Progetto NAUSICA

Anna Chiara Goglio

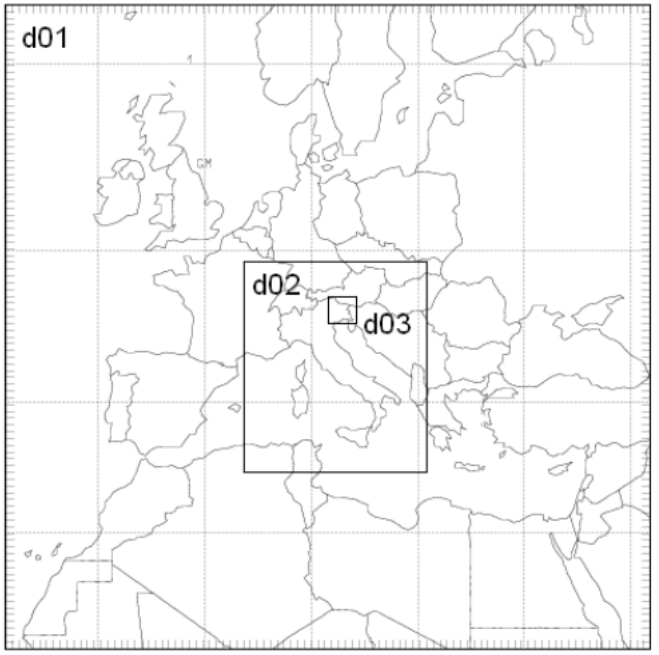
Palmanova, Giugno 2017

ARPA FVG – CRMA
Centro Regionale di Modellistica Ambientale
crma@arpa.fvg.it

INDICE della presentazione

1. **Introduzione:**
   - obiettivi e motivazioni
   - modello WRF e altri strumenti
   - metodo di lavoro
   - risorse di calcolo disponibili
2. **Parametri del run:**
   - scalabilità del modello
   - definizione del dominio regionale
   - parametri di WRF e UPP:
     - grandezze cumulate
     - modello di suolo
     - aggiornamento SST e campi associati
   - necessità di assimilazione misure nel modello
3. **Suite NAUSICA_run e NAUSICA_pp:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
4. **Suite NAUSICA_pp** e **WRF_ana_post:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
5. **Suite NAUSICA_ver** e **NAUSICA_nc:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
6. **Risultati:**
   - prodotti disponibili:
     - netCDF
     - GRIB
   - analisi eseguite
7. **Produzioni e sviluppi futuri**

OBIETTIVO ⟶ Creazione di un database di ANALISI meteorologiche:



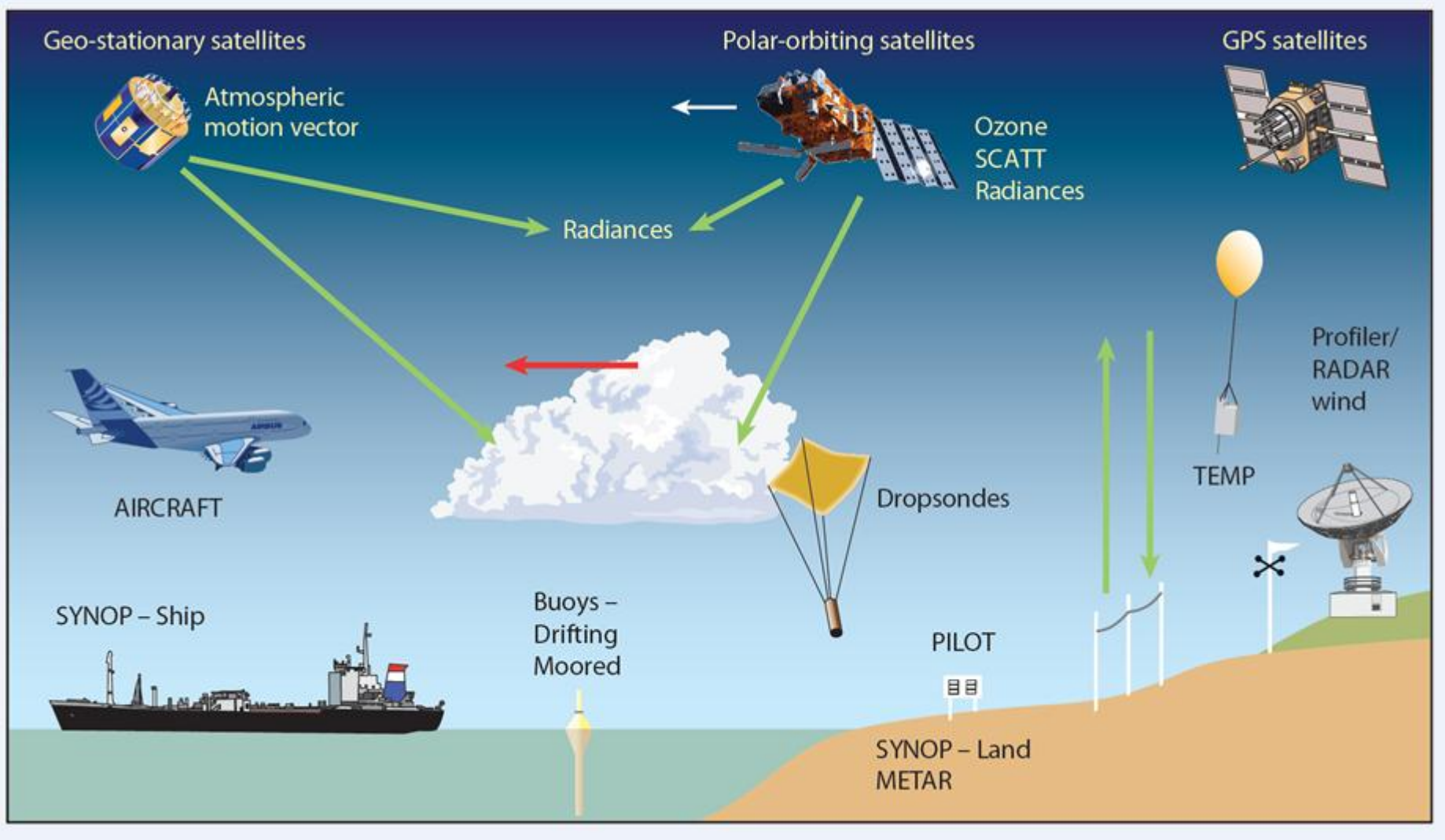
- 17 anni di simulazioni annuali (2000-2016)
- modello **WRF** (condizioni al contorno *analisi ECMWF*)
- 3 domini innestati ad alta risoluzione spaziale (Δs) e temporale (Δt = intervalli di salvataggio):
  - Continentale Δs = 50 km Δt = 6 h
  - Nazionale Δs = 10 km Δt = 3 h
  - Regionale Δs = 2 km Δt = 1 h

MOTIVAZIONI ⟶

- Alimentazione per
  - Modelli dispersione inquinanti in aria
  - Modelli fotochimici per qualità dell'aria ⟶ Modello di dispersione degli inquinanti utilizzato per la valutazione della qualità dell'aria 2016
  - Modelli oceanografici
  - Modelli idrologici
  - Modelli agronomici
- Fornitura dati meteorologici

Analisi ECMWF

MODELLO + Assimilazione di tutte le misure disponibili:



WRF THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL

WPS (WRF Preprocessing System)

Condizioni al contorno su tutti i livelli

Condizioni al contorno alla superficie

ana_ecmwf.GRIB
ana-sfc_ecmwf.GRIB

UNGRIB
Decodifica GRIB

wps.namelist

FILE:

SST:

GEOGRID
Defn dominio
Static field

geo.nc

METGRID
Interpolazione
dati su griglia

met.nc

WRF-ARW

- Modello Euleriano comprimibile, non idrostatico
- Coordinate verticali *terrein-following*
- Integrazione temporale Runge-Kutta al 3° ordine
- Discretizzazione spaziale di ordine elevato
- Termini di Coriolis e curvatura completi
- 1/2 *way nesting*
- Condizioni al bordo di vario tipo
- Inclusione dei processi fisici di bordo, superficiali e radiativi
- Descrizione completa dei fenomeni meteorologici

wrf.namelist

REAL
Ini e bdy
conditions

wrfin.nc
wrfbdy.nc

ARW
solutore

wrfrst.nc
wrfout.nc

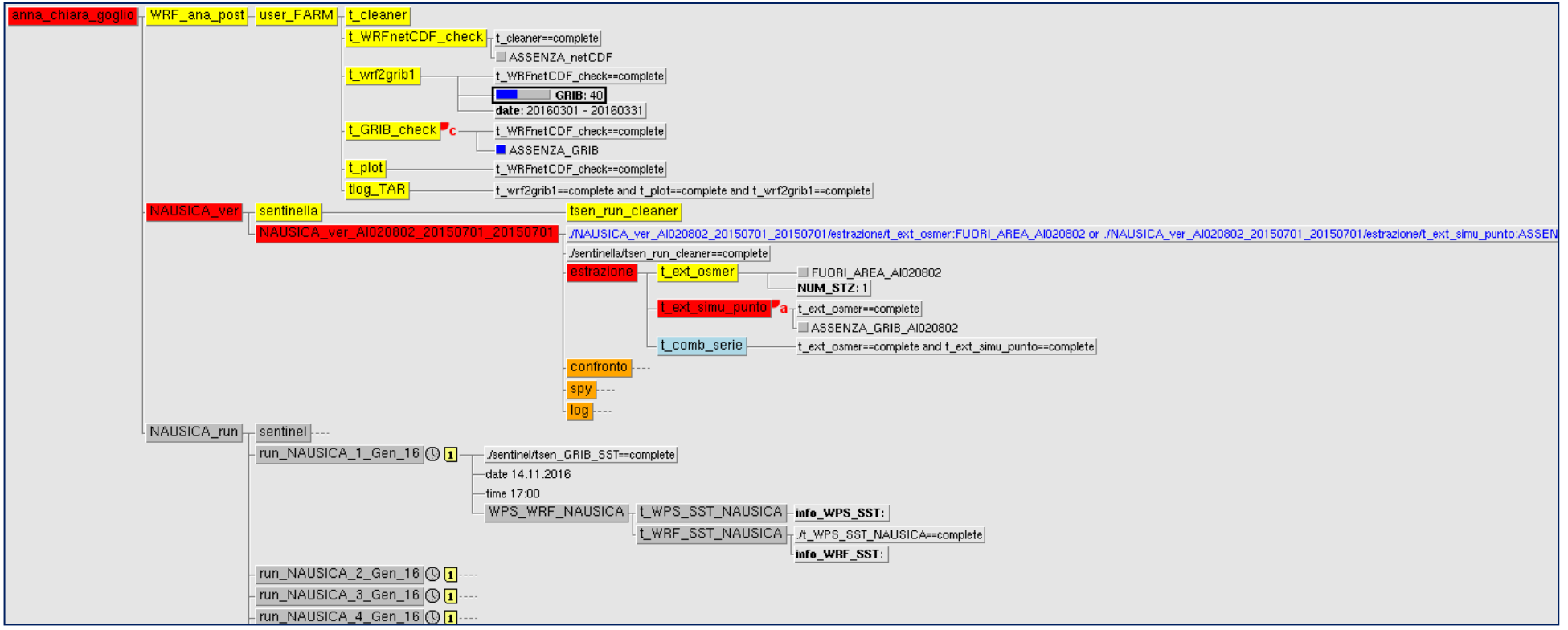
Strumenti utilizzati nella pre e post-elaborazione

Utilizzo	Software
Pre processamento dati per il modello	**WPS** (WRF Preprocessing System)
Post elaborazione dati (creazione GRIB)	**UPP** (Unified Post Processor)
Gestione file.netCDF	**ncdump**, **ncview, CDO**
Visualizzazione campi e serie temporali da file.netCDF	**ncview**
Gestione file.GRIB	**GRIB API**, **WGRIB**, **CDO** (acc2dif,miss, grib_api_extraction,mask)
Visualizzazione campi da file.GRIB	**GRADS**
Analisi dati	**R**, eseguibili **F90** (point_in_polygon, f_serie_temp)
Visualizzazione analisi dati	**R**, **gnuplot**
Estrazione serie temporali misure	estrai.exe, ET_comb_tab.sh, A_ET_comb_tab.sh
Assimilazione dati nel modello	**GSI** (Gridpoint Statistical Interpolation System)

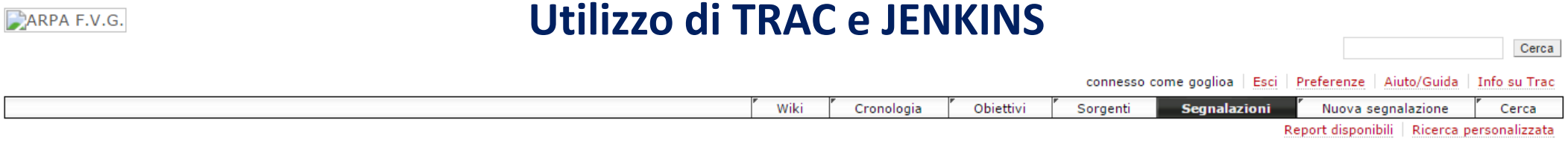
Workflow Manager: ecFlow (ECMWF)

Gestione ad alto livello di catene di processi in ambiente ben definito (BASH scripting)

- ✓ **Automazione** catene di processi
- ✓ **Ripetibilità** al variare dei parametri d'ambiente
- ✓ Modularità (**versatilità**)
- ✓ **Ottimizzazione** utilizzo risorse disponibili
- ✓ Alto livello di **controllo** dell'esecuzione
- ✓ Alta **leggibilità** (stato esecuzione, problemi, errori,..)



Utilizzo di TRAC e JENKINS



- TICKET → Attribuzione compiti da svolgere – traccia attività
- Diagrammi di GANTT → Monitoraggio attività
- REPOSITORY GIT → Versionamento e archiviazione del codice
- WIKI-CRMA → Documentazione attività
- JENKINS → Test di base sul codice

Utilizzo di TRAC e JENKINS

ARPA F.V.G.

Cerca

connesso come goglioa | Esci | Preferenze | Aiuto/Guida | Info su Trac

Wiki | Cronologia | Obiettivi | Sorgenti | **Segnalazioni** | Nuova segnalazione | Cerca

Report disponibili | Ricerca personalizzata

➢ **TICKET** ⟶ Attribuzione compiti da svolgere – traccia attività

Documentazione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti (2 corrispondenze)

Ticket	Sommario	Componente	Stato	Risoluzione	Versione	Tipo	Priorità	In Carico A	Modified
#47	Relazione e seminario sullo stato di avanzamento dei lavori riguardanti il progetto NAUSICA	component1	accepted		1.0	task	critical	goglioa	12/12/16
#2	Comunicazione attivazione repository nausica	component1	closed	fixed	1.0	enhancement	critical	giaiottid	10/26/15

Segnalazione #47 (accepted task)

Modifica

Relazione e seminario sullo stato di avanzamento dei lavori riguardanti il progetto NAUSICA

Aperta 5 settimane fa
Ultima modifica 3 giorni fa

Segnalato da:	giaiottid	In carico a:	goglioa
Priorità:	critical	Obiettivo:	Documentazione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti
Componente:	component1	Versione:	1.0
Parole chiave:	Relazione progetto	Cc:	
Due Date:	16/12/16		

Descrizione

Replica

Anna Chiara,

ti attribuisco il seguente compito:

> **realizzare una relazione sul lavoro svolto nell'ambito del progetto NAUSICA e una presentazione**

In particolare si deve:

1) **redigere una relazione dettagliata** scritta del lavoro svolto, su documento MS doc includendo le immagini necessarie o utili alla comprensione del testo.

2) **realizzare un seminario interno ad ARPA FVG** che sintetizza il contenuto della relazione scritta.

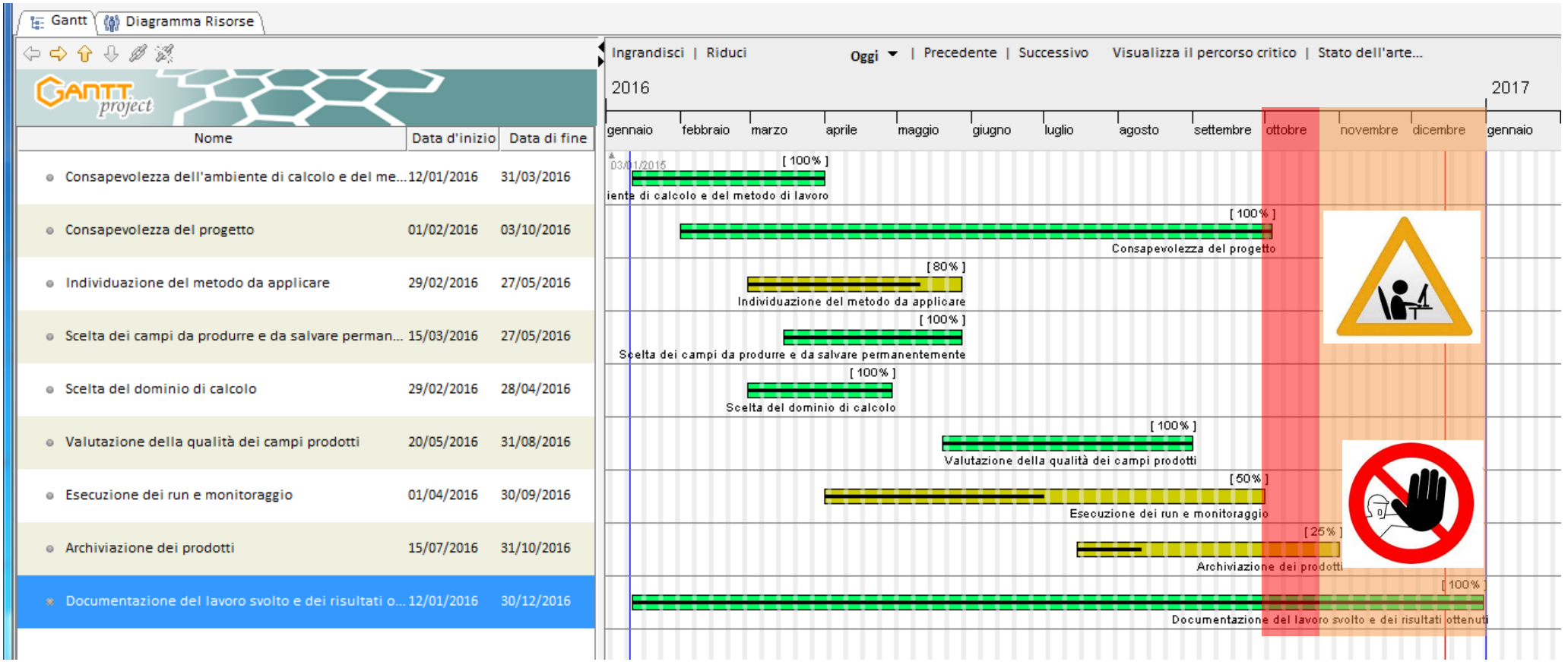
Utilizzo di TRAC e JENKINS

Cerca

connesso come goglioa | Esci | Preferenze | Aiuto/Guida | Info su Trac

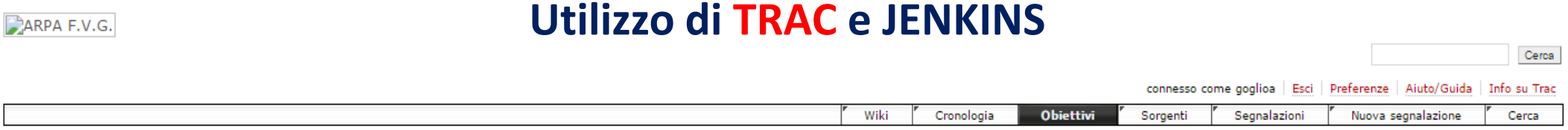
Wiki | Cronologia | **Obiettivi** | Sorgenti | Segnalazioni | Nuova segnalazione | Cerca

➢ **Diagrammi di GANTT** ⟶ Monitoraggio attività (anno 2016)



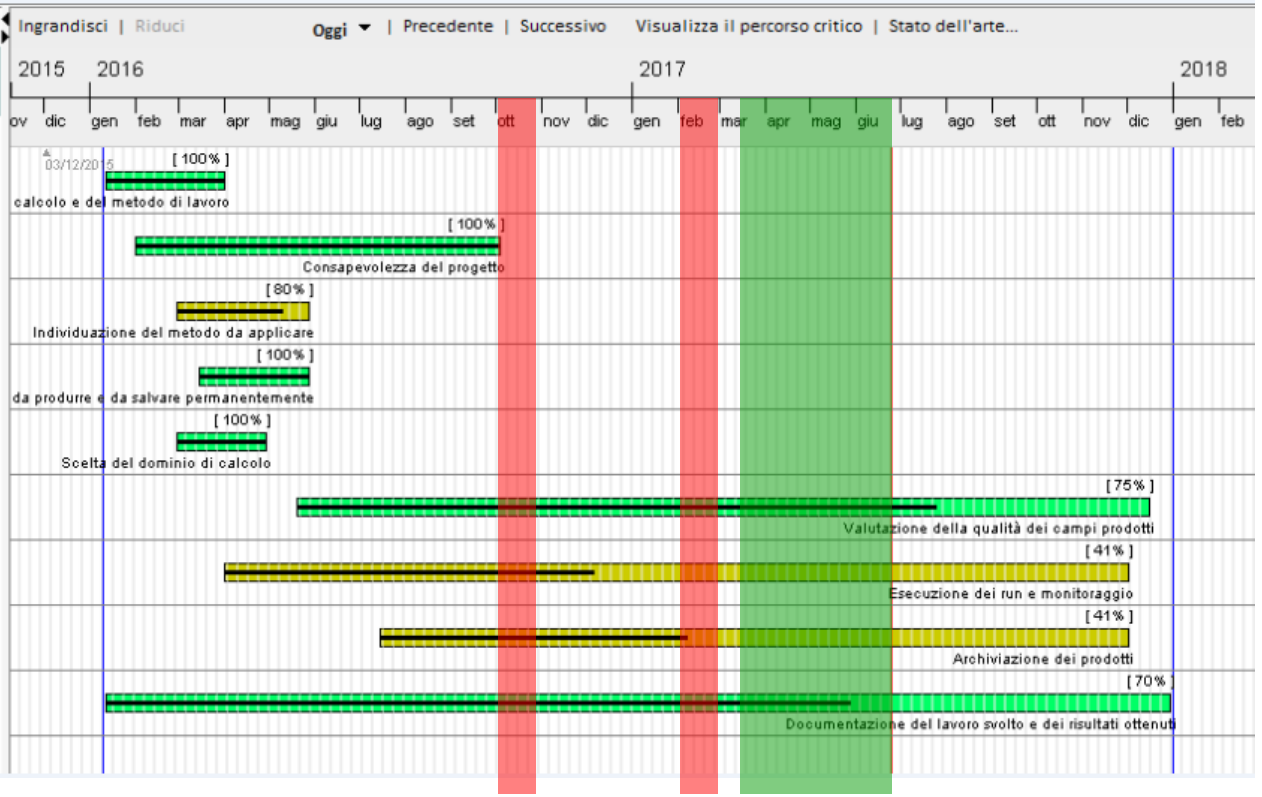
- Produzione database: 1 Gennaio 2015 ⟶ 31 Marzo 2016 (da ripetere)
- Post-processamento output: 1 Gennaio 2015 ⟶ 31 Marzo 2016 (da ripetere)
- Monitoraggio prodotti: Luglio 2015 / 1-15 Agosto 2015 (da ripetere)

Utilizzo di TRAC e JENKINS



➢ **Diagrammi di GANTT** ⟶ Monitoraggio attività (2016-2017)

Nome	Data d'inizio	Data di fine
Consapevolezza dell'ambiente di calcolo e del metodo di lav...	12/01/2016	31/03/2016
Consapevolezza del progetto	01/02/2016	03/10/2016
Individuazione del metodo da applicare	29/02/2016	27/05/2016
Scelta dei campi da produrre e da salvare permanentemente	15/03/2016	27/05/2016
Scelta del dominio di calcolo	29/02/2016	28/04/2016
Valutazione della qualità dei campi prodotti	20/05/2016	15/12/2017
Esecuzione dei run e monitoraggio	01/04/2016	01/12/2017
Archiviazione dei prodotti	15/07/2016	01/12/2017
Documentazione del lavoro svolto e dei risultati ottenuti	12/01/2016	29/12/2017



- Produzione database: 2015,2016,2010,2011,2012, 2013,2014
- Post-processamento output: 2015,2016,2010,2011,2012, 2013,2014
- Monitoraggio prodotti: 2015/2010/2011/2014/2012

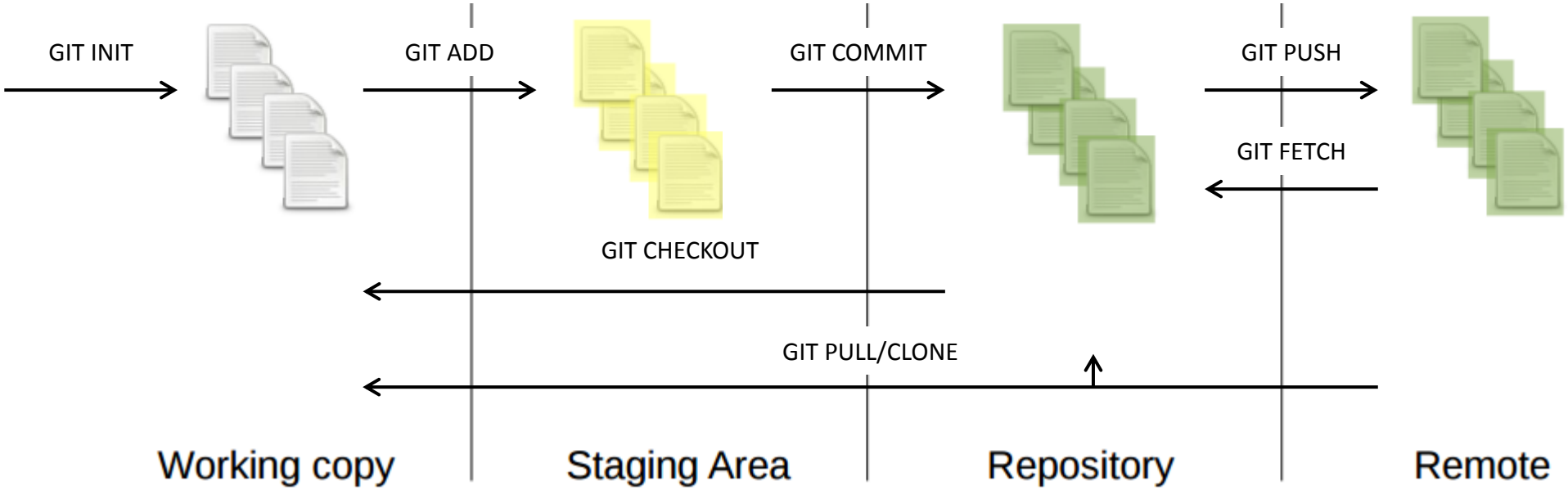
Utilizzo di TRAC e JENKINS

Cerca

connesso come goglioa | Esci | Preferenze | Aiuto/Guida | Info su Trac

Wiki | Cronologia | Obiettivi | **Sorgenti** | Segnalazioni | Nuova segnalazione | Cerca

➢ **REPOSITORY GIT** ⟶ Versionamento ed archiviazione del codice



Non modificato | Aggiunto | Rimosso

637	696	IF (es /= 0) THEN
638	697	CALL grib_get_error_string(es,error_str)
639		PRINT*,error_str
	698	WRITE(UNIT=*,FMT='(A)'),error_str
640	699	END IF

Utilizzo di TRAC e JENKINS

ARPA F.V.G.

Cerca

connesso come goglioa | Esci | Preferenze | Aiuto/Guida | Info su Trac

Wiki | Cronologia | Obiettivi | Sorgenti | Segnalazioni | Nuova segnalazione | Cerca

wiki: WikiStart

Pagina iniziale | Indice | Cronologia

➢ **WIKI-CRMA** ⟶ Documentazione attività

Goglioa le mie discussioni le mie preferenze osservati speciali miei contributi esci

voce | discussione | modifica | cronologia | sposta | segui

Project NAUSICA

Indice [nascondi]

1 Introduzione
2 Strumenti e loro utilizzo nell'ambito del progetto NAUSICA
3 Test Preliminari
4 Estensione del dominio regionale
5 Correzione temperature superficiali del mare
6 Confronto quantitativo tra serie temporali di misure e simulazioni

Introduzione [modifica]

Obiettivo principale: **Creazione di un database di analisi meteorologiche relativo alla regione del Friuli Venezia Giulia (FVG)**

Nome in codice del progetto: **NAUSICA**

Questo progetto ha come obiettivo la realizzazione di un database di analisi meteorologiche per il Friuli Venezia Giulia (FVG). Il database consiste in 16 anni di simulazioni atmosferiche (dal 2000 al 2015) utilizzando il modello numerico atmosferico WRF, con un two-way nesting su tre domini:

- continentale (a risoluzione spaziale di 50km),
- nazionale (a risoluzione spaziale di 10 km) ricoprendo l'intera penisola italiana, e
- regionale (a risoluzione spaziale di 2 km) centrato sul FVG (per i dettagli leggere estensione del dominio regionale).

Gli output di quest'ultimo, del quale consiste il database archiviato, vengono salvati con una cadenza temporale di 1 ora.

Nausica incontra Odisseo

Strumenti e loro utilizzo nell'ambito del progetto NAUSICA [modifica]

- Modello numerico atmosferico WRF (WRF-ARW e WPS)
- Post processing: UPP, GrADS, CDO, WGRIB, GRIB API
- Workflow manager ECFLOW
- Assimilazione di misure nei campi del modello: GSI

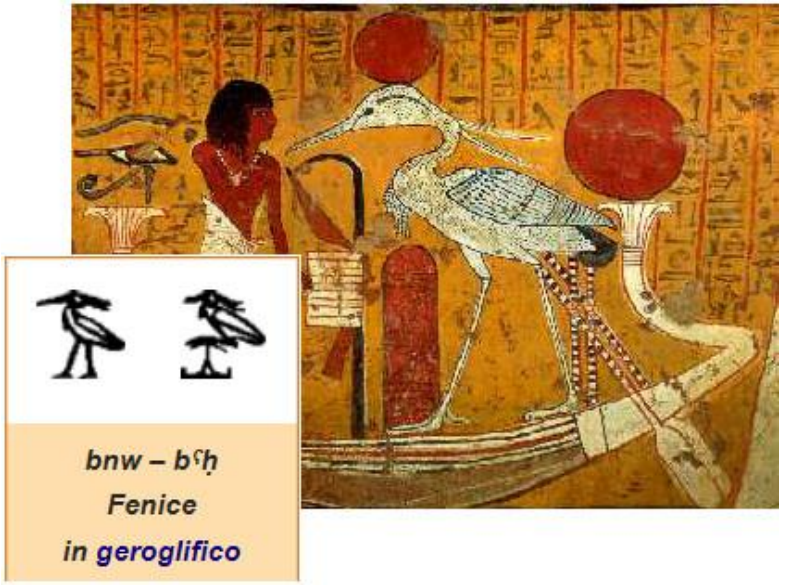
Utilizzo di TRAC e JENKINS

➢ **JENKINS** ⟶ Test di base sul codice

All

S	W	Nome ↓	Ultimo Successo	Ultimo Fallimento	Durata Ultimo
		ambiente_FENICE	6 mo 23 days - #18	N.D.	1.3 sec
		CALPUFF	1 yr 1 mo - #1	N.D.	1.7 sec
		complements	16 days - #18	27 days - #16	1.4 sec
		COSMO	2 mo 6 days - #4	2 mo 6 days - #3	1.8 sec
		DELFI_BackEnd	11 mo - #22	11 mo - #23	1.1 sec
		FARM	15 days - #50	3 mo 10 days - #40	2.8 sec
		Hello	1 yr 9 mo - #21	1 yr 9 mo - #14	1.2 sec
		Nausica	12 days - #68	5 mo 17 days - #50	6.2 sec
		operative_workflows	14 days - #121	N.D.	1.2 sec
		simulations	1 yr 1 mo - #1	N.D.	2.2 sec
		WRF	14 days - #64	9 mo 10 days - #10	1.8 sec

Cluster di calcolo regionale: la FENICE



Code di calcolo disponibili

ARPA : **2 nodi di calcolo 64 core** Intel 2.10 GHz 63GB RAM connessi al *master node* con rete Ethernet

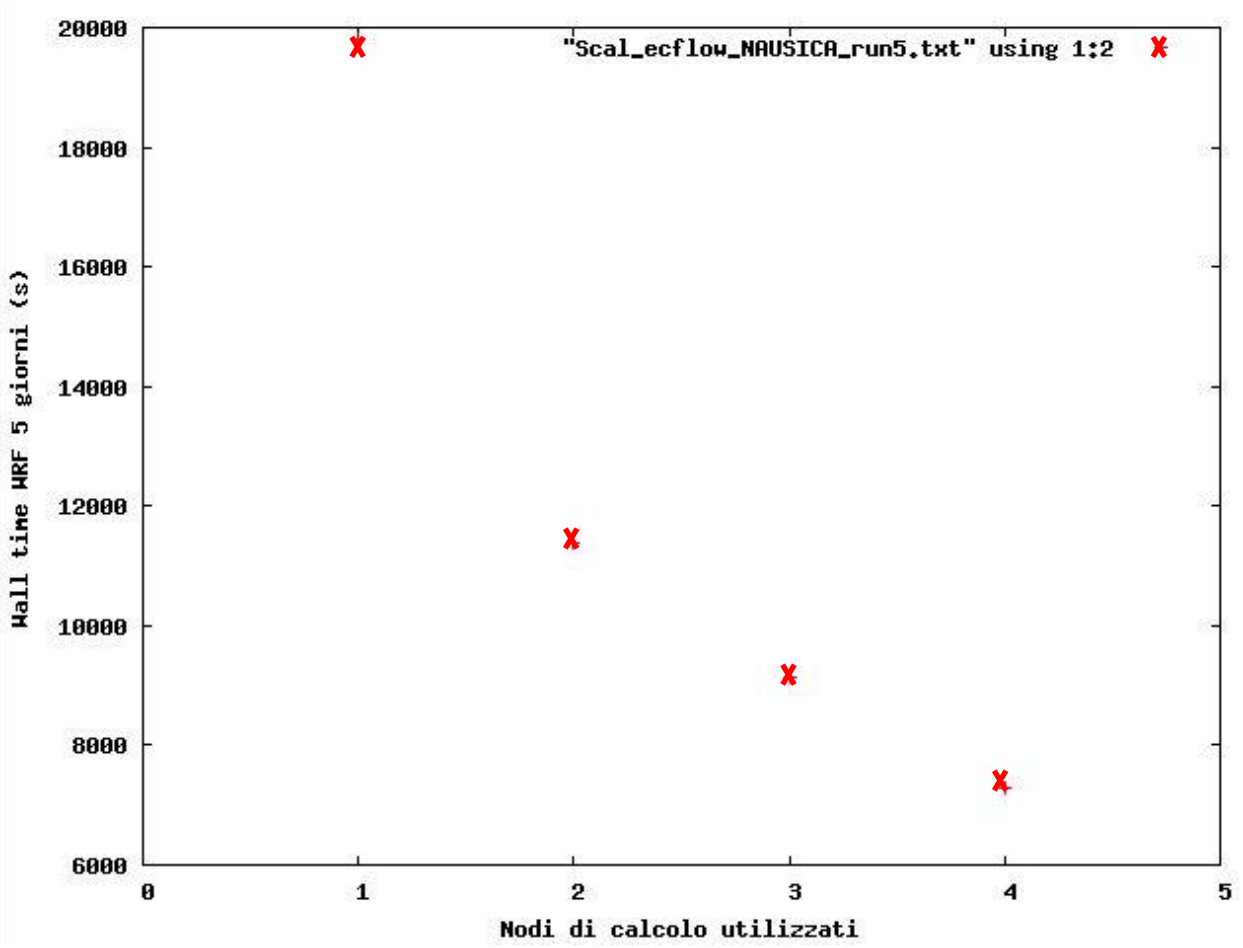
HP : **4 nodi di calcolo 32 core** Intel 2.30 GHz 126GB RAM connessi al *master node* con rete InfiniBand

JULIA : **8 nodi di calcolo 40 core** Intel 2.10 GHz 126GB RAM connessi al *master node* con rete InfiniBand

INDICE della presentazione

1. **Introduzione:**
   - obiettivi e motivazioni
   - modello WRF e altri strumenti
   - metodo di lavoro
   - risorse di calcolo disponibili
2. **Parametri del run:**
   - scalabilità del modello su coda hp
   - definizione del dominio regionale
   - parametri di WRF e UPP:
     - grandezze cumulate
     - modello di suolo
     - aggiornamento SST e campi associati
   - necessità di assimilazione misure nel modello
3. **Suite NAUSICA_run e NAUSICA_pp:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
4. **Suite NAUSICA_pp** e **WRF_ana_post:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
5. **Suite NAUSICA_ver e NAUSICA_nc :**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
6. **Risultati:**
   - prodotti disponibili:
     - netCDF
     - GRIB
   - analisi eseguite
7. **Produzioni e sviluppi futuri**

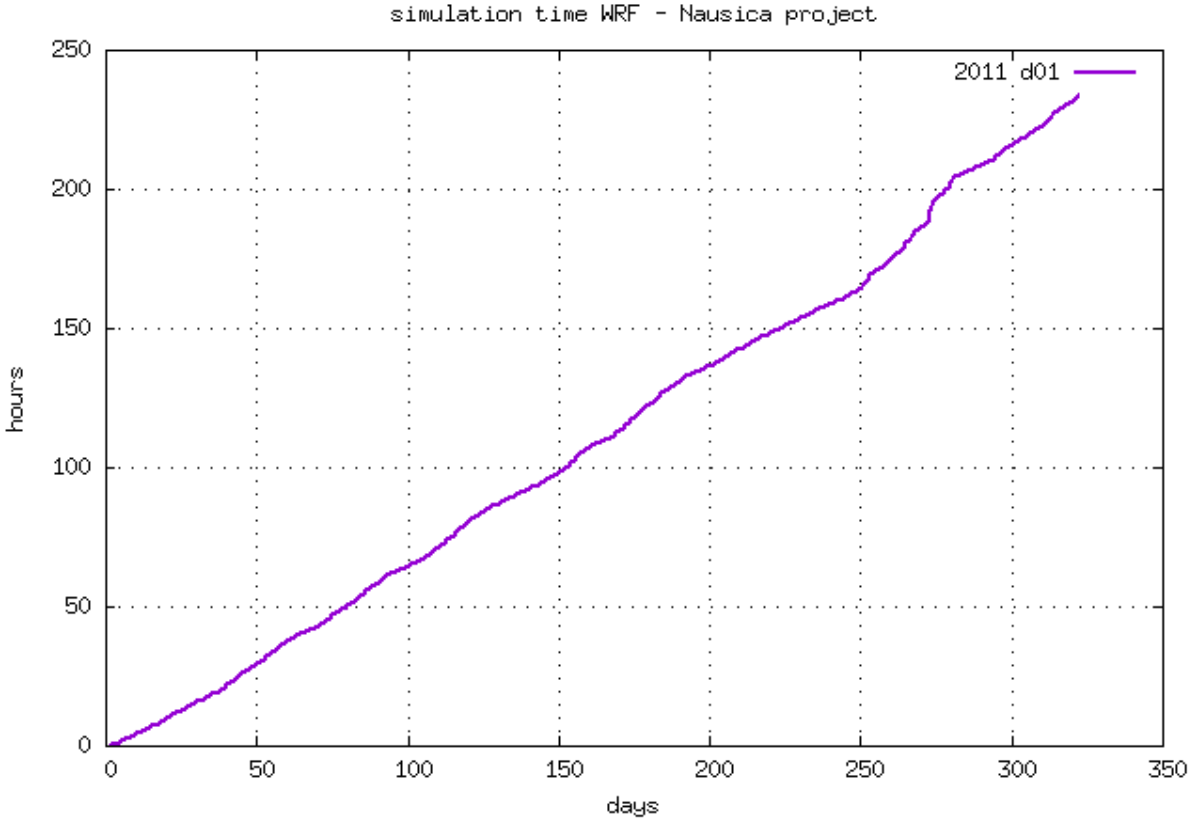
Ottimizzazione dell'utilizzo della coda di calcolo HP



⇒ Utilizzo di 3 (o 4 quando possibile) nodi di calcolo per run del WRF in alternanza con l'attività operativa: dalle 18:00 alle 2:00
(**1 anno simulato ≈ 25 giorni di calcolo**)

Ottimizzazione dell'utilizzo della coda di calcolo Julia

- 6 nodi - 20 ppn ≈ 9h per 10 g simulati
- 6 nodi - 30 ppn ≈ 6h per 10 g simulati
- 5 nodi - 30 ppn > 6h per 10 g simulati
- 6 nodi - 40 ppn X



⇒ Utilizzo di **30 core su 6 nodi di calcolo** in continuo per run del WRF
(**1 anno simulato ≈ 10 giorni di calcolo**)

Incremento dimensioni del dominio regionale

- ✓ Maggiore area ad alta risoluzione (2 km)
- ✘ Maggiore tempo di calcolo
- ✘ Evitare la chiusura in zona montuosa

Dimensioni originali (operatività):

- Area (griglia 91x91): **Friuli Venezia Giulia**
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core): **Δt ≈ 2 h 30'**

Incremento dimensioni del dominio regionale

✓ Maggiore area ad alta risoluzione (2 km)

✘ Maggiore tempo di calcolo

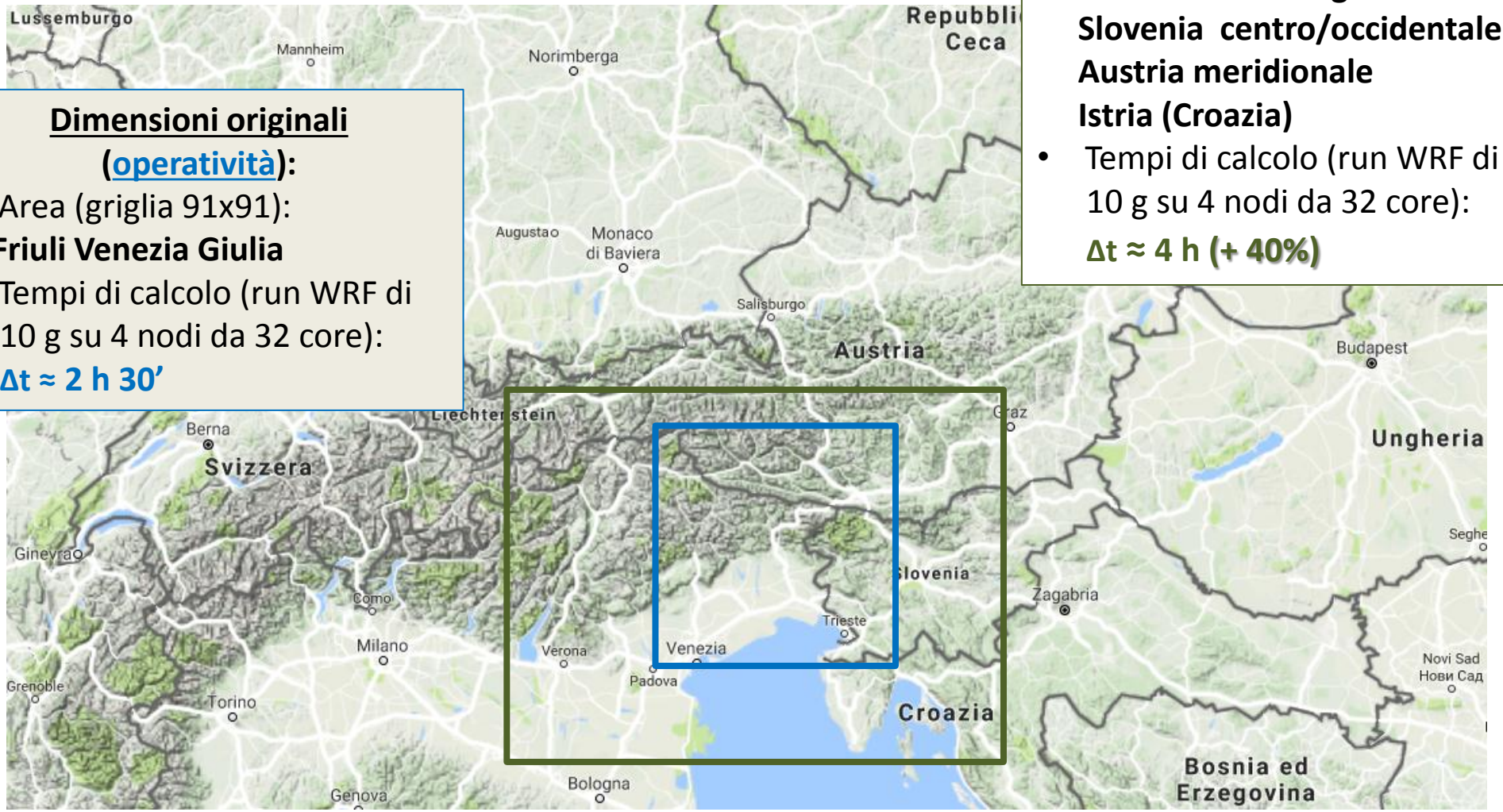
✘ Evitare la chiusura in zona montuosa

Dimensioni originali (operatività):

- Area (griglia 91x91):
  Friuli Venezia Giulia
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core):
  Δt ≈ 2 h 30'

1° estensione:

- Area (griglia 201x141):
  Friuli Venezia Giulia
  Veneto
  Trentino Alto Adige
  Slovenia centro/occidentale
  Austria meridionale
  Istria (Croazia)
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core):
  Δt ≈ 4 h (+ 40%)



Incremento dimensioni del dominio regionale

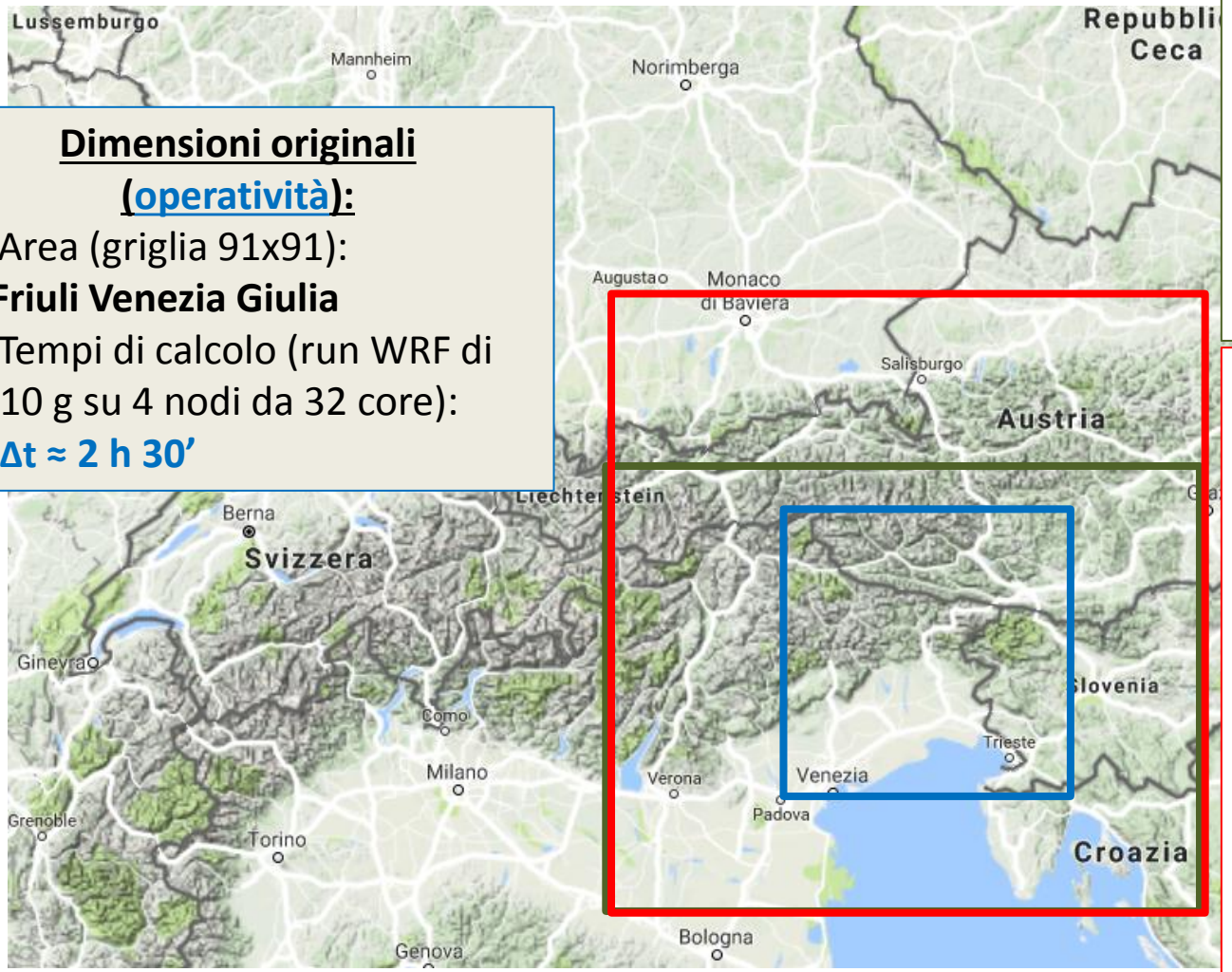
✓ Maggiore area ad alta risoluzione (2 km)

✘ Maggiore tempo di calcolo

✘ Evitare la chiusura in zona montuosa

Dimensioni originali (operatività):

- Area (griglia 91x91):
  Friuli Venezia Giulia
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core):
  Δt ≈ 2 h 30'



1° estensione:

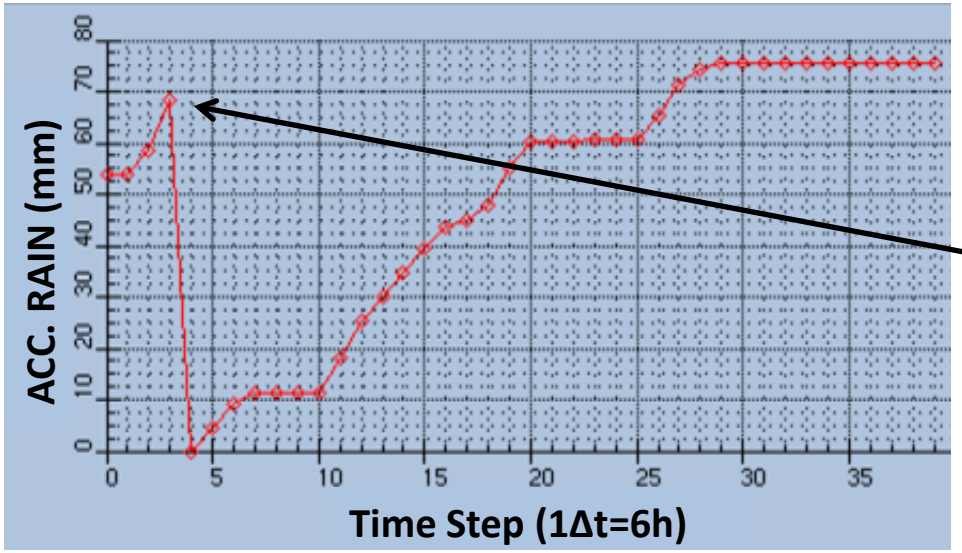
- Area (griglia 201x141):
  Friuli Venezia Giulia
  Veneto
  Trentino Alto Adige
  Slovenia centro/occidentale
  Austria meridionale
  Istria (Croazia)
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core):
  Δt ≈ 4 h (+ 40%)

2° estensione:

- Area (griglia 201x201):
  Friuli Venezia Giulia
  Veneto
  Trentino Alto Adige
  Slovenia centro/occidentale
  Austria centro/meridionale
  Germania sud-orientale
  Istria (Croazia)
- Tempi di calcolo (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core):
  Δt ≈ 5 h (+50%)

Modifica dei parametri relativi alle GRANDEZZE CUMULATE

File_d01 netCDF



Problema:

Limite massimo per grandezze cumulate (pioggia e neve)

⇒

Soluzione:

✓ WRF namelist:
bucket_mm=-1
bucket_J=-1

File GRIB

```
136:9276968:d=15010100:TMP:1000 mb:4812hr fcst:NAve=0
137:9336866:d=15010100:POT:1000 mb:4812hr fcst:NAve=0
138:9396764:d=15010100:RH:1000 mb:4812hr fcst:NAve=0
139:9466626:d=15010100:UGRD:1000 mb:4812hr fcst:NAve=0
140:9526524:d=15010100:VGRD:1000 mb:4812hr fcst:NAve=0
141:9586422:d=15010100:HGT:sfc:4812hr fcst:NAve=0
142:9666250:d=15010100:TMP:sfc:4812hr fcst:NAve=0
143:9751060:d=15010100:WEASD:sfc:4812hr fcst:NAve=0
144:9805974:d=15010100:TMP:2 m above gnd:4812hr fcst:NAve=0
145:9885802:d=15010100:RH:2 m above gnd:4812hr fcst:NAve=0
146:9955664:d=15010100:PRES:2 m above gnd:4812hr fcst:NAve=0
147:10040474:d=15010100:UGRD:10 m above gnd:4812hr fcst:NAve=0
148:10100372:d=15010100:VGRD:10 m above gnd:4812hr fcst:NAve=0
150:10165360:d=15010100:PRATE:sfc:4812hr fcst:NAve=0
151:10170450:d=15010100:CPRAT:sfc:0-204hr ave:NAve=0
152:10175540:d=15010100:PRATE:sfc:0-204hr ave:NAve=0
153:10180630:d=15010100:APCP:sfc:0-204hr acc:NAve=0
154:10260458:d=15010100:ACPCP:sfc:0-204hr acc:NAve=0
155:10265548:d=15010100:NCPCP:sfc:0-204hr acc:NAve=0
```

Problema:

Limite massimo per scrittura intervallo di integrazione

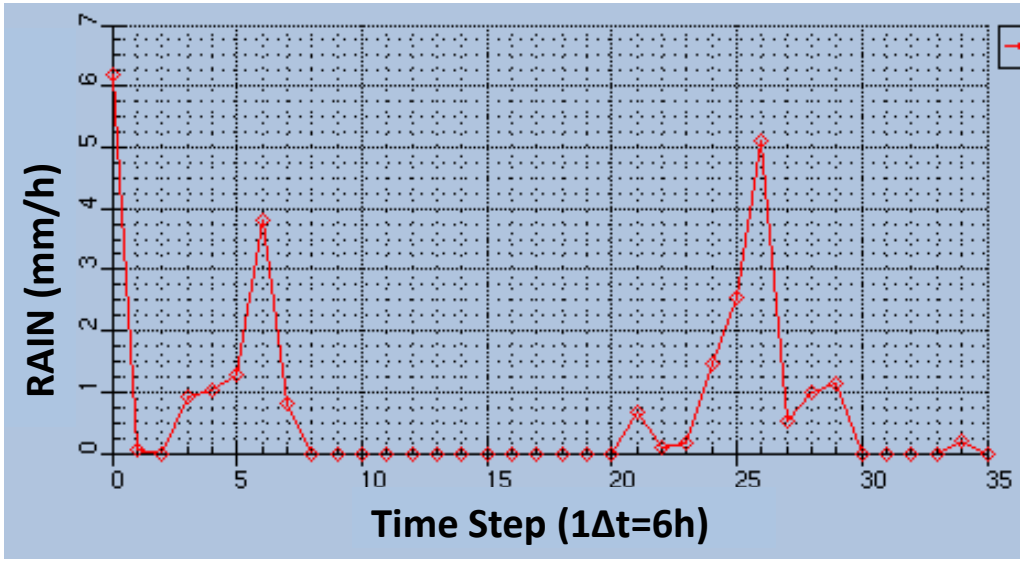
⇒

Soluzione:

✓ Modificato settaggio UPP (2 ottetti ∀ Δt)

Produzione diretta di GRANDEZZE ORARIE per le precipitazioni

File_d01 netCDF



⇐

✓ WRF namelist:
prec_acc_dt = 360,180,60
(prec_acc_c, prec_acc_nc e snow_acc_nc)

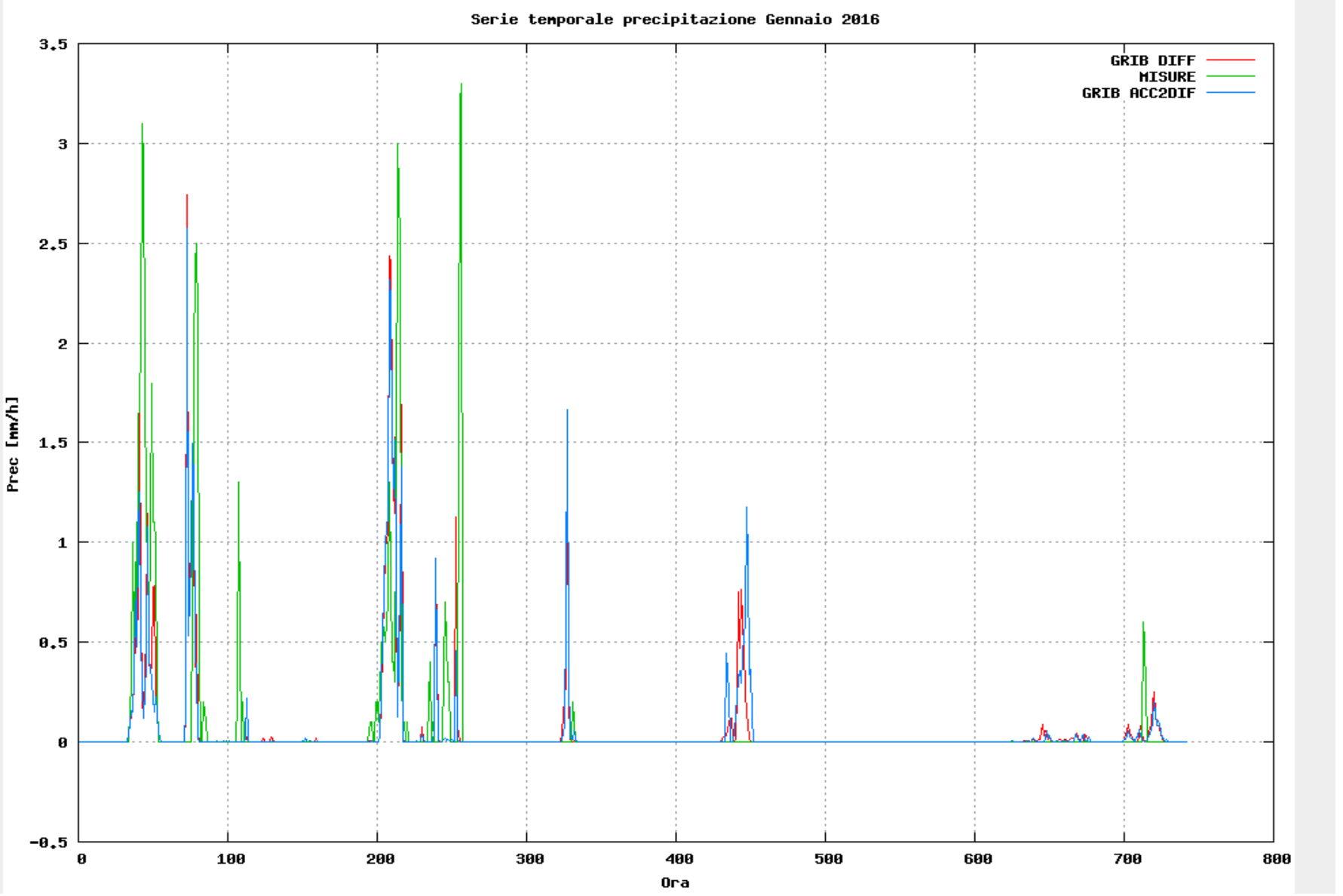
File GRIB

```
167:10450604:d=11010100:TMP:2 m above gnd:8028hr fcst:NAve=0
168:10525698:d=11010100:RH:2 m above gnd:8028hr fcst:NAve=0
169:10590792:d=11010100:PRES:2 m above gnd:8028hr fcst:NAve=0
170:10670886:d=11010100:UGRD:10 m above gnd:8028hr fcst:NAve=0
171:10725980:d=11010100:VGRD:10 m above gnd:8028hr fcst:NAve=0
172:10781074:d=11010100:SNOHF:10 m above gnd:valid 91-92hr:NAve=0
173:10781168:d=11010100:PRATE:sfc:8028hr fcst:NAve=0
174:10781262:d=11010100:CPRAT:sfc:0-92hr ave:NAve=0
175:10781356:d=11010100:PRATE:sfc:0-92hr ave:NAve=0
176:10781450:d=11010100:NCPCP:sfc:0-92hr acc:NAve=0
177:10856544:d=11010100:WEASD:sfc:0-92hr acc:NAve=0
178:10856638:d=11010100:APCP:sfc:91-92hr acc:NAve=0
179:10936732:d=11010100:ACPCP:sfc:91-92hr acc:NAve=0
180:10936826:d=11010100:SFCR:sfc:8028hr fcst:NAve=0
181:10936920:d=11010100:FRICV:sfc:8028hr fcst:NAve=0
182:11007014:d=11010100:CAPE:sfc:8028hr fcst:NAve=0
```

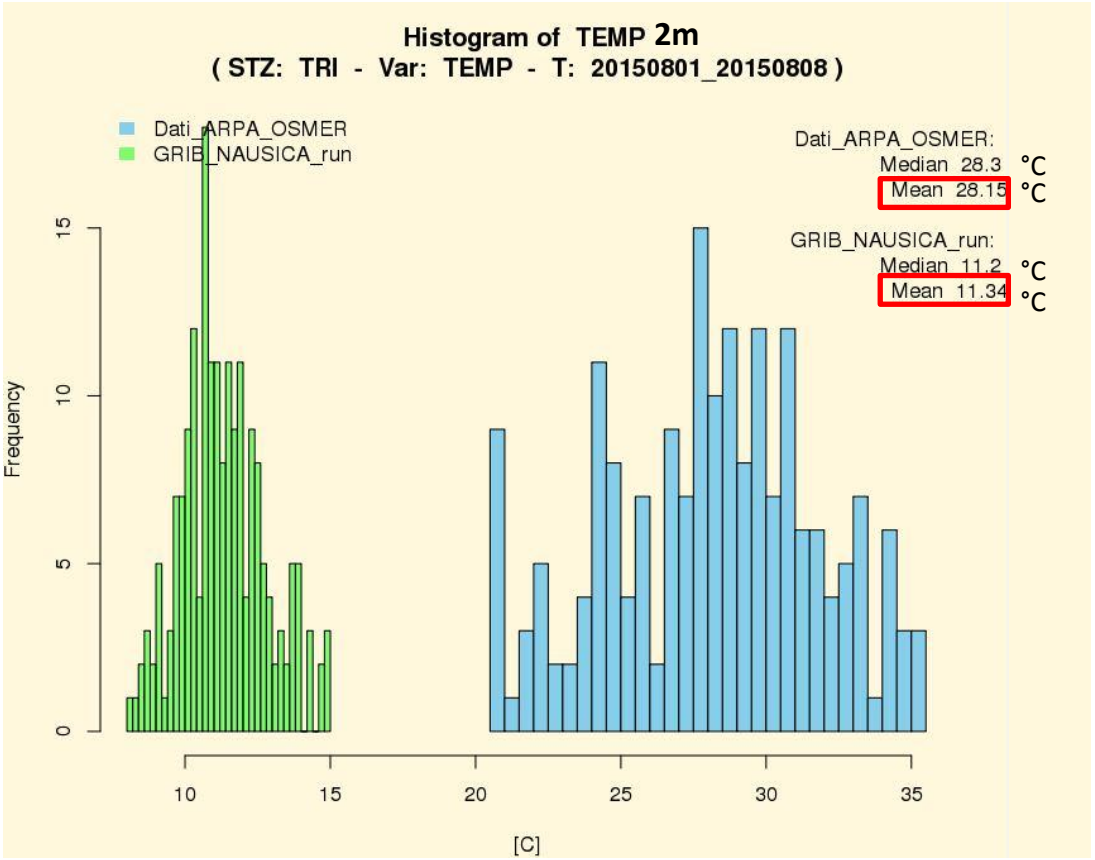
⇐

✓ Sostituzione cntr.parm:
acm total precip → BUCKET TOTAL PRECIP
acm convctiv precip → BUCKET CONV PRECIP

Produzione diretta di GRANDEZZE ORARIE per le precipitazioni

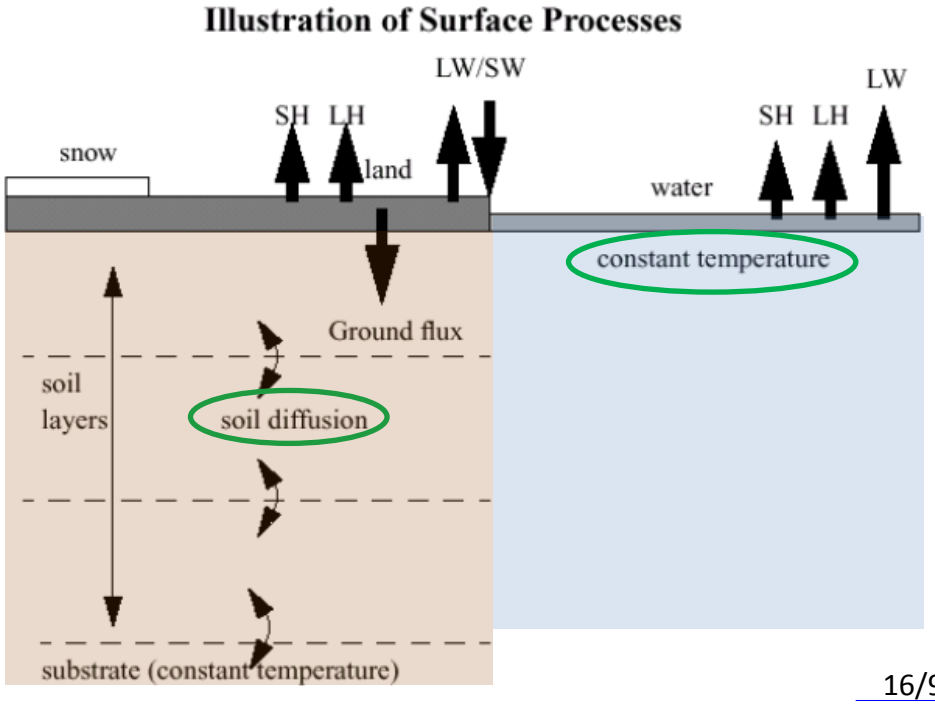


Scelta del MODELLO DI SUOLO e aggiornamento SST



⇒

Problema:
T simulazioni << T misurate



⇐

Soluzione:
- ✓ Cambio del **modello di suolo**
- ✓ Aggiornamento delle **SST**
- ✘ **Aumento tempi di calcolo:**
  (run WRF di 10 g su 4 nodi da 32 core)

Δt≈ 5 h —**+30%**→ **Δt≈6h 30'**

Modelli di suolo

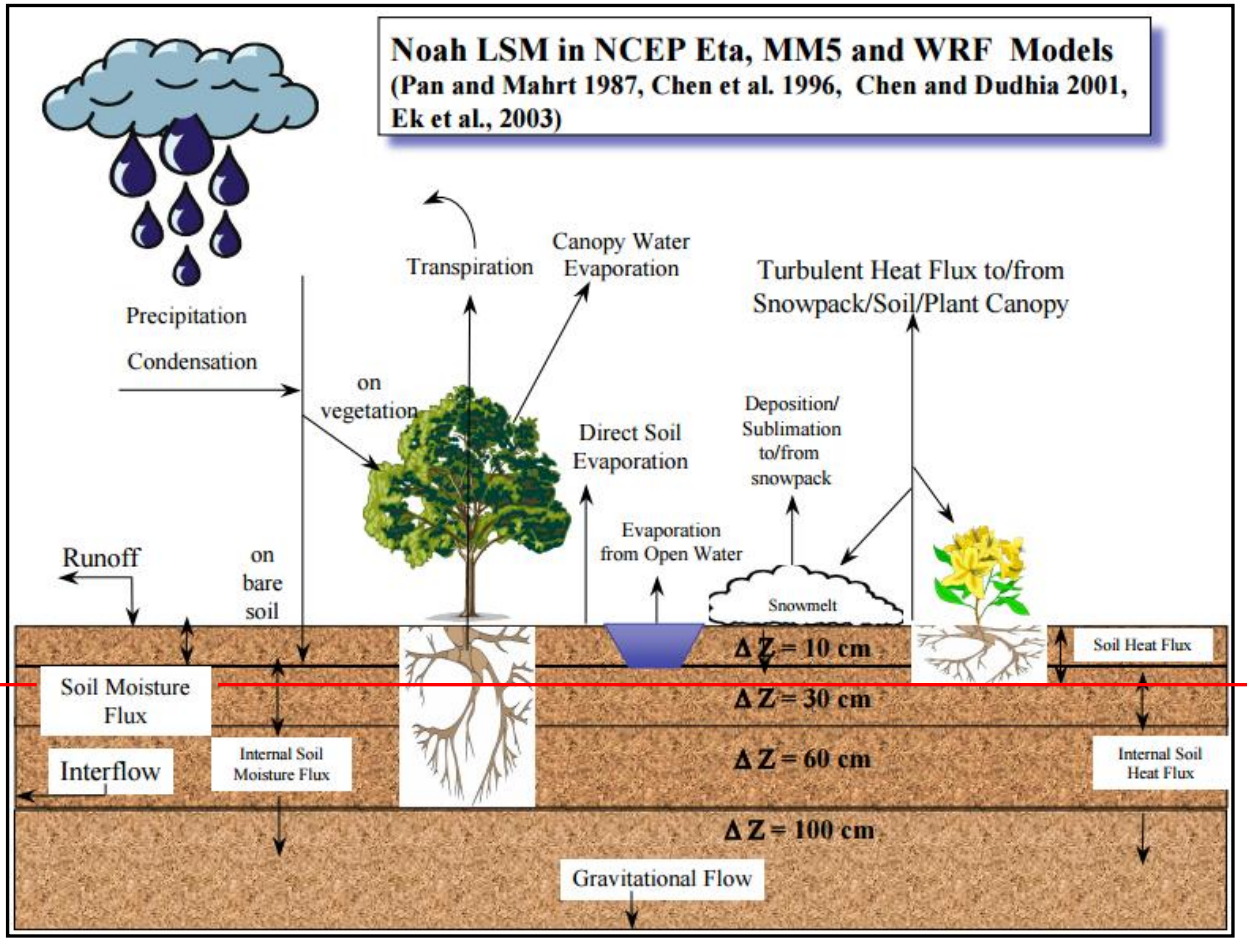
Thermal Diffusion Scheme (Operatività)

- 4 layer (2cm,5cm,11cm,23cm)
- Solo conduzione di calore

→

Noah Land Surface Model

- 5 layer (0cm,10cm,40cm,100cm,200cm)
- Conduzione calore, umidità del suolo, vegetazione, copertura nevosa



Effetti del cambiamento del modello di suolo

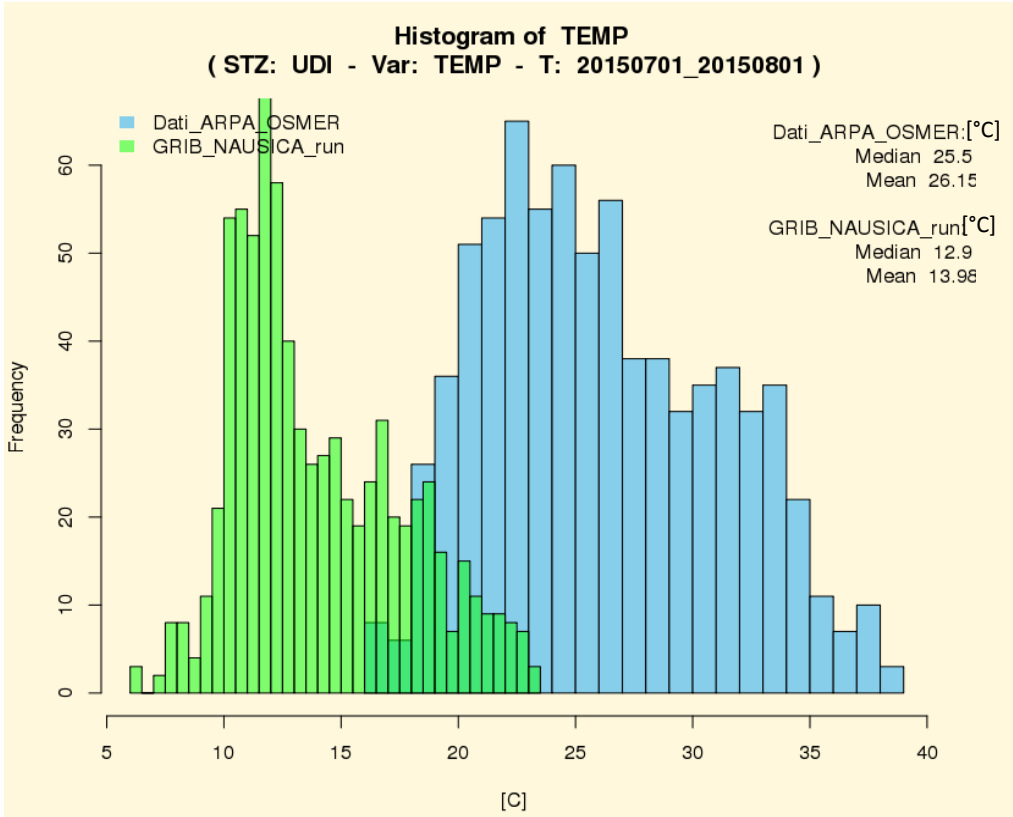
✘ **Thermal Diffusion Scheme** (Operatività)

- 4 layer (2cm,5cm,11cm,23cm)
- Solo conduzione di calore

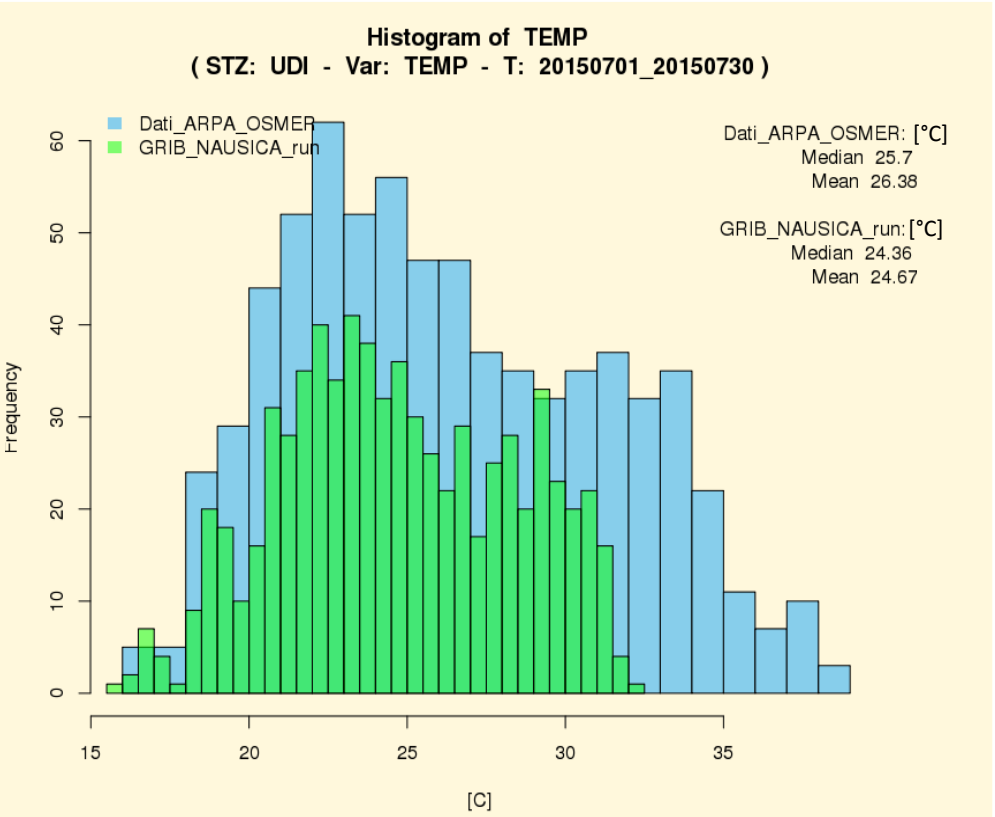
⟶

✓ **Noah Land Surface Model**

- 5 layer (0cm,10cm,40cm,100cm,200cm)
- Conduzione calore, umidità del suolo, vegetazione, copertura nevosa

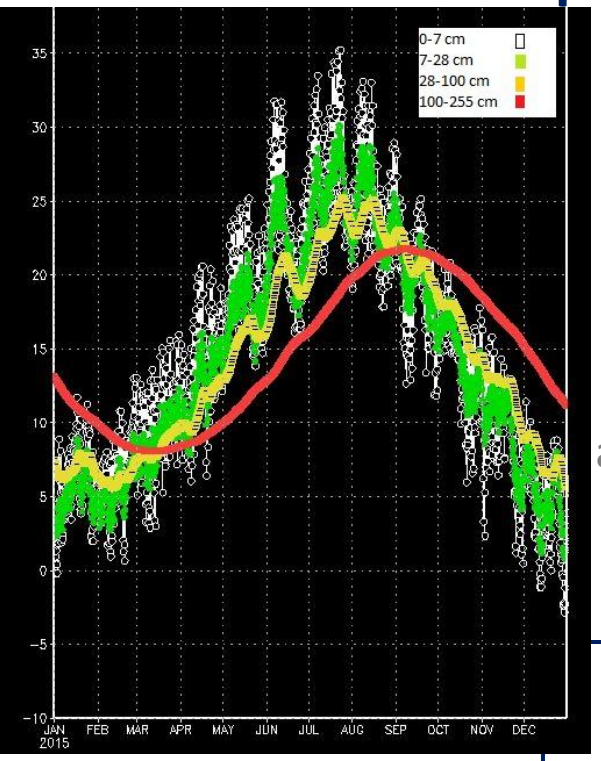


Δ<T> ≈ 12.2 °C



Δ<T> ≈ 1.7 °C

Analisi del problema relativo al Thermal Diffusion Scheme



WPS

WRF-ARW

ana_ecmwf.GRIB

ana-sfc_ecmwf.GRIB

UNGRIB
Decodifica GRIB

FILE:

SST:

wps.namelist

wrf.namelist

GEOGRID
Definizione dominio

geo.nc

METGRID
Interpolazione dati su griglia

met.nc

REAL
initial e bdy conditions

wrfin.nc

wrfbdy.nc

ARW
solutore

wrfrst.nc

wrfout.nc

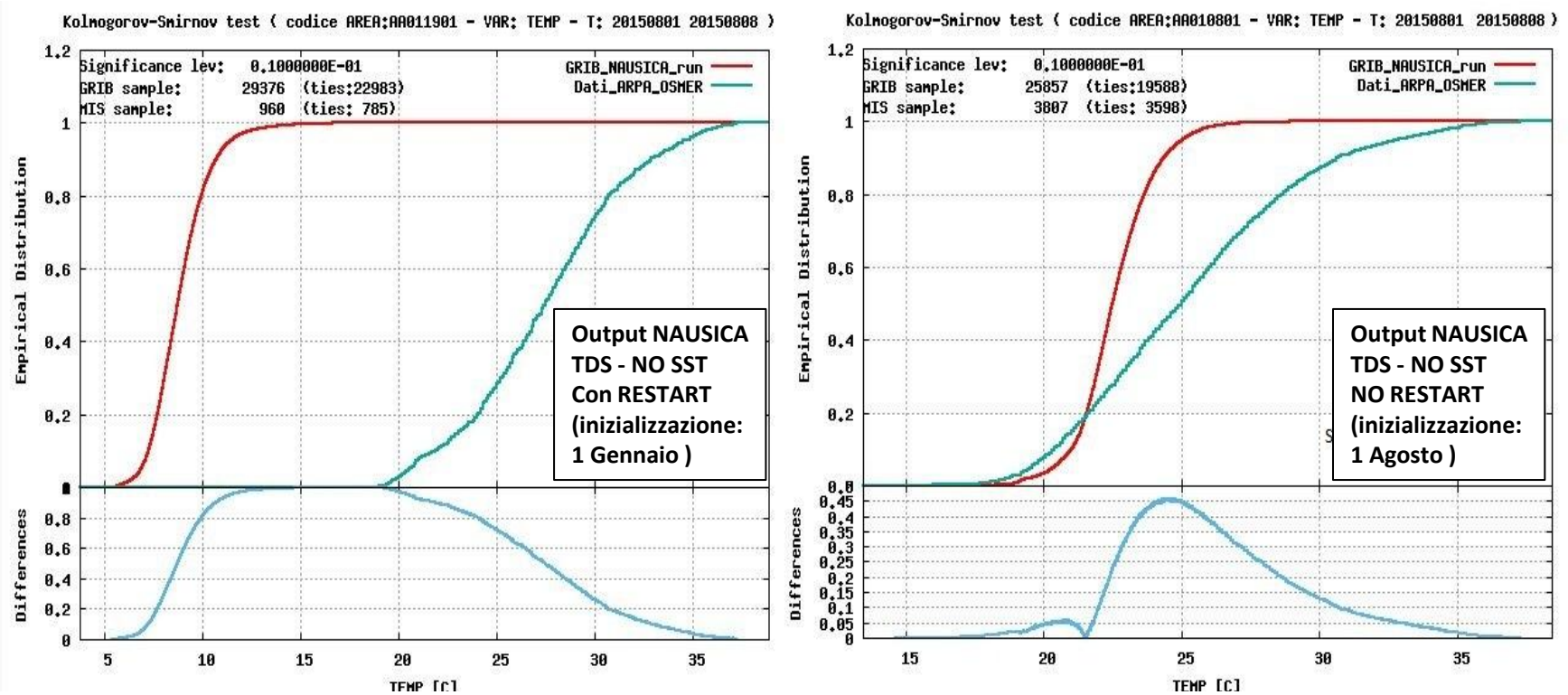
✓ STL

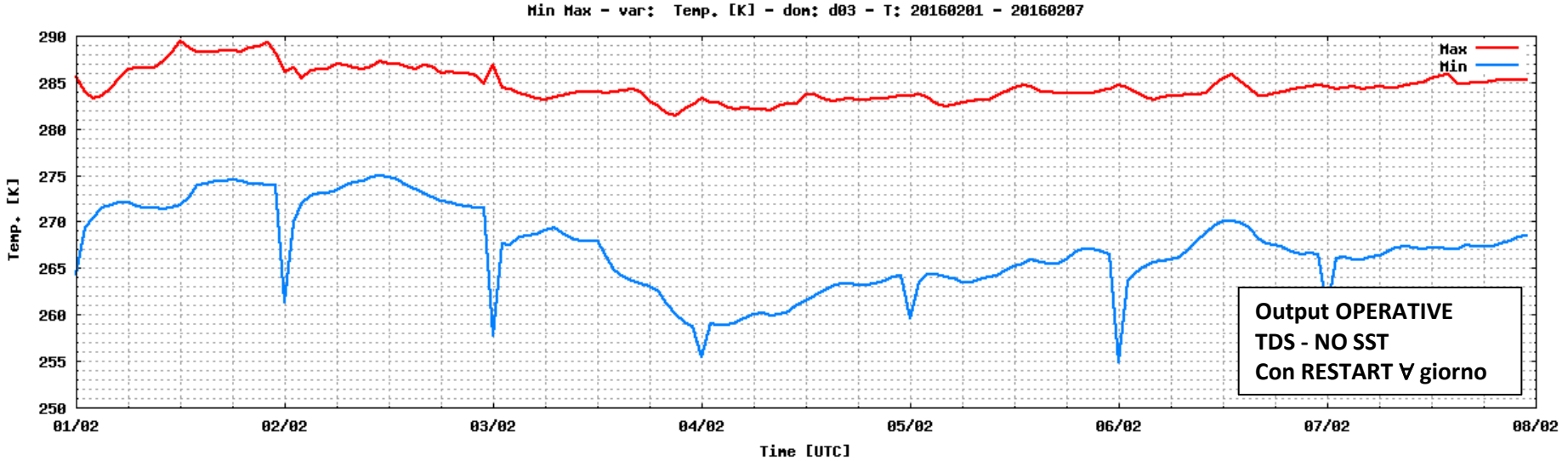
✓ SOILTEMP

✓ TSLB

✘ TSLB

Effetti del RESTART con il Thermal Diffusion Scheme



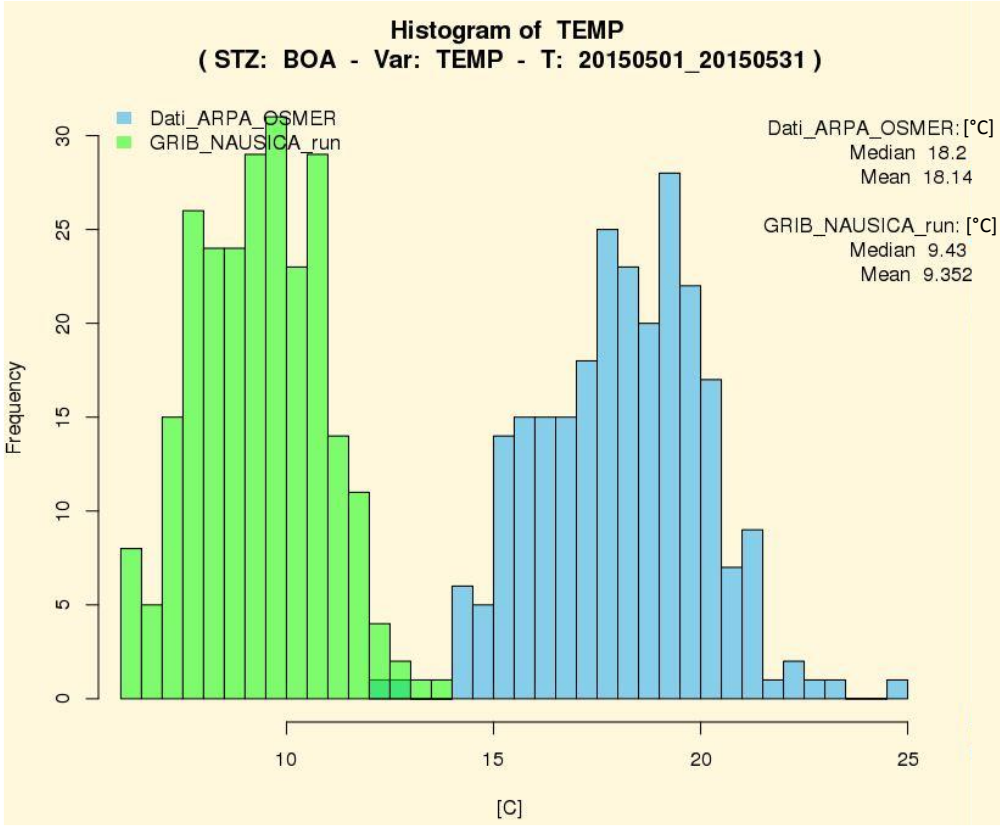


Effetto dell'aggiornamento delle SST

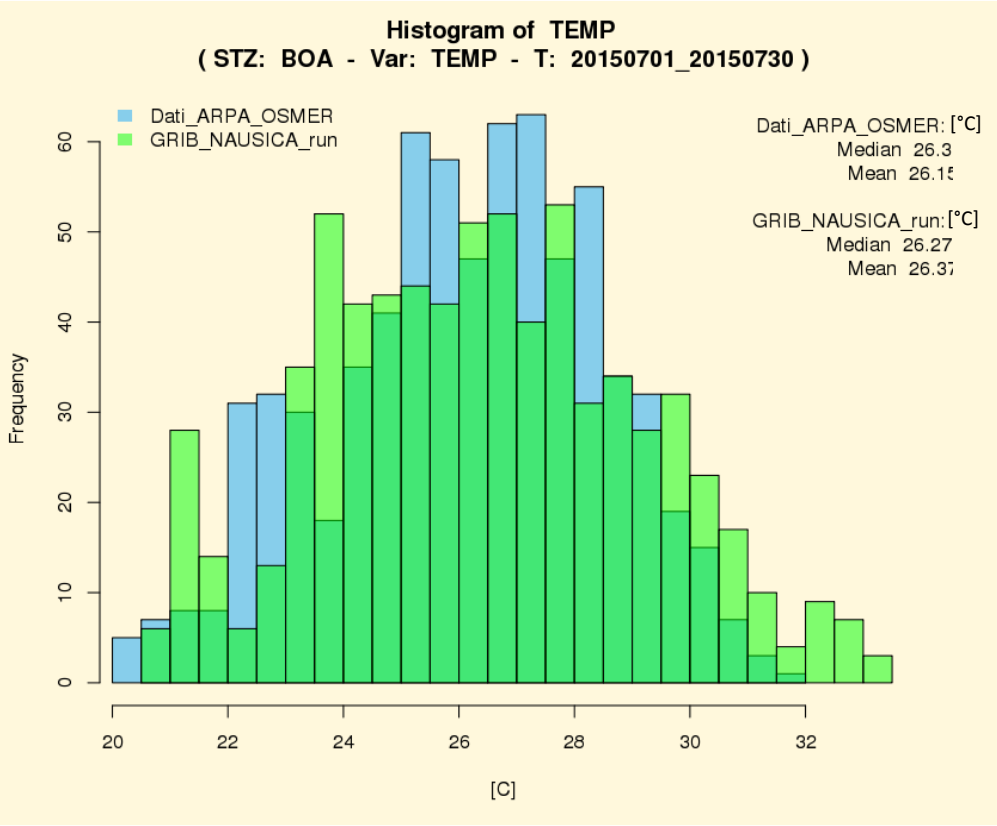
✘ **SST_update = 0**
(SST costante durante l'intera simulazione)

⟶

✓ **SST_update = 1**
(Aggiornamento ogni **6 ore** da file *analisi sfc ECMWF*)

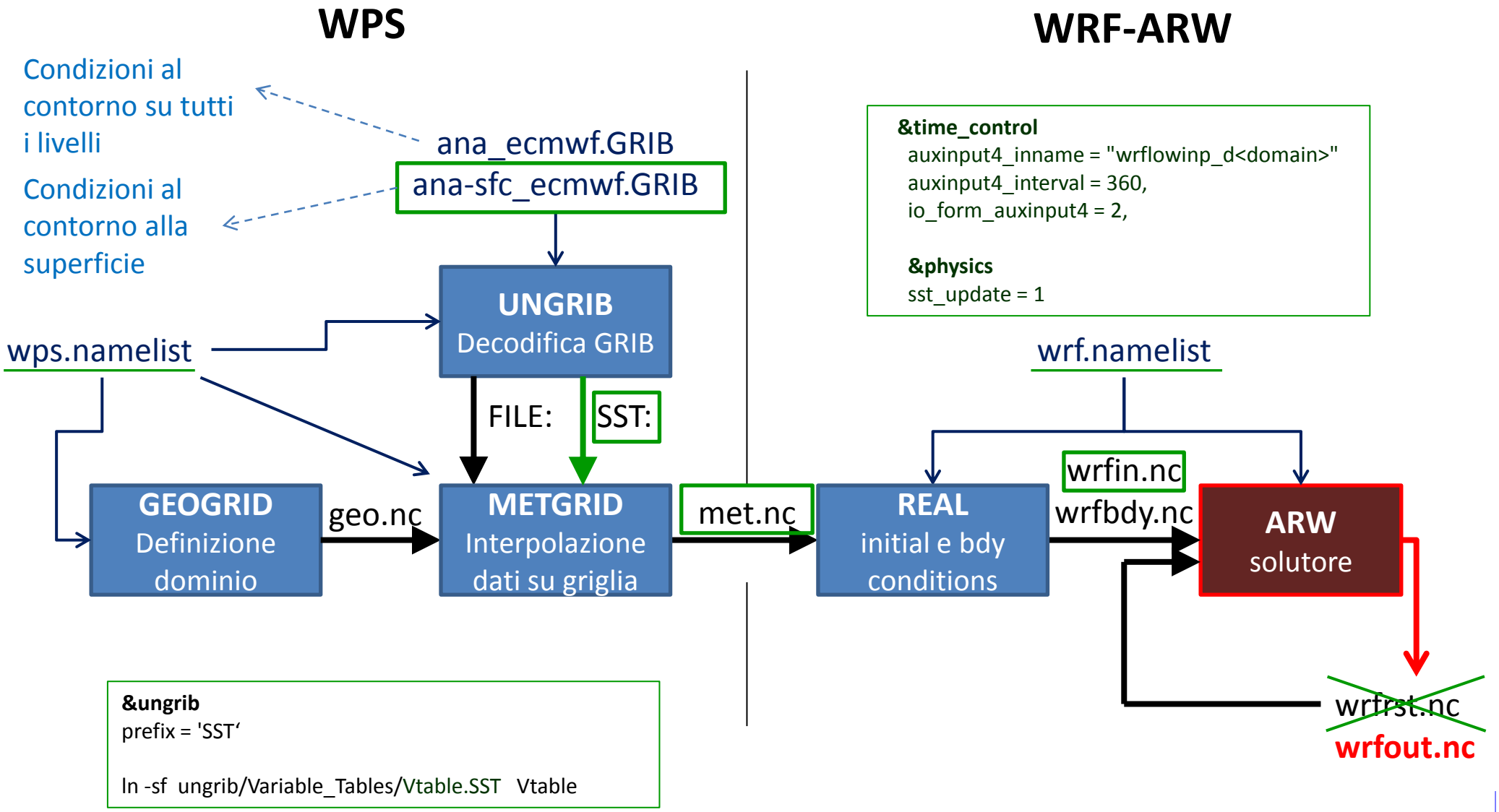


Δ<T> ≈ 8.8°C

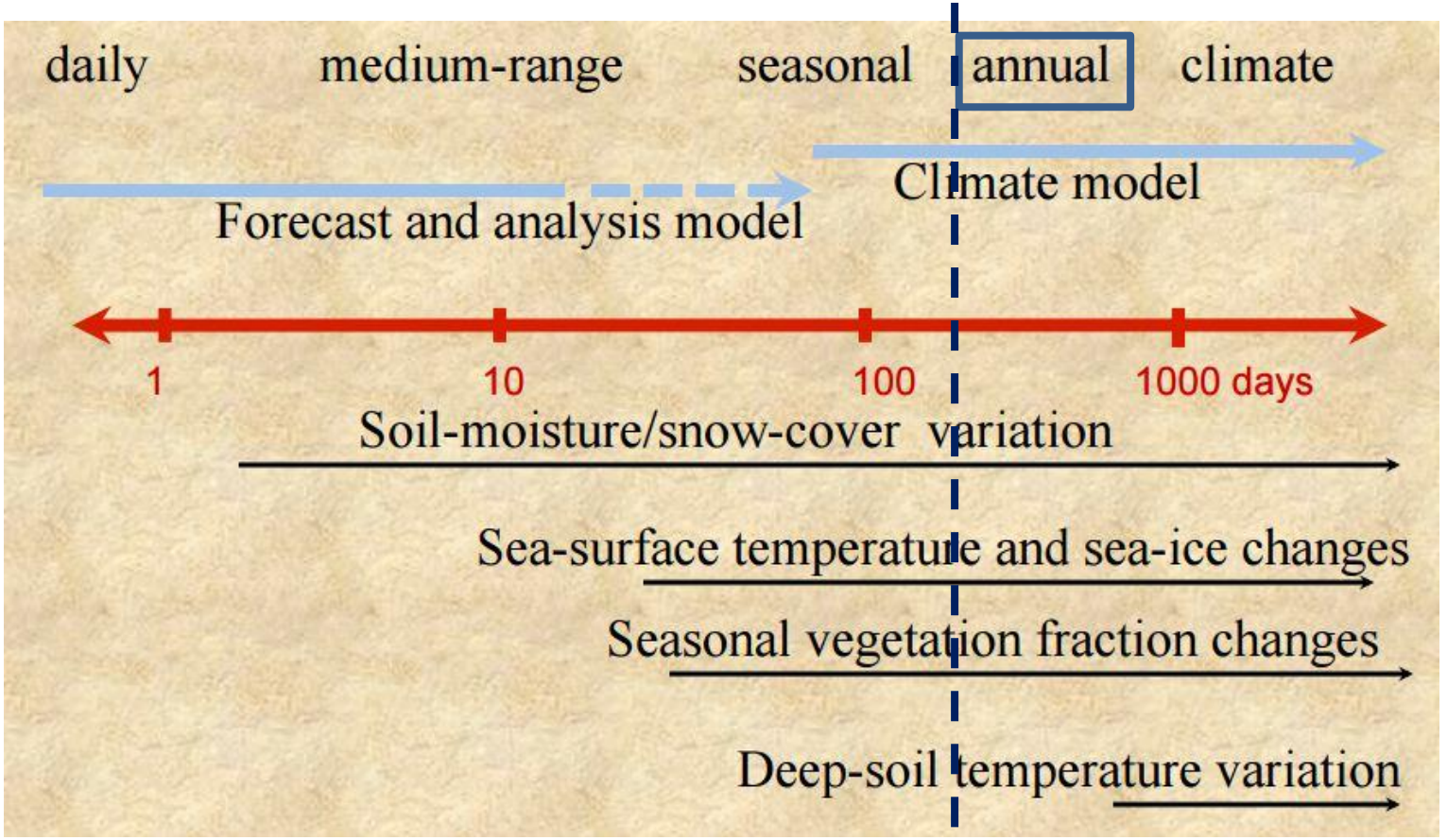


Δ<T> ≈ 0.2°C

WRF con aggiornamento SST



Aggiornamento SST e campi associati



NOAH LSM + SST update

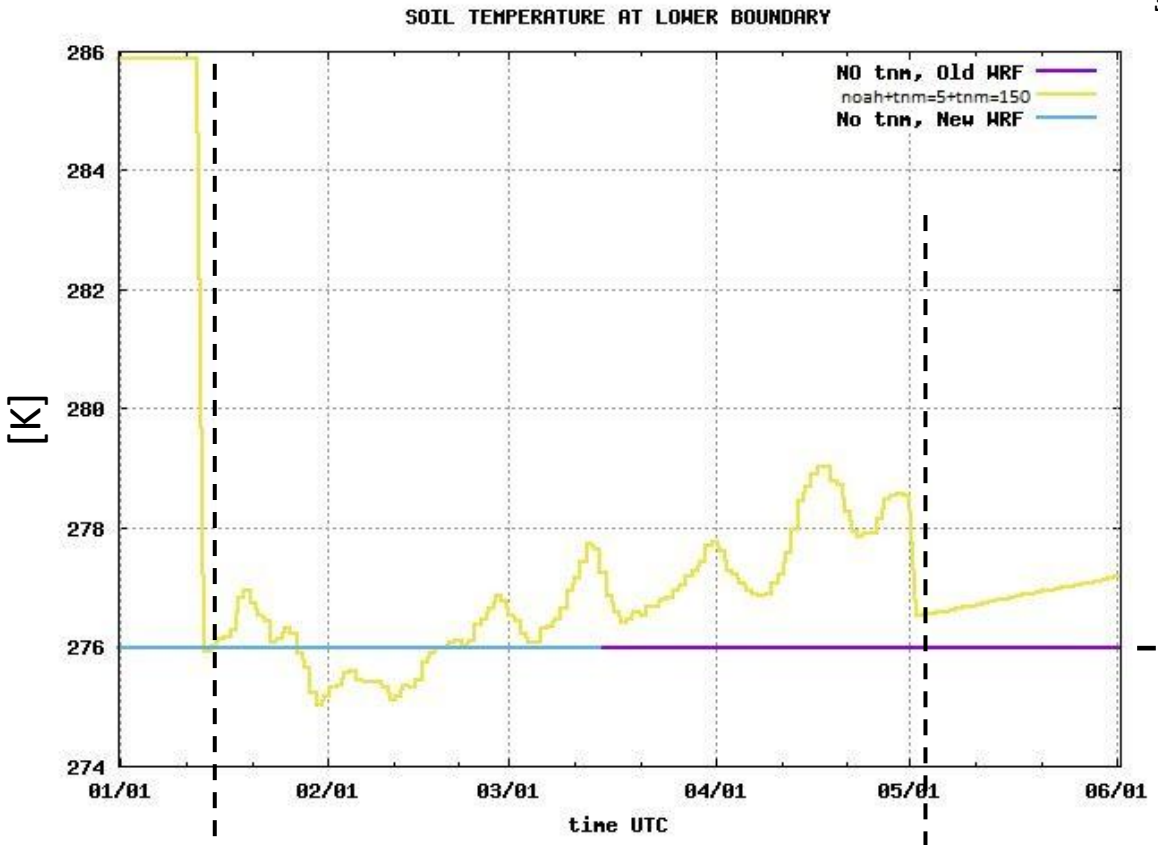
→ **TLAG**

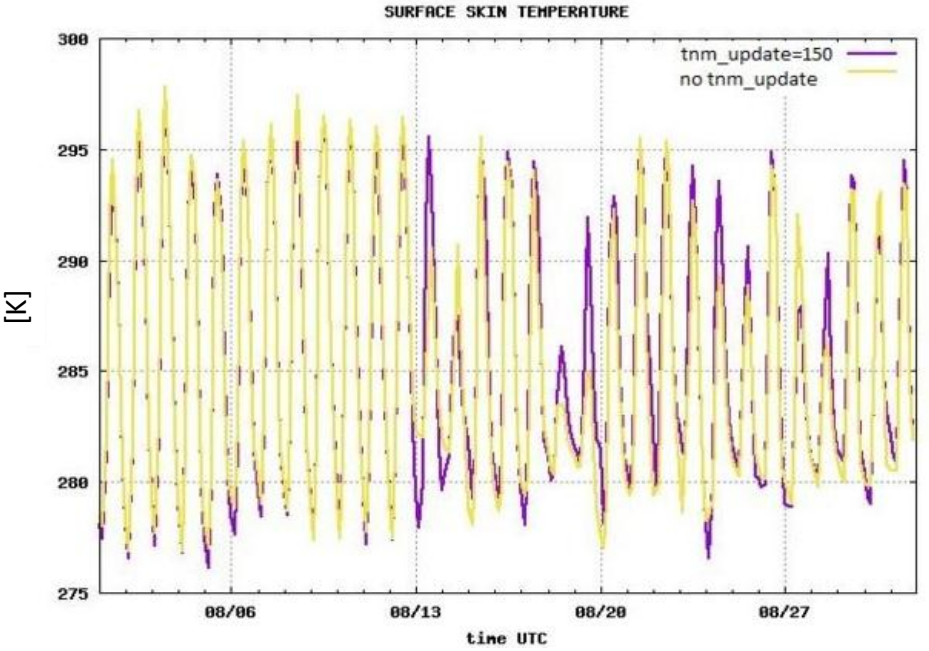
Aggiornamento della temperatura dello strato profondo

Namelist del WRF

WRF bug per V ≥ 3.7

- **tmn_update** = 1
- **lagday** = 150 [giorni] (periodo di calcolo della modulazione tramite temperatura superficiale)





NON influenza i livelli superiori

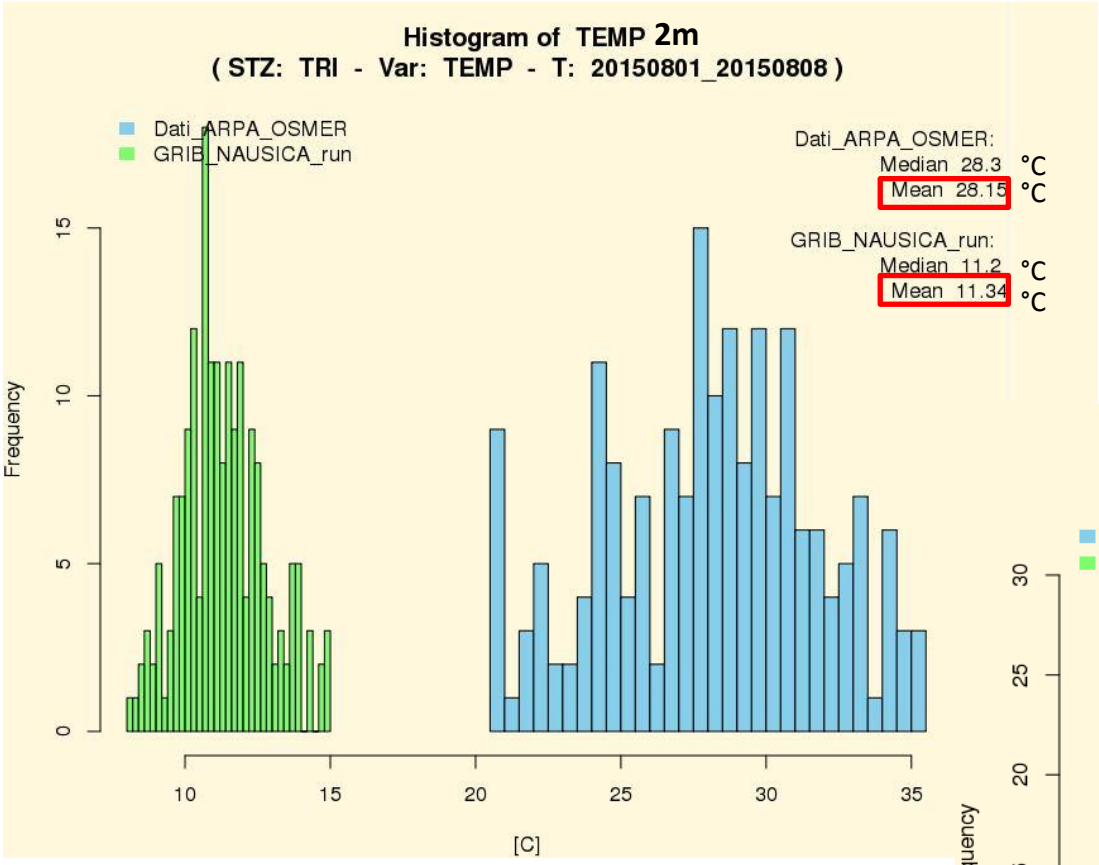
– -> **TDS**

NOAH LSM

TDS + **tmn_update** con **lagday** = 5 giorni

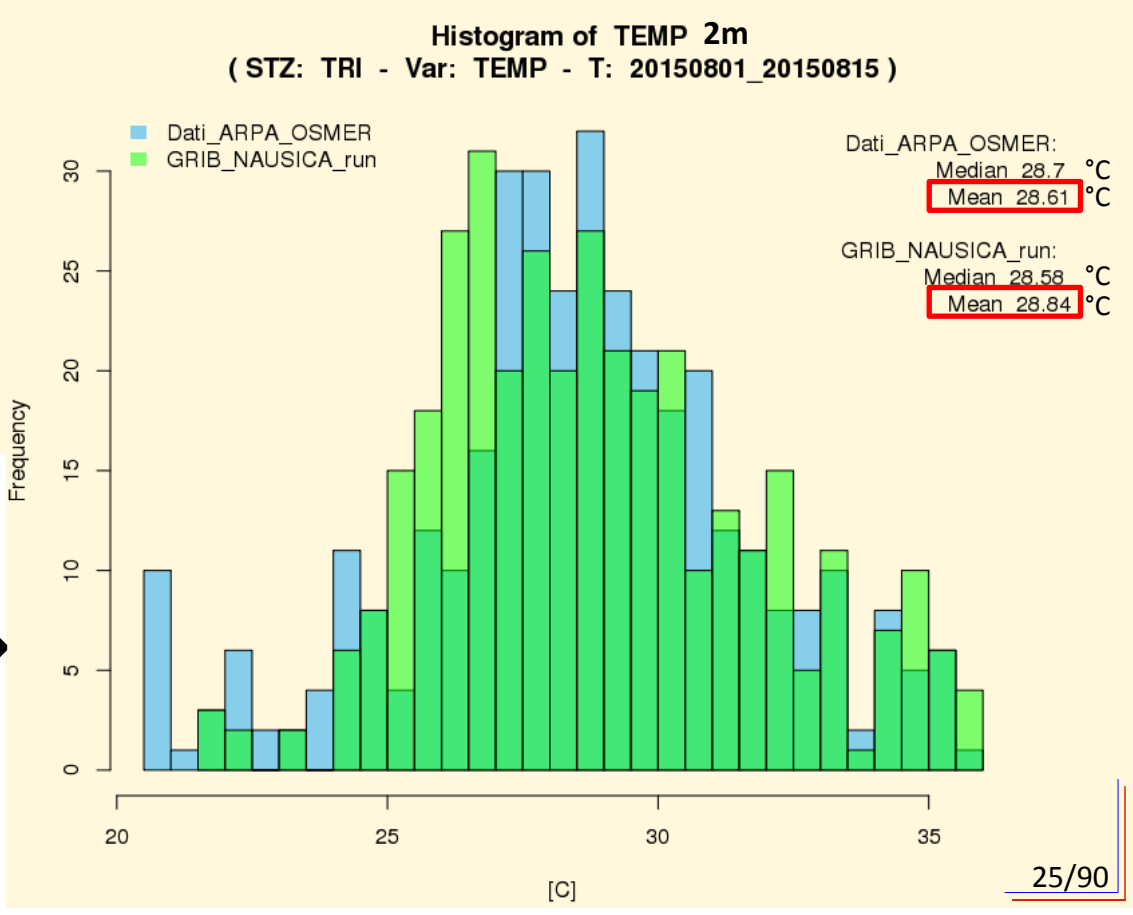
TDS + **tmn_update** con **lagday** = 150 giorni

NOAH LSM e aggiornamento SST ogni 6 ore



⇒

Problema:
T simulazioni << T misurate



Soluzione:

- ✓ Modello di suolo **NOAH**
- ✓ Aggiornamento delle **SST**
- ✘ **Aumento tempi di calcolo:**

(run WRF di 10 gg su 4 nodi da 32 core)

Δt≈ 5 h —+30%→ **Δt≈6h 30'**

⇒

Temperature del mare (confronto misure/analisi ECMWF)

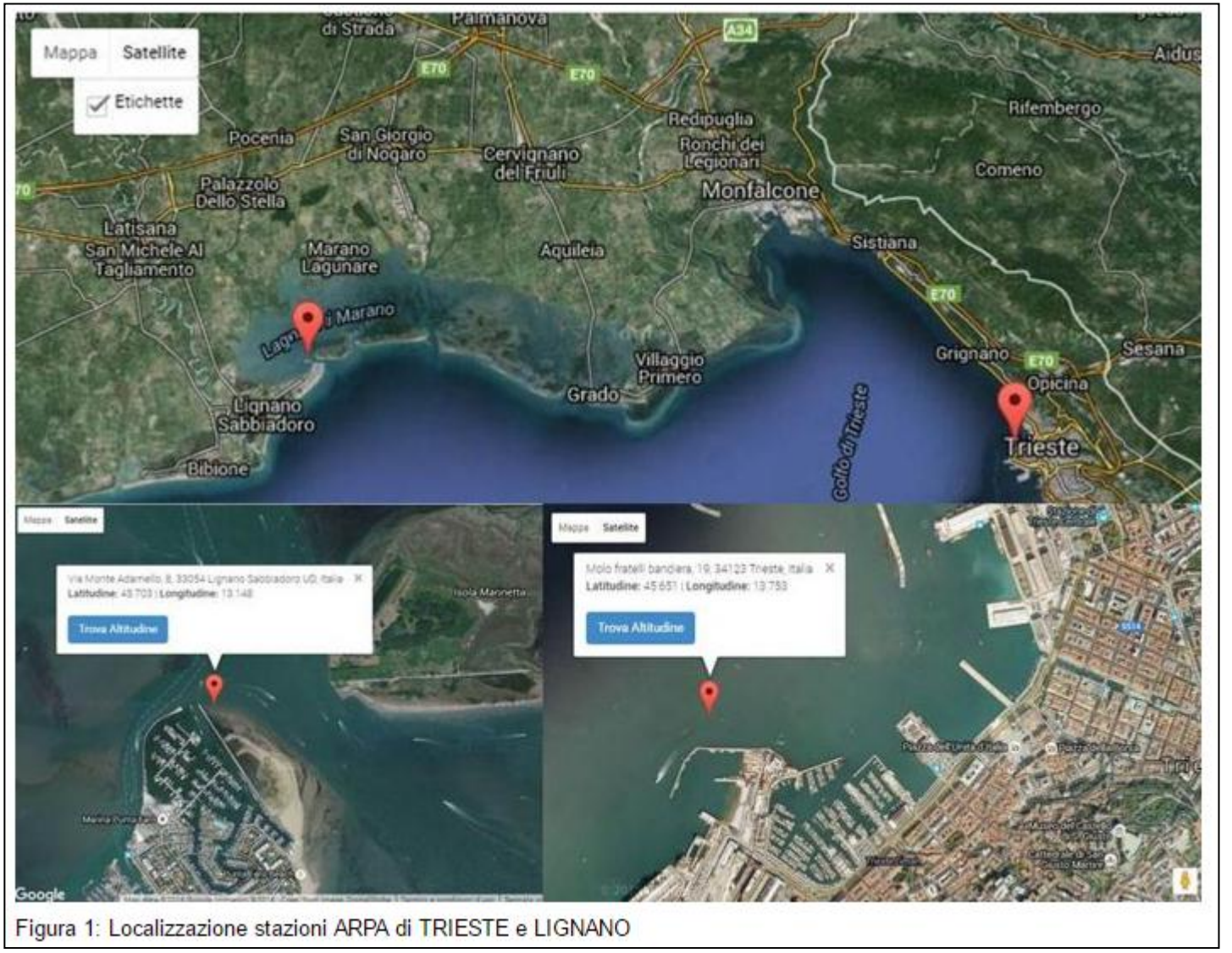


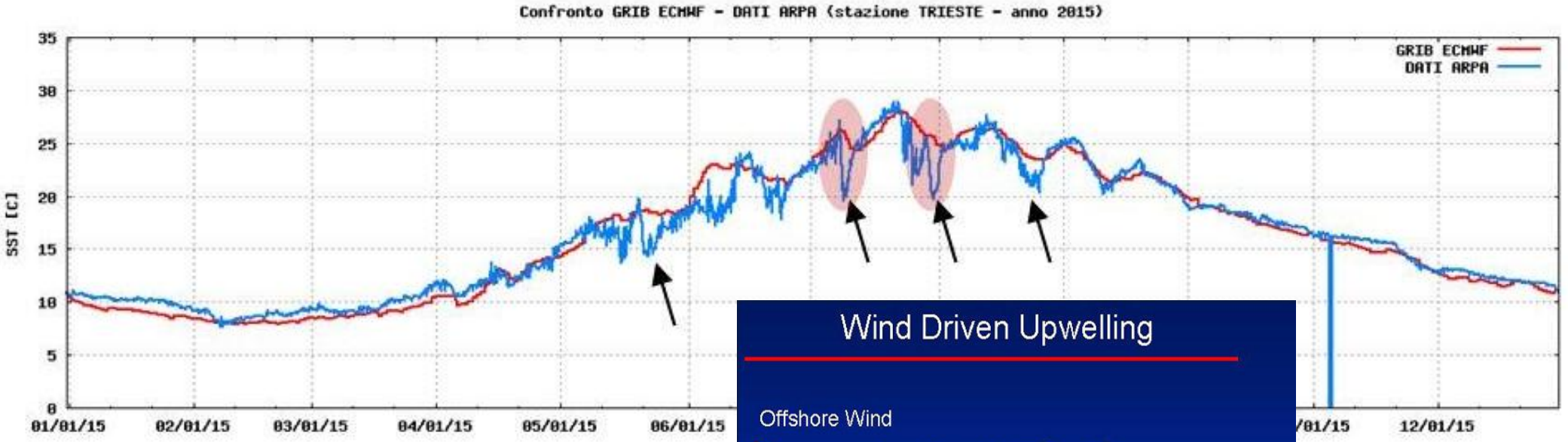
Figura 1: Localizzazione stazioni ARPA di TRIESTE e LIGNANO

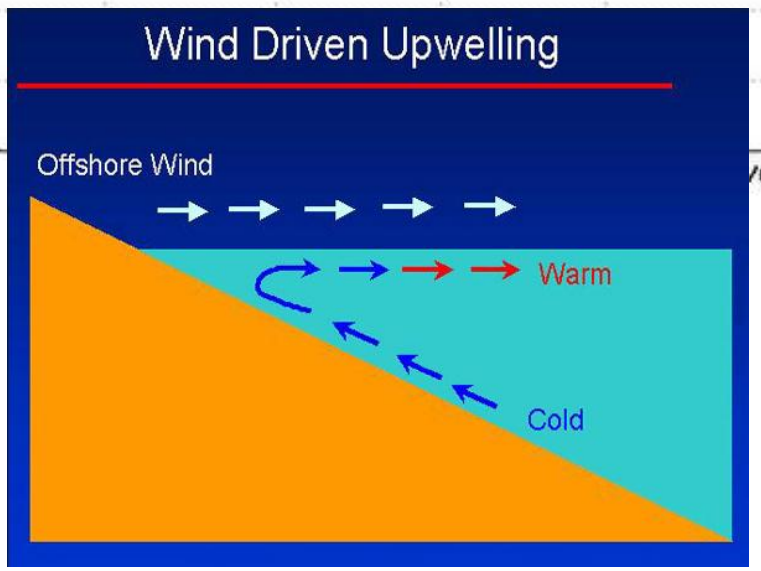
Temperature del mare (confronto misure/analisi ECMWF)

✓ Andamento misure generalmente ben riprodotto (ΔT < 2°C)

✘ Episodi di bora associati ad *upwelling* **NON riprodotti** (Adriatico nord-orientale, stagioni calde)

⇒ Necessità assimilazione misure



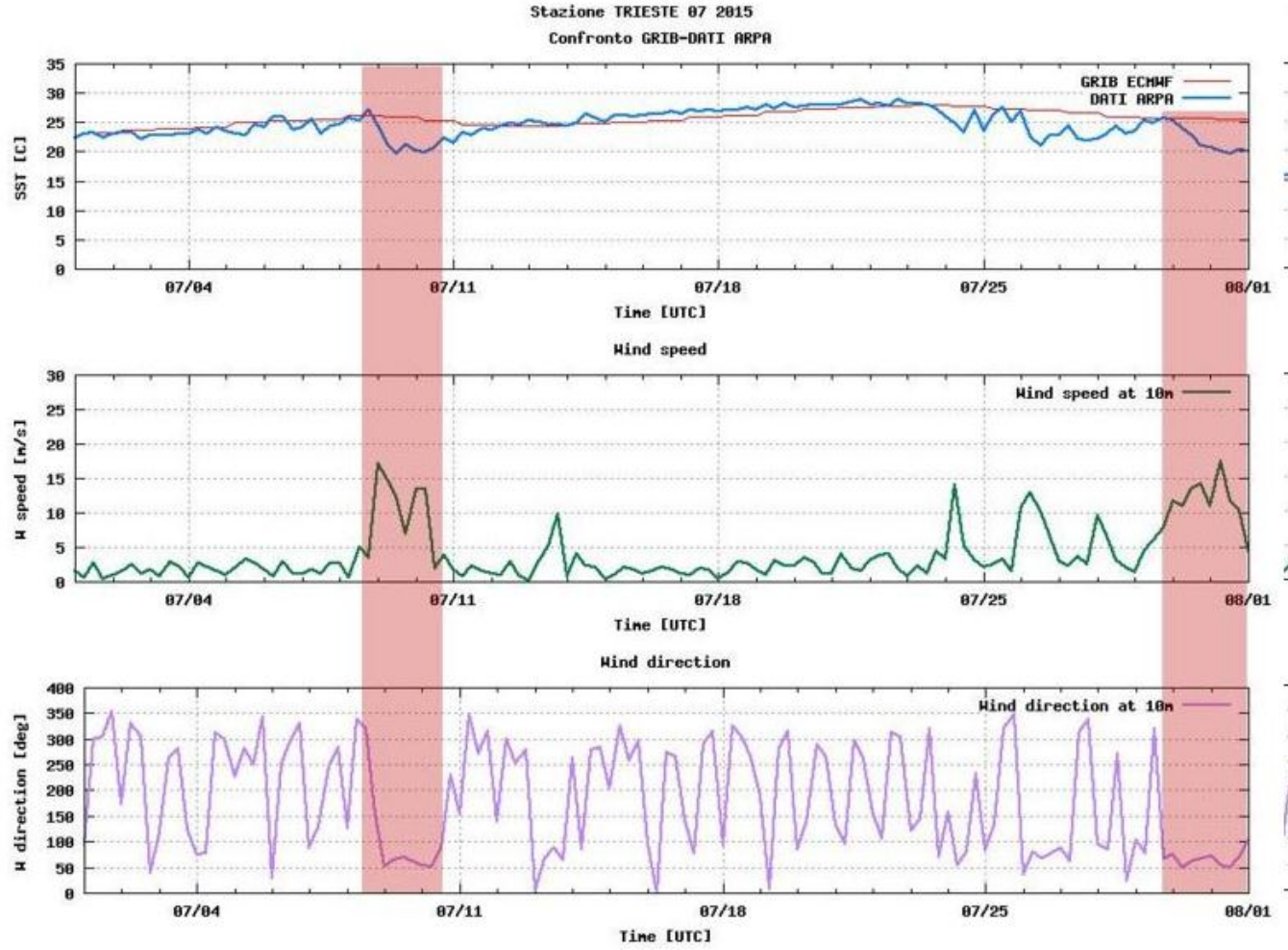


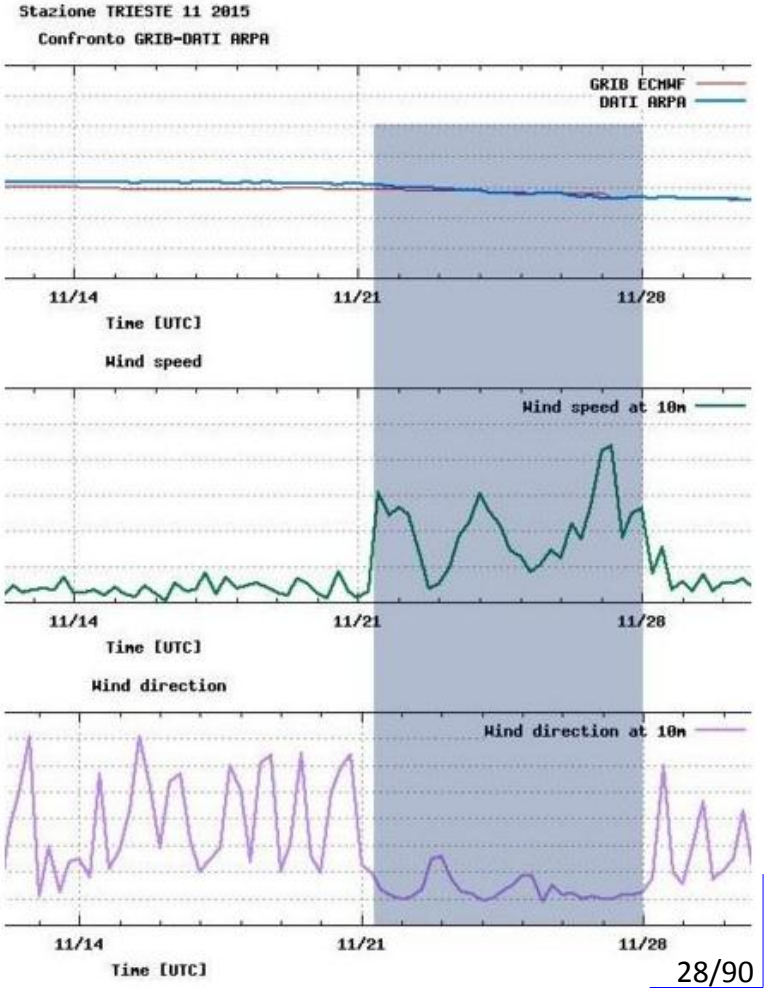
Temperature del mare (confronto misure/analisi ECMWF)

✓ Andamento misure generalmente ben riprodotto (ΔT < 2°C)

✘ Episodi di bora associati ad *upwelling* **NON riprodotti** (Adriatico nord-orientale, stagioni calde)

⇒ Necessità assimilazione misure





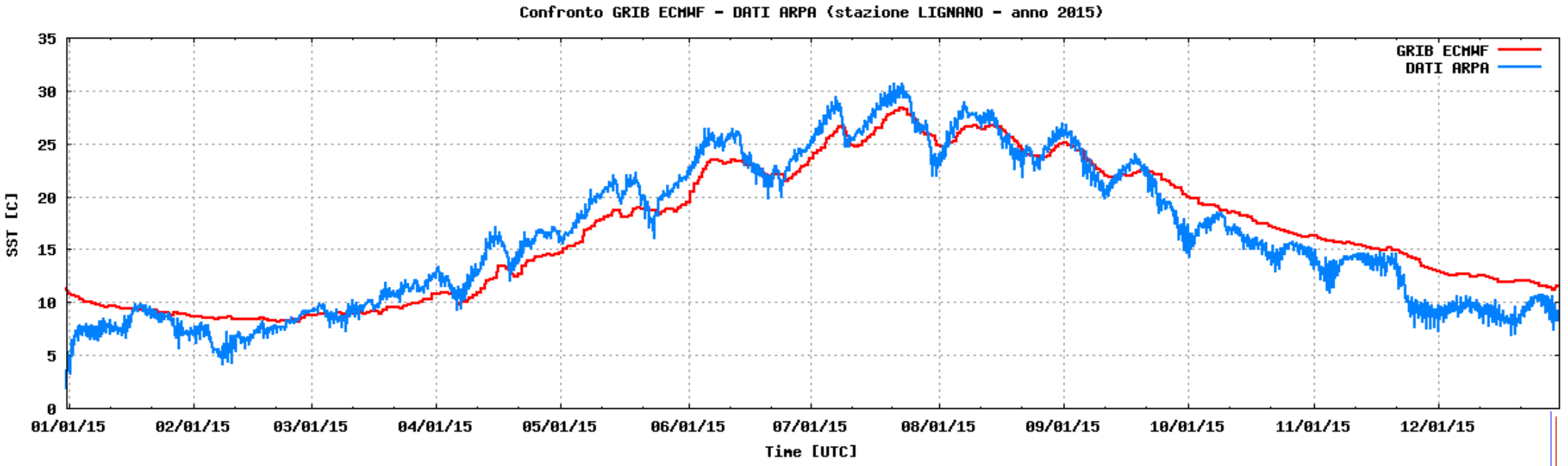
Temperature del mare (confronto misure/analisi ECMWF)

✓ Andamento misure generalmente ben riprodotto

✘ Episodi di bora associati ad *upwelling* **NON riprodotti** (Adriatico nord-orientale, stagioni calde)

✘ **Errore sistematico** SST in zona lagunare (≈ + 2°C stagioni fredde, ≈ - 2°C stagioni calde)

⇒ Necessità assimilazione misure



Temperature del mare (confronto misure/analisi ECMWF)

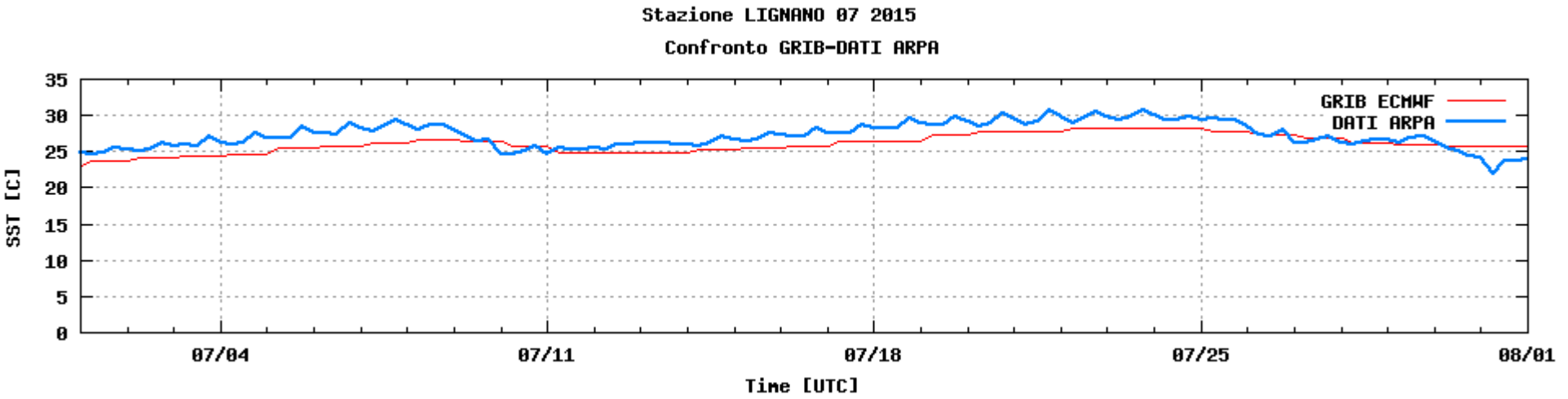
✓ Andamento misure generalmente ben riprodotto

✘ Episodi di bora associati ad *upwelling* **NON riprodotti** (Adriatico nord-orientale, stagioni calde)

✘ **Errore sistematico** SST in zona lagunare (≈ + 2°C stagioni fredde, ≈ - 2°C stagioni calde)

✘ Episodi periodici di flusso e deflusso delle acque lagunari **NON riprodotti**

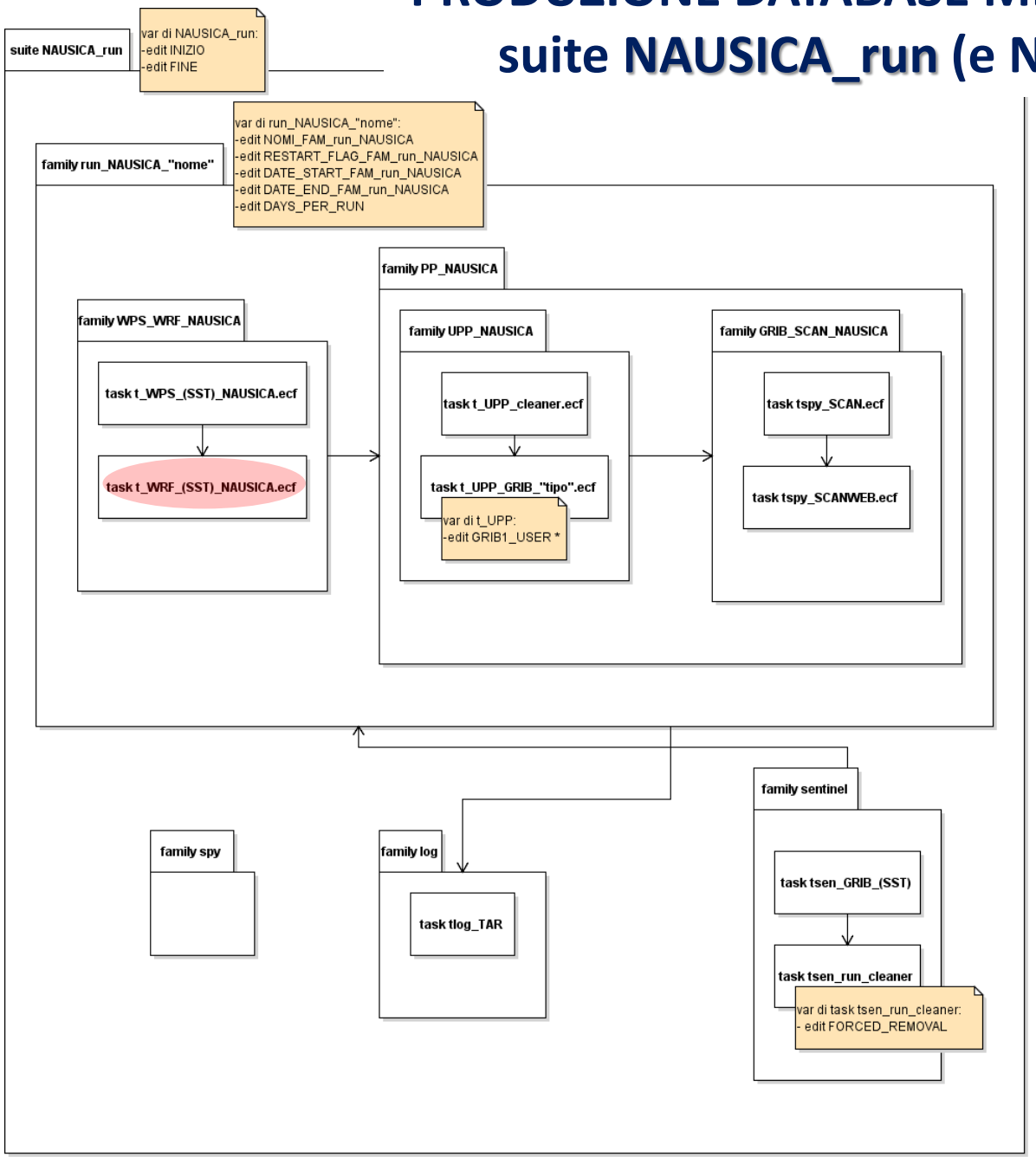
⇒ Necessità assimilazione misure



INDICE della presentazione

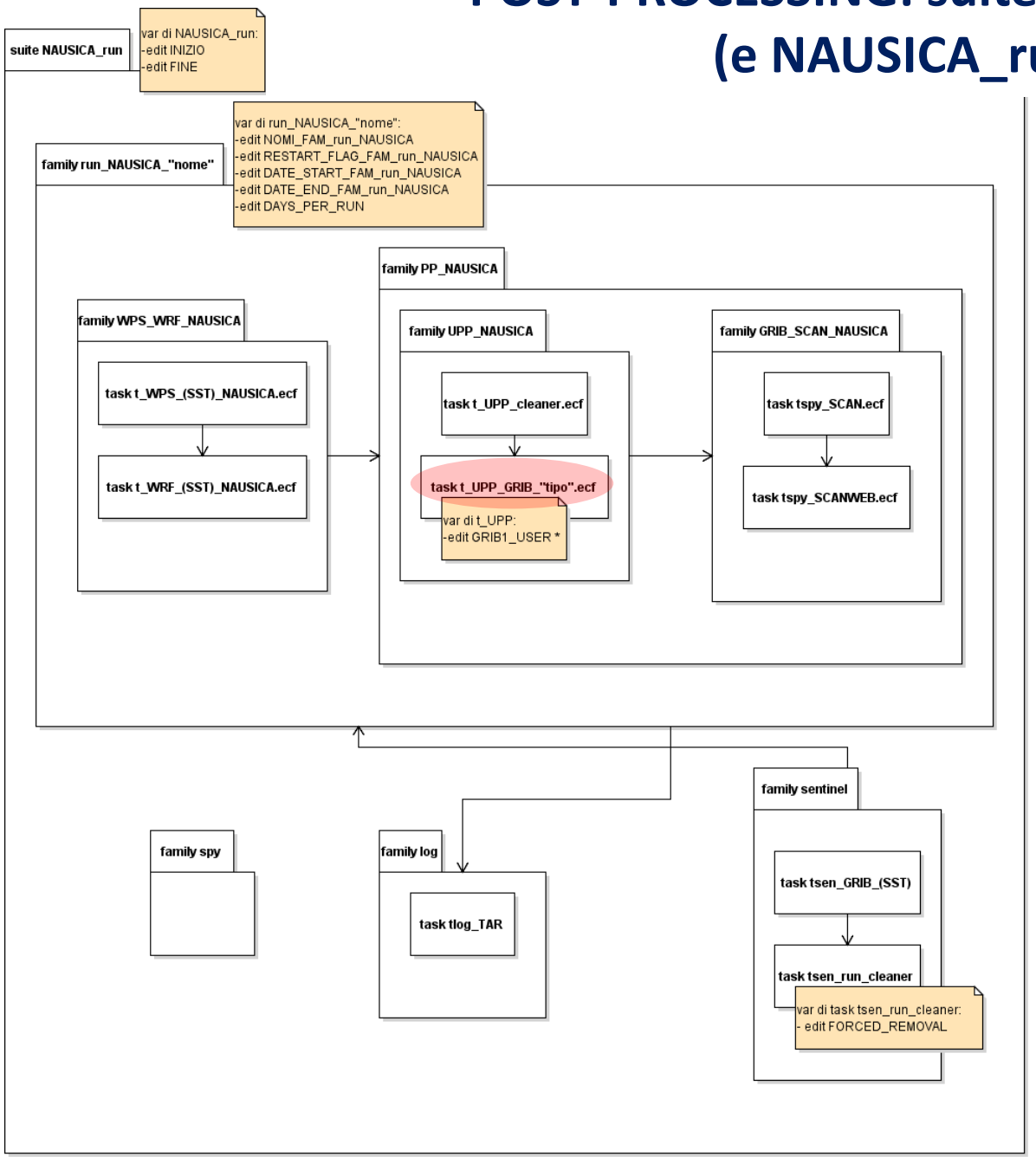
1. **Introduzione:**
   - obiettivi e motivazioni
   - modello WRF e altri strumenti
   - metodo di lavoro
   - risorse di calcolo disponibili
2. **Parametri del run:**
   - scalabilità del modello
   - definizione del dominio regionale
   - parametri di WRF e UPP:
     - grandezze cumulate
     - modello di suolo
     - aggiornamento SST e campi associati
   - necessità di assimilazione misure nel modello
3. **Suite NAUSICA_run e NAUSICA_pp: ⟶ PRODUZIONE DEL DATABASE**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
4. **Suite NAUSICA_pp e WRF_ana_post: ⟶ POST PROCESSAMENTO**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
5. **Suite NAUSICA_ver e NAUSICA_nc : ⟶ CONTROLLO DELLA QUALITA' DEI PRODOTTI**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
6. **Risultati:**
   - prodotti disponibili
     - netCDF
     - GRIB
   - analisi eseguite
7. **Produzioni e sviluppi futuri**

PRODUZIONE DATABASE METEOROLOGICO: suite NAUSICA_run (e NAUSICA_pp)



- Pre-processing (**WPS**)
- **Simulazione meteorologica**
  - Modello **WRF** (con o senza restart)
  - Cond. al cont. *analisi ECMWF*
- Archiviazione **netCDF**
- Post processing (produzione GRIB su livelli isobarici e del modello, **UPP**)
- Controllo dei GRIB prodotti
- Archiviazione **GRIB**

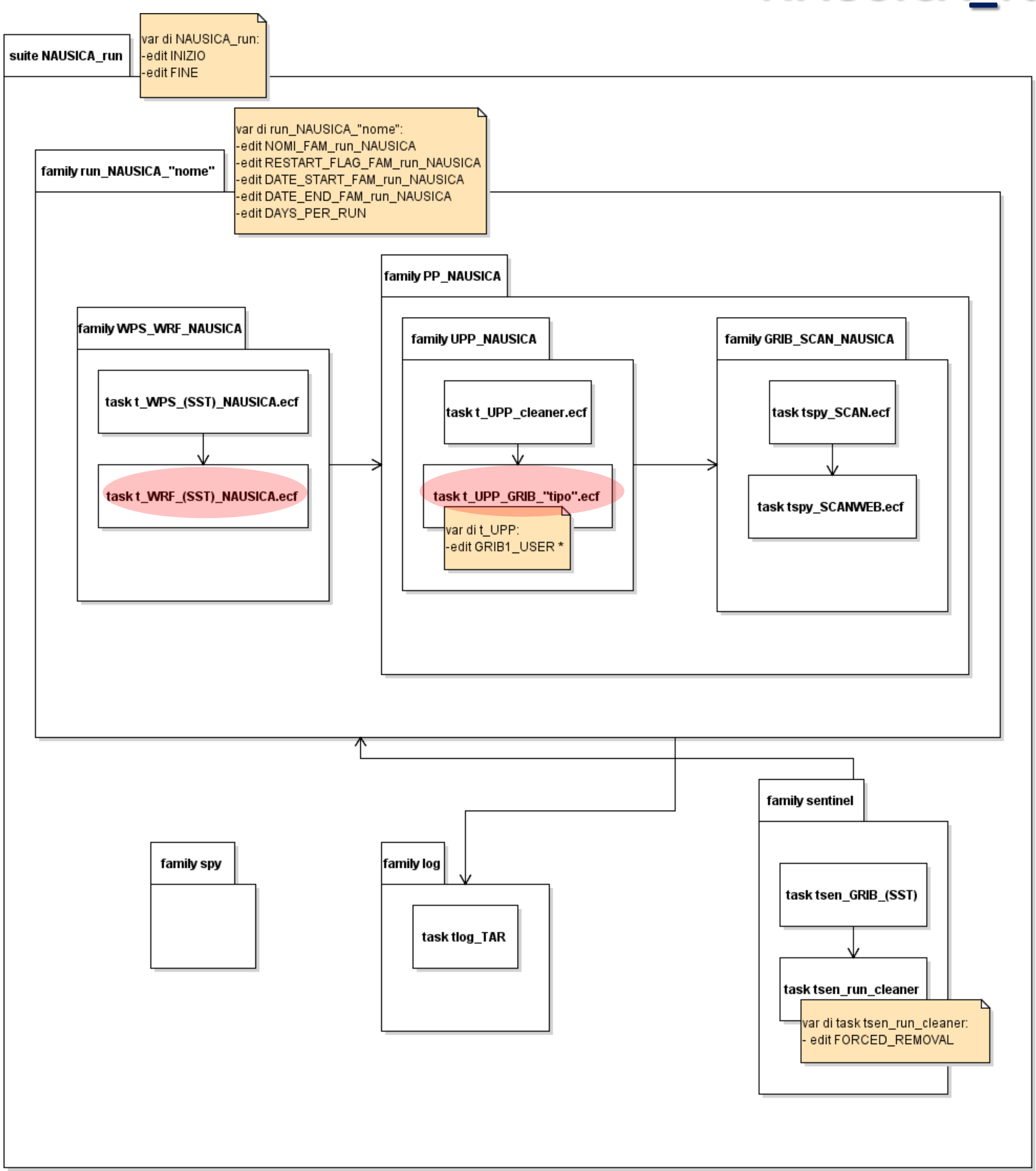
POST-PROCESSING: suite NAUSICA_pp (e NAUSICA_run)



- Pre-processing (**WPS**)
- **Simulazione meteorologica**
  - Modello **WRF** (con o senza restart)
  - Cond. al cont. *analisi ECMWF*
- Archiviazione **netCDF**

- Post processing (produzione GRIB su livelli isobarici e/o del modello, **UPP**)
- Controllo dei GRIB prodotti
- Archiviazione **GRIB**

Inizializzazione NAUSICA_run e NAUSICA_pp



Shell script di creazione della suite

```
##############################################################################
#          Parametri
##############################################################################
#
        NOME_SUITE="NAUSICA_run"
#============================================================================
##############################################################################
#
#              DA MODIFICARE:
#
        NUMERO_FAM_run_NAUSICA=2
#
        NOMI_FAM_run_NAUSICA_Ar=( "1_Gen_16" "2_Gen_16" )
#
        DATE_START_FAM_run_NAUSICA_Ar=( 20160101 20160108 )
#
        DATE_END_FAM_run_NAUSICA_Ar=( 20160108 20160115 )
#
        RESTART_FLAG_FAM_run_NAUSICA_Ar=( 0 1 )
#
        DAYS_PER_RUN_FAM_run_NAUSICA_Ar=( 7 7 )
#
        WRF_RUN=1
#
        SST_FLAG=1
#
        GRIB_Ar=( "CRMA" "MOD_LEV" )
#
        SCAN_TYPE="CRMA"
#
        NAUSICA_RUN_TIME=17:00
#
        NAUSICA_RUN_DATE=20161114
#
        NAUSICA_RUN_DT=1
#
        CLEAN=1
#
        ARCHIV=1
#
##############################################################################
```

Prodotti della suite NAUSICA_run (e NAUSICA_pp)

wrfout.netCDF (wrfrst)

- CARATTERISTICHE:
  - 3 domini innestati (d03 2° estensione)
    - Δs=50km,10km,2km
    - Δt=6h,3h,1h
  - Noah land surface model
  - Aggiornamento SST ogni 6h
  - PREC differenziale

- DIMENSIONI: Δb(1 anno) ≈ **1.4 Tb**
  Δb(17 anni) ≈ **23.8 Tb**

- TEMPI: Δt(1 anno) ≈ **10 gg** di simulazione (6 nodi da 30 core)
  Δt(17 anni) ≈ **170 gg** di simulazione (6 nodi da 30 core)

```
[goglioa@access work_flows]$ ll -h /lustre/arpa/goglioa/data/1390FA01D0_2016/20160201/
total 3.9G
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa  98M Nov 18 21:47 wrfout_d01_2016-02-01_00:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 451M Nov 18 21:53 wrfout_d02_2016-02-01_00:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 646M Nov 18 21:20 wrfout_d03_2016-02-01_00:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 646M Nov 18 21:33 wrfout_d03_2016-02-01_06:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 646M Nov 18 21:45 wrfout_d03_2016-02-01_12:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 646M Nov 18 21:57 wrfout_d03_2016-02-01_18:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 112M Nov 18 21:05 wrfrst_d01_2016-02-01_00:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 259M Nov 18 21:06 wrfrst_d02_2016-02-01_00:00:00
-rw-rw-r-- 1 goglioa arpa 490M Nov 18 21:08 wrfrst_d03_2016-02-01_00:00:00
```

Prodotti della suite NAUSICA_pp (e NAUSICA_run)

CRMA.GRIB

- CARATTERISTICHE:
  - GRIB sui *livelli isobarici* (LATLON o LAMBERT conf.)
  - GRIB sui *livelli del modello* (LATLON o LAMBERT conf.)
  - Δt ∀ file=6h,3h,1h

- DIMENSIONI: Δb(1 anno ∀ produzione) ≈ **0.117 Tb**
  Δb(17 anni ∀ produzione) ≈ **2 Tb**

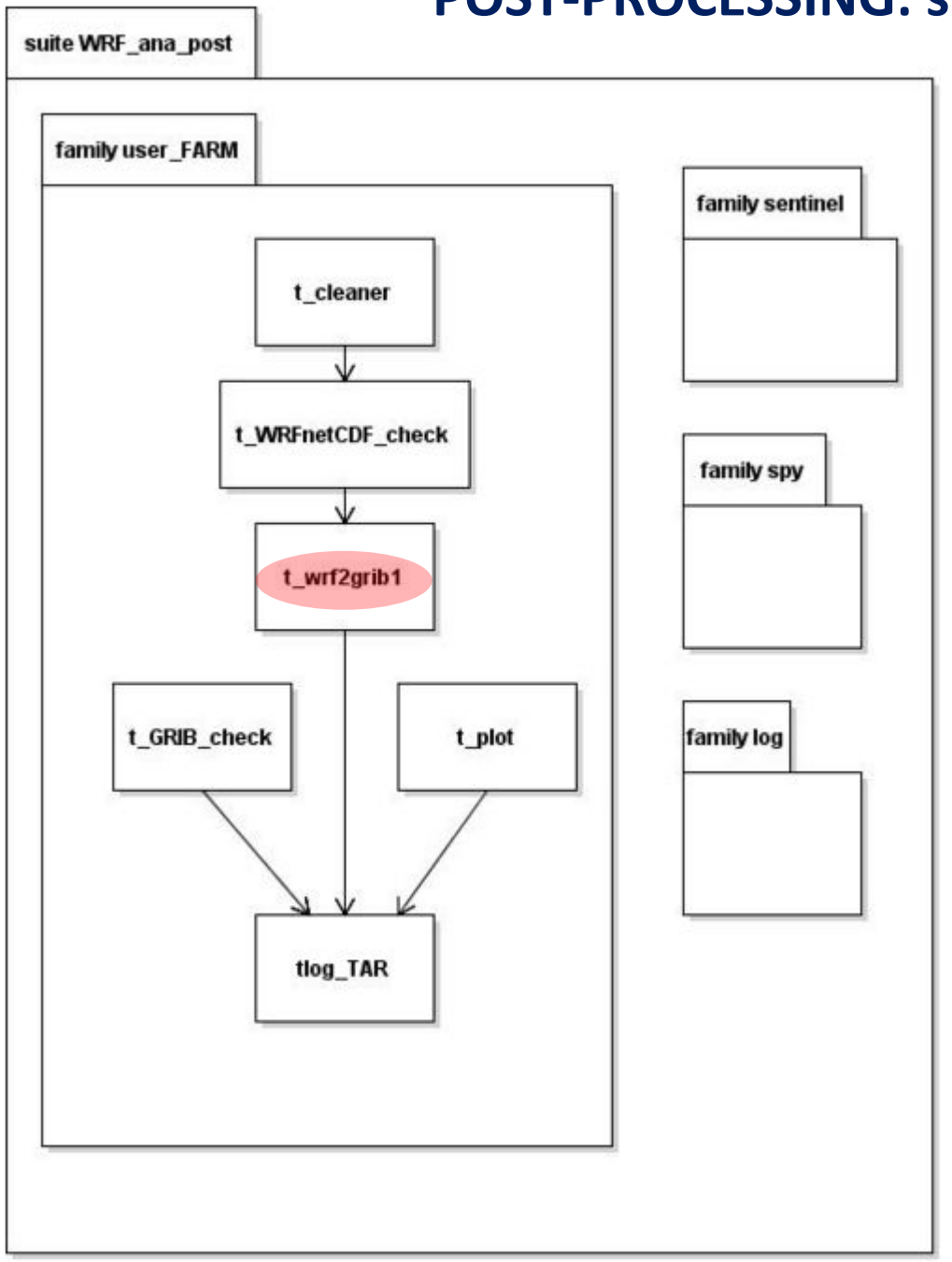
- TEMPI pp: Δt(1 anno) ≈ **30 h** di run (**2.5 h** ∀ mese)
  Δt(17 anni) ≈ **20 gg** di run

- CONTROLLO DELLA PRODUZIONE:

  Verifica file e campi presenti, statistica variabili

#FILE	TIME	ACRONIMO	VAR	LEVEL	LTYPE	MIN	MEAN	MAX
CRMA_WRF-4-CRMA_d01_20150105_00.GRIB	2015-01-05 00:00:00	T300_[K]	var11	30000	100	215.79	225.28	239.10
CRMA_WRF-4-CRMA_d01_20150105_00.GRIB	2015-01-05 00:00:00	T500_[K]	var11	50000	100	234.04	247.78	265.53

POST-PROCESSING: suite WRF_ana_post



- Controllo netCDF

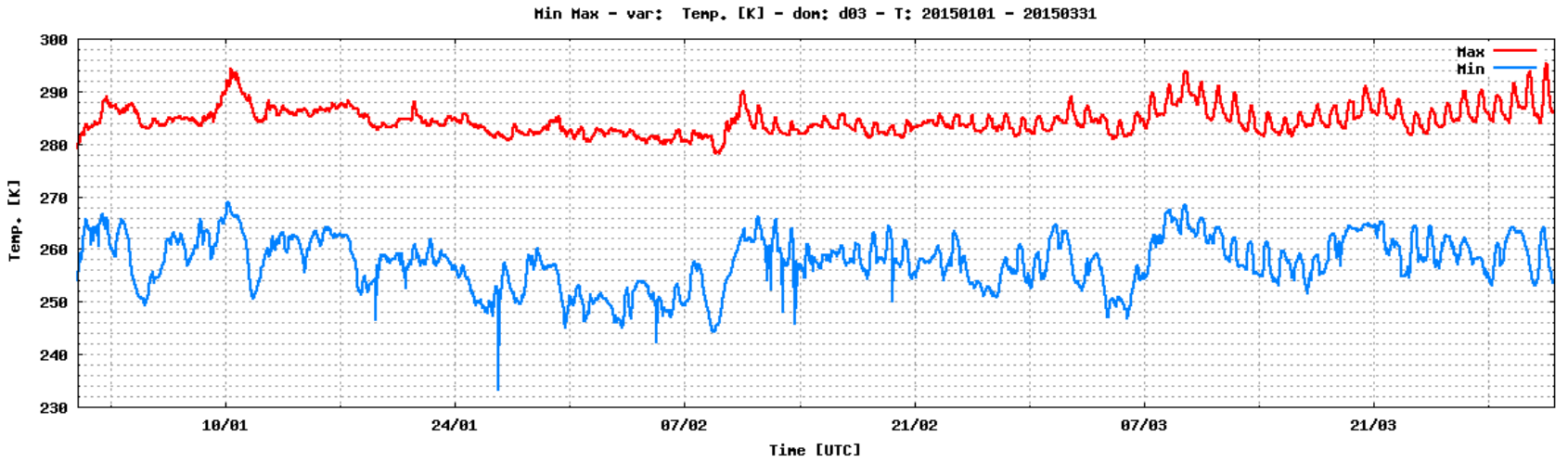
- Produzione **GRIB** necessari come **input per la catena modellistica F-AIR** (**UPP**) da
  - netCDF di NAUSICA_run
  - netCDF della catena operativa

- Controllo GRIB (plot di controllo)

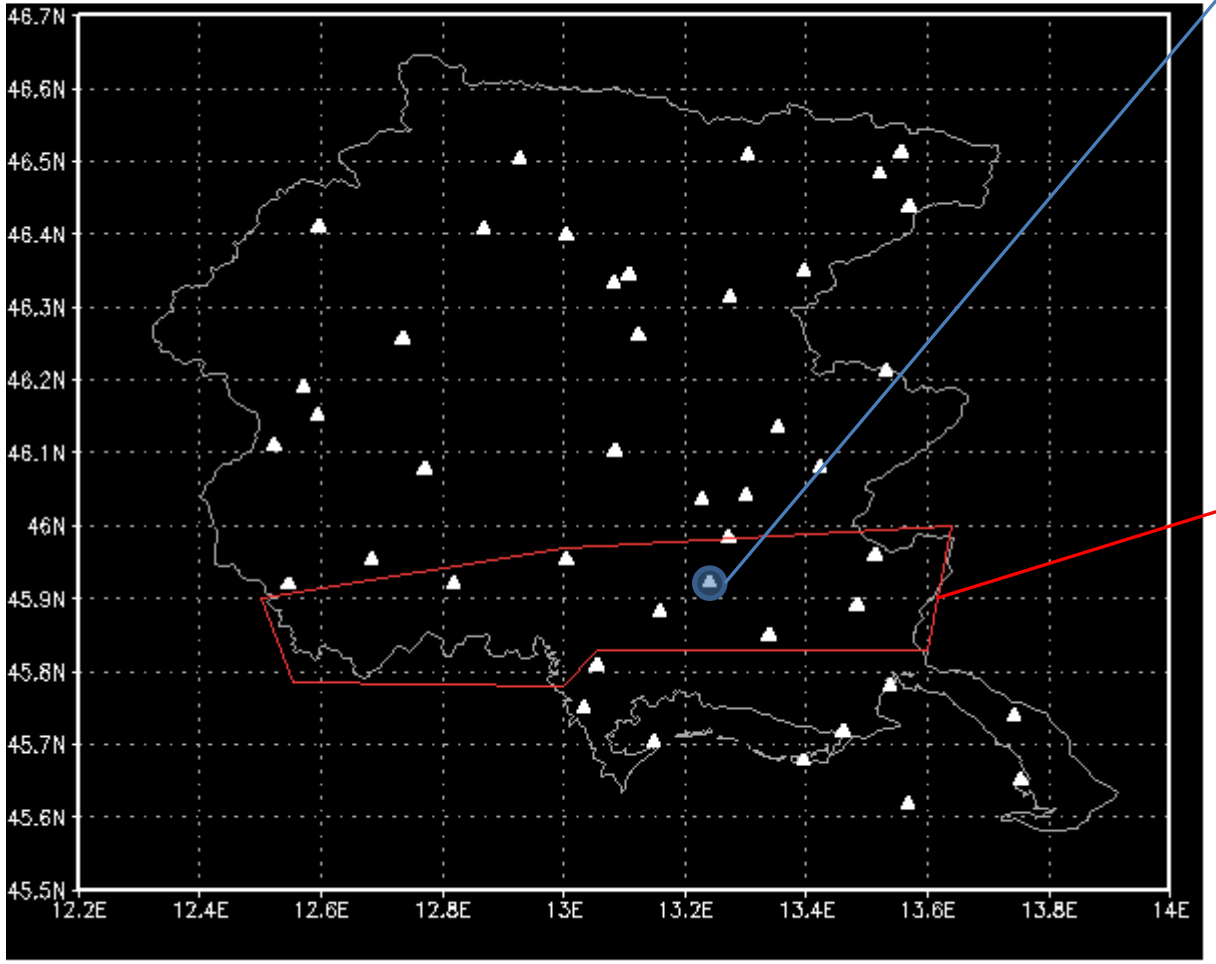
Prodotti della suite WRF_ana_post

FARM.GRIB

- CARATTERISTICHE:
  - GRIB sui *livelli isobarici*
    - Δt ∀ file=6h,3h,1h
- DIMENSIONI: Δb(1 anno) ≈ **0.18 Tb**
  Δb(17 anni) ≈ **3.1 Tb**
- TEMPI pp: Δt(1 anno) ≈ **27 h** di run
  Δt(17 anni) ≈ **19 gg** di run
- CONTROLLO DELLA PRODUZIONE:



CONTROLLO SIMULAZIONI: suite NAUSICA_ver e NAUSICA_nc



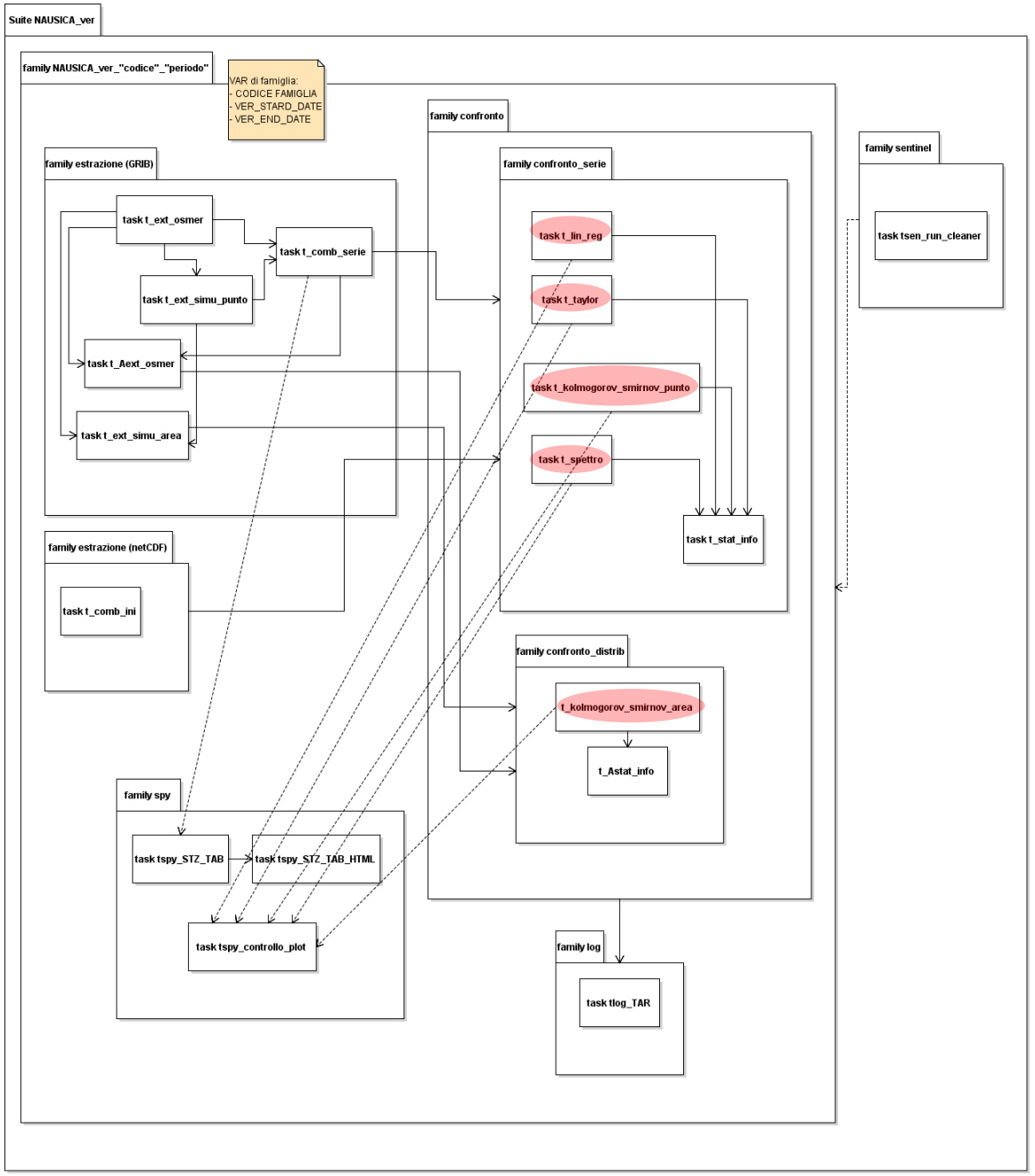
Confronto misure/simulazioni puntuali:
serie temporali

Buon metodo di valutazione
ma
affetto anche da discrepanze locali sottogriglia
quindi
NON indicative della qualità della simulazione

Confronto misure/simulazioni su aree:
distribuzioni

Scale confrontabili con quelle dei fenomeni meteorologici simulati
quindi
valutazione significativa della qualità della simulazione
ma
perdita dell'informazione temporale
e
scelta stazioni determinante (rappresentatività area)

CONTROLLO SIMULAZIONI: suite NAUSICA_ver e NAUSICA_nc



- Estrazione serie temporali misure (stazioni ARPA OSMER o altre fonti)
- Estrazione serie temporali corrispondenti dalle simulazioni (**da GRIB o da wrfout.nc**)
- Combinazione delle serie estratte

- **Confronto misure/simulazioni puntuali** (test statistici e plot *serie temporali*)
- **Confronto misure/simulazioni su aree** (test statistici e plot *distribuzioni*)

- Archiviazione plot e file con informazioni statistiche

Inizializzazione della suite NAUSICA_ver

elenco_confronti.csv

```
1;AA050101;20100301;20100531;costa;AA=zona costiera FVG;NAUSICA_run ECMWF,NOAH ed SST, nuovo
 file parm con prec dif;YY=05=NAUSICA_run con condizioni al contorno ECMWF, modello di suolo
 NOAH, aggiornamento SST, nuovo file cntrl.parm e prec dif;run01;ZZ=01=numero progressivo di
 run;tutti i test GRIB;WW=01=test GRIB su tutte le var su punti di stazione ed aree; trimest
re MAM 10
```

Flag attivazione

Date di inizio e fine del periodo da verificare

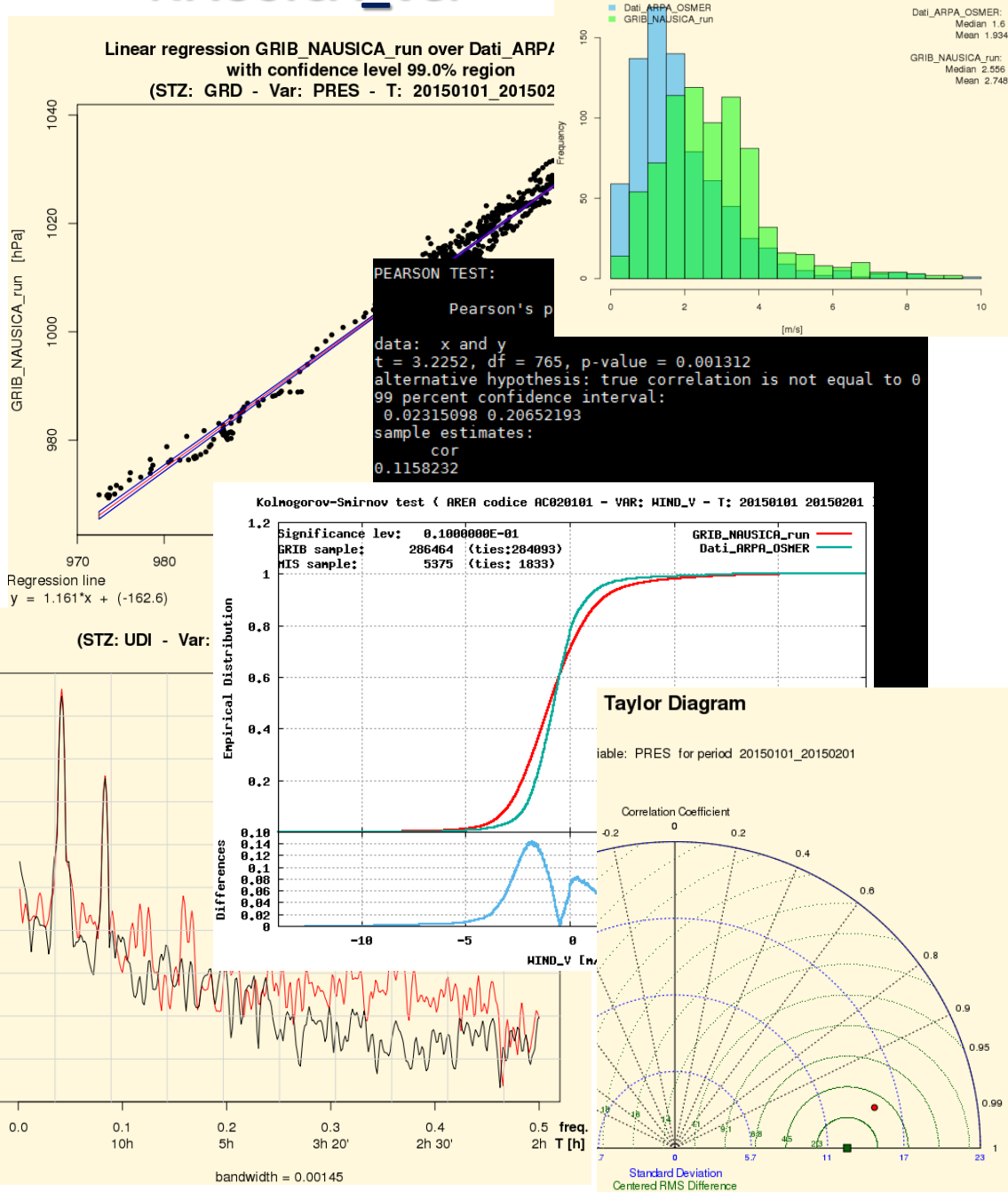
Codice famiglia: XXYYZZWW

XX=luogo (area)
YY=simulazione (run WRF produzione input)
ZZ=num progressivo del test
WW=tipo confronto (analisi su serie temp. e/o distrib., da GRIB o da netCDF)

Prodotti della suite NAUSICA_ver

TEST STATISTICI
confronto misure/simulazioni

- Confronto **SERIE TEMPORALI** nei punti di STZ:
  - Informazioni statistiche (medie, mediane, percentili (1°,5°,75°,99°), valori massimi e minimi, bias, coef. di Pearson, Kendall e Spearman)
  - Regressioni lineari
  - Istogrammi
  - Diagrammi di Taylor
  - Test di Kolmogorov-Smirnov
  - Spettro di potenza
- Confronto **DISTRIBUZIONI** su AREA:
  - Informazioni statistiche (medie, mediane, percentili (1°,5°,75°,99°), valori massimi e minimi, bias, test di ipotesi Wilcoxon)
  - Test di Kolmogorov-Smirnov



Prodotti della suite NAUSICA_ver

Variabili

- **PREC≠0**: pioggia totale oraria [mm/h]
- **PREC10**: PREC [mm/h] > 10 mm/h
- **PREC25**: PREC [mm/h] > 25 mm/h

- **HUMI**: umidità relativa [%]
- **HUMI95**: HUMI [%] < 95 %

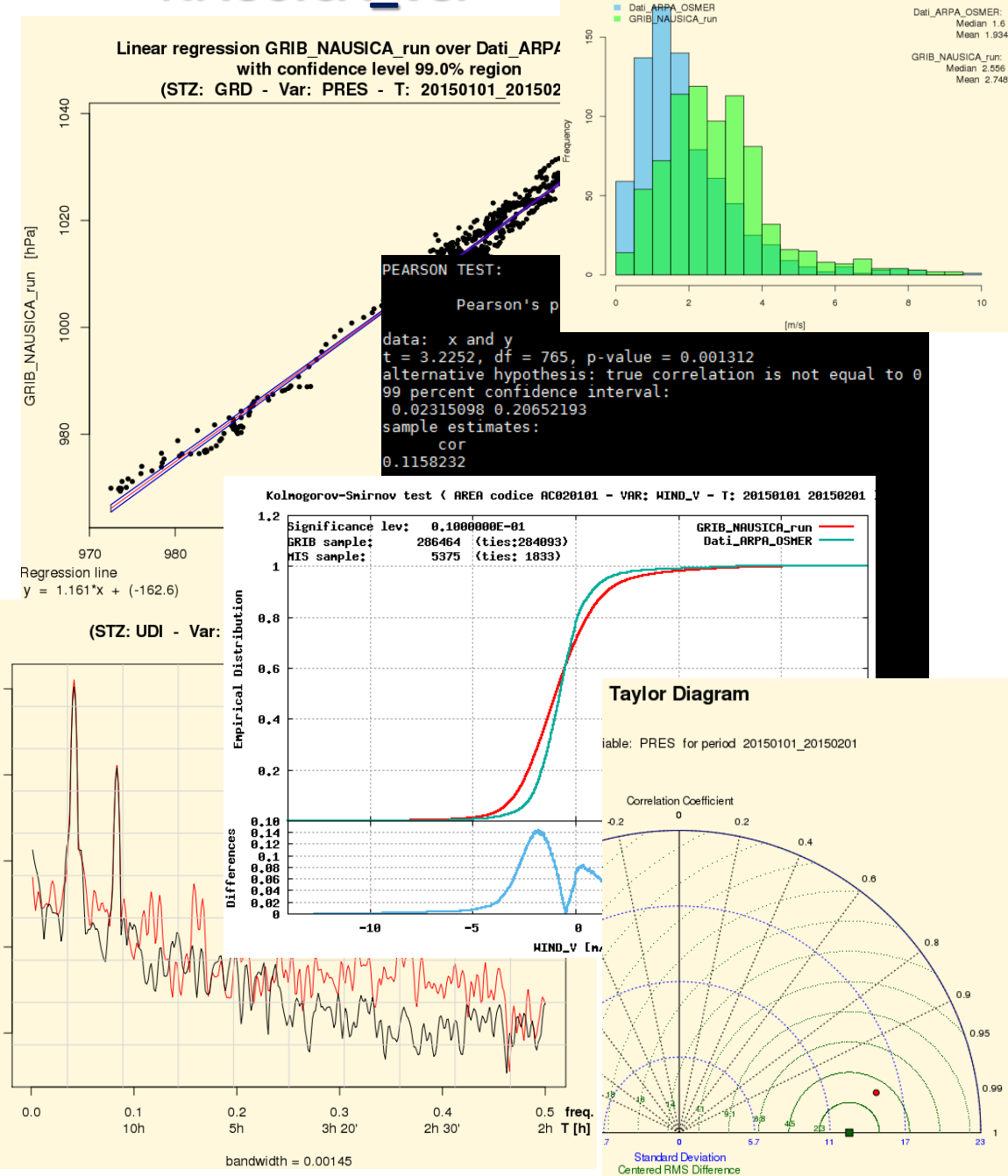
- **TEMP**: temperatura a 180 cm [K] o [C]

- **PRES**: pressione a livello di stazione [hPa]

- **WIND_U** e **WIND_V**: componenti u e v della velocità del vento a 10 m [m/s]
- **WIND_I**: intensità del vento a 10 m [m/s]

- **RADT≠0:** radiazione solare nel visibile [W/m*2]

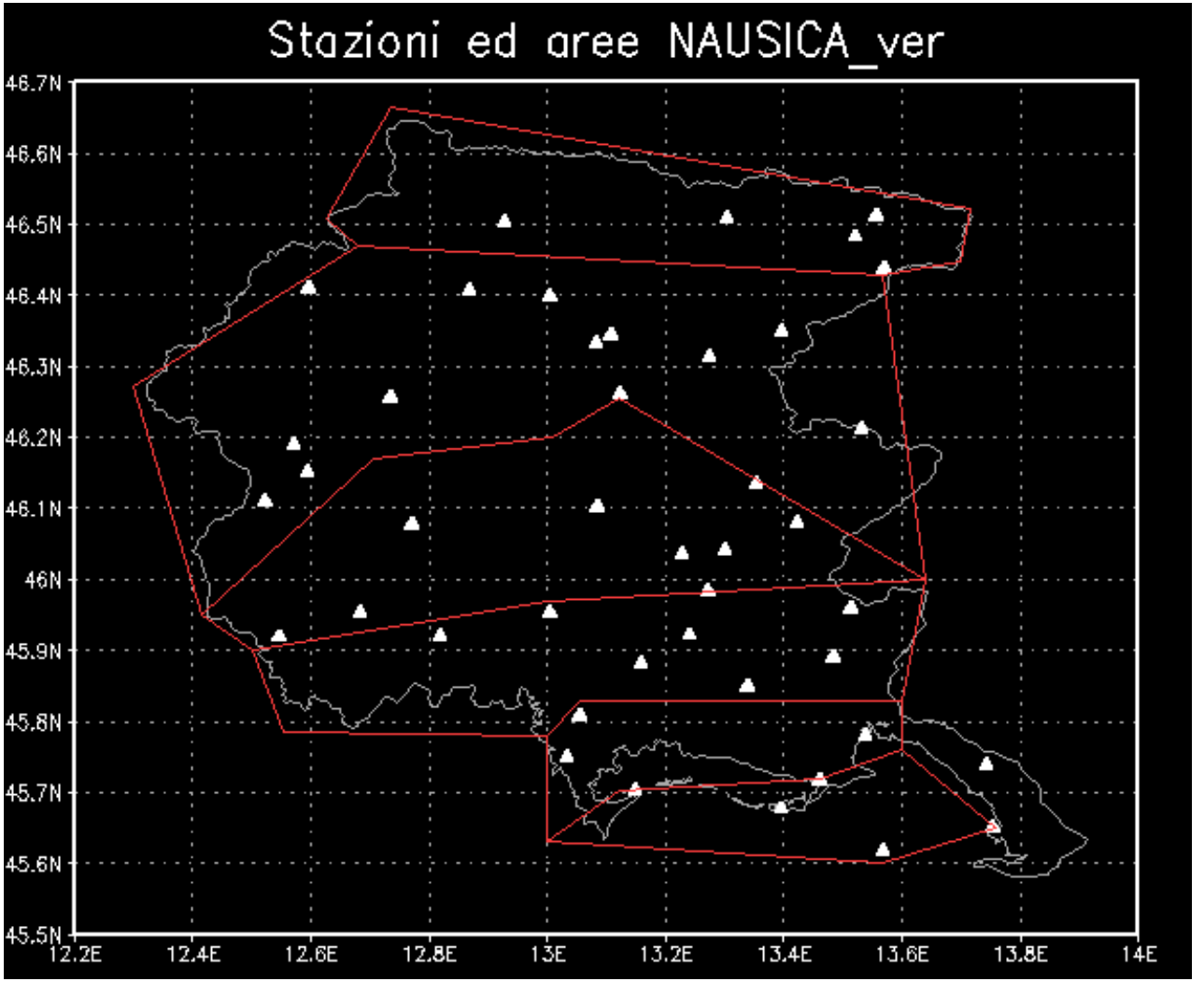
- **EVTR**: evapotraspirazione giornaliera [mm/m*2]



Prodotti della suite NAUSICA_ver

43 Stazioni e 6 aree meteorologicamente omogenee

- zona di **COSTA** (XX= **AA**):
  H sul livello del mare 0-5.4 m
  stz contenute 5
- zona di **BASSA PIANURA** (XX=**AB**):
  H sul livello del mare 0-148 m
  stz contenute 3
- zona di **MEDIA PIANURA** (XX=**AC**):
  H sul livello del mare 5.1-214 m
  stz contenute 7
- zona di **ALTA PIANURA** (XX=**AD**):
  H sul livello del mare 8.3-327 m
  stz contenute 9
- zona di **MONTAGNA** (XX=**AE**):
  H sul livello del mare 33-2121 m
  stz contenute 13
- zona **ALPI** (XX=**AF**):
  H sul livello del mare 610-2145 m
  stz contenute 5
- zona **CARSO** (XX=**AI**):
  H sul livello del mare 268 m
  stz contenute 1



Prodotti della suite NAUSICA_ver

- DIMENSIONI:

  - **plot.png + plot.ps + stat.txt**

  Δb(1 anno di confronti trimestrali, 6aree+43stz,9 var) ≈ **1.4 Gb**
  Δb(17 anni di confronti trimestrali,6aree+43stz,9 var) ≈ **24 Gb**

- TEMPI analisi (job-array, GRIB API,..):

  Δt (1 anno in trimestri) ≈ **7 g** di run
  Δt (17 anni in trimestri) ≈ **119 g** di run

- CONTROLLO DELLE ANALISI:

#NOME_STZ	NOME_VAR	DATA_I	DATA_F	FILE_COMB_OUT	RIGHE_LETTE	RIGHE_ATTESE
Boa	HUMI	20150701	20150730	/lustre/arpa/goglioa/scratch/ver_run/AA020701_20150701_20150730/tabella_comb_BOA_HUMI.tab	719	719
Boa	PREC	20150701	20150730	/lustre/arpa/goglioa/scratch/ver_run/AA020701_20150701_20150730/tabella_comb_BOA_PREC.tab	0	719
Boa	PRES	20150701	20150730	/lustre/arpa/goglioa/scratch/ver_run/AA020701_20150701_20150730/tabella_comb_BOA_PRES.tab	719	719

INDICE della presentazione

1. **Introduzione:**
   - obiettivi e motivazioni
   - modello WRF e altri strumenti
   - metodo di lavoro
   - risorse di calcolo disponibili
2. **Parametri del run:**
   - scalabilità del modello
   - definizione del dominio regionale
   - parametri di WRF e UPP:
     - grandezze cumulate
     - modello di suolo
     - aggiornamento SST e campi associati
   - necessità di assimilazione misure nel modello
3. **Suite NAUSICA_run e NAUSICA_pp:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
4. **Suite NAUSICA_pp** e **WRF_ana_post:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
5. **Suite NAUSICA_ver** e **NAUSICA_nc:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
6. **Risultati:**
   - prodotti disponibili:
     - netCDF
     - GRIB
   - analisi eseguite
7. **Produzioni e sviluppi futuri**

1) wrfout.netCDF attualmente disponibili

Output dei run del modello meteorologico WRF (*NAUSICA_run*)

➢ CARATTERISTICHE:

- 3 domini innestati (d03 2° estensione)
  - Δs=50km,10km,2km
  - Δt=6h,3h,1h
- Noah land surface model
- Aggiornamento SST ogni 6h
- Precipitazioni orarie

➢ CONDIZIONI AL CONTORNO E RESTART:

- Cond. al bordo *ana-ECMWF* e *ana-sfc-ECMWF* (lette ogni 6h)
- **Inizializzazione 1°gennaio (di ogni anno)**

➢ PERIODO SIMULATO:

- **2010,2011,2012,2013,2014**
- **2015,2016**

➢ DIMENSIONI TOT:

- Δb ≈ **7 Tb** (**1.4 Tb** ∀ anno)

➢ CODICE DI PRODUZIONE/ARCHIVIAZIONE:

- **1390FA01D0_*YYYY*_*OK***

2) FARM.GRIB attualmente disponibili

Post-elaborazione dei wrfout.netCDF (*WRF_ana_post*)
utilizzati come input per la catena **F-AIR**

➢ **CARATTERISTICHE:**
- GRIB sui *livelli isobarici*
- 4 file_d01.GRIB, 8 file_d02.GRIB, 24 file_d03.GRIB ∀ giorno (analisi)
- 121 file_d03.GRIB ∀ giorno (previsioni)

➢ **PERIODO POST-ELABORATO:**
- 2015 completo (da netCDF NAUSICA_run)
- 2016 primo trimestre (da netCDF NAUSICA_run)
- 2016 primo semestre (da netCDF catena operativa) +
  - 2016 5-10 Gen (da netCDF NAUSICA_run)
  - 2016 13-16 Mag (da netCDF NAUSICA_run)

➢ **DIMENSIONI TOT:**
- Δb ≈ 0.24 Tb (da analisi) + 0.74 Tb (da previsioni) ≈ **0.98 Tb**

➢ **CONTROLLO DELLA PRODUZIONE** (plot.png):
- Plot max-min delle var u10,v10,T2,RH,CP,LSP,P0,TP ∀ mese ∀ dom
- Plot max-min delle var u10,v10,T2,RH,CP,LSP,P0,TP ∀ trimestre ∀ dom
- Plot max-min delle var u10,v10,T2,RH,CP,LSP,P0,TP ∀ anno completo ∀ dom

3) CRMA.GRIB attualmente disponibili

Post-elaborazione dei wrfout.netCDF (*NAUSICA_pp*)
utilizzati come input per le suite di analisi NAUSICA_ver e NAUSICA_nc

- **CARATTERISTICHE:**
  - GRIB sui *livelli isobarici* in Lambert conf.
  - 4 file_d01.GRIB, 8 file_d02.GRIB, 24 file_d03.GRIB ∀ giorno (Δt ∀ file=6h,3h,1h)

- **PERIODO POST-ELABORATO:**
  - **2010,2011,2012,2013,2014**
  - **2015,2016**

- **DIMENSIONI TOT:**
  - Δb ≈ **585 Gb** **(117 Gb** ∀ anno)

4) info_stat.txt attualmente disponibili

File contenenti le informazione statistiche relative al confronto tra misure e output del modello (*NAUSICA_ver*, *NAUSICA_nc*)

CONTENUTO:

- **Confronto serie temporali** (1 file ∀ intervallo, ∀ stazione, ∀ variabile , **43 stz,** 9 var): medie, mediane, percentili (1°,5°,75°,99°), valori massimi e minimi, bias, coef. di Pearson, Kendall e Spearman, info reg lineare, test di Kolmogorov_smirnov

- **Confornto distribuzioni** (1 file ∀ intervallo, ∀ area, ∀ variabile, **6 aree,** 9 var)**:** medie, mediane, percentili (1°,5°,75°,99°), valori massimi e minimi, bias, test di Kolmogorov_smirnov

PERIODO ANALIZZATO:

- **Trimestri** MAM 10-11-12-14; JJA 10-11-12-14; SON 10-11-12-14; DJF 10_11-11_12;
- PREC10 e PREC25 **anno** 2010
- HUMI95 trimestri MAM 10-11-12; JJA 10-11-12; SON 10-11-12; DJF 10_11-11_12
- EVTR trimestri MAM 10-11; JJA 10-11; SON 10; DJF 10_11

CODICE DI PRODUZIONE/ARCHIVIAZIONE:

- **XXYYZZWW** (XX=cod area, YY=run WRF=**05**, ZZ=n°run, WW=tipo confronto)

5) plot.png e plot.ps attualmente disponibili (Lin_reg, Taylor, Kol_smn, Spettro)

Plot test statistici relativi al confronto tra misure e output del modello (*NAUSICA_ver*, *NAUSICA_nc*)

- **PLOT DISPONIBILI:**
  - **Confronto serie temporali** (12 file ∀ stazione ∀ estensione ∀ intervallo ∀ variabile):
    Regressioni lineari, istogrammi, diagrammi di Taylor,
    test di Kolmogorov-Smirnov, spettri
  - **Confronto distribuzioni** (1 file ∀ area ∀ estensione ∀ variabile)**:**
    test di Kolmogorov-Smirnov
- **PERIODO ANALIZZATO:**
  - **Trimestri** MAM 10-11-12-14; JJA 10-11-12-14; SON 10-11-12-14; DJF 10_11-11_12;
  - PREC10 e PREC25 **anno** 2010
  - HUMI95 trimestri MAM 10-11-12; JJA 10-11-12; SON 10-11-12; DJF 10_11-11_12
  - EVTR trimestri MAM 10-11; JJA 10-11; SON 10; DJF 10_11
- **DIMENSIONI TOT:**
  - Δb (43stz) ≈ **8 Gb (**≈ 2.5 Gb ∀ anno in trimestri**)**
- **CODICE DI PRODUZIONE/ARCHIVIAZIONE:**
  - **XX05ZZWW** (XX=cod area, YY=run WRF=**05**, ZZ=n°run, WW=tipo confronto)

Verifiche eseguite con NAUSICA_ver e NAUSICA_nc (codici ZZ)

Variabile / Periodo	PREC ≠ 0	PREC > 10 mm/h	PREC > 25 mm/h	TEMP	HUMI	HUMI < 95 %	WIND I,U,V	PRES	RADT ≠ 0	EVTR		
MAM 10	01	No	No	01	01	33	01	01	01	√	√	01
JJA 10	02	No	No	02	02	34	02	02	02	√	√	02
SON 10	03	No	No	03	03	35	03	03	03	√	√	03
DJF 10_11	04	No	No	04	04	36	04	04	04	√	√	04
MAM 14	13	No	No	13	13		13	13	13			
JJA 14	14	No	No	14	14		14	14	14			
SON 14	15	No	No	15	15		15	15	15			
MAM 11	05	No	No	05	No	05	05	05	05	√	√	05
JJA 11	06	No	No	06	No	06	06	06	06	√	√	06
SON 11	07	No	No	07	No	07	07	07	07			
DJF 11_12	08	No	No	08	No	08	08	08	08			
MAM 12	09	No	No	09	No	09	09	09	09			
JJA 12	10	No	No	10	No	10	10	10	10			
Anno 2010		31	32									

Valutazione della qualità delle simulazioni

✓ **Accordo soddisfacente tra modello e misure** per tutte le variabili analizzate

Discrepanze osservate nelle SIMULAZIONI rispetto alle misure:

- **Temperature:**
  Distribuzione qualche grado più stretta

- **Venti:**
  Sovrastima (bias di ≈ 1-2 m/s su diverse aree)

- **Umidità:**
  Distribuzione più stretta

- **Precipitazione:**
  Sottostima dei bassi valori su alcune aree

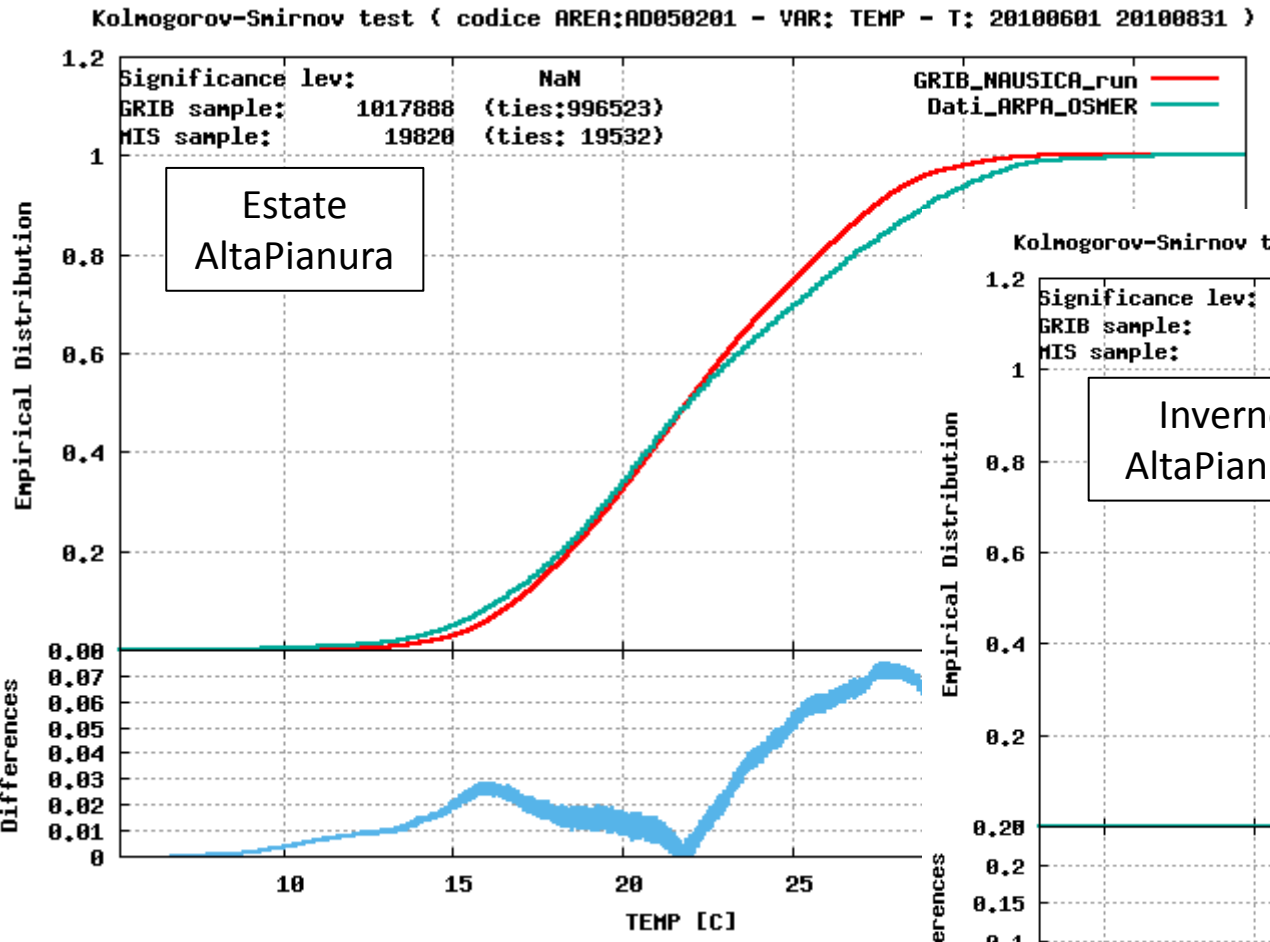
- **Pressione:**
  Distribuzione più larga

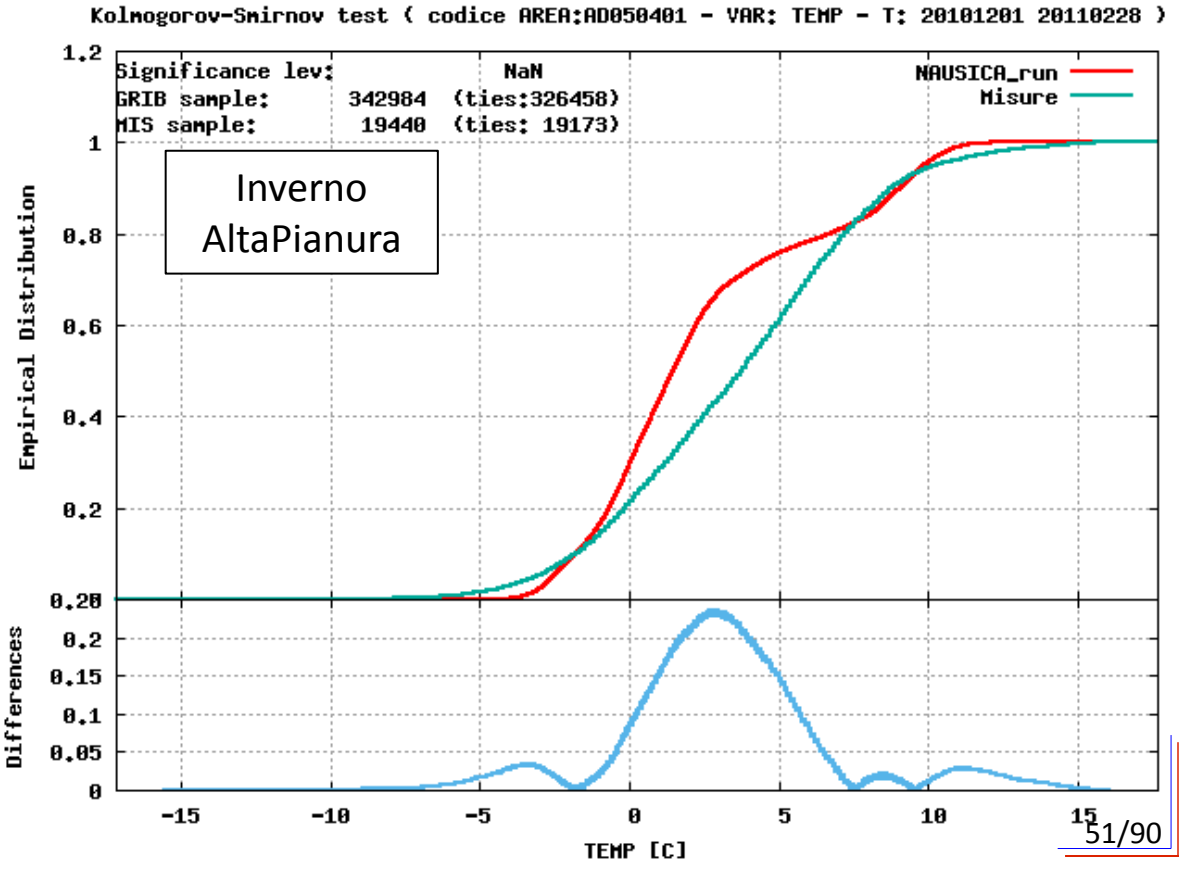
- **Radiazione:**
  Sovrastima sistematica di circa 100 W/m^2

- **Evapotraspirazione:**
  Sottostima soprattutto nelle stagioni fredde

Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Temperatura:**
  - BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2.0°C





Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Temperatura:**
  - BIAS: estate, autunno < 1°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
  - Valori medi tendenzialmente sottostimati nelle stagioni calde e sovrastimati in quelle fredde

BIAS TEMPERATURE 2010: media(simulazioni) – media(misure)

STAGIONE / AREA	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Costa	-1.5 °C	-0.8 °C	-0.6 °C	-0.1 °C
Bassa Pianura	-0.8 °C	-0.1 °C	0.7 °C	0.2 °C
Media Pianura	-0.8 °C	-0.3 °C	0.1 °C	-1.0 °C
Alta Pianura	-0.8 °C	-0.3 °C	0.0 °C	-1.1 °C
Montagna	-1.4 °C	-0.3 °C	-0.2 °C	-2.1 °C
Alpi	0.0 °C	0.9 °C	1.5 °C	-0.9 °C
Carso	-1.5 °C	-0.7 °C	-0.7 °C	-1.0 °C

media(simulazioni) < media(misure)
media(simulazioni) > media(misure)

Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Temperatura:**
  - BIAS: estate, autunno < 1°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
  - Valori medi tendenzialmente sottostimati nelle stagioni calde e sovrastimati in quelle fredde

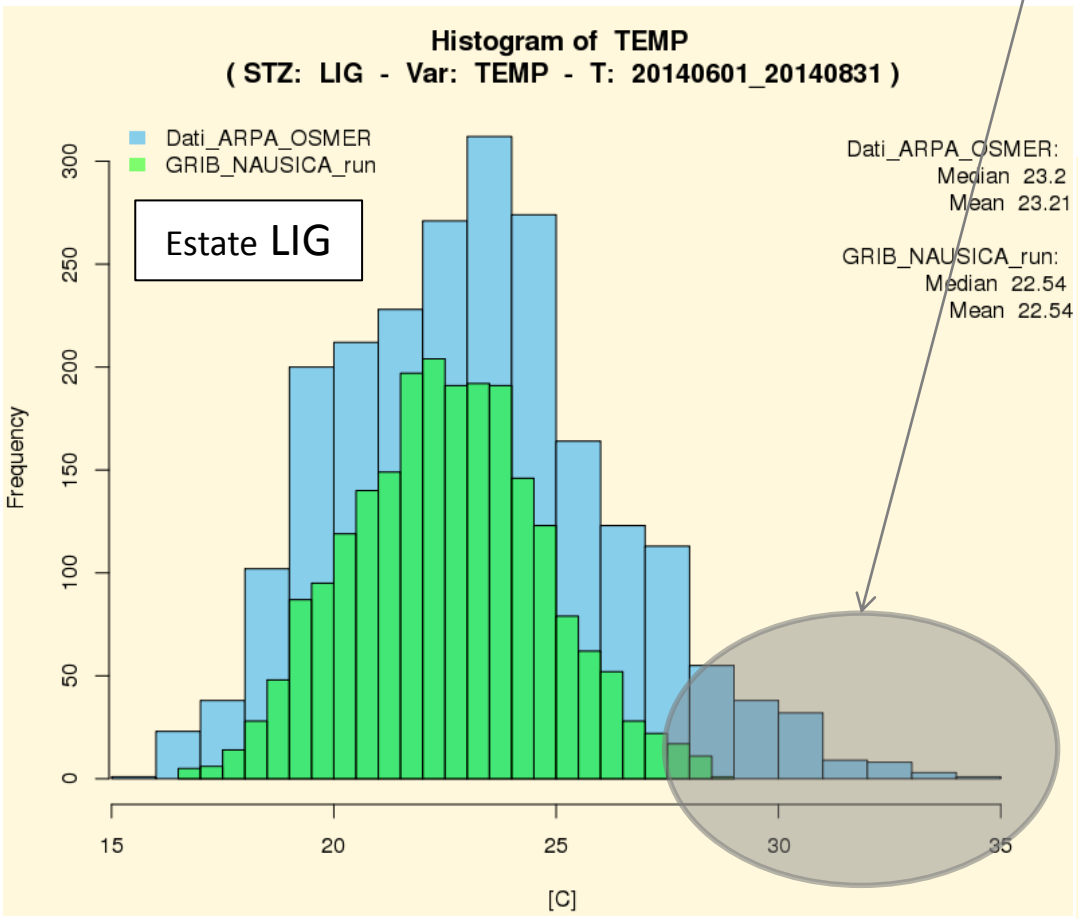
BIAS TEMPERATURE 2011: media(simulazioni) – media(misure)

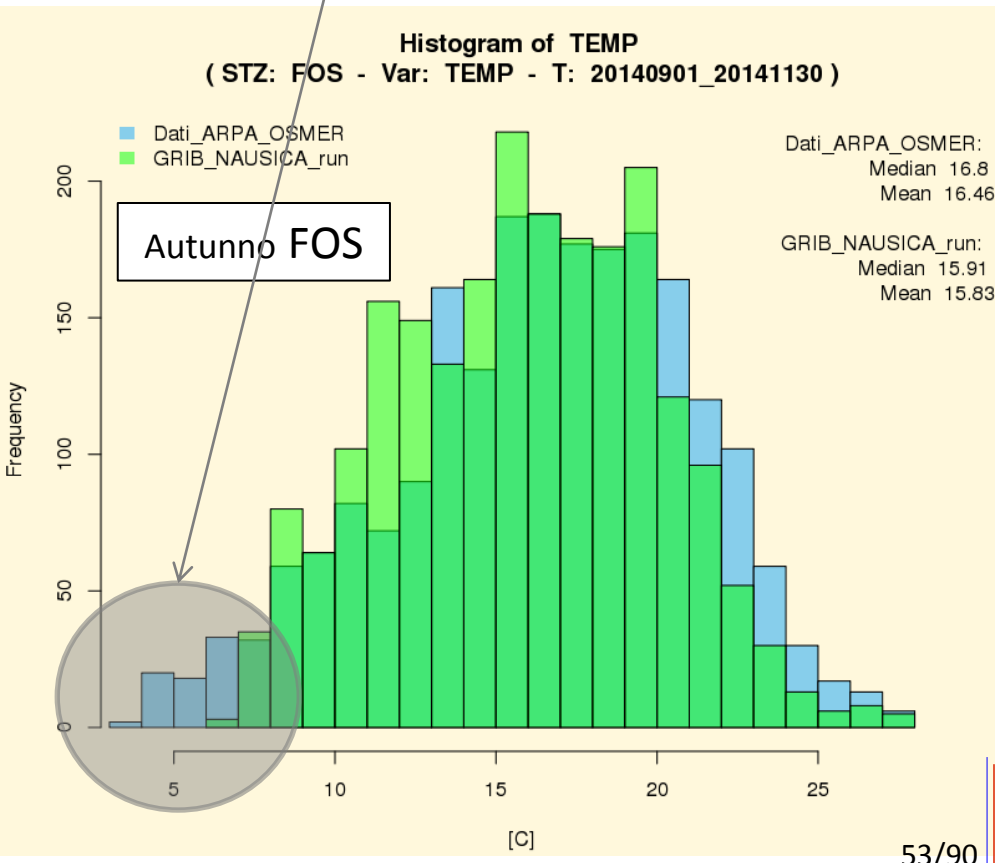
STAGIONE / AREA	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Costa	-1.6 °C	-0.8 °C	-0.5 °C	2.1 °C
Bassa Pianura	-1.4 °C	0.0 °C	1.0 °C	2.6 °C
Media Pianura	-1.0 °C	0.2 °C	1.0 °C	1.5 °C
Alta Pianura	-1.0 °C	0.1 °C	0.9 °C	1.5 °C
Montagna	-1.1 °C	0.2 °C	0.7 °C	1.8 °C
Alpi	-1.6 °C	-0.8 °C	-0.5 °C	2.1 °C
Carso	-1.8 °C	-0.4 °C	0.0 °C	-1.7 °C

media(simulazioni) < media(misure)
media(simulazioni) > media(misure)

Confronto distribuzioni stagionali sulle stazioni

- **Temperatura:**
  - BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
  - Valori medi tendenzialmente sottostimati (in autunno qualche caso di sovrastima)
  - Distribuzione più stretta, massime (estive) sottostimate e minime (invernali) sovrastimate





Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

Temperatura:

- BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
- Valori medi tendenzialmente sottostimati (in autunno qualche caso di sovrastima)
- Distribuzione più stretta, massime (estive) sottostimate e minime (invernali) sovrastimate
- 99° percentile sottostimato in tutte le aree e tutte le stagioni

99° e 1° PERCENTILE TEMPERATURE 2010 (Δ = simulazioni – misure)

STAGIONE / AREA	Primavera Δ 99°[°C]	Primavera Δ 1°[°C]	Estate Δ 99° [°C]	Estate Δ 1° [°C]	Autunno Δ 99° [°C]	Autunno Δ 1° [°C]	Inverno Δ 99° [°C]	Inverno Δ 1° [°C]
Costa	-1.2		-1.5		-1.1		-0.6	
Bassa Pianura	-2.5		-2.5		-1.5		-1.1	
Media Pianura	-1.1		-2.1		-0.8		-2.0	
Alta Pianura	-1.2		-1.8		-0.9		-2.8	
Montagna	-2.8		-3.4		-2.5		-2.8	
Alpi	-2.7		-4.4		-0.9		-2.8	
Carso	-2.3		-2.8		-1.7		-2.4	

PERC. (simulazioni) < PERC. (misure)
PERC. (simulazioni) > PERC. (misure)

Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

Temperatura:

- BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
- Valori medi tendenzialmente sottostimati (in autunno qualche caso di sovrastima)
- Distribuzione più stretta, massime (estive) sottostimate e minime (invernali) sovrastimate
- 99° percentile sottostimato in tutte le aree e tutte le stagioni

99° e 1° PERCENTILE TEMPERATURE 2011 (Δ = simulazioni – misure)

STAGIONE / AREA	Primavera Δ 99°[°C]	Primavera Δ 1°[°C]	Estate Δ 99° [°C]	Estate Δ 1° [°C]	Autunno Δ 99° [°C]	Autunno Δ 1° [°C]	Inverno Δ 99° [°C]	Inverno Δ 1° [°C]
Costa	-2.4		-0.3		-1.1		-0.8	
Bassa Pianura	-3.7		-0.2		-2.1		-1.7	
Media Pianura	-2.1		0.6		-0.9		-4.1	
Alta Pianura	-2.3		-0.8		-1.4		-4.5	
Montagna	-3.9		-2.1		-2.9		-4.3	
Alpi	-2.9		-2.9		-2.4		-1.1	
Carso	-3.5		-1.3		-2.5		-3.5	

PERC. (simulazioni) < PERC. (misure)
PERC. (simulazioni) > PERC. (misure)

Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

Temperatura:

- BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
- Valori medi tendenzialmente sottostimati (in autunno qualche caso di sovrastima)
- Distribuzione più stretta, massime (estive) sottostimate e minime (invernali) sovrastimate
- 99° percentile sottostimato in tutte le aree e tutte le stagioni
- 1° percentile tendenzialmente sovrastimato

99° e 1° PERCENTILE TEMPERATURE 2010 (Δ = simulazioni – misure)

STAGIONE / AREA	Primavera Δ 99°[°C]	Primavera Δ 1°[°C]	Estate Δ 99° [°C]	Estate Δ 1° [°C]	Autunno Δ 99° [°C]	Autunno Δ 1° [°C]	Inverno Δ 99° [°C]	Inverno Δ 1° [°C]
Costa	-2.2		0.7		-1.0		-0.3	
Bassa Pianura	-1.5		1.9		-1.4		1.7	
Media Pianura	-1.6		2.0		-1.7		2.0	
Alta Pianura	-1.6		1.4		-1.4		2.3	
Montagna	-0.9		0.7		-2.4		-2.4	
Alpi	0.5		1.9		-1.0		-0.5	
Carso	-4.7		0.9		-1.4		1.4	

PERC. (simulazioni) < PERC. (misure)
PERC. (simulazioni) > PERC. (misure)

Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

Temperatura:

- BIAS: estate, autunno < 0.8°C; primavera < 1.5°C; inverno < 2°C
- Valori medi tendenzialmente sottostimati (in autunno qualche caso di sovrastima)
- Distribuzione più stretta, massime (estive) sottostimate e minime (invernali) sovrastimate
- 99° percentile sottostimato in tutte le aree e tutte le stagioni
- 1° percentile tendenzialmente sovrastimato

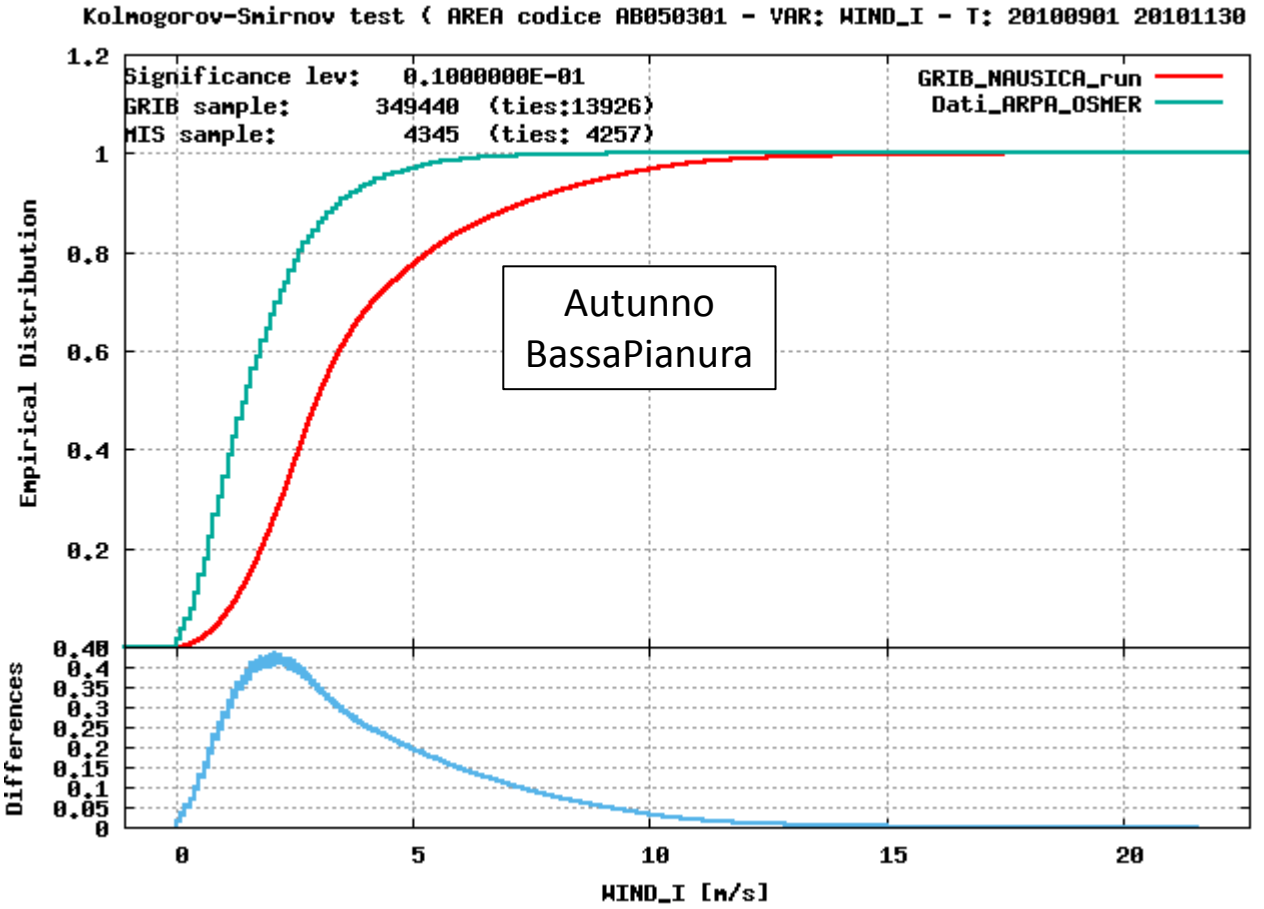
99° e 1° PERCENTILE TEMPERATURE 2011 (Δ = simulazioni – misure)

STAGIONE / AREA	Primavera Δ 99°[°C]	Primavera Δ 1°[°C]	Estate Δ 99° [°C]	Estate Δ 1° [°C]	Autunno Δ 99° [°C]	Autunno Δ 1° [°C]	Inverno Δ 99° [°C]	Inverno Δ 1° [°C]
Costa	-2.0		0,8		2,7		6,4	
Bassa Pianura	1.3		0,6		4,2		5,2	
Media Pianura	1.3		0,6		4,6		5,0	
Alta Pianura	0.4		0,9		5,4		5,8	
Montagna	-1.5		0,5		2,9		5,5	
Alpi	0.4		1,9		4,8		9,2	
Carso	-2.4		0,4		5,5		-6,8	

PERC. (simulazioni) < PERC. (misure)
PERC. (simulazioni) > PERC. (misure)

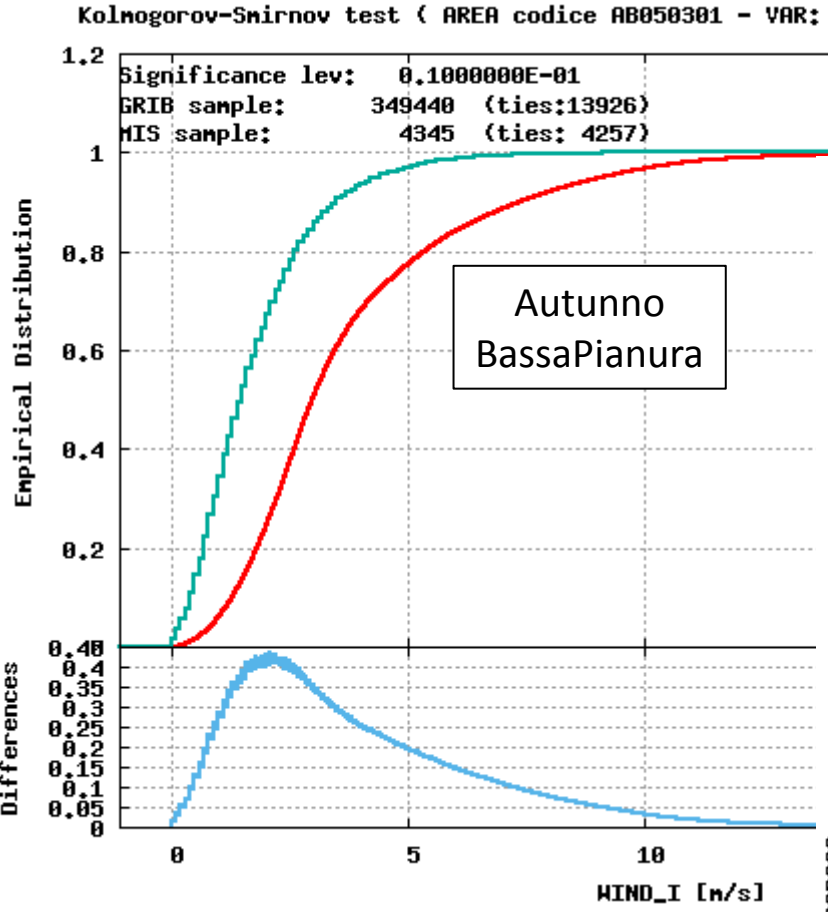
Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

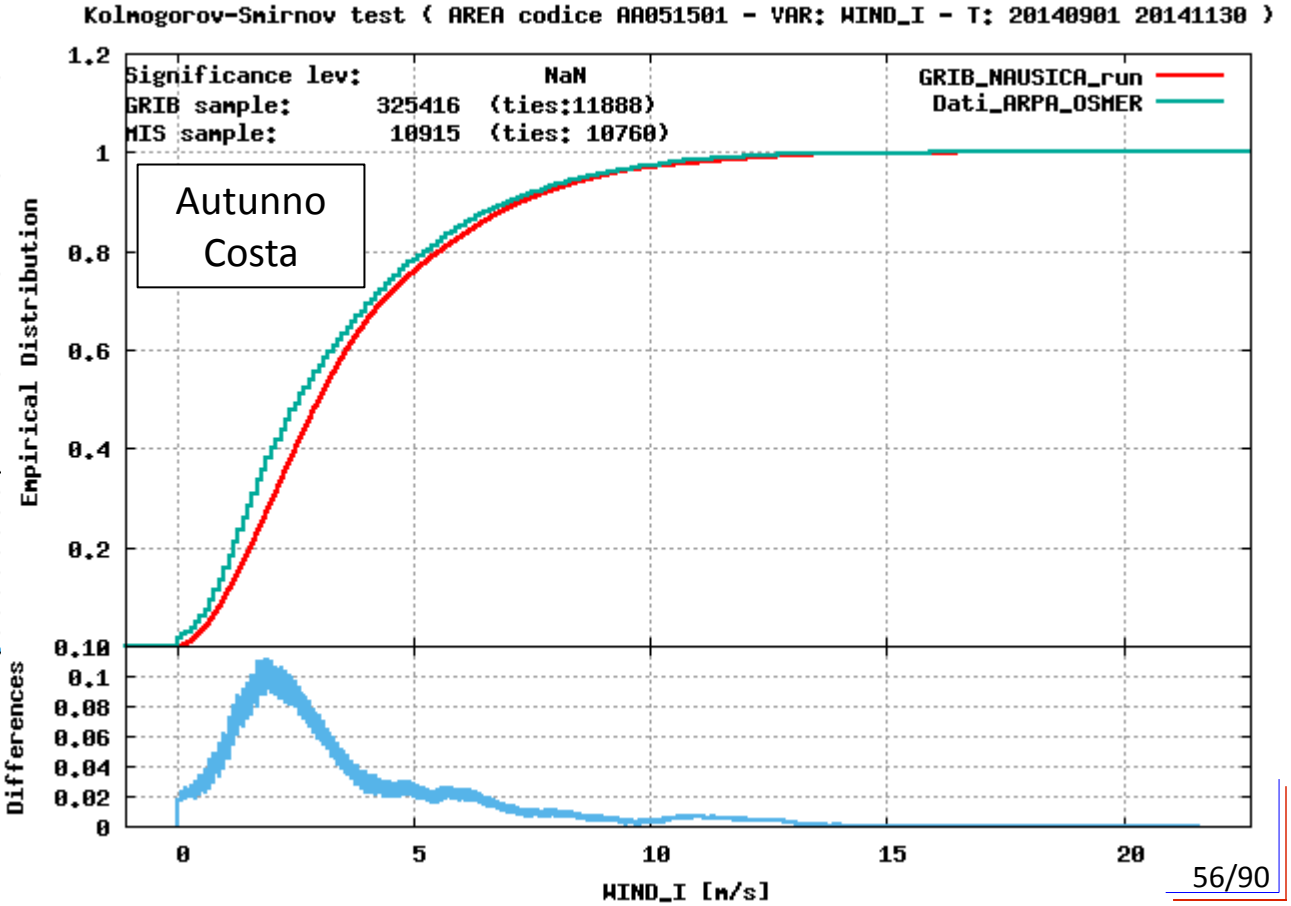
- **Venti:**
  - Sovrastima: bias di ≈ 1-2 m/s su diverse aree



Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Venti:**
  - Sovrastima: bias di ≈ 1-2 m/s su diverse aree
  - Bassa pianura (AB), media pianura (AC) e Carso accordo peggiore, la costa (AA) è la migliore

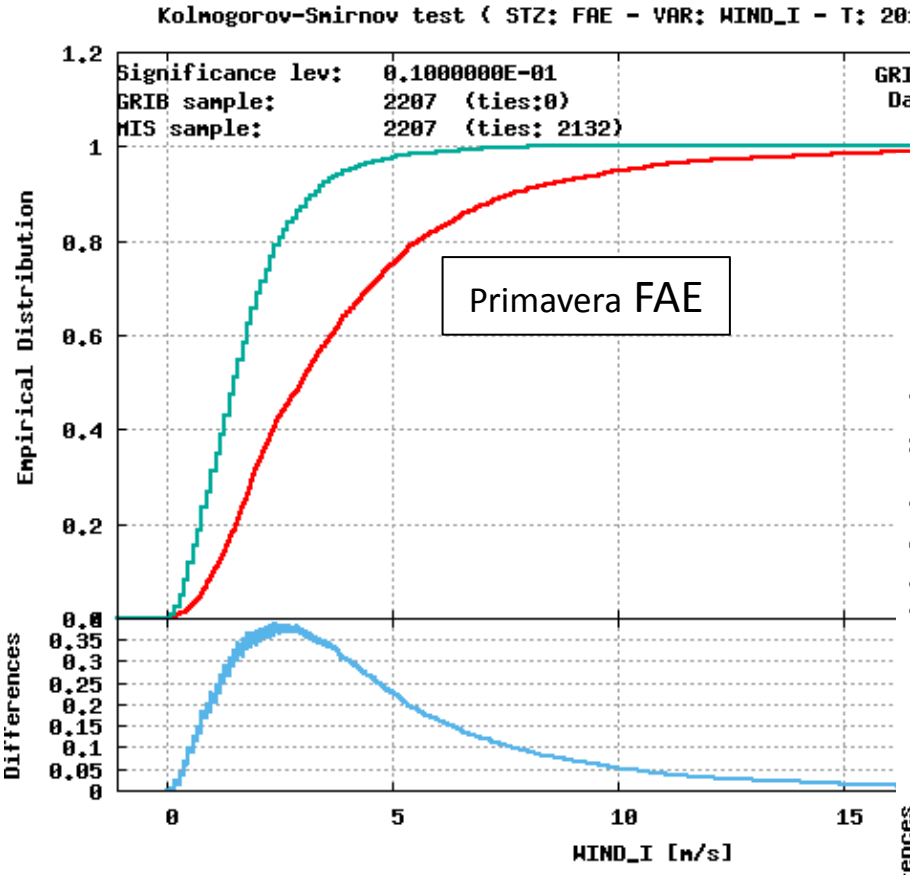


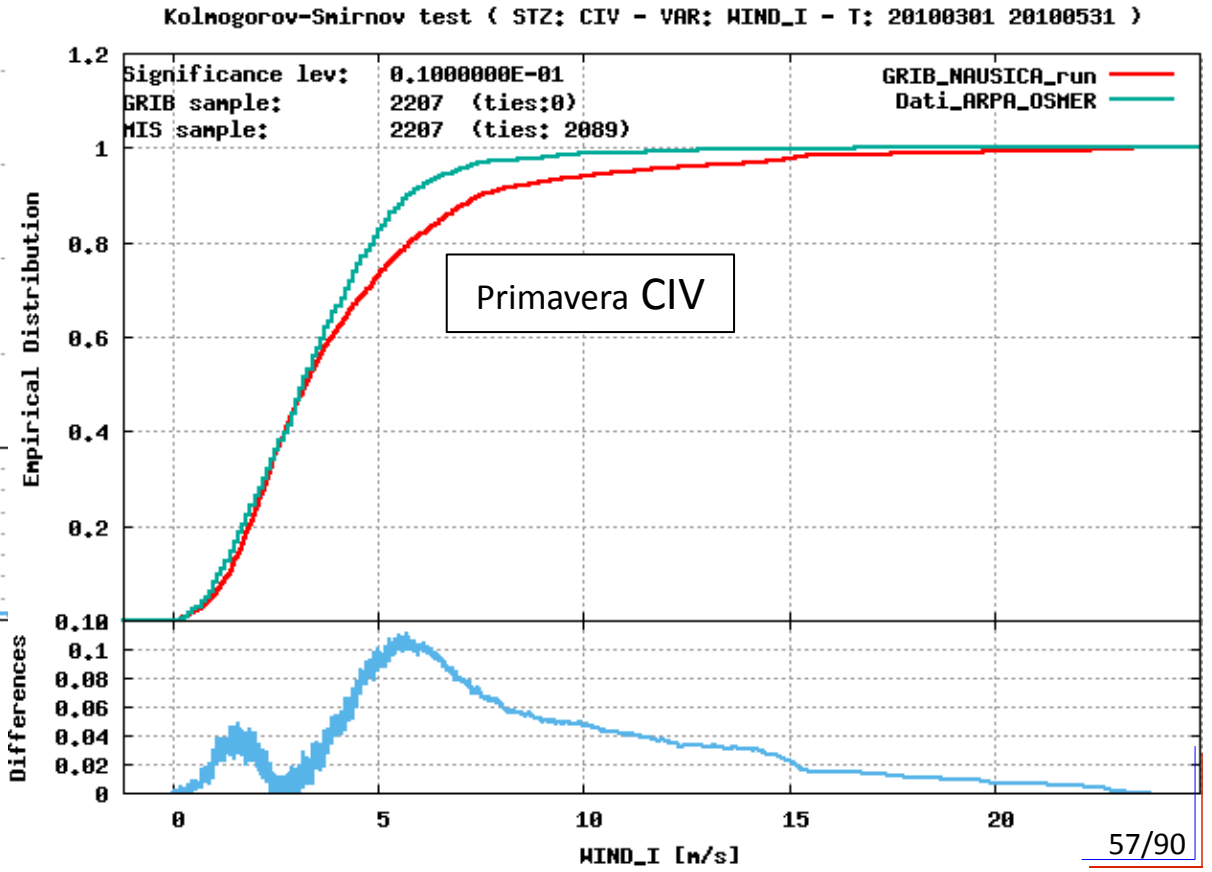


Confronto distribuzioni stagionali sulle stazioni

Venti:

- Sovrastima: BIAS di ≈ 1-2 m/s su diverse aree
- Bassa (AB) e media (AC) accordo peggiore, la costa (AA) è la migliore
- Accuratezza riproduzione venti locali molto variabile





Confronto distribuzioni stagionali sulle stazioni

Venti:

- Sovrastima: BIAS di ≈ 1-2 m/s su diverse aree
- Bassa (AB) e media (AC) accordo peggiore, la costa (AA) è la migliore
- Accuratezza riproduzione venti locali molto variabile
- Episodi di venti forti non osservati nei dati

MAX WIND_I 2010:

STAGIONE / AREA	Primavera NAUSICA	Primavera MIS
Costa	31.4 m/s	26.7 m/s
Bassa Pianura	32.4 m/s	11.4m/s
Media Pianura	34.8 m/s	14.8 m/s
Alta Pianura	31.8 m/s	18.3 m/s
Montagna	31.9 m/s	18.0 m/s
Alpi	25.4 m/s	21.4 m/s
Carso	20.4 m/s	14.0 m/s

75° PERC. WIND_I 2010:

STAGIONE / AREA	Primavera NAUSICA	Primavera MIS
Costa	6.9 m/s	5.0 m/s
Bassa Pianura	5.3 m/s	2.9 m/s
Media Pianura	4.2 m/s	3.0 m/s
Alta Pianura	4.1 m/s	3.0 m/s
Montagna	4.4 m/s	2.8 m/s
Alpi	5.9 m/s	4.0 m/s
Carso	6.7 m/s	3.8 m/s

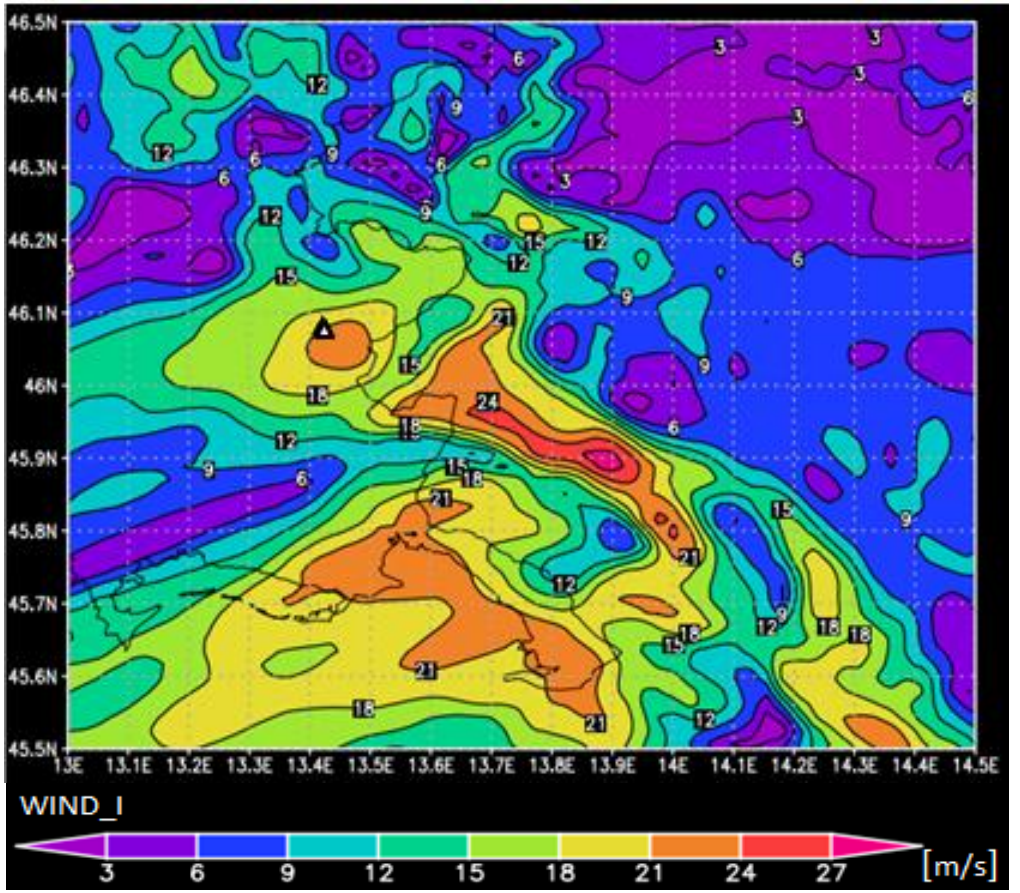
Confronto distribuzioni stagionali sulle stazioni

Venti:

- Sovrastima: BIAS di ≈ 1-2 m/s su diverse aree
- Bassa (AB) e media (AC) accordo peggiore, la costa (AA) è la migliore
- Accuratezza riproduzione venti locali molto variabile
- Episodi di venti forti non osservati nei dati causati da fenomeni locali che non hanno interessato le stazioni

MAX WIND_I 2010 stz CIV [m/s]:

AD050101_20100301_20100531_CIV_WIND_I.txt:Max.	Mis	18.3
AD050101_20100301_20100531_CIV_WIND_I.txt:Max.	Grib	23.78
AD050201_20100601_20100831_CIV_WIND_I.txt:Max.	Mis	13.1
AD050201_20100601_20100831_CIV_WIND_I.txt:Max.	Grib	12.14
AD050301_20100901_20101130_CIV_WIND_I.txt:Max.	Mis	12.6
AD050301_20100901_20101130_CIV_WIND_I.txt:Max.	Grib	20.29
AD050401_20101201_20110228_CIV_WIND_I.txt:Max.	Mis	14.9
AD050401_20101201_20110228_CIV_WIND_I.txt:Max.	Grib	21.18
AD050501_20110301_20110531_CIV_WIND_I.txt:Max.	Mis	13.2
AD050501_20110301_20110531_CIV_WIND_I.txt:Max.	Grib	20.44



Δ = Stazione ARPA-OSMER CIVIDALE

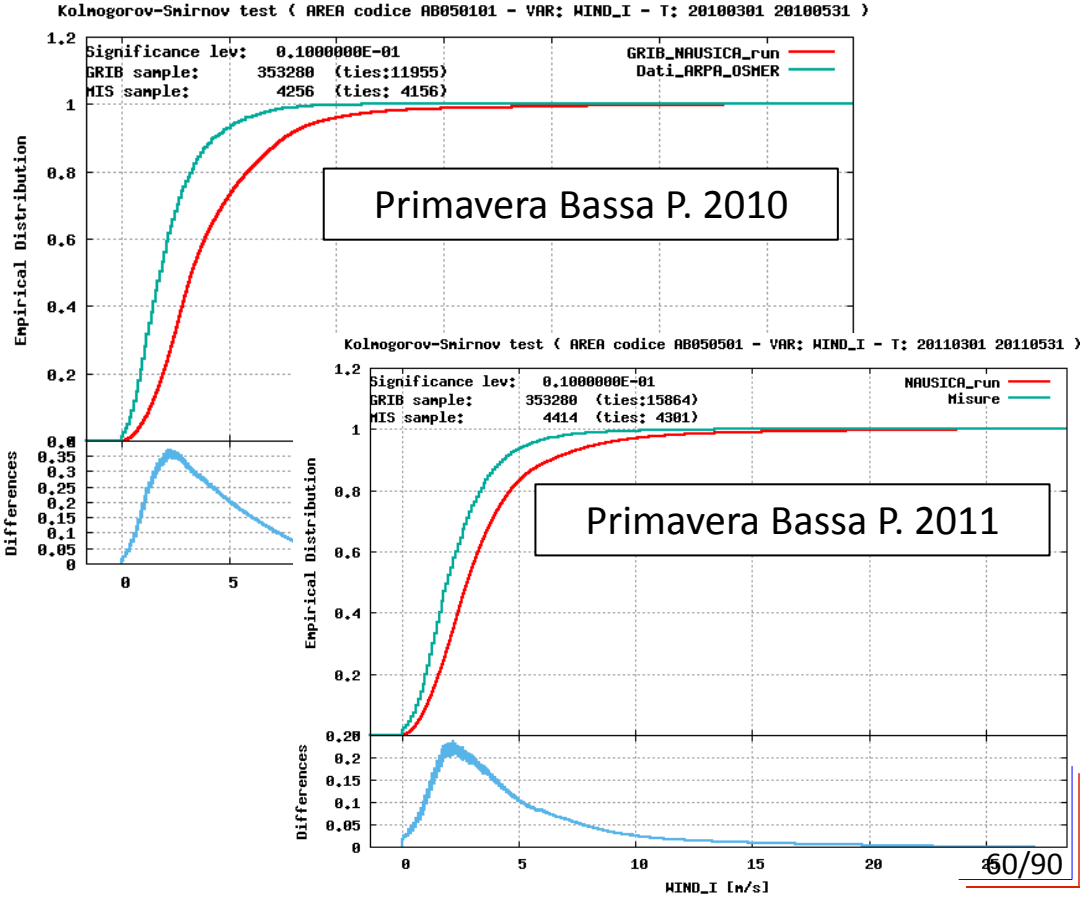
Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

➢ Venti:

- Sovrastima: BIAS di ≈ 1-2 m/s su diverse aree
- Bassa (AB) e media (AC) accordo peggiore, la costa (AA) è la migliore
- Accuratezza riproduzione venti locali molto variabile
- Episodi di venti forti non osservati nei dati causati da fenomeni locali che non hanno interessato le stazioni
- Non c'è dipendenza dalla stagione ma dall'anno analizzato

BIAS WIND_I: media(NAUSICA) – media(misure)

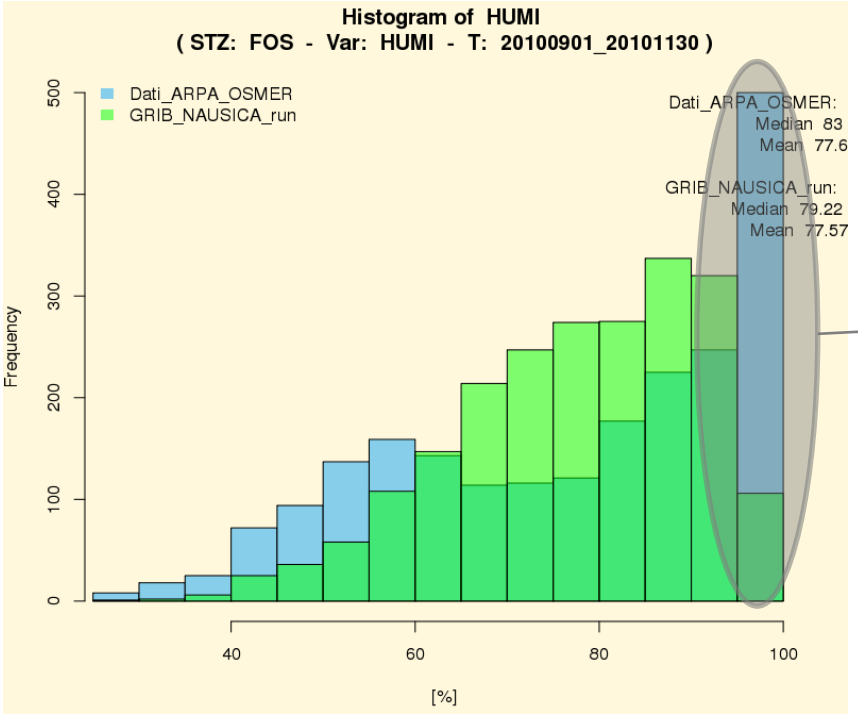
STAGIONE / AREA	Primavera 2010	Primavera 2011	Primavera 2014
Costa	1.4 m/s	0.7 m/s	0.8 m/s
Bassa Pianura	1.9 m/s	0.1m/s	1.6 m/s
Media Pianura	1.2 m/s	0.7 m/s	1.2 m/s
Alta Pianura	1.1 m/s	0.7 m/s	1.1 m/s
Montagna	1.4 m/s	0.7 m/s	1.1 m/s
Alpi	1.5 m/s	0.5 m/s	1.4 m/s
Carso	2.5 m/s	1.4 m/s	1.8 m/s

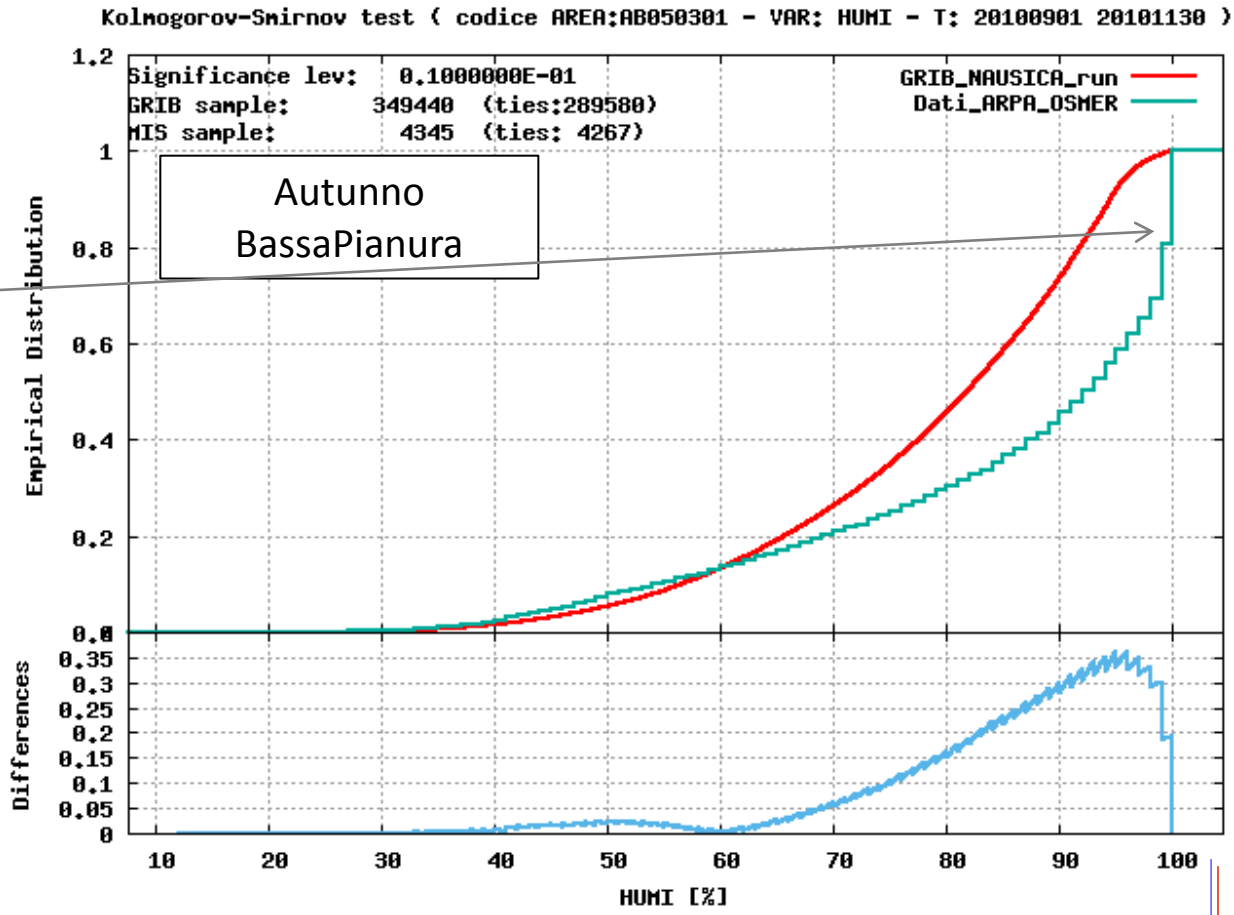


Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

➢ Umidità:

- Problemi nell'analisi a causa di valori alti nelle misure (saturazione): confronti poco significativi



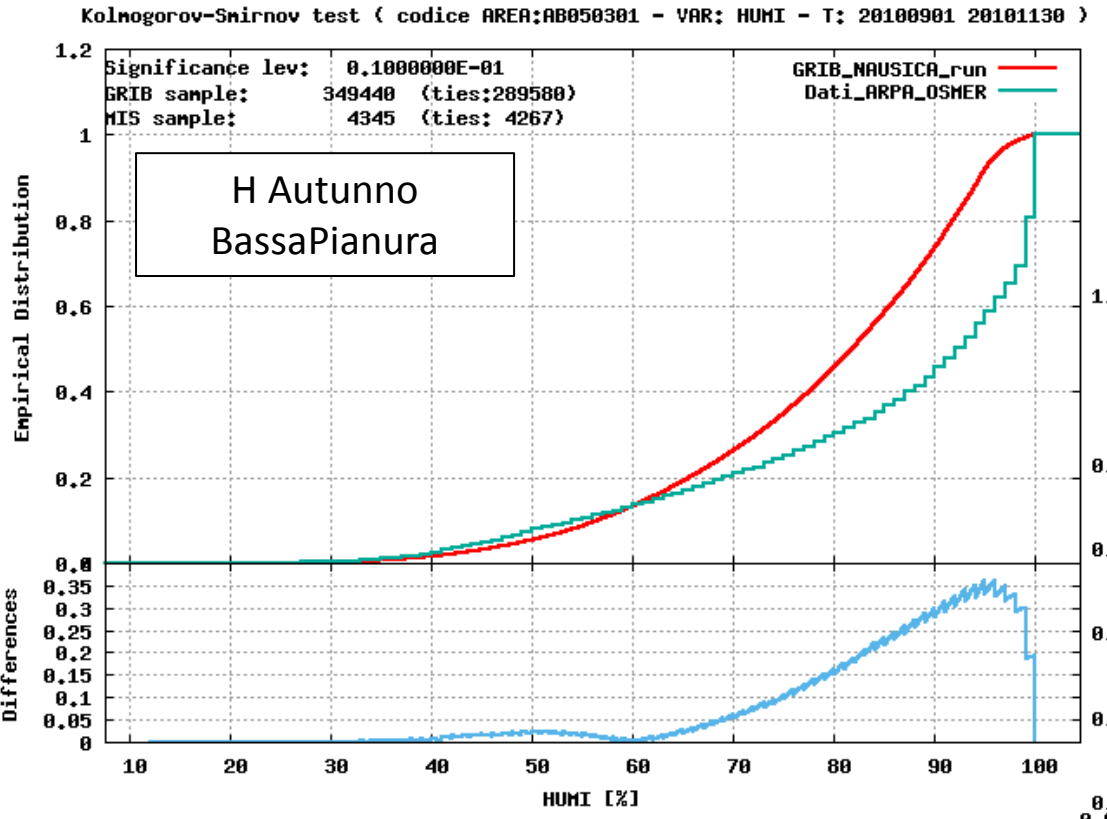


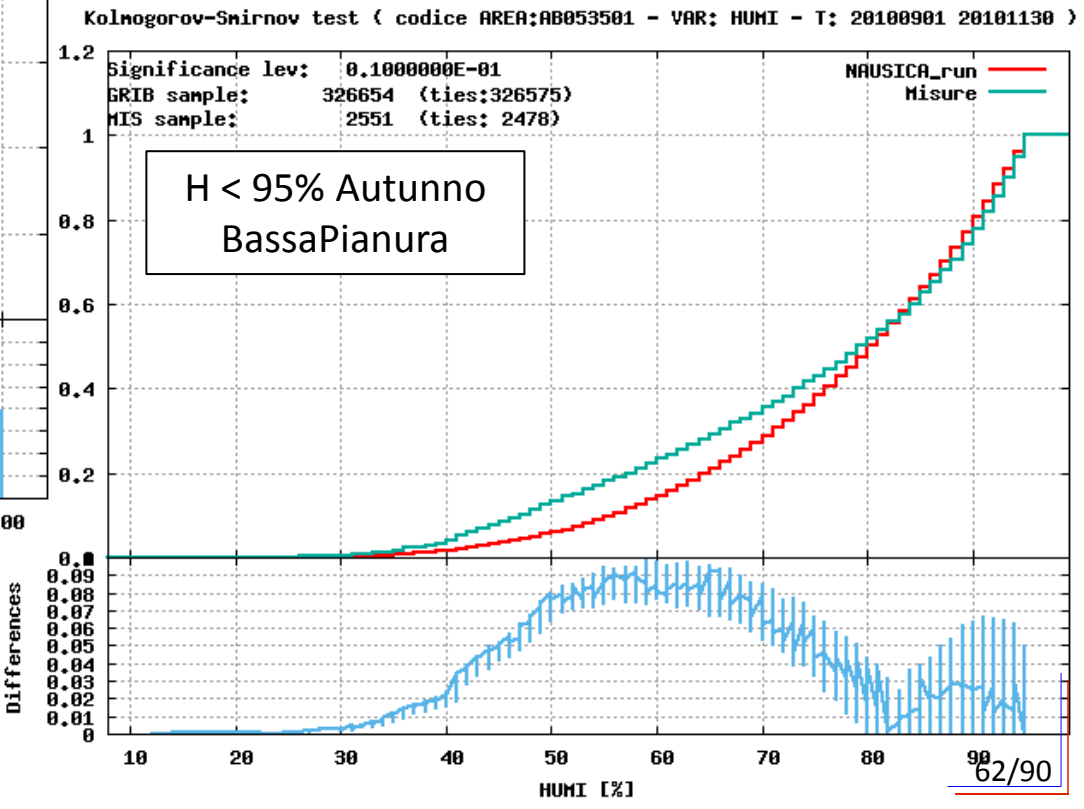
Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Umidità:**
  - Problemi nell'analisi a causa di valori alti nelle misure (saturazione): confronti poco significativi

⇒

- **Umidità < 95%:**
  - Perdo informazione sui valori alti e sui valori assoluti dei test statistici ma i confronti sono significativi



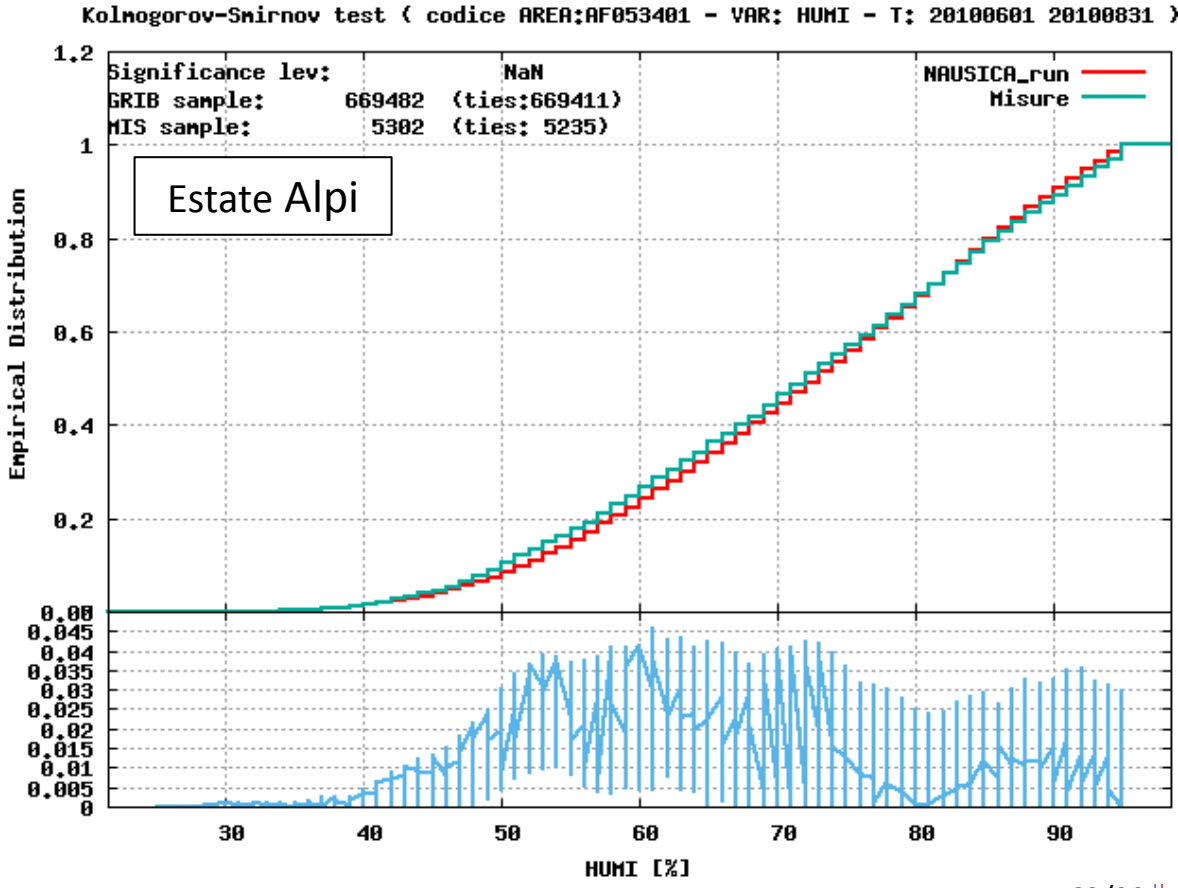


Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Umidità < 95%:**
  - BIAS < 5% su tutte le aree (anche area ALPI)

BIAS HUMI: media(NAUSICA) – media(misure)

STAGIONE AREA (XX)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Costa	9.45%	9.76%	10.31%	14.78%
Bassa P.	3.44%	3.47%	2.47%	3.97%
Media P.	0.34%	1.17%	-1.18%	0.87%
Alta P.	-0.28%	-0.75%	-2.78%	-2.02%
Montagna	1.73%	-1.86%	-2.01%	-0.19%
Alpi	0.90%	0.51%	-5.60%	-4.01%

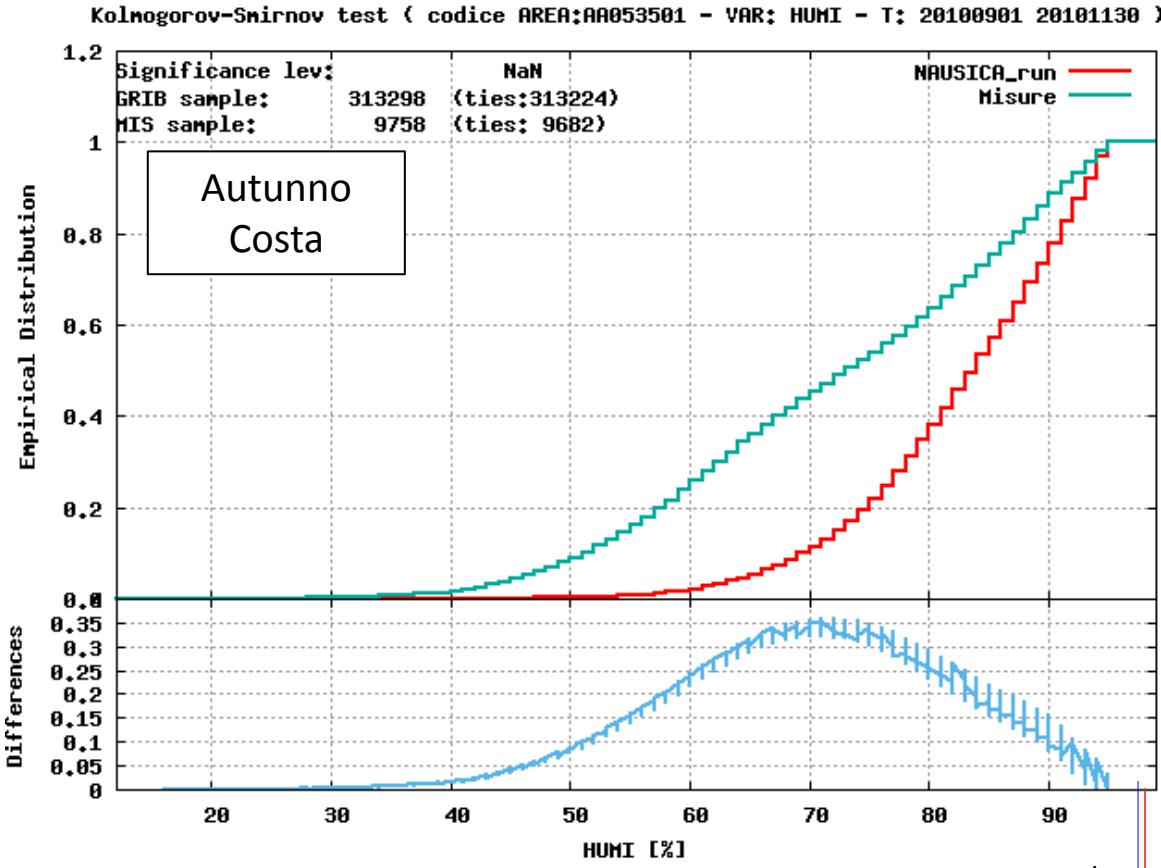


Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Umidità < 95%:**
  - BIAS < 5% su tutte le aree (anche area ALPI)
  - Zona costa riprodotta male (BIAS sistematico di ≈ 10 %)

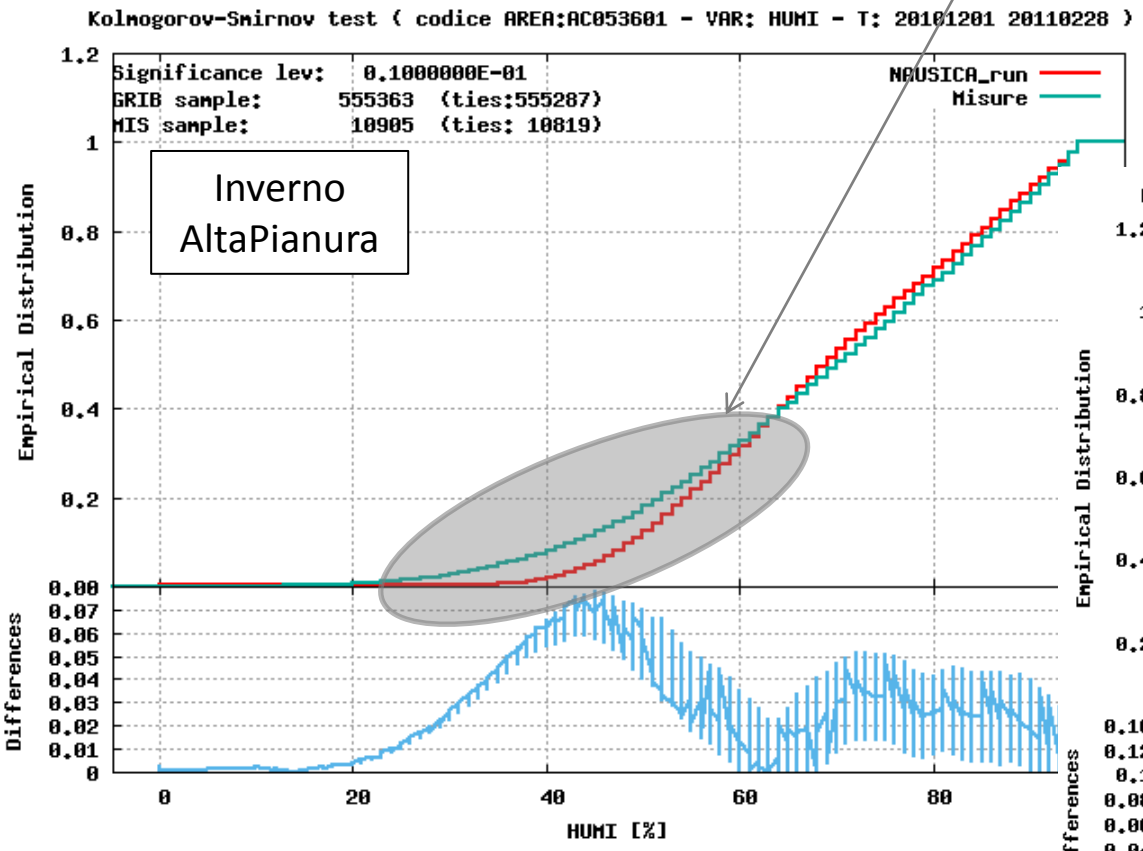
BIAS HUMI: media(NAUSICA) – media(misure)

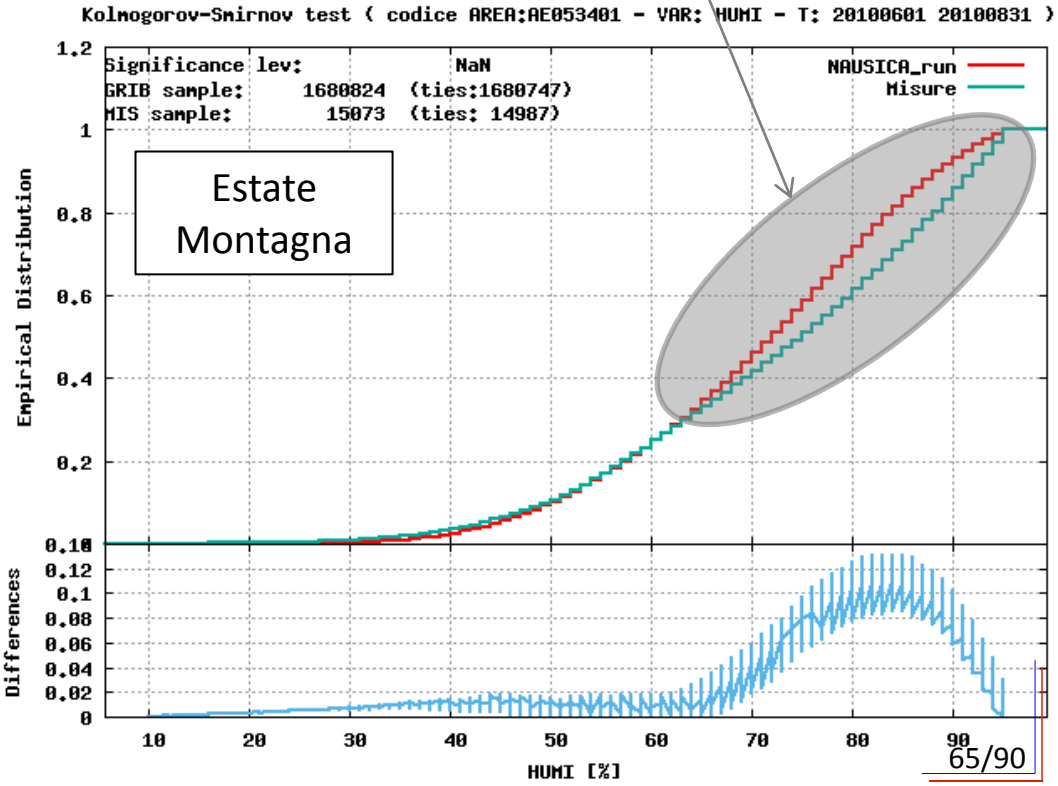
STAGIONE AREA (XX)	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
Costa	9.45%	9.76%	10.31%	14.78%
Bassa P.	3.44%	3.47%	2.47%	3.97%
Media P.	0.34%	1.17%	-1.18%	0.87%
Alta P.	-0.28%	-0.75%	-2.78%	-2.02%
Montagna	1.73%	-1.86%	-2.01%	-0.19%
Alpi	0.90%	0.51%	-5.60%	-4.01%



Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

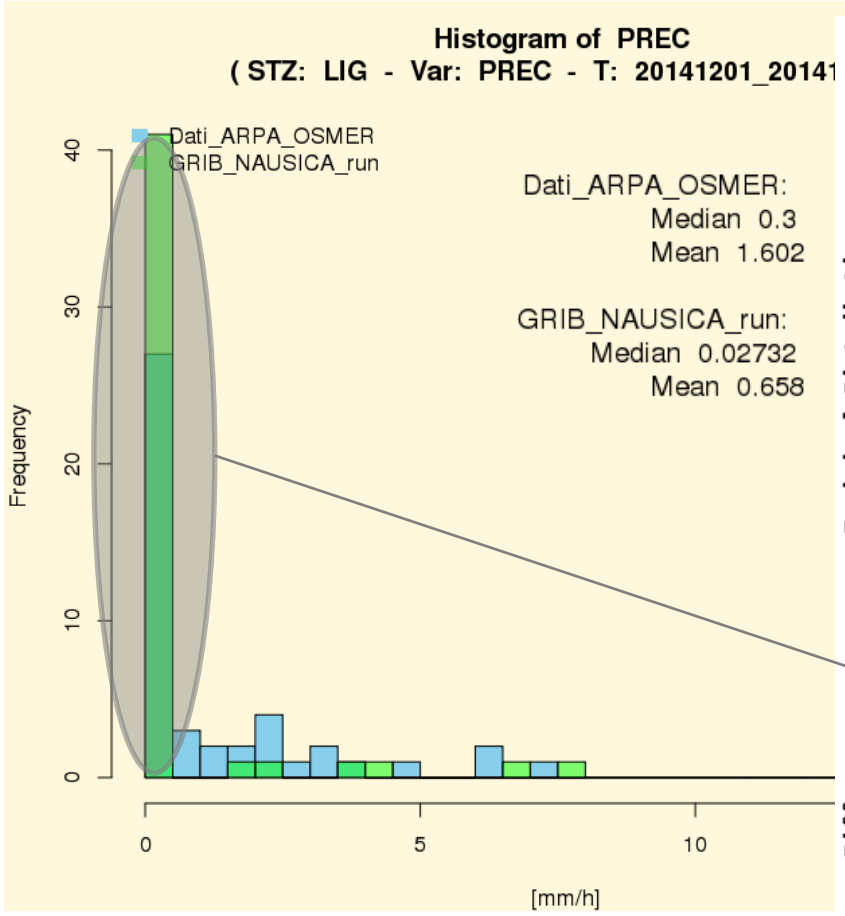
- **Umidità < 95%:**
  - BIAS < 5% su tutte le aree (anche area ALPI)
  - Zona costa riprodotta male (BIAS sistematico di ≈ 10 %)
  - Distribuzione più stretta, in pianura sovrastima valori bassi e in montagna sottostima valori alti

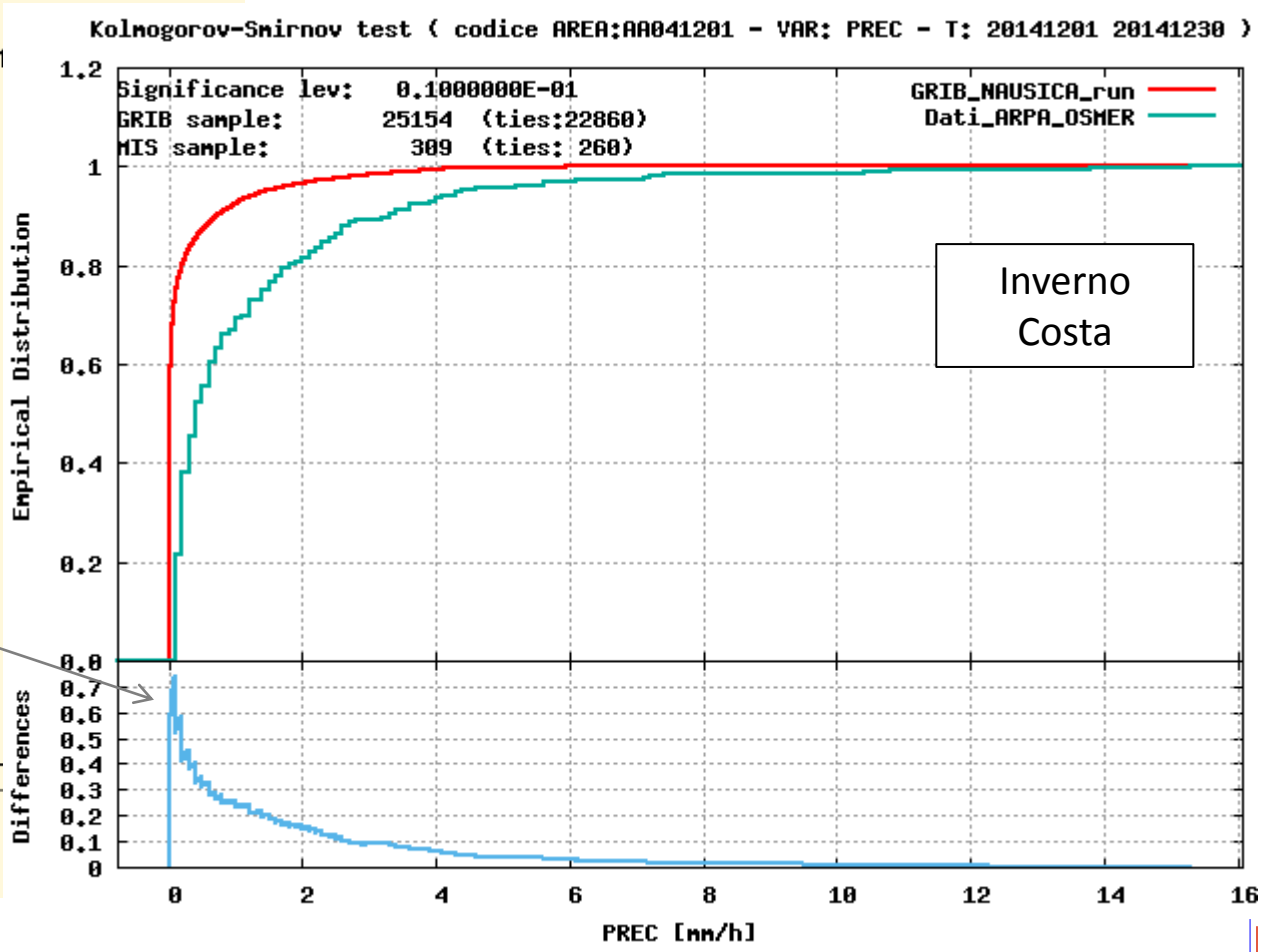




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Precipitazioni:**
  - Problemi nell'analisi a causa dei valori nulli: confronti poco leggibili



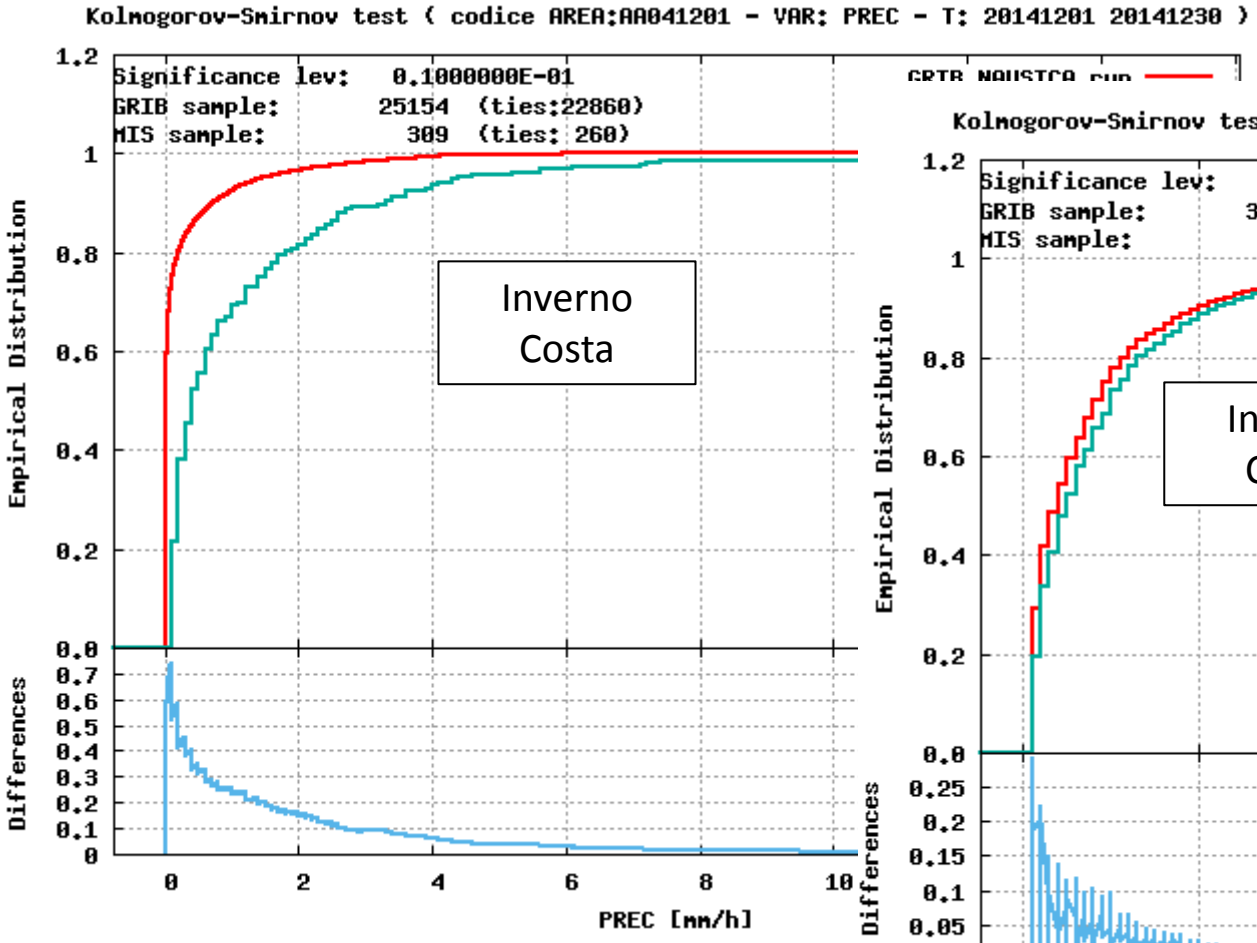


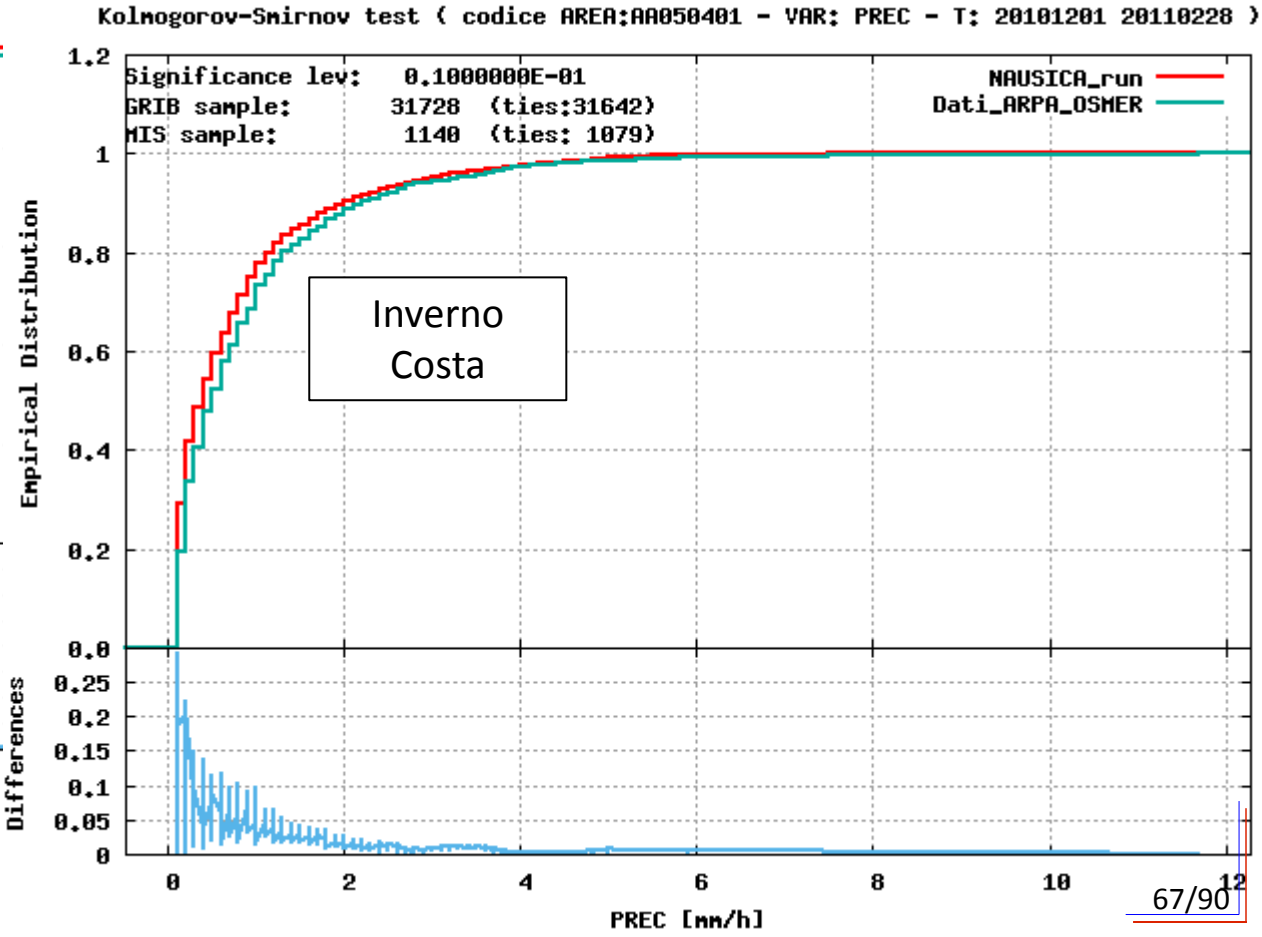
Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Precipitazioni:**
  - Problemi nell'analisi a causa dei valori nulli: confronti poco leggibili

⇒

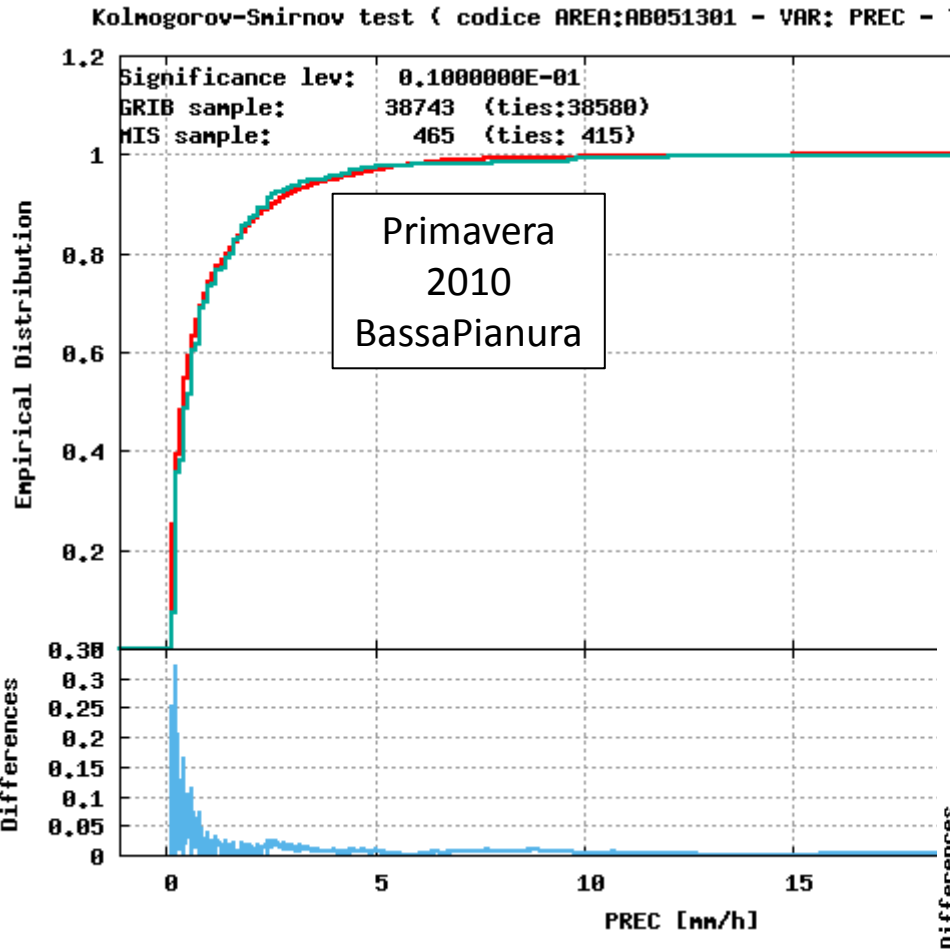
- **Precipitazioni ≠ 0**

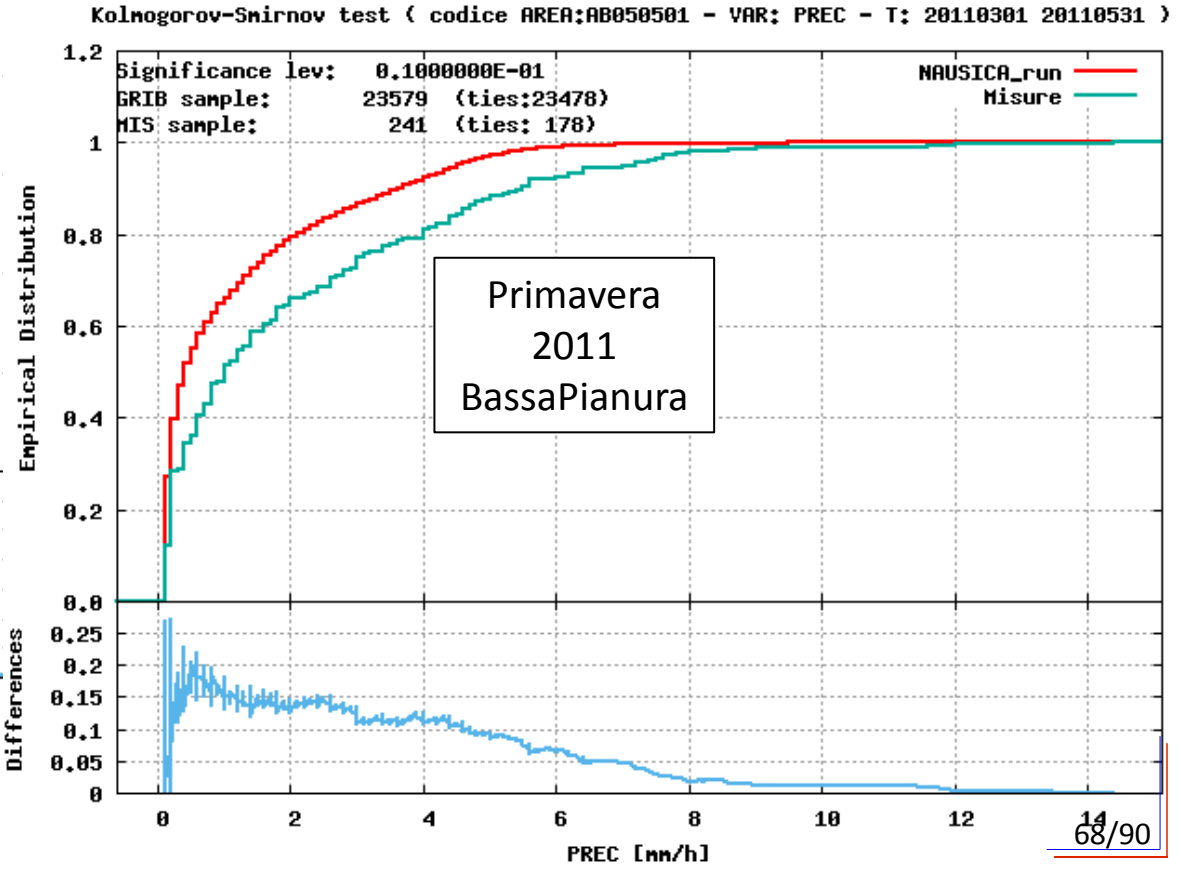




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

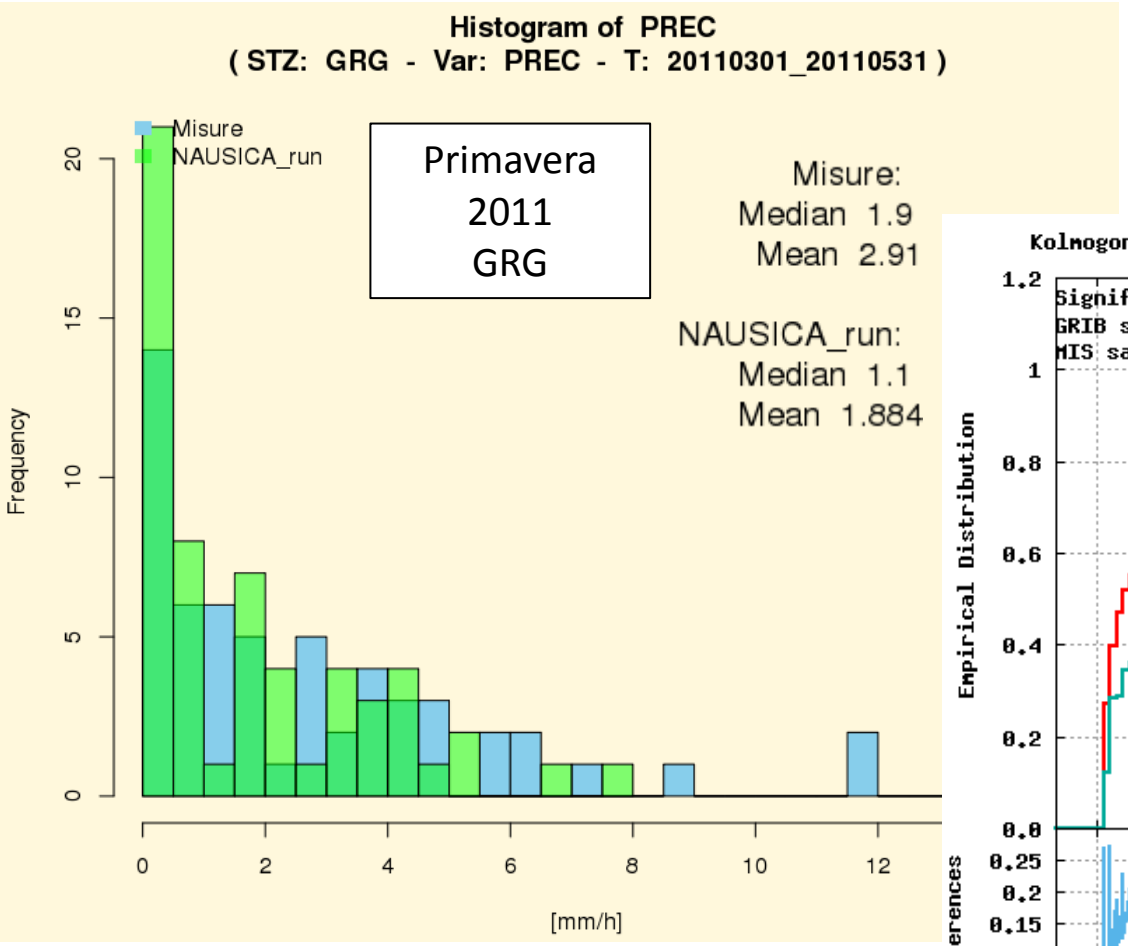
- **Precipitazioni ≠ 0 :**
  - BIAS < 1 mm/h in tutte le stagioni su tutte le aree; Δ(75° PERCENTILE) < 1.5 mm/h

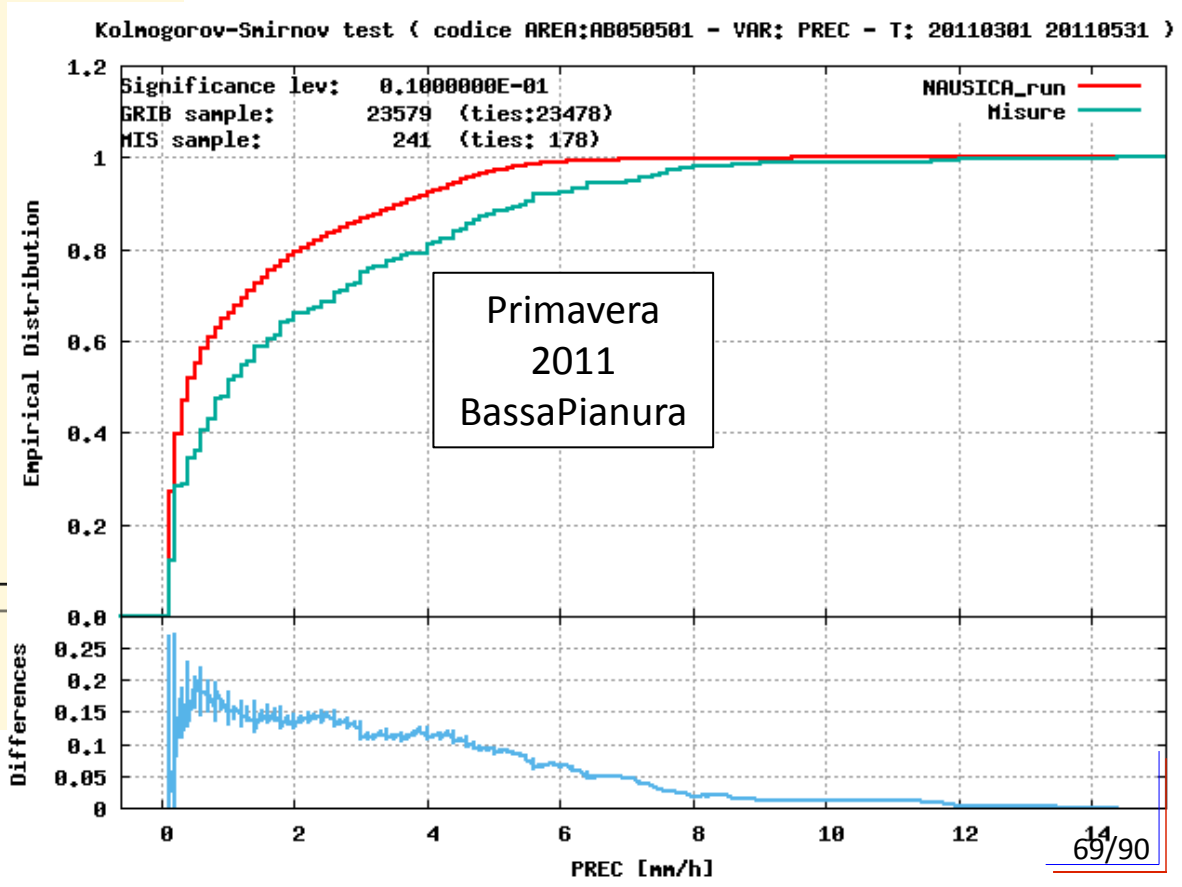




Confronto distribuzioni stagionali su aree e stazioni

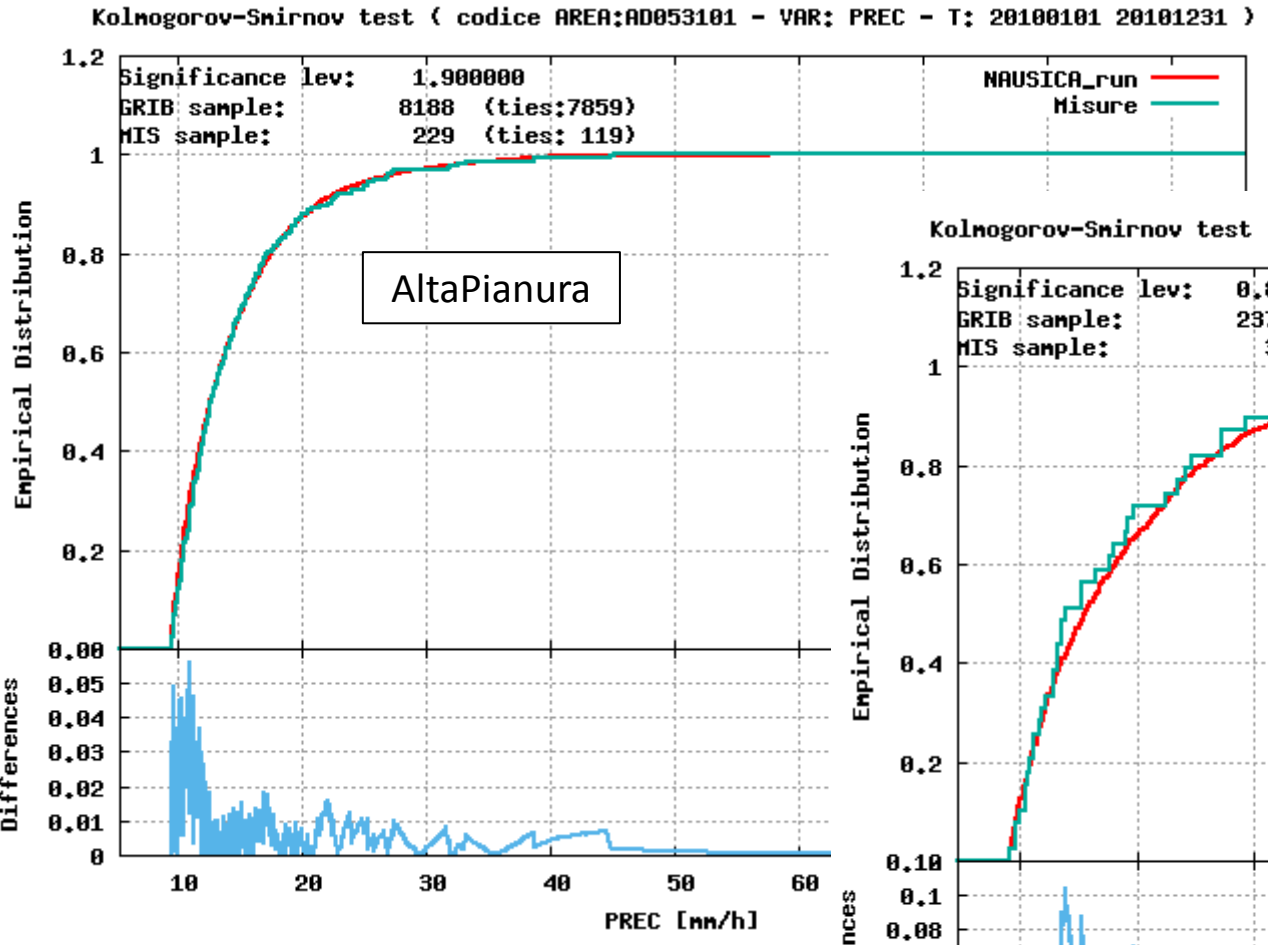
- **Precipitazioni ≠ 0 :**
  - BIAS < 1 mm/h in tutte le stagioni su tutte le aree; Δ(75° PERCENTILE) < 1.5 mm/h
  - Sottostima del range 2-10 mm/h nella maggior parte dei casi

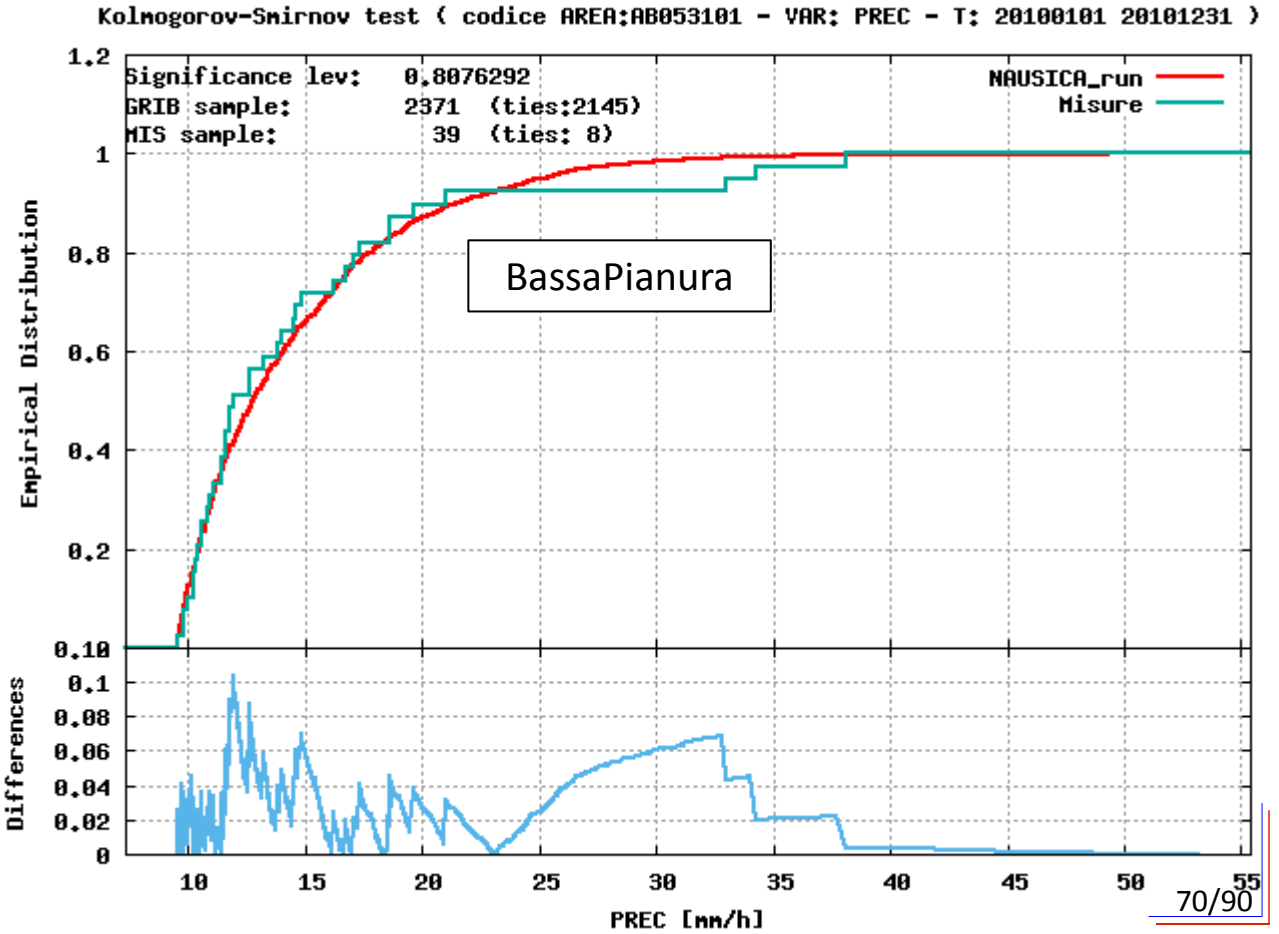




Confronto distribuzioni annuali sulle aree

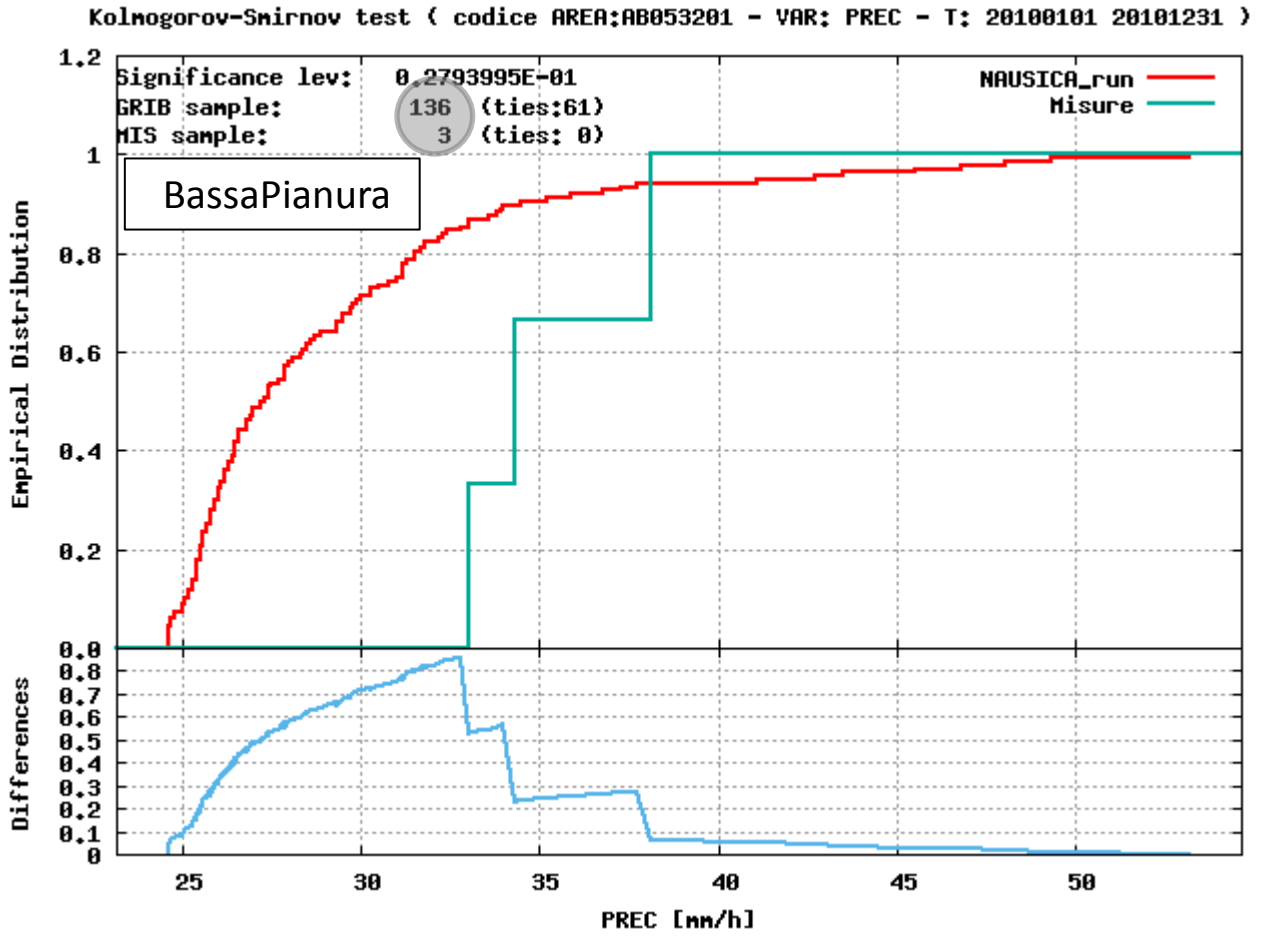
- **Precipitazioni > 10 mm/h:**
  - Ottimo accordo su tutte le aree: BIAS < 1 mm/h





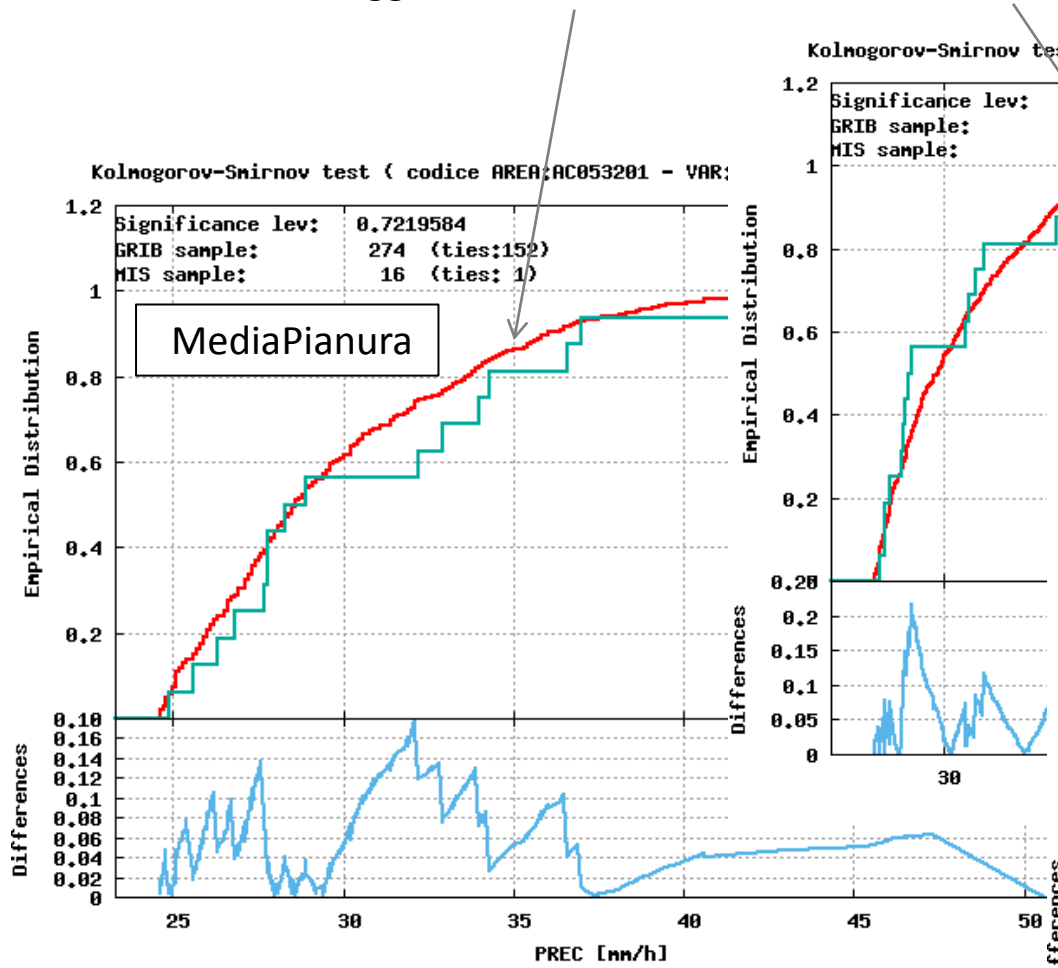
Confronto distribuzioni annuali sulle aree

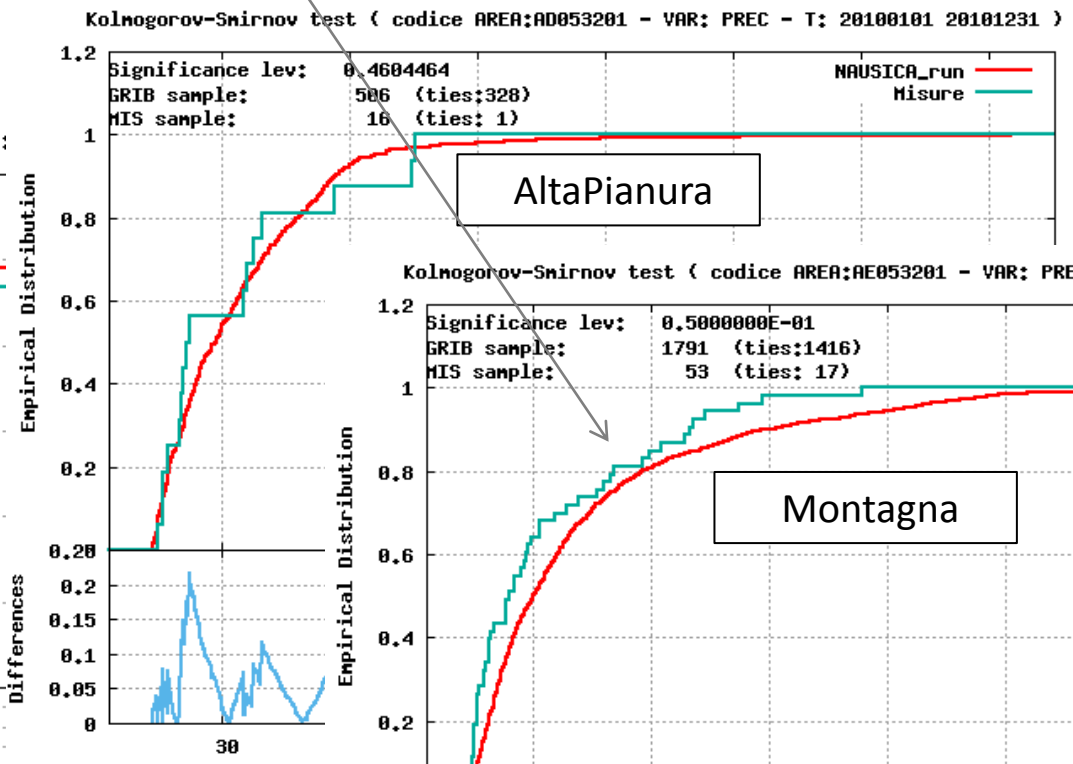
- **Precipitazioni > 25 mm/h:**
  - Su Costa, Bassa P. e Alpi NON c'è statistica sufficiente (pochi eventi, poche stazioni)

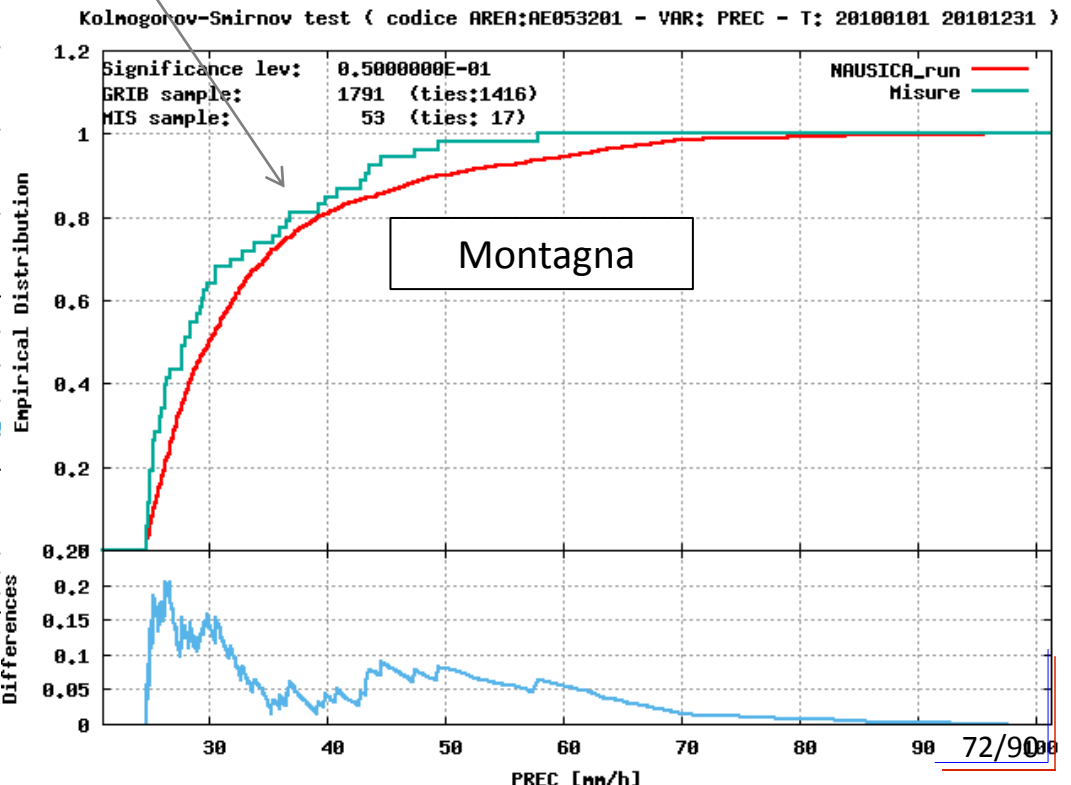


Confronto distribuzioni annuali sulle aree

- **Precipitazioni > 25 mm/h:**
  - Su Costa, Bassa P. e Alp NON c'è statistica sufficiente (pochi eventi, poche stazioni)
  - BIAS: Buon accordo su tutte le aree MediaP.=-1.5 mm/h; AltaP.=0.45 mm/h; Montagna=3.06 mm/h
  - Leggera sottostima su Media Pianura e sovrastima su Montagna

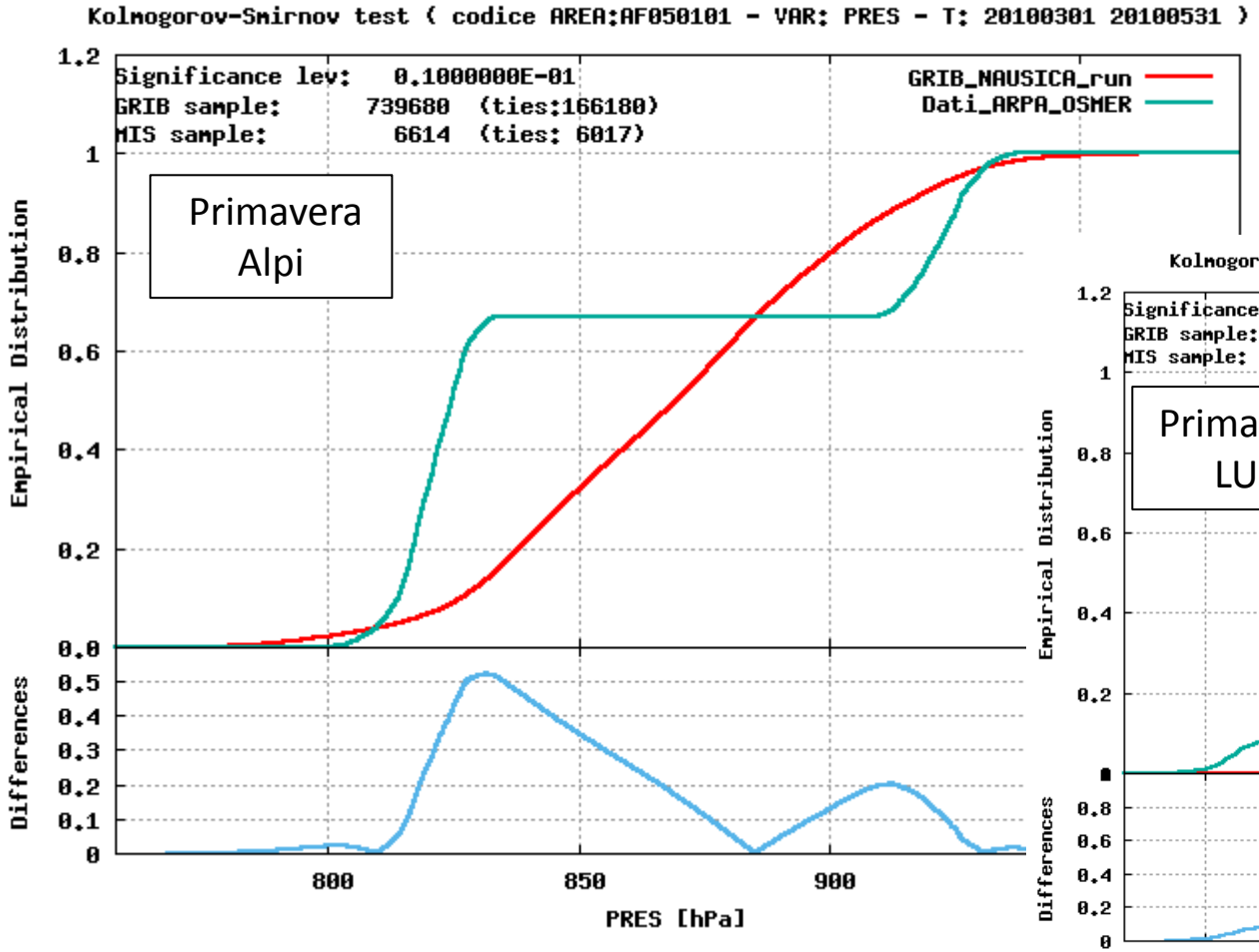


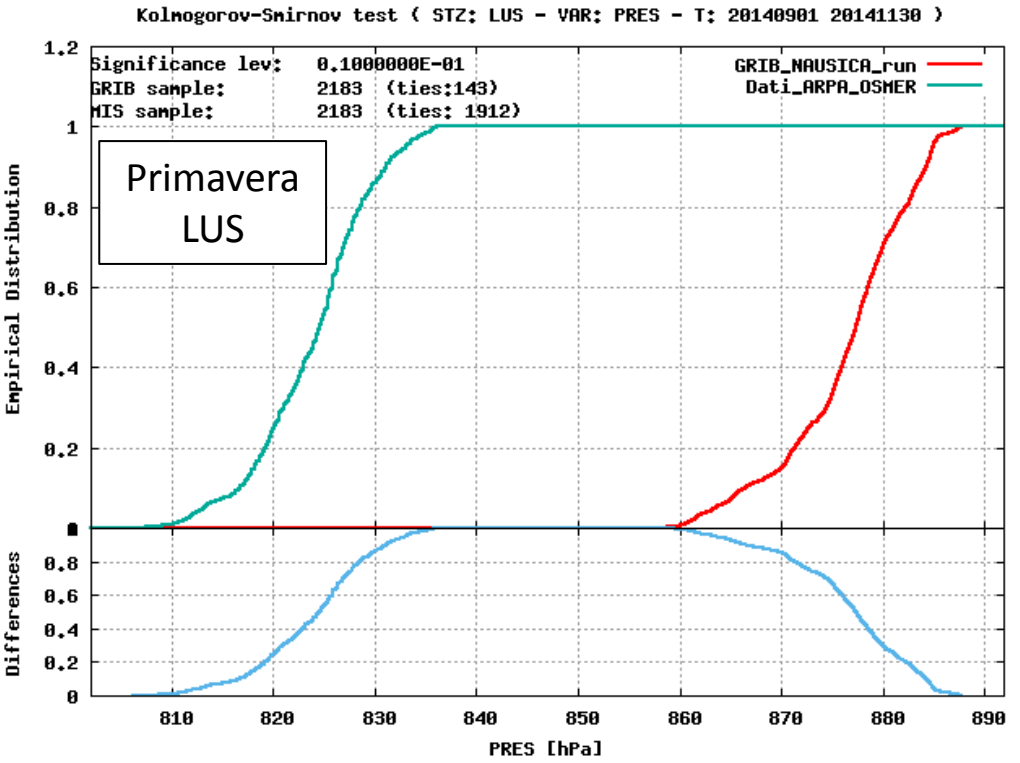




Confronto distribuzioni stagionali su aree e stazioni

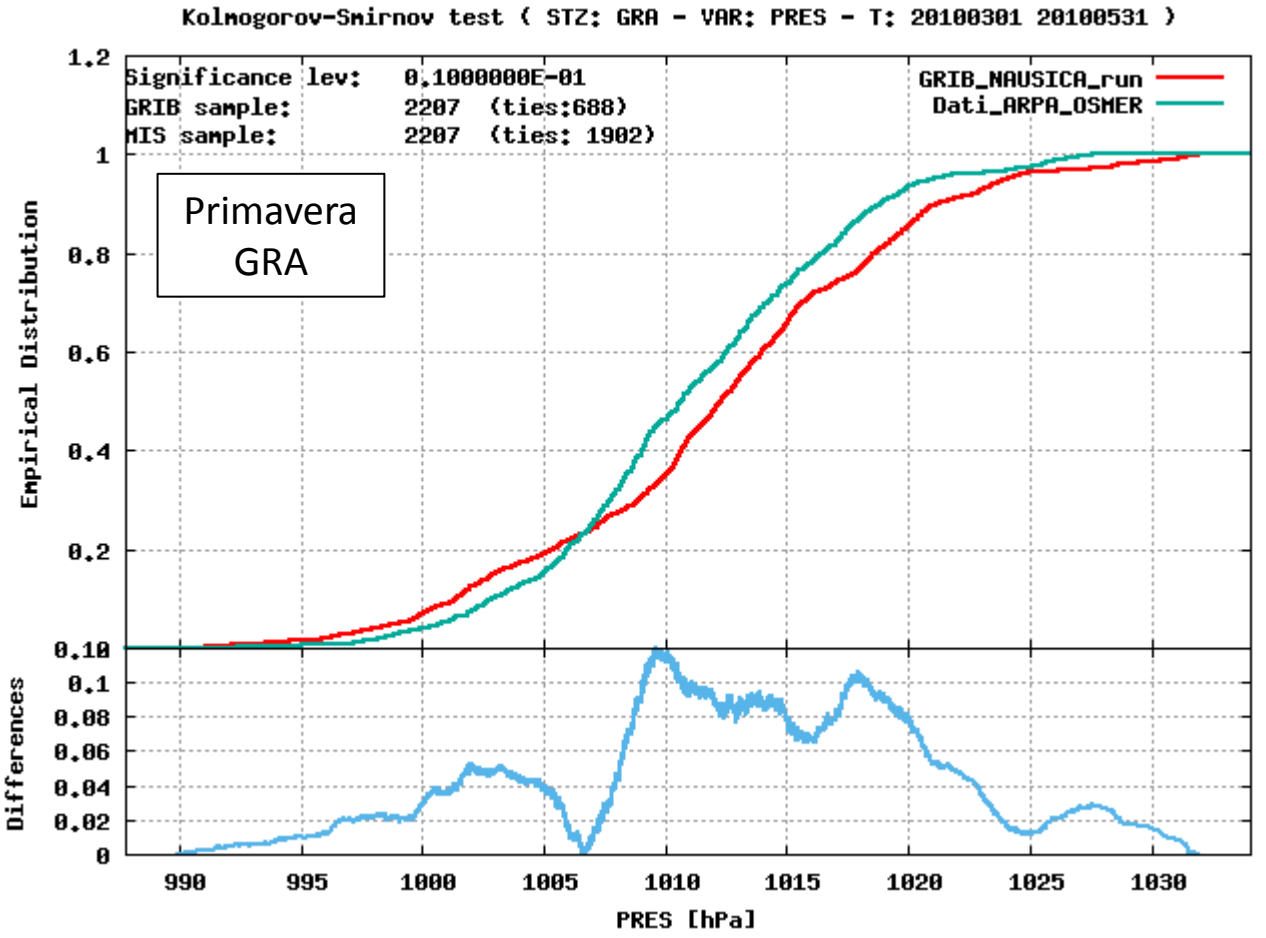
- **Pressione:**
  - NON è significativa l'analisi sulle aree a causa della complessità orografica (problema evidente anche in alcuni punti di stazione)





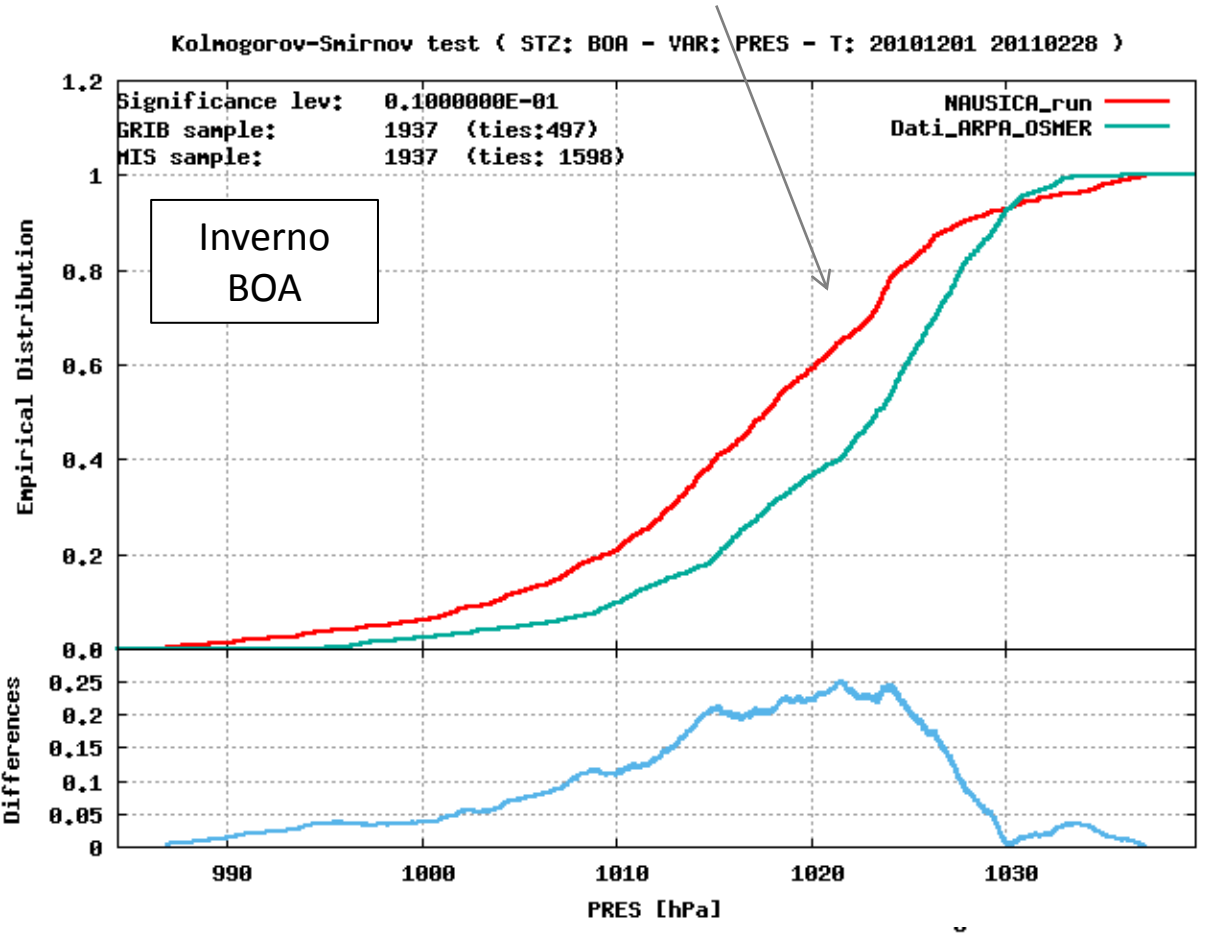
Confronto distribuzioni stagionali su aree e stazioni

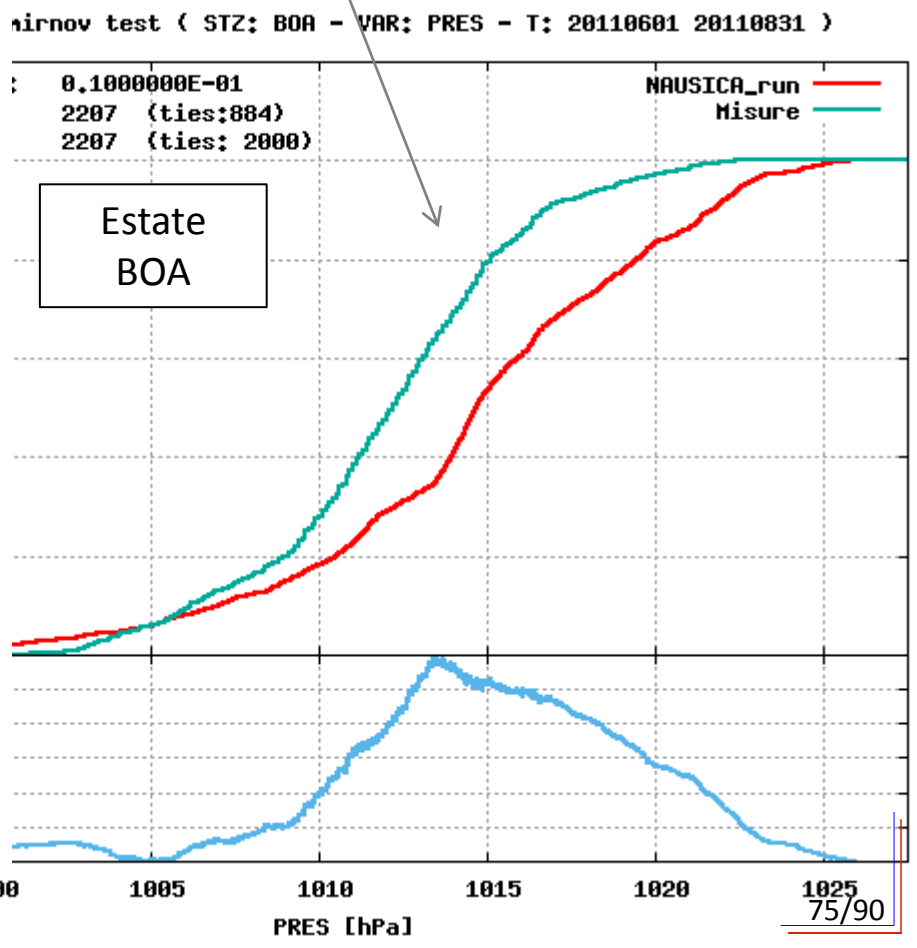
- **Pressione:**
  - NON è significativa l'analisi sulle aree a causa della complessità orografica (problema evidente anche in alcuni punti di stazione)
  - Per le altre stazioni la distribuzione è più larga; BIAS variabili: 0.5-7.0 hPa



Confronto distribuzioni stagionali su aree e stazioni

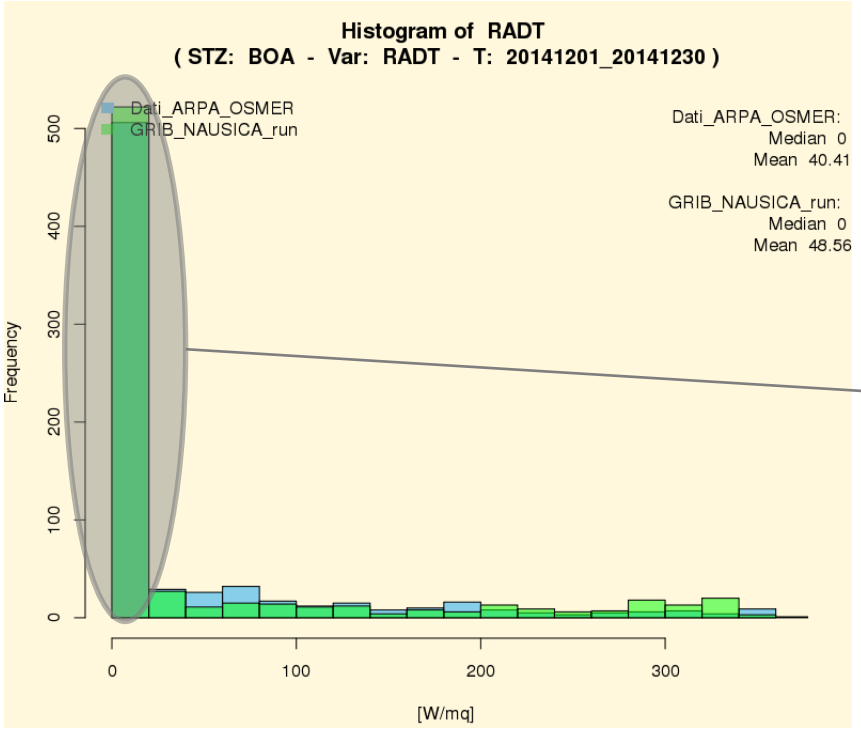
- **Pressione:**
  - NON è significativa l'analisi sulle aree a causa della complessità orografica (problema evidente anche in alcuni punti di stazione)
  - Per le altre stazioni la distribuzione è più larga
  - Stagioni fredde: sottostima valori bassi, stagioni calde: sovrastima valori alti

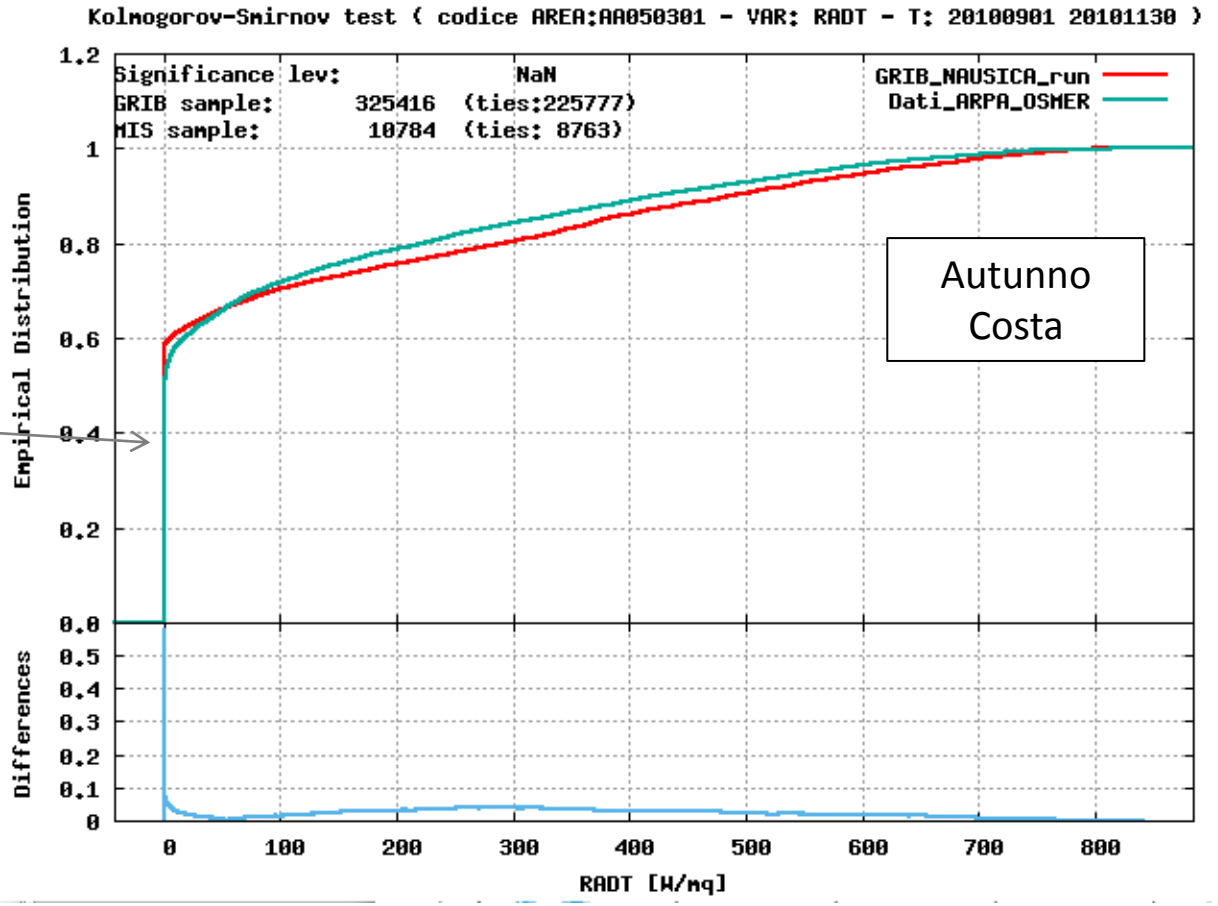




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Radiazione:**
  - Problemi nell'analisi a causa dei valori nulli: confronti poco leggibili



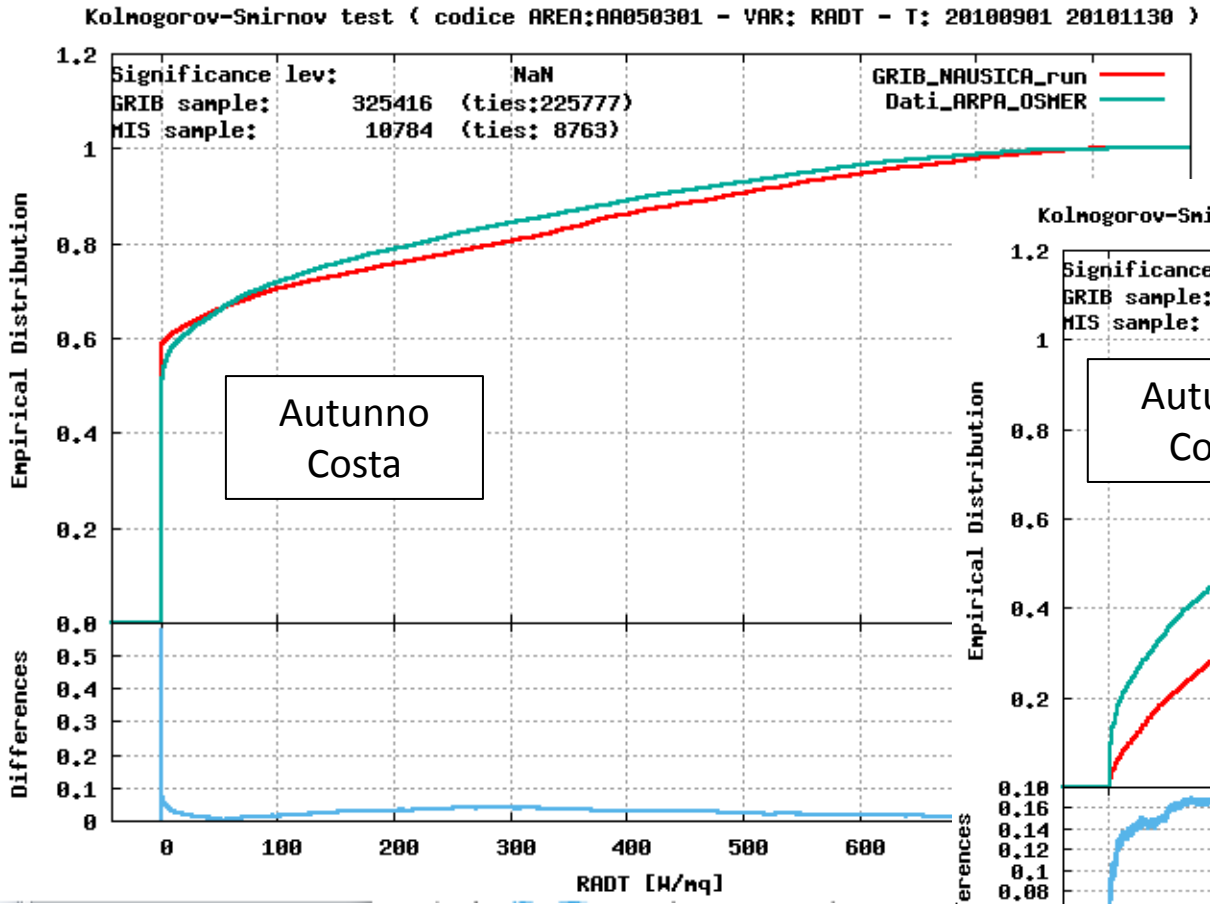


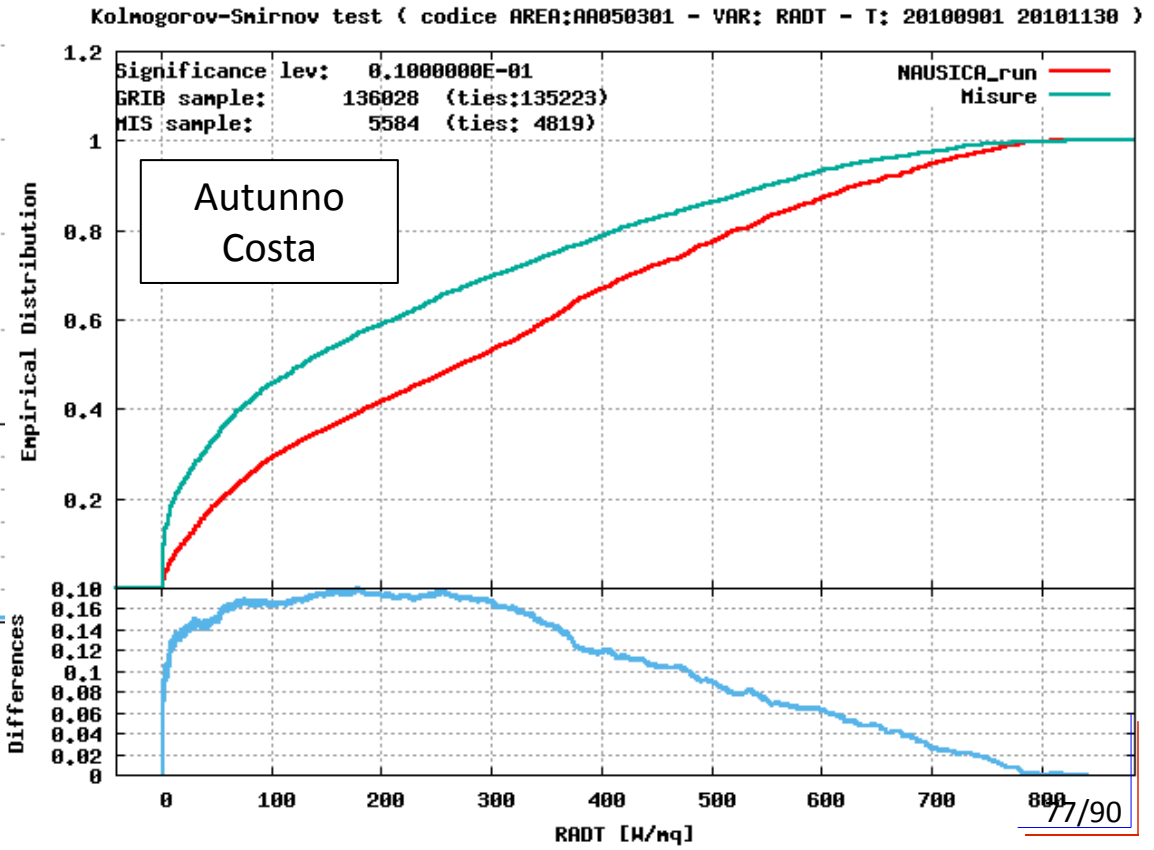
Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Radiazione:**
  - Problemi nell'analisi a causa dei valori nulli: confronti poco leggibili

⇒

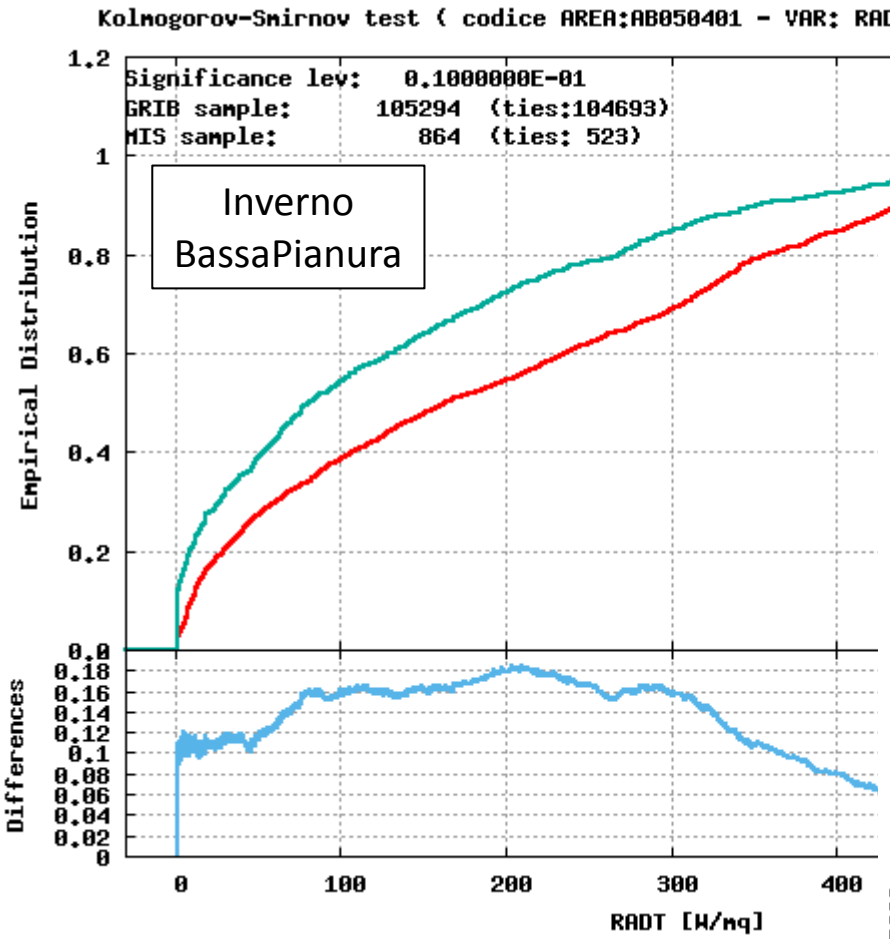
- **Radiazione ≠ 0**

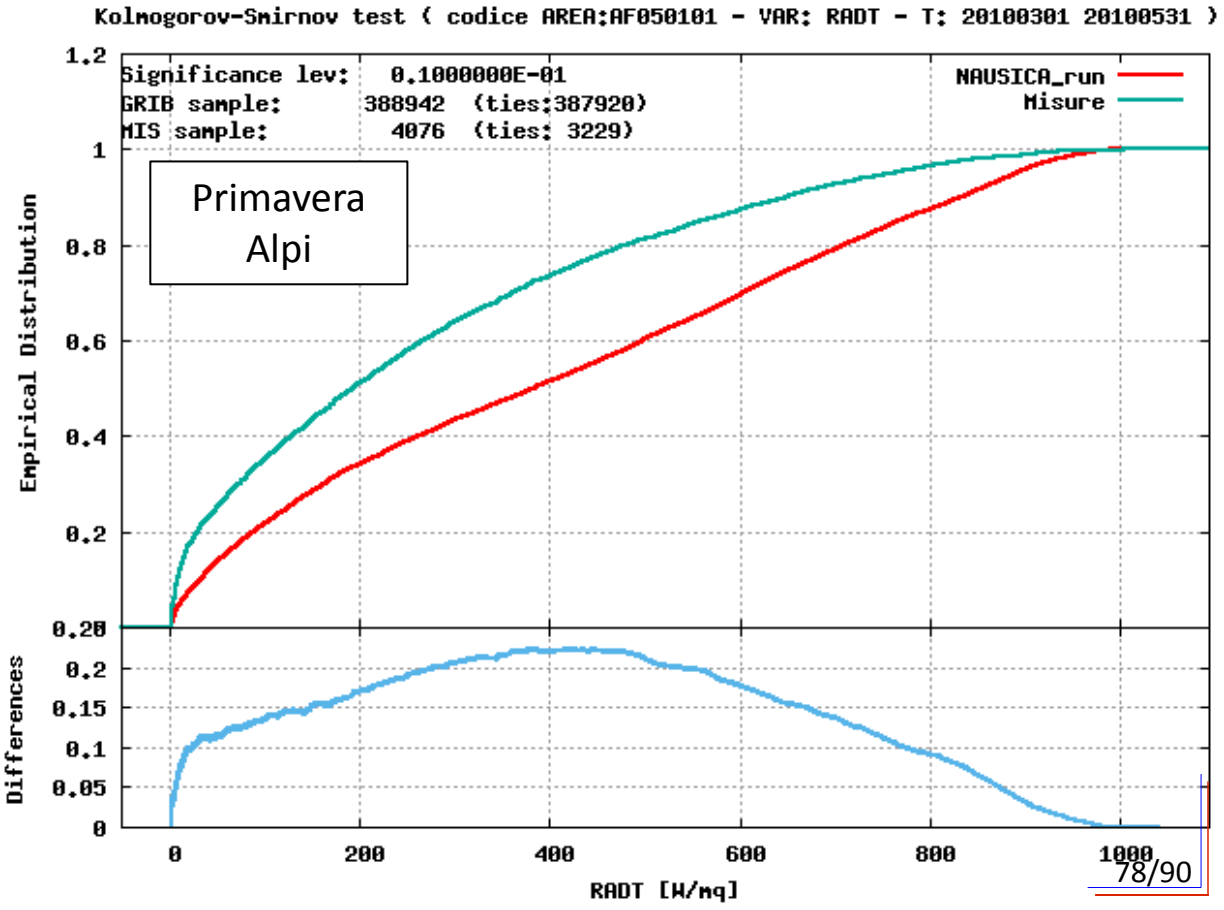




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

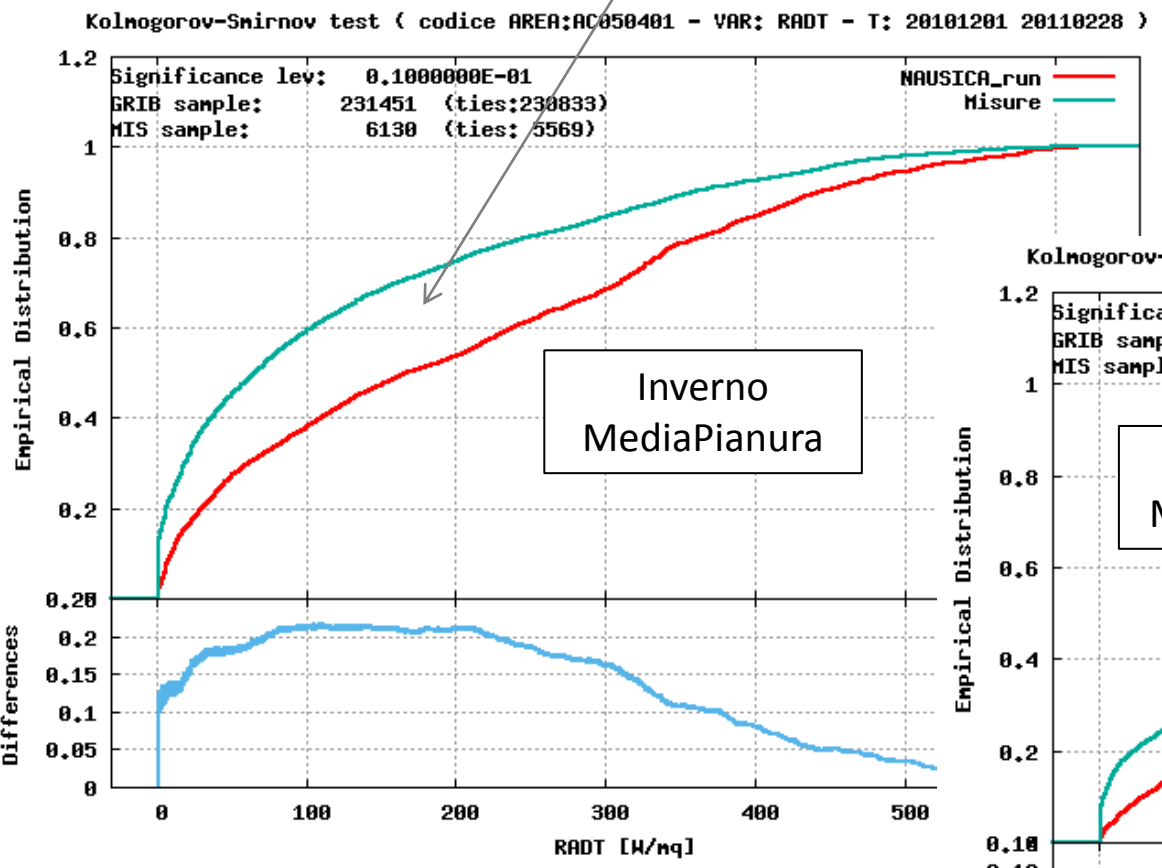
- **Radiazione ≠ 0:**
  - Sovrastima sistematica, BIAS: 60 W/m2 (Aree Pianura, Montagna) - 140 W/m2 (Aree Costa, Alpi)

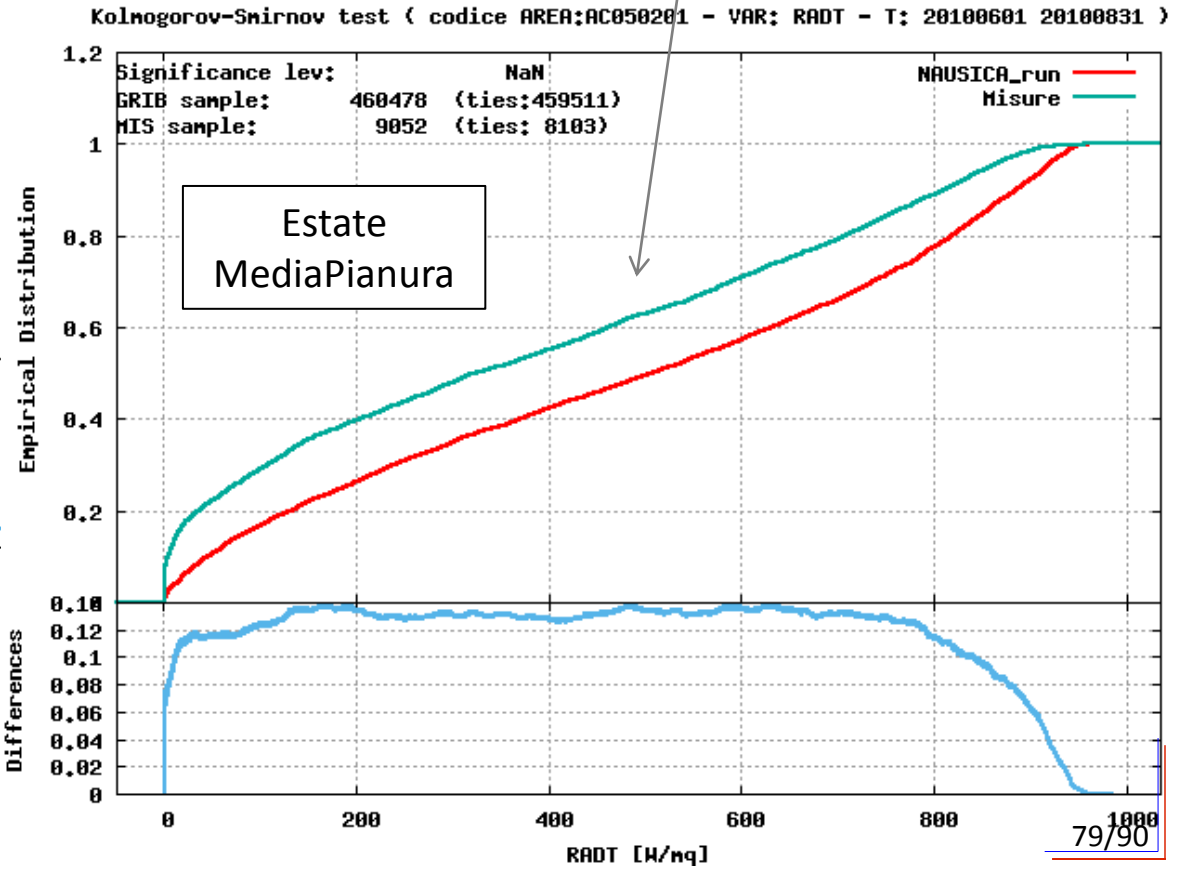




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

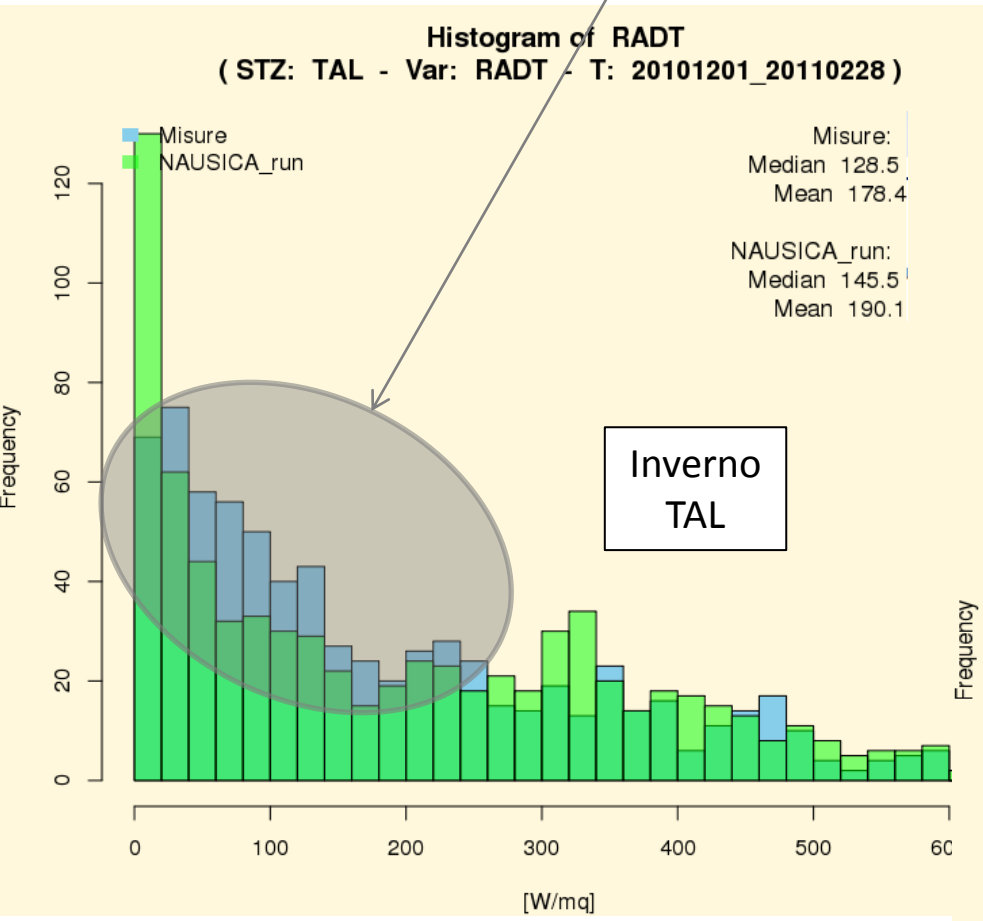
- **Radiazione ≠ 0:**
  - Sovrastima sistematica, BIAS: 64 W/m2 (Aree Pianura, Montagna) - 140 W/m2 (Aree Costa, Alpi)
  - Stagioni fredde: sottostima nei bassi valori, Stagioni calde: distribuzione stessa forma ma più larga

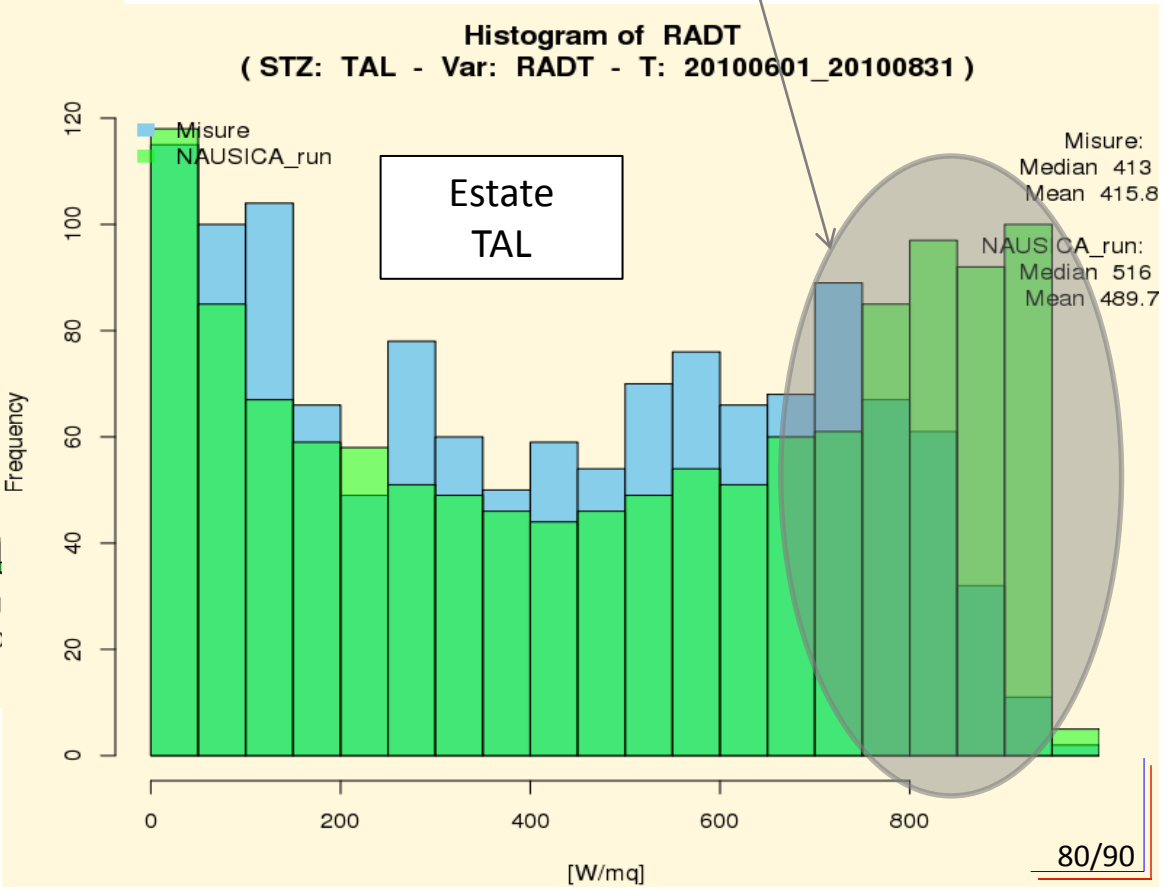




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Radiazione ≠ 0:**
  - Sovrastima sistematica, BIAS: 64 W/m2 (Aree Pianura, Montagna) - 140 W/m2 (Aree Costa, Alpi)
  - Stagioni fredde: sottostima nei bassi valori, Stagioni calde: distribuzione stessa forma ma più larga

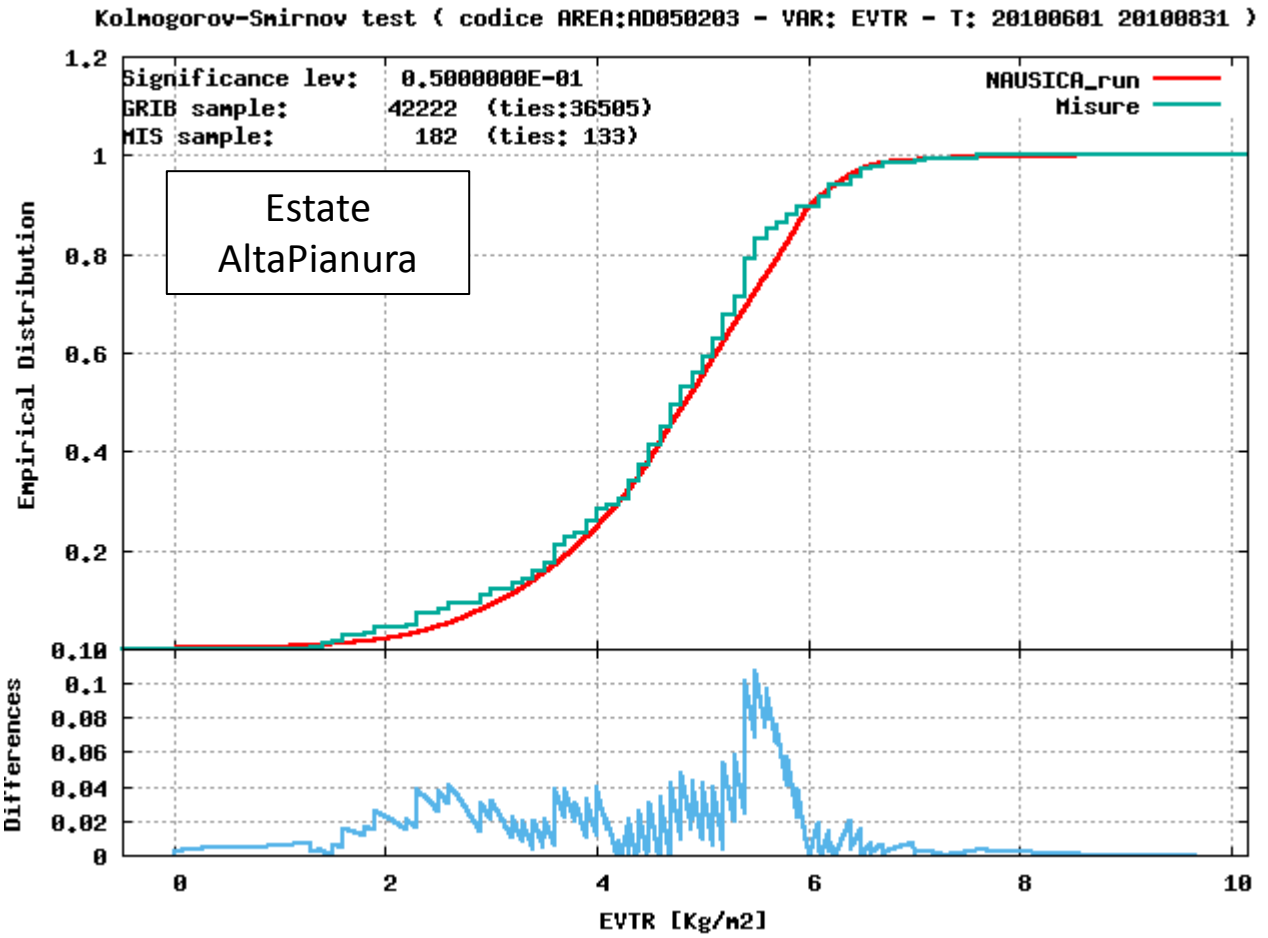




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

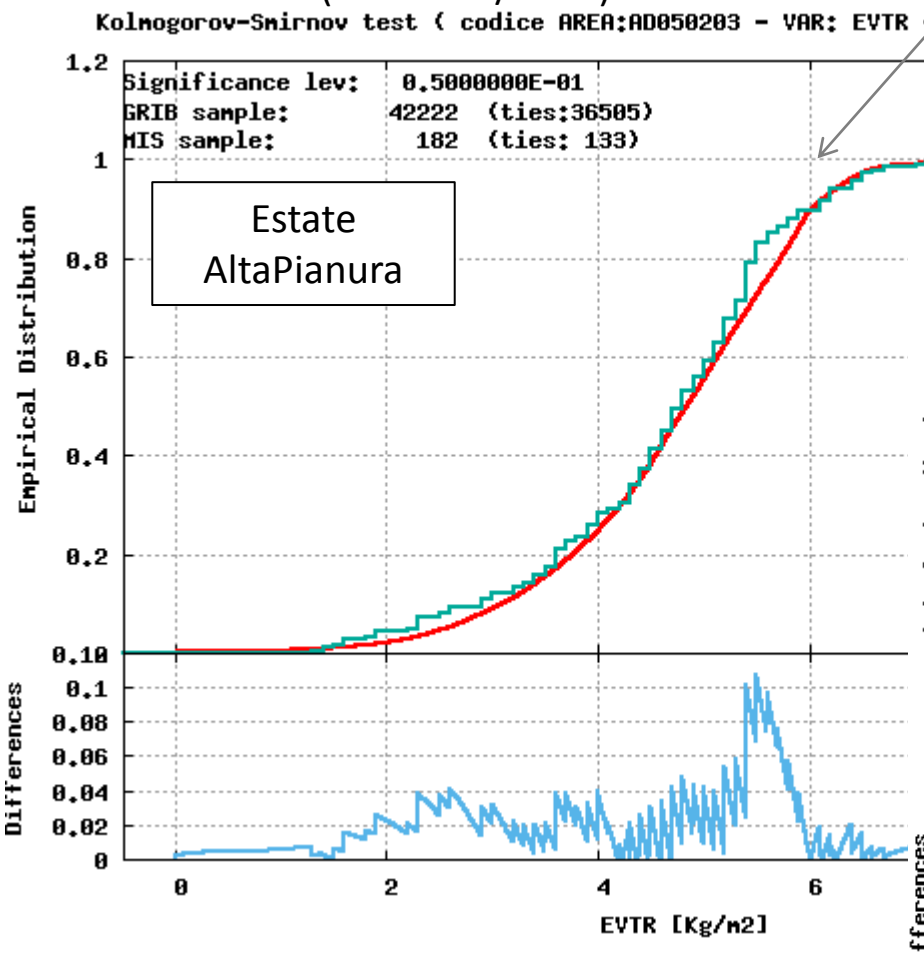
➢ Evapotraspirazione giornaliera:

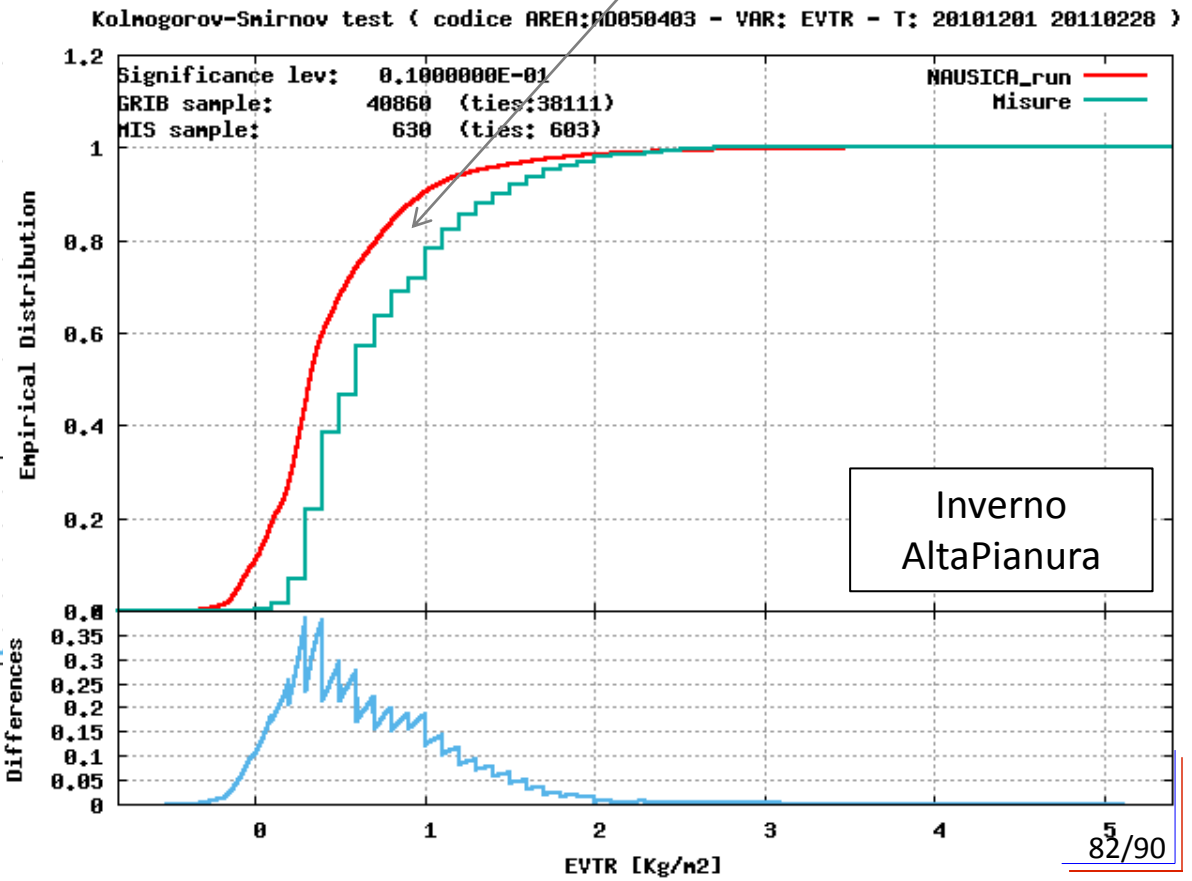
- Molto ben riprodotta su tutte le aree (tranne la costa): BIAS < 0.7 mm/m^2



Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

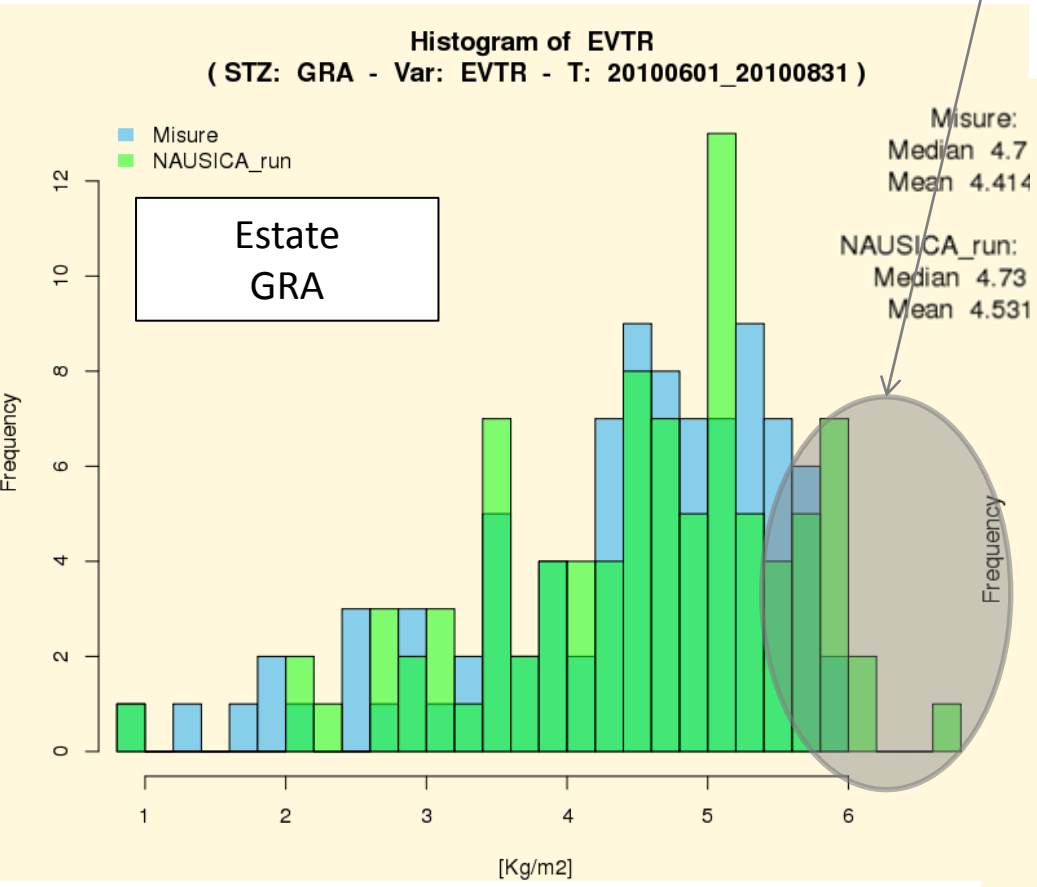
- **Evapotraspirazione giornaliera:**
  - Molto ben riprodotta su tutte le aree (tranne la costa): BIAS < 0.7 mm/m^2
  - BIAS: estate molto buono e leggera sovrastima; Inverno e mezze stagioni maggiore e sottostima (≈ 0.5 mm/m^2)

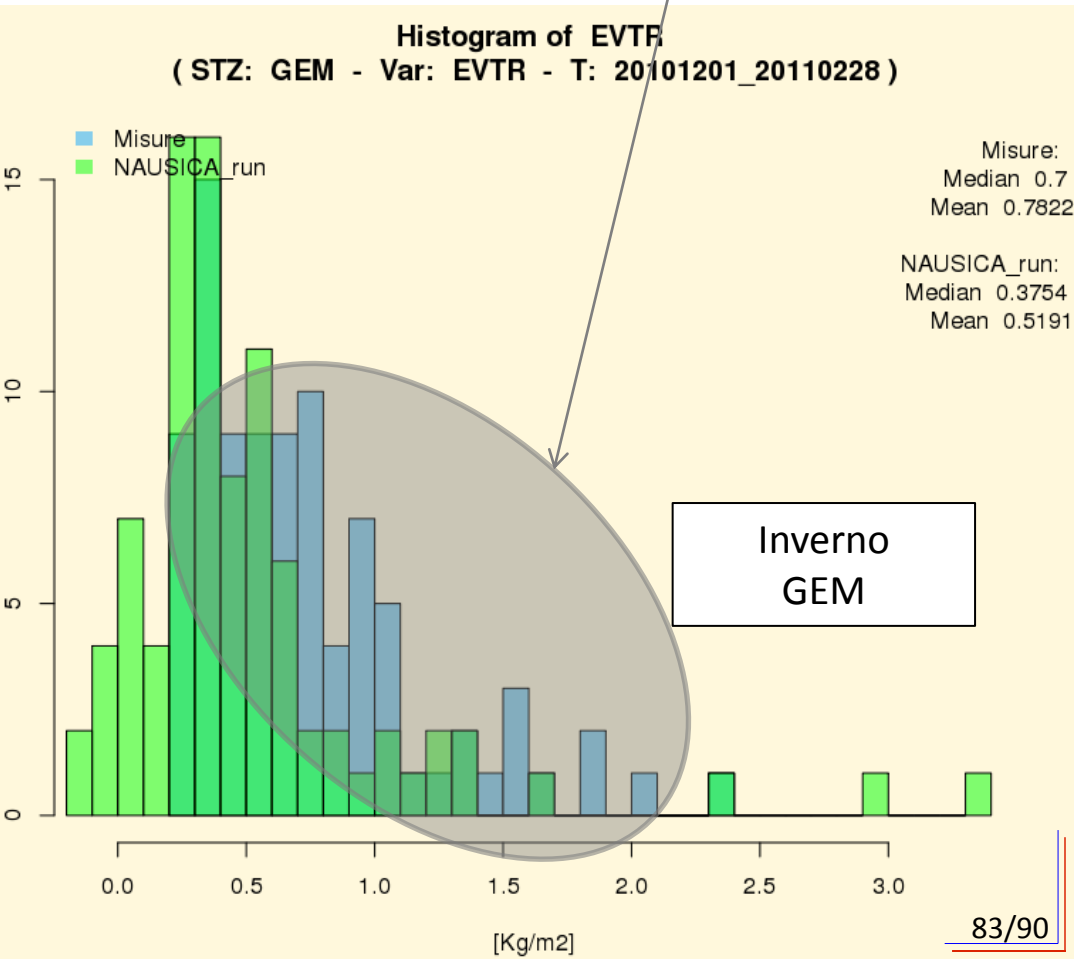




Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

- **Evapotraspirazione giornaliera:**
  - Molto ben riprodotta su tutte le aree (tranne la costa): BIAS < 0.7 Kg/m^2
  - BIAS: estate molto buono e leggera sovrastima; Inverno e mezze stagioni maggiore e sottostima (≈ 0.5 mm/m^2)

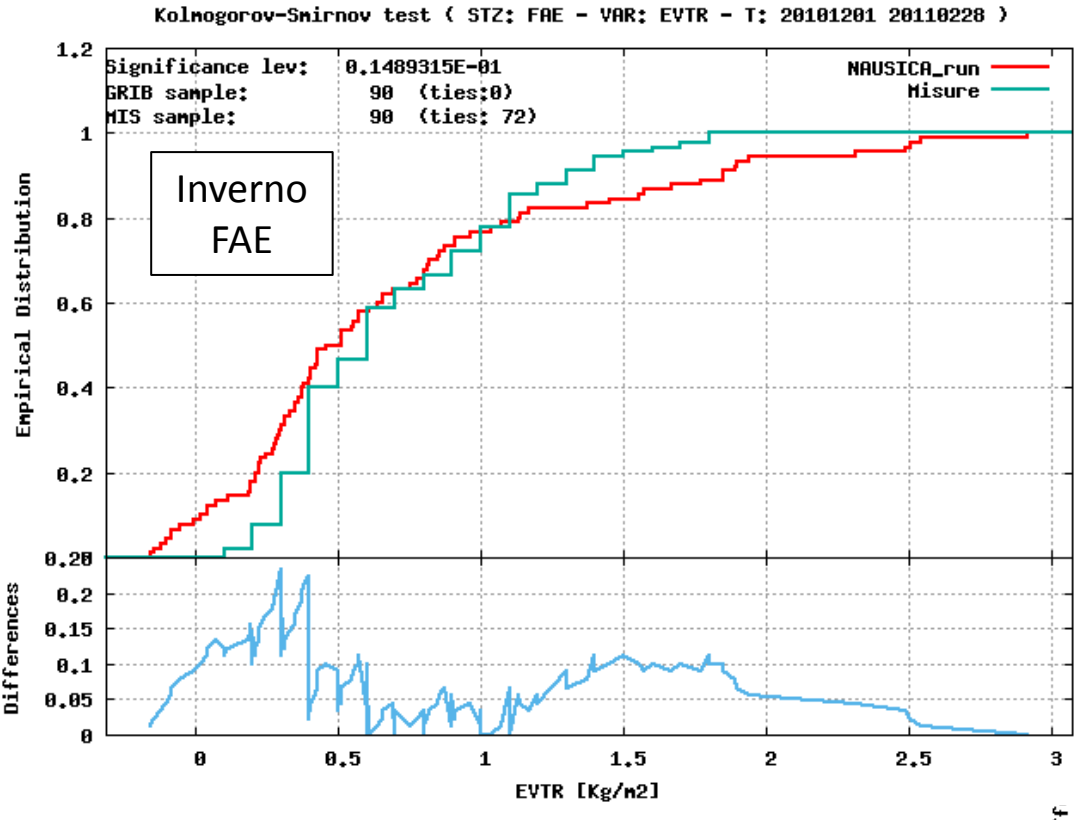


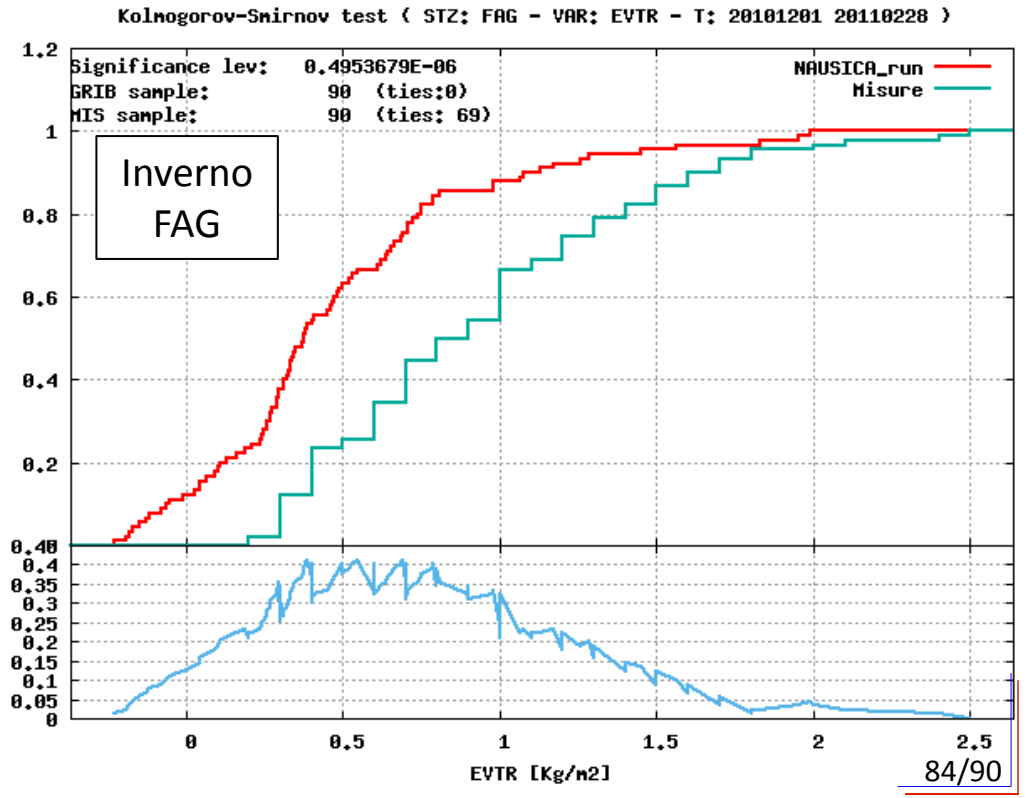


Confronto distribuzioni stagionali sulle stazioni

➢ Evapotraspirazione giornaliera:

- Molto ben riprodotta su tutte le aree (tranne la costa): BIAS < 0.7 Kg/m^2
- BIAS: estate molto buono e leggera sovrastima; Inverno e mezze stagioni maggiore e sottostima (≈ 0.5 mm/m^2)
- Qualità riproduzione locale molto variabile

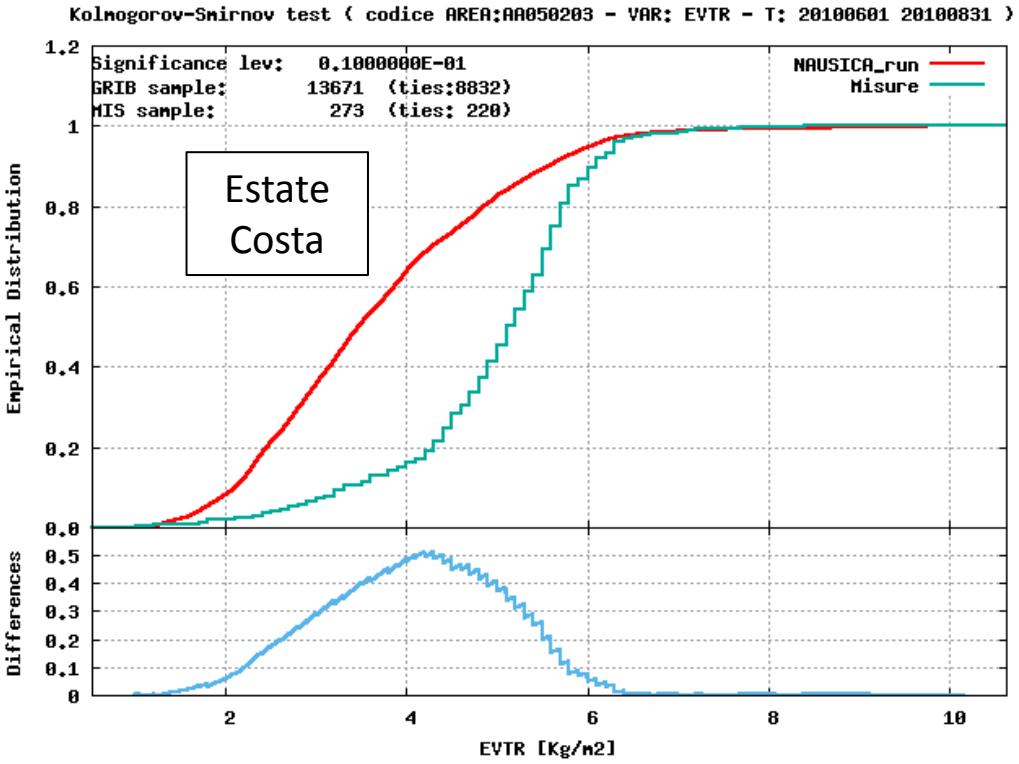


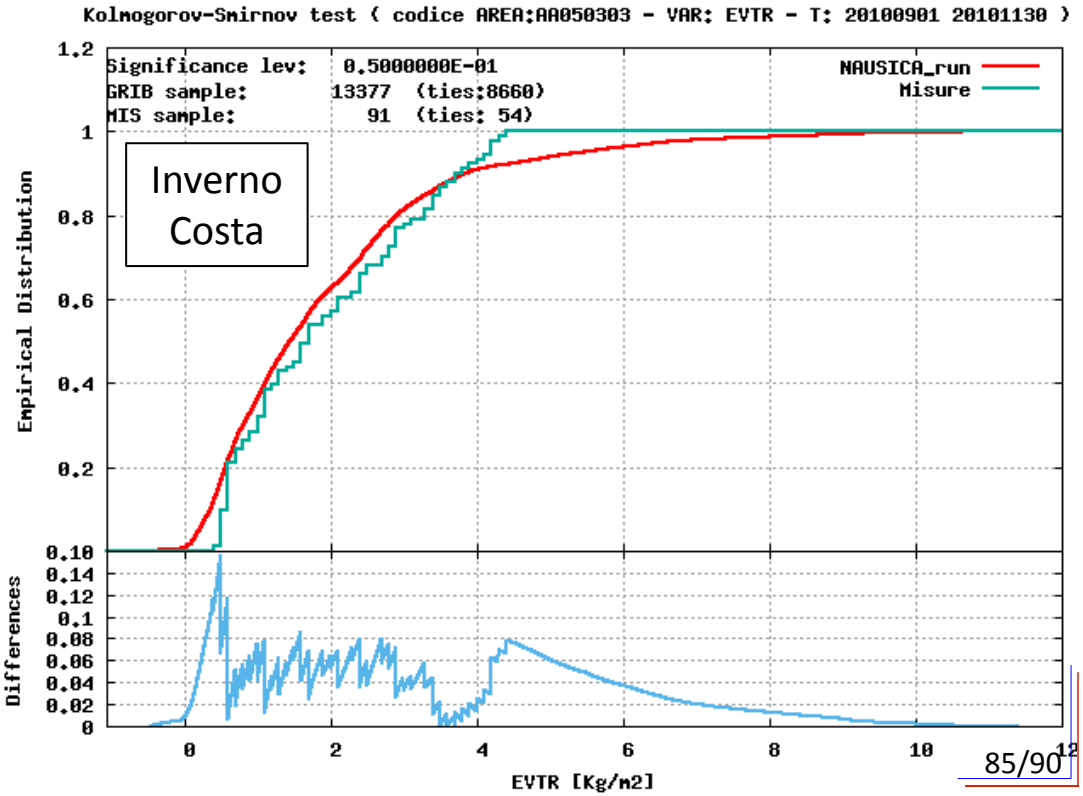


Confronto distribuzioni stagionali sulle aree

➢ Evapotraspirazione giornaliera:

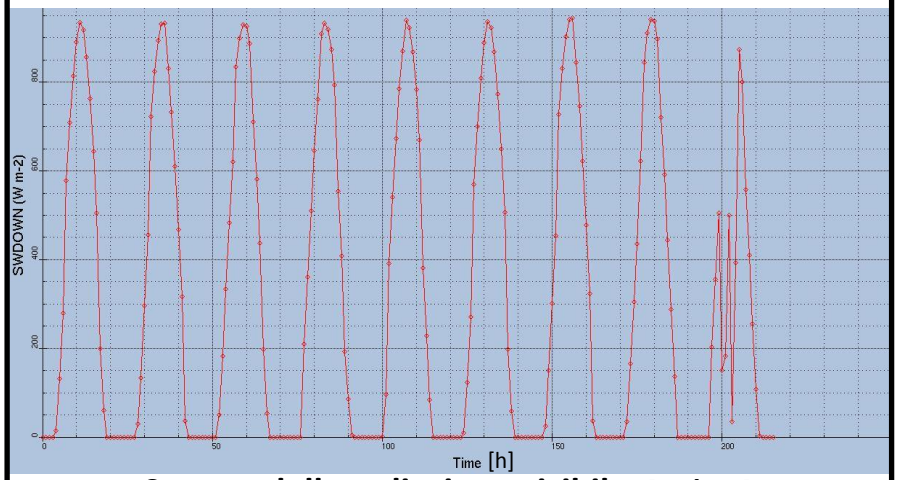
- Molto ben riprodotta su tutte le aree (tranne la costa): BIAS < 0.7 Kg/m^2
- BIAS: estate molto buono e leggera sovrastima; Inverno e mezze stagioni maggiore e sottostima (≈ 0.5 mm/m^2)
- Qualità riproduzione locale molto variabile
- Costa con BIAS molto alto in primavera ed estate



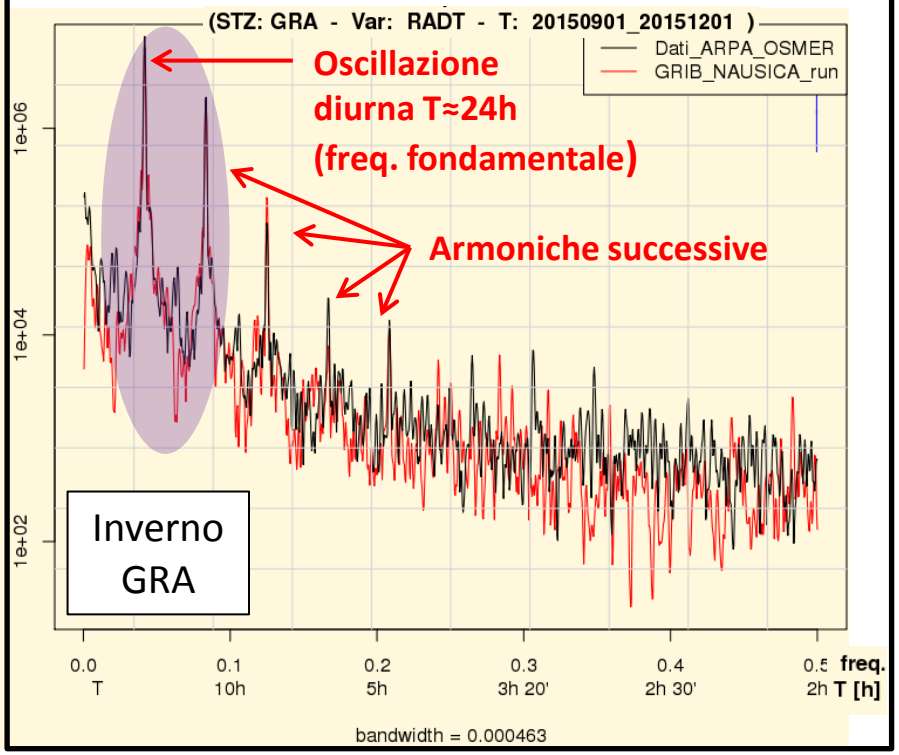


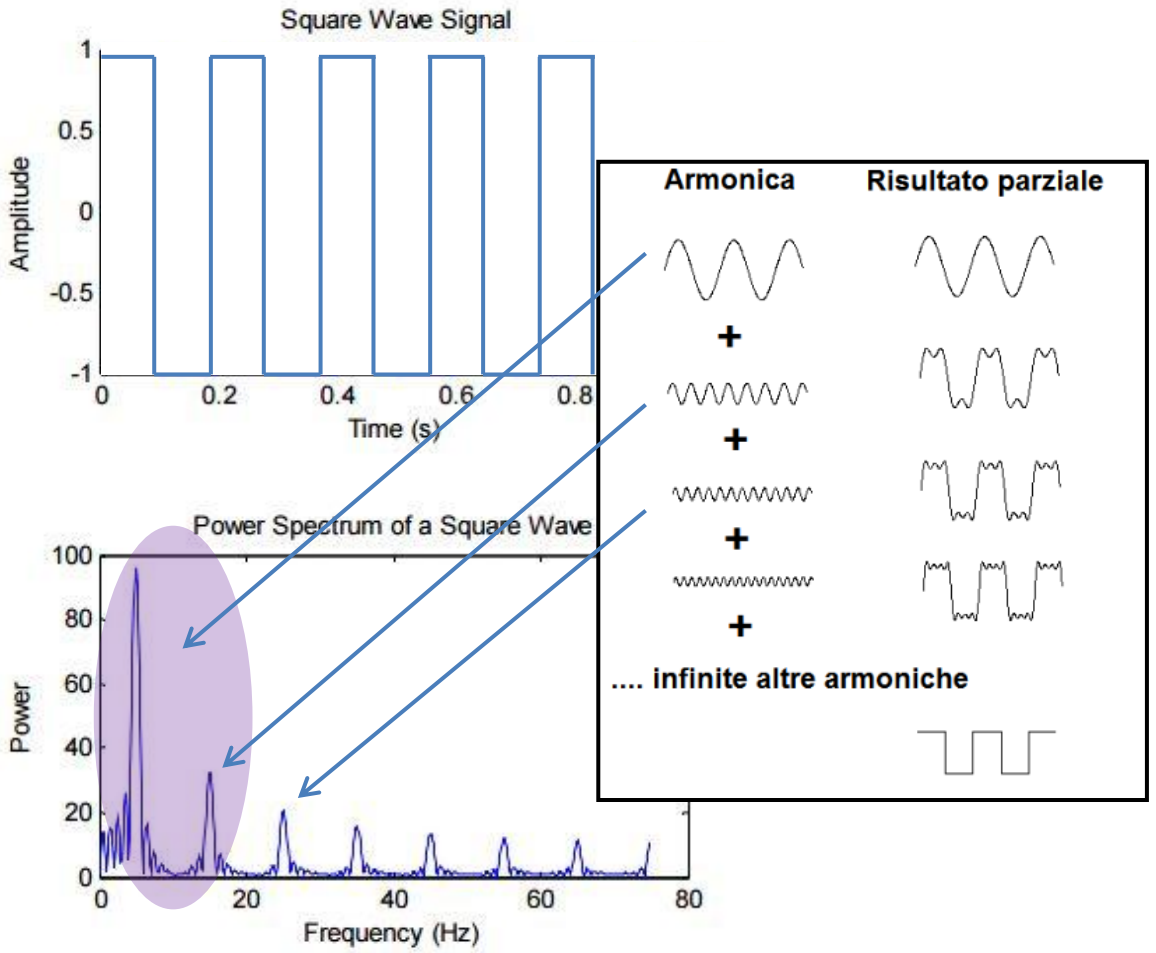
Analisi di Fourier dello spettro di potenza della radiazione

Forma d'onda della radiazione visibile (10 g)



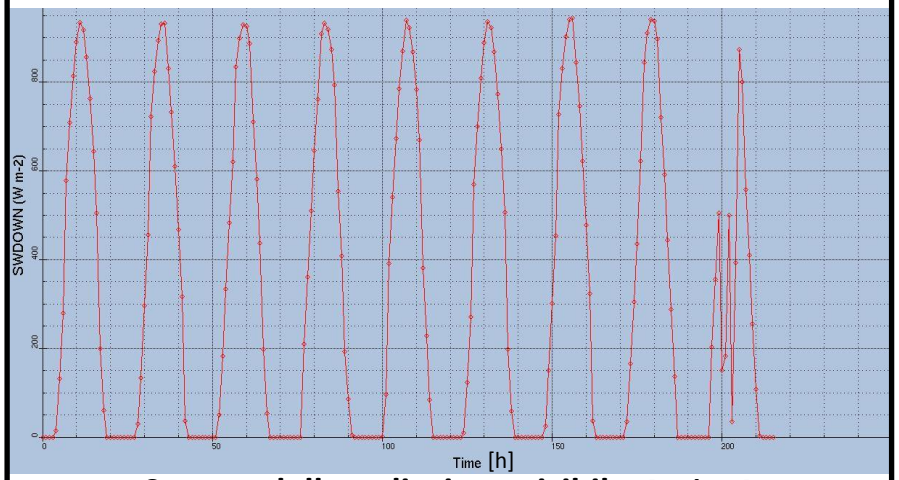
Spettro della radiazione visibile [W/mq]



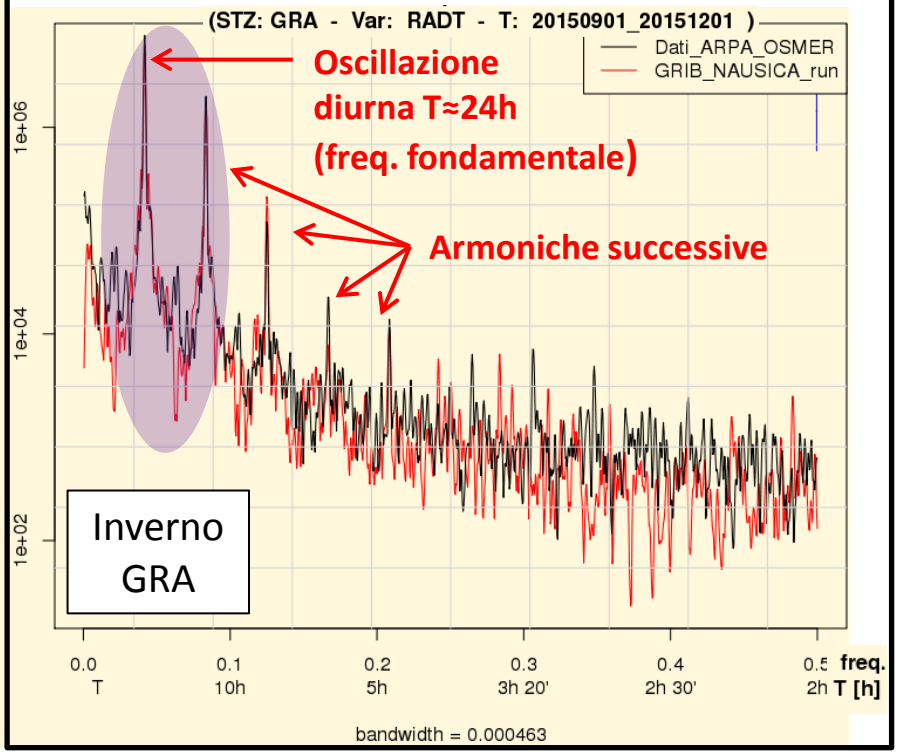


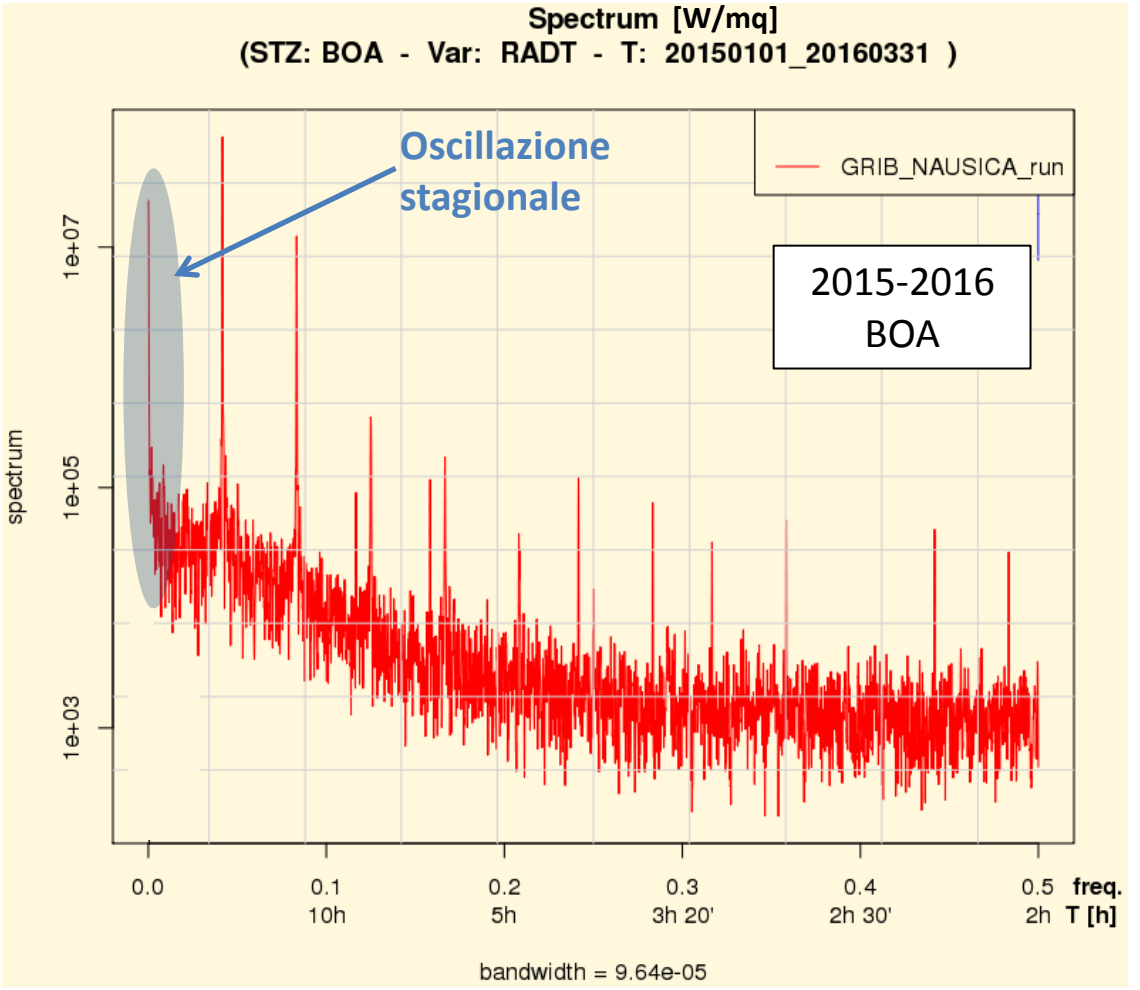
Analisi di Fourier dello spettro di potenza della radiazione

Forma d'onda della radiazione visibile (10 g)



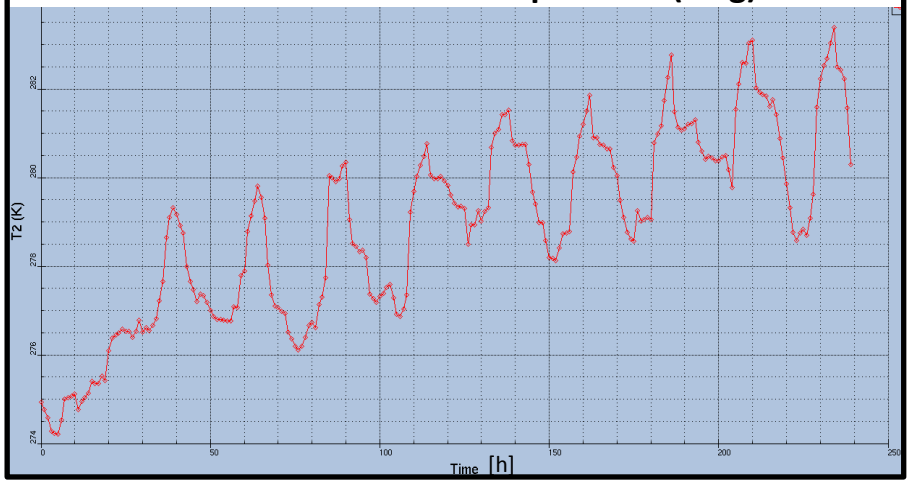
Spettro della radiazione visibile [W/mq]



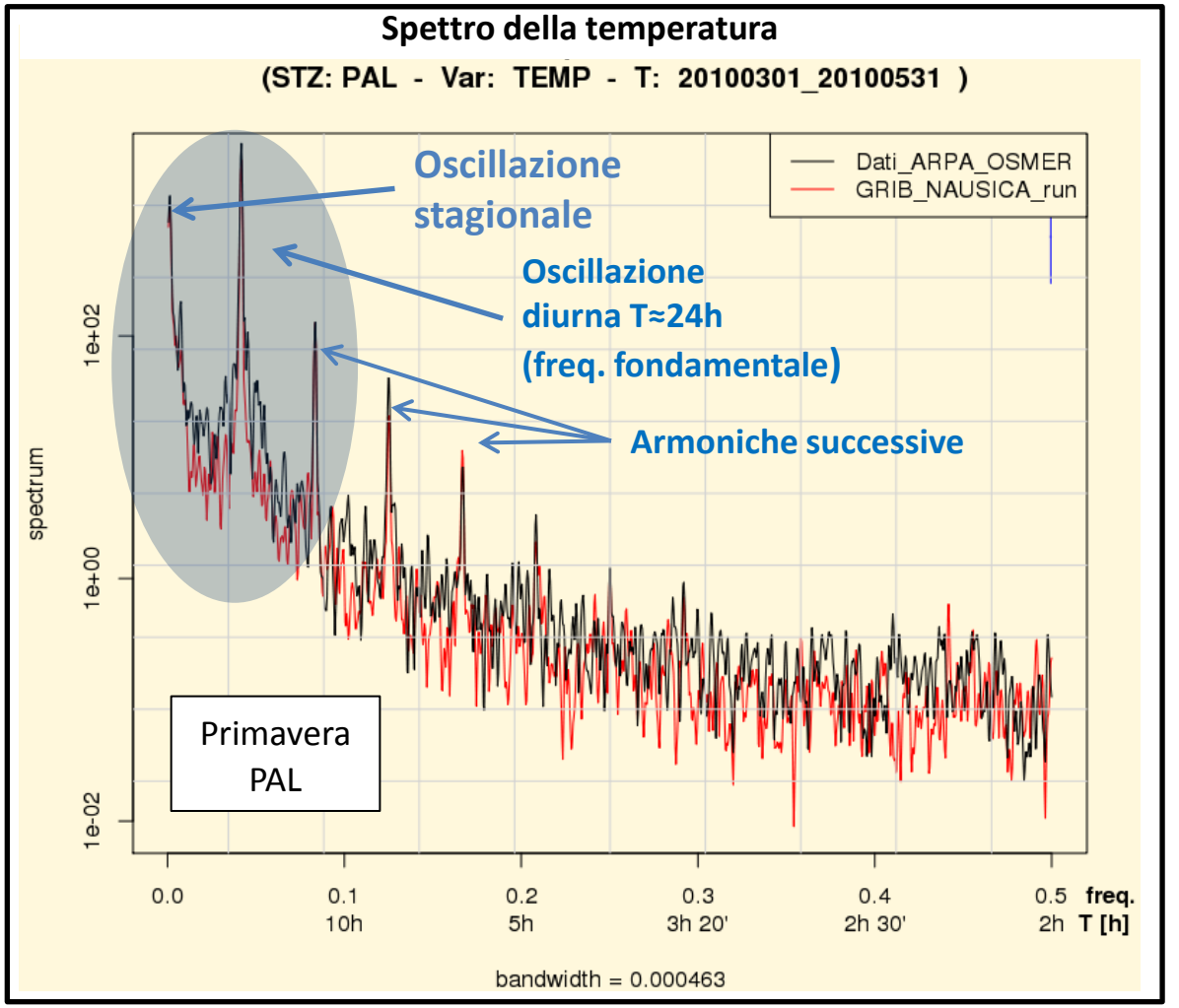


Analisi di Fourier dello spettro di potenza della temperatura

Forma d'onda della temperatura (10 g)

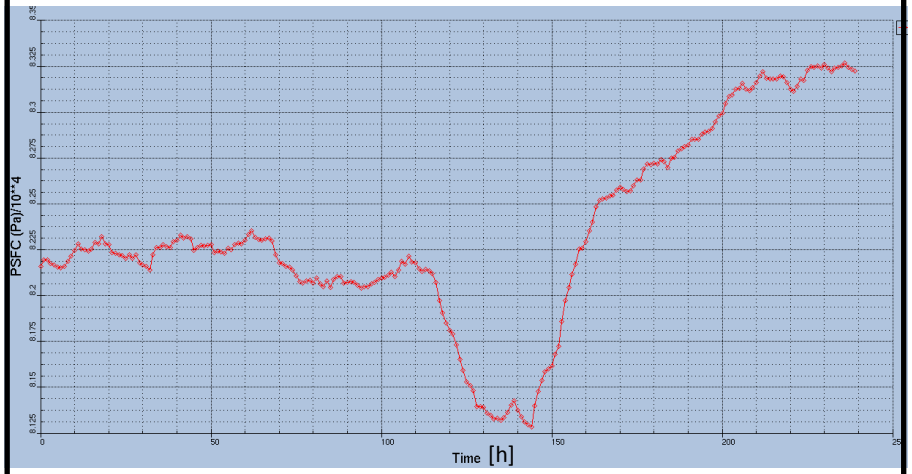


Spettro della temperatura

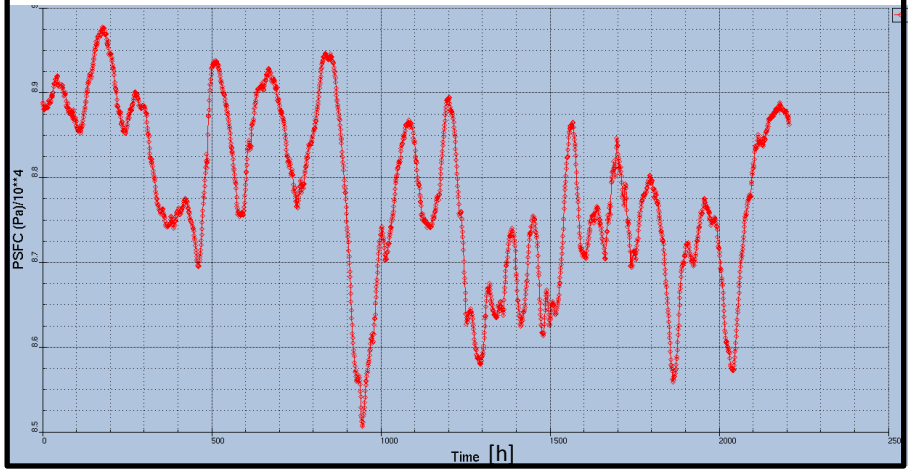


Analisi di Fourier dello spettro di potenza della pressione

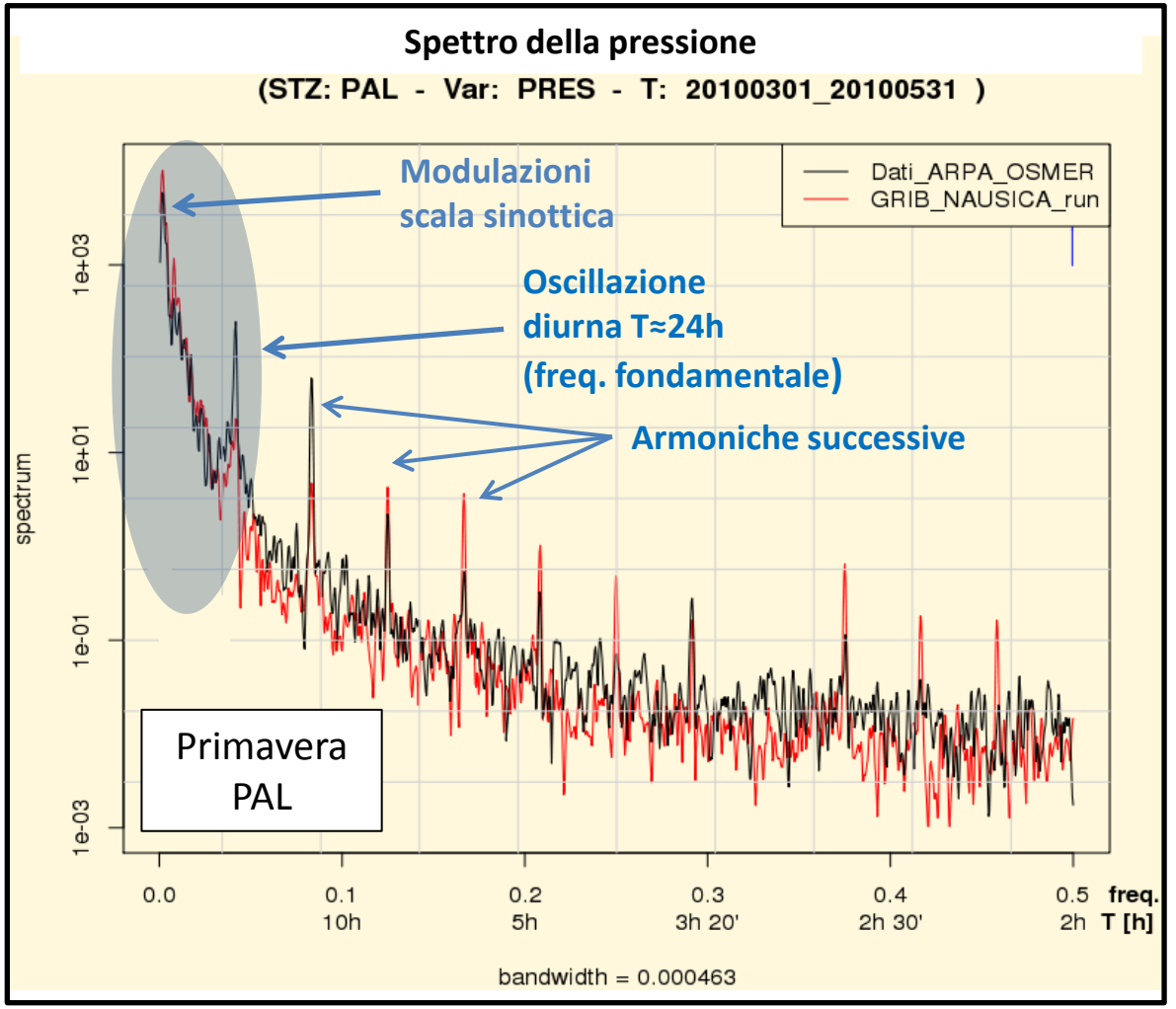
Forma d'onda della pressione (10 g)



Forma d'onda della pressione (3 mesi)



Spettro della pressione



INDICE della presentazione

1. **Introduzione:**
   - obiettivi e motivazioni
   - modello WRF e altri strumenti
   - metodo di lavoro
   - risorse di calcolo disponibili
2. **Parametri del run:**
   - scalabilità del modello
   - definizione del dominio regionale
   - parametri di WRF e UPP:
     - grandezze cumulate
     - modello di suolo
     - aggiornamento SST e campi associati
   - necessità di assimilazione misure nel modello
3. **Suite NAUSICA_run e NAUSICA_pp:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
4. **Suite WRF_ana_post:**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
5. **Suite NAUSICA_ver :**
   - compiti e schema
   - descrizione prodotti
6. **Risultati:**
   - prodotti disponibili:
     - netCDF
     - GRIB
   - analisi eseguite
7. **Produzioni e sviluppi futuri**

Da produrre...

- Completare la produzione di **netCDF** per i 17 anni (2000-2016) - **NAUSICA_run**
- Produrre i **GRIB** associati ai netCDF - **WRF_ana_post** e **NAUSICA_pp**
- Analizzare la qualità dei GRIB prodotti - **NAUSICA_ver**

Da aggiungere/modificare...

- Assimilare dati nel modello WRF (**GSI**,..) - **NAUSICA_run**
- Affinare la divisione delle aree di analisi - **NAUSICA_ver**
- Ottimizzare altri parametri WRF per run annuali (T2,..) - **NAUSICA_run**