

**RAPPORTO DELL'EVENTO METEOPLUVIOMETRICO
DEL 20 GIUGNO 2007**



A cura dell'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

Torino, 22 giugno 2007

INTRODUZIONE

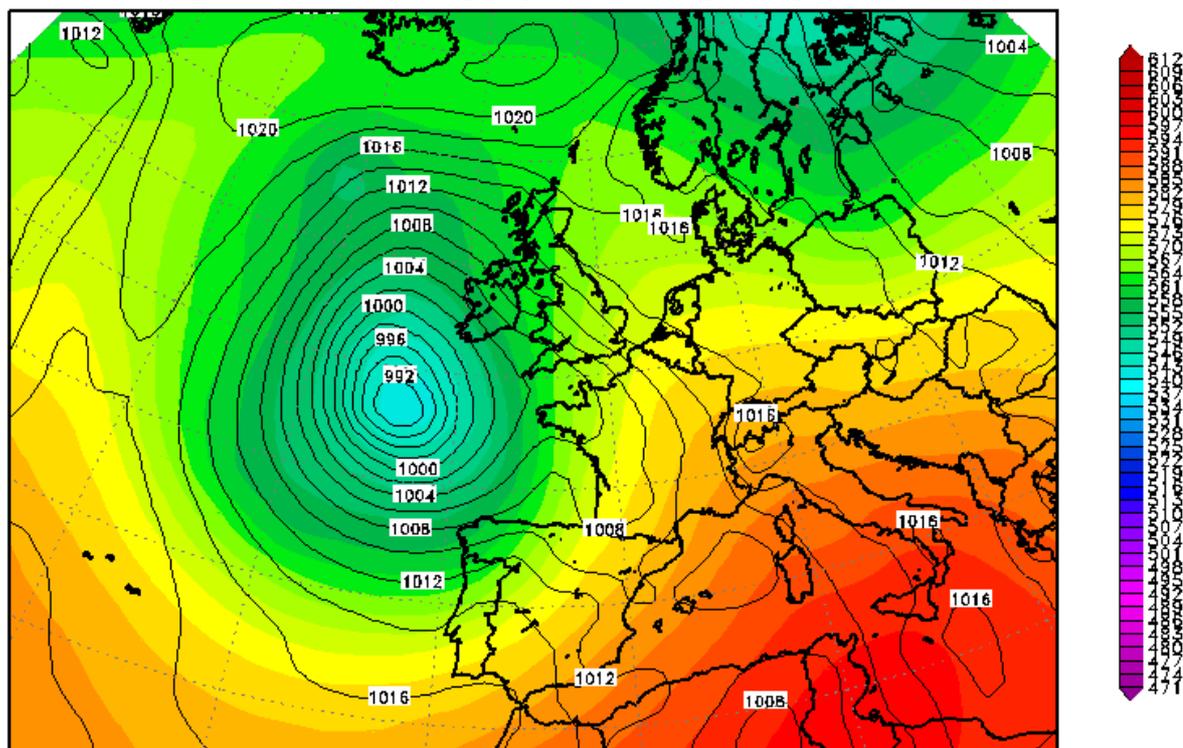
Nella giornata del 20 giugno un violento nubifragio si è abbattuto sulla città di Torino. Una cella temporalesca si è originata intorno alle 17:00 (ora locale) interessando inizialmente Torino Nord ed estendendosi rapidamente su gran parte della città. A partire dalle 18:00 (ora locale) il centro cittadino ed i quartieri collinari sono stati interessati da grandine, forti raffiche di vento e da un violento rovescio. La stazione meteorologica di Giardini Reali ha registrato 58,4 mm in un'ora .

ANALISI METEOROLOGICA

La persistenza di un anticiclone africano sul Mediterraneo nel periodo dal 17 al 20 giugno ha mantenuto sul Piemonte condizioni di instabilità atmosferica diffusa, con molta umidità a tutti gli strati dell'atmosfera e temperature molto alte sulla regione (29/32 °C sulle pianure piemontesi il 19/06).

Dal 19 giugno una profonda circolazione depressionaria di origine atlantica si muove verso l'Europa occidentale, influenzando il Piemonte con correnti umide sudoccidentali e forti condizioni di instabilità atmosferica.

Sea level pressure and geopotential (dam) at 500 hPa



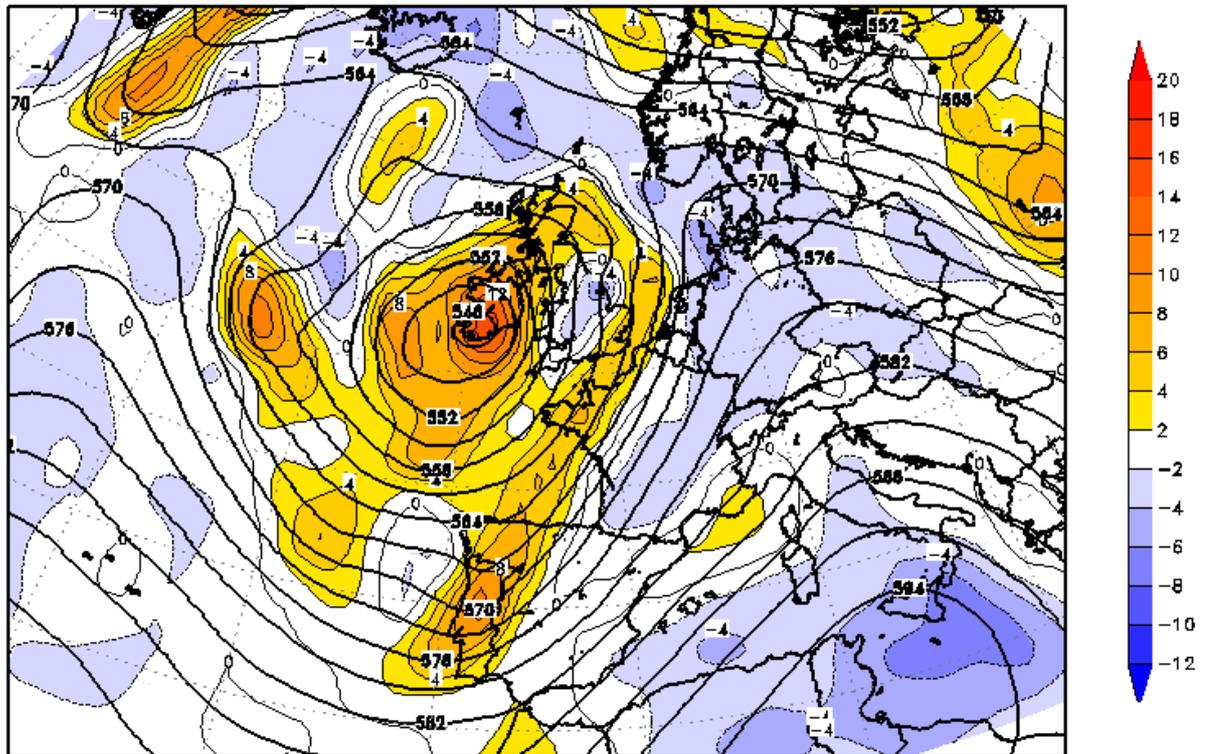
ECMWF_EURNA_2000 – Tue 19 JUN 2007 12:00 UTC – Analysis

Figura 1: Altezza di geopotenziale a 500 hPa e pressione al suolo alle 12 UTC del 20 giugno

Il 20 giugno tale saccatura si muove ancora più verso ovest, centrandosi sulla Gran Bretagna ed interessando il Piemonte con flussi sudoccidentali e condizioni di instabilità atmosferica ancor più intense, mentre la pressione a tutte le quote cala lievemente. Nel contempo un piccolo nucleo di

vorticità in quota, associato ad una piccola ondulazione del geopotenziale, si approssima al Nord Italia.

**Geopotential (dam) and relative vorticity (10^{-4} s^{-1})
at 500 hPa**

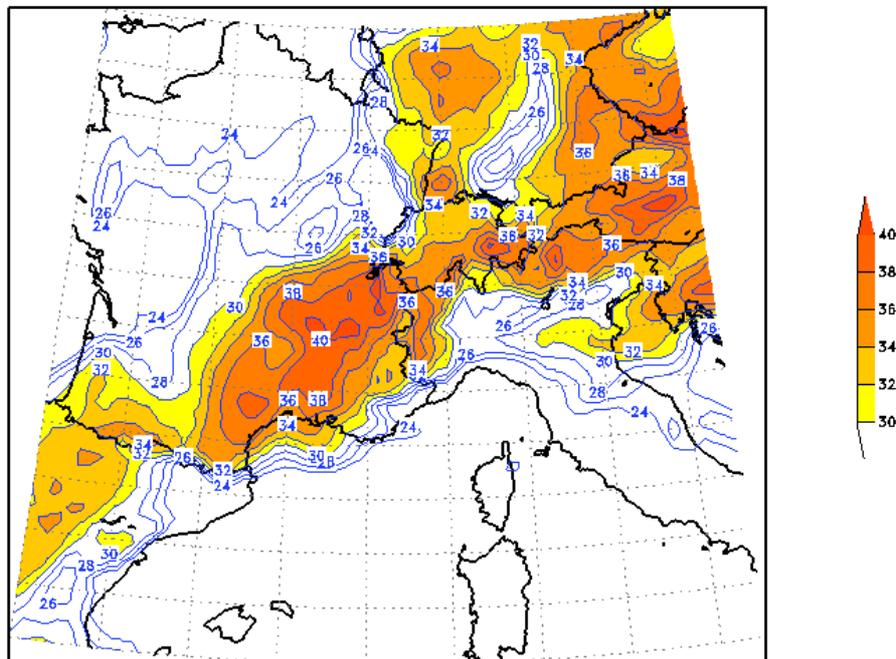


ECMWF_EURNA_2000 — Wed 20 JUN 2007 12:00 UTC — Analysis

Figura 2: Altezza di geopotenziale e vorticità a 500 hPa alle 12 UTC del 20/6/2007

Mercoledì 20 giugno al pomeriggio quindi le condizioni di instabilità atmosferica raggiungono così, su tutto il Piemonte ed in particolare sul settore centro-settentrionale, valori record, con il K index (o Whiting index) che raggiunge il valore di 40, il Lifted Index sui $-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$, il CAPE (Convective Available Potential Energy) che sorpassa il valore di 2000 J/Kg .

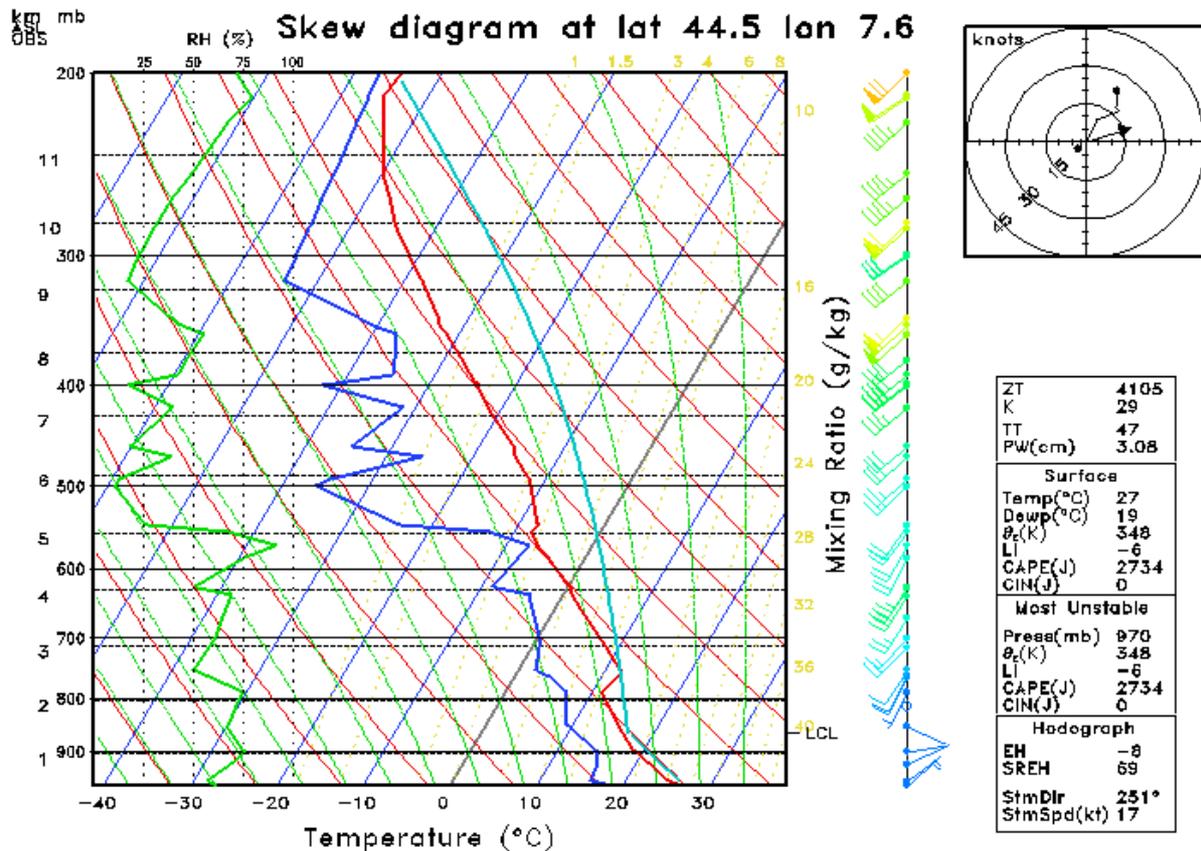
Whiting index



ECMWF_EURCM_0250 – Wed 20 JUN 2007 18:00 UTC – Analysis

Figura 3: Valori del Whiting Index alle 18 UTC del 20/06/2007

Il valore del CAPE straordinario sul Piemonte si può anche notare dal radiosondaggio di Cuneo Levaldigi, dove si può anche riscontrare il valore nullo di inibizione convettiva (CIN).



CUNEO-LEVALDIGI 386 m - Wed 20 JUN 2007 12:00 UTC

Figura 4: Radiosondaggio di Cuneo Levaldigi delle 12 UTC del 20/06/2007

Tra le ore 14:30 e le 15 UTC una prima cella temporalesca si innesca sulla città di Torino, con i primi fenomeni grandinigeni e le prime precipitazioni molto localizzate, di debole intensità. Tale cella funge poi in seguito da innesco ad un'altra cella temporalesca, mediante un meccanismo di rigenerazione tipico delle multicelle, ma molto più energetica, che causa precipitazioni eccezionali (oltre 50 mm/h) sulla zona di Torino, con episodi grandinigeni anche molto intensi.

La configurazione sembra quindi essere quella tipica di un temporale multicellulare, il cui asse obliquo (detto anche profilo a V) si può riscontrare dalle immagini satellitari.

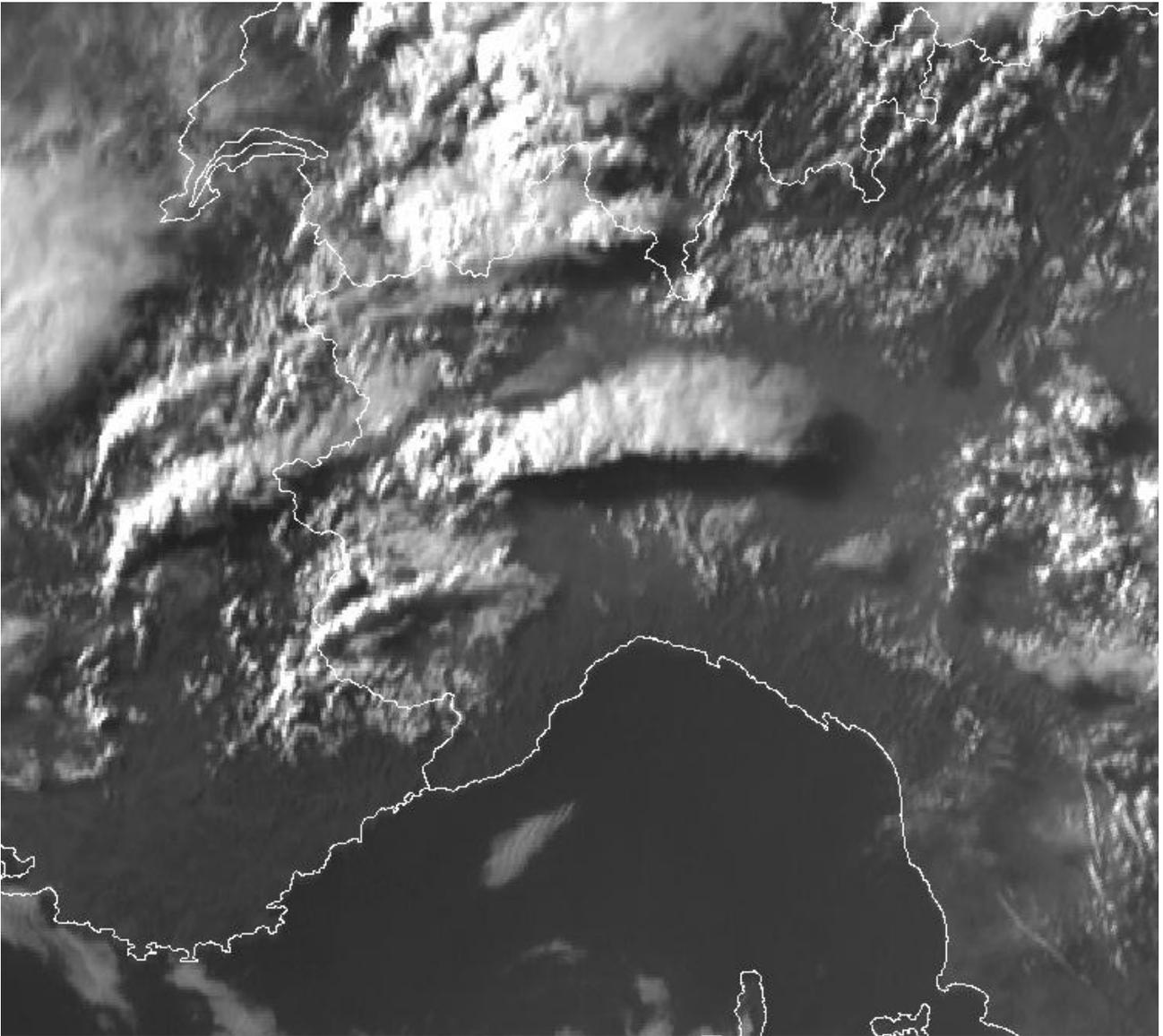


Figura 5: immagine satellitare nel canale del visibile delle 16:45 UTC

Dalla questa cella su Torino si origina poi un'altra struttura temporalesca che tende a muoversi verso nord-nordest, portando forti precipitazioni sulla zona del Canavese e delle Valli di Lanzo, come si può riscontrare dal pattern di precipitazione al termine dell'evento..

Precipitation (mm/06hr) at 20JUN2007 19:00 UTC

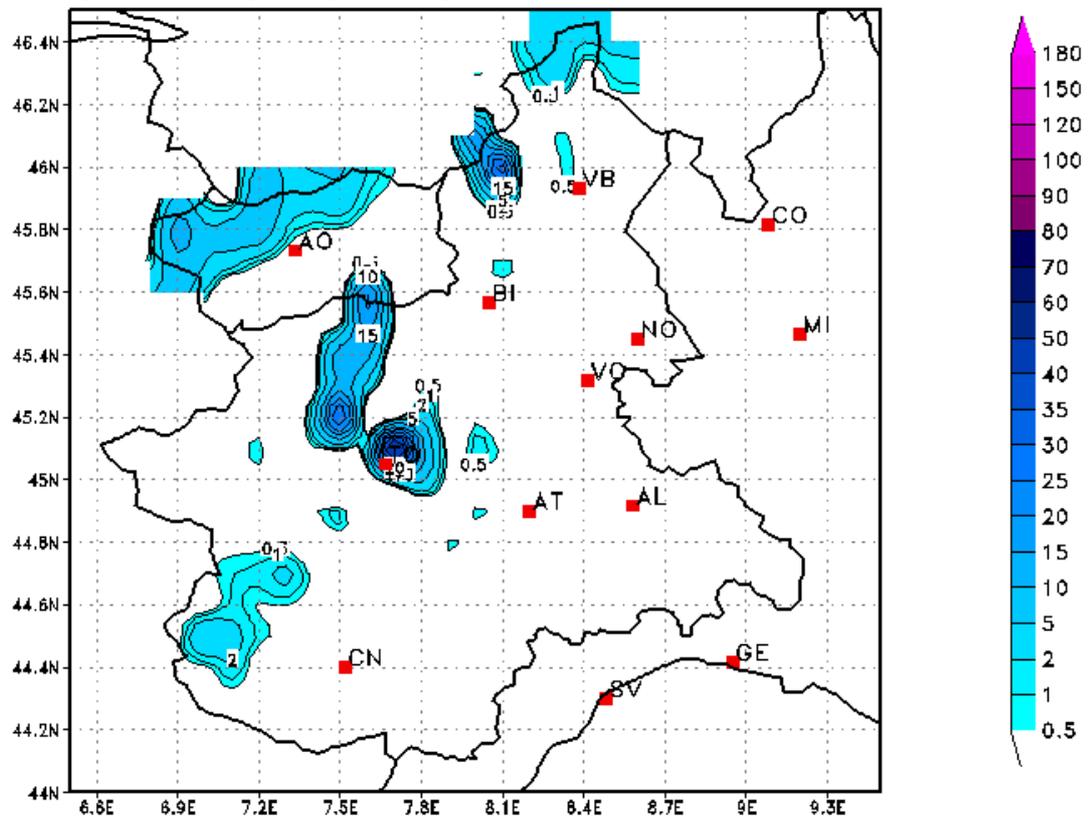


Figura 6: Precipitazione cumulata su 6 ore dall 13 alle 19 UTC del 20/06/2007

Per quanto riguarda l'evento temporalesco sulla città di Torino, è interessante notare la brusca inflessione del profilo di temperatura con la quota registrato dal radiometro di Corso Stati Uniti, in centro Torino, nel momento in cui è iniziato il downdraft (ovvero il flusso di correnti discendenti, e con esso le prime precipitazioni, dalle 15 alle 16 UTC) e nel momento di massima precipitazione, dalle 16 alle 17 UTC, in cui il rimescolamento atmosferico è annullato ed il profilo di temperatura con la quota non subisce più variazioni dal suolo alla quota di 1000 metri.

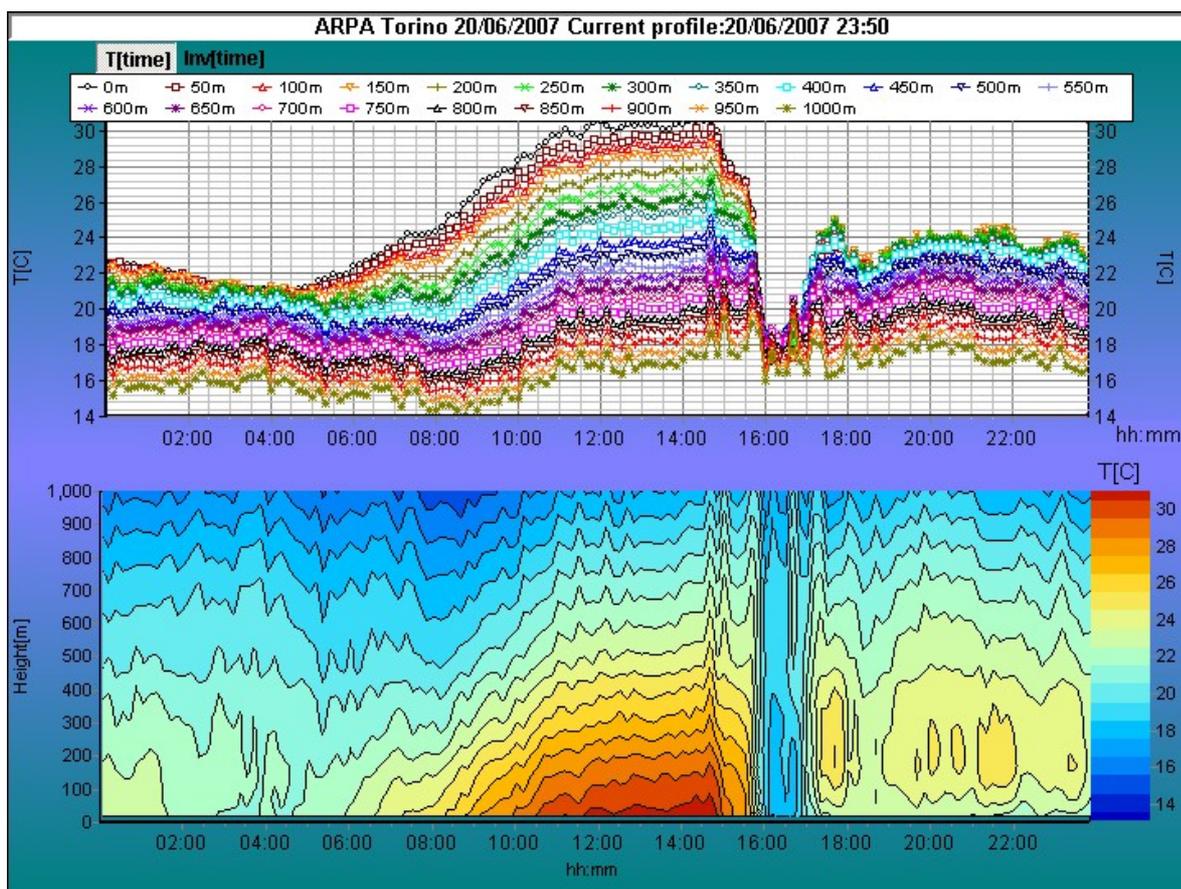


Figura 7: profili verticali di temperatura a Torino il 20/06/2007

Tale evento dal punto di vista meteorologico è quindi definibile come temporale multicellulare ad asse obliquo (o tempesta a V), non sono presenti caratteristiche tipiche delle supercelle, quali l'elevata durata temporale, la circolazione mesociclonica interna alla cella e le celle stesse sono risultate molto limitate spazialmente. Non si sono avute evidenze di trombe d'aria o fenomeni tornadici, per quanto si siano registrati notevoli rinforzi dei venti in presenza delle precipitazioni più elevate.

ANALISI PLUVIOMETRICA

Piogge intense

Le intense ma brevi precipitazioni abbattutesi sulla città di Torino nel pomeriggio di mercoledì 20 giugno 2006 sono riportate in tabella 1.

Tabella 1. Massime altezze di pioggia registrata il 20 giugno 2007

Zona	Nome stazione	Massima altezza di pioggia [mm]					
		10 min	20 min	30 min	1h	3h	24 h
Piem-L (Pianura Torinese- Colline)	Torino Giardini Reali	14	27.4	36.4	58.4	63.8	63.8
	Torino Via della Consolata	10.2	19.2	27.8	42.2	45.8	45.8
	Torino Reiss Romoli	4.4	6.0	7.0	8.2	10.4	10.4
	Pino Torinese	7.4	9.8	10.6	10.8	10.8	10.8

Il pluviometro di Torino Giardini Reali ha registrato le maggiori intensità (36.4 mm in 30 minuti calcolati su finestra mobile alle ore 16 e 20, 58.4 mm in 1 ora alle 16 e 40, 63.8 mm in 3 ore alle 17 e 40), seguito da Torino Via della Consolata (27.8 mm in 30 minuti, 42.2 mm in 1 ora e 45.8 mm in 3 ore).

Decisamente inferiori le precipitazioni registrate da un altro pluviometro, anch'esso ubicato nella città di Torino, Reiss Romoli e da Pino Torinese, unica stazione posta sulla collina torinese.

La breve durata delle precipitazioni è confermata dal fatto che le massime precipitazioni registrate in 3 ore sono uguali – per tutti i pluviometri- a quelle di 24 ore.

I valori delle massime altezze di precipitazione, riportati nella Tabella 1, caratterizzano ancora di più la tipologia dell'evento: temporale localizzato molto forte con scrosci elevati.

In Figura 8 si riportano gli ietogrammi di pioggia oraria e cumulata registrate nelle stazioni maggiormente significative.

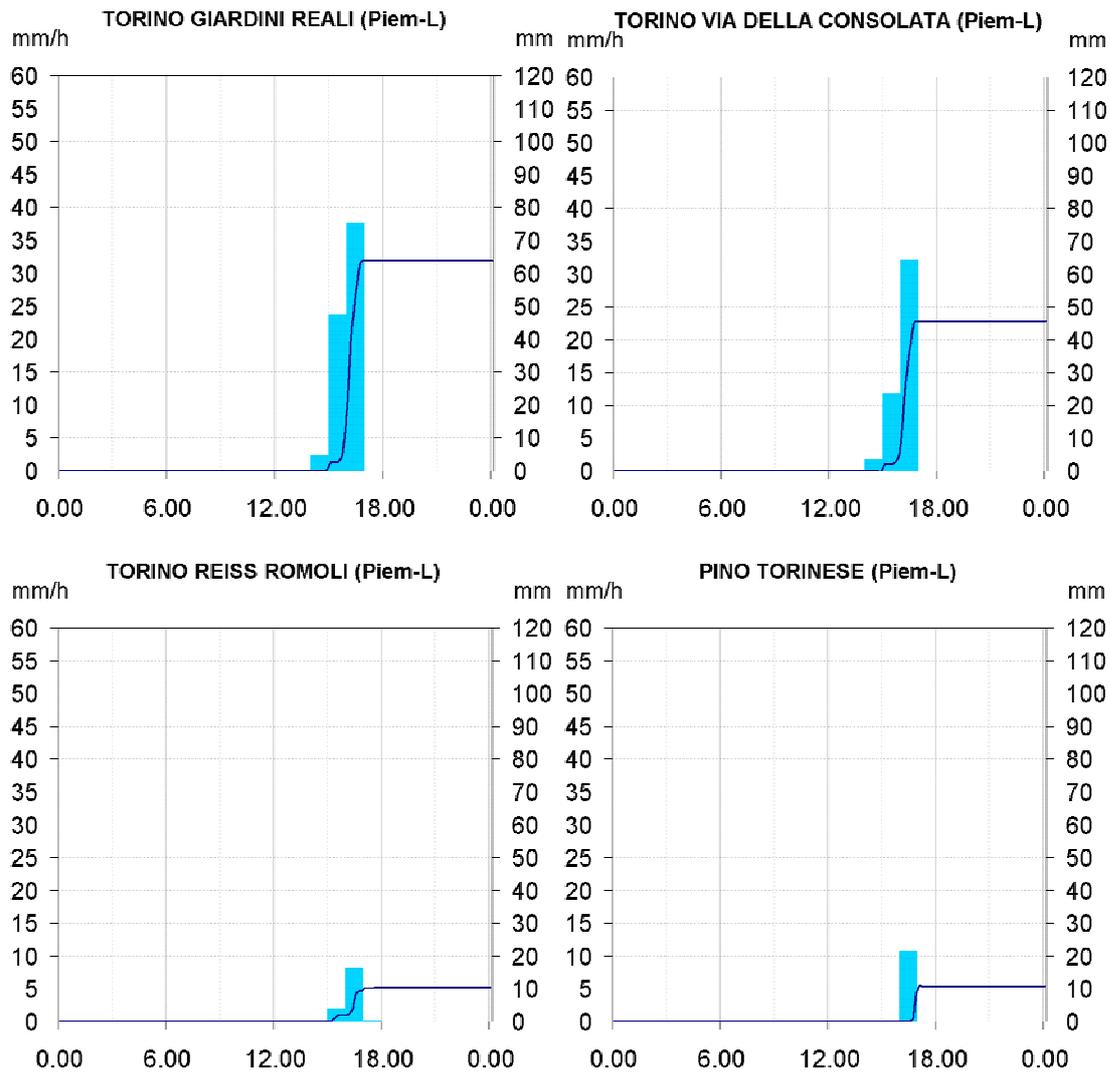


Figura 9. Ietogrammi di pioggia oraria e cumulata registrati il 20 giugno 2007 nelle stazioni pluviometriche più significative.

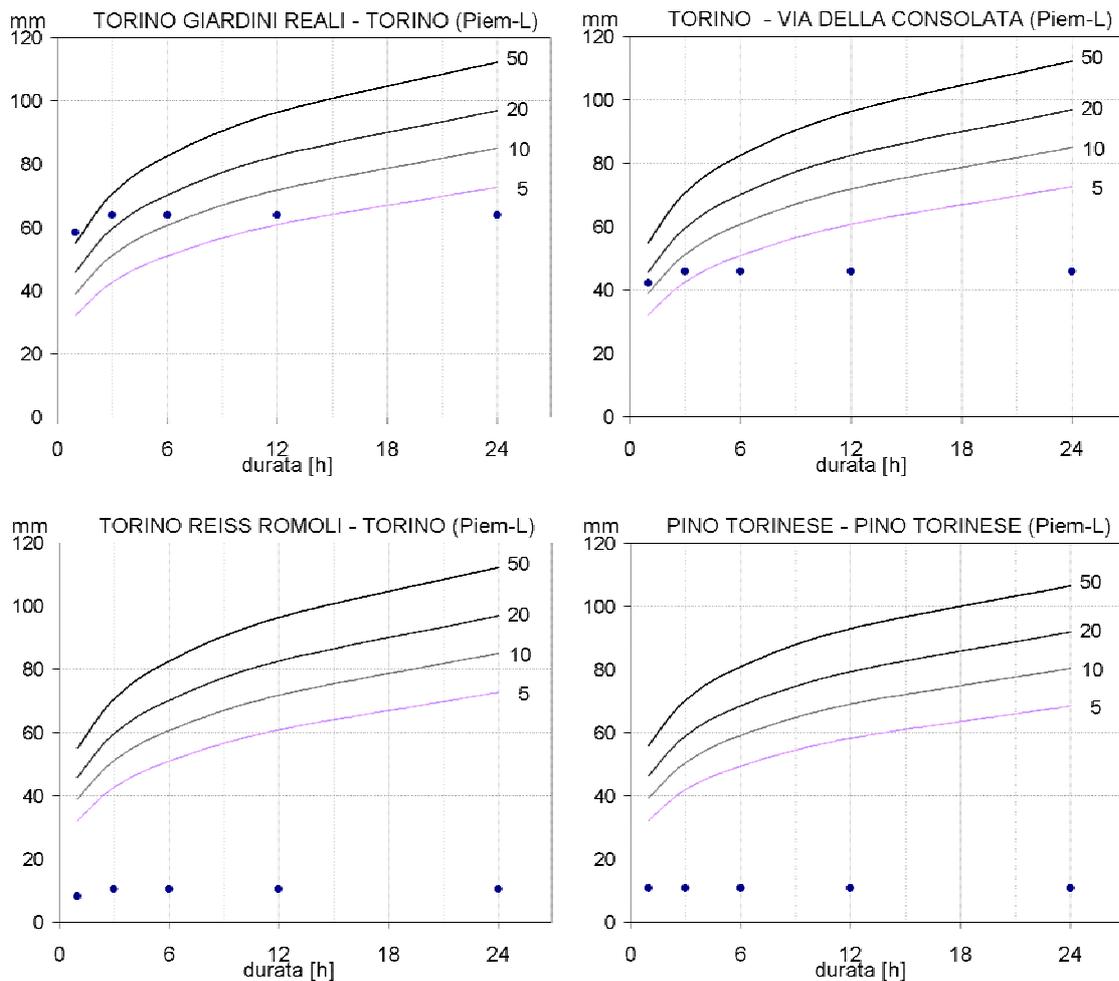


Figura 9. Confronto delle massime altezze di pioggia dell'evento con le curve di possibilità pluviometriche relative ai tempi di ritorno di 5, 10, 20 e 50 anni.

Le precipitazioni hanno colpito un'area limitata della città di Torino per di più l'analisi statistica evidenzia maggiori criticità delle precipitazioni di breve durata (1 e 3 ore) per i pluviometri di Giardini Reali e Via Della Consolata.

In figura 9 si riporta il confronto delle massime altezze di pioggia alle diverse durate con le curve di possibilità pluviometrica relative ai tempi di ritorno di 5, 10, 20 e 50 anni per i pluviometri più significativi delle zone interessate dall'evento.

Ciò che si evidenzia è che la pioggia di 1 ora, registrata da Giardini Reali ha un tempo di ritorno di poco superiore ai 50 anni, quella di 3 ore oltre i 20 anni, quella di 6 ore oltre 10 anni.

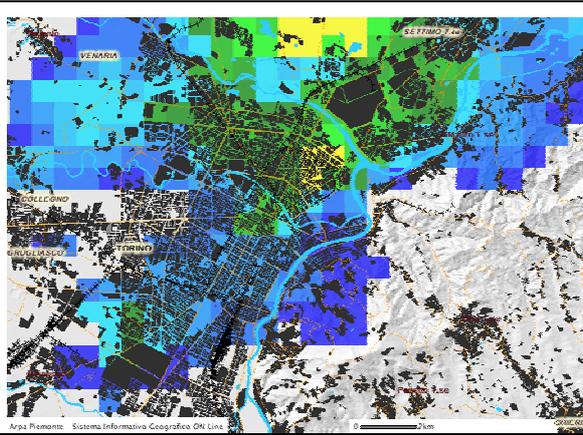
Il tempo di ritorno per la pioggia di 1 ora registrata dal pluviometro di Via della Consolata è di poco superiore ai 10 anni; mentre molto al di sotto dei 5 anni le piogge registrate sia da Reiss Romoli che in collina da Pino Torinese per cui, queste ultime, non sono da considerarsi critiche.

ANALISI DA RADAR METEOROLOGICO

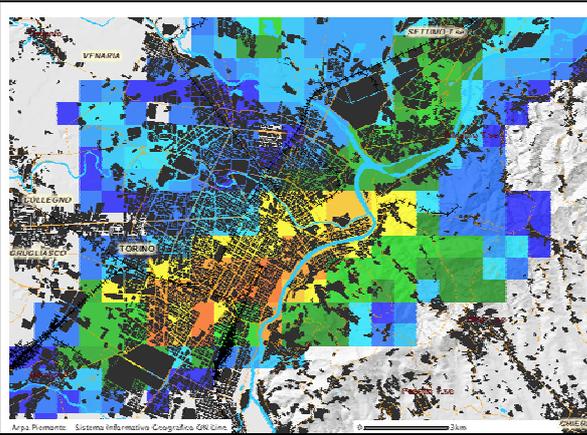
L'evento pluviometrico trova riscontro anche nell'analisi delle mappe fornite dal Sistema di Rilevamento Regionale Radar Meteorologico che ha rilevato lo sviluppo della cella temporalesca su Torino e ne ha seguito costantemente l'evoluzione.

In particolare, la figura 10 mostra le mappe di intensità di precipitazione stimata dal radar di Bric della Croce, sulla collina Torinese, nel periodo compreso tra le 15:20 e le 16:30 UTC. Si può notare lo sviluppo iniziale della cella su Torino nord, intorno alle 15:20 UTC, con valori di precipitazione superiori a 30 mm/h (colore giallo); nei 10 minuti successivi si assiste alla nascita di un nuovo nucleo convettivo su Torino centro, che tende poi ad intensificarsi ed a rimanere quasi stazionario rispetto ai flussi nella media troposfera, con uno spostamento molto lento verso le zone collinari. Solo dopo le 16:30 la cella inizia ad oltrepassare la collina di Torino, per estinguersi completamente intorno alle 17:20 UTC.

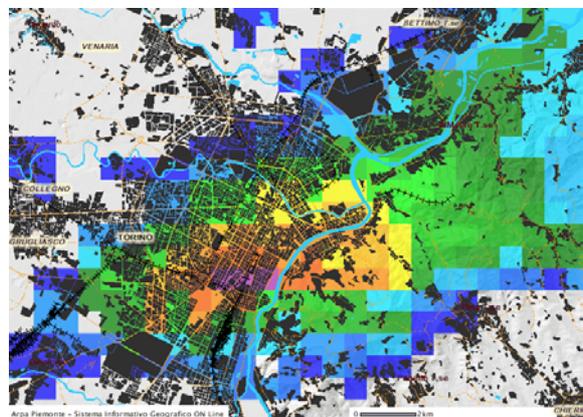
E' proprio la caratteristica di quasi stazionarietà durante più di un'ora (15:30 – 16:30 UTC) che fa assumere all'evento i connotati tipici del "flash-flood", con le conseguenze in termini di precipitazione accumulata, visibili nella figura 11 (precipitazione accumulata su 6 ore, tra le 12:00 e le 18:00 UTC). Si può notare il massimo di precipitazione nella zona tra precollina e collina (Madonna del Pilone) intorno a 100 mm, ben superiore ai 63.8 mm registrati dalla stazione di Giardini Reali.



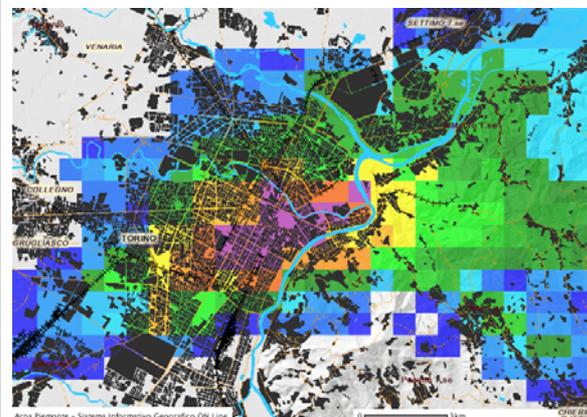
TORINO – ORE 15.20 UTC



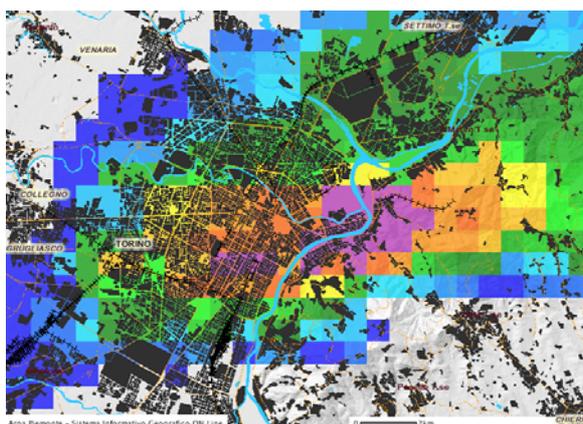
TORINO – ORE 15.30 UTC



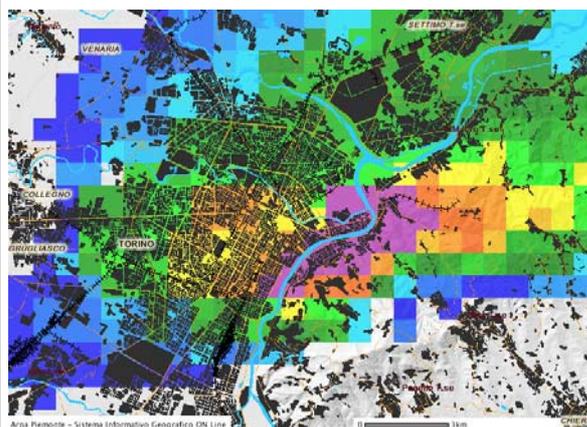
TORINO – ORE 15.40 UTC



TORINO – ORE 15.50 UTC



TORINO – ORE 16.00 UTC



TORINO – ORE 16.10 UTC

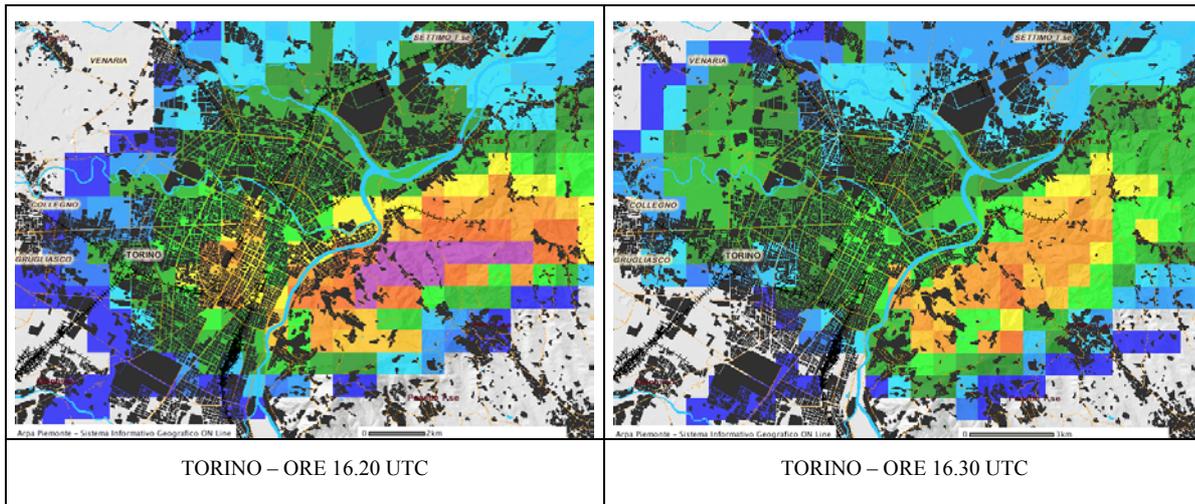


Figura 10. Mappe della precipitazione istantanea su Torino rilevate dal radar meteorologico di Bric della Croce. In arancio sono indicate precipitazioni istantanee comprese tra 40 ed i 70 mm/h, in viola precipitazioni istantanee superiori ai 100 mm/h e presenza di grandine.

L'elaborazione dei dati radar permette anche una stima in tempo reale della probabilità di grandine associata ad una cella temporalesca. Nella figura 12 é rappresentata la stima delle zone colpite da grandine ottenuta da radar per la giornata del 20 giugno: il colore rosso indica un'elevata probabilità di grandine (tra 70% e 100%), il colore verde una media probabilità di grandine (tra 35% e 70%), mentre il colore blu indica una bassa probabilità di grandine (tra 0% e 35%), le aree non evidenziate sono invece contraddistinte da una probabilità nulla di grandine.

Si può notare anche in questo caso una vasta area interessata da fenomeni grandinigeni, che si estende tra il centro e la collina.

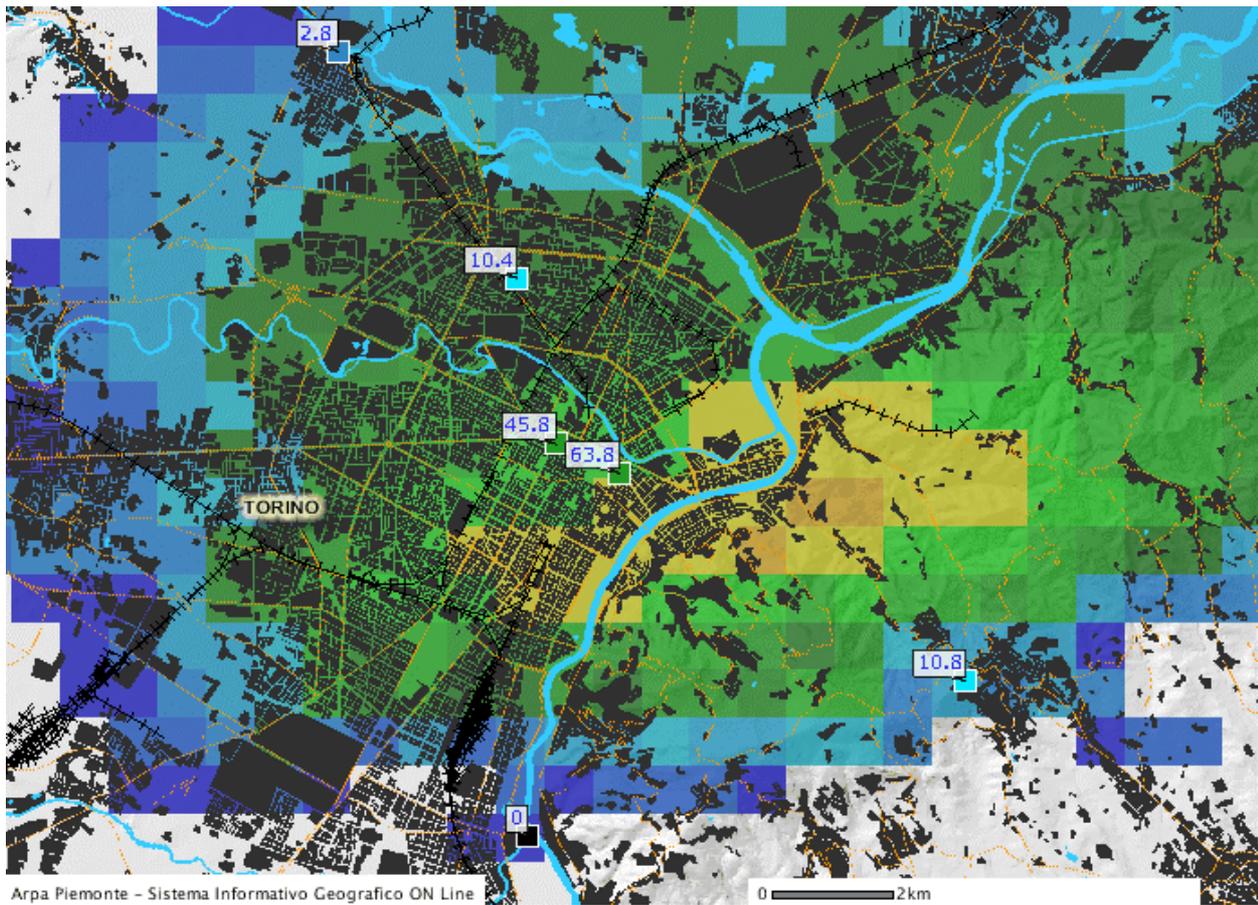


Figura 11. Precipitazione cumulata, stimata da radar di Bric della Croce, tra le 12:00 e le 18:00 UTC. I valori in arancione corrispondono ad una precipitazione compresa tra 90 e 110 mm.

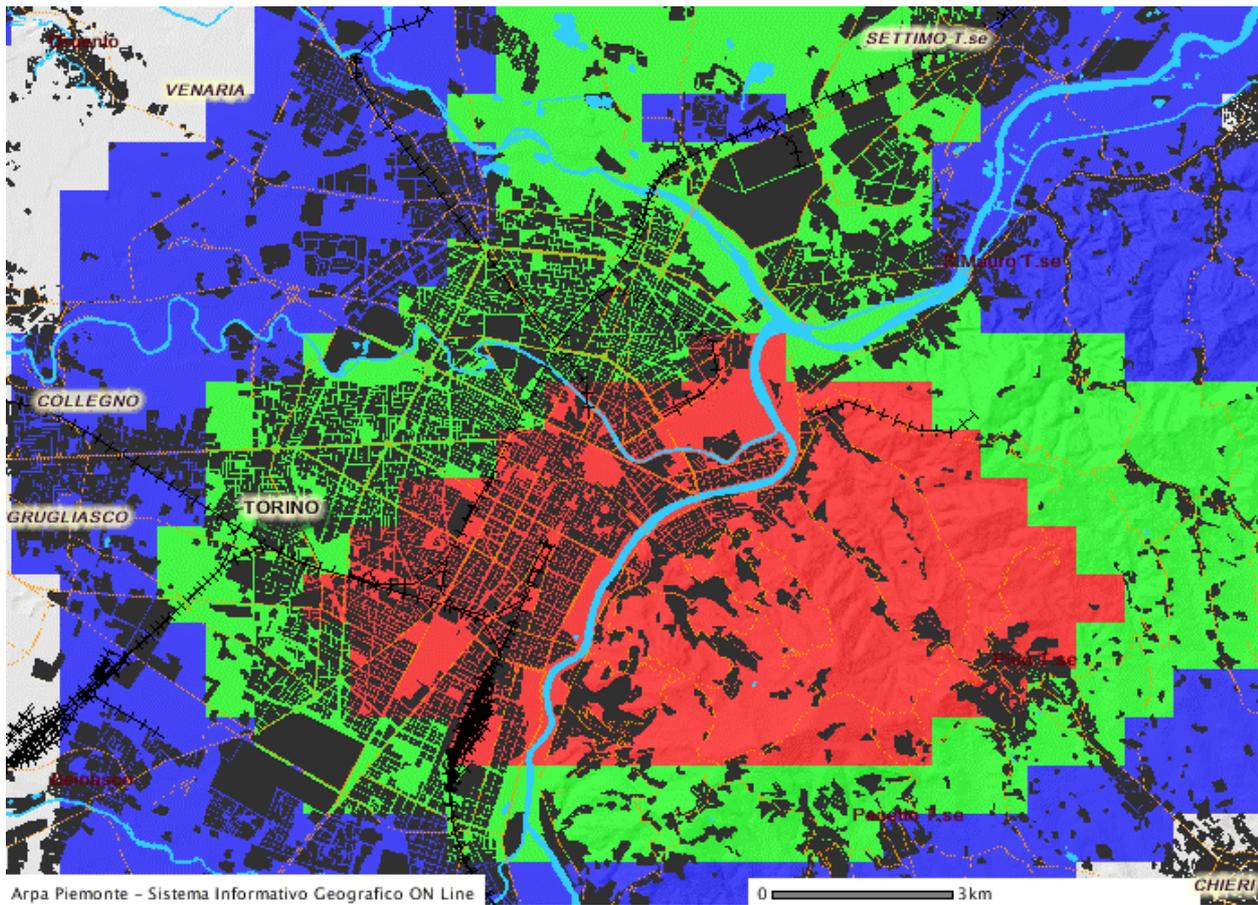


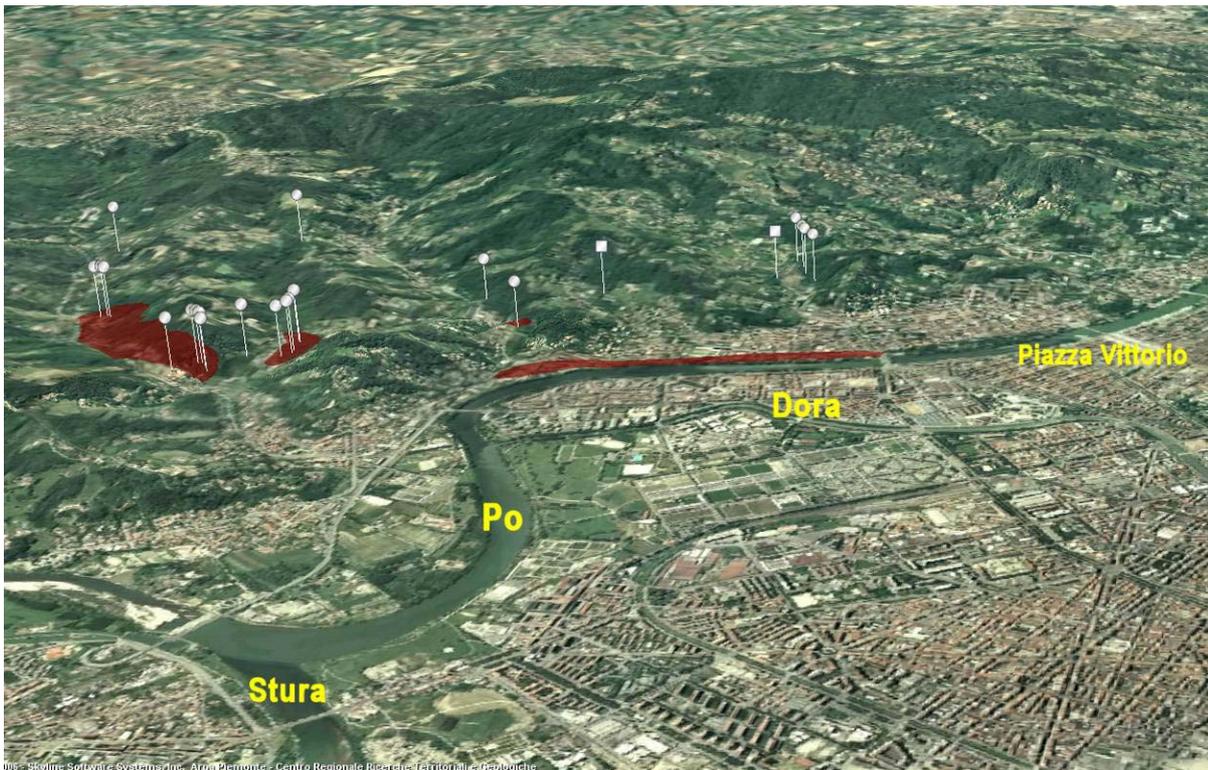
Figura 12. Mappa di stima giornaliera della grandine, elaborata sui dati del mosaico radar Piemontese (radar di Bric della Croce e Monte Settepani). In blu le zone con bassa probabilità di grandine, in verde media probabilità, in rosso alta probabilità.

EFFETTI AL SUOLO

Si riportano le descrizioni, più o meno dettagliate, degli effetti e dei danni indotti dall'evento meteo-pluviometrico, esse derivano da accertamenti effettuati dal personale tecnico del Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche e dell'Area Regionale per la Prevenzione dei Rischi Naturali unitamente alle informazioni reperite tramite la rassegna stampa dell'Arpa e da ulteriori segnalazioni (Vigili Fuoco, Comune).

Nella figura 1 è rappresentata una panoramica del quadro del dissesto osservato.

Per questo primo rapporto la zona di indagine è stata focalizzata sulla base delle mappe radar di massime precipitazioni cumulate (Radar Meteorologico di Bric della Croce); inoltre si è data priorità alle interferenze con viabilità e strutture antropiche.



005 - Skyline Software Systems s.r.l. - Arpa Piemonte - Centro Regionale Ricerche Territoriali e Geologiche

Figura 13. Vista aerea (da modello tridimensionale) delle aree interessate dall'evento. Le aree in rosso lungo il

Po rappresentano zone che hanno subito parziali allagamenti e deflussi superficiali provenienti dai bacini collinari; le restanti aree in rosso rappresentano i settori maggiormente colpiti dalle frane superficiali. I punti rappresentano colamenti della coltre superficiali maggiormente significativi.

C.so Casale nel tratto compreso tra C.so Gabetti e Piazza M. Aurelio

La sede stradale risulta in vari punti coperta da materiale terroso e vegetale; verosimilmente in questo tratto il livello dell'acqua ha raggiunto i 40- 50 cm sul piano stradale.

Vari negozi sono stati allagati; sul bordo strada sono presenti cumuli di materiale alluvionato. Danni a diversi autoveicoli.

Strada Mongreno

Effetti si sono avuti nel tratto compreso tra il civico 117 (Figura 13) al civico 134.



Figura 14. Colamenti della coltre superficiale in Strada Mongreno.

In tale tratto si sono verificate numerosi colamenti veloci della coltre superficiale; i principali sono collocati sul versante sinistro.

Uno di questi ha interrotto la strada (alcune decine di m³ di fango e tronchi) ed ha divelto il guard rail. (Figura 14).

Per esigenze di tempo si è tracciata un'area di inviluppo che rappresenta la zona maggiormente colpita, pertanto non tutti i numerosi colamenti sono stati segnalati puntualmente.



Figura 15. Interruzione sede strada Mongreno

Un altro colamento ha raggiunto il cortile del numero civico 134.

Sul versante destro della valle Mongreno una colata della coltre superficiale, sviluppatasi lungo un impluvio, a causa dell'intubamento di quest'ultimo ha raggiunto il cortile dell'abitazione al numero civico 121.

Strada Cartman

Effetti si sono avuti nel tratto compreso tra il civico 47 al civico 160.

Anche in questo caso in tale tratto si sono verificate numerosi colamenti della coltre superficiale; le principali sono sul versante sinistro idrografico.

La zona maggiormente colpita è compresa tra i civici 150 e 160.

L'abitazione al 150 è stata investita da una colata di fango e tronchi che ha divelto la recinzione di monte ed ha raggiunto la veranda con piscina posta sul retro dell'edificio. (Figura 15).

Per esigenze di tempo si è tracciata un'area di inviluppo che rappresenta la zona maggiormente colpita, pertanto non tutti i numerosi colamenti sono stati segnalati puntualmente.



Figura 16. Colamento coltre superficiale strada Cartman 150.

Presso il civico 160 una colata ha provocato il crollo di un fienile (testimonianza verbale di un locale).

Corso Chieri

All'altezza del numero civico 34, una colata di fango e tronchi ha investito due edifici dei quali uno di civile abitazione (Figura 16).

L'accumulo (spessore superiore ai 50 cm) impedisce l'accesso ad entrambi gli edifici.



Figura 17. Accumulo della colata di fango e tronchi che investe uno dei due edifici colpiti.

500 metri circa a monte del numero civico 34, un altro colamento di terra e tronchi ha parzialmente invaso un campo studio della Facoltà di Scienze Motorie dell'Università di Torino (Figura 17).



Figura 18. Colamento di fango e tronchi in sinistra; dettaglio parte terminale che lambisce struttura del campo studio.

Strada Val San Martino

Il cedimento del muro perimetrale di sostegno 500 metri circa a monte di Piazza Asmara invade parzialmente la carreggiata di Strada Val San Martino rendendo difficoltosa la circolazione. Alla stessa altezza della strada, sul versante sinistro della Valle San Martino, sono stati osservati numerosi colamenti della coltre detritica superficiale.

Segnalazioni da Rassegna Stampa

Allagamenti estesi nel tratto di Corso Casale da Corso Fiume a Piazza M. Aurelio e zona precollinare adiacente, con altezze d'acque fino a *“metà portiera delle auto e altezza vita di un uomo”* (fonte La Stampa – 21/06/2007) in Corso Fiume, Corso Gabetti, Chiesa di Sant'Agnese.

Smottamenti e caduta alberi all'interno del parco della Villa della Regina (fonte La Repubblica 22/06/2007).

Quadro del dissesto progressivo

Nell'area colpita dall'evento temporalesco del 20 giugno 2007 si osservano numerosi processi di instabilità pregressi a danno del reticolo idrografico secondario e dei versanti a testimonianza di una notevole e riconosciuta fragilità del territorio. Le condizioni morfometriche e lito-strutturali dell'area hanno favorito lo sviluppo e l'evoluzione di tali fenomenologia i cui effetti sono stati, in taluni casi, amplificati dalla intensa antropizzazione.

Di seguito si presenta una mappa delle segnalazioni storiche di processi di instabilità dei versanti e di attività fluviale e torrentizia tratta dalla Banca Dati del Sistema Informativo Geologico di Arpa Piemonte (Figura 18).

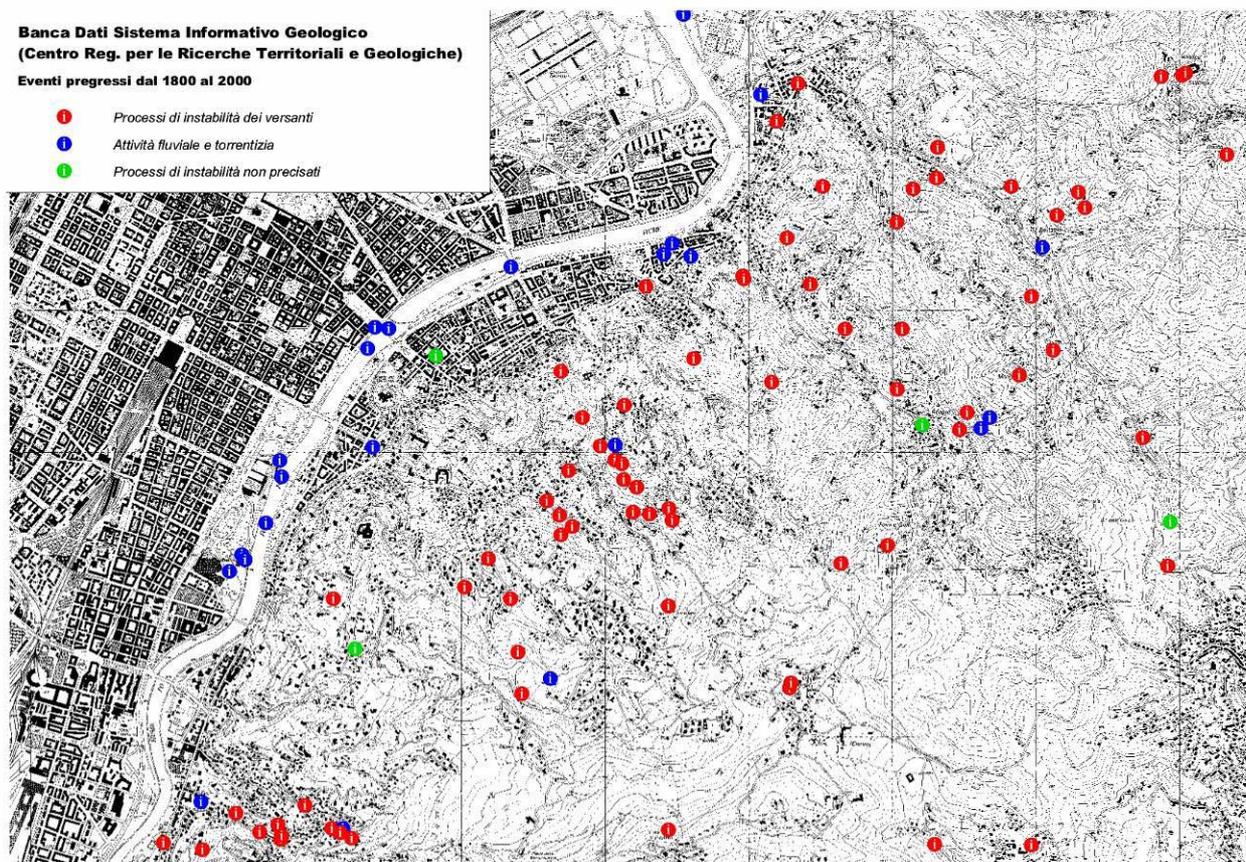


Figura 19. Eventi pregressi dal 1800 al 2000 raccolti presso il SiGeo (Sistema Informativo Geologico), scala 1:30.000.

DOCUMENTI PREVISIONALI EMESSI DAL CENTRO FUNZIONALE

Il Centro Funzionale ha seguito l'evoluzione dell'evento pluviometrico svolgendo attività di monitoraggio ed informazione attraverso i canali RUPARPIEMONTE. Il Bollettino di vigilanza meteorologica emesso il 20 giugno alle ore 13 preannunciava un'elevata probabilità di temporali di forte intensità sulle zone d'allertamento Piem-A, Piem-B, Piem-C ed Piem-I, Piem-L. Alle ore 19 (ora locale), a pochi minuti dal termine dell'evento, il Centro Funzionale ha emesso un comunicato stampa, contenente i primi rilevamenti pluviometrici della rete meteoroidrologica e del sistema radar meteorologico regionale.

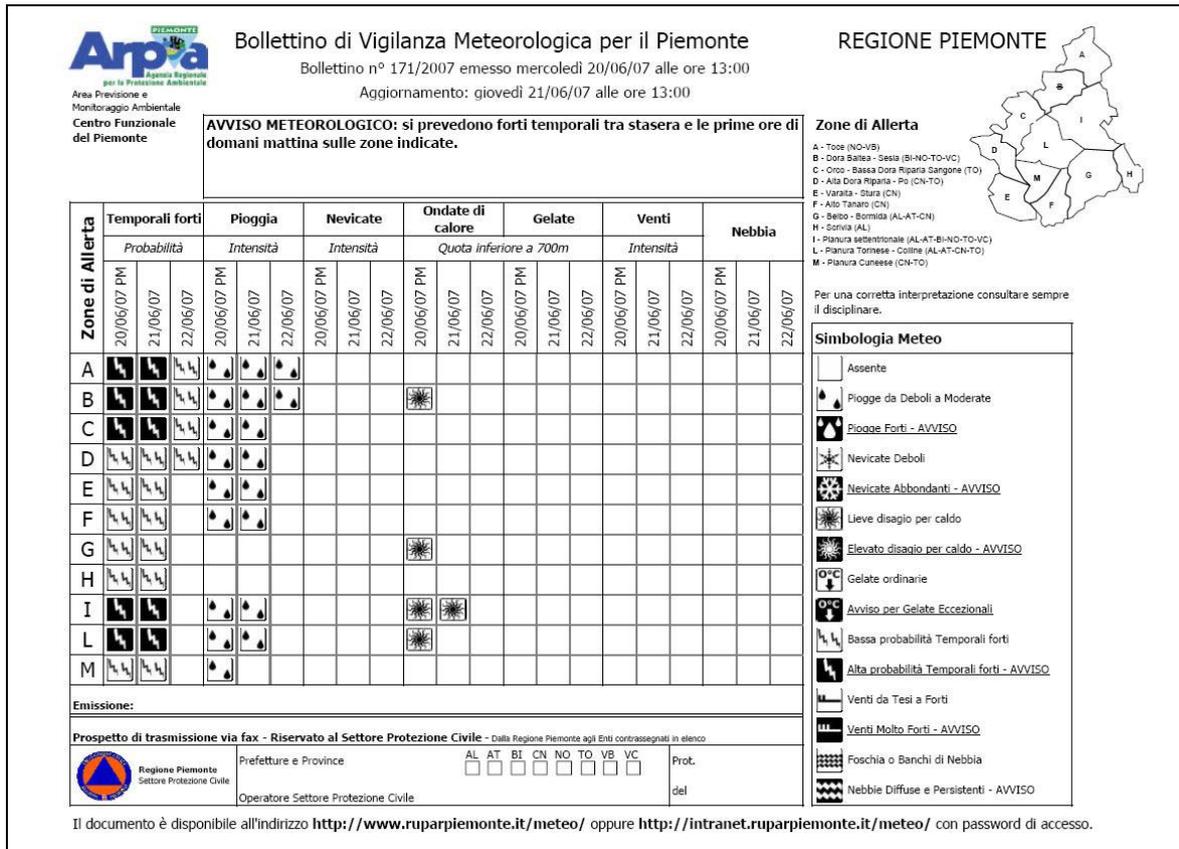


Figura 20. Bollettino di vigilanza meteorologica per il Piemonte emesso il 20/06/2007 alle ore 13:00



Figura 21. Comunicato Stampa emesso il 20/06/2007 alle ore 19:00