

AZIONE 1

Condivisione dei dati meteorologici in tempo reale, in differita e storici

Contributo dei partner italiani:

Stefano BOVO, Secondo BARBERO
Regione Piemonte - Settore Meteorografico e reti di monitoraggio

Silvio BO, Roberto CREMONINI
CSI-Piemonte

Contributo dei partner svizzeri:

Giorgio SALVADÈ, Anna ROSAZZA, Stefano PISANI, Carlo SPINEDI, Giuseppe FEDON
Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana
- Istituto Scienze della Terra

I-1. INTRODUZIONE

Obiettivo principale dell'azione 1 è la realizzazione di una struttura permanente di raccolta e gestione degli scambi dati tra i centri operativi regionali situati nella zona di frontiera che interessa il bacino imbrifero del lago Verbano.

In effetti, gli scambi di informazioni in tempo reale sono indispensabili per valutare l'ampiezza di un fenomeno che interessa più regioni, mentre lo scambio dei dati storici ha permesso di tarare i modelli previsionali e di comprendere meglio i livelli di pioggia in grado di attivare i fenomeni di alluvionamento e di instabilità dei versanti.

I-2. MISURE IN TEMPO REALE

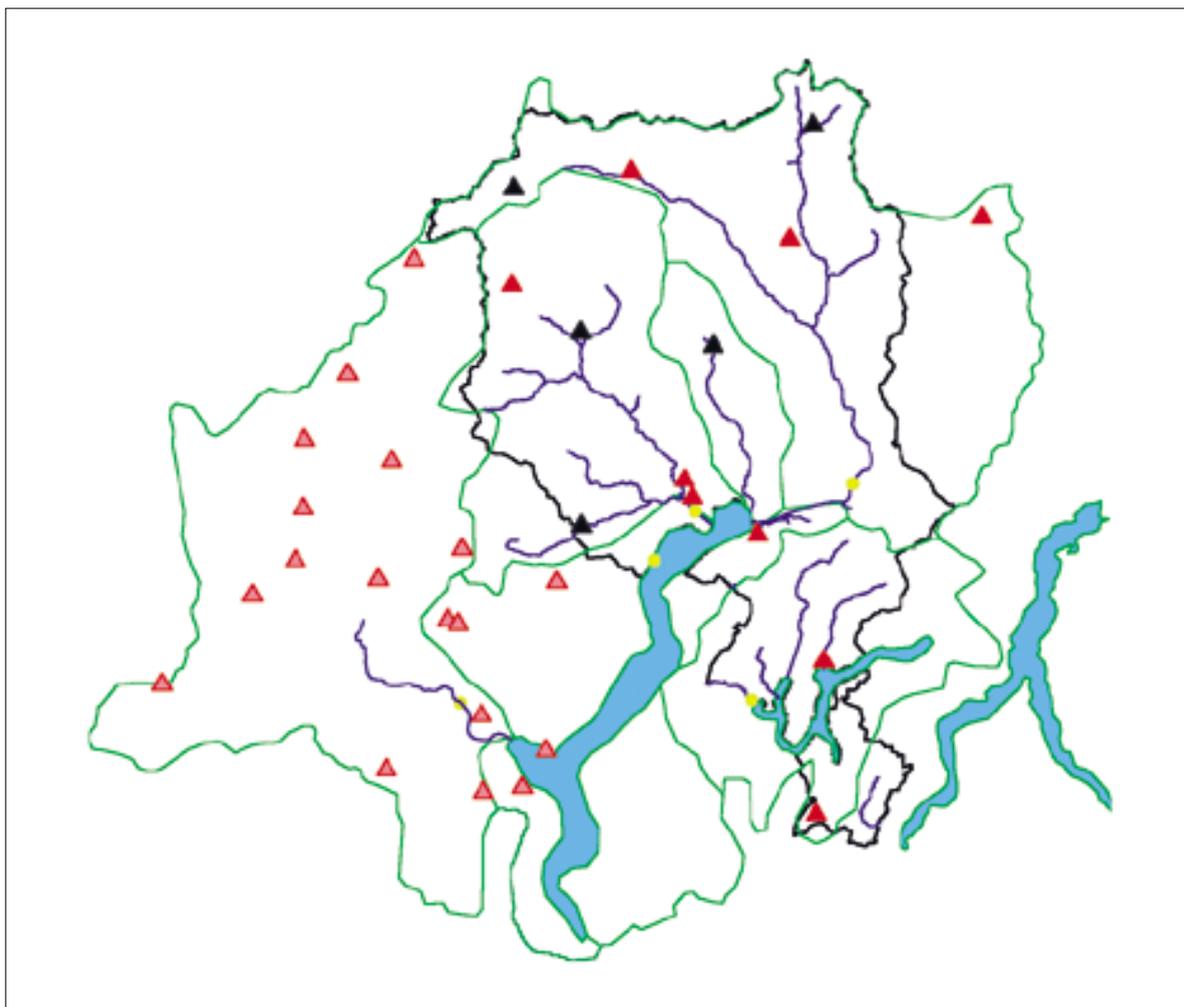
La figura I-1 mostra il bacino del Verbano, la suddivisione in 10 sottobacini (v. azione 6) e la

posizione dei pluviometri e dei limnografi di cui sono a disposizione le misure in tempo reale.

La pioggia è misurata in 31 punti: 5 pluviometri (triangoli in nero) sono gestiti direttamente dall'Istituto Scienze della Terra (IST/ SUPSI) di Lugano Trevano (Canton Ticino), 9 pluviometri (triangoli in rosso) dall'Istituto Svizzero di Meteorologia (ISM) di Locarno Monti e 17 pluviometri (triangoli in arancio), situati sul bacino del fiume Toce, dal Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio della Regione Piemonte.

Le portate misurate corrispondono a quelle del fiume Ticino a Bellinzona, del fiume Maggia a Solduno, del fiume Toce a Candoglia. Nella figura I-1 sono indicati con un cerchio giallo le posizioni dei rispettivi limnografi il cui elenco è riportato nella tabella I-1, la quale contiene anche altri limnografi per la misura delle portate alla sezione di chiusura di alcuni sottobacini.

Figura I-1. Posizione dei pluviometri (triangolo) e dei limnografi (cerchio)



I-2.1. Pluviometri

La tabella seguente riassume le località in cui si trovano i pluviometri e chi li gestisce.

Pluviometri ISM	Pluviometri IST	Pluviometri Regione Piemonte
Cimetta	Bedretto	Antrona-Alpe Ceggio
Comprovasco	Camedo	Baceno-Alpe Devero
Locarno Monti	Frasco	Bognanco-Pizzanco
Lugano	Fusio	Crodo
Magadino	Luzzone	Corsolo
Piotta		Druogno
Robiei		Stresa-Someraro
Stabio		Varzo - S. Domenico
San Bernardino		Lago Paione
		Domodossola
		Stresa-Mottarone
		Formazza-Piano dei Camosci
		Macugnaga-Passo del Moro
		Mottac
		Sambughetto
		Candoglia
		Pallanza

Tabella I-1. Località pluviometri

I dati dei pluviometri gestiti dall'ISM vengono inviati (via Internet), con frequenza oraria, all'elaboratore dell'IST. I file contengono il quantitativo di pioggia misurata nell'ora precedente nelle diverse località.

I pluviometri gestiti dall'IST vengono interrogati via Modem telefonico dall'elaboratore dell'IST con una frequenza giornaliera (in caso di gestione ordinaria) o oraria (in caso di evento alluvionale). Il datalogger del pluviometro registra ogni istante in cui si accumulano 0,1 mm di pioggia.

Da questi valori viene costruito un file con la pioggia oraria.

I pluviometri gestiti dalla Regione Piemonte vengono interrogati ogni 30 minuti attraverso un collegamento radio troposferico dedicato e vengono concentrati nell'elaboratore di Torino.

I-2.2. Limnigrafi

La tabella seguente riassume la località in cui si trovano i limnigrafi e chi li gestisce.

Limnigrafi IST/SIGN	Limnigrafi Regione Piemonte
Bellinzona (fiume Ticino)	Pallanza (lago Verbano)
Bignasco (fiume Maggia)*	Candoglia (fiume Toce)
Brissago (lago Verbano)*	Pontemaglio (fiume Toce)*
Loderio (fiume Brenno)*	Crevola (torrente Diveria)*
Lumino (fiume Moesa)*	Pontetto (torrente Isorno)*
Melide (lago Ceresio)*	Masera (torrente Melezzo)*
Pollegio (fiume Ticino)*	Pontecaddo (torrente Bogna)*
Rodi (fiume Ticino)*	Villadossola (torrente Ovesca)*
Solduno (fiume Maggia)	Omegna (torrente Strona)*
Tenero (lago Verbano)	
Tresa (fiume Tresa)*	

Tabella I-2. Località limnigrafi (* non oggetto di interscambio)

I limnigrafi elencati nella prima colonna della tabella (quasi tutti appartenenti al Servizio Geologico e Idrologico Nazionale - SIGN) vengono letti via Modem dall'elaboratore dell'IST con frequenza giornaliera (in caso di gestione ordinaria) o oraria (in caso di evento alluvionale). Gli strumenti inviano l'altezza del livello del fiume (da cui si ricava la portata attraverso una tabella di calibrazione) o la quota della superficie del lago.

La Regione Piemonte acquisisce e invia i propri dati con le stesse frequenze descritte per i pluviometri.

I-3. SCAMBIO DATI IN TEMPO REALE

I-3.1. La rete del Canton Ticino

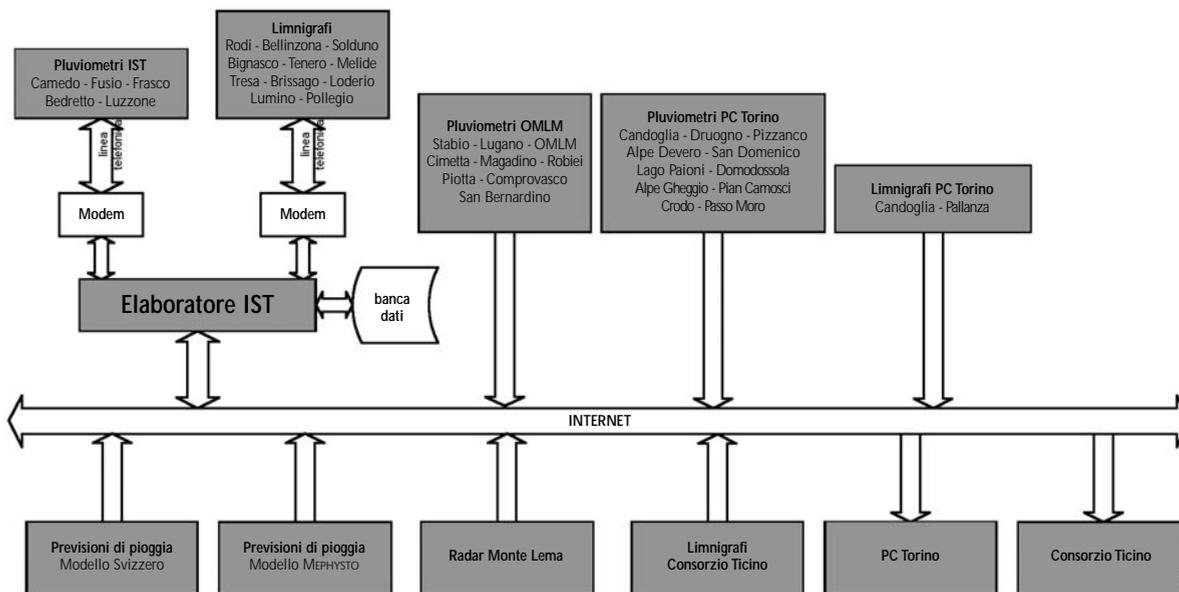
Lo schema della rete attuale (agosto 2001) di trasmissione dei dati in tempo reale è rappresentato in figura I-2. Sull'elaboratore dell'IST sono concentrati tutti i dati e i modelli previsionali (v. azione 6). Si sta studiando la realizzazione di un secondo elaboratore, situato in un luogo diverso, che sia l'immagine del primo e sempre pronto a sostituirlo in caso d'interruzione di servizio del primo.

Oltre ai dati di pioggia e di livello elencati nei due paragrafi precedenti, l'elaboratore dell'IST riceve ogni ora le immagini del radar meteorologico del Monte Lema nonché le previsioni di pioggia del Modello Locale Svizzero (ogni 12 ore) e del modello Mephysto dell'ENEL-Ricerca (giornalmente) per le prossime 48 ore. Inoltre vengono inviate (via Internet), una volta al giorno e in caso di evento alluvionale ogni ora, misure alla Regione Piemonte e al Consorzio del Ticino. In situazione di preallarme, l'elaboratore invia i valori dei livelli e delle portate dei fiumi principali assieme alle quote dei

laghi, ogni quattro ore agli enti interessati (v. par. I-3.4).
 Data l'importanza della valle del Toce, entro breve tempo, sarà pure realizzato un collegamento diretto con la Regione Piemonte via ISDN.

Questi files vengono poi inviati via FTP a destinazione. La figura I-4 mostra il diagramma di flusso della procedura usata per l'invio. Il file inviato viene ripreso e confrontato con l'originale.

Figura I-2. Rete telematica di trasmissione in tempo reale



Una volta al giorno (in caso di preallarme ogni 2 o 4 ore) vengono estratti automaticamente dalla banca dati i nuovi valori misurati a partire dall'ultimo dato che era stato inviato con successo alla Regione Piemonte. Con questi dati vengono costruiti tre file di tipo testo: uno per i pluviometri dell'IST (pioggia oraria), uno per quelli dell'ISM (pioggia oraria) e uno per i limnigrafi (portate) (la fig. I-3 mostra un esempio di file).

Da notare che le prime due righe del nuovo file corrispondono alle ultime due righe del file inviato precedentemente. Per cui se non ci sono nuovi valori misurati dall'ultima estrazione dalla banca dati, il nuovo file sarà composto di solo due righe (oltretutto già inviate). Questo è stato voluto per permettere al destinatario di capire che, se non arrivano nuovi dati, la causa non è da ricercare nel sistema di trasmissione (problemi con Internet) ma è dovuta a chi misura.

09.06.01	23:00	Bed	Cam	Fus	Fra	Luz
10.06.01	00:00	0.8	2.5	2.9	1.6	2.9
10.06.01	01:00	1.7	3.3	1.7	6.7	999.9
10.06.01	02:00	1.2	9.9	4.0	6.1	4.6
10.06.01	03:00	1.8	6.1	2.4	5.0	3.8
10.06.01	04:00	1.2	7.9	1.2	6.8	3.3
10.06.01	04:00	1.4	4.3	1.6	4.7	3.1
...
999.9 : dato mancante						

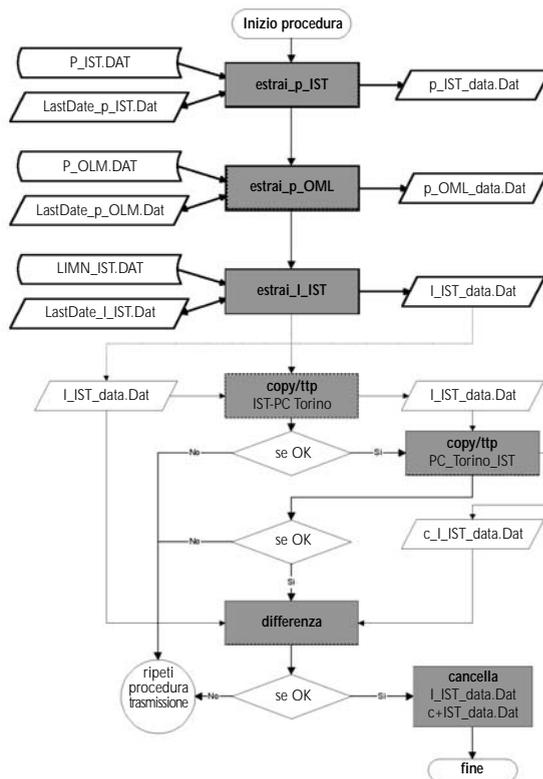


Figura I-3. Esempio di file con le misure (mm/h) dei pluviometri IST inviato alla Regione Piemonte

Figura I-4. Diagramma di flusso della procedura per l'invio dei dati

Se non esistono differenze si ritiene che l'invio sia avvenuto con successo e il file originale eliminato. In caso contrario, alla prossima scadenza, viene ritentato l'invio.

I-3.2. La rete della Regione Piemonte

Il Settore Meteoidrografico della Regione Piemonte ha una propria struttura operativa, la Sala Situazione Rischi Naturali (SSRN) di Torino, che costituisce il punto di riferimento regionale per le reti di monitoraggio meteoidrografico in telemisura dislocate sul bacino idrografico piemontese. La configurazione attuale della rete regionale consta di oltre 300 stazioni con una densità media di rilevamento di una stazione ogni 100 kmq. Le stazioni trasmettono ogni 30 minuti alla SSRN i propri dati attraverso un collegamento radio dedicato in banda UHS e qui vengono caricati in un data-base ORACLE.



Figura I-5. Stazione termopluviometrica in teletrasmissione della Regione Piemonte

e uno con il livello del Toce a Candoglia e il livello del lago Maggiore a Pallanza; questi tre file vengono inviati via FTP all'elaboratore dell'IST una volta al giorno e qualora le procedure di allertamento per rischio idrogeologico emesse dalla SSRN prevedano una situazione critica sull'area del Verbano l'invio viene fatto con cadenza oraria.

La figura I-6 mostra un esempio di file inviato all'IST.

```
CODICE STAZIONE;CODICE SENSORE;DATA;ORA;VALORE;
604;860;2001/06/14;00:00;1.01;
604;860;2001/06/14;01:00;1.02;
604;860;2001/06/14;02:00;1.03;
604;860;2001/06/14;03:00;N/A;
604;860;2001/06/14;04:00;1.02;
.....
N/A : dato mancante
```

Figura I-6. Esempio di file inviato dalla SSRN di Torino all'IST

I-3.3. Visualizzazione dei dati

Per visualizzare i dati del Canton Ticino sono operativi tre modi.

- La quota del lago Verbano a Brissago, la quota del lago Ceresio a Melide e le portate dei fiumi Maggia (a Solduno), Ticino (a Bellinzona) e Tresa (a Ponte Tresa) sono visibili, in forma grafica, presso il sito dell'Istituto di Scienze della Terra all'indirizzo www.ist.supsi.ch scegliendo "Livelli" (figura I-7). Questa pagina è accessibile liberamente.

Figura I-7. Home page IST

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana

Istituto di scienze della terra

Livelli
Lago Maggiore
Lago di Lugano
Levels

Benvenuti Welcome

[about](#) [contatti](#) [servizi](#) [about](#) [contacts](#)
[ricerca](#) [corsi](#) [internazionale](#) [services](#) [research](#)
[internazionale](#) [courses](#) [international](#)

- Esiste un secondo indirizzo presso il sito dell'Istituto (figura I-8), accessibile solo con autorizzazione, dove possono essere visualizzati, in modo interattivo, i dati di pioggia (con le previsioni per i prossimi due giorni), di portata dei fiumi e i livelli dei laghi. In caso di preallarme meteorologico sono rappresentate anche le previsioni di portata e di livello.

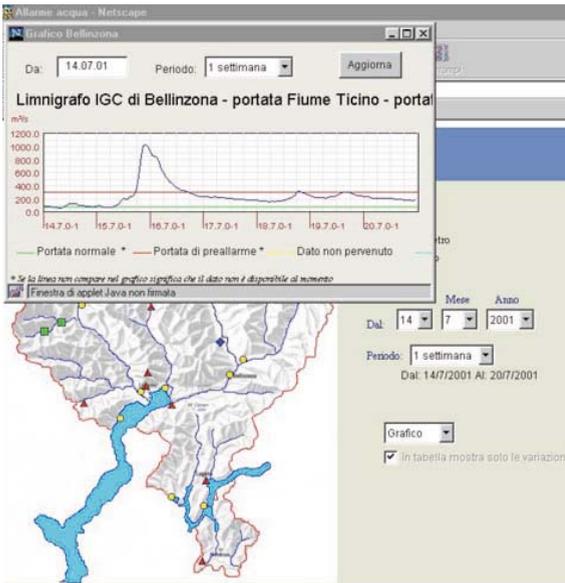


Figura I-8. Applicazione:  monitoraggio

- Le banche dati possono essere interrogate in formato testo anche con un comune terminale e, se la connessione Internet non funziona, via linea telefonica. L'accesso è però possibile solo con autorizzazione.

Anche per quanto riguarda i dati della Regione Piemonte esistono due differenti modalità di distribuzione:

- Le misure di pioggia e di livello idrometrico sono consultabili liberamente all'indirizzo www.regione.piemonte.it/meteo per una selezione di stazioni i cui dati vengono aggiornati ogni ora.
- I dati completi di pioggia e livello con associate le relative soglie di attenzione vengono invece prodotti durante le situazioni di emergenza e messi a disposizione delle amministrazioni territoriali (Province, Comuni ecc.) attraverso una connessione alla Rete Unitaria della Pubblica Amministrazione (RUPAR).

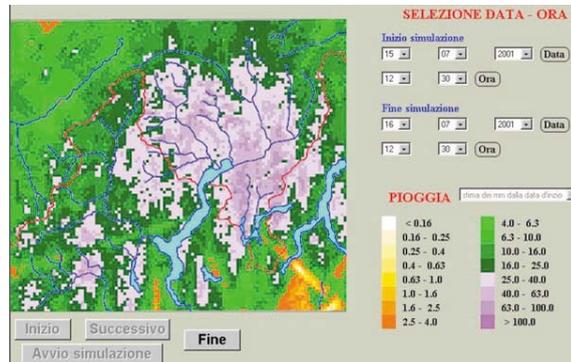
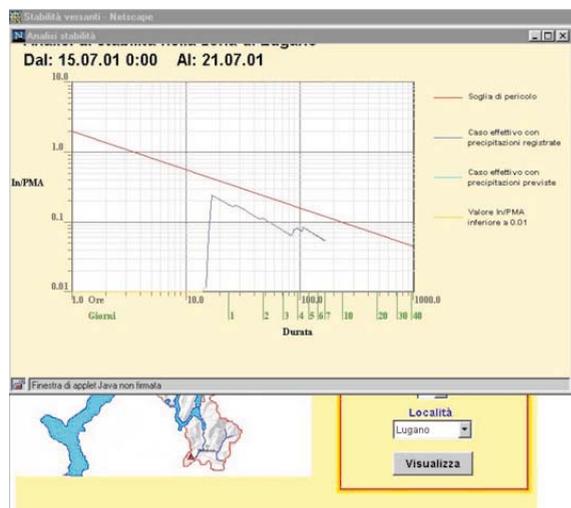


Figura I-9. Applicazione:  immagine radar - stima pioggia cumulata

Nell'ambito del monitoraggio del territorio, sul sito dell'IST, per gli utenti autorizzati, è pure possibile consultare le immagini fornite dal radar del Monte Lema. Ogni ora viene inviata all'elaboratore dell'istituto un file contenente una matrice con l'informazione spaziale della precipitazione media al suolo, nel corso dell'ultima mezz'ora, in ogni cella di un reticolo con maglie di 1 km.

Per la gestione del rischio idrogeologico, sempre sul sito dell'IST e solo per gli utenti autorizzati, è stata sviluppata un'applicazione per la stima della stabilità dei versanti nel corso di un evento alluvionale basata su criteri statistici (figura I-10). I criteri statistici tendono a stabilire le caratteristiche delle precipitazioni di soglia per l'innesco di uno scivolamento superficiale a partire dall'analisi di eventi pregressi.

Figura I-10. Applicazione:  stabilità dei versanti



L'esame degli eventi pluviometrici che hanno dato origine a dissesti dei versanti o a flussi di detrito ha permesso di tracciare un diagramma dove in ascissa è riportata la durata dell'evento e in ordinata l'intensità media del singolo evento espressa come percentuale della pioggia media annua (Ceriani M. et al., 1994). L'applicazione rappresenta il rapporto percentuale tra l'intensità di pioggia nel corso dell'evento e la pioggia media annua assieme alla linea di soglia stabilita con gli eventi pregressi; al di sopra di questa linea vi è un alto rischio di innesco di movimenti di massa sui versanti.

I-3.4. Bollettini

In caso di preallarme meteorologico viene accesa una procedura automatica che a intervalli regolari (generalmente ogni 4 ore) invia fax, messaggi SMS o e-mail (figura I-11) agli enti interessati con la portata misurata dei fiumi Maggia (a Solduno), Ticino (a Bellinzona) e Tresa (a Ponte Tresa), il livello del lago Ceresio (a Melide) e del Verbano (a Brissago o a Tenero) e la portata del Ticino (a Sesto Calende) calcolata in base al livello del Verbano e supponendo tutte le paratoie alla Miorina abbassate.

I-4. SCAMBIO DATI STORICI

Nella tabella I-3 sono elencati gli eventi alluvionali storici più importanti di cui si conoscono i valori di pioggia, di portata dei fiumi e di livello dei laghi relativi al bacino del lago Verbano e che sono ora a disposizione.

In particolare, la conoscenza dei dati storici relativi al bacino del fiume Toce ha permesso la taratura del modello dell'IST (vedi azione 6) per la previsione in tempo reale della quota del lago Verbano. Senza questa taratura, per esempio, la simulazione in tempo reale dell'evento dell'ottobre 2000 sarebbe stata impossibile.

Nella tabella I-4 sono indicati in dettaglio per quali strumenti sono disponibili delle misure.

Elenco dati storici		
	dal	al
1	20.09.93	30.09.93
2	01.10.93	20.10.93
3	13.05.94	23.05.94
4	13.09.94	30.09.94
5	03.11.94	12.11.94
6	15.05.96	25.05.96
7	10.11.96	24.11.96
8	20.06.96	05.07.97
9	25.08.97	31.08.97
10	05.11.97	20.11.97
11	02.04.98	15.04.98

Figura I-11. Esempio di bollettino

Tabella I-3. Elenco cronologico eventi storici

```

Da : SUPSI/Istituto di scienze della terra - Cadenazzo

      | |   Maggia   |   Ticino   |   Tresa   |   Cer.   |   Ver.   |   Ses.
      | |   Solduno  | Bellinzona | Tresa     | Melide  | Briss.  | Cal.
      | |   200.35   | 25|218.28  | 70|268.84  | 24|270.50 |193.66|
Preallarme | |201.74   | 300|219.85  | 300|269.70  | 90|271.10 |194.80|
Allarme   | |203.73   |1000|222.85  |1000|270.01  |120|271.40 |195.10|
Data      Ora | | H      Q | H      Q | H      Q | H      Q | H      Q
      | | m.s.m  m3/s|m.s.m  m3/s|m.s.m  m3/s|m.s.m  m3/s|m.s.m  m3/s
-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
15.10.00 01:10 | |202.97   | 711|220.49  | 432|270.02  | 122|271.03 |196.08| 1555
15.10.00 05:10 | |202.65   | 595|220.36  | 404|270.03  | 123|271.00 |196.19| 1614
15.10.00 08:55 | |202.79   | 646|220.08  | 346|270.06  | 126|271.03 |196.28| 1663
15.10.00 12:11 | |203.43   | 883|220.38  | 408|270.04  | 124|271.01 |196.45| 1756
15.10.00 15:51 | |203.27   | 823|220.38  | 408|270.11  | 131|271.03 |196.60| 1841
15.10.00 19:48 | |203.40   | 872|220.38  | 408|270.17  | 138|271.07 |196.81| 1963
16.10.00 06:16 | |203.20   | 797|220.65  | 467|270.29  | 151|271.20 |197.26| 2234
16.10.00 08:42 | |203.06   | 744|220.31  | 394|270.32  | 155|271.23 |197.32| 2271
16.10.00 11:54 | |202.97   | 711|220.38  | 408|270.32  | 155|271.23 |197.39| 2315
16.10.00 15:39 | |202.97   | 711|220.09  | 348|270.35  | 158|271.25 |197.46| 2360
16.10.00 19:59 | |202.78   | 642|220.45  | 423|270.40  | 164|271.30 |197.51| 2398
17.10.00 00:05 | |202.45   | 525|220.39  | 410|270.40  | 164|271.33 |197.54| 2410
.....

```

RIASSUNTO EVENTI STORICI

	settembre 1993	ottobre 1993	maggio 1994	settembre 1994	novembre 1994	maggio 1996	novembre 1996	giugno 1997	agosto 1997	novembre 1997	aprile 1998
portata Ticino a Bellinzona	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
portata Maggia a Solduno	•	•	•					•	•	•	•
portata Tresa a Ponte Tresa			•	•	•	•	•	•	•	•	•
portata Toce a Candoglia	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
livello Verbano a Locarno	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
livello Verbano a Tenero	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
livello Verbano a Brissago											
livello Verbano a Pallanza	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
livello Ceresio a Melide	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Bedretto			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Camedo				•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Fusio				•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Frasco			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Luzzzone				•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Stabio			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Lugano			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Magadino	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro OMLM	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Cimeita				•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Robiei			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Ploita			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Comprovasco			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro S. Bernardino			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Macugnaga			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Formazza											
pluviometro Domodossola			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Stresa Mottarone			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Varzo			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Druogno			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Baceno			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Crodo			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Pizzanco			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Cusolo			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Antrona											
pluviometro Stresa Someraro	•	•			•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Candoglia	•	•			•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Trontano	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Sambughetto			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro Pallanza			•	•	•	•	•	•	•	•	•
pluviometro L. Paione											

I-5. CONCLUSIONE

Lo scambio dati in tempo reale tra la Regione Piemonte e il Canton Ticino relativo alle piogge, alle portate dei fiumi principali e ai livelli del lago è stato attivato a inizio progetto e testato per tutta la durata del programma e sembra funzionare con buona affidabilità. Sarebbe importante, per ovviare

a eventuali interruzioni del collegamento via Internet, implementare una via di comunicazione diretta tra gli elaboratori dei due centri attraverso una linea telefonica ISDN.

Al fine di consentire una maggior fruizione delle informazioni durante la gestione dell'emergenza, le misure sono anche visibili a specifici utenti esterni autorizzati.

Bibliografia

CERIANI M., LAUZZI S. and PADOVAN N., (1994), *Rainfall thresholds triggering debris flows in the alpine area of Lombardia region, Central Alps-Italy*. In: *Man and Mountain '94*, Ponte di Legno (BS), Italy.

PISANI S., (1997), *Sistema per la previsione in tempo reale delle onde di piena sul Ticino e sulla Maggia e della quota del Verbano*. Rapporto interno dell'Istituto Scienze della Terra-SUPSI, Cadenazzo.

ROSAZZA A., (1998), *Programma allarme acqua*. Rapporto interno dell'Istituto di scienze della terra - SUPSI, Cadenazzo.

SALVADÈ G., PISANI S., DEI A., (1998), *Il monitoraggio, un mezzo per la riduzione dei danni: previsione in tempo reale della quota del Verbano*. *Verbano Analisi e gestione di un sistema complesso*, Istituto Scienze della Terra - SUPSI, Cadenazzo.

REGIONE PIEMONTE, (1999), *La rete meteoidrografica in tempo reale*. Rapporto interno del Settore Meteoidrografico e reti di monitoraggio.