

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p>   <p style="text-align: center;"><i>meteoliguria.it</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Codice: SCH_02</b></p>

## **PRECIPITAZIONI COLORATE**

### **INTRODUZIONE**

Con tale dicitura si definiscono le piogge, o le nevicite, che assumono colorazioni particolari a causa della presenza di sostanze anomale. Tra queste le più diffuse sono quelle che contengono sabbia e polveri (generalmente di origine sahariana) le quali sono accompagnate da vento caldo, lo Scirocco. In tempi più recenti le colorazioni possono dipendere anche dalla presenza di rifiuti emessi da impianti industriali, quali fuliggine, varie sostanze chimiche inquinanti o meno o altro.

### **ORIGINI E CAUSE**

Il fenomeno non è affatto raro ma generalmente passa inosservato, essendo tali precipitazioni di breve durata e i quantitativi di polvere coinvolti minimi, quindi subito soggetti a dilavamento. Il deserto del Sahara è la fonte delle polveri che arrivano in Italia: ogni anno 100÷200 tonnellate di polvere e sabbia fine sono trasportati dal vento e di conseguenza immessi nell'atmosfera. I fenomeni di turbolenza e convezione portano le particelle fino al livello delle nubi che producono pioggia. Si ricorda che non tutte le particelle sono trasportabili per lunghi tragitti, bensì solo quelle con diametro inferiore a 0,02 mm, il restante ricade entro un raggio variabile dalla zona di sollevamento. Una parte di tali particelle di polvere e di sabbia, con diametro compreso fra 0,001 e 0,01 mm, fine riesce ad arrivare fino in Europa quando sull'Africa settentrionale vi è un forte flusso di correnti sud-occidentali. Questa condizione si verifica solo in inverno e in primavera, mentre in



estate e in autunno la fascia anticiclonica delle Azzorre blocca gli scambi diretti fra l'Africa settentrionale e l'Europa, anche se non mancano eventi in questi periodi. Il fenomeno interessa non solo l'Europa meridionale (in special modo l'Italia), ma anche la Germania e Le Isole Britanniche; nel 1990 le sabbie hanno raggiunto la Svezia e si sono mescolate con la neve.

Esempi di trasporto delle sabbie del deserto si hanno in FOTO 1 e FOTO 2. Nella prima si vede chiaramente

una "striscia" di sabbia che partendo dall'Algeria si dirige verso la Sardegna, mentre nella seconda si osserva un trasporto diffuso relativo ai deserti libici.

Se vengono trasportati limi rossi, frequenti nelle savane tropicali, o polline, la pioggia è rossastra (*pioggia di sangue*) o giallastra (*pioggia di zolfo*). Il fenomeno delle *piogge di sangue*, che si

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>          Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico          della Regione Liguria</b></p>   <p style="text-align: center;"><a href="http://meteoliguria.it">meteoliguria.it</a></p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

verifica talvolta anche a Malta e in Sicilia è frequente negli Stati Uniti, dove le polveri provengono dalle regioni asciutte dell'Ovest: la trasformazione in deserti di ampie distese di terreno all'ovest, a causa della monocoltura estensiva del grano, lo ha reso più frequente. Se il materiale trasportato è formato da polvere finissima dovuta a eruzioni vulcaniche, si hanno le cosiddette *piogge di cenere* (o vulcaniche).



### **CURIOSITA' E RECORD**

Se i materiali trasportati sono limi rossi (dalle savane tropicali) o pollini, la pioggia assume un



colore rossastro, prendendo il nome di *pioggia di sangue*, oppure giallastro, *pioggia di zolfo*. Si definiscono invece *piogge di cenere*, le precipitazioni che portano al suolo polvere molto fine proveniente da eruzioni vulcaniche. In Europa le piogge di sangue si sono talvolta osservate in Sicilia e a Malta. Tra egli eventi da citare si ha quello del 4 aprile

1988, quando piogge colorate molto vistose hanno interessato il versante subalpino. Nel Ticino centrale e meridionale sono stati misurati fino a 4 grammi di polvere secca per m<sup>2</sup>, mentre la quantità totale di materiale caduto sul Canton Ticino, di superficie pari a 2800 km<sup>2</sup>, è stata stimata tra le 4500 e le 6500 tonnellate.

Un esempio di neve "colorata" grazie alla presenza di sabbia proveniente dall'Algeria è stato osservato il 16 novembre 2002 al Passo Pordoi (BL), come si può vedere dalla FOTO 3 (da

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <b>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</b></p> <p style="text-align: center;">  <b>Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria</b>  </p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

[www.meteogiornale.it](http://www.meteogiornale.it)). La colorazione particolare della neve dovuta alla presenza di sabbia, nelle regioni alpine non deve essere confusa con quella dovuta agli aggregati di un'alga unicellulare, l'*Haematococcus nivalis*, che si riproduce sulla neve stessa e che al di sopra dei 2000 metri di quota può formare distese rossastre che assomigliano a depositi di polvere.

### **IN LIGURIA**

Un intenso episodio di precipitazione con sabbia sahariana ha colpito parte dell'Europa meridionale e centrale il 16 novembre 2002. In tale occasione a Genova è stato registrato il fenomeno più intenso da numerosi anni, con un deposito di sabbia decisamente rilevante (FOTO 4 da [www.nimbus.it](http://www.nimbus.it)). Sono stati registrati in quel giorno 14,4 mm di pioggia totale caduta e si sono avute temperature decisamente elevate per un giorno di novembre, comprese fra 15°C e 18°C.



### **NEL MONDO**

Il Giappone e la Corea sono spesso colpite dalle tempeste di sabbia che si originano ogni anno in inverno nella Cina settentrionale. Le dimensioni di tali fenomeni sono generalmente molto maggiori



rispetto a quanto accade nel continente europeo. In circostanze atmosferiche speciali interessano anche Taiwan, tuttavia è stato rilevato anche in questa parte del mondo un aumento della frequenza, a causa della desertificazione; l'osservazione più attenta di tale fenomeno a Taiwan è seguita a un episodio decisamente eclatante avvenuto nel 1995, anche se le analisi sulla qualità dell'aria legate proprio a tale fenomeno è iniziata nel 1988. Un esempio di quanto accade si può osservare in FOTO 5 (da <http://ivy2.epa.gov.tw/>).

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p>   <p style="text-align: center;"><a href="http://meteoliguria.it">meteoliguria.it</a></p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

Negli Stati Uniti si osservano frequentemente piogge rossastre, le cosiddette piogge di sangue, a causa della presenza di vaste zone deserte nell'Ovest, che vanno man mano ampliandosi. Un esempio di quanto descritto è la FOTO 6 (da <http://www.hybridadobe.com/customtravel/photos>). Inoltre la parte sud-orientale degli USA e i Caraibi sono anch'essi coinvolti dal trasporto di centinaia di milioni di tonnellate di sabbia dal Sahara e dal Sahel. Insieme alle sabbie vengono trasportati microrganismi e sostanze chimiche che rimangono attaccate alle particelle di sabbia.

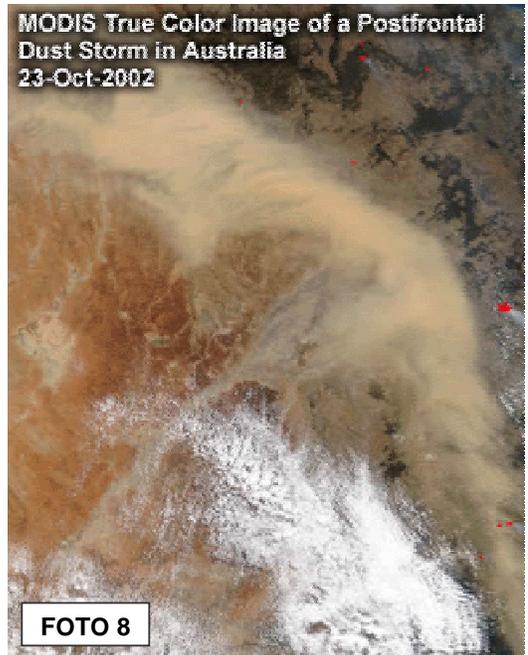


A partire dal 170 la frequenza di queste tempeste di sabbia è aumentata con conseguenze sull'ecosistema e sulle colture delle zone.

Anche l'Australia è spesso interessata da tempeste di sabbia (esempio di tempesta di sabbia che ha coinvolto Melbourne in FOTO 7 da <http://meted.ucar.edu/mesoprim/dust/print.htm>): da citare è l'evento del 23 ottobre 2002 nel quale un enorme volume di sabbia sollevato dal vento ha colpito la



zona orientale del paese (FOTO 8 da <http://meted.ucar.edu/mesoprim/dust/print.htm>). Tale evento si colloca in uno dei mesi più caldi e asciutti mai registrati in



tale continente, il quale ha portato anche siccità e numerosi incendi.

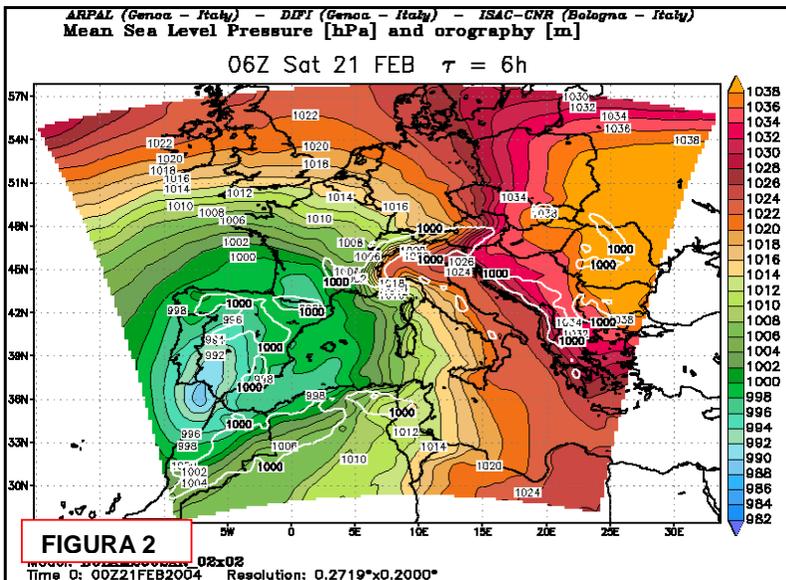
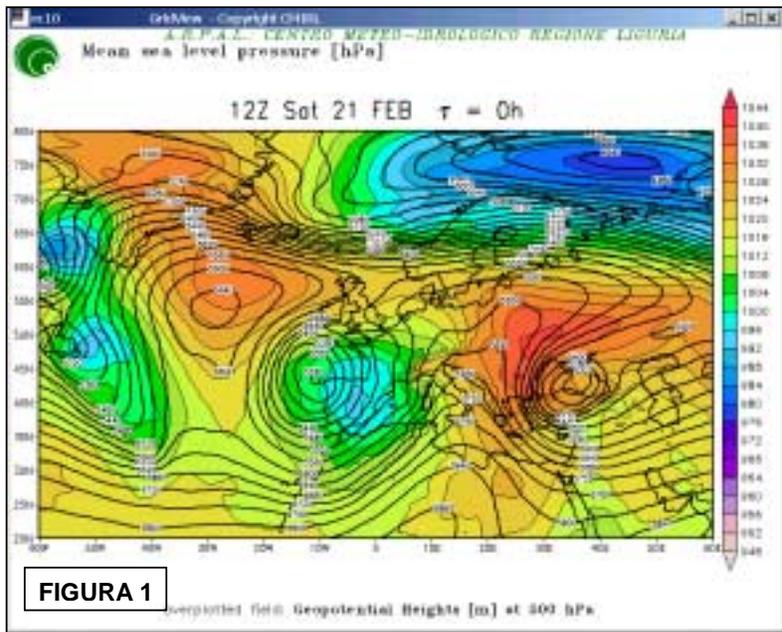
<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>          Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico          della Regione Liguria</b></p>  	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;">Revisione: 01 del 25.10.2004</p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

**EVENTO DEL 21/22 FEBBRAIO 2004**

Quale esempio del fenomeno delle piogge colorate si descrive l'evento del 21/22 febbraio 2004 che, oltre coinvolgere la penisola italiana, si è esteso fino alla Svizzera.

La situazione sinottica sul continente nei giorni precedenti l'evento vedeva la presenza di una vasta struttura anticiclonica sulle isole britanniche e su gran parte dell'Atlantico. L'Europa centro occidentale ed il Mediterraneo erano invece interessati da diverse strutture depressionarie che si estendevano dal Sahara marocchino verso il mare del Nord. Si riportano di seguito due mappe:

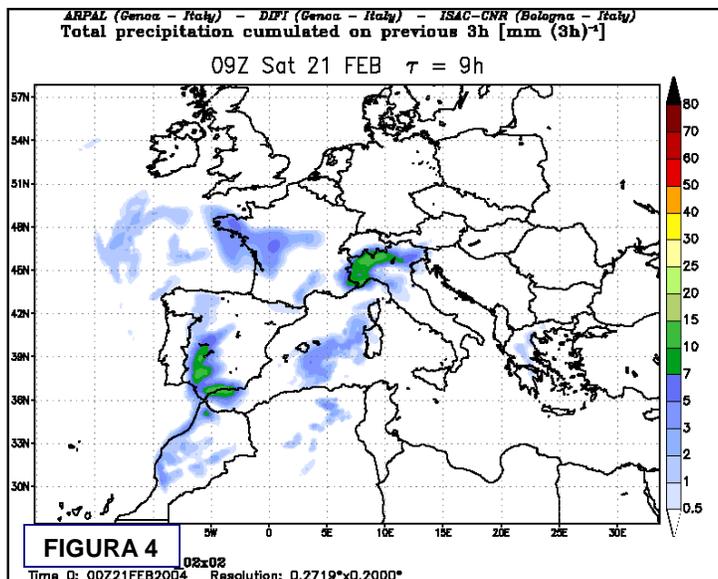
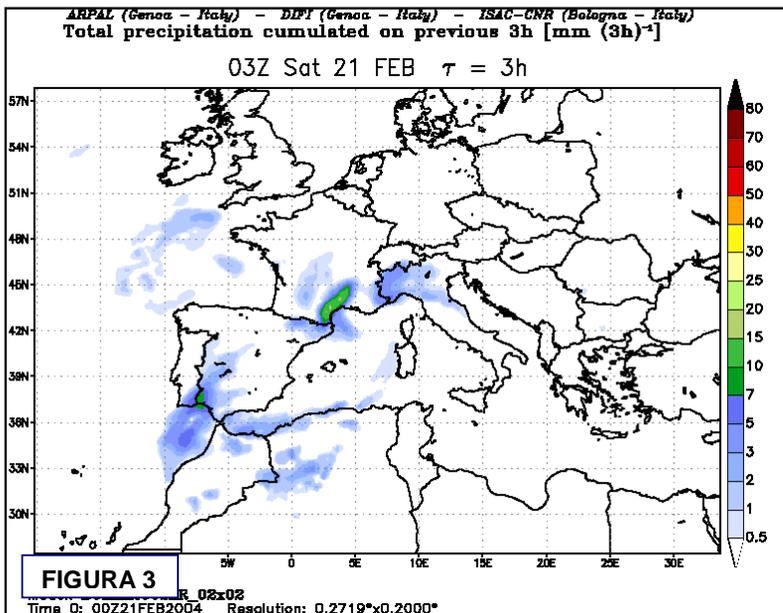
mentre nella prima (FIGURA 1) viene rappresentato il campo di pressione al suolo osservata il 12 febbraio 2004, ore 12 UTC, sovrapposta al geopotenziale (modello dell'ECMWF, European Centre for Medium-Range Weather Forecast), la seconda (FIGURA 2) è una mappa di previsione del campo di pressione al livello del mare per le ore 06 UTC del 21/02/2004 del Bolam (modello ad area limitata, i cui run sono resi possibili grazie alla collaborazione tra l'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima – ISAC-CNR – di Bologna, il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova – DIFI – e il Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria – ARPAL-



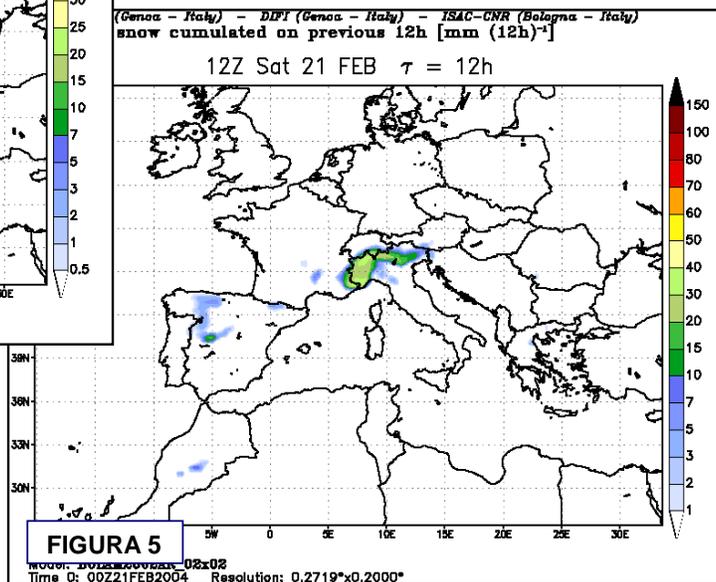
CMIRL -. Il modello è disponibile in due versioni sul sito <http://www.meteoliguria.it/map/bolam/bolamit.htm>). Dalle due mappe si evidenzia la presenza di una vasta struttura depressionaria in spostamento dal Golfo di Guascogna verso Gibilterra con un conseguente richiamo di aria fredda polare e aria più calda e umida prefrontale dall'interno del Marocco, associato a tempeste di sabbia lungo le coste africane del Mediterraneo.



In particolare l'interazione fra queste due masse d'aria di origine diversa ha alimentato la presente circolazione, determinando condizioni di tempo perturbato accompagnato da significative correnti sciroccali che hanno insistito sulle nostre regioni tra venerdì 20 e sabato 21 febbraio 2004. In tale intervallo di tempo sul Nord Italia e sulle regioni tirreniche si sono verificate precipitazioni colorate, anche a carattere nevoso al di sopra dei 300-500 metri, come è accaduto sul savonese e sulla pianura Padana. A tale proposito sono riportate le mappe Bolam delle precipitazioni di sabato mattina

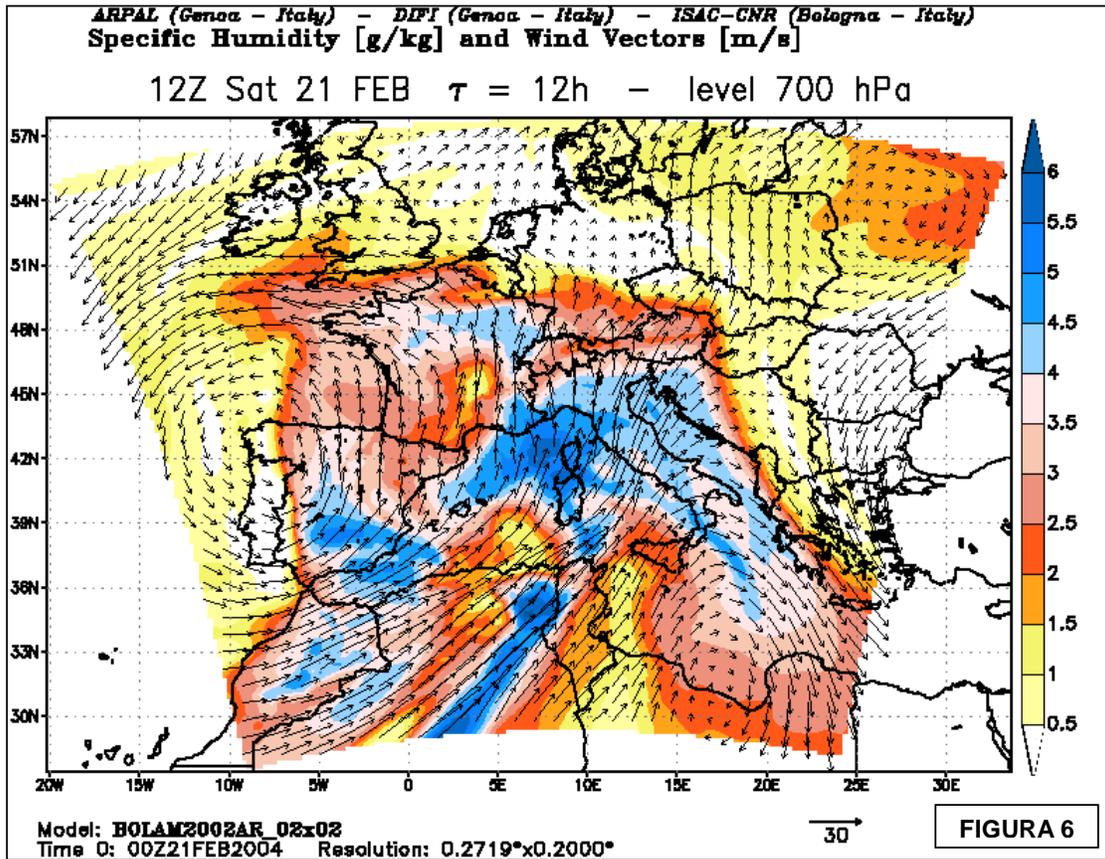


(FIGURE 3 e 4, relative alla pioggia cumulata nelle 3 ore precedenti rispettivamente le 03 UTC e le 09 UTC), compresa quella relativa alle precipitazioni nevose (FIGURA 5, riferita alla neve cumulata nelle 12 ore precedenti le 12 UTC).

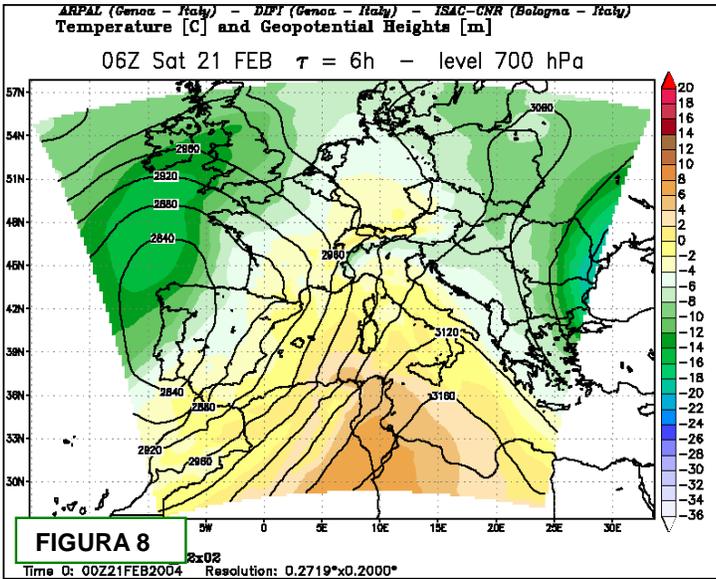
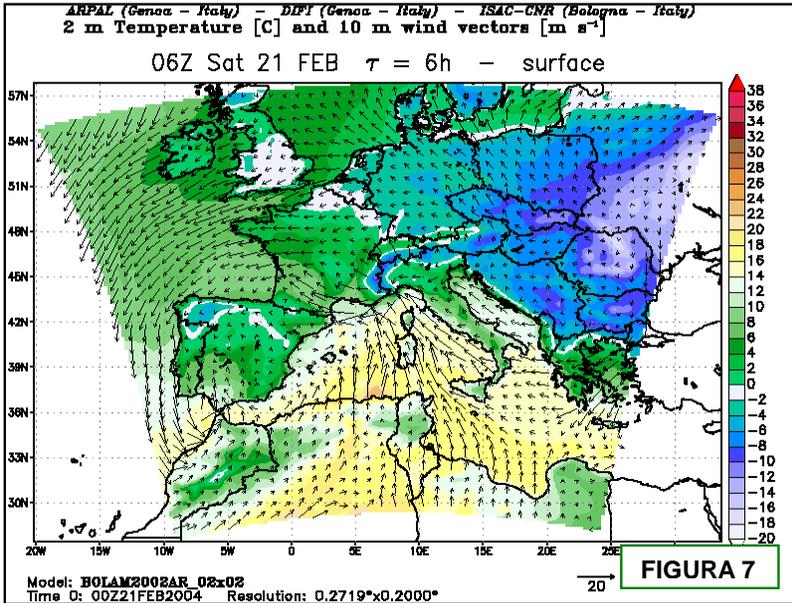


<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p>  <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

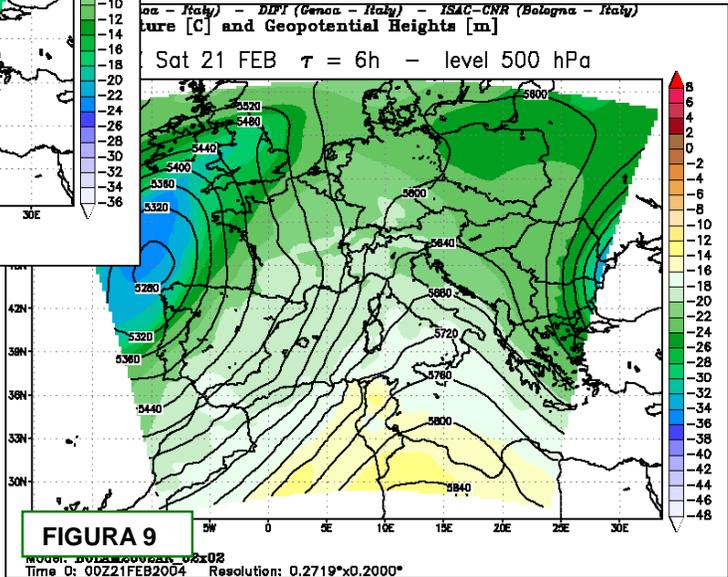
Un'intensa avvezione di aria umida di origine subtropicale proveniente dal terzo quadrante (in prevalenza sud-occidentale) era presente a tutte le quote, come è possibile evidenziare dalla previsione dei venti in quota (FIGURA 6 mappa del modello Bolam, riferita alla previsione dei venti e dell'umidità specifica, alla quota di 700 hPa, per il sabato 21 febbraio 2004 alle 12 UTC) e rimandando alle FIGURE 10, 11 e 12, che descrivono la circolazione dei venti a differenti livelli.



<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>          Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</p> <p style="text-align: center;"> <b>Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria</b> </p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;">Revisione: 01 del 25.10.2004</p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

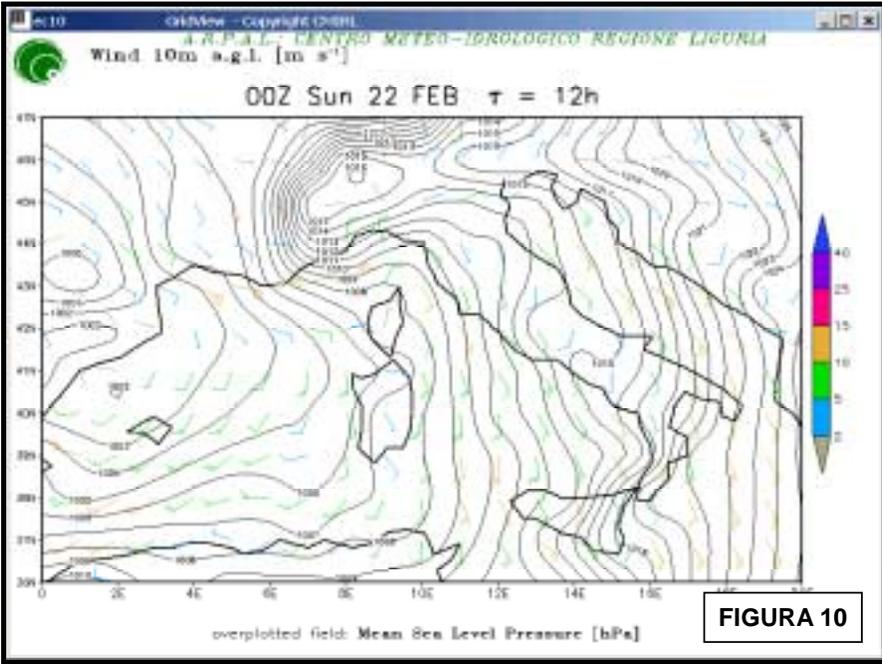


Le precipitazioni sono risultate più intense lungo le coste mediterranee della Francia e della Spagna (come in effetti previsto nelle mappe di precipitazione riportate nelle FIGURE 3 e 4), ossia sui due paesi dove maggiore era l'instabilità originata dallo scontro tra l'aria polare e quella subtropicale richiamata dal Nord Africa. Relativamente alle temperature previste



dal modello Bolam a livelli diversi per le 06 UTC del 21 febbraio 2003 si rimanda alle FIGURE 7, 8 e 9. La FIGURA 9, oltre evidenziare il flusso sciroccale più volte citato, mostra la presenza di aria fredda ai bassi livelli sulla pianura Padana, ove si ha la presenza di un promontorio anticiclonico (vedere FIGURA 2).

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>          Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</p> <p style="text-align: center;">  <b>Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria</b> </p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEMA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;">Revisione: 01 del 25.10.2004</p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>



**FIGURA 10**

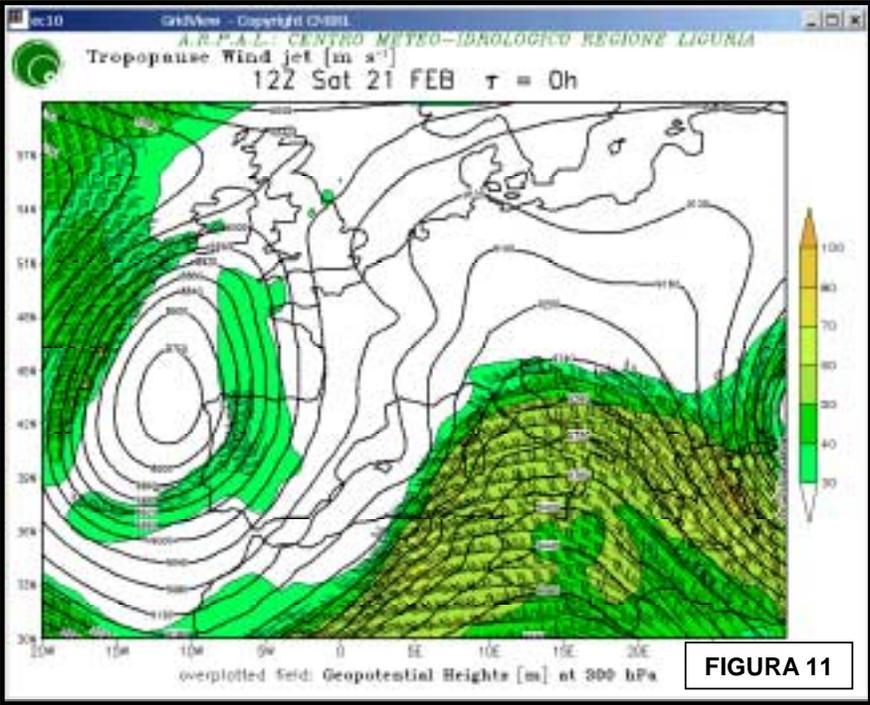
Lo scorrimento del flusso caldo-umido al di sopra di un preesistente strato freddo ai bassi livelli è associato alla presenza del promontorio anticiclonico sulla pianura Padana prima citato; tale condizione è stata responsabile delle precipitazioni colorate e delle neviccate a livelli piuttosto bassi. La quantità significativa di sabbia sospesa in quota a causa dell'intenso flusso sciroccale ha reso il cielo eccezionalmente colorato. Le condizioni sopra descritte possono essere osservate anche in

FIGURA 10, dove è riportata la mappa di previsione della pressione al suolo e dei venti a 10 metri, ottenuta dal modello europeo. Tale situazione era probabilmente legata alla presenza del ramo

ascendente della corrente a getto (*tropopause wind jet*), associato a sua volta ad un richiamo di aria dai bassi strati e al conseguente trasporto settentrionale.

La FIGURA 11 (dal modello dell'ECMW) evidenzia come il posizionamento della corrente a getto osservata alle 12 UTC di sabato 21 febbraio 2004 sia associata a venti di oltre 200 km/h.

Probabilmente tale velocità ha reso possibile il trasporto delle particelle di sabbia dal Sahara alle Alpi (coprendo la distanza di circa 2.500÷3.000 km in un periodo inferiore alle 24 ore) e il successivo deposito

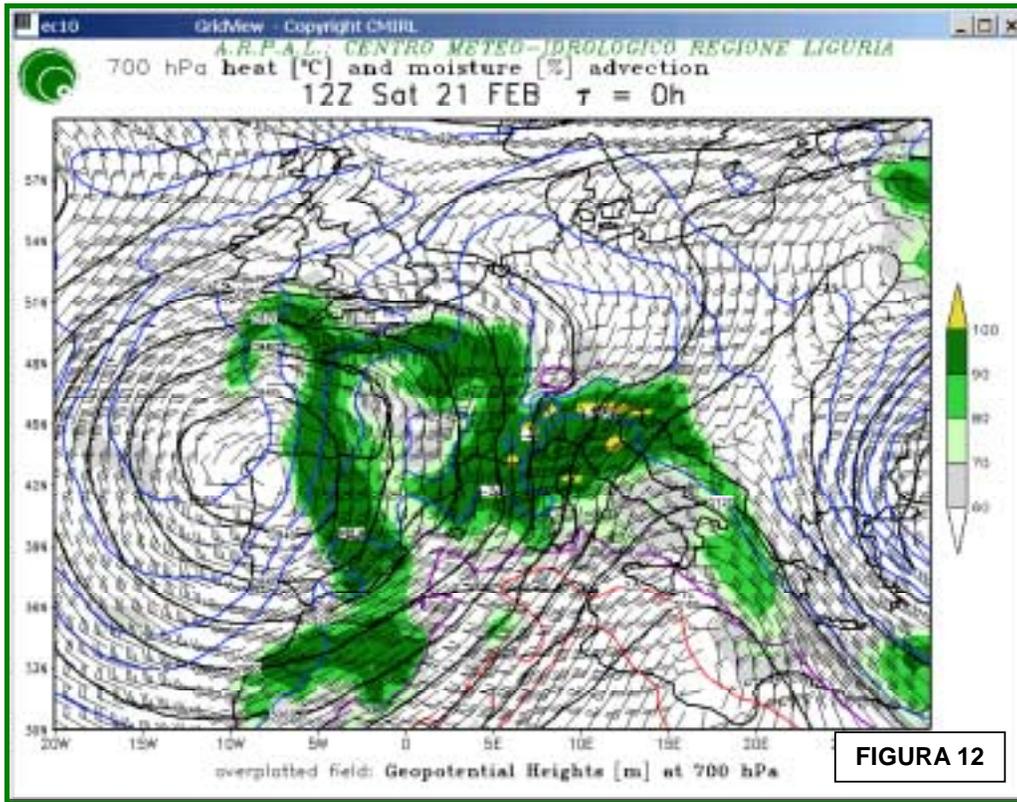


**FIGURA 11**

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>          Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico          della Regione Liguria</b></p>  	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b>LE PIOGGE COLORATE</b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

delle stesse a causa delle precipitazioni esaltate da un effetto *stau* sopravvento alla barriera alpina ed appenninica.

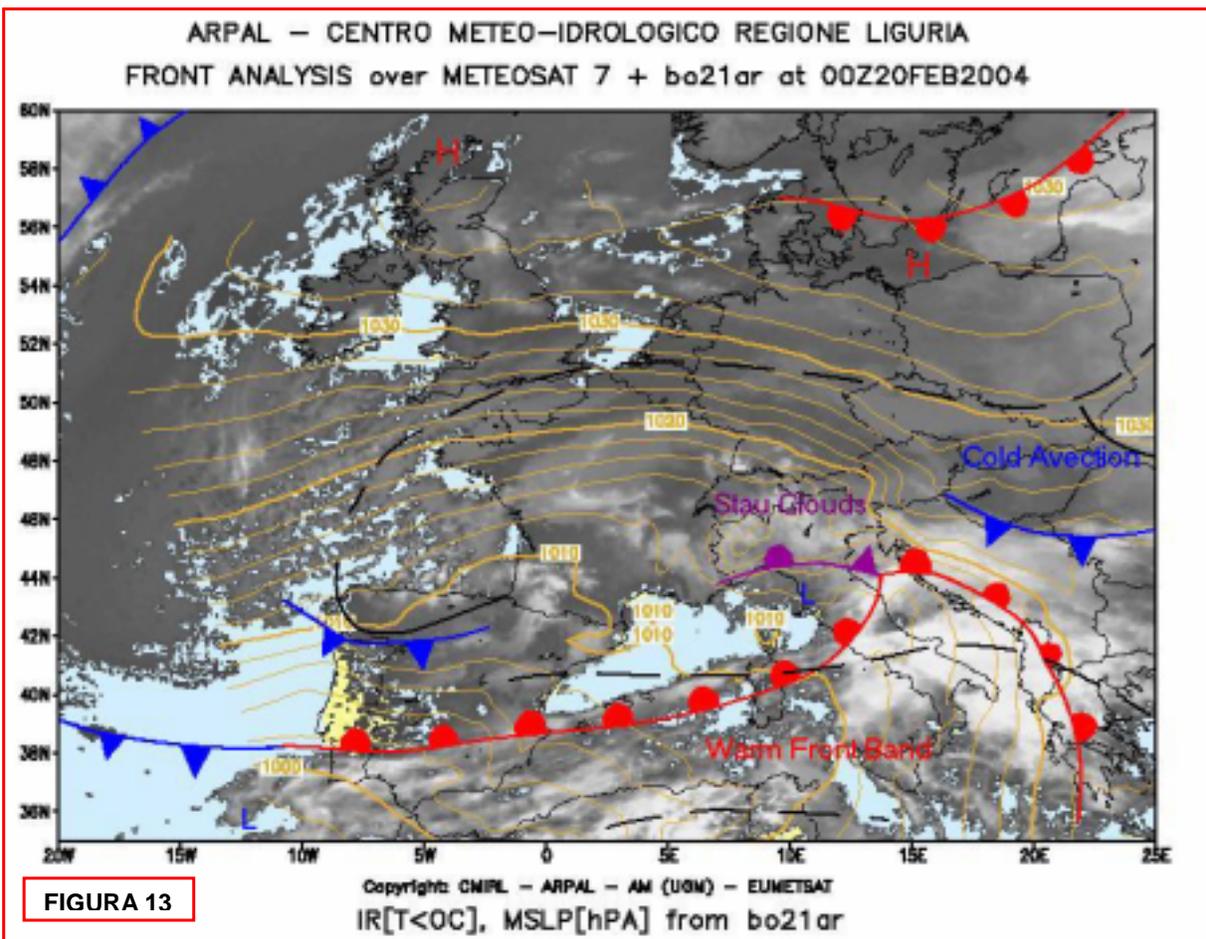
Inoltre l'analisi della mappa di avvezione di umidità, osservata sempre alle 12 UTC del 21 febbraio 2004 alla quota di 700 hPa (circa 3.000 metri), evidenzia l'idea dell'estensione della massa di aria umida prefrontale (FIGURA 12, dal modello dell'ECMWF):



**FIGURA 12**

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p>  	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>

A completamento della descrizione dell'evento trattato, si riporta anche l'analisi dei principali sistemi frontali (sovrapposti all'immagine satellitare, canale infrarosso) relativamente alla giornata di venerdì 20 febbraio 2004, elaborata a cura del Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria (FIGURA 13, [www.meteoliguria.it](http://www.meteoliguria.it), tali immagini sono disponibili in rete sotto la voce previsioni, analisi dei fronti o accendendo direttamente su [http://www.meteoliguria.it/fronti\\_new.html](http://www.meteoliguria.it/fronti_new.html)).



Nella suddetta FIGURA è evidente l'estensione nel Mediterraneo del ramo caldo (*Warm Front Band*), responsabile dell'intenso trasporto dall'interno del deserto del Sahara fino all'Europa settentrionale con fenomeni precipitativi legati a un effetto *stau* (*stau clouds*), mentre sull'Europa orientale era presente una propaggine dell'anticiclone russo associata a un trasporto di aria fredda continentale ai bassi livelli (*Cold Advection*) dai Balcani verso i Pirenei e il Marocco.

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p>  <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p>  <p style="text-align: center;"><i>meteoliguria.it</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;">Revisione: 01 del 25.10.2004</p>	<p style="text-align: center;">Codice: SCH_02</p>



FOTO 9

Infine, sono riportate alcune foto scattate a Milano nei giorni dell'evento (FOTO 9, 10 e 11 di L. Onorato del Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria).



FOTO 10



FOTO 11

<p style="text-align: center;"><b>ARPAL-CMIRL</b>  <i>Agenzia Regionale per l'Ambiente Ligure</i></p>  <p style="text-align: center;"><b>Centro Meteo-Idrologico  della Regione Liguria</b></p>  <p style="text-align: center;"><i>meteoliguria.it</i></p>	<p style="text-align: center;"><b>SCHEDA METEO:</b>  <b><i>LE PIOGGE COLORATE</i></b></p> <p style="text-align: center;">a cura di Veronica Bonati</p>
<p style="text-align: center;"><b>Revisione: 01 del 25.10.2004</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Codice: SCH_02</b></p>

### **STUDI E SCENARI FUTURI**

E' stato osservato che gli episodi di "pioggia di sabbia" tali da essere ritenuti rilevanti sono da due a quattro l'anno, mentre quelli di portata media sono circa una decina.

Da ricerche del CNR sembra che le tempeste di sabbia, complice la crescente desertificazione del Nord Africa, debbano in futuro essere sempre più frequente. Ad oggi non è ancora noto se l'effetto del deposito di tali sabbie sia positivo o negativo per l'ecosistema; per questo, nell'ambito di un progetto europeo, è in atto uno studio delle aree marine più colpite da tale fenomeno (zona compresa fra Sardegna e Spagna, Mar Ionio, mare intorno a Creta) per stabilire se, in occasione della deposizione delle sabbie sahariane, siano presenti segni di fertilizzazione delle alghe.

### **PREVISIONE DELLE PRECIPITAZIONI COLORATE**

In continenti quali l'Asia, l'America centro-settentrionale e l'Australia le precipitazioni colorate le tempeste di sabbia e le precipitazioni colorate assumono una notevole importanza data la quantità delle polveri in gioco, la cui presenza influenza le colture, l'ecosistema e il microclima delle aree investite. In casi estremi ha effetti anche sulla salute delle persone. Pertanto nelle suddette aree la previsione di tali fenomeni riveste particolare importanza, dando luogo a studi e ricerche.

Le dimensioni del fenomeno nell'area mediterranea, seppur importanti, sono ridotte rispetto a quelle che interessano i continenti sopra citati; in tale ambito si possono citare due modelli previsionali quali lo Skiron e il CANWPC. Lo Skiron è un modello attualmente in uso nell'Università di Atene e sviluppato dal centro meteorologico greco, basato sui modelli ETA/NCEP; è un modello ad area limitata, nello specifico l'Europa, che emette mappe di previsione fino a 72 ore e le aggiorna due volte al giorno. Come già accennato tali mappe sono inizializzate su campi NCEP con risoluzione di 24 km. Il CANWPC è stato sviluppato dall'EMI (Egyptian Meteorological Institute), anch'esso sulla base dei modelli ETA/NCEP, e fornisce carte di previsione che riguardano l'Europa e il Nord Africa.

Le previsioni delle precipitazioni colorate riguardano le condizioni favorevoli affinché si verifichi tale fenomeno: indispensabile è la presenza di forti correnti sud-occidentali, in grado di trasportare le sabbie e le polveri del deserto, legate al verificarsi di un forte gradiente barico con il centro depressionaria situato sull'Europa e che riesca a coinvolgere le zone settentrionali del continente africano. La presenza invece di alta pressione, quale la fascia anticiclonica delle Azzorre rende più difficoltosi gli scambi in atmosfera fra Europa e Africa.