

# Desarrollo de una herramienta software para la simulación de sistemas fotovoltaicos con R

Trabajo de Fin de Grado

Francisco Delgado López

Universidad Politécnica de Madrid

① Introducción

② Estado del arte

③ Marco teórico

④ Desarrollo del código

⑤ Ejemplo práctico de aplicación

⑥ Conclusiones

# Objetivo principal

## Desarrollo de un paquete en R

```
library(solaR2)
```

# Objetivos secundarios

## GNU Emacs

- ▶ Org mode
- ▶ ESS

## Paquetes de R

- ▶ solaR
- ▶ zoo
- ▶ data.table
- ▶ microbenchmark
- ▶ profvis
- ▶ lattice

## L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- ▶ Documento
- ▶ Presentación

## Energía Solar Fotovoltaica

**ENERGÍA SOLAR**  
*Fotovoltaica*

OSCAR PERPIÑÁN LAMIGUEIRO

DICIEMBRE DE 2013



- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones

① Introducción

② Estado del arte

Situación actual de la generación fotovoltaica

Soluciones actuales

③ Marco teórico

④ Desarrollo del código

⑤ Ejemplo práctico de aplicación

⑥ Conclusiones

- ① Crecimiento mundial de la energía fotovoltaica: En 2022, la energía solar fotovoltaica experimentó un crecimiento récord, con 240 GWp de nueva capacidad instalada a nivel mundial, lo que representa un aumento del 137 % respecto a 2021. China lideró este crecimiento, seguida de la Unión Europea, que duplicó su capacidad fotovoltaica.
- ② Desarrollo legislativo y de autoconsumo en España: España vivió un auge en el desarrollo fotovoltaico, con un aumento del autoconsumo del 108 % y varias iniciativas legislativas para fomentar las energías renovables y el autoconsumo, como el Plan REPowerEU y medidas para limitar la dependencia del gas.
- ③ Impacto económico del sector fotovoltaico en España: En 2022, el sector fotovoltaico en España generó un impacto económico significativo, aportando 7.014 millones de euros al PIB y creando 197.383 empleos, consolidando al país como un actor clave en la fabricación y exportación de componentes fotovoltaicos.

① Introducción

② Estado del arte

Situación actual de la generación fotovoltaica  
Soluciones actuales

③ Marco teórico

④ Desarrollo del código

⑤ Ejemplo práctico de aplicación

⑥ Conclusiones



# Soluciones actuales

PVsys



SISIFO



PVGIS



System  
Advisor Model



## Funcionamiento

- ▶ Geometría solar
- ▶ Datos meteorológicos
- ▶ Radiación en el plano horizontal
- ▶ Radiación en el plano del generador
- ▶ Simulación de SFCR
- ▶ Simulación de SFB
- ▶ Optimización de distancias
- ▶ Métodos de visualización

## Carencias

- ▶ Modularidad
- ▶ Eficiencia y rendimiento
- ▶ Escalabilidad
- ▶ Manipulación de datos

① Introducción

② Estado del arte

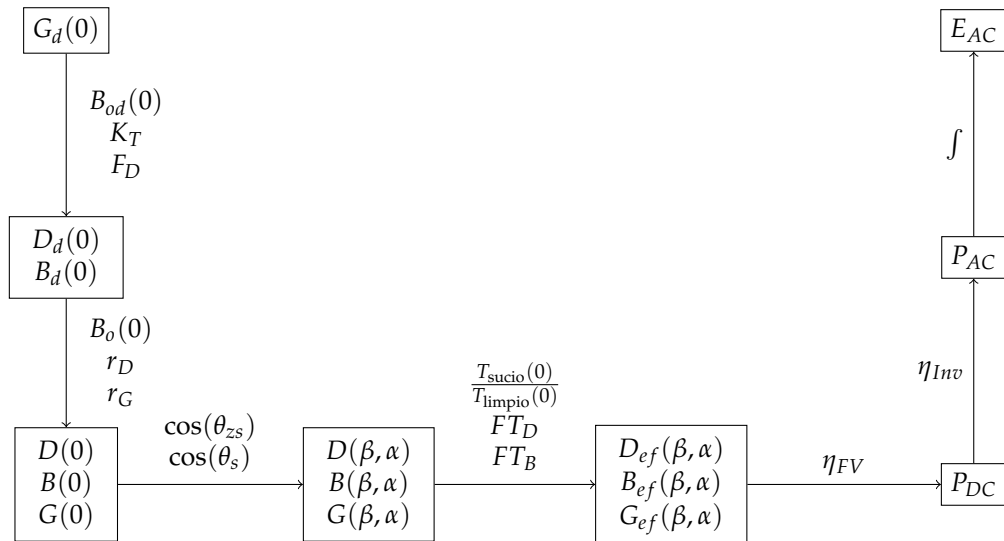
③ Marco teórico

④ Desarrollo del código

⑤ Ejemplo práctico de aplicación

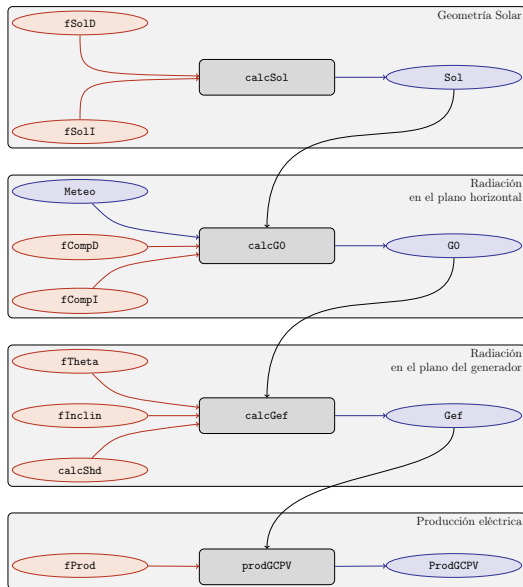
⑥ Conclusiones

# Procedimiento de cálculo

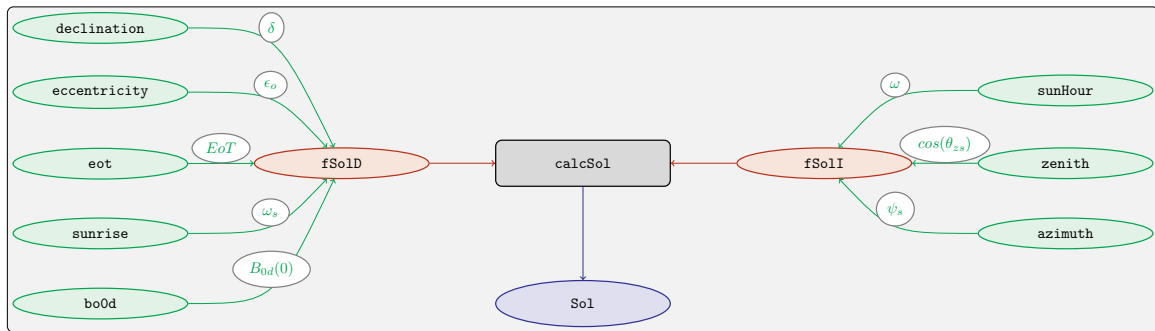


- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones

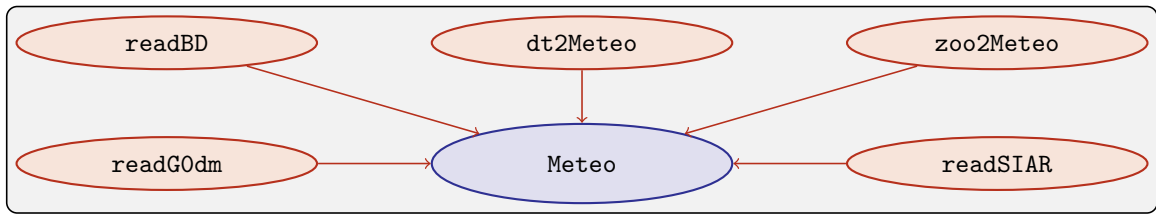
# Algoritmo de cálculo



# calcSol

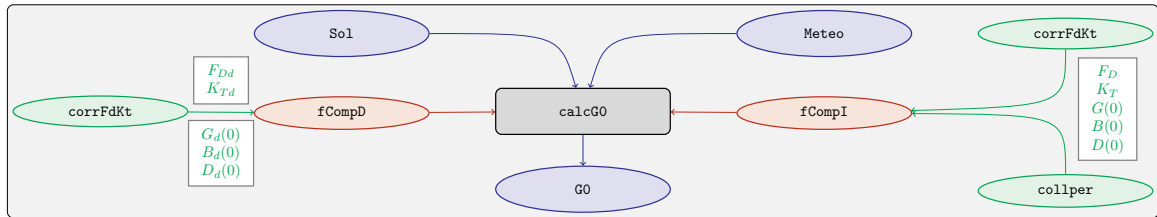


# Meteo

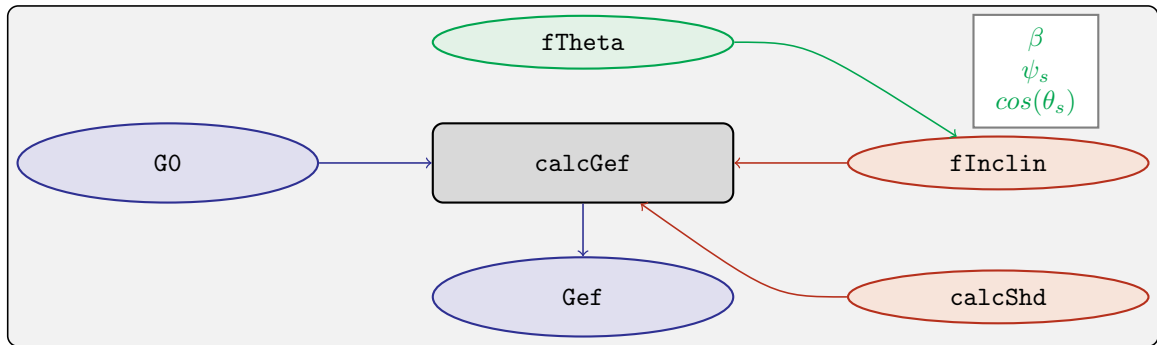


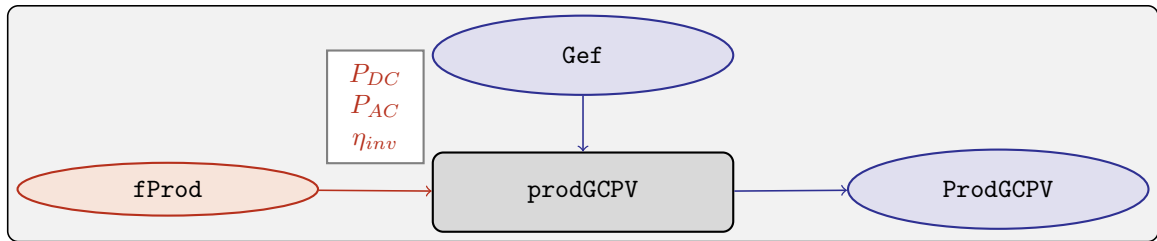


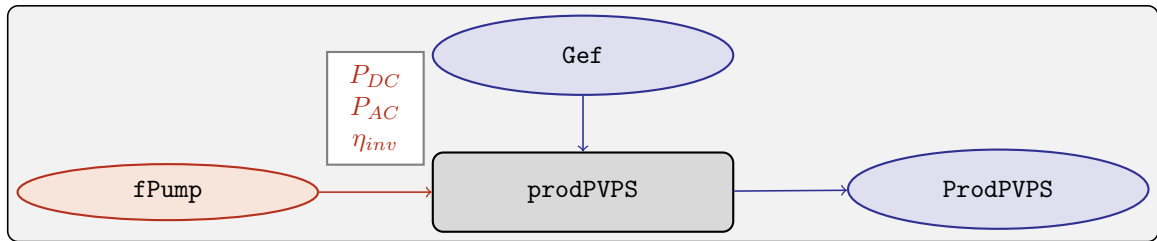
# calcG0



# calcGef



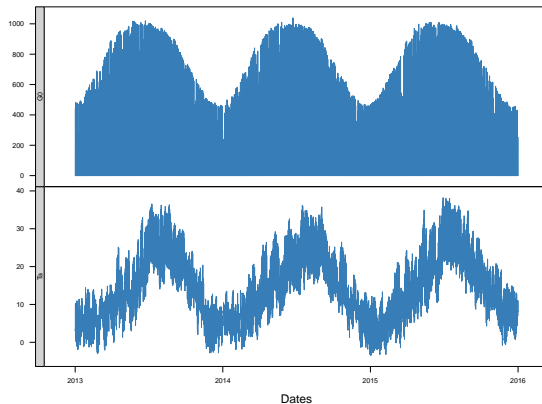




- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones

# Información meteorológica

```
etsidi_1315 <- readBDi(file = "TFG/data/PVGIS_1315.csv",  
  lat = 40.4, dates.col = "Dates",  
  format = "%Y-%m-%d %H:%M:%S")
```



# Producción de diferentes sistemas

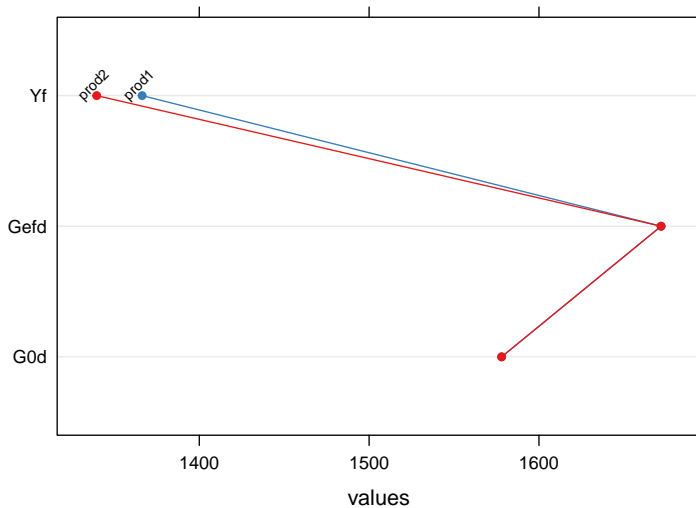
```
prod1 <- prodGCPV(lat = 40.4, modeTrk = 'fixed', modeRad = 'bdI',  
                  dataRad = etsidi_1315, beta = 30, alpha = -19,  
                  module = module1, generator = generator1,  
                  inverter = inverter)  
  
show(as.data.tableY(prod1))
```

	Dates	Eac	Edc	Yf
	<int>	<num>	<num>	<num>
1:	2013	1681.077	1757.235	1343.449
2:	2014	1698.613	1775.426	1357.463
3:	2015	1749.536	1828.569	1398.158

```
prod2 <- prodGCPV(lat = 40.4, modeTrk = 'fixed', modeRad = 'bdI',  
                  dataRad = etsidi_1315, beta = 30, alpha = -19,  
                  module = module2, generator = generator2,  
                  inverter = inverter)  
  
show(as.data.tableY(prod2))
```

	Dates	Eac	Edc	Yf
	<int>	<num>	<num>	<num>
1:	2013	1451.873	1517.779	1319.225
2:	2014	1464.483	1530.833	1330.683
3:	2015	1506.544	1574.704	1368.901

# Comparación de producciones





- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones

- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones
  - Aportaciones
  - Desarrollo a futuro


solat2 / R / KCompDR

Global variables

D042200 2 weeks ago History

2 weeks ago	Global variables	1	<code>utils::globalVariables("lat")</code>
2 months ago	improved calcCo	2	
2 months ago	improved calcCo	3	<code>KComp &lt;- function(sul, dm, covr = "CPE", F)</code>
9 years ago	improve test of daily indexes in ...	4	{
9 months ago	update KComp.R	5	<code>if(!query %in% c("CPE", "Pepi", "L2", "WDR", "CLWDR", "WDR", "WDR")){</code>
9 months ago	update KComp.R	6	<code>warning("wrong descriptor of correlation Po-est. Not CPE.")</code>
9 months ago	update KComp.R	7	<code>covr &lt;- "CPE"</code>
9 years ago	improve test of daily indexes in ...	8	}
2 months ago	update KComp.R	9	<code>if(class(sul)[2]) != "mat"){</code>
9 years ago	improve test of daily indexes in ...	10	<code>sul &lt;- sul[, colnames(sul) != unique(lat), DTI = Dates]}</code>
9 years ago	improve test of daily indexes in ...	11	}
2 months ago	update KComp.R	12	<code>if(class(dm)[1]) != "matrix"){</code>
last month	updated datasets	13	<code>dt &lt;- copy(data.table(dm))</code>
last month	updated datasets	14	<code>if(!("Dates" %in% names(dt))){</code>
last month	updated datasets	15	<code>dt[, Dates := index(sul)]</code>
last month	updated datasets	16	<code>setcolorder(dt, "Dates")</code>
last month	updated datasets	17	<code>setkey(dt, "Dates")</code>
last month	updated datasets	18	}
last month	updated datasets	19	<code>if("lat" %in% names(dt)){</code>
last month	updated datasets	20	<code>latq &lt;- unique(dt\$lat)</code>
last month	updated datasets	21	<code>dt[, lat := NULL]</code>
last month	updated datasets	22	<code>join(latq &lt;- getlat(sul))</code>
last month	updated datasets	23	<code>dm &lt;- dplyr_join(dt, latq)</code>
9 months ago	update KComp.R	24	}
9 months ago	error repaired	25	
9 months ago	update KComp.R	26	<code>stopifnot(index(sul) == index(dm))</code>
9 months ago	update KComp.R	27	<code>WDR &lt;- sul\$WDR</code>
9 months ago	error repaired	28	<code>dm &lt;- getdata(dm)\$dm</code>
9 months ago	error repaired	29	
9 months ago	update KComp.R	30	<code>is.na(dm) &lt;- (dm == NA)</code>
9 months ago	error repaired	31	
9 months ago	update KComp.R	32	<code>## the direct and diffuse data is not given</code>
9 months ago	update KComp.R	33	<code>if(covr != "WDR"){</code>
9 months ago	update KComp.R	34	<code>PE &lt;- matrix(NA, nrow(sul), ncol(sul))</code>
9 months ago	update KComp.R	35	<code>CPE = FWHM(sul, dm),</code>
9 months ago	update KComp.R	36	<code>Pepi = FWHM(sul, dm),</code>
9 months ago	update KComp.R	37	<code>L2 = FWHM(sul, dm),</code>
2 weeks ago	update KComp.R	38	<code>WDR = FWHM(sul, dm),</code>
9 months ago	update KComp.R	39	<code>CLWDR = FWHM(sul, dm),</code>
9 months ago	update KComp.R	40	<code>covr = F(sul, dm))</code>
9 months ago	update KComp.R	41	<code>RT &lt;- PE/PE</code>
9 months ago	update KComp.R	42	<code>PE &lt;- PE/PE</code>
9 months ago	update KComp.R	43	<code>DM &lt;- PE + DM</code>
9 months ago	update KComp.R	44	<code>DM &lt;- DM - DM</code>
9 months ago	update KComp.R	45	}
9 months ago	update KComp.R	46	<code>## the direct and diffuse data is given</code>
2 weeks ago	update KComp.R	47	<code>else {</code>
2 weeks ago	update KComp.R	48	<code>dm &lt;- getdata(dm)\$dm</code>
2 weeks ago	update KComp.R	49	<code>dm &lt;- getdata(dm)\$WDR</code>
9 months ago	update KComp.R	50	<code>dm &lt;- getdata(dm)\$WDR</code>
9 months ago	update KComp.R	51	<code>PE &lt;- DM/DM</code>
9 months ago	error repaired	52	<code>RT &lt;- DM/DM</code>
9 months ago	error repaired	53	}
9 months ago	update KComp.R	54	
9 months ago	update KComp.R	55	<code>result &lt;- data.table(Dates = index(sul), PE, RT, DM + DM, DM, DM)</code>
9 months ago	update KComp.R	56	<code>setkey(result, "Dates")</code>
9 years ago	improve test of daily indexes in ...	57	<code>result</code>
12 years ago	initial impact	58	}

# Blame

2 weeks ago	 Global variables		1	<code>utils::globalVariables('lat')</code>
			2	
2 months ago	 improved calcG0		3	<code>fCompD &lt;- function(sol, G0d, corr = 'CPR', f)</code>
8 years ago	 Improve test of daily indexes in ...		4	<code>{</code>
5 months ago	 Update fCompD.R		5	<code>if(!(corr %in% c('CPR', 'Page', 'LJ', 'EKd', 'CLIMEd', 'user', 'none'))){</code>
			6	<code>warning('Wrong descriptor of correlation Fd-Ktd. Set CPR.')</code>
			7	<code>corr &lt;- 'CPR'</code>
8 years ago	 Improve test of daily indexes in ...		8	<code>}</code>
2 months ago	 Update fCompD.R		9	<code>if(class(sol)[1] != 'Sol'){</code>
			10	<code>sol &lt;- sol[, calcSol(lat = unique(lat), BTi = Dates)]</code>
8 years ago	 Improve test of daily indexes in ...		11	<code>}</code>
2 months ago	 Update fCompD.R		12	<code>if(class(G0d)[1] != 'Meteo'){</code>
last month	 updated dt2meteo		13	<code>dt &lt;- copy(data.table(G0d))</code>
			14	<code>if(!('Dates' %in% names(dt))){</code>
			15	<code>dt[, Dates := indexD(sol)]</code>
			16	<code>setcolorder(dt, 'Dates')</code>
			17	<code>setkey(dt, 'Dates')</code>
			18	<code>}</code>
			19	<code>if('lat' %in% names(dt)){</code>
			20	<code>latg &lt;- unique(dt\$lat)</code>
			21	<code>dt[, lat := NULL]</code>
			22	<code>}else{latg &lt;- getLat(sol)}</code>

## Contributors Beta [Give feedback](#)

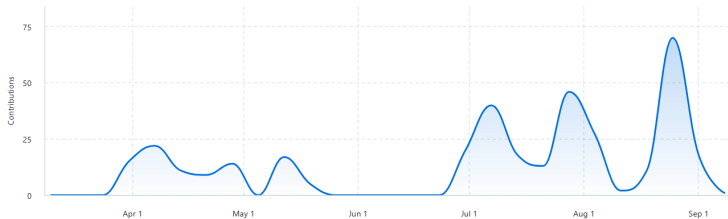
Period: Last 6 months

Contributions: Commits

Contributions per week to master, excluding merge commits

### Commits over time

From 10 mar 2024 to 8 sept 2024



**fdelgadol**

355 commits 34.171 ++ 11.671 --

#1

...



**oscarperpinan**

4 commits 22 ++ 95 --

#2

...



- ① Introducción
- ② Estado del arte
- ③ Marco teórico
- ④ Desarrollo del código
- ⑤ Ejemplo práctico de aplicación
- ⑥ Conclusiones
  - Aportaciones
  - Desarrollo a futuro

# Desarrollo a futuro

Interfaz de usuario

Mejora de funciones

Toma de datos

Uso de paquete especializados en datos espaciales

► terra