nowcRadiation seamless-nowcasting solar radiation using satellite and high resolution numerical model output

COASTEPS

Palma de Mallorca, 16 -17 mayo 2019

Mauri Martínez Sánchez (mmartinezs@aemet.es)
Alfons Callado Pallarès (acalladop@aemet.es)

AEMet-γSREPS Predictability Group

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Introduction

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

What is nowcRadiation?

nowcRadiation is a project developed by AEMet (the Spanish Meteorological Agency) for the Spanish transmission system operator, Red Eléctrica de España, to improve hourly Global Horizontal Irradiance (GHI) and Direct Normal Irradiance (DNI) forecasts in Spanish solar power plants.

Red Eléctrica de España (REE) was interested in use the sofware package of SAFNWC/MSG to forecast the dependence on clouds of Global Horizontal Irradiance (GHI) and Direct Normal Irradiance (DNI) in solar plants.

What is nowcRadiation?

It is an interdepartamental project:

1. The former *Innovation Area* of *the Development and Applications Department*
2. *Satellite Application Facility for support to Nowcasting (SAFNWC)*
   nowcRadiation uses some products from Meteosat Second Generation (MSG)
3. Numerical Weather Prediction Section output of HARMONIE-AROME model.
4. AEMet Radiometric Network Observations of Global Horizontal Irradiance (GHI) and Direct Normal Irradiance (DNI) stations of AEMet network.
5. Systems Tecnical suport of software and hardware

Aim project

The project's target was to design, validate and make operational a tool that every fifteen/thirty minutes provides a four-hour forecast of Direct Normal and Global Horizontal Irradiances, with a time resolution of fifteen minutes. It uses information from the satellite based on SAF's products (Satellite Aplication Facilities, EUMESAT) and forecasting from the model HARMONIE-AROME

SAF $\rightarrow$ EXIM	Distribución SAF + HARMONIE-AROME	HARMONIE-AROME
1ª hora	2ª y 3ª hora	4ª hora

During the first hour of forecast the software uses satellite data (SAF de Nowcasting), data from the NWP model HARMONIE-AROME are utilized from four hours on, both forecast are employed following a transition function in intervening hours.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Satellite Products

Cloud Type (CT): provide a detailed cloud analysis [1]

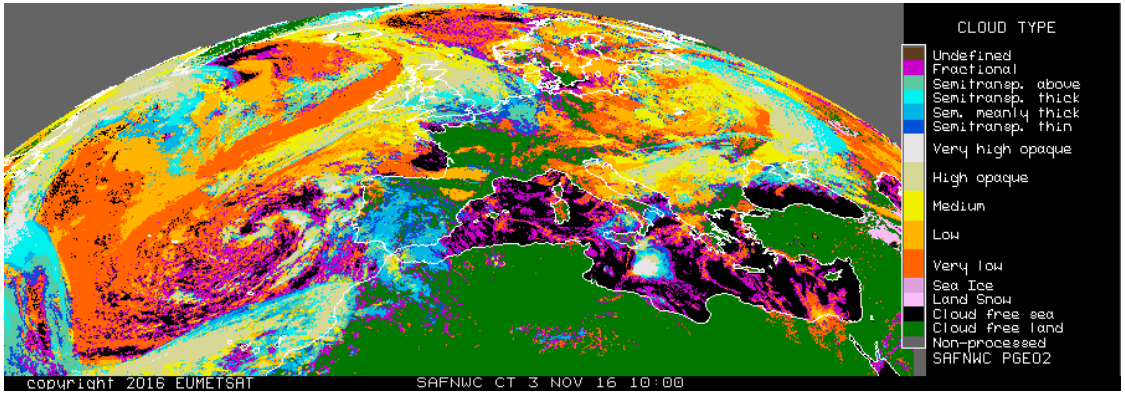


Figure 1: Cloud Type (CT)

Satellite Products

Extrapolated Imagery (EXIM) [2] applies kinematic extrapolation using motion vectors (AMWs) for displacing SEVIRI pixels of selected NWCSAF products.

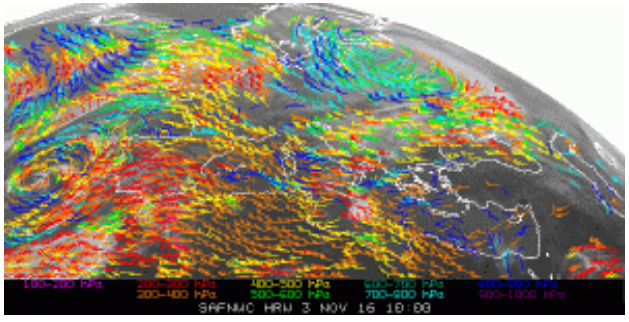
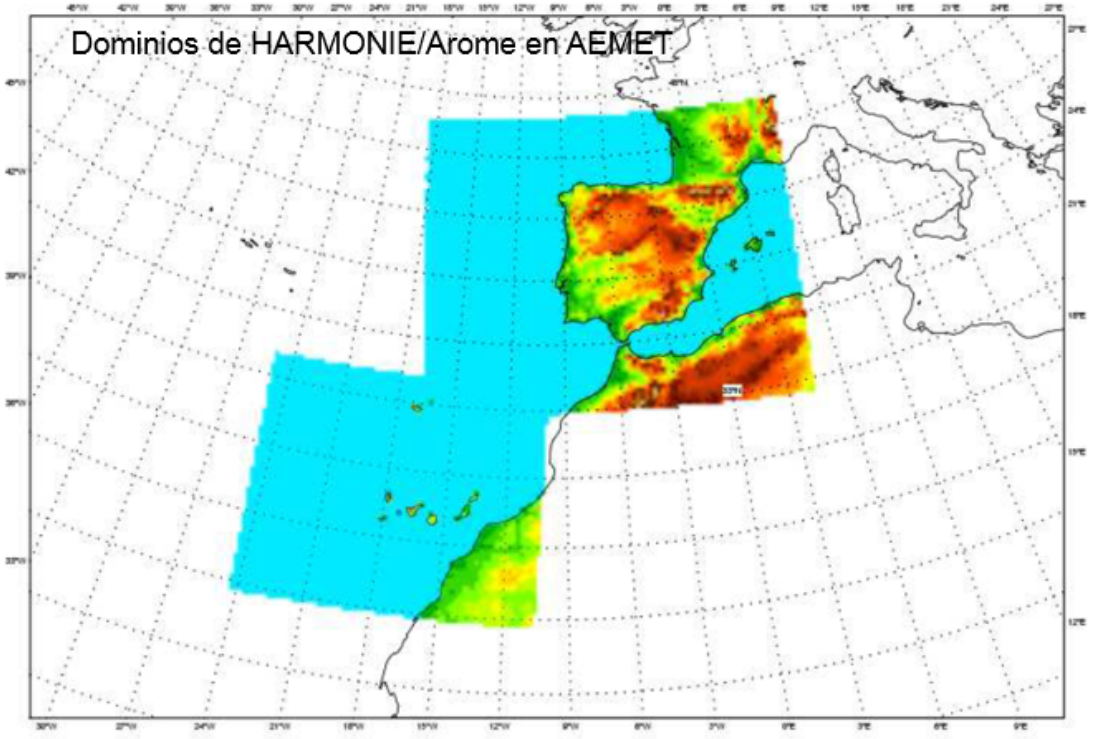


Figure 2: High Resolution Winds (HRW) [3]

HARMONIE-AROME v40h1.1

- 2.5 km
- integrated 8 times per day
- forecast lenght 48 hours
- 2 geographical domains (Iberian Penisula and Canary Island)



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Transition Function

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

The seamless vision for forecasting

We are entering a new era in technological innovation and in use and integration of different sources of information for the wellbeing of society M. Jarraud WMO (2015)

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Transition Function GHI

Range of expected values:

- Satellite cloudly areas and midlatitudes: 15 - 30% [4]
- Mesoscale Models 24-hour forecast: 10 - 50% [5]

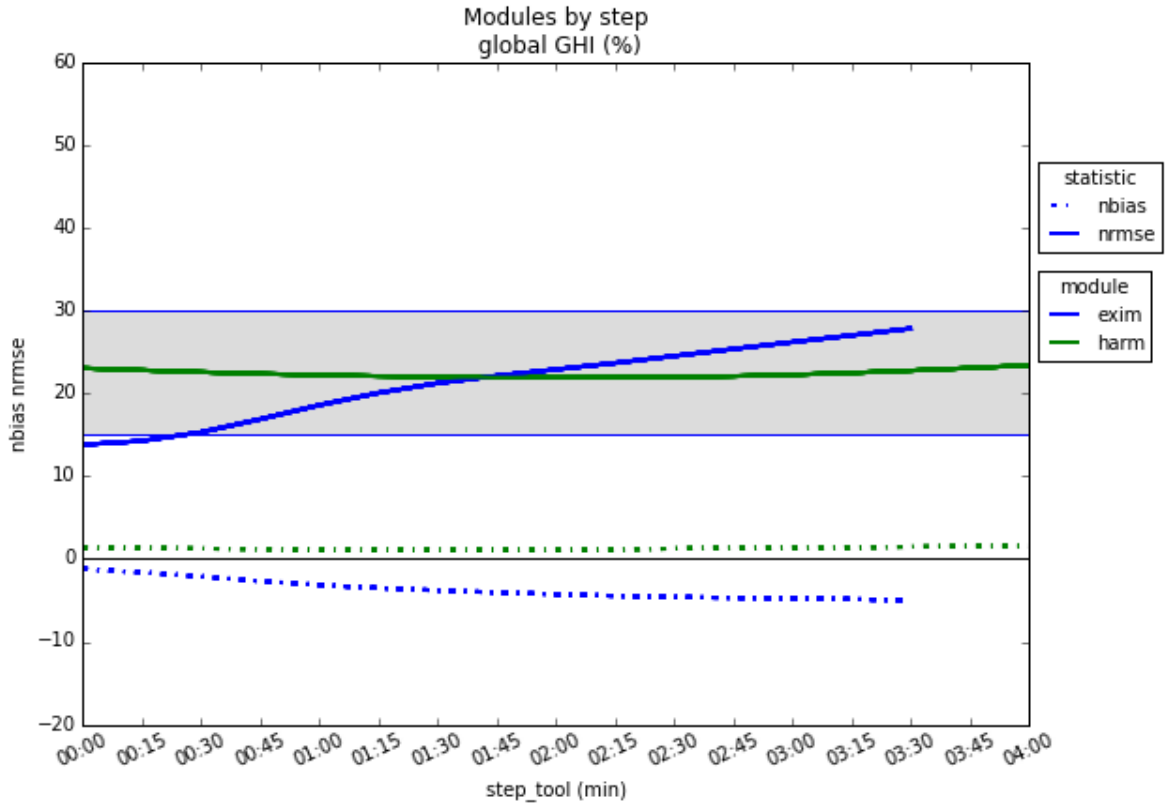


Figure 3: Graphic representation of hourly accumulated foreast nRMSE and nBIAS errors from satellite module (blue line) and NWP-model (green line)

Transition Function DNI

Range of expected values:

- Satellite cloudly areas and midlatitudes: 25 - 45% [4]
- Mesoscale Models 24-hour forecast: 30 - 100% [5]

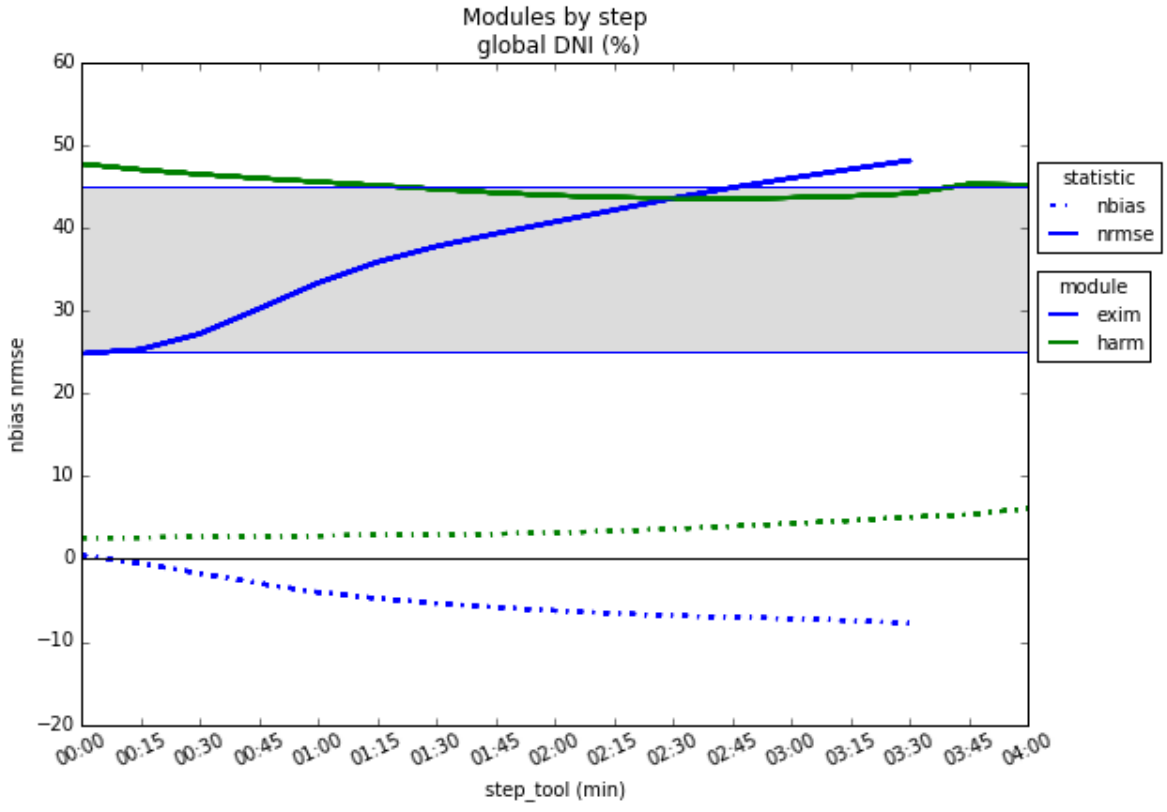


Figure 4: Graphic representation of hourly accumulated foreast nRMSE and nBIAS errors from satellite module (blue line) and NWP-model (green line)

Data Set

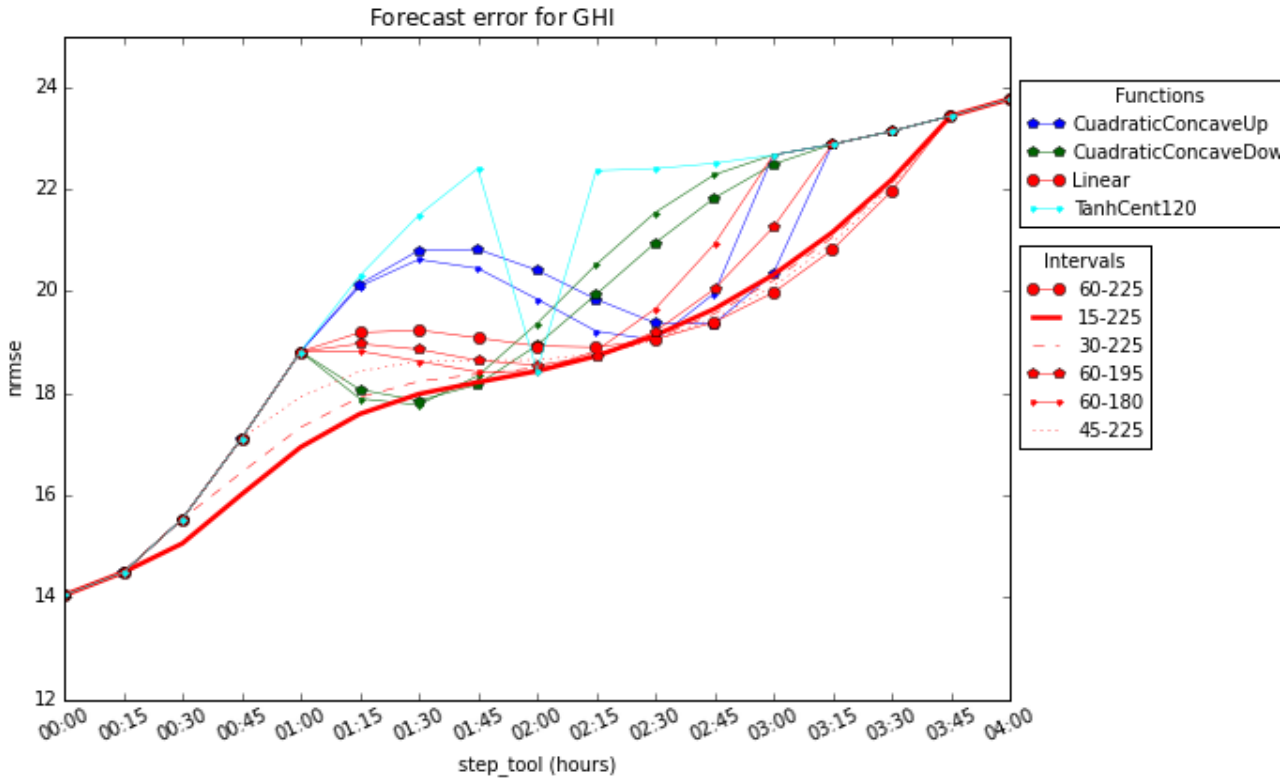
- Semi-operationtal conditions
- Spatial locations: Arenosillo, Badajoz, Córdoba, Lleida, Madrid, Murcia, Santander, Tenerife y Palma de Mallorca
- Time Frame:
  - 1st December 2016 - 15th June 2017 Peninsula and Baleares
  - 1st February 2017 - 15th June 2017 Tenerife
- Radiation values filtered for solar height larger than 8º

4 type of functions:

1. linear
2. quadratic function concave up and down.
3. hyperbolic tangent centered on 120 minutes lead time

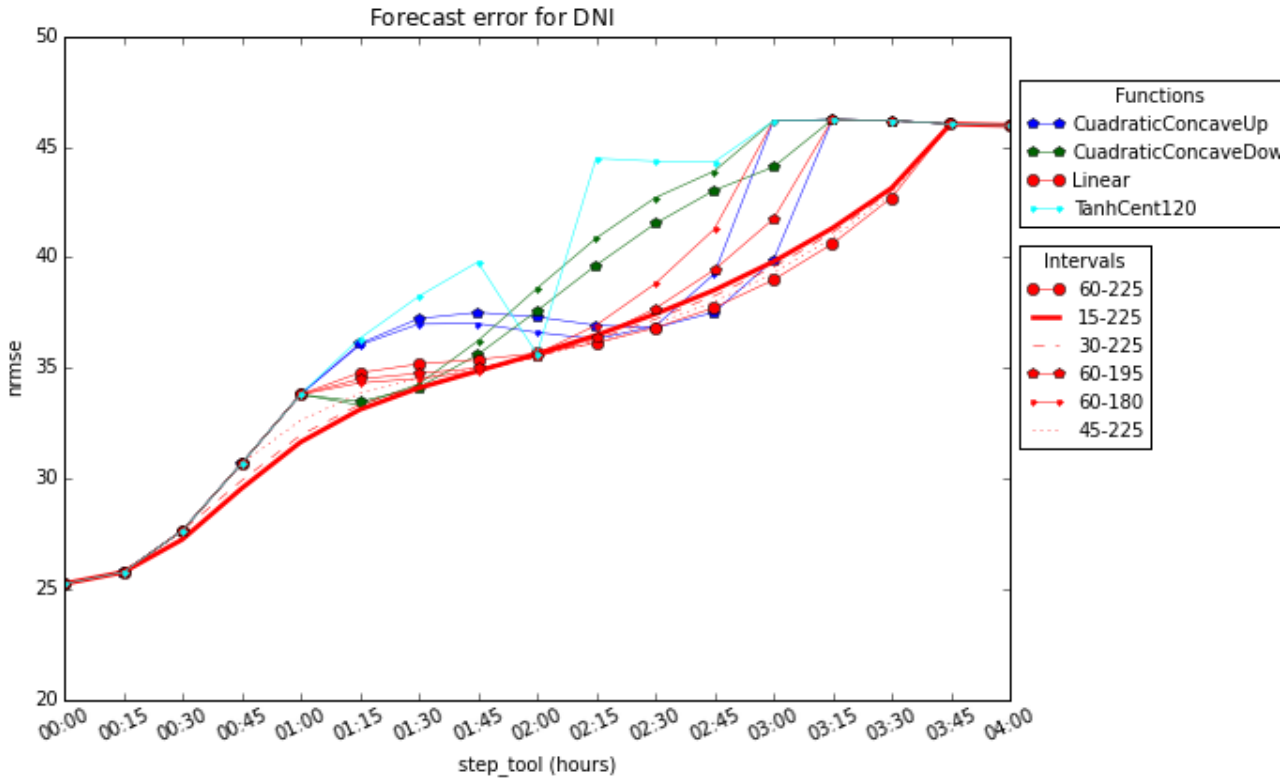
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Representation of studied functions GHI



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

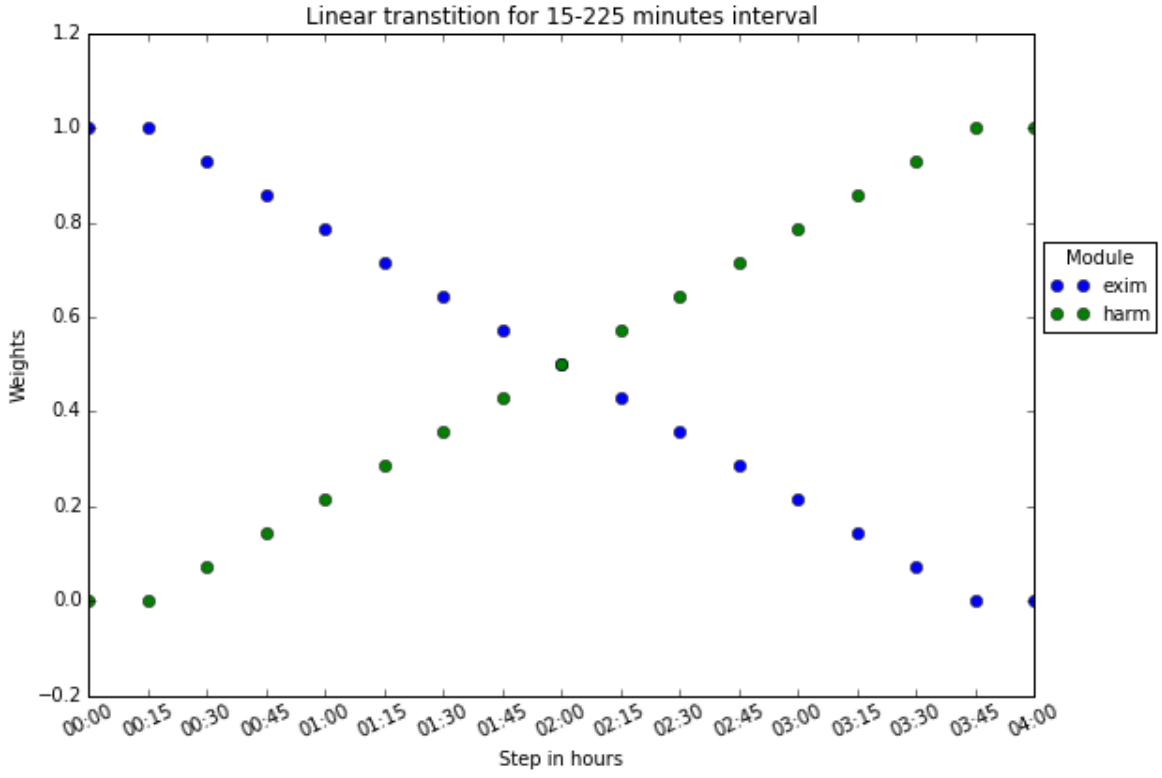
Representation of studied function DNI



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

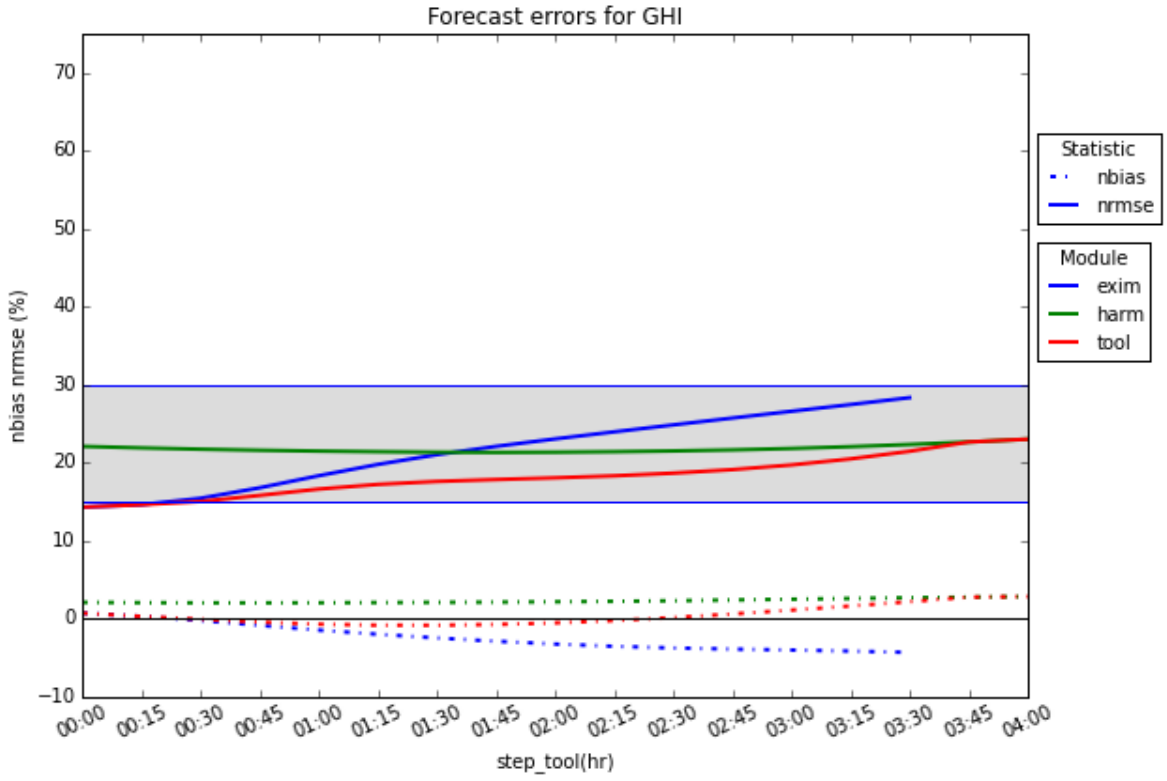
nowcRadiation - the transition function

$$\text{Rad_forecast}_{\text{step}} = \text{weight_exim}_{\text{step}} \times \text{Rad_exim}_{\text{step}} + \text{weight_harm}_{\text{step}} \times \text{Rad_harm}_{\text{step}}$$



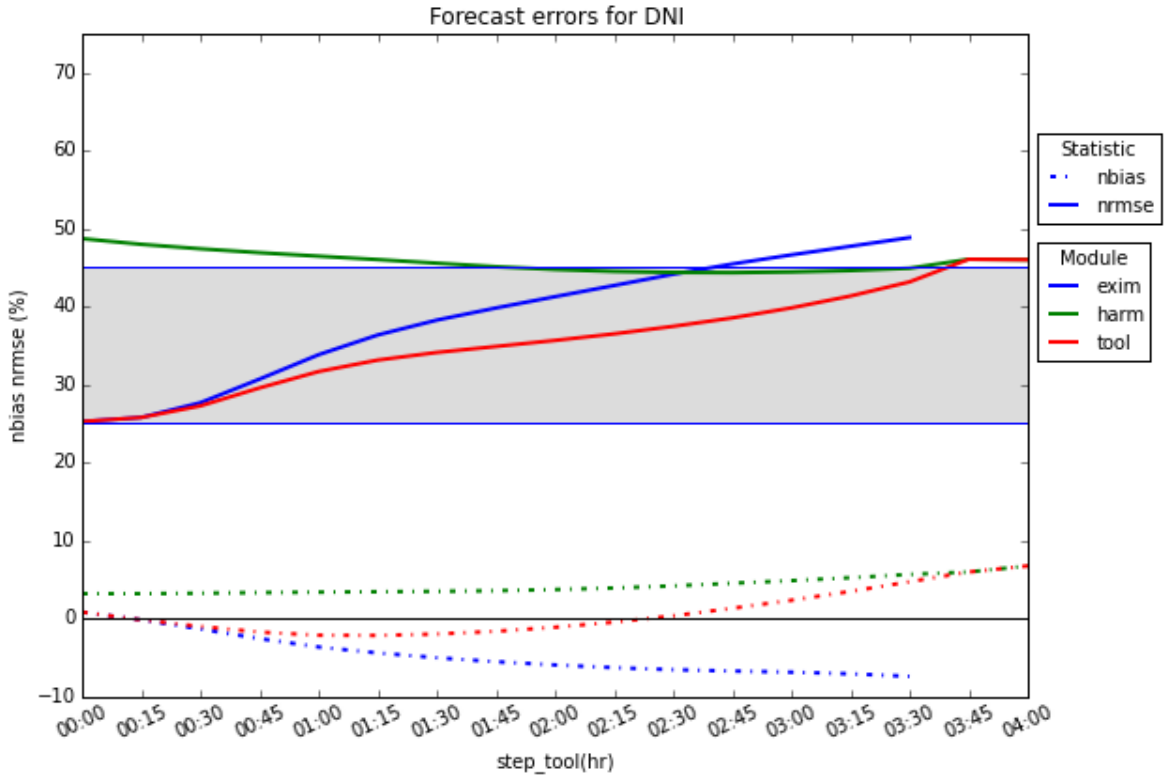
RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Linear function applied between lead times 15' - 225' GHI



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Linear function applied between lead times 15' - 225' DNI



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

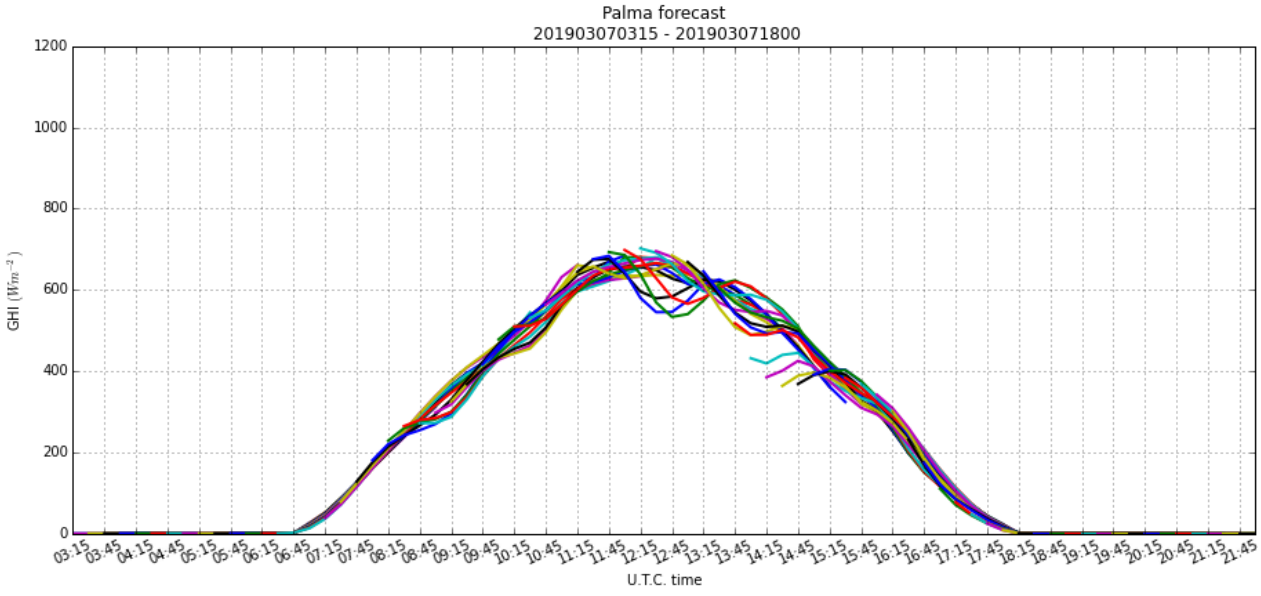
nowcRadiation

AEMet nowcRadiation software is integrated every fifteen minutes and provides a four-hour forecast of hourly accumulated Normal Direct and Global Horizontal Irradiances with lead times of fifteen minutes.

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation forecast GHI

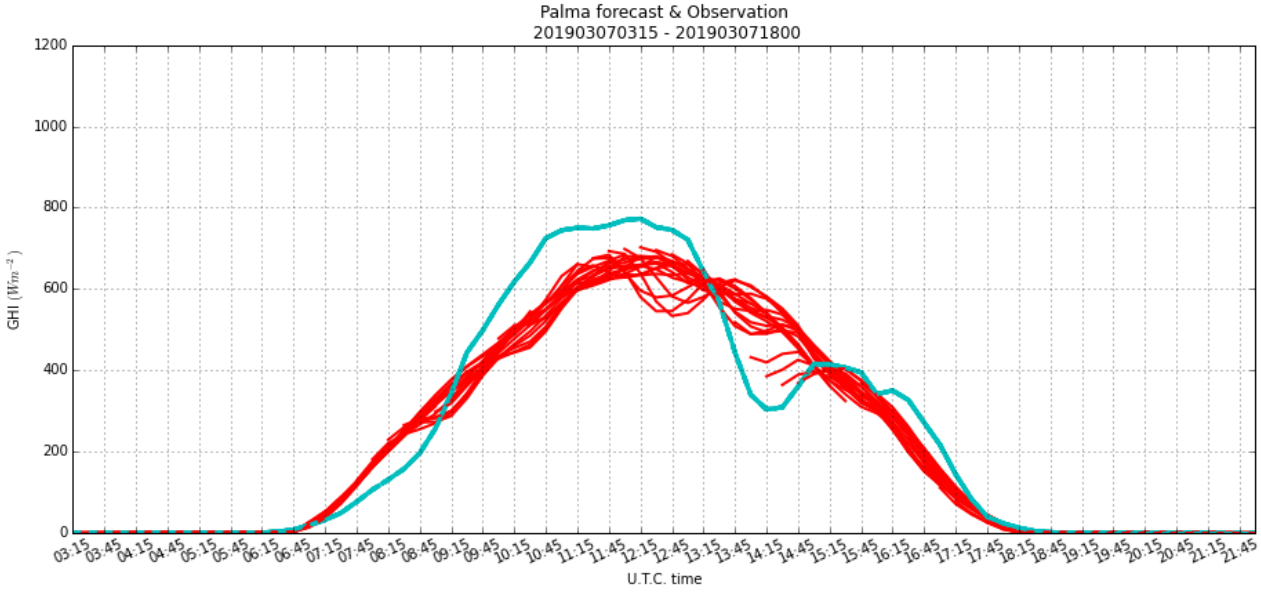
Output every 15 minutes



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation forecast and observation GHI

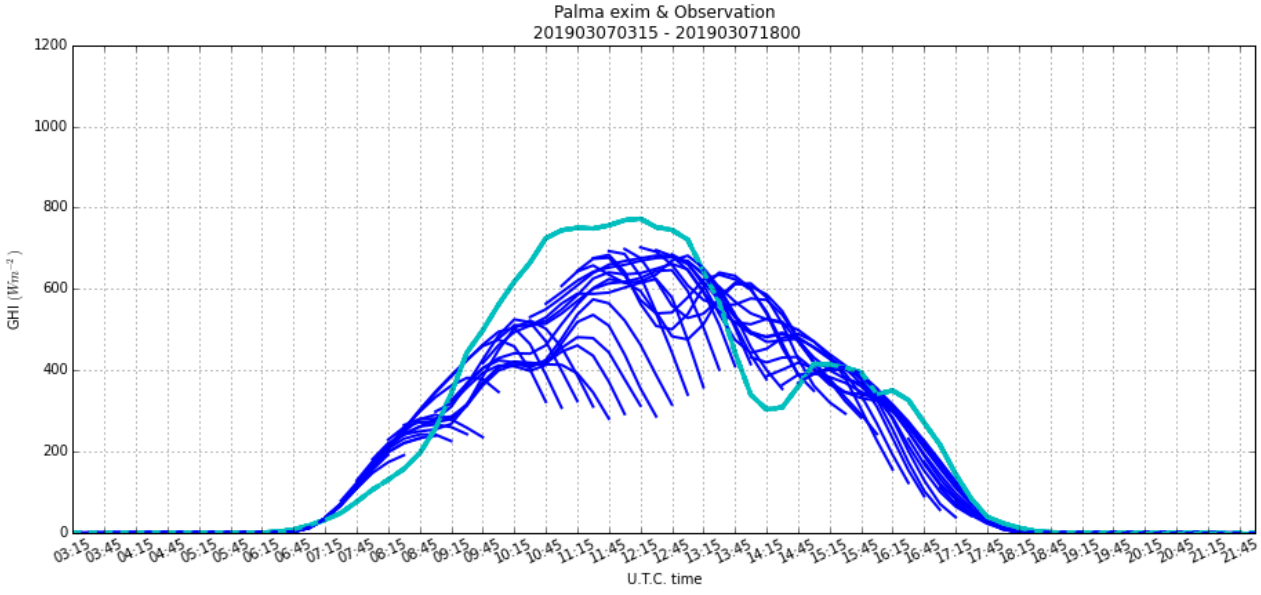
Small lead times track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation Satellite module and observation GHI

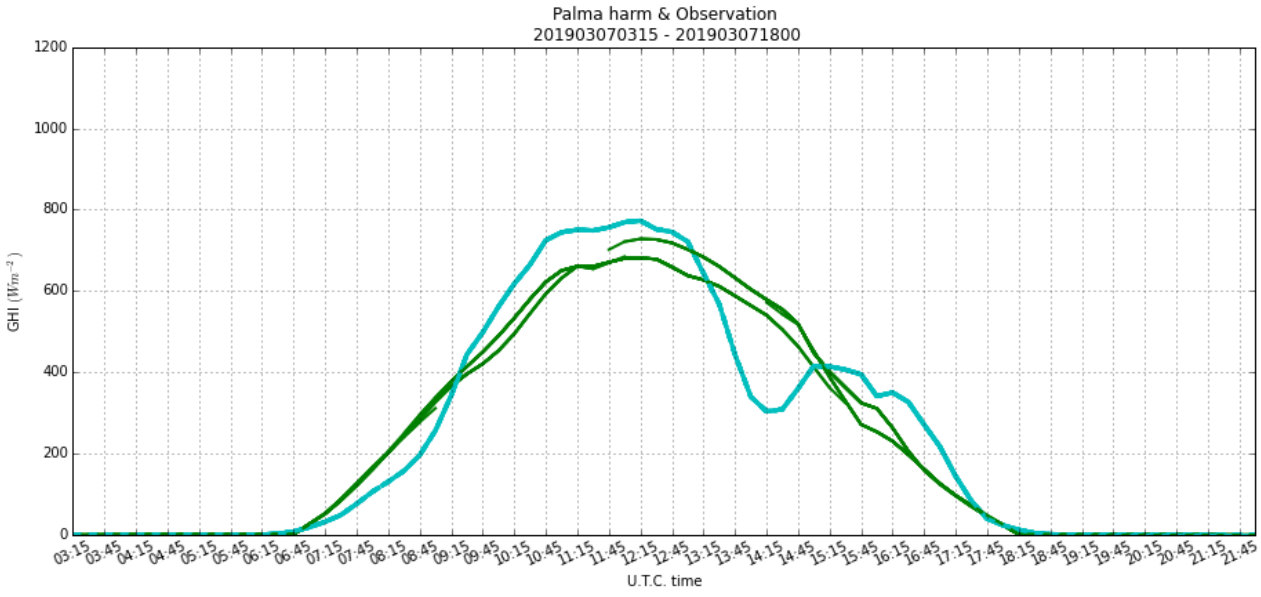
Satellite module can track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation Model module and observation GHI

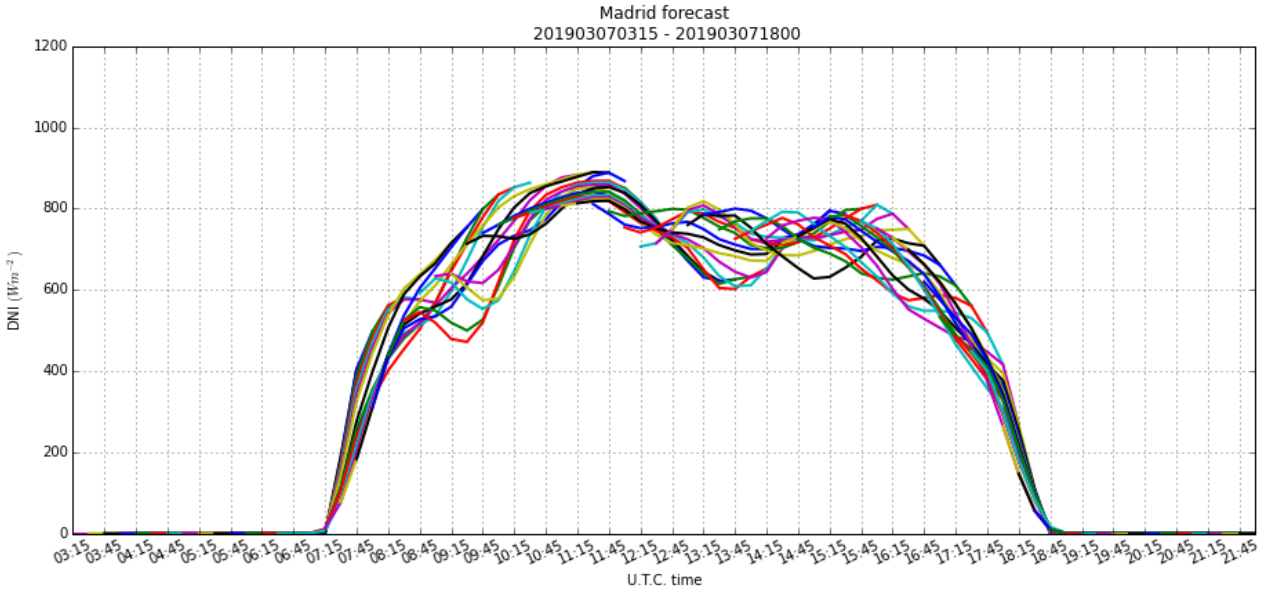
Model module can not track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation forecast DNI

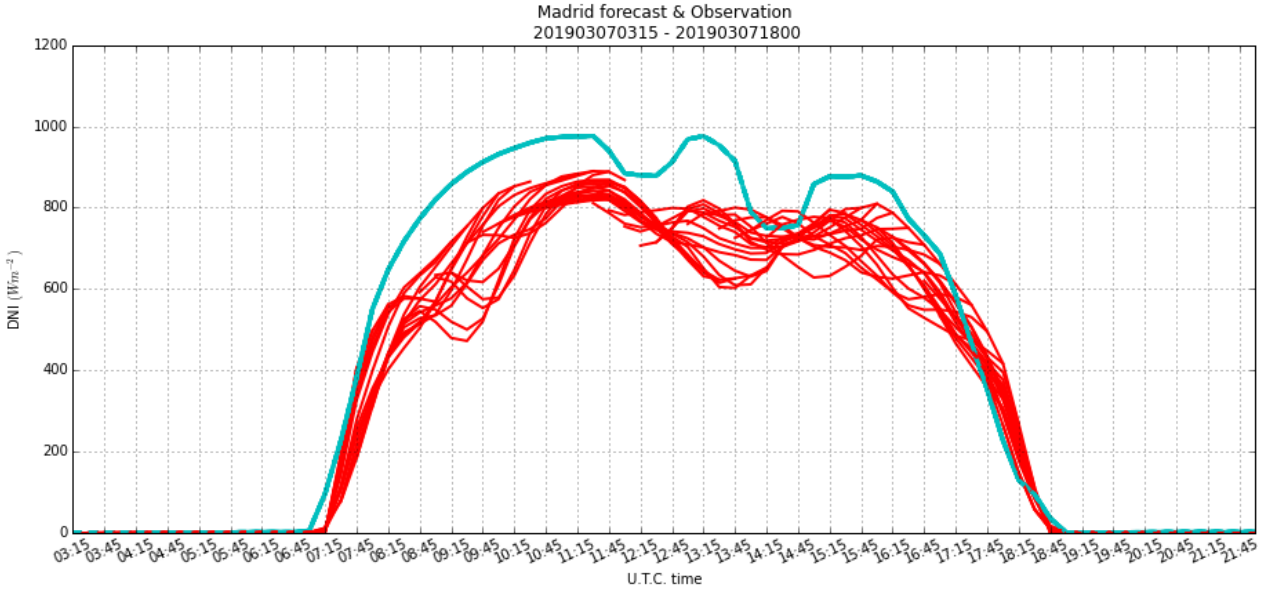
Output every 15 minutes



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation forecast and observation DNI

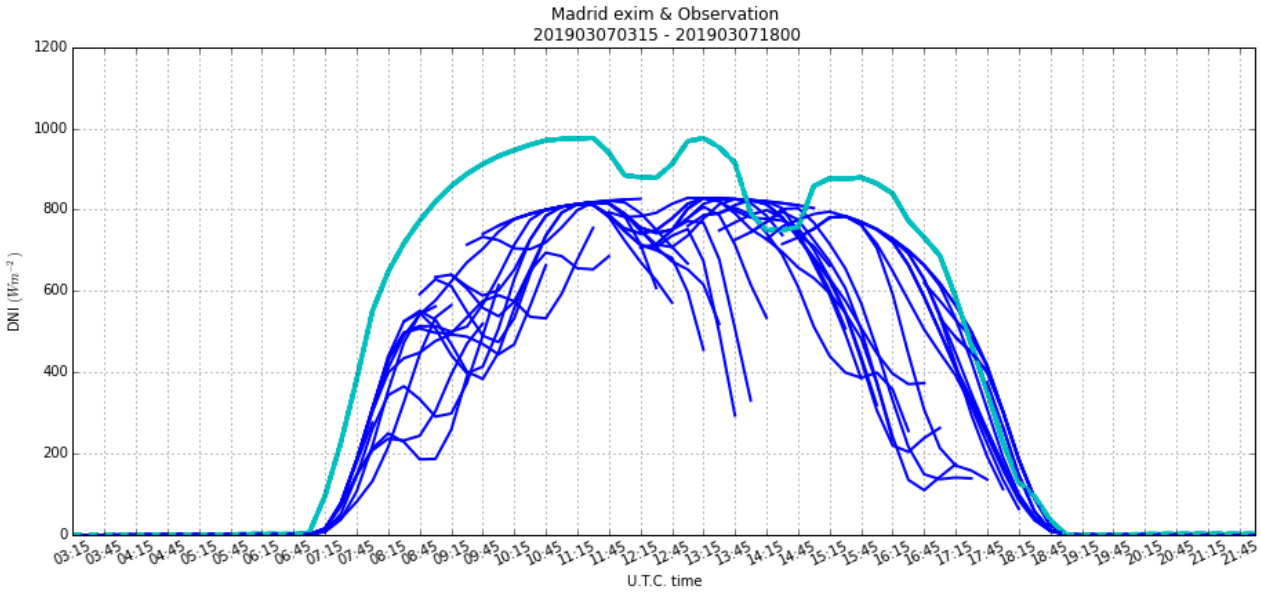
Small lead times track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation Satellite module and observation DNI

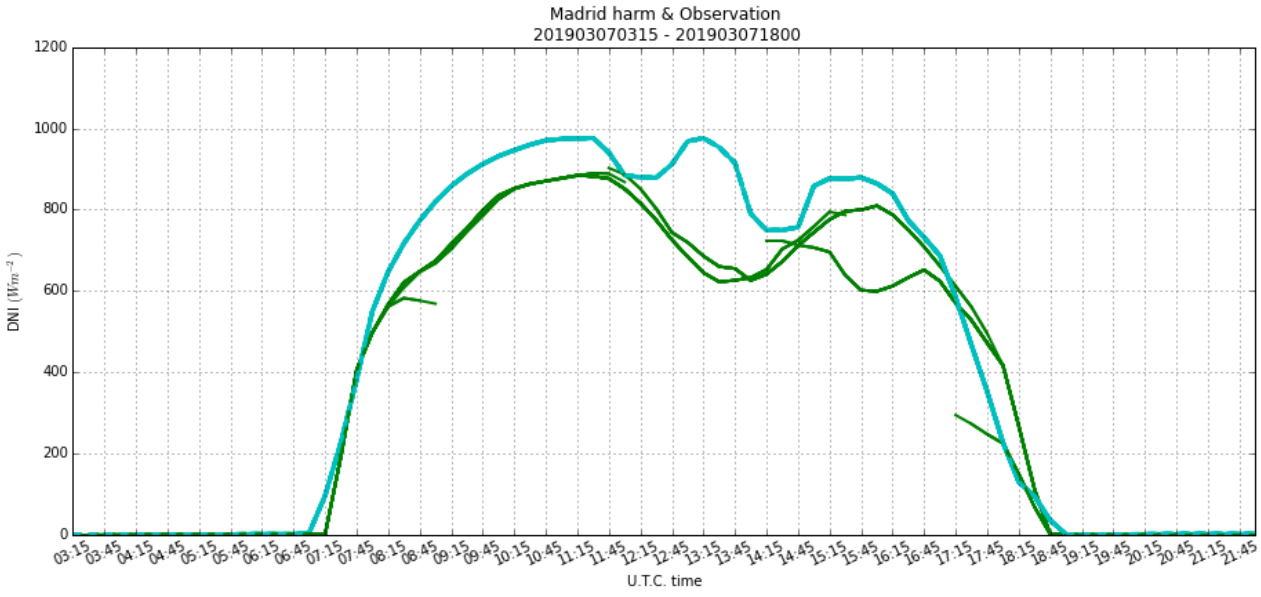
Satellite module can track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

nowcRadiation Model module and observation DNI

Model module can not track clouds!



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

REE

- Fifteen minutes output
- Available since 1st June 2018
- 45 spatial locations
- lead times each hour

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Seasonal behaviour

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Data Set

- Operating conditions
- Locations : Arenosillo, Badajoz, Canarias (Maspalomas), Córdoba, Lleida, Madrid, Murcia, Santander, Tenerife, y Palma de Mallorca
- Time Frame: 3 June 2018 - 8 April 2019
- Radiation filtered values for solar heigh larger than 8º
- Radiation filtered values between 0 and 1270 W/m^2

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Seasonal behaviour

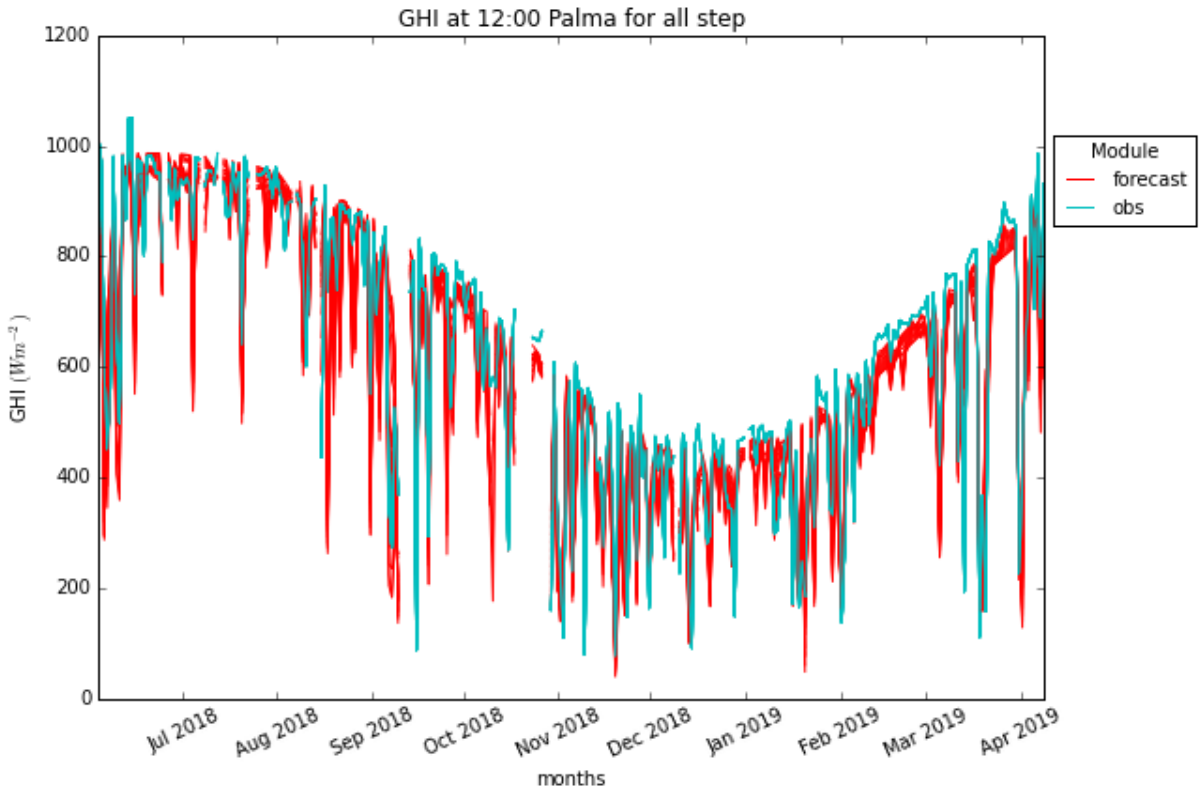


Figure 5: Seasonal behaviour of GHI at 12:00 for all steps

normalized monthly errors GHI

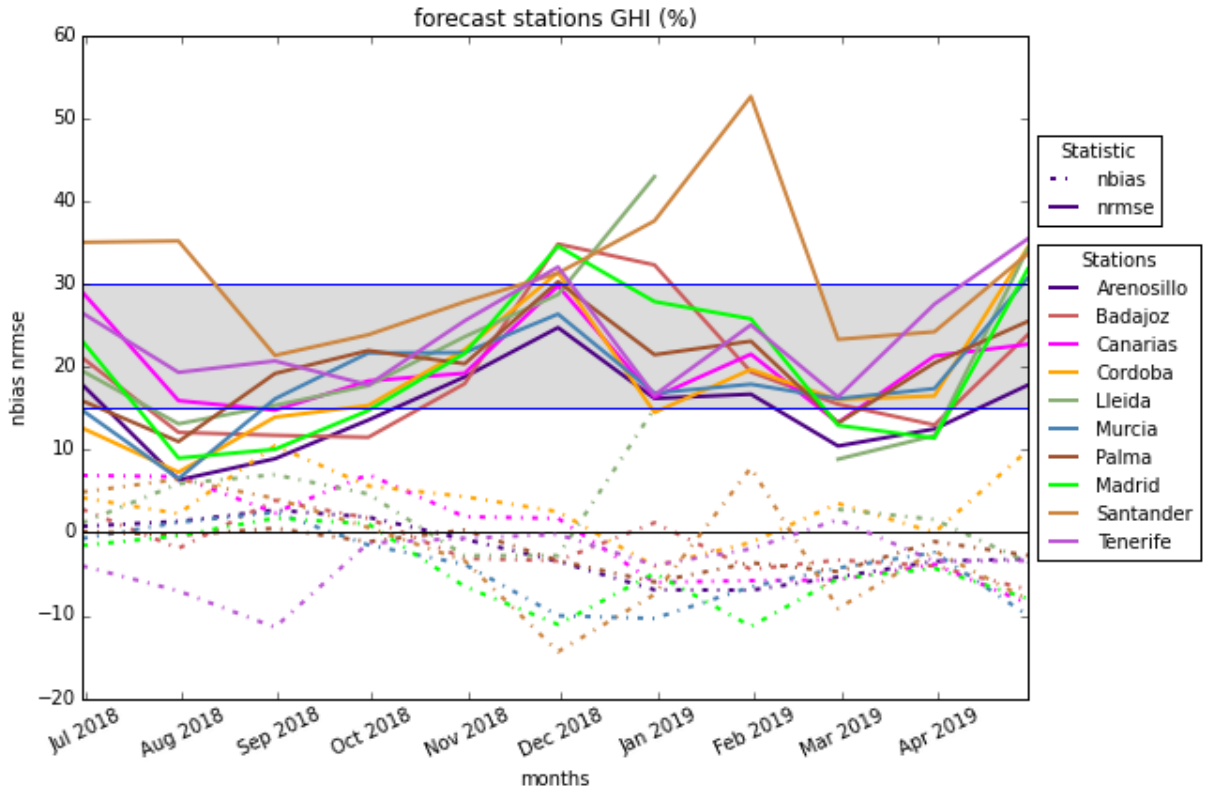


Figure 6: nrmse and nbias by month GHI

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Seasonal behaviour

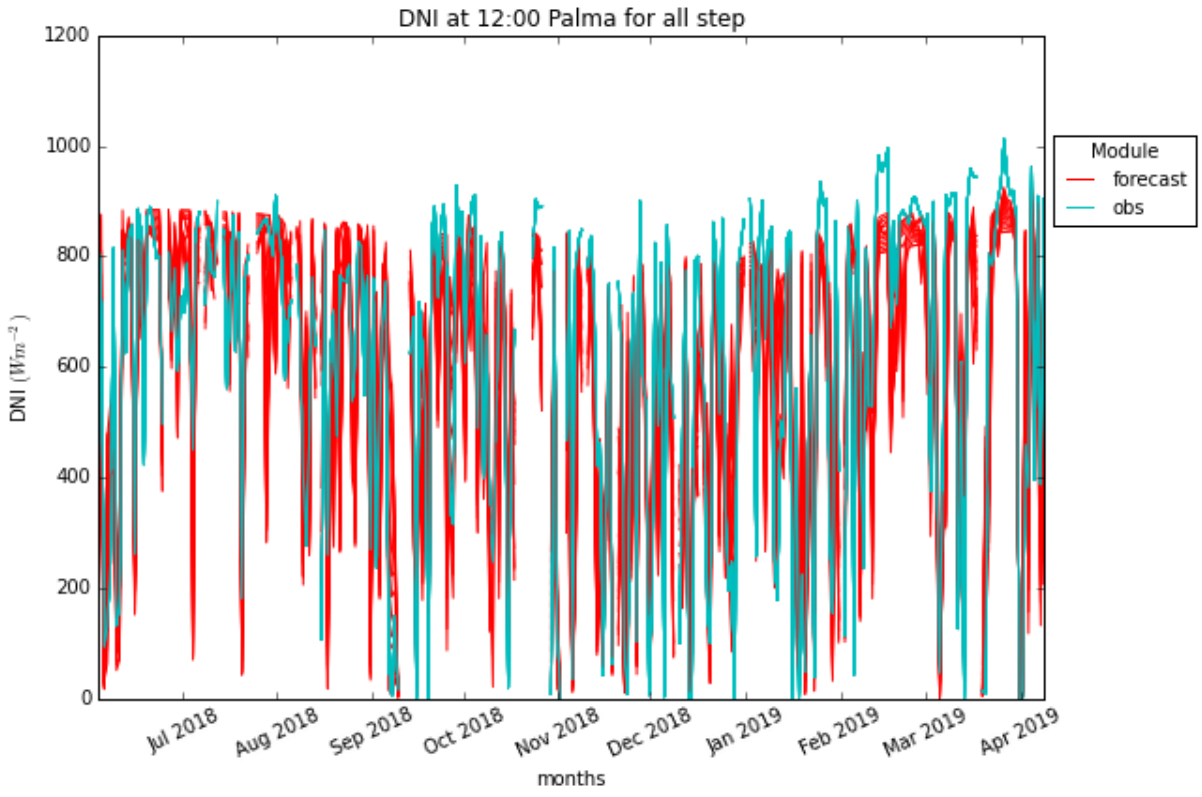


Figure 7: Seasonal behaviour of DNI at 12:00 for all steps

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

normalized monthly errors DNI

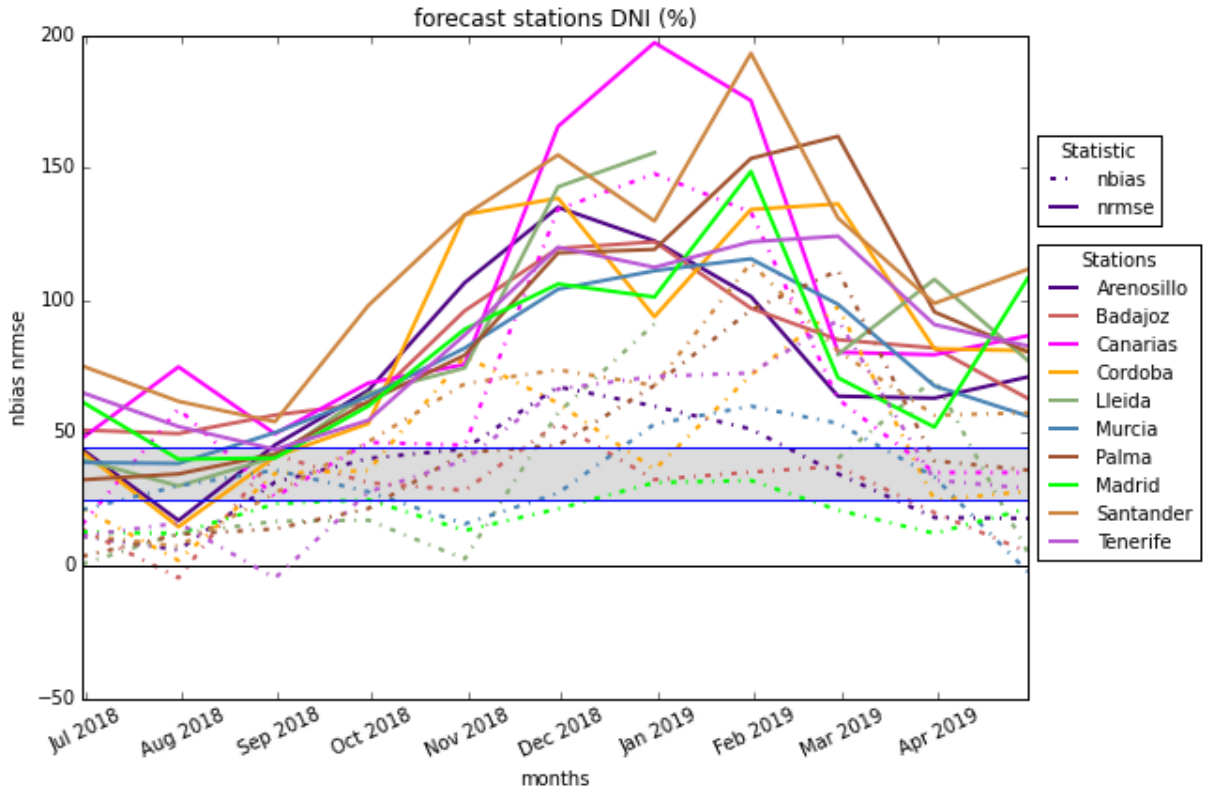


Figure 8: nrmse and nbias by month DNI

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Further information

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Information about → nowcRadiation

- *Predicción inmediata y a muy corto plazo de la radiación solar a partir de datos de satélite y modelos numéricos*
  Rodríguez-Martínez, A. Martínez-Sánchez, M.
  http://www.iic.uam.es/energias/prediccion-radiacion-solar-corto-plazo/
- *EMS Annual Meeting: European Conference for Applied Meteorology and Climatology 2017* (04-07 Septiembre 2017) Dublin, Ireland *European Conference for Applied Meteorology and Climatology. Sesion Operational Systems and Applications - Energy Meteorolgy*
  Abstract: https://meetingorganizer.copernicus.org/EMS2017/EMS2017-128.pdf
  Poster: https://presentations.copernicus.org/EMS2017-128_presentation.pdf
- *40th EWGLAM & 25th SRNWP Meetings (2018)*
  Poster: https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/9842
- *6 Simposio Nacional de Predicción Memorial Antonio Mestre*
  Presentation: https://repositorio.aemet.es/handle/20.500.11765/10349
- *3rd European Nowcasting Conference*
  Presentation: https://enc2019.aemet.es/es/

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

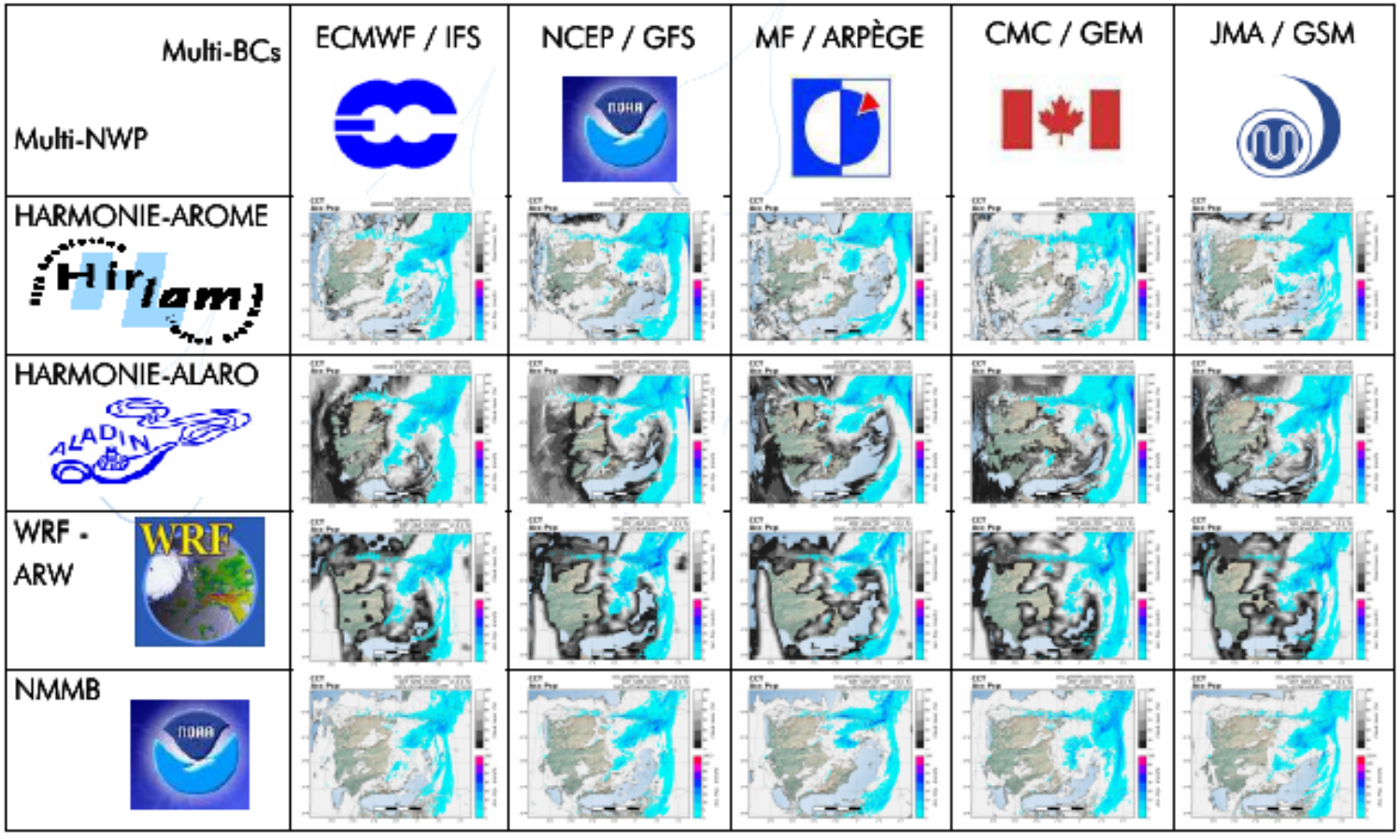
Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

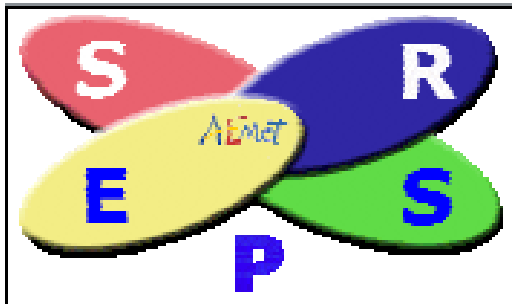
Future Work

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

AEMet-γSREPS characteristics



AEMet-γSREPS characteristics



- 2.5 km 20-member convection-permitting LAM-EPS
- Multi-boundary conditions from 5 Global NWP models
- Multi-model with 4 non-hydrostatic NWP models
- Forecasts over Iberian Peninsula and Canary Island

Probabilistic Forecast Result from AEMet-γSREPS

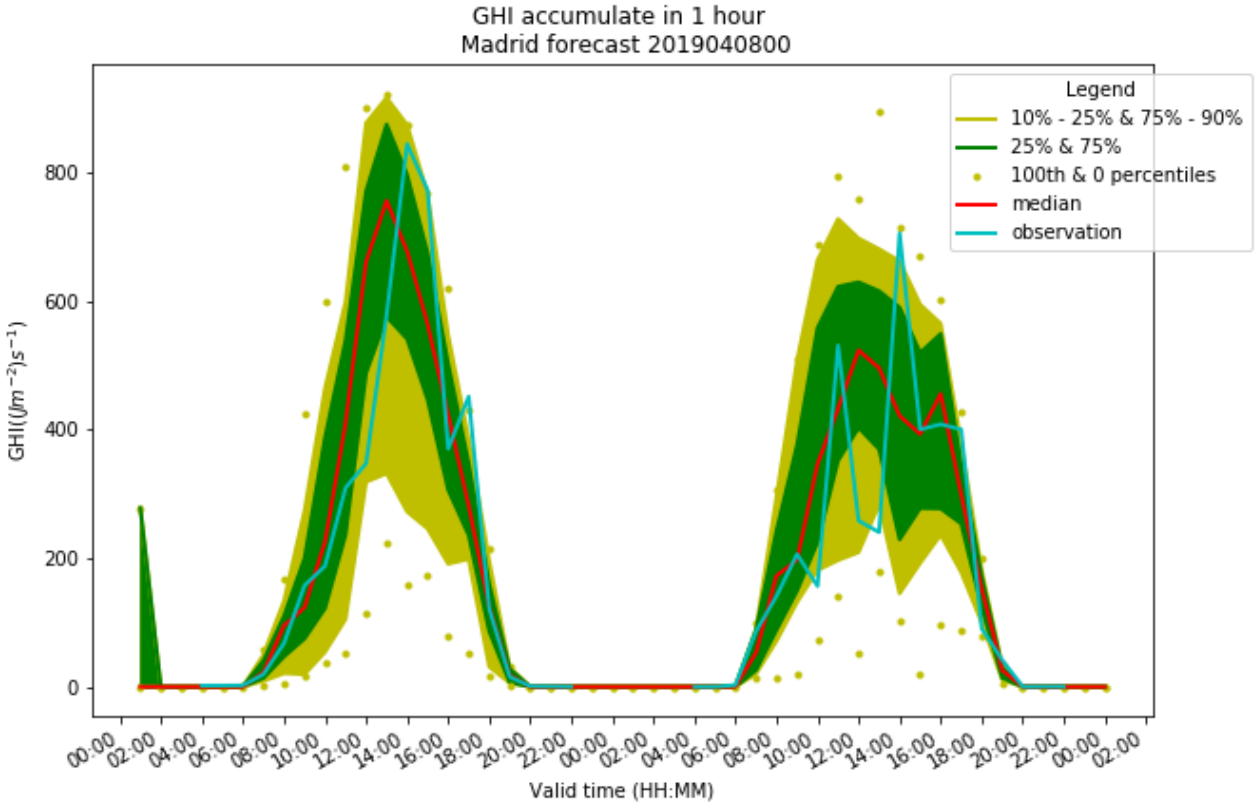


Figure 9: 1 hour accumulated GHI

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Probabilistic Forecast Result from AEMet-γSREPS

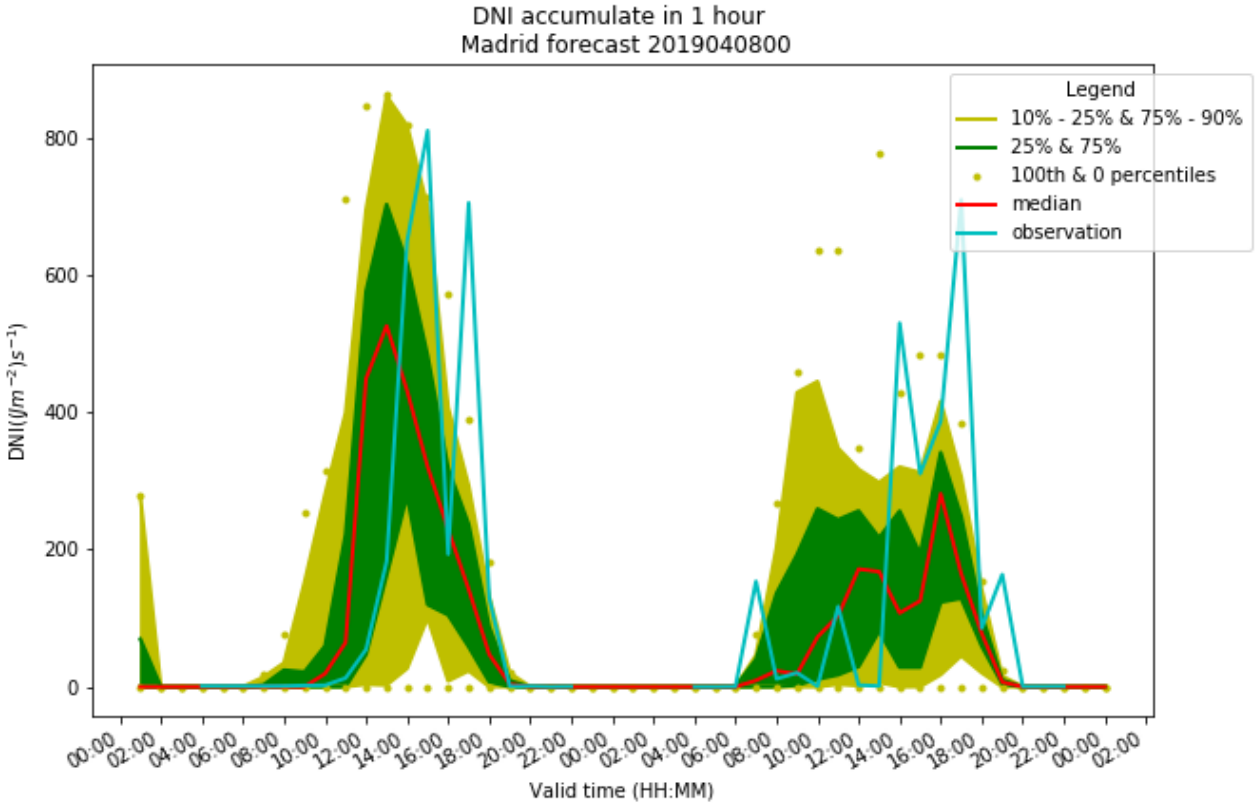


Figure 10: 1 hour accumulated DNI

Index

Introduction
- What is nowcRadiation?
- What was the aim of the project?
- SAF Module
- NWP HARMONIE-AROME Model

Transition Function
- Transition Function
- Data Set
- Global Horizontal Irradiance (GHI)
- Direct Normal Irradiance (DNI)
- Weight distribution

nowcRadiation

Transition function - Seasonal behaviour

Further information:

Future work

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Bibliography

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND "A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA AEMet Agencia Estatal de Meteorología

Bibliography

- *Algorith Theorical Basis Document for Cloud Product*, EUMETSAT, 2013
- *Algorithm Theorical Bases Document for the Extrapolated Imagery*, EUMETSAT, 2013
- *Algorithm Theorical Basis Document for High Resolution Winds*, EUMETSAT, 2013
- *Semi-Empirical Satellite Models in: Solar Resource Assesment and Forecasting*, Perez R.T. and Cebecauer M. Suri, Elsevier, 2013
- *Evaluation of the WRF model solar irradiance forecasts in Andalusia (southern Spain)* Lara-Fanego, J.A. Ruiz-Arias, D. Pozo-Vazquez, F.J. Santos-Alamillos, and J. Tovar-Pescador, Sol. Energy, 86, 2200-2217, doi:10.1016/j.solener.2011.02.014 2012

Thank you very much for your attention!

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES
AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB Universitat de les Illes Balears
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet Agencia Estatal de Meteorología

RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA
GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES
EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND
"A way to make Europe"
UIB
Universitat
de les Illes Balears
GOBIERNO
DE ESPAÑA
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
AEMet
Agencia Estatal de Meteorología