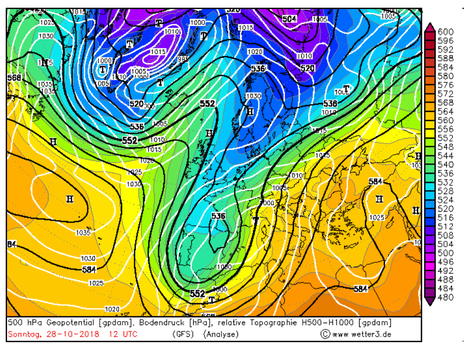
Il ruolo di un atmospheric river nell'evento di precipitazione estrema dell'ottobre 2018 in Italia

Tesi di Stefano Della Fera [1]

Vincenzo Levizzani[2], Silvio Davolio[3], Sante Laviola[3], Marcello Mario Miglietta[3]

(1) Studente Corso Magistrale Fisica del Sistema Terra Università di Bologna, (2) Relatore ISAC-CNR, (3) Correlatori ISAC-CNR

CASO DI STUDIO: TEMPESTA VAIA (27-30 ottobre 2018)

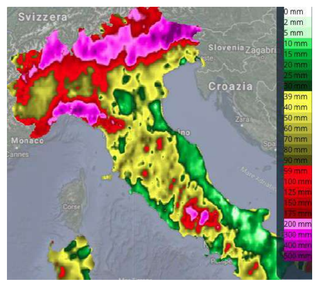


GPH 500 hPa 28 ottobre ore 12 UTC

Configurazione sinottica tipica di eventi alluvionali sull'arco alpino:

- Intensi flussi umidi dai quadranti meridionali (***low-level jet***)
- **Precipitazioni estreme** sul Nord-Est Italia, Liguria e Centro Italia
- Tempi di ritorno delle piogge superiore a 100 anni in alcune aree del Nord-Est Italia
- Venti eccezionali con danni alle foreste alpine del triveneto
- Sviluppo di un **ciclone mediterraneo** caratterizzato da approfondimento esplosivo

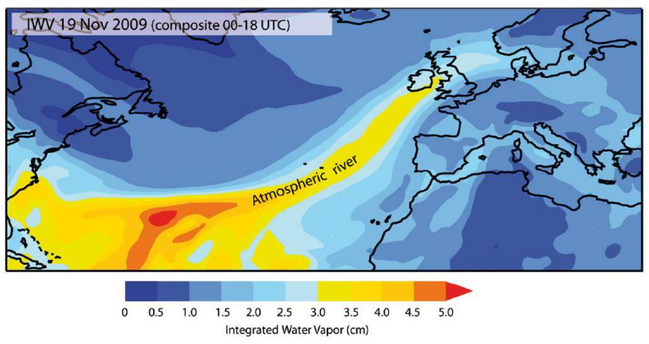
Val Disdende-Belluno



Precipitazioni cumulate in 72 ore (Dewetra-DPC)

ANALISI DELL'EVENTO: TRASPORTO DI VAPORE ACQUEO DA SORGENTI REMOTE

FENOMENI DI TRASPORTO ATMOSFERICO: GLI ATMOSPHERIC RIVER



Gimeno et al. (2004)

Un ***atmospheric river (AR)*** è un lungo e stretto corridoio di **intenso trasporto orizzontale di vapore acqueo** collocato nella media-bassa troposfera e associato a un *low-level jet* posto davanti al fronte freddo di un ciclone extra-tropicale. L'atmospheric river è alimentato da vapore di origine tropicale ed extra-tropicale e genera solitamente **precipitazioni estreme** nell'impatto con l'orografia o a causa del processo di risalita tipico di una *warm conveyor belt*.

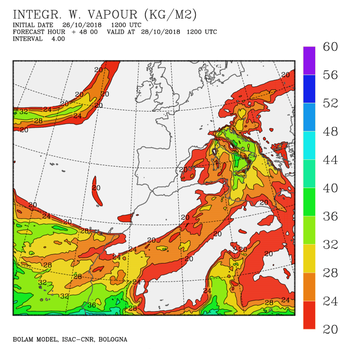
PARAMETRI PER L'INDIVIDUAZIONE DI UN AR

Lunghezza superiore a 2000 km e rapporto tra lunghezza e larghezza superiore a 2

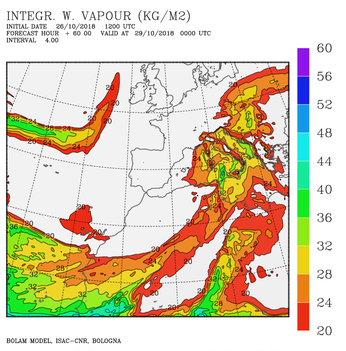
Integrated water vapour: $\mathrm{IWV} = \frac{1}{g}\int_{1000\ hPa}^{300\ hPa} q\ dp > 2\ cm$

Integrated water vapour transport: $IVT = \sqrt{\left(\frac{1}{g}\int_{1000\ hPa}^{300\ hPa} q\ u\ dp\right)^2 + \left(\frac{1}{g}\int_{1000\ hPa}^{300\ hPa} q\ v\ dp\right)^2} > 250\ kg\ m^{-1}s^{-1}$

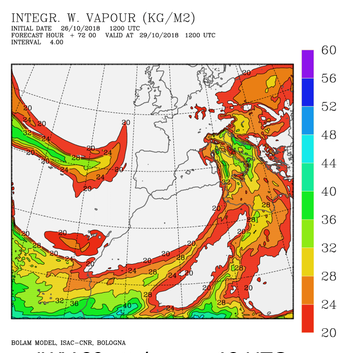
SIMULAZIONI NUMERICHE EFFETTUATE CON IL MODELLO METEOROLOGICO BOLAM



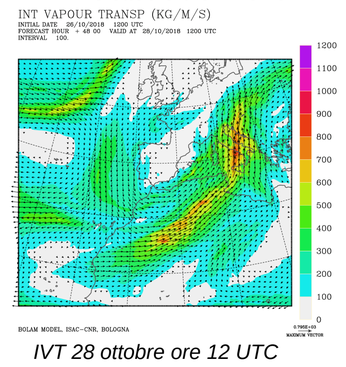
IWV 28 ottobre ore 12 UTC



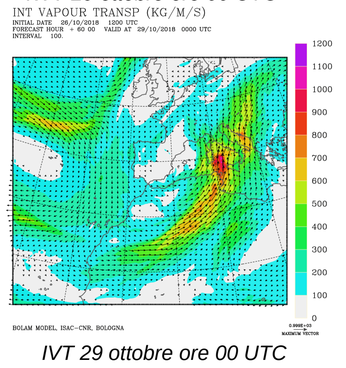
IWV 29 ottobre ore 00 UTC



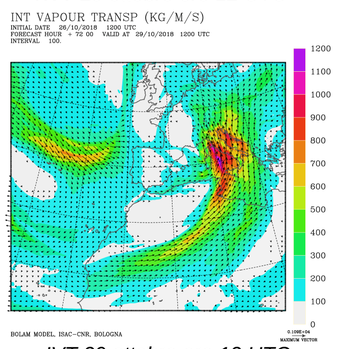
IWV 29 ottobre ore 12 UTC



IVT 28 ottobre ore 12 UTC

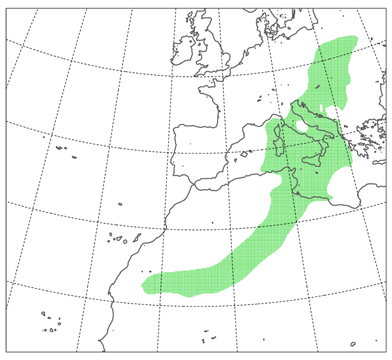


IVT 29 ottobre ore 00 UTC



IVT 29 ottobre ore 12 UTC

IDENTIFICAZIONE DELL'AR E ANALISI QUANTITATIVA DEL TRASPORTO



AR 29 ottobre ore 00 UTC

Un **algoritmo di detection** riceve in input i campi di IWV e IVT ed effettua una **ricerca di oggetti** formati da punti di griglia adiacenti che verificano **le condizioni quantitative e geometriche di identificazione di un AR.** .

Nell'evento del 27-30 ottobre viene individuato un AR che connette la regione sub-tropicale atlantica con il bacino del Mediterraneo per una lunghezza di circa 3000 km

Bilancio di massa di acqua in atmosfera: costruzione di box tridimensionali

$$\Delta IW = E - P + F + res$$

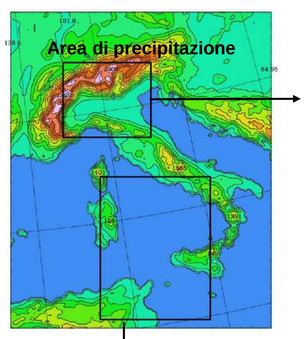
ΔIW =variazione dell'acqua nella box
E=evaporazione
P=precipitazione
F=flussi entranti e uscenti dai lati della box
res=termine residuo

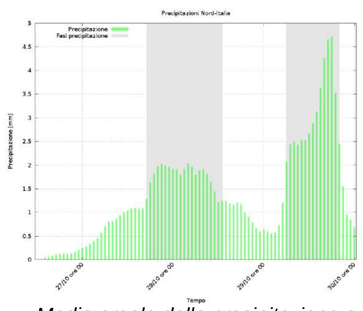
Posizione della box di altezza 700 hPa

Flusso da ovest: umidità proveniente dall'Oceano Atlantico

Flusso da sud: umidità trasportata dall'AR

RUOLO DELL'AR NELLE PRECIPITAZIONI DEL NORD E DEL CENTRO ITALIA

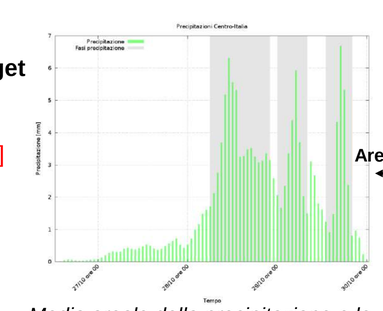




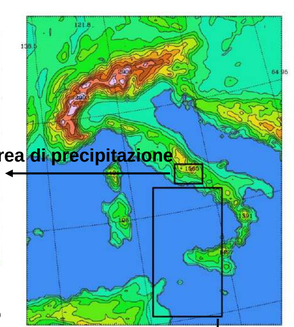
Media areale della precipitazione e le due fasi più intense (shading grigio)

La stima dei contributi di umidità alle precipitazioni è effettuata mediante la costruzione di **apposite budget box poste upstream rispetto all'area interessata dalle piogge**.

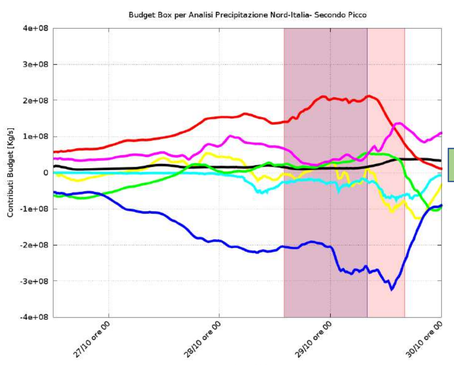
- Scelta delle box di precipitazione e analisi dei picchi $[t_{in}, t_{fin}]$
- Stima dei tempi di percorrenza dei flussi tra la faccia nord della budget box e l'area di precipitazione $[\Delta t]$
- Stima dei tempi di percorrenza della *budget box* $[\Delta t_{box}]$
- Calcolo dei contributi (flussi laterali) nell'intervallo $[t_{in} - \Delta t - \Delta t_{box}, t_{fin} - \Delta t - \Delta t_{box}]$ nella *budget box*
- Calcolo del contributo evaporativo nell'intervallo $[t_{in} - \Delta t - \Delta t_{box}, t_{fin} - \Delta t]$ nella *budget box*



Media areale della precipitazione e le tre fasi più intense (shading grigio)



Budget box



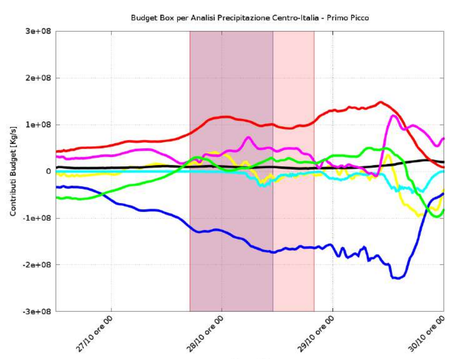
Dal 28 ottobre ore 00 UTC il flusso da sud entrante nelle budget box è riconducibile all'azione dell'AR

Due fasi di precipitazione intensa sul Nord Italia.
Esempio di Analisi: **contributi alla seconda fase** di precipitazione sul Nord Italia

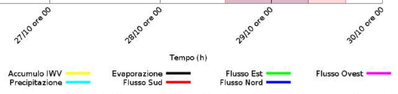
- Flusso da sud: 66%
- Flusso da ovest: 13%
- Evaporazione: 12%
- Flusso da est: 9%

Tre fasi di precipitazione intensa sul Centro Italia.
Esempio di Analisi: **contributi alla prima fase** di precipitazione Centro Italia.

- Flusso da sud: 57%
- Flusso da ovest: 24%
- Evaporazione: 11%
- Flusso da est: 8%



Budget box

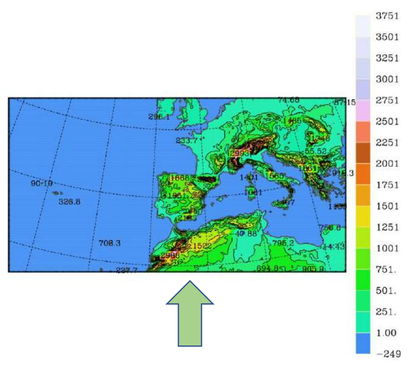


Andamento dei vari contributi di acqua nella budget box per l'analisi delle precipitazioni sul Nord Italia. Intervallo di integrazione dei flussi laterali (shading scuro) e dell'evaporazione (shading chiaro)

Andamento dei vari contributi di acqua nella budget box per l'analisi delle precipitazioni sul Nord Italia. Intervallo di integrazione dei flussi laterali (shading scuro) e dell'evaporazione (shading chiaro)

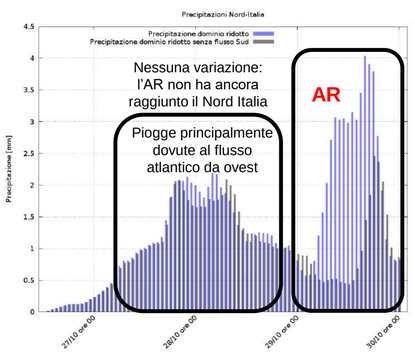
Sia sul Nord Italia che sul Centro Italia in tutte le fasi di precipitazione il flusso di umidità da sud è predominante rispetto all'evaporazione locale dal Mar Mediterraneo

ESPERIMENTI DI SENSIBILITÀ: RIDUZIONE DELL'APPORTO DI VAPORE DELL'AR

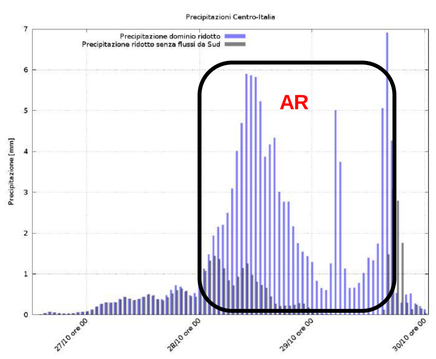


Riduzione del 75 % dell'umidità specifica in ingresso dal boundary sud

Effetti sulle precipitazioni



Confronto precipitazioni Nord Italia



Confronto precipitazioni Centro Italia

CONCLUSIONI

- Nell'evento dell'ottobre 2018 (**tempesta Vaia**) è stata individuata la **presenza di un AR.**
- Dallo studio del budget di acqua in atmosfera e dagli esperimenti di sensibilità si deduce che nell'evento **il ruolo dell'evaporazione dal mare è marginale.**
- La **fase di precipitazione più intensa dell'evento (sul Nord e Centro Italia) è riconducibile all'azione dell'AR** che trasporta umidità dall'Atlantico sub-tropicale al Mediterraneo attraverso l'Africa sahariana.