

---

# Capacitación

## Sistemas FV conectados a la red en Bolivia

---



Benjamin Knödler

Instituto Fraunhofer para  
Sistemas de Energía Solar  
(Solar Energy Systems ISE)  
Friburgo, Alemania

Capacitación GIZ Bolivia

La Paz, 29 de Noviembre 2017

# Tópicos

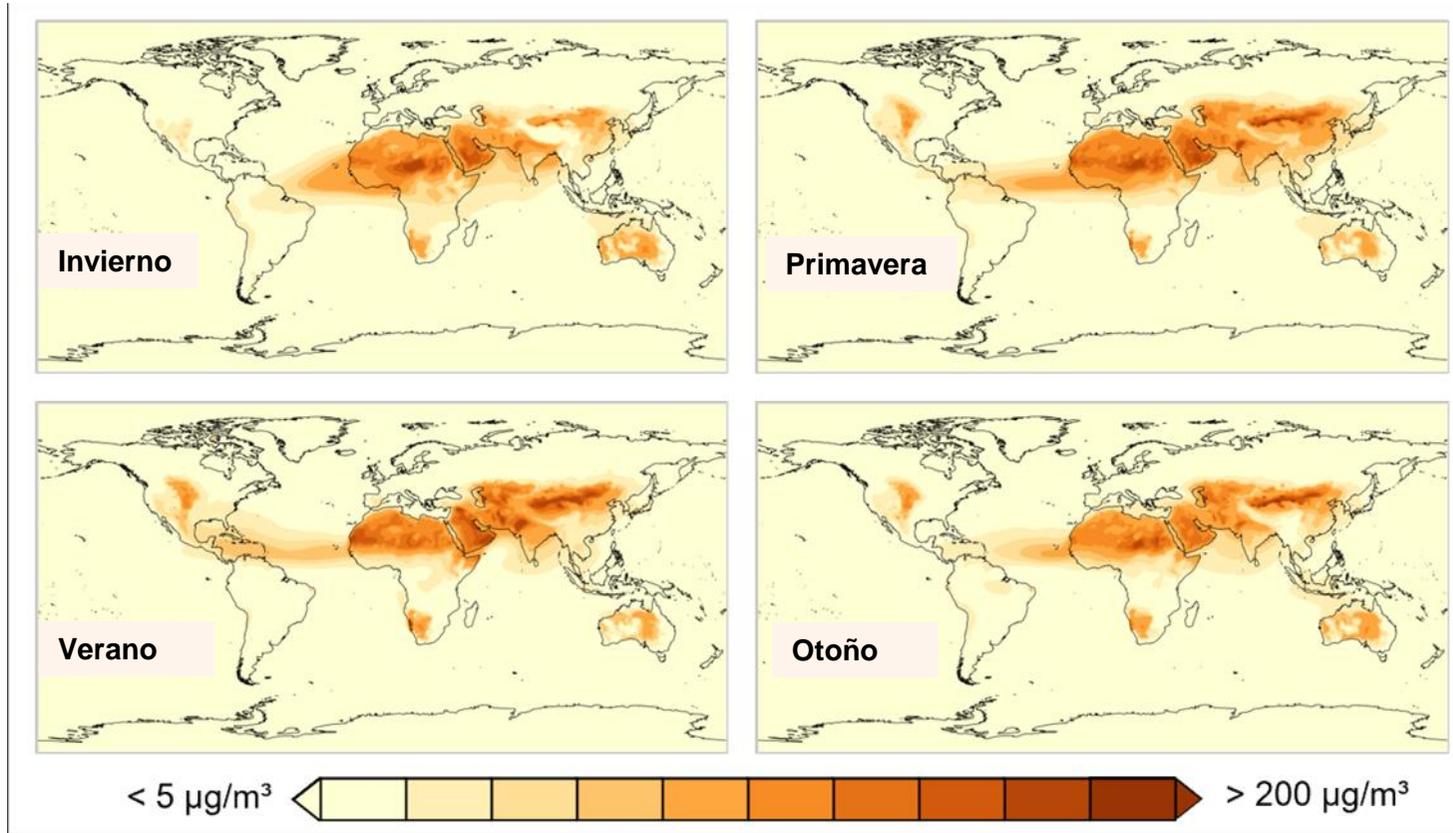
- Requerimientos específicos para FV para la condiciones prevalecientes en Bolivia
  - Regiones en gran altitud
  - Regiones in baja altitud
  
- Inspeccion del sistema

# Bolivia - Condiciones especiales

- Temperatura ambiente
  - Altitud
  - Carga UV
  - Horas de sol
  - Ensuciamiento
  - Desastre ambiental
    - Inundación
    - Fuego
  - Corrosión
    - Sal
    - Cloruro
    - SO<sub>2</sub>
  - Clasificación climática (Koeppen-Geiger)
-

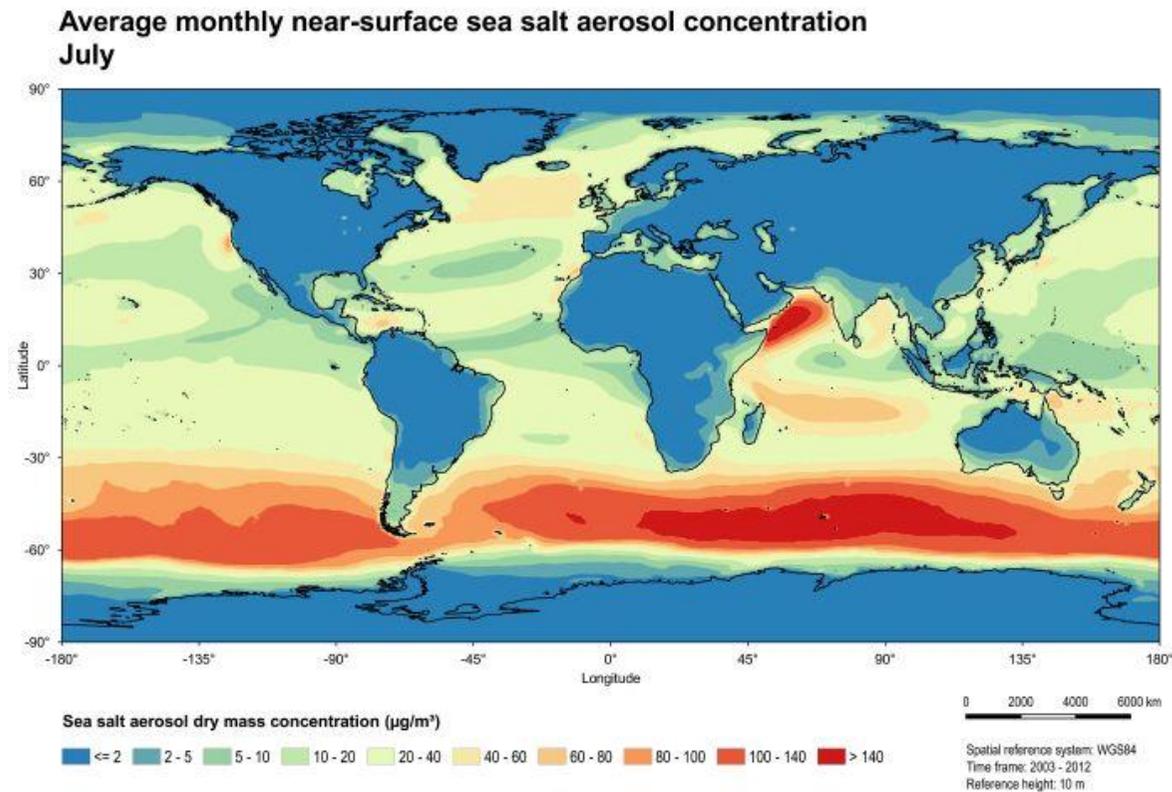
# Bolivia - Condiciones especiales

- Concentración atmosférica promedio de polvo mineral basada en datos a largo plazo



# Bolivia - Condiciones especiales

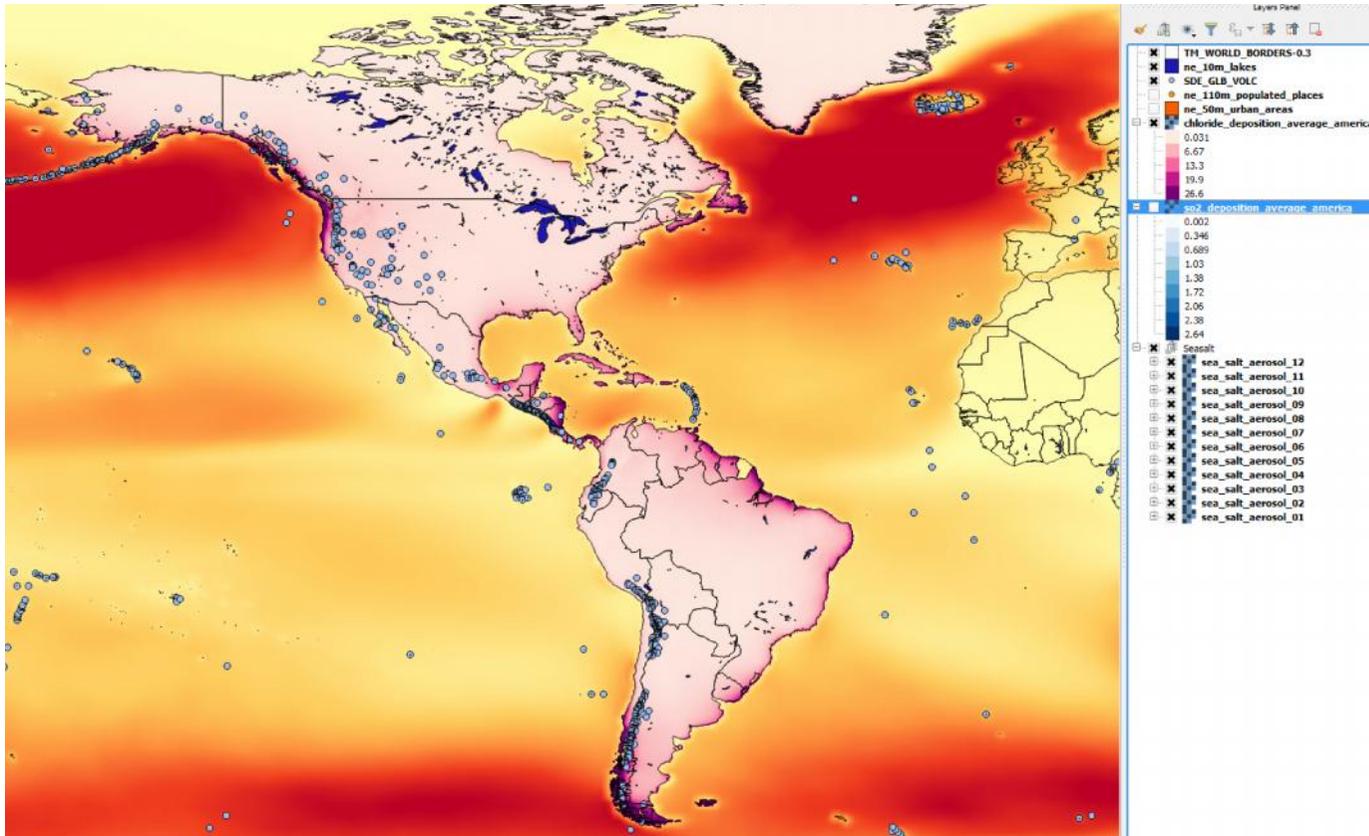
- Aerosol de sal marina - Global



Source: J. Herrmann, Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar project

# Bolivia - Condiciones especiales

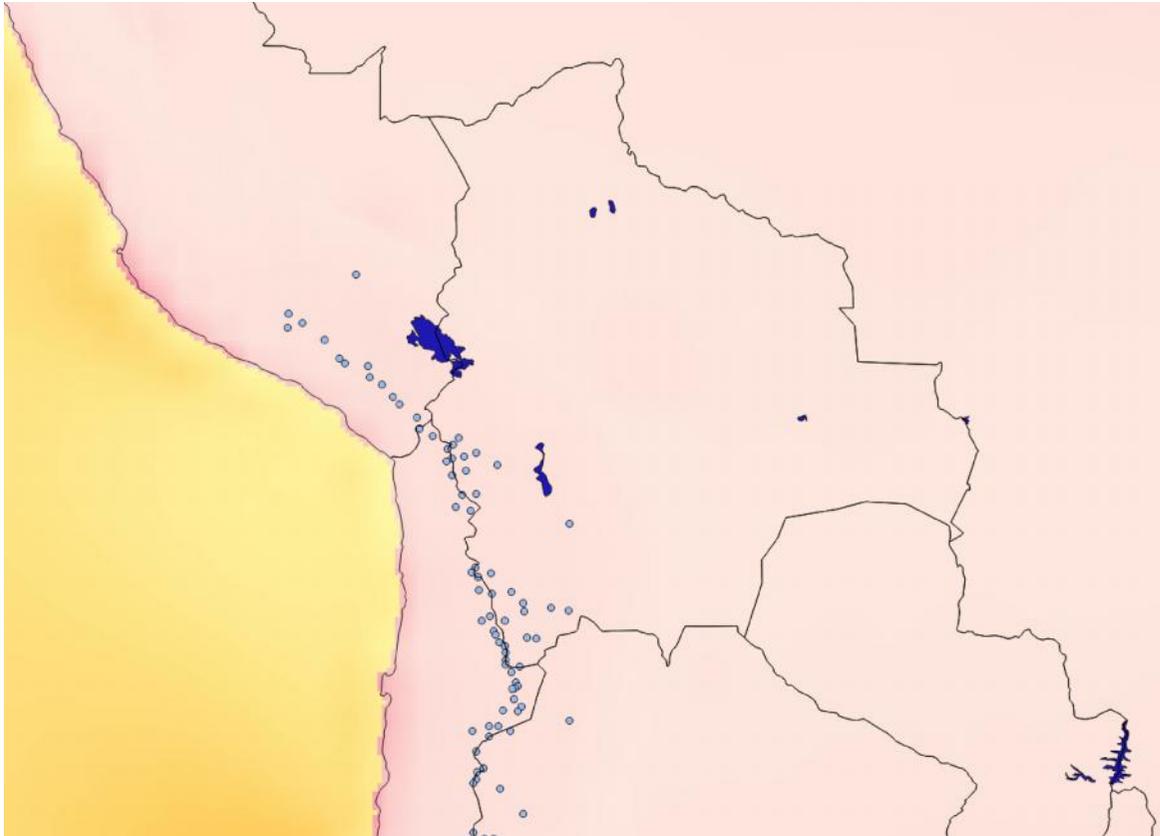
- Deposición de cloruro en  $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$



Source: J. Herrmann, Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar project

# Bolivia - Condiciones especiales

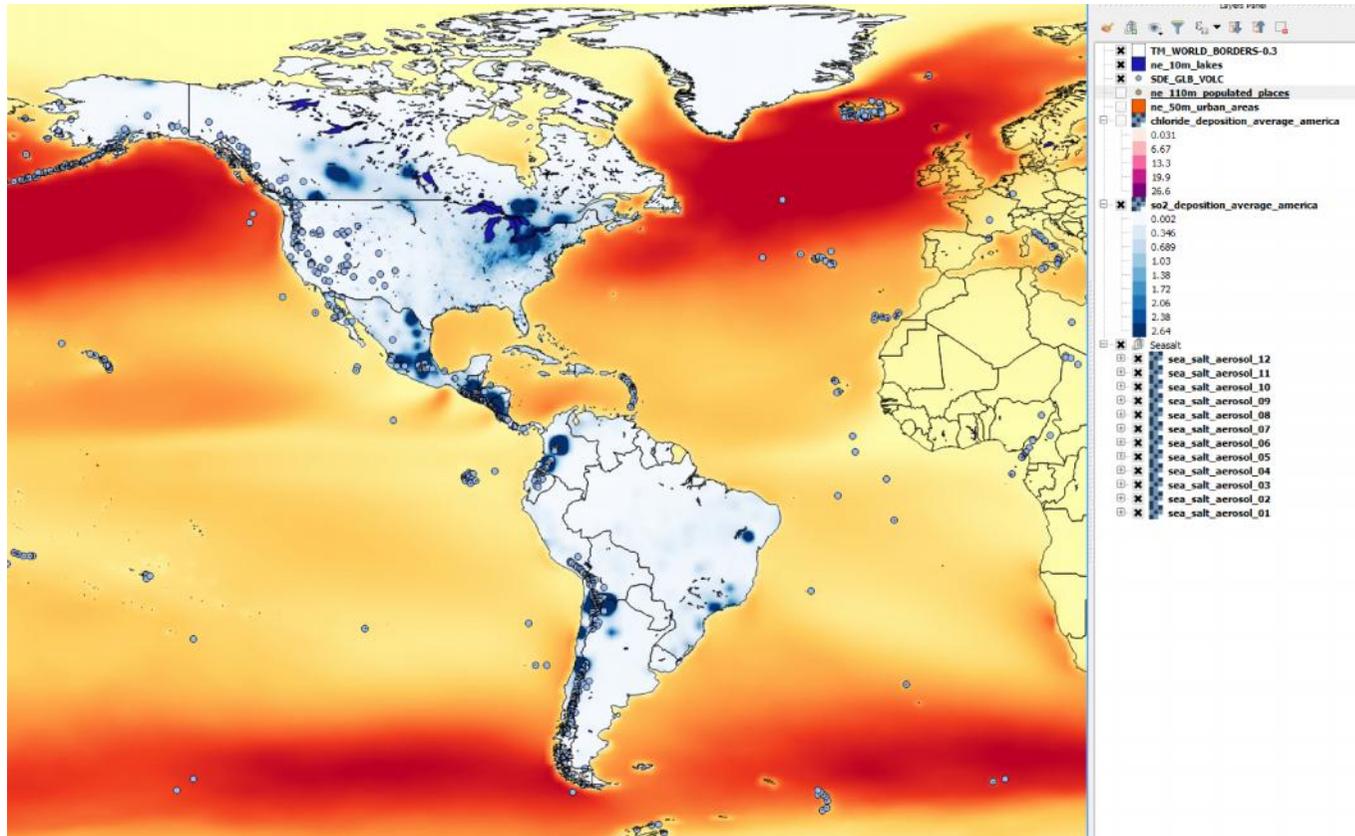
- Bolivia - Deposición de cloruro en  $\text{mg}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$



Source: J. Herrmann, Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar project

# Bolivia - Condiciones especiales

- Vista general de la deposición de  $\text{SO}_2$  (azul) y concentración de aerosol de sal marina



Source: J. Herrmann, Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar project

# Bolivia - Condiciones especiales

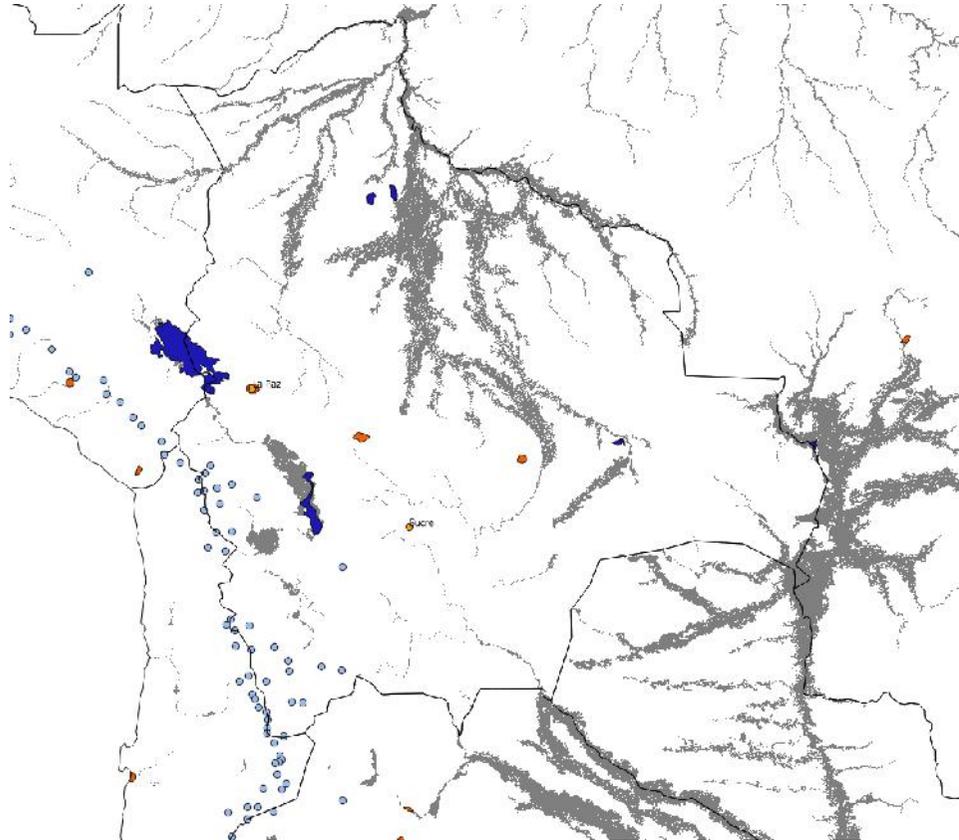
- Bolivia – Deposition de  $\text{SO}_2$ , principalmente de origen volcánico



Source: J. Herrmann, Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar project

# Bolivia - Condiciones especiales

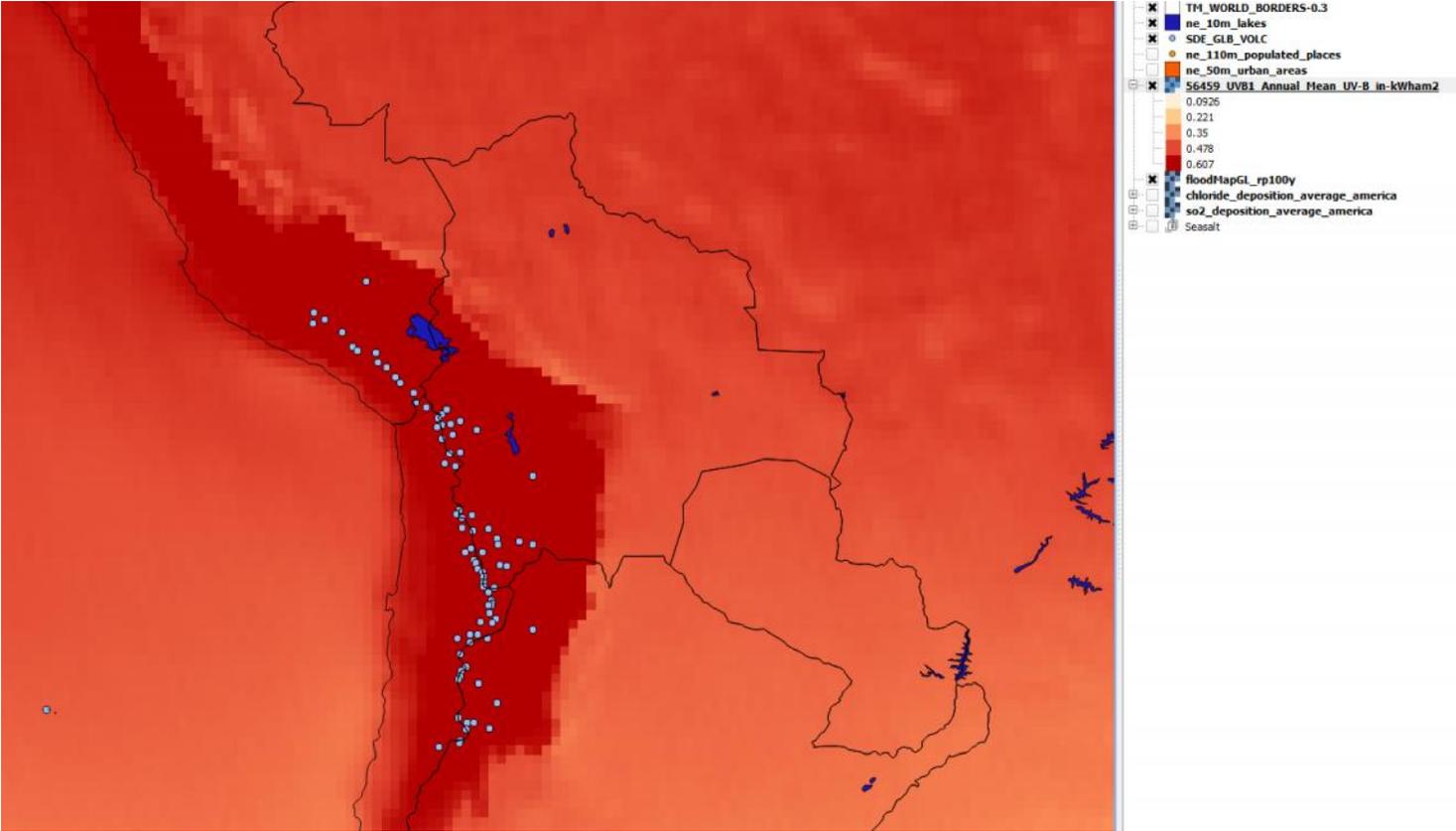
- Bolivia – Riesgo de inundación



Source: JRC

# Bolivia - Condiciones especiales

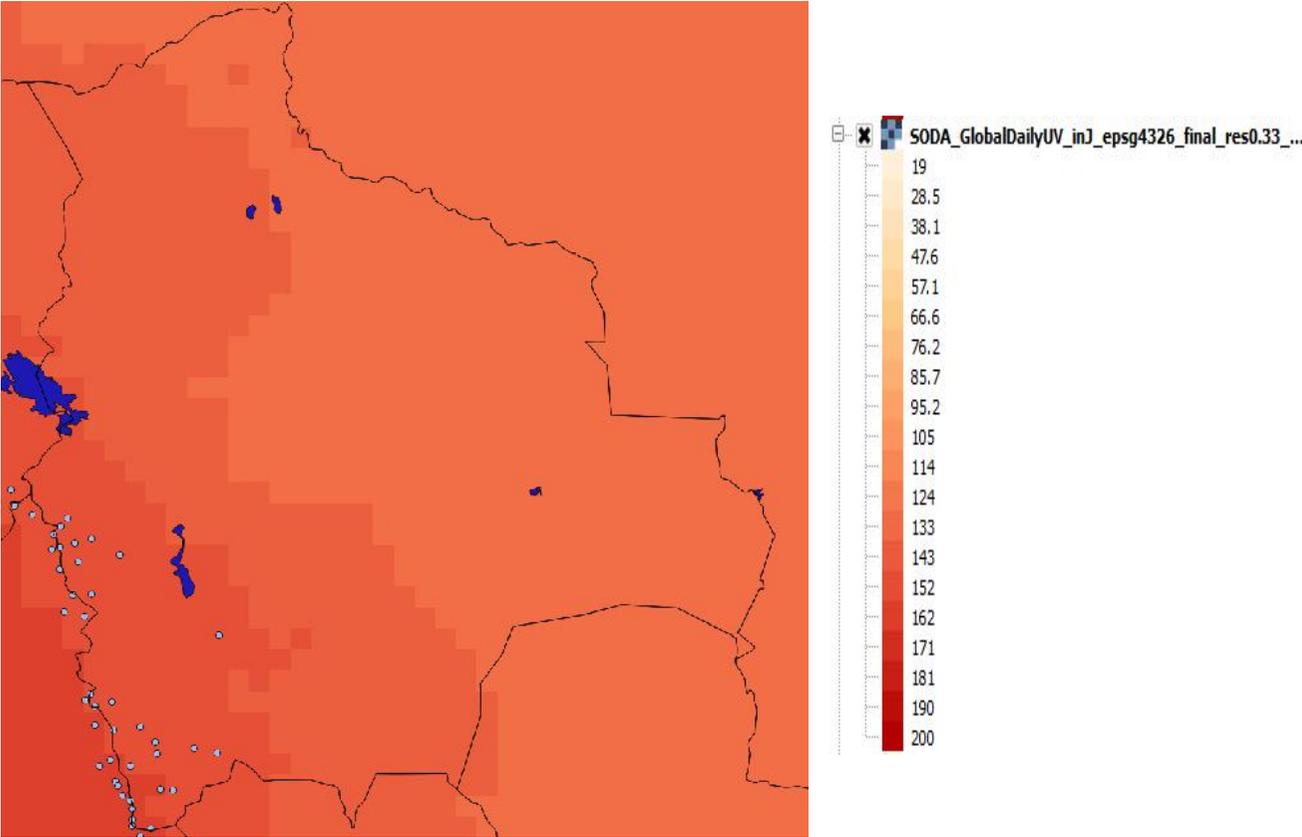
- Carga UVB en kWh/m<sup>2</sup>a



Source: OMI

# Bolivia - Condiciones especiales

- Carga UVB en kWh/m<sup>2</sup>a

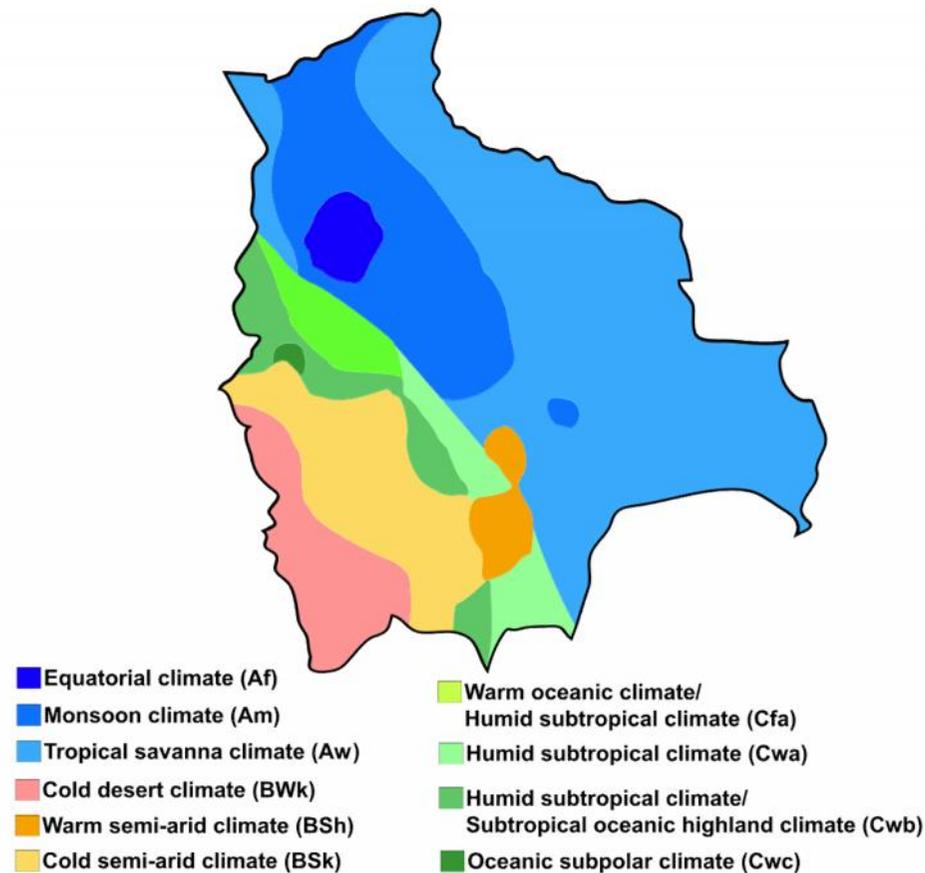


Source: SODA

# Bolivia - Condiciones especiales

## ■ Bolivia – Clasificación climática según Koeppen-Geiger

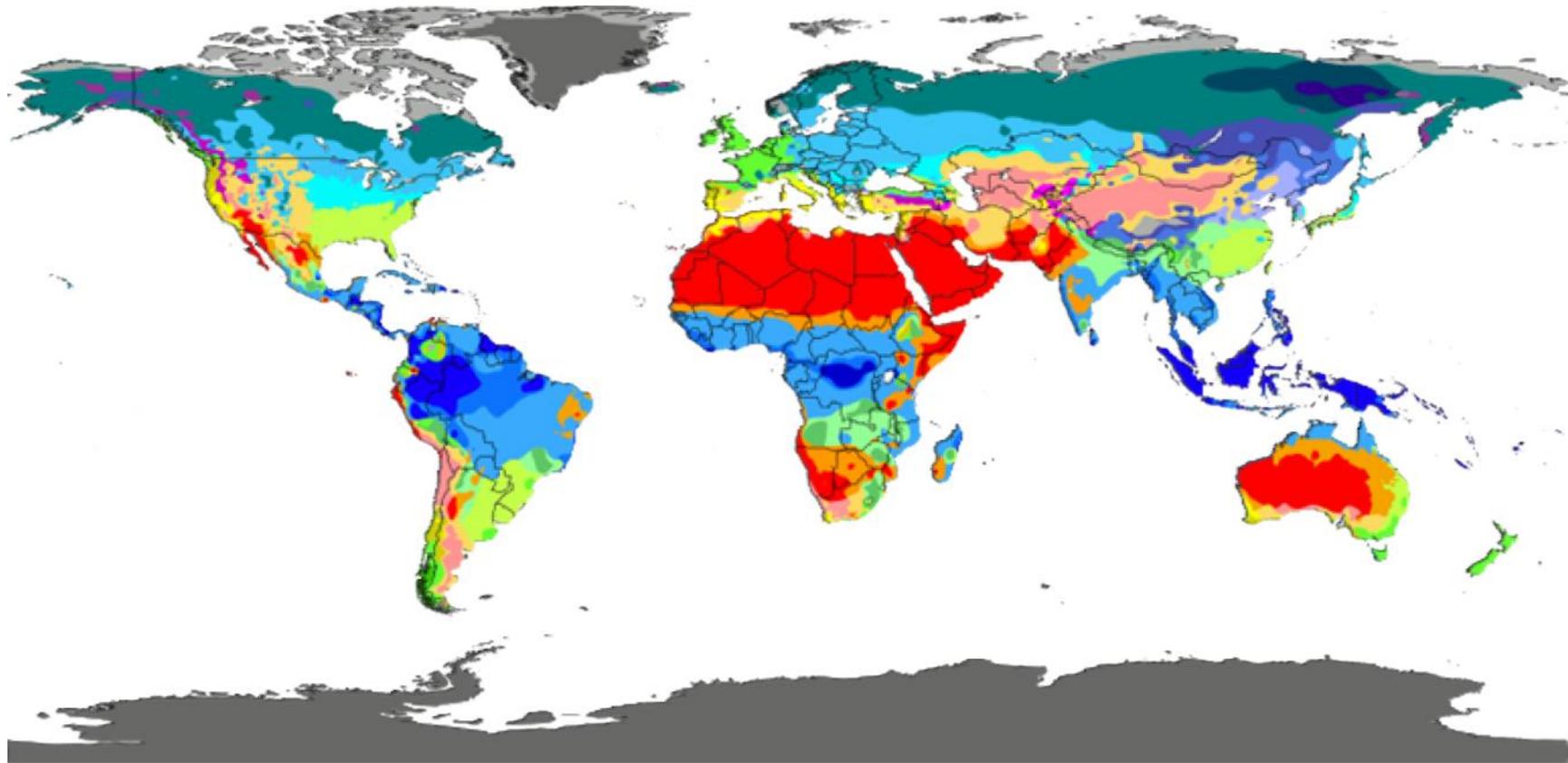
Bolivia map of Köppen climate classification



Source: Wikipedia/ Koeppen-Geiger

# Bolivia - Condiciones especiales

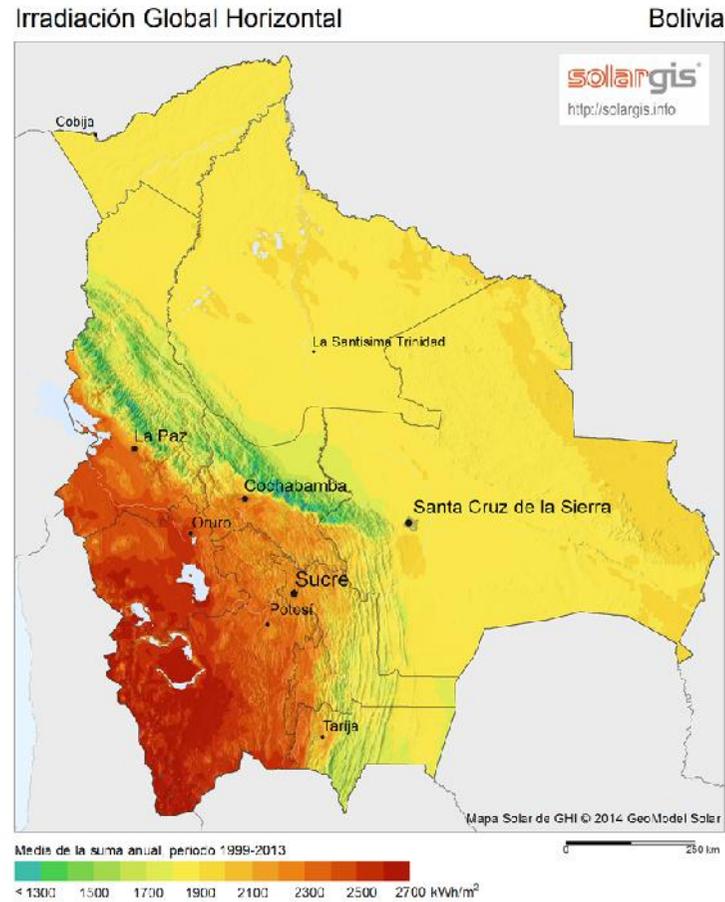
- Clasificación climática según Koeppen-Geiger



Source: Wikipedia/ Koeppen-Geiger

# Bolivia - Condiciones especiales

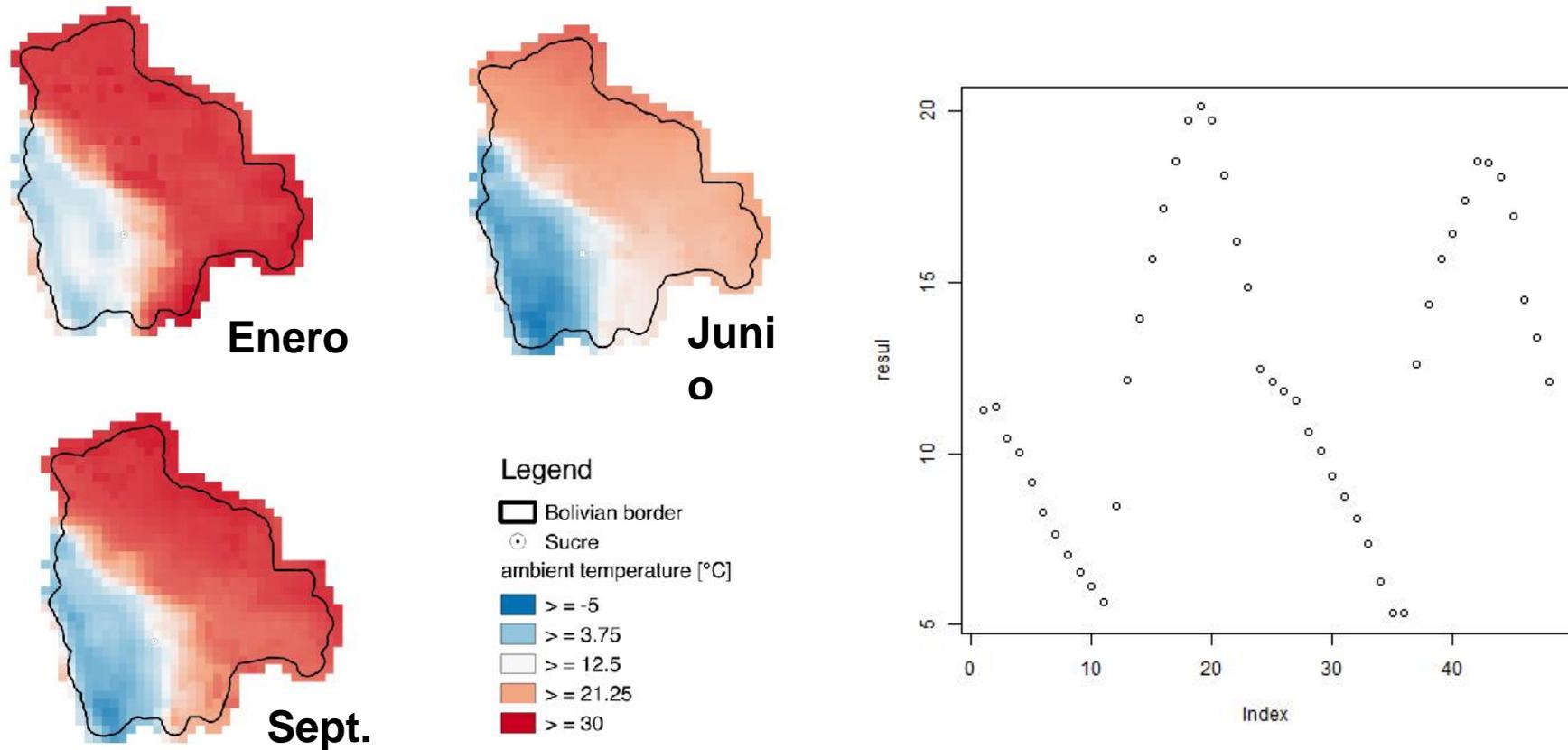
- Suma promedio anual de irradiación en Bolivia



Source: Solargis

# Bolivia - Condiciones especiales

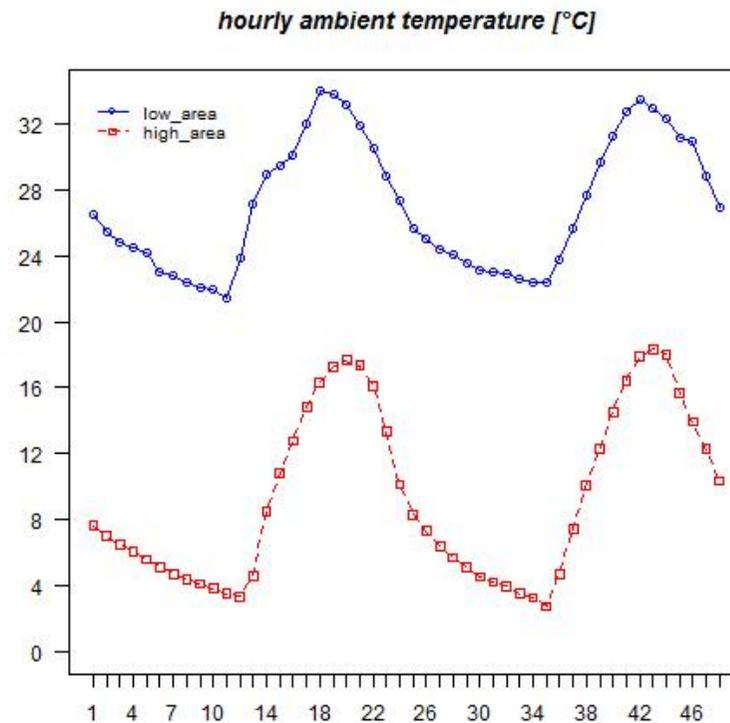
- Temperatura ambiente promedio por hora en un año típico de referencia



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

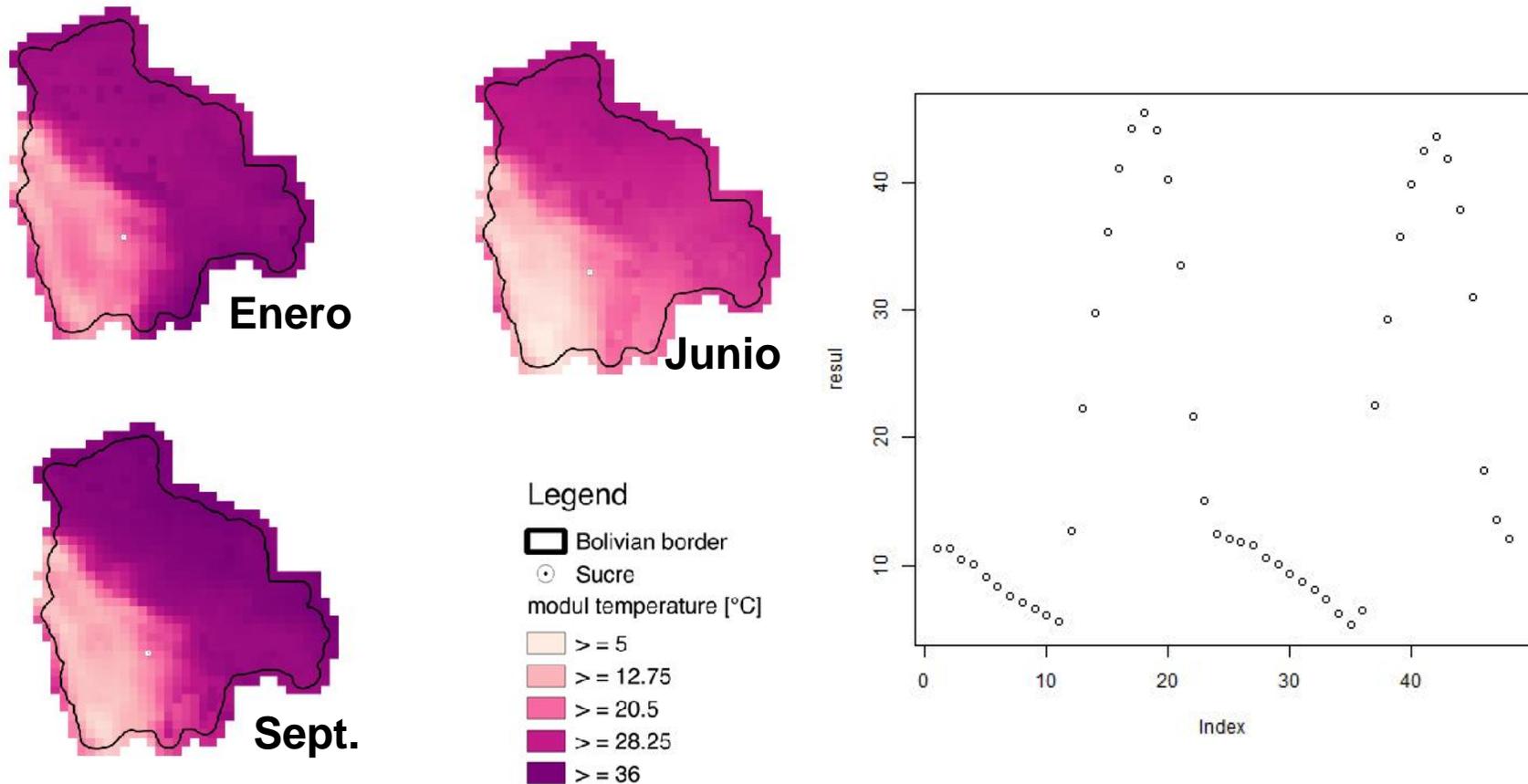
- Temperatura ambiente por hora en dos áreas diferentes en los primeros dos días de enero (hora UTC)



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

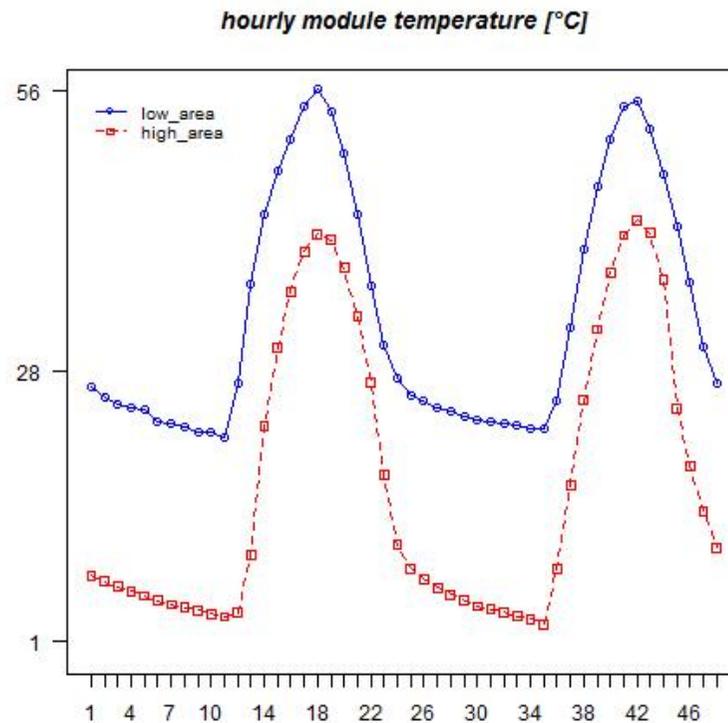
- Temperatura promedio del módulo por hora en un año típico de referencia



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

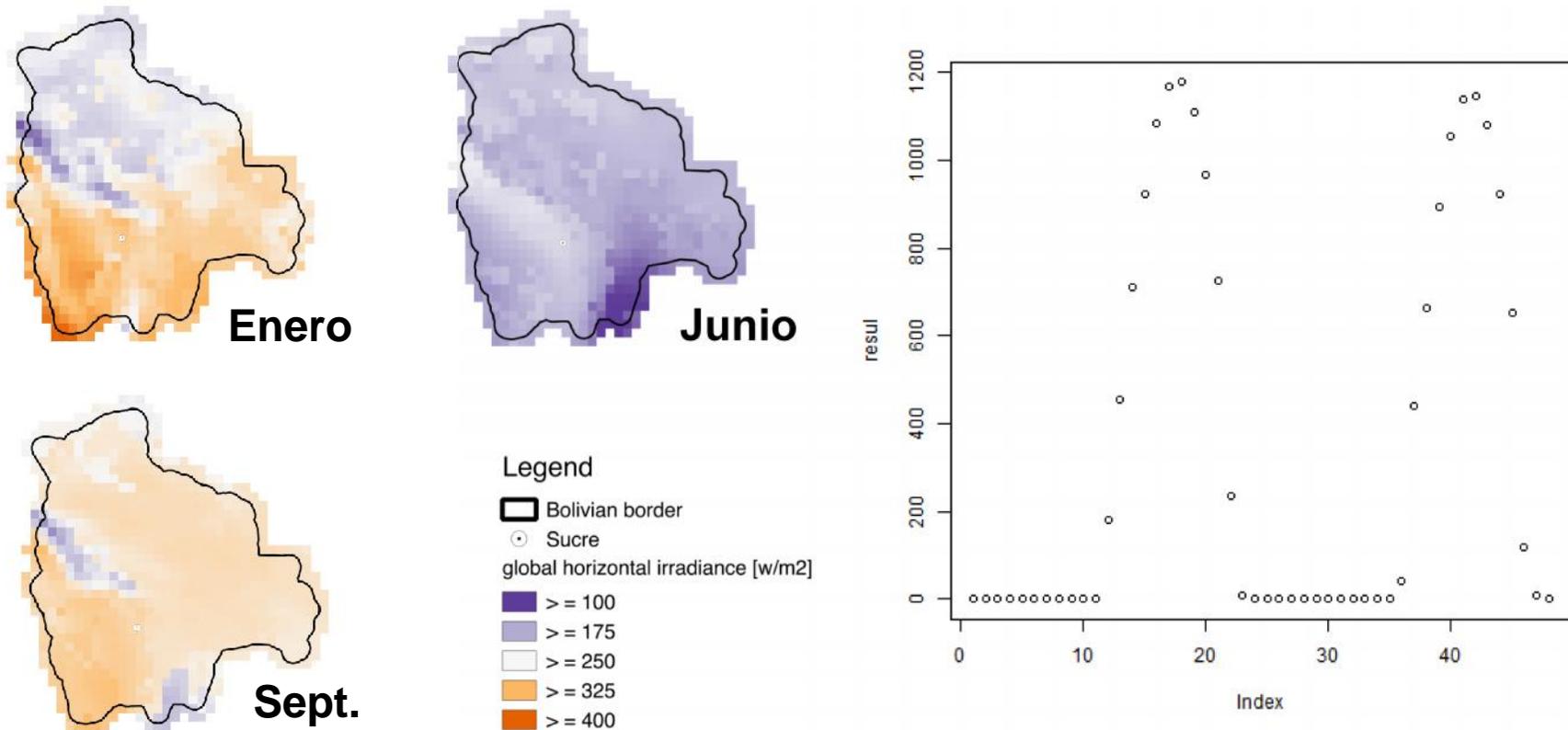
- Temperatura del módulo por hora en dos áreas diferentes en los primeros dos días de enero (hora UTC)



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

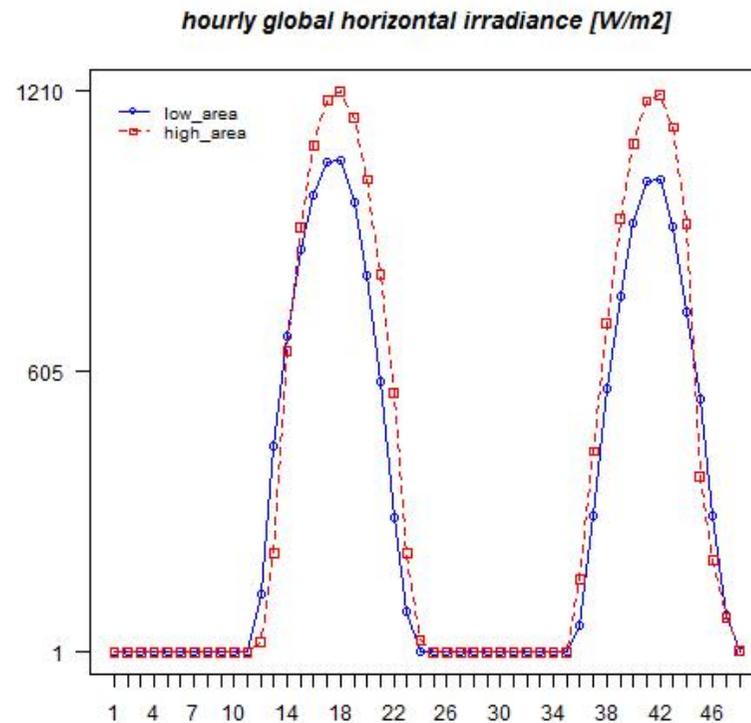
- Irradiación horizontal global promedio por hora (GHI) en un año típico de referencia



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

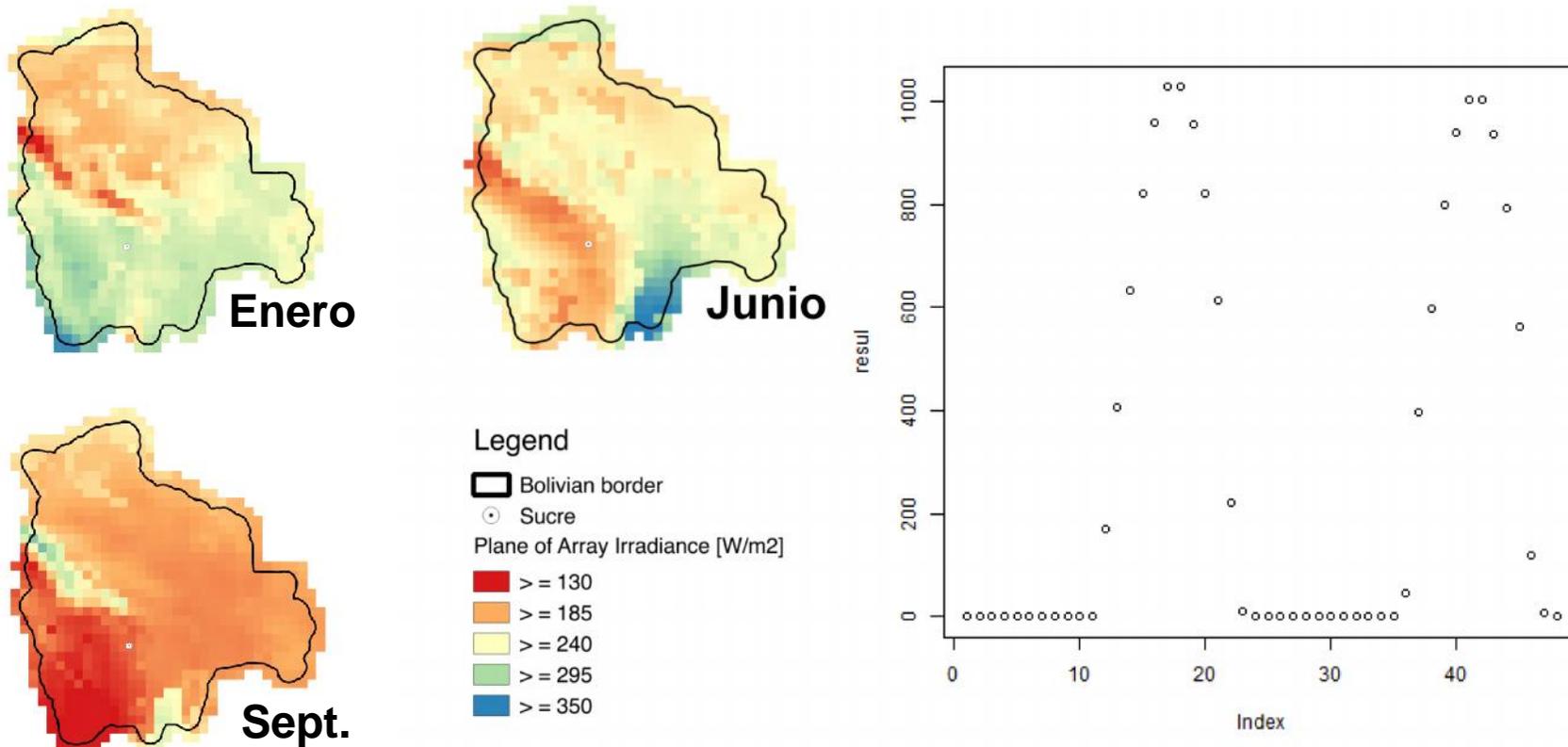
- GHI por hora en dos áreas diferentes en los primeros dos días de enero (hora UTC)



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

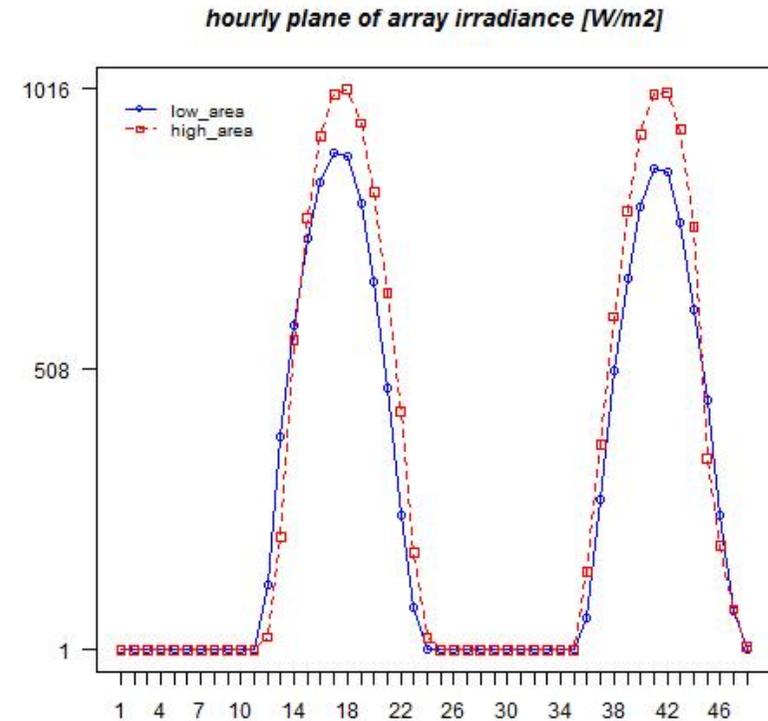
- Irradiación del plano de array (POA) promedio por hora en un año típico de referencia



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

- POA por hora en dos áreas diferentes los primeros dos días de enero (hora UTC)
  - Orientación al norte
  - 20° ángulo de inclinación
  - Posición independiente/libre
  - Celda solar C-Si



Source: Fraunhofer ISE & Leistungszentrum Nachhaltigkeit, GloBeSolar Project

# Bolivia - Condiciones especiales

- Requerimientos especiales/ Especificaciones de Componentes
  - Inversor
    - Licencia/autorización para altitud
    - Dimensionamiento
  - Módulos
    - Resistencia a la temperatura
    - Resistencia a UV
    - Ensuciamiento
  - Dimensionamiento de cable
    - Corrientes más altas que los valores nominales

Source: Wikipedia/ Koeppen-Geiger

---

# Muchas gracias por su atención!



## Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE

Benjamin Knödler

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[benjamin.knoedler@ise.fraunhofer.de](mailto:benjamin.knoedler@ise.fraunhofer.de)