pluviometro registratore

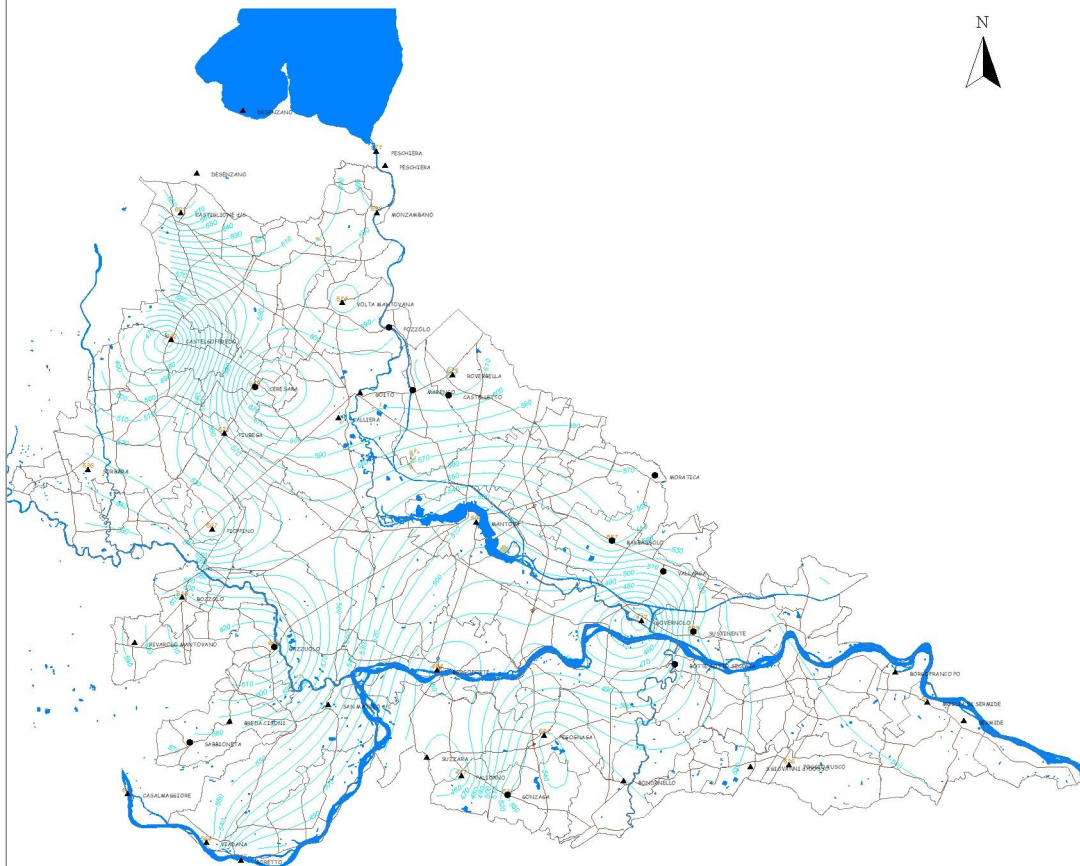
— Isoiete anno secco

Aree idriche

- Fiumi e laghi
- Paludi e stagni

— Strade

□ Confini Comunali



Tav. n. 4A

Scala 1:300000



Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settor e Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile



PROGRAMMA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE

Anno mediano

Legenda

Stazioni meteo

- Pluviometro
- ▲ Pluviometro registratore

Isoiete anno mediano

Aree idriche

- Fiumi e laghi
- Paludi e stagni

Strade

Confini Comunali



Tav. n. 4B

Scala 1:300000



Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile

PROGRAMMA PROVINCIALE DI PREVISIONE E PREVENZIONE DI PROTEZIONE CIVILE

Anno piovoso

Legenda

Stazioni meteo

- Pluviometro
- ▲ Pluviometro registratore

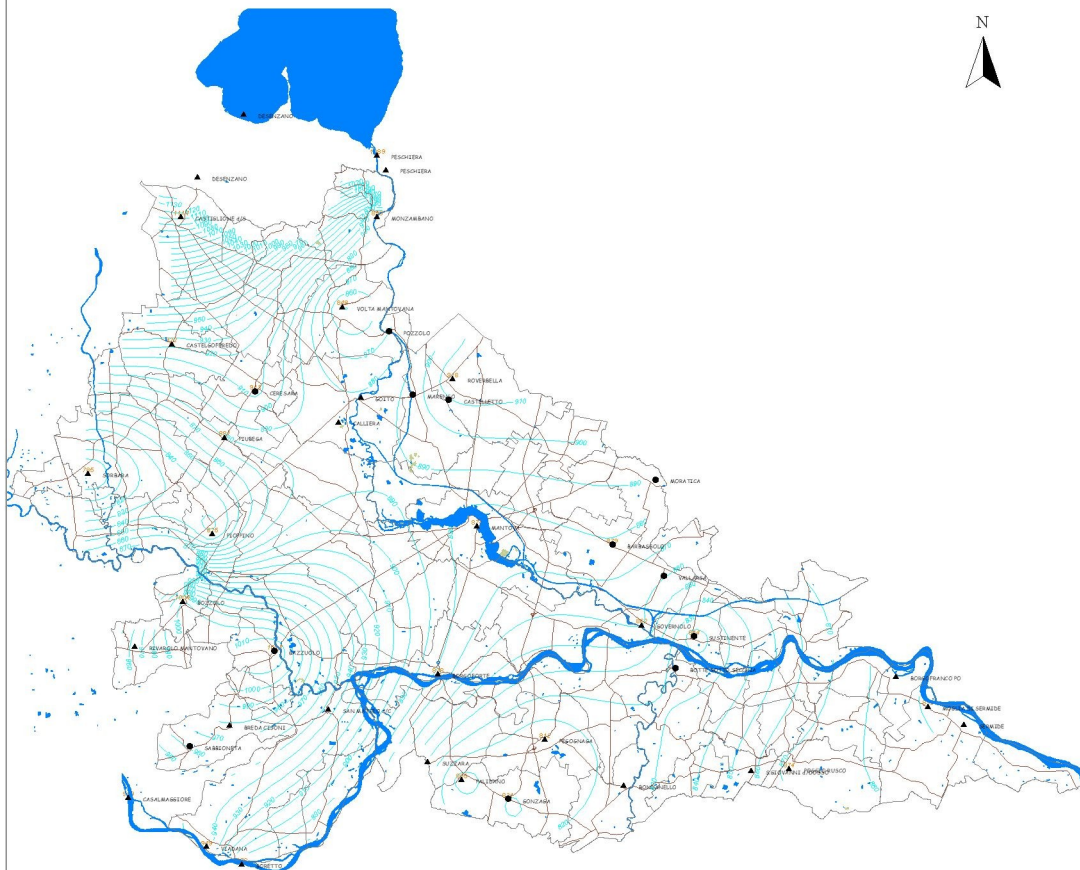
∩ Isoiete anno piovoso

Area idriche

- Fiumi e laghi
- Paludi e stagni

∩ Strade

□ Confini Comunali



Tav. n. 4C

Scala 1:300000



Provincia di Mantova
Area Tutela Ambientale
Settore Tutela Acqua e Suolo - Protezione Civile

PROGRAMMA PROVINCIALE
DI PREVISIONE E PREVENZIONE
DI PROTEZIONE CIVILE

Indice di rischio d'incendio boschivo



Legenda

Indice di rischio d'incendio
(vegetazione forestale)



-  Nullo o basso
-  Moderato
-  Alto
-  Molto alto

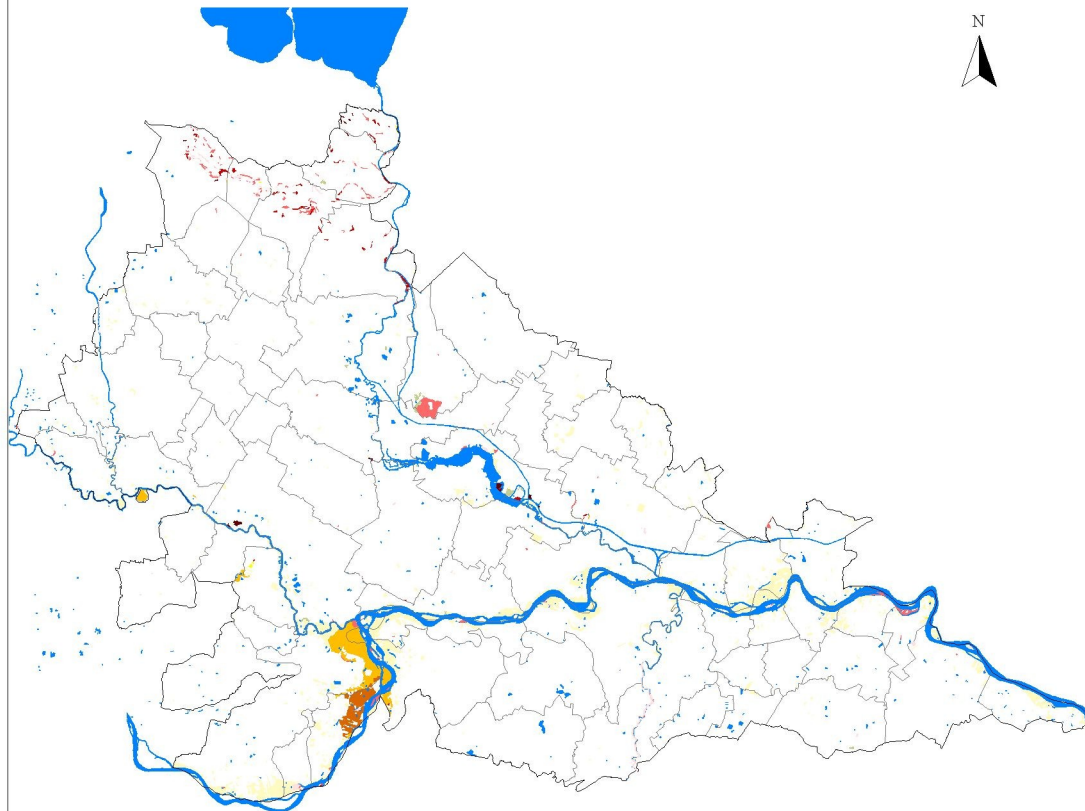
Indice di rischio d'incendio
(impianti di arboricoltura)

-  Basso o nullo
-  Moderato
-  Alto
-  Molto alto

-  Confine provinciale
-  Confini comunali

Aree idriche

-  Fiumi e laghi
-  Paludi e stagni



Tav. n. 6

Scala 1:300000