



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE CAMINOS, CANALES Y  
PUERTOS



# Estudio del régimen hídrico en la Rambla de la Viuda (Provincia de Castellón). Análisis de la influencia de la información estándar en el modelo hidrológico.

Proyecto Final de Carrera Tipo II  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Alumno: Ana Sánchez García  
Tutor: Félix Francés García

# Esquema

- Introducción
- Modelo conceptual distribuido de simulación hidrológica TETIS
- Área de estudio
- Datos hidrometeorológicos
- Estimación de los parámetros espaciales
- Implementación del modelo
- Estimación del régimen hídrico
- Conclusiones



# Introducción

# Rambla de la Viuda

## Carácter extremo

- Presenta 4 grandes eventos
  - 1920
  - 1962
  - 1969
  - 2000
- Impacto económico y social
  - Pérdidas de vidas humanas
  - Daños a infraestructuras
  - Daños a zonas productivas



# Objetivos

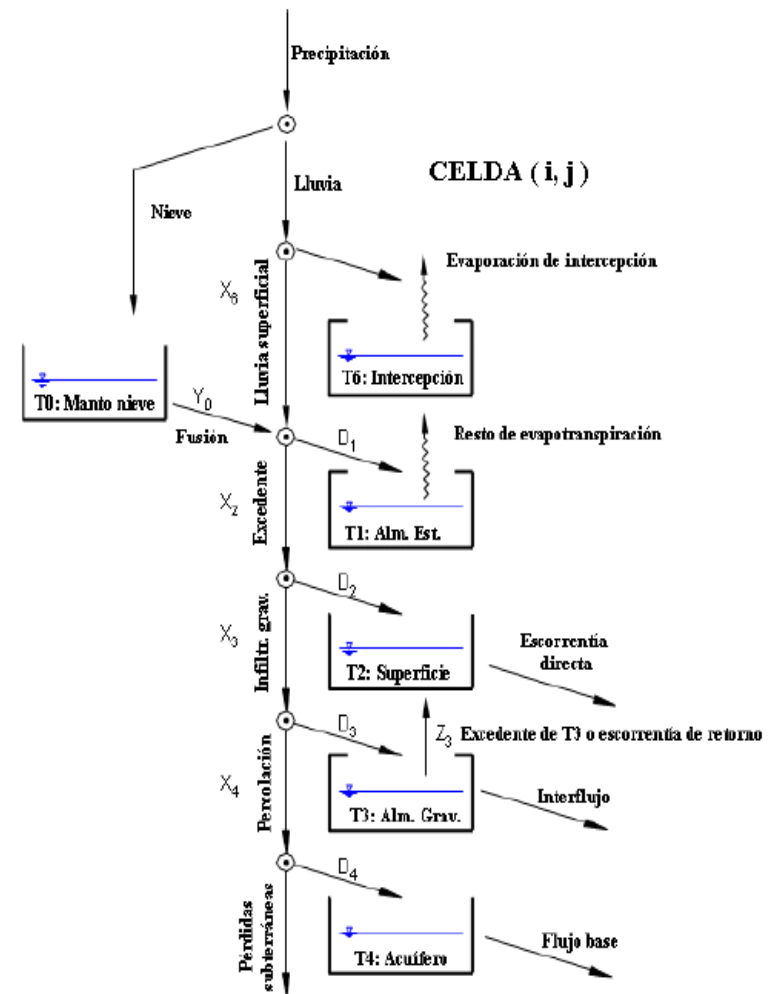
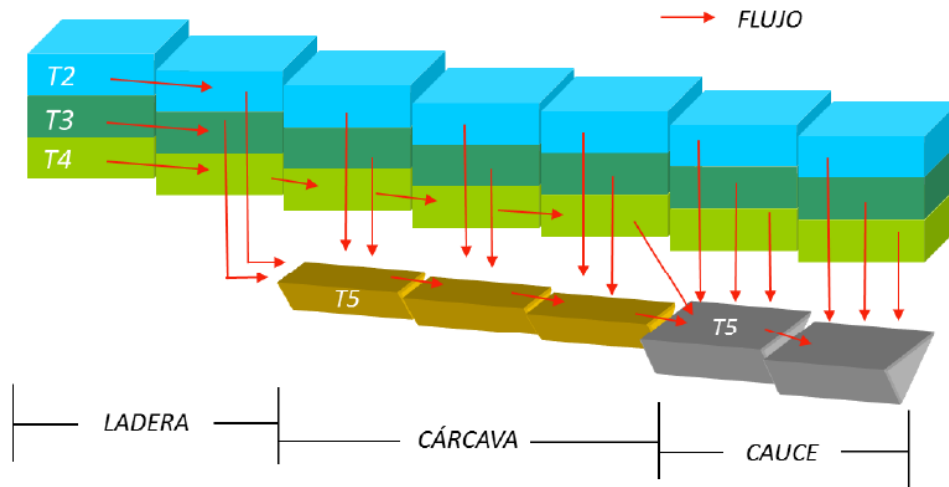
## **Modelización hidrológica diaria de la Rambla de la Viuda**

- Obtención del régimen hídrico
  - Recursos hídricos
  - Crecidas
- Comparación de la información meteorológica disponible
  - Determinación de la eficacia de la series en la caracterización de la lluvia
  - Obtención del modelo que represente mejor el comportamiento de la Rambla

# Modelo conceptual distribuido de simulación hidrológica TETIS

# Modelo TETIS

**Estructura de tanques en cada celda, interconectados verticalmente y horizontalmente**



# Parámetro efectivos

## **Compuestos por**

- Valor estimado en cada celda (mapas de parámetros)
- Factor de corrección global



# Parámetro efectivos

## **Compuestos por**

- Valor estimado en cada celda (mapas de parámetros)
- Factor de corrección global

## **Factores correctores del modelo**

- FC1 Almacenamiento estático máximo
- FC2 Evapotranspiración
- FC3 Infiltración
- FC4 Escorrentía directa
- FC5 Percolación
- FC6 Interflujo
- FC7 Flujo subterráneo profundo
- FC8 Flujo base
- FC9 Velocidad flujo

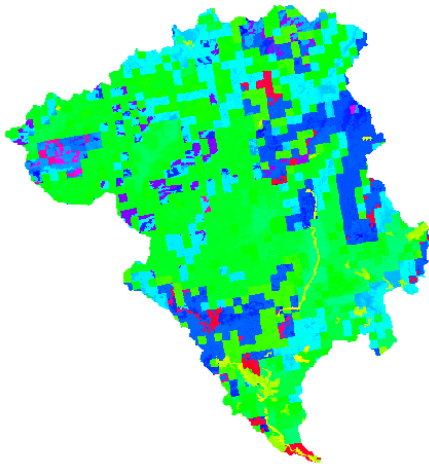
# Parámetro efectivos

## Compuestos por

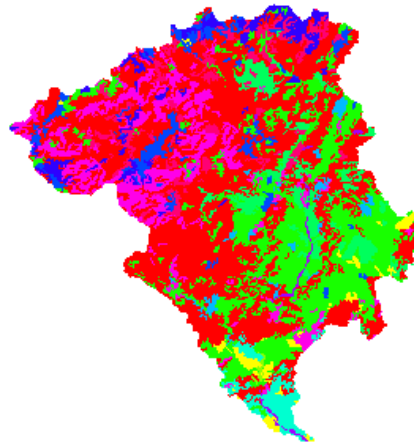
- Valor estimado en cada celda (mapas de parámetros)
- Factor de corrección global

## Factores correctores del modelo

## Calculo del parámetro efectivo



xFC1



xFC2

...

# Área de estudio

# Rambla de la Viuda

## **Superficie cuenca**

- 1513 km<sup>2</sup>

## **Fisiografía**

- Zona montañosa

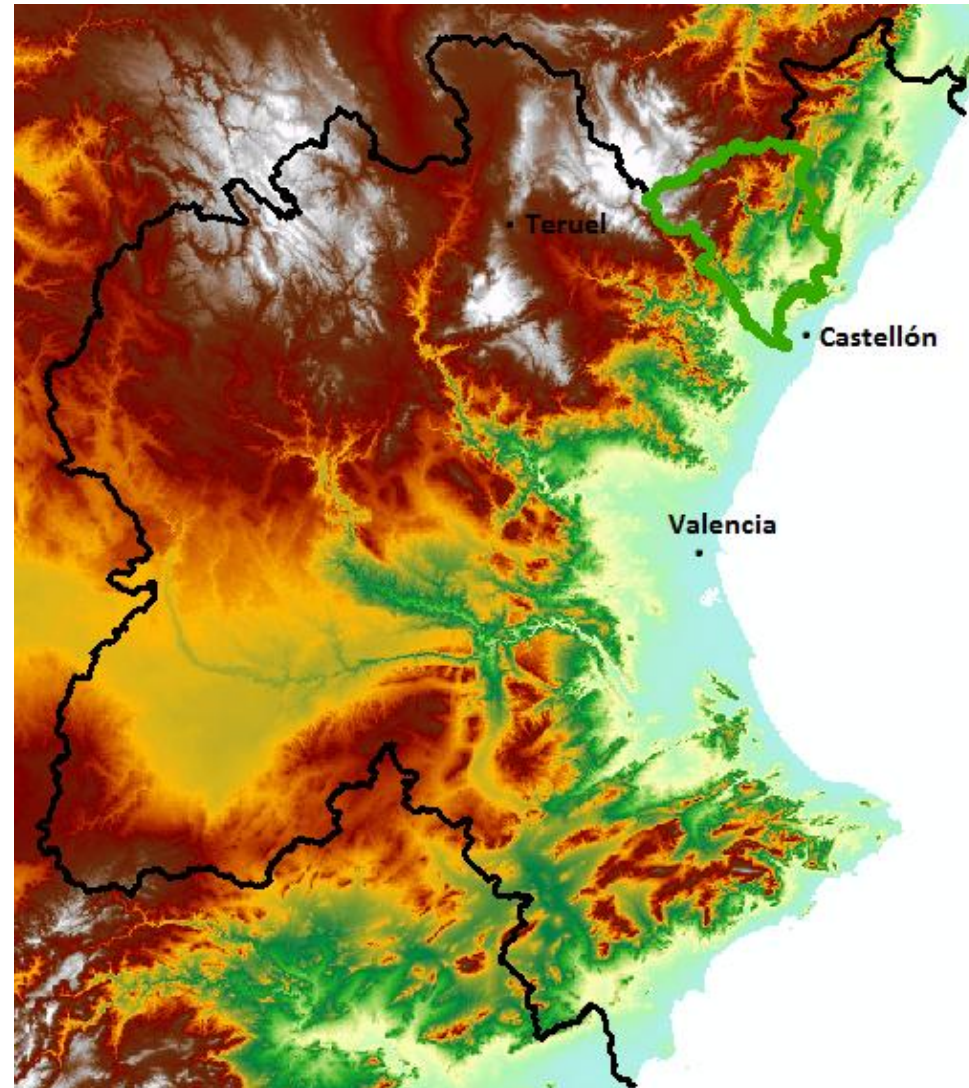
## **Clima Mediterráneo**

## **Precipitación**

- 612 mm/año

## **Evapotranspiración**

- 936mm/año



# Rambla de la Viuda

## Superficie cuenca

- 1513 km<sup>2</sup>

## Fisiografía

- Zona montañosa

## Clima Mediterráneo

## Precipitación

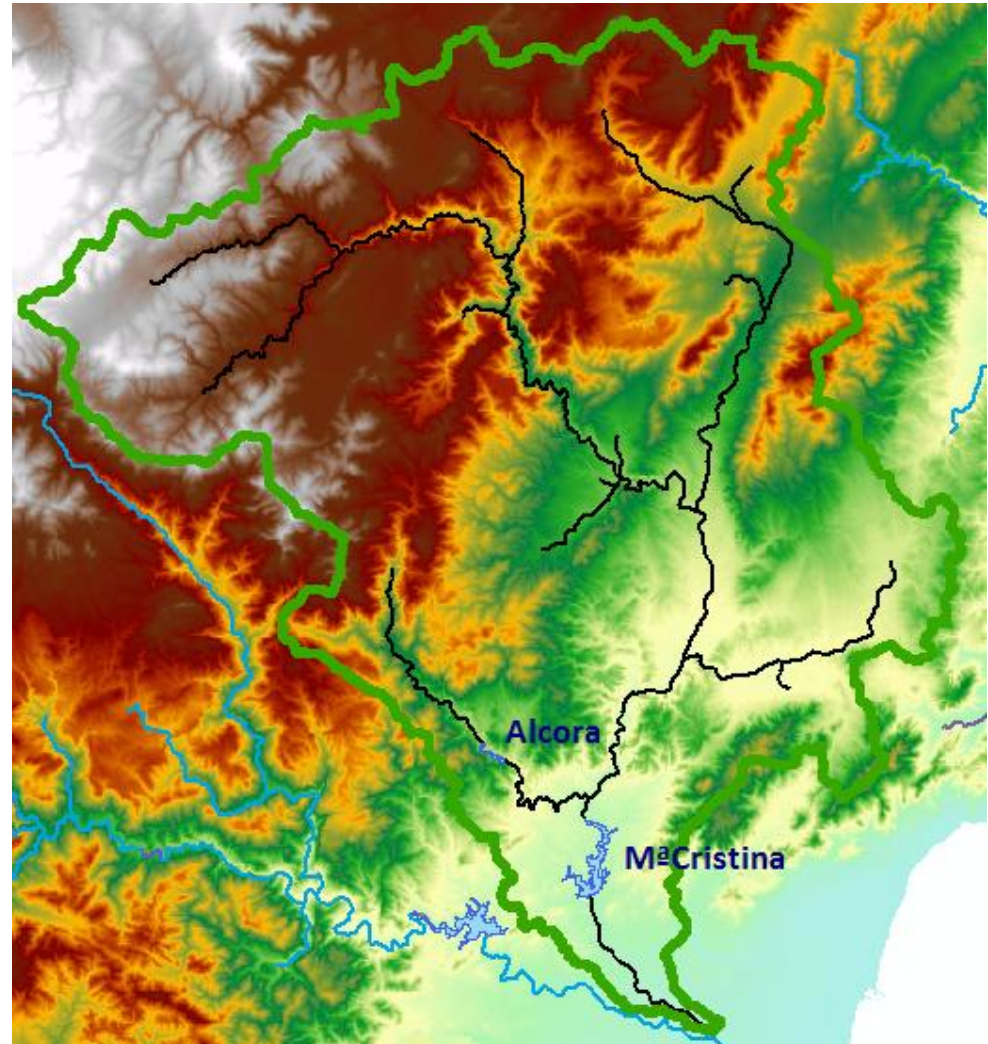
- 612 mm/año

## Evapotranspiración

- 936mm/año

## Embalses

- M<sup>a</sup>Cristina
- Alcora

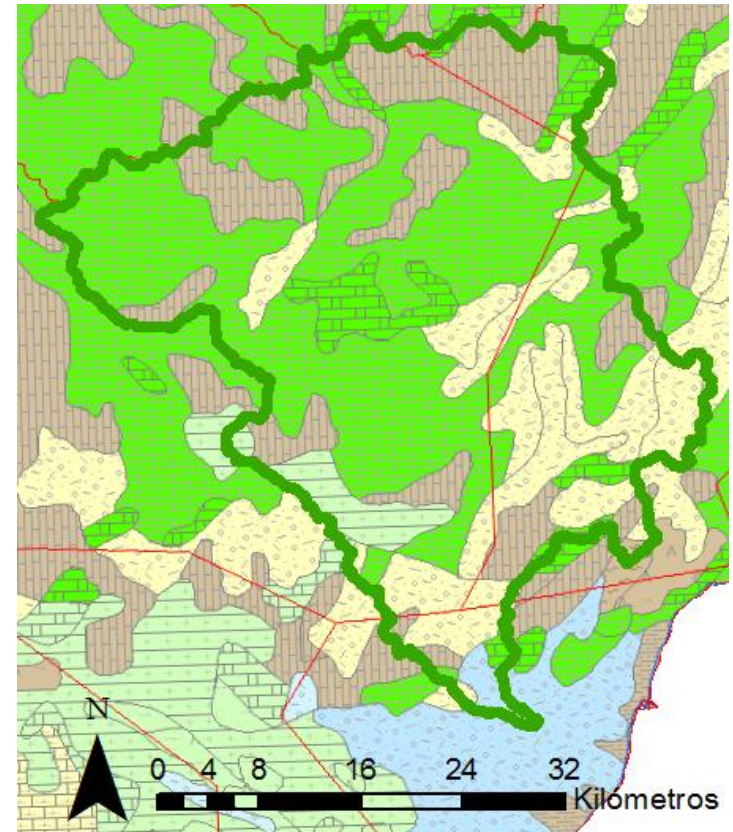




# Rambla de la Viuda

## Hidrogeología

- Rambla formada por roca caliza
  - Cuenca muy permeable
  - Percolación hacia los acuíferos
- Acuíferos desconectados del cauce
  - No hay caudal base
  - Cauce seco

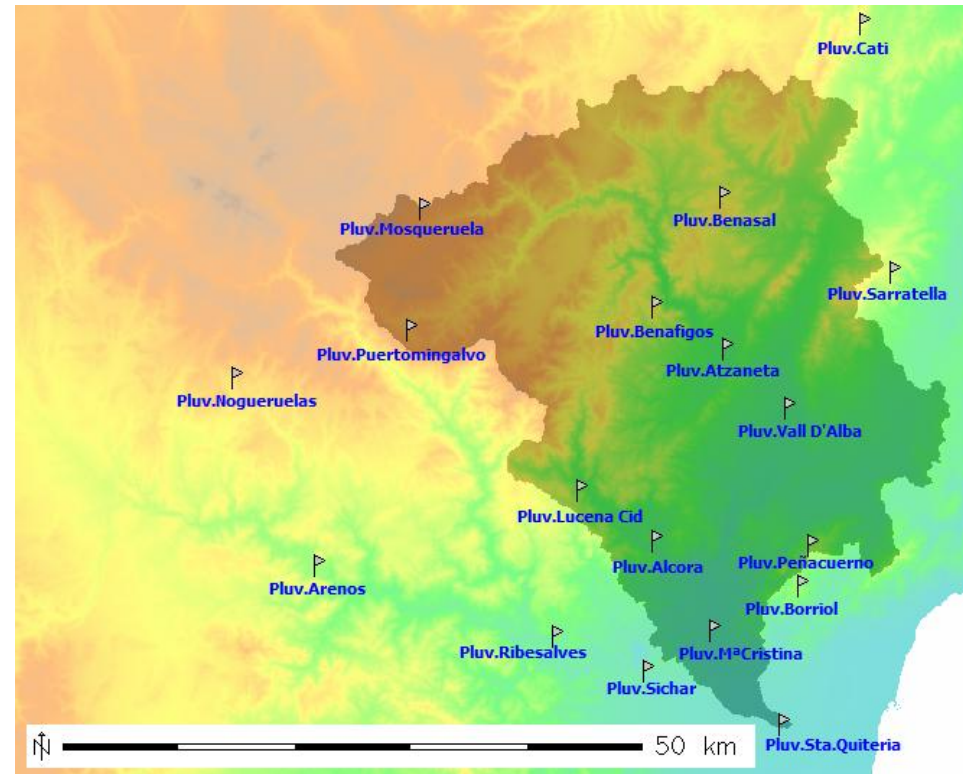


# Datos hidrometeorológicos

# Series de precipitación y temperatura

## ❑ Datos puntuales procedentes del SAIH

- Registros con una resolución cincominutal
- A partir del año hidrológico 1990-1991
- La carencia de esta fuente es la ausencia de temperatura

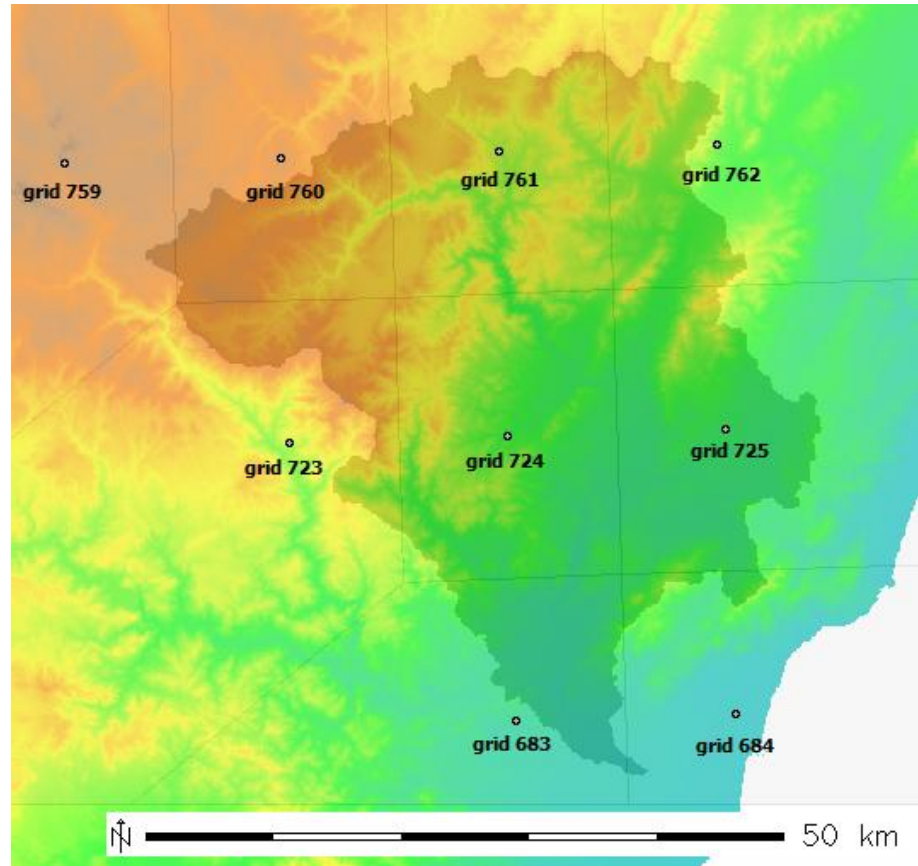




# Series de precipitación y temperatura

- ❑ **Datos puntuales procedentes del SAIH**
- ❑ **Datos interpolados del proyecto Spain02**

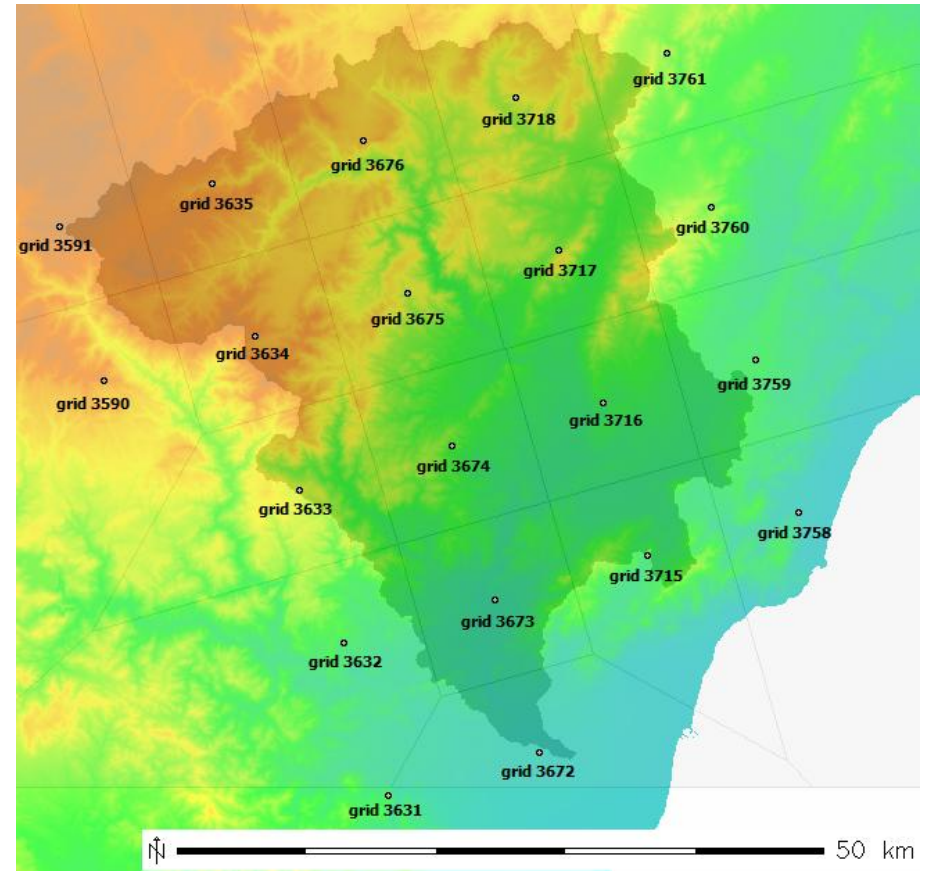
- Datos estaciones de la AEMET
- En rejillas
  - De resolución  $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$  (datos de 1950-2008)



# Series de precipitación y temperatura

- ❑ **Datos puntuales procedentes del SAIH**
- ❑ **Datos interpolados del proyecto Spain02**

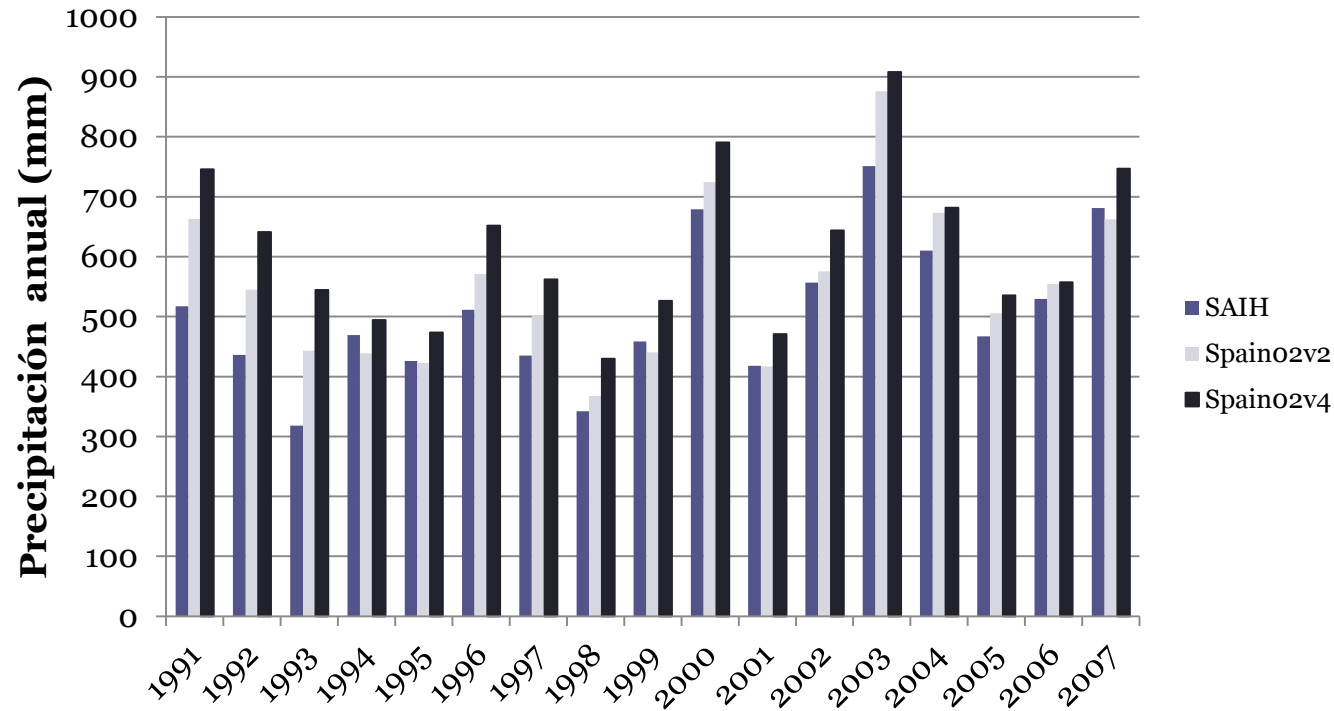
- Datos estaciones de la AEMET
  - De resolución  $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$  (datos de 1950-2008)
  - De resolución  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  (datos de 1971-2008)



# Series de Precipitación

## Comparación

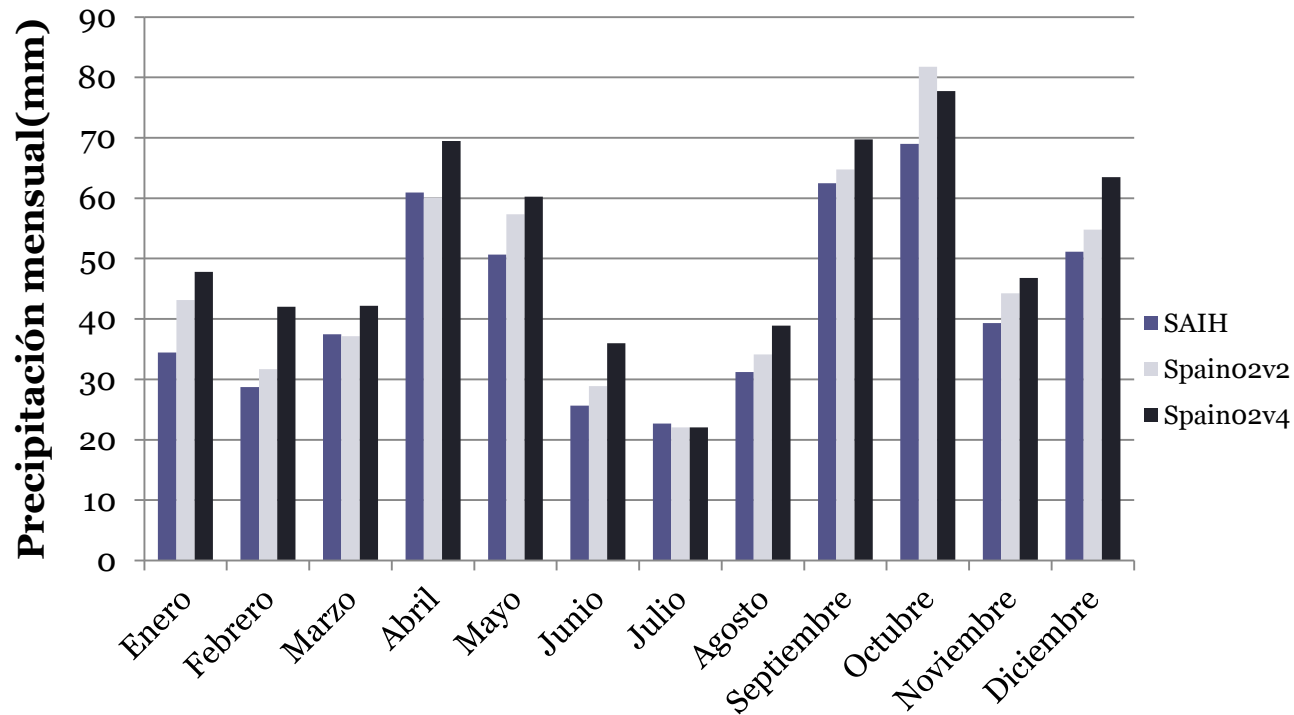
- Precipitación anual acumulada



# Series de Precipitación

## Comparación

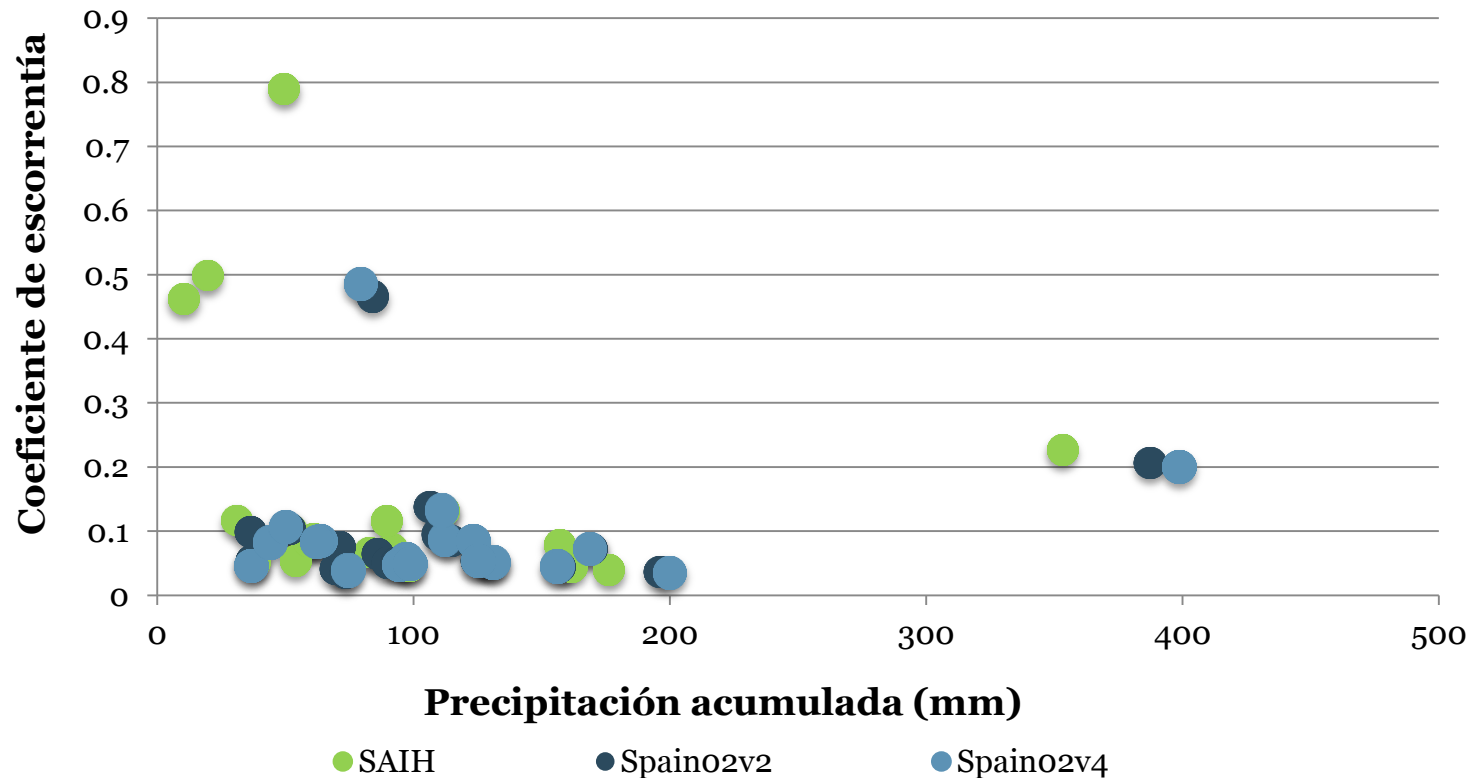
- Precipitación anual acumulada
- Precipitación mensual



# Series de Precipitación

## Análisis de la calidad

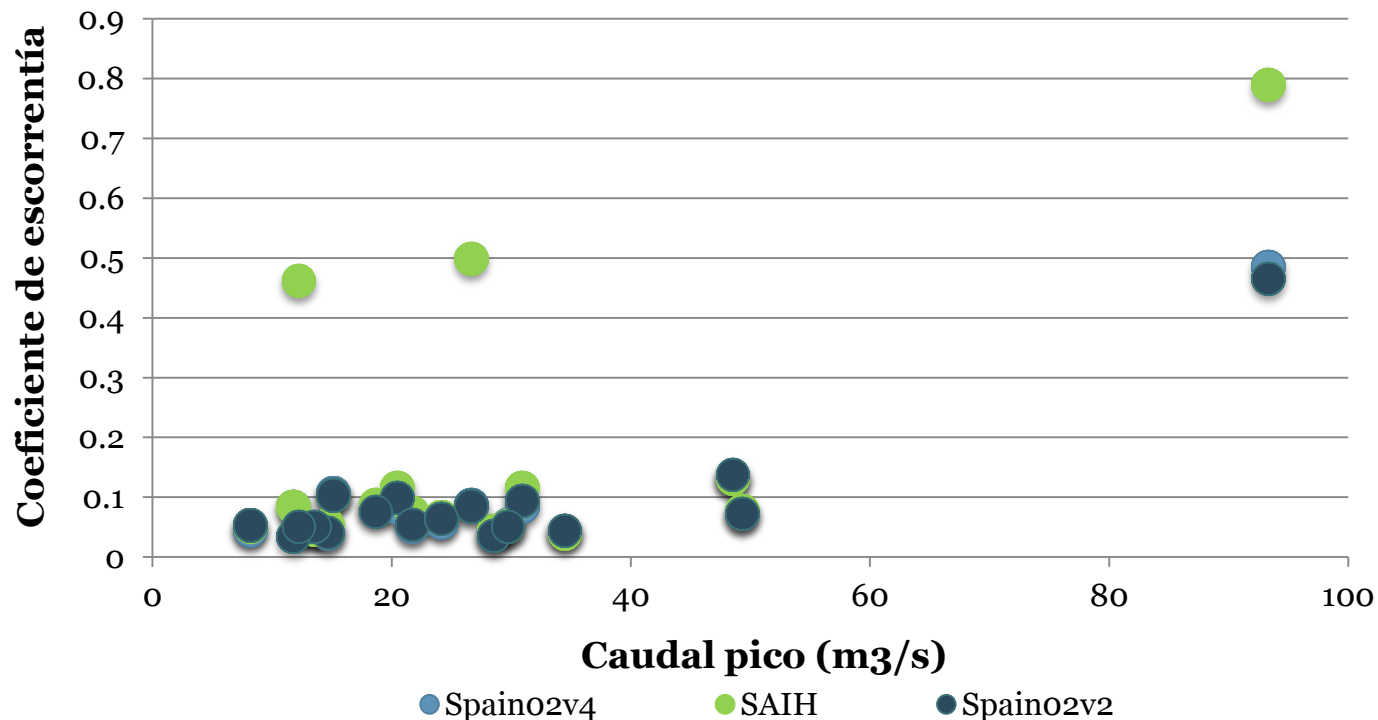
- Coeficiente de escorrentía frente a la precipitación acumulada



# Series de Precipitación

## Análisis de la calidad

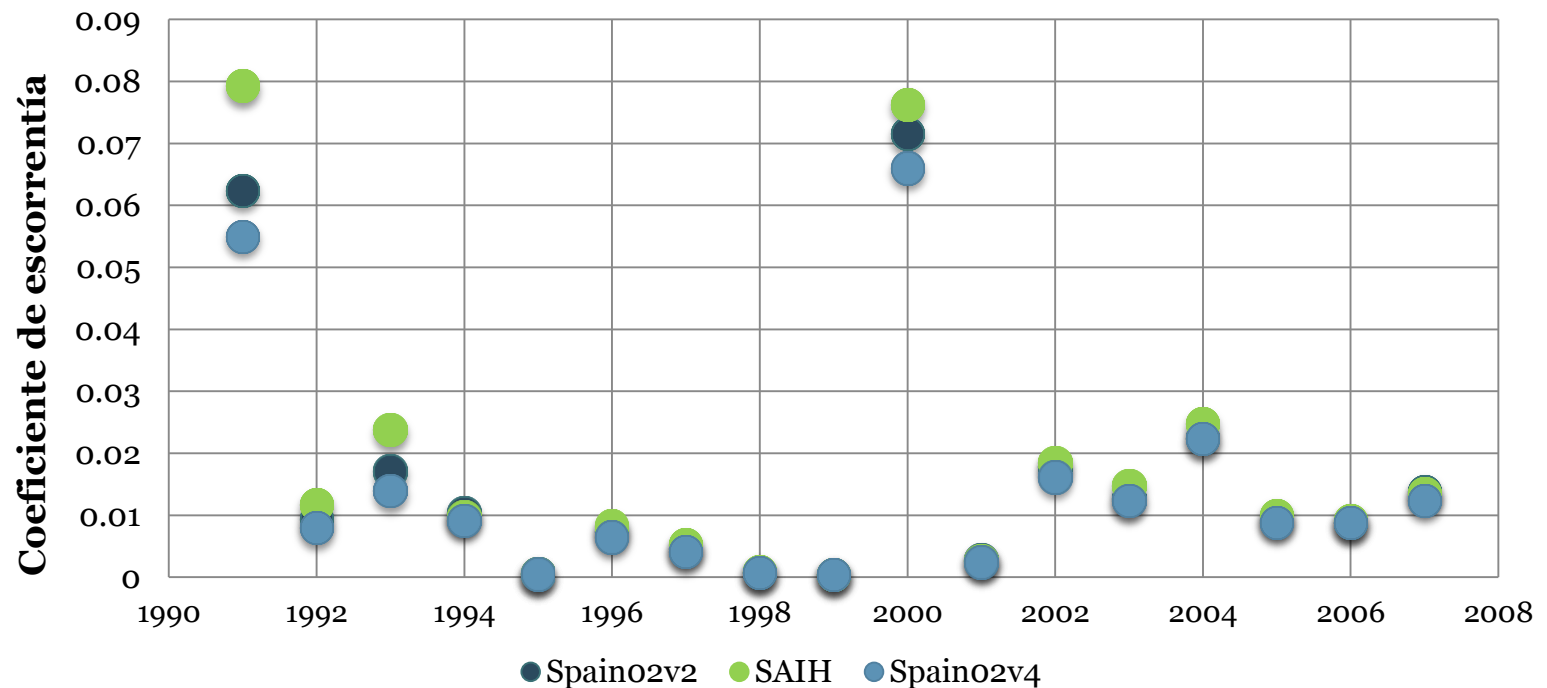
- Coeficiente de escorrentía frente a la precipitación acumulada
- Coeficiente de escorrentía frente al caudal pico del evento



# Series de Precipitación

## Análisis de la calidad

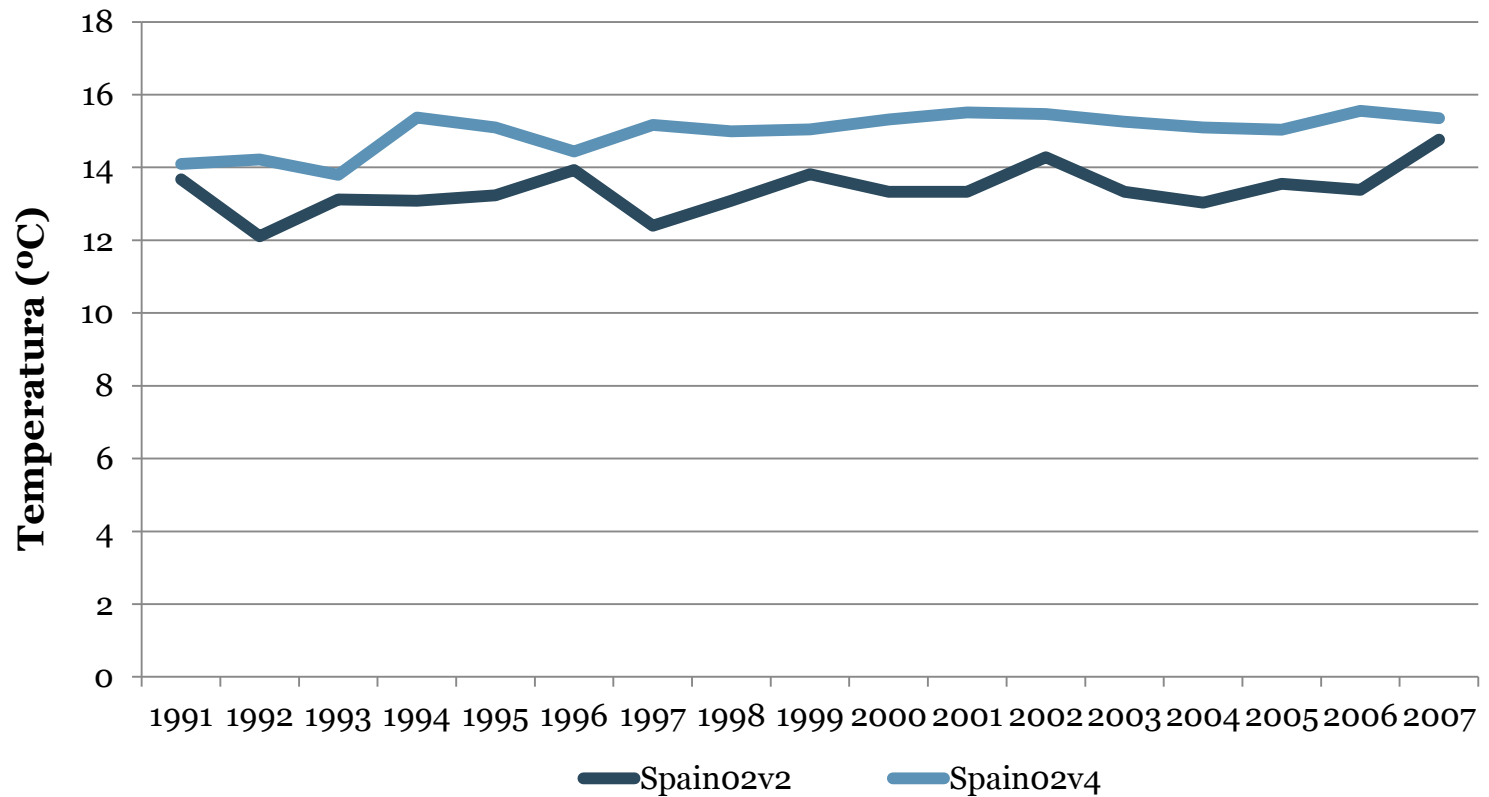
- Coeficiente de escorrentía frente a la precipitación acumulada
- Coeficiente de escorrentía frente al caudal pico del evento
- Coeficiente de escorrentía anual



# Series de Temperatura

## Comparación

- Temperatura anual

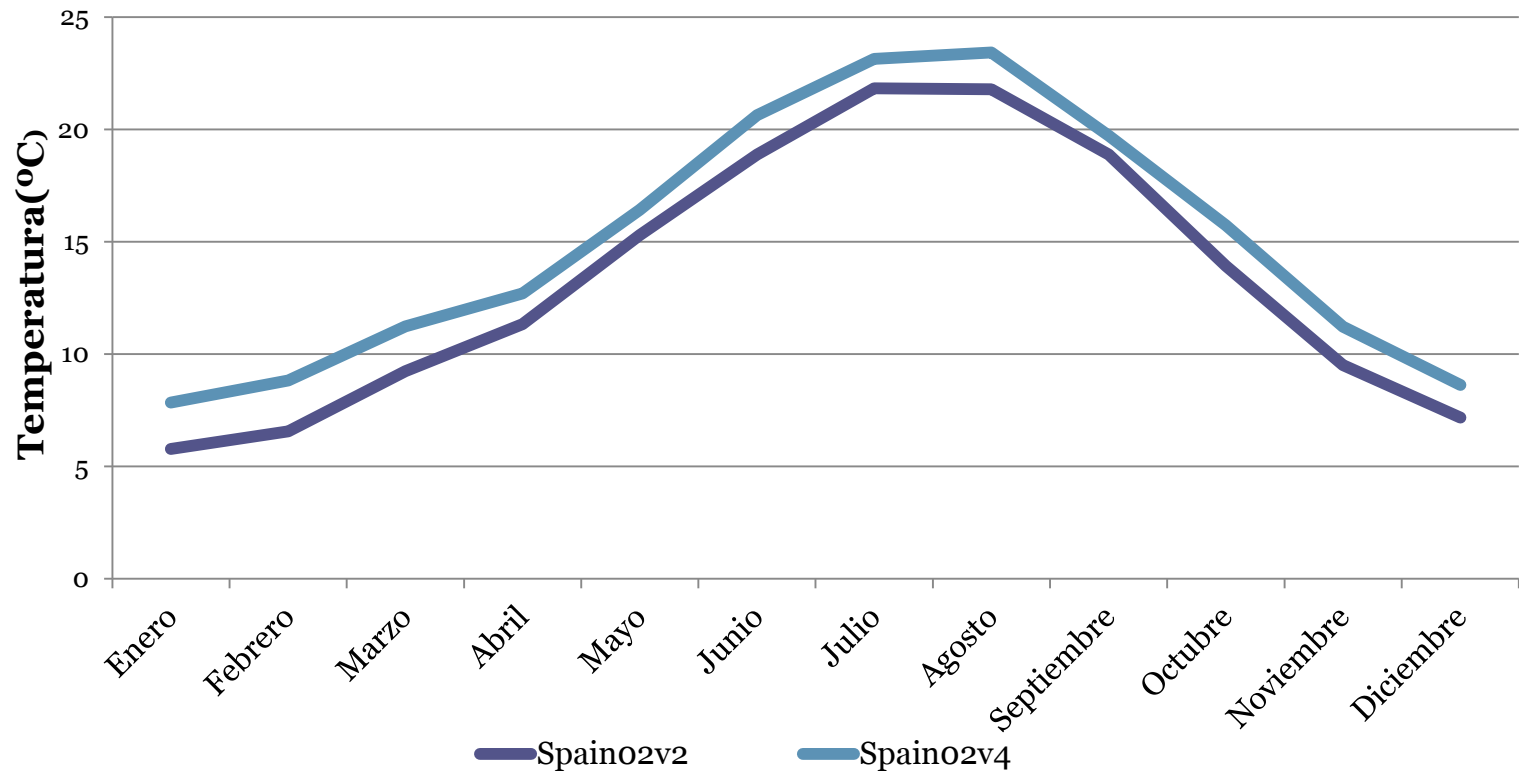




# Series de Temperatura

## Comparación

- Temperatura anual
- Temperatura mensual



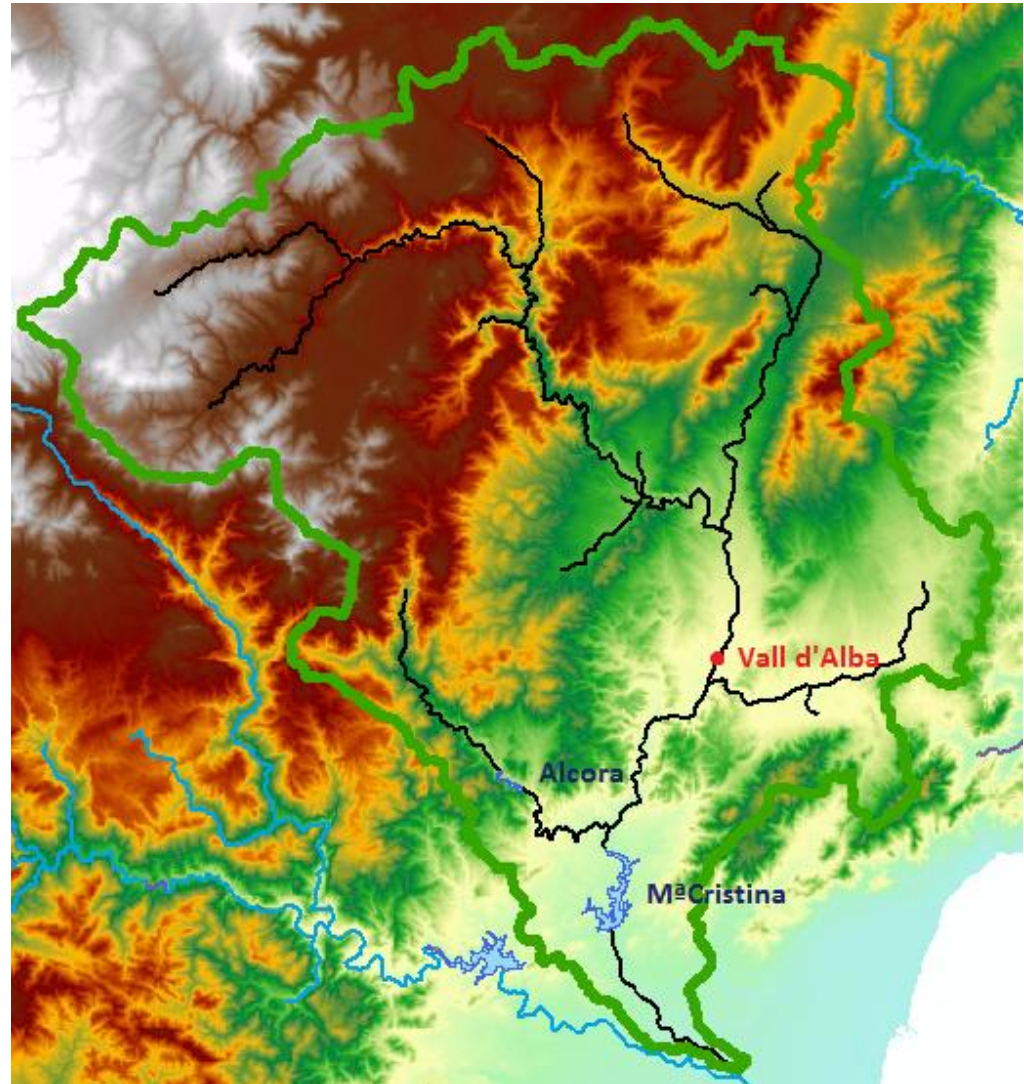
# Información hidrológica

## ❑ Embalses

- M<sup>a</sup>Cristina
- Alcora

## ❑ Aforo

- Vall d'Alba

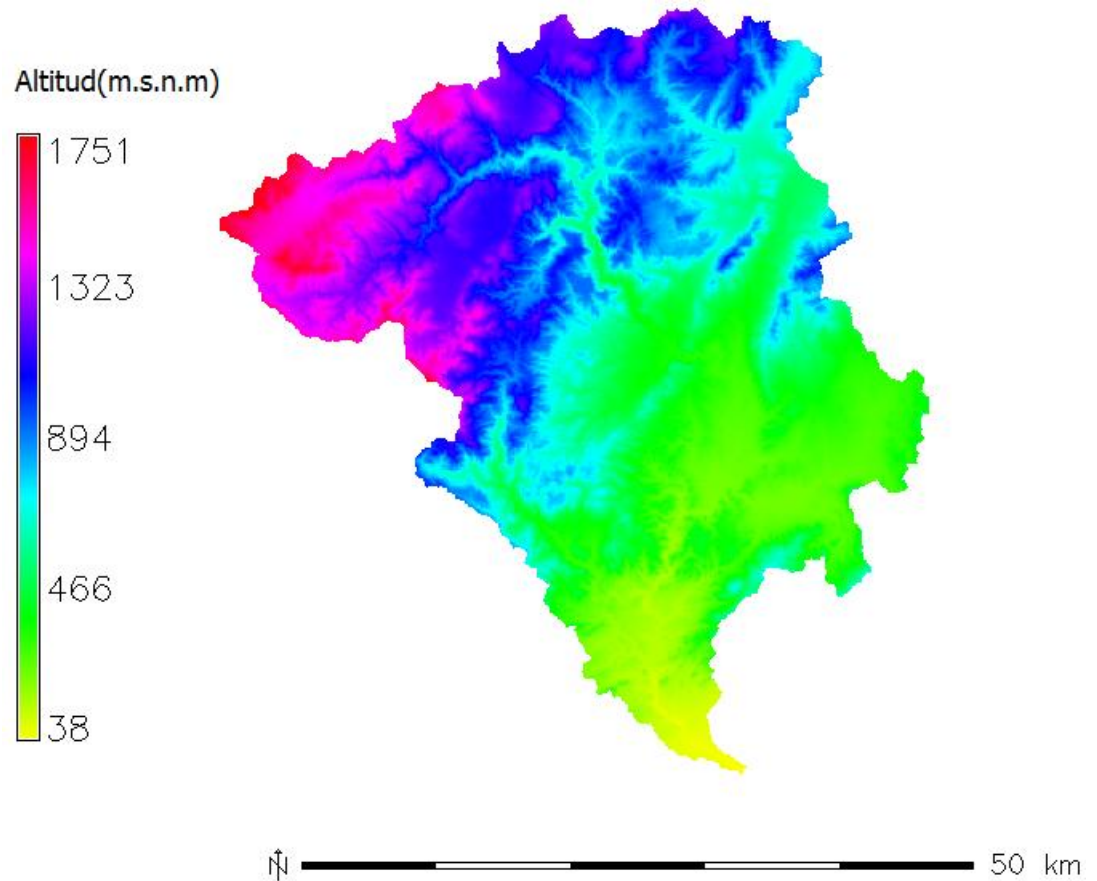


# Información hidrológica

<b>EVENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO</b>		
<b>Evento</b>	<b>Caudal máximo M<sup>a</sup> Cristina (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Caudal máximo Vall d'Alba (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>oct90/sep91</b>	<b>93.31</b>	<b>-</b>
<b>oct92/sep93</b>	<b>26.62</b>	<b>-</b>
<b>oct94/sep95</b>	<b>34.47</b>	<b>-</b>
<b>oct95/sep96</b>	<b>18.67</b>	<b>-</b>
<b>jul99/dico1</b>	<b>420.93</b>	<b>-</b>
<b>ene01/sep02</b>	<b>30.88</b>	<b>-</b>
<b>oct02/spt03</b>	<b>49.29</b>	<b>-</b>
<b>oct03/spt04</b>	<b>52.40</b>	<b>47.65</b>
<b>oct05/spt06</b>	<b>28.53</b>	<b>19.10</b>
<b>oct06/dico7</b>	<b>29.72</b>	<b>18.85</b>

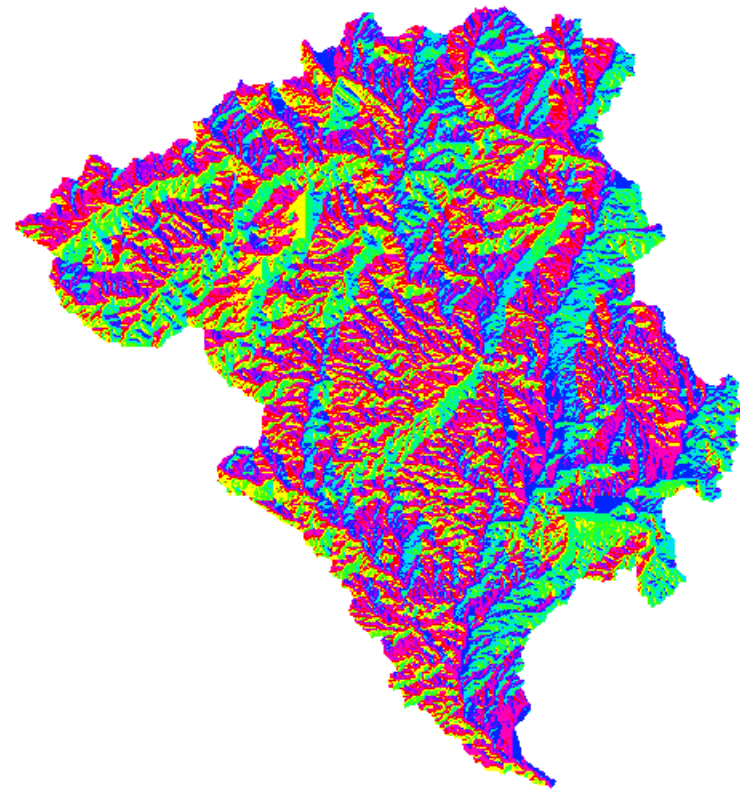
# Estimación de los parámetros espaciales

# Modelo de elevación digital



# Mapas derivados del MED

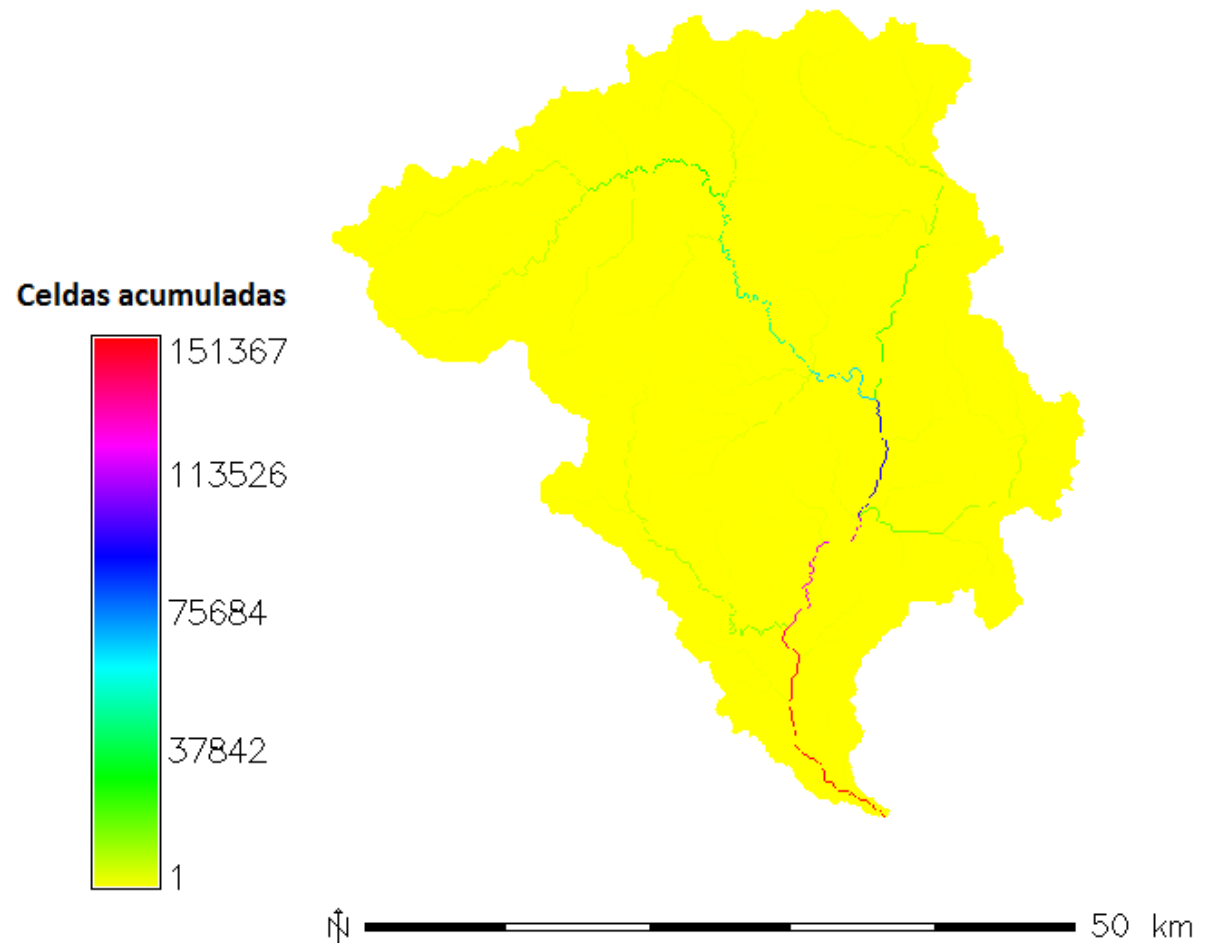
## ❑ Mapa de direcciones de drenaje



50 km

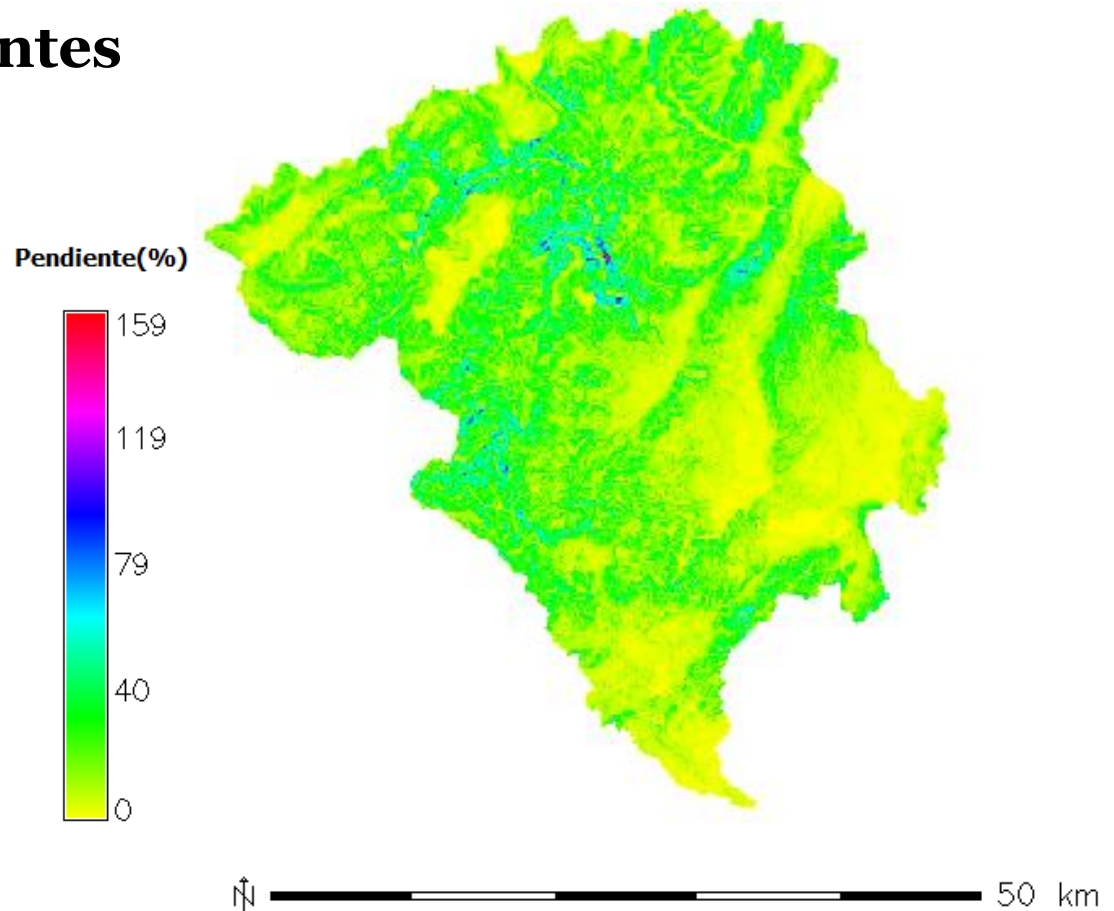
# Mapas derivados del MED

- ❑ Mapa de direcciones de drenaje
- ❑ Mapa de celdas drenantes acumuladas



# Mapas derivados del MED

- ❑ Mapa de direcciones de drenaje
- ❑ Mapa de celdas drenantes acumuladas
- ❑ Mapa de pendientes

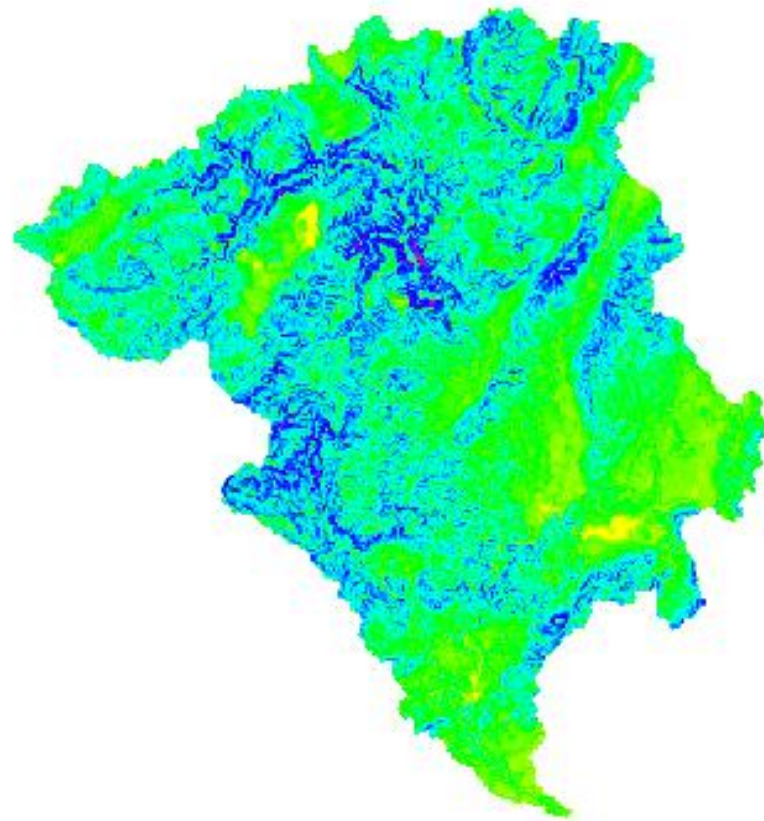
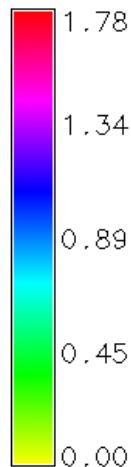




# Mapas derivados del MED

- Mapa de direcciones de drenaje
- Mapa de celdas drenantes acumuladas
- Mapa de pendientes
- Mapa de velocidades













Velocidad(m/s)

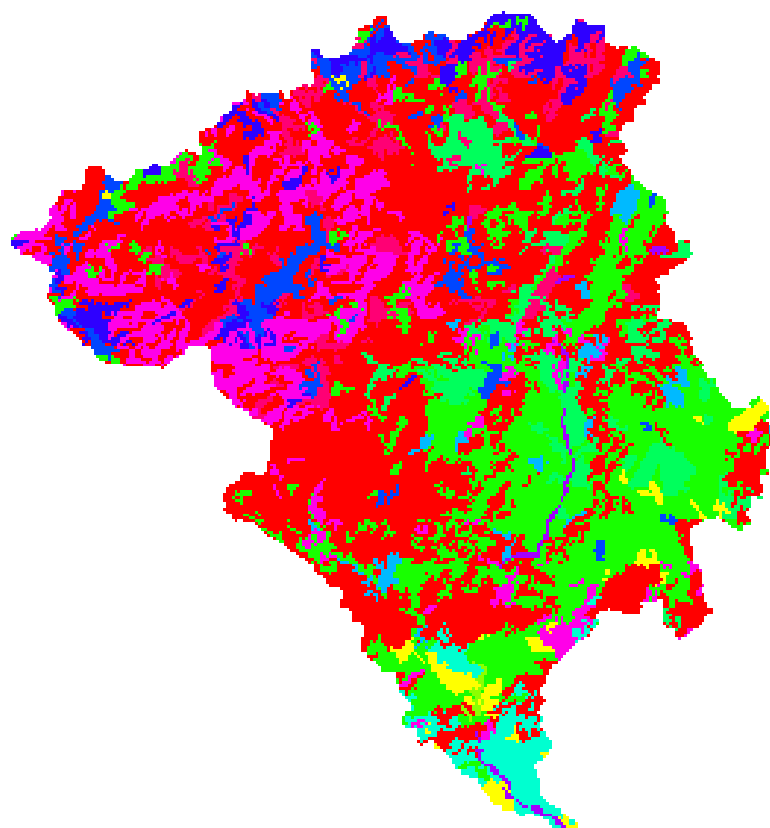


50 km

# Mapas de usos del suelo

## Usos del suelo

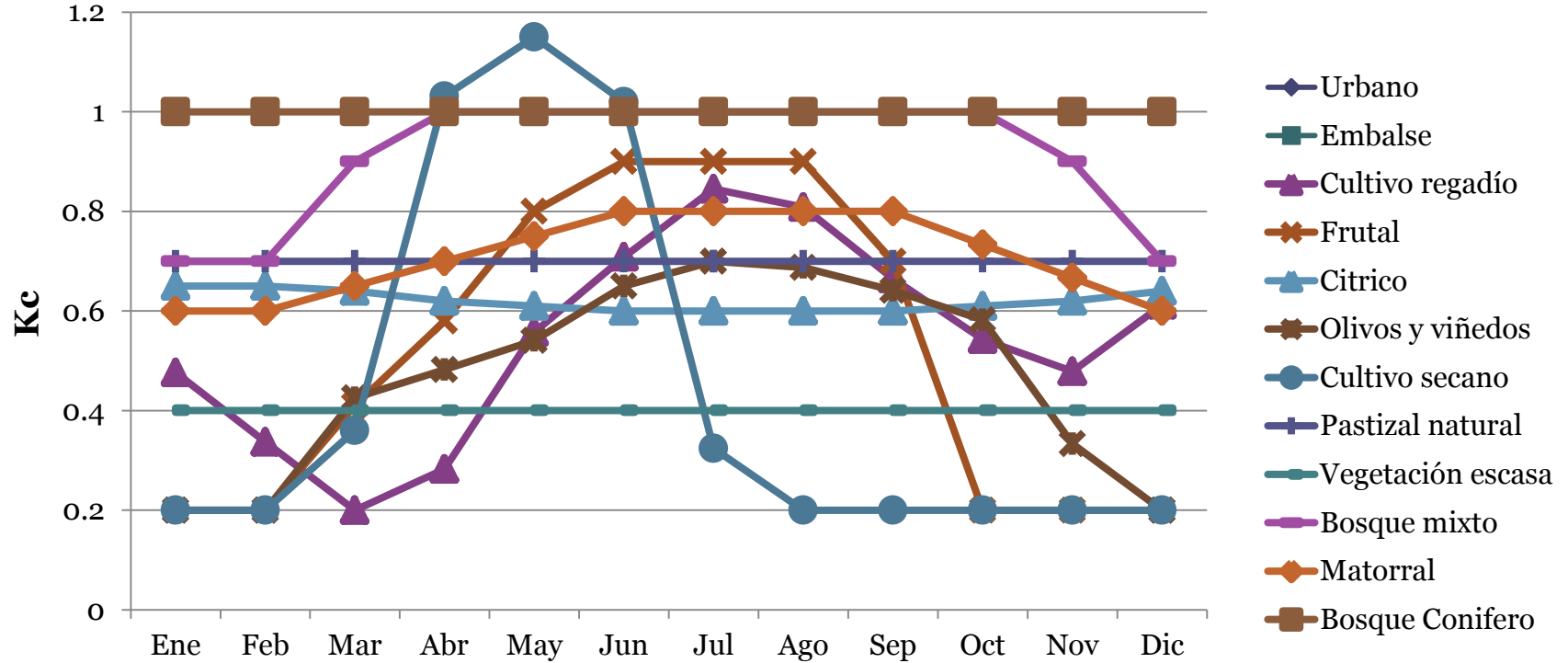
- |   |                      |
|---|----------------------|
|    | 1) Urbano            |
|    | 2) Masas de agua     |
|    | 3) Cultivo regadío   |
|    | 4) Frutales          |
|    | 5) Citrícola         |
|    | 6) Olivos y vi edo   |
|    | 7) Cultivo secano    |
|    | 8) Pastizal natural  |
|    | 9) Vegetaci n escasa |
|    | 10) Bosque coniferas |
|   | 11) Bosque mixto     |
|  | 12) Matorral         |



50 km

# Parámetros derivados del mapa de usos del suelo

## Factor de vegetación (Kc)



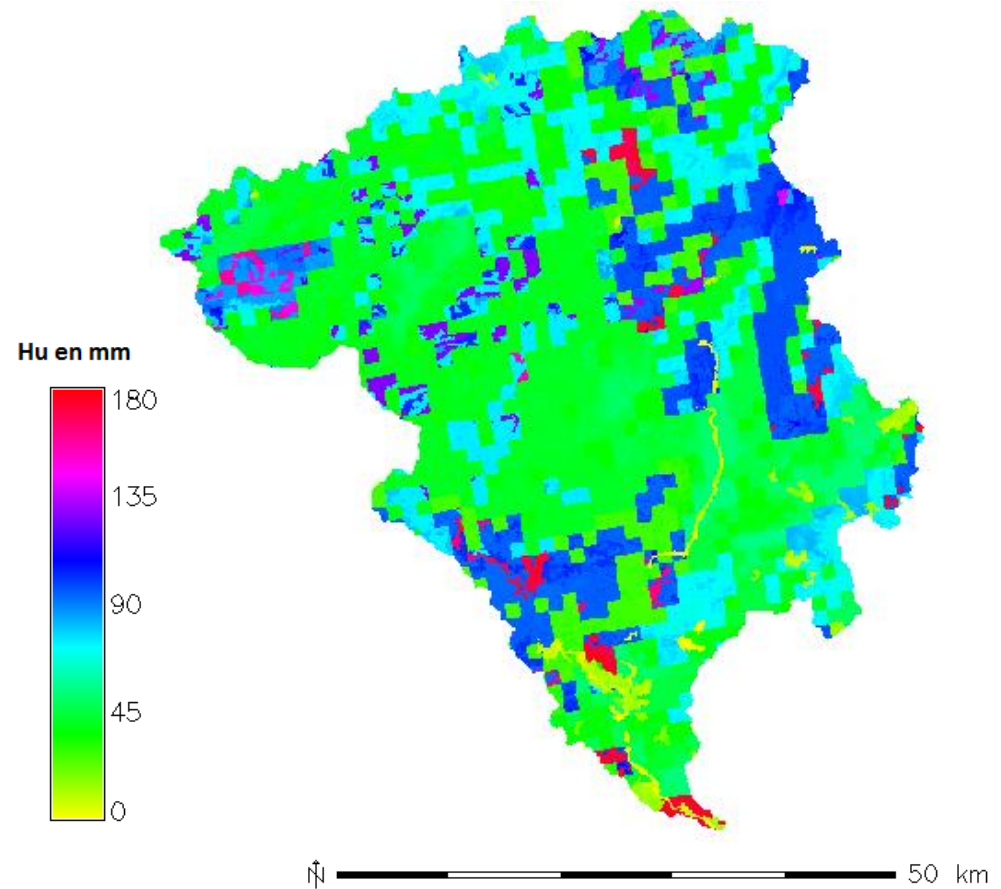
# Parámetros derivados del mapa de usos del suelo

- ❑ **Factor de vegetación (Kc)**
- ❑ **Intercepción máxima (Imax)**

Clasificación usos del suelo	Intercepción(mm)
URBANO	3.00
MASAS DE AGUA	0.00
CULTIVO REGADIO	4.00
FRUTALES	1.00
CÍTRICOS	1.00
OLIVOS Y VIÑEDOS	1.00
CULTIVO SECANO	1.00
PASTIZAL NATURAL	3.00
VEGETACIÓN ESCASA	0.00
BOSQUE CONÍFERAS	9.00
BOSQUE MIXTO	9.00
MATORRAL	4.00

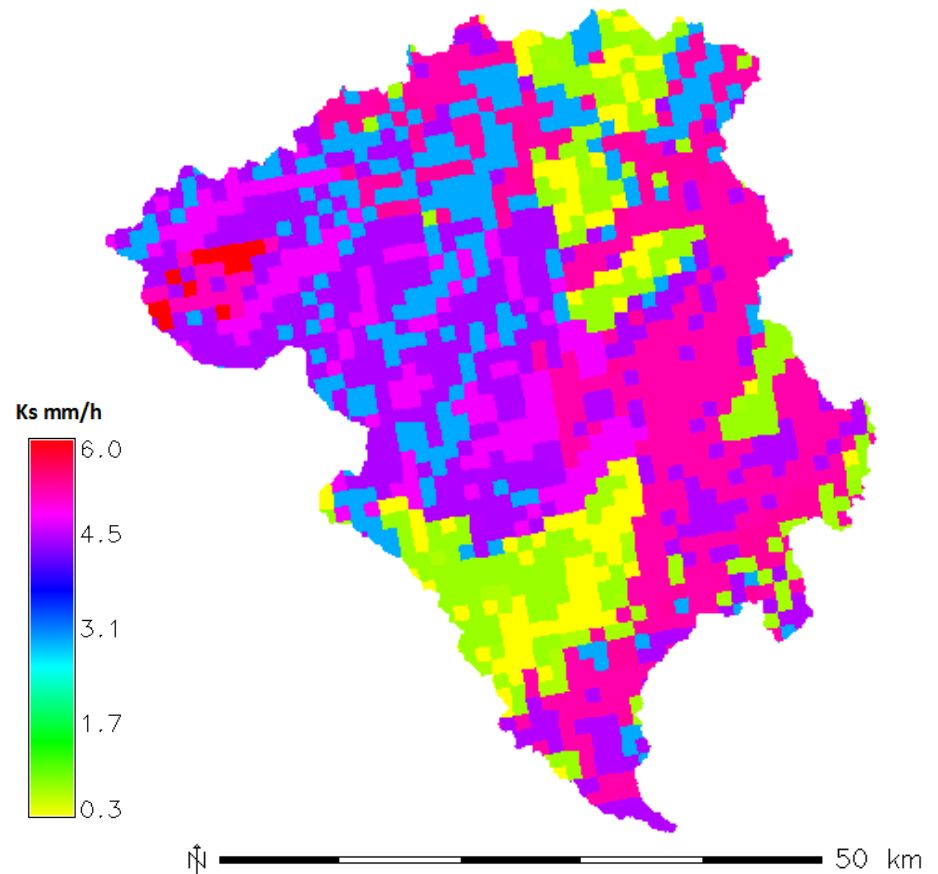
# Parámetros hidráulicos del suelo

## □ Capacidad de almacenamiento hídrico del suelo



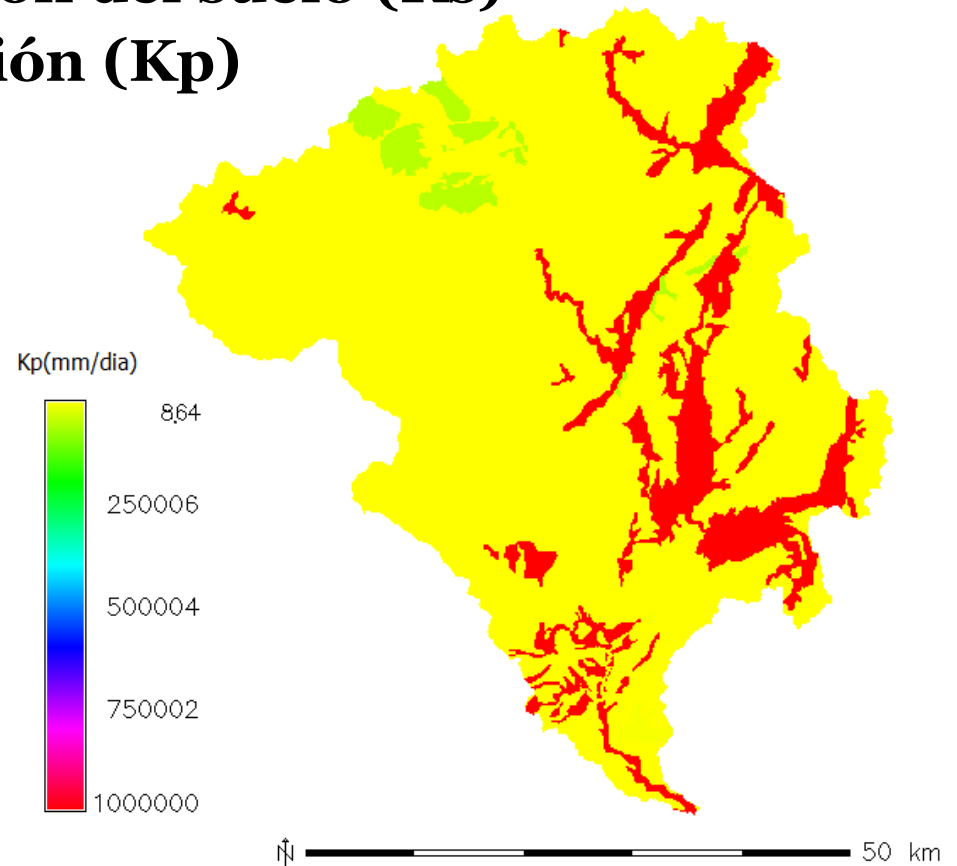
# Parámetros hidráulicos del suelo

- ❑ Capacidad de almacenamiento hídrico del suelo
- ❑ Capacidad de infiltración del suelo ( $K_s$ )



# Parámetros hidráulicos del suelo

- ❑ Capacidad de almacenamiento hídrico del suelo
- ❑ Capacidad de infiltración del suelo ( $K_s$ )
- ❑ Capacidad de percolación ( $K_p$ )



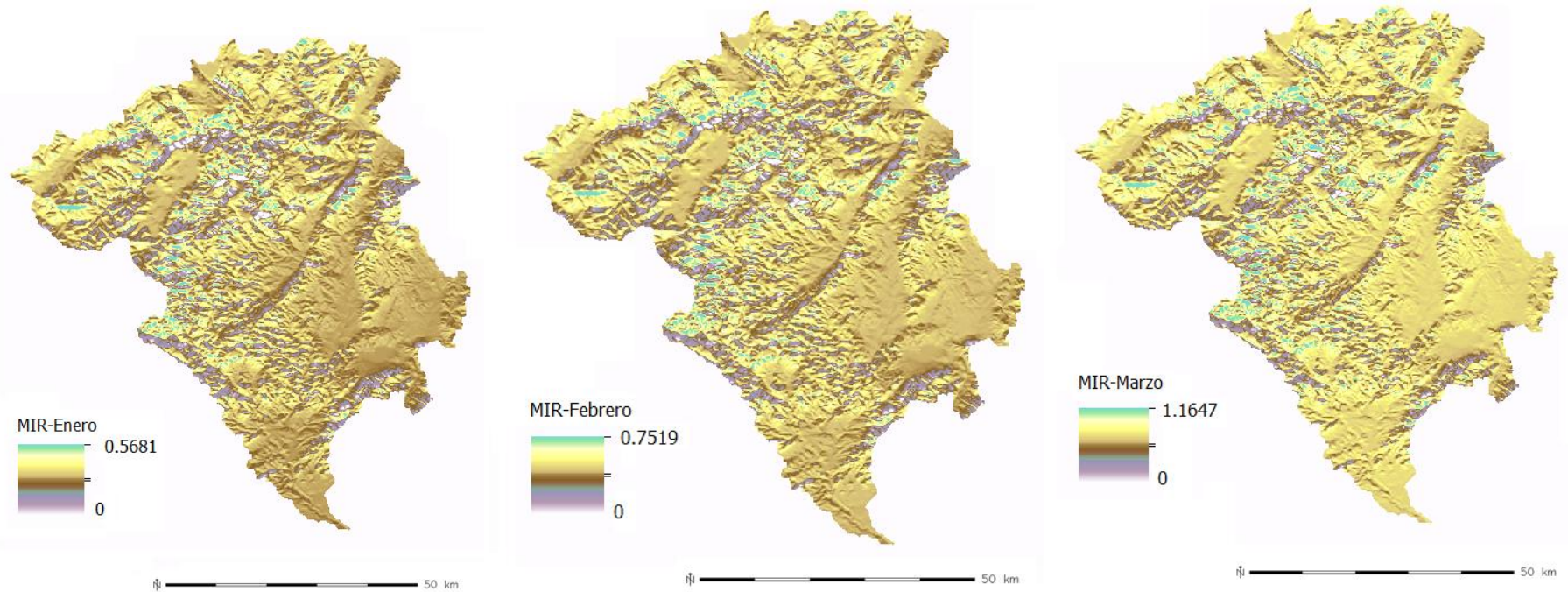
# Parámetros geomorfológicos de la cuenca

- ❑ **Áreas umbrales**
  - **Cárcava**
  - **Cauce**
- ❑ **Onda cinemática**



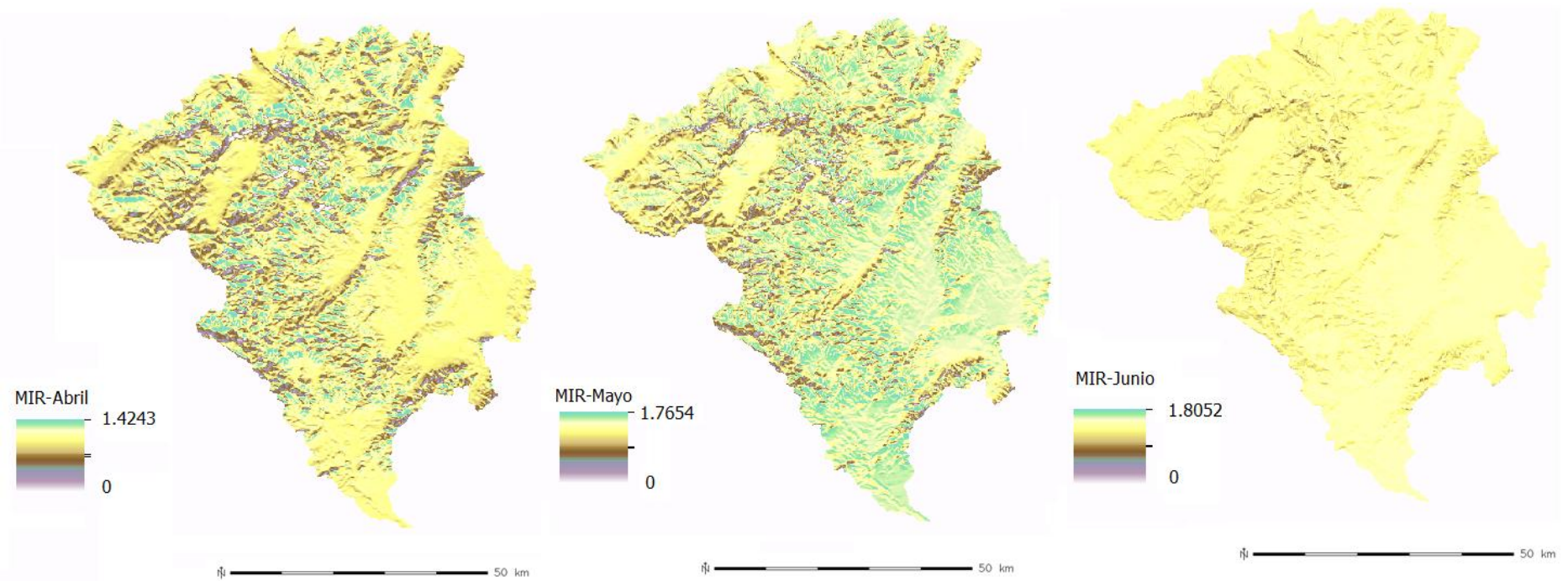
# Parámetros del modelo nieve

## □ Mapa del Índice de Radiación



# Parámetros del modelo nieve

## □ Mapa del Índice de Radiación



# Implementación del modelo

# Implementación

## Calibración

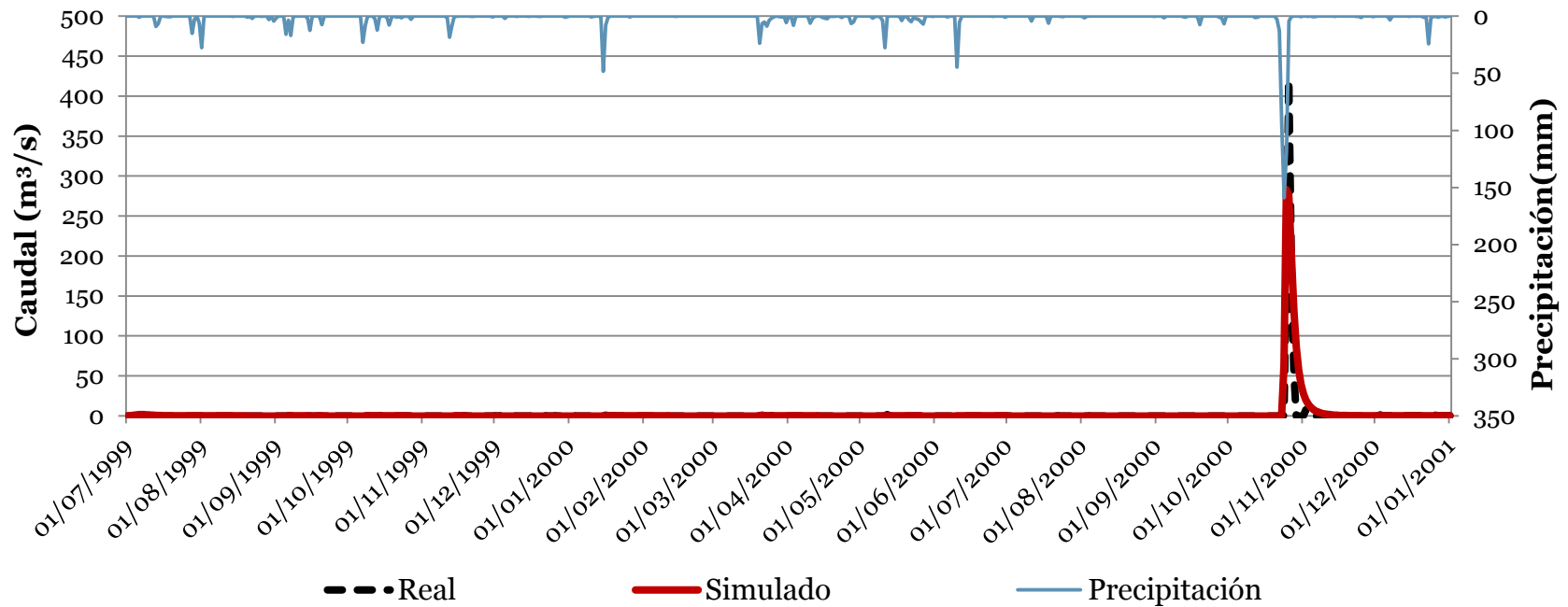
- Datos de entrada
  - Parámetros
  - Datos lluvia-escorrentía
- Identificar los parámetros con mejor concordancia
  - Mediante un procedimiento:
    - Nash
    - Error de volumen

## Validación

- Proceso que estima la eficacia del modelo
- Comparación entre los resultados y los datos

IMPLEMENTACIÓN MODELO			
Modelo	Ubicación		
SPAINo2V2	M <sup>a</sup> Cristina	M <sup>a</sup> Cristina con nieve	Vall d'Alba
SPAINo2V4			con nieve
SAIH			

# Calibración SAIH M<sup>a</sup>Cristina



**NSE = 0.772**

**Err.Vol=53.6%**

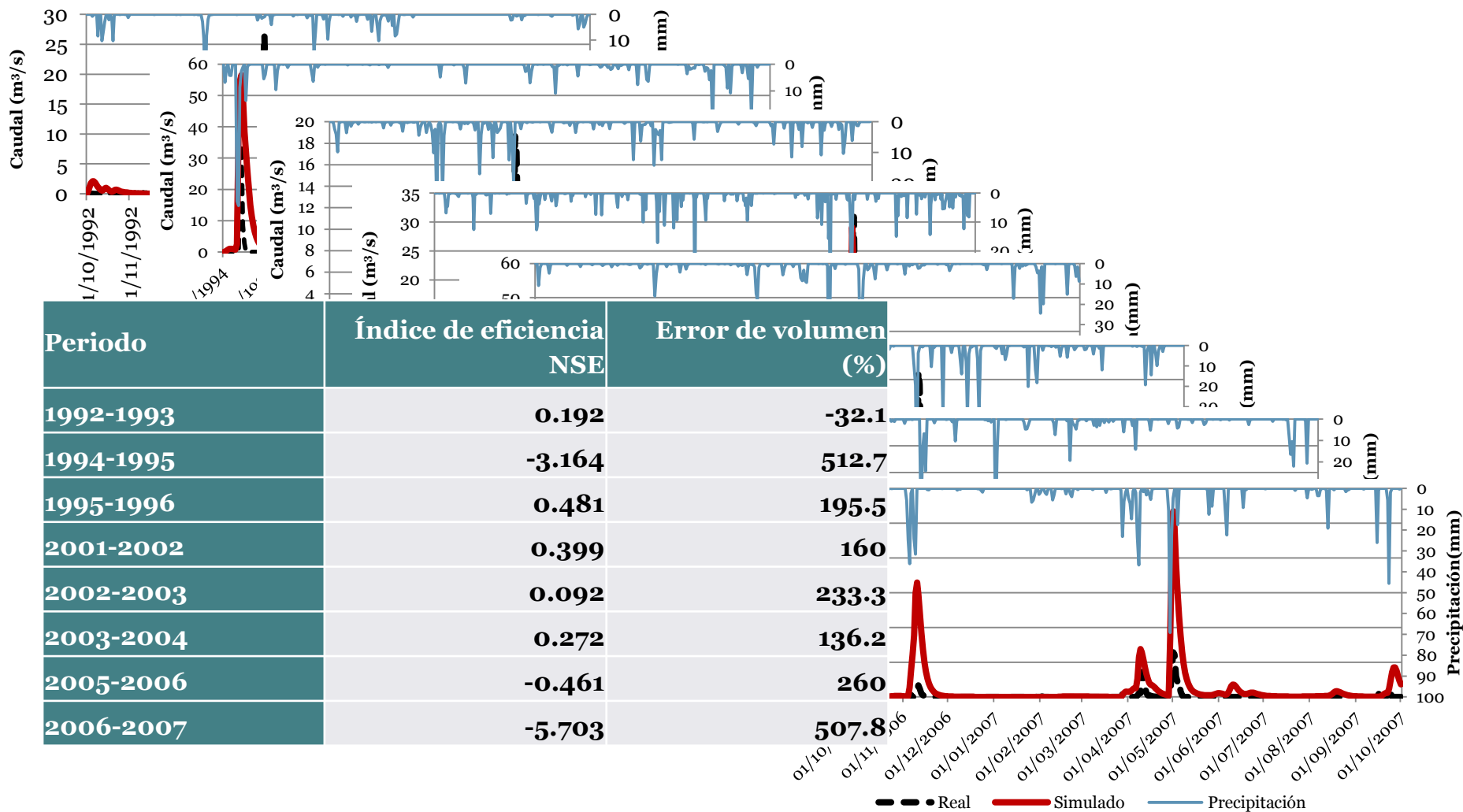
## FACTORES CORRECTORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Factores Correctores	Valor	Factores Correctores	Valor
FC1 Almacenamiento estático	3.235	FC6 Interflujo	674.521
FC2 Evaporación	1.370	FC7 Pérdidas	90.494
FC3 Infiltración	2.681	FC8 Flujo Base	0
FC4 Escorrentía directa	1.420	FC9 Velocidad del flujo base	0.014
FC5 Percolación	61.220		

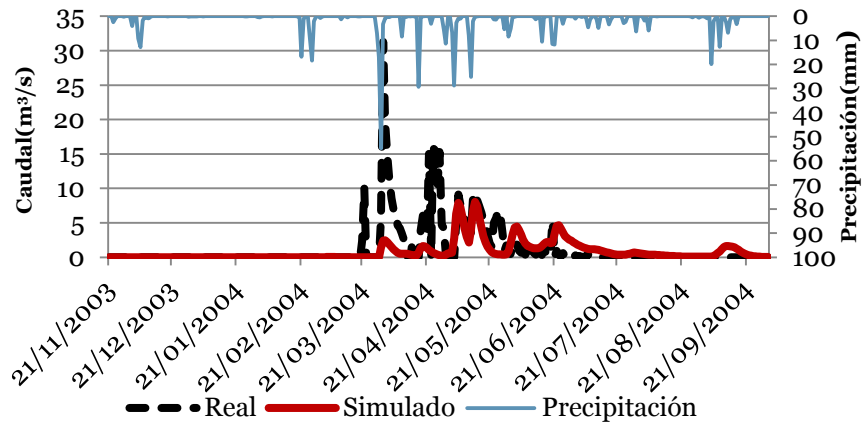
# Balance hídrico SAIH M<sup>a</sup>Cristina

BALANCE HÍDRICO	Valor(mm)
<b>Precipitación</b>	<b>676.32</b>
Evaporacion desde intercepcion	100.303
Lluvia	606.59
<b>Almacenamiento estático</b>	
Nivel medio en la cuenca	24.865
Lluvia directa	506.081
<b>Evapotranspiración</b>	<b>338.026</b>
<b>Superficie</b>	
Nivel medio en la cuenca	0.0001
Excedente	195.596
Escorrentía directa	37.462
<b>Almacenamiento gravitacional</b>	
Nivel medio en la cuenca	0.135
Infiltración	159.058
Interflujo	42.299
<b>Acuífero</b>	
Nivel medio en la cuenca	3.413
Percolación	116.779
Flujo subterráneo conectado	0
Flujo subterráneo profundo	106.934
<b>Desagüe fluvial</b>	
Salida por el desagüe	79.628

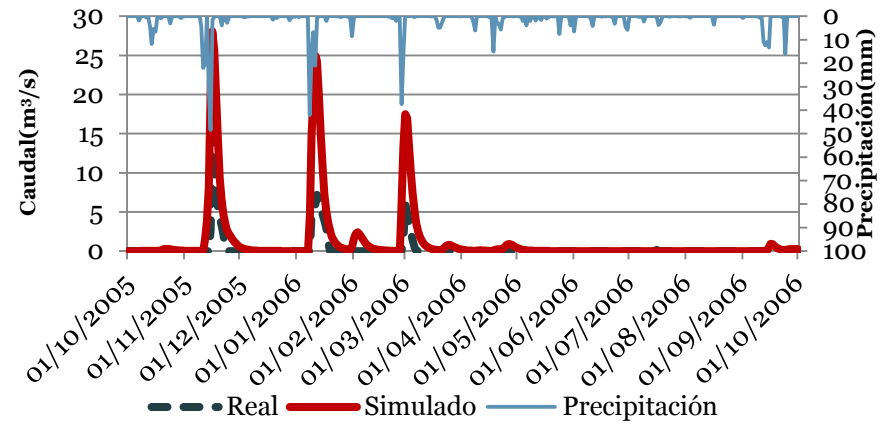
# Validación temporal SAIH M<sup>a</sup>Cristina



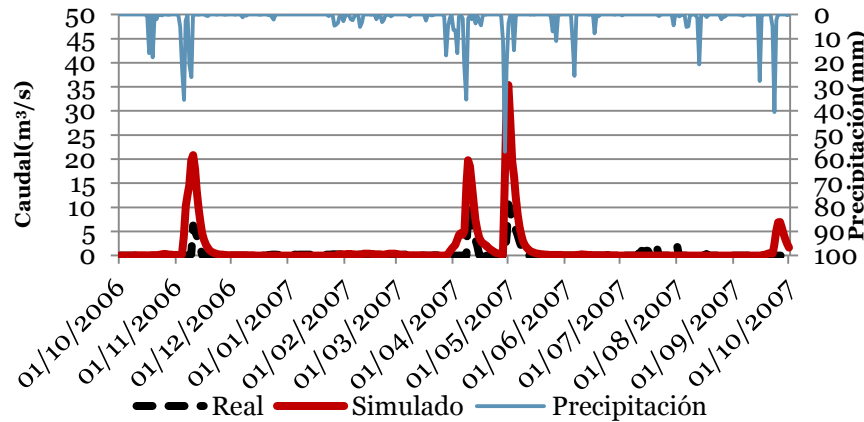
# Validación espacio-temporal SAIH M<sup>a</sup>Cristina



**NSE=0.149    Err.Vol=-36.3%**



**NSE=-2.432    Err.Vol=273.4%**

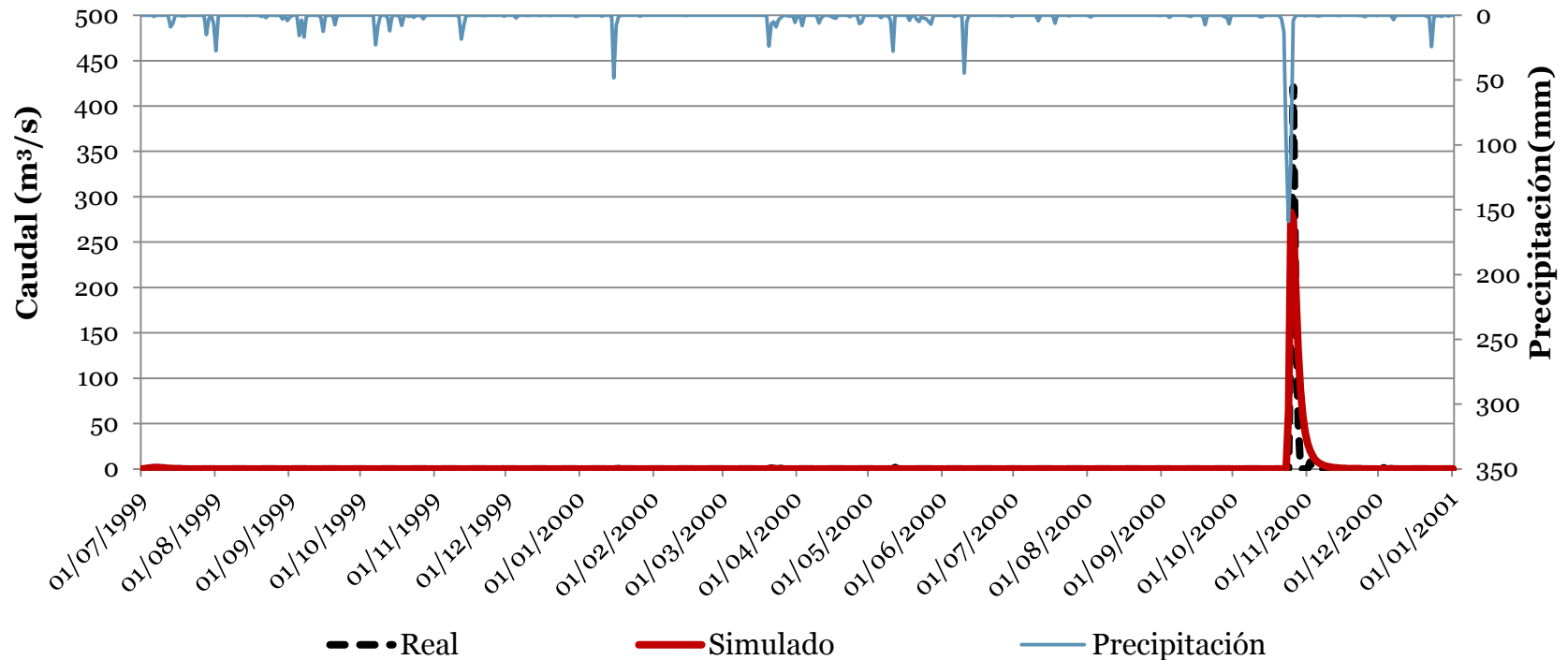


**NSE=-4.98    Err.Vol=288.7%**



# Calibración Spain02v2

## M<sup>a</sup>Cristina



**NSE = 0.778**

**Err.Vol=48.2%**

### FACTORES CORRECTORES OBTENIDOS PARA LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Factores Correctores	Valor	Factores Correctores	Valor
FC1 Almacenamiento estático	3.235	FC6 Interflujo	674.521
FC2 Evaporación	1.370	FC7 Pérdidas	90.494
FC3 Infiltración	2.681	FC8 Flujo Base	0
FC4 Escorrentía directa	1.420	FC9 Velocidad del flujo base	0.014
FC5 Percolación	61.220		

# Balance hídrico Spain02v2

## M<sup>a</sup>Cristina

### SAIH

Precipitación

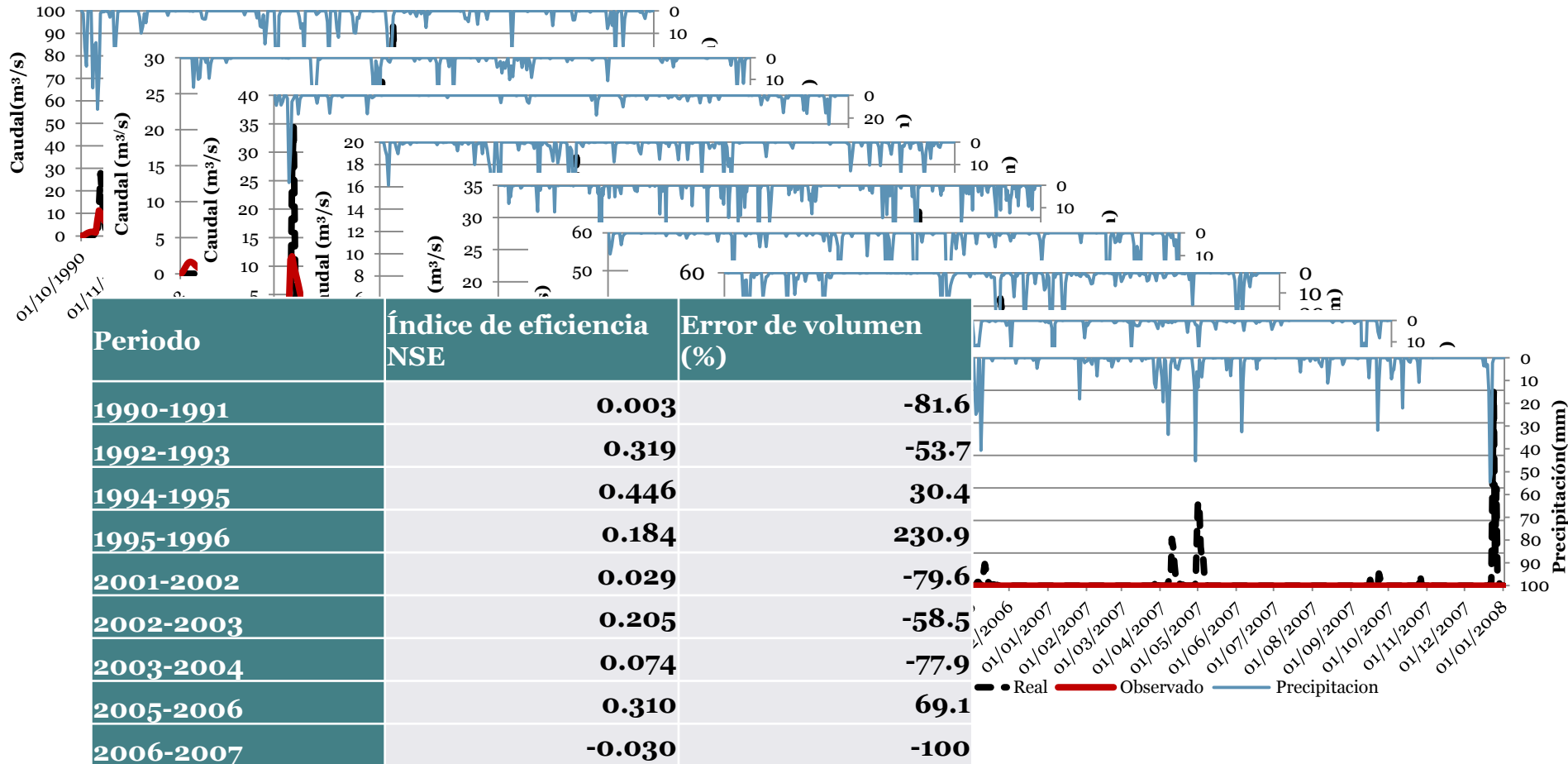
676.32 mm

Evapotranspiración

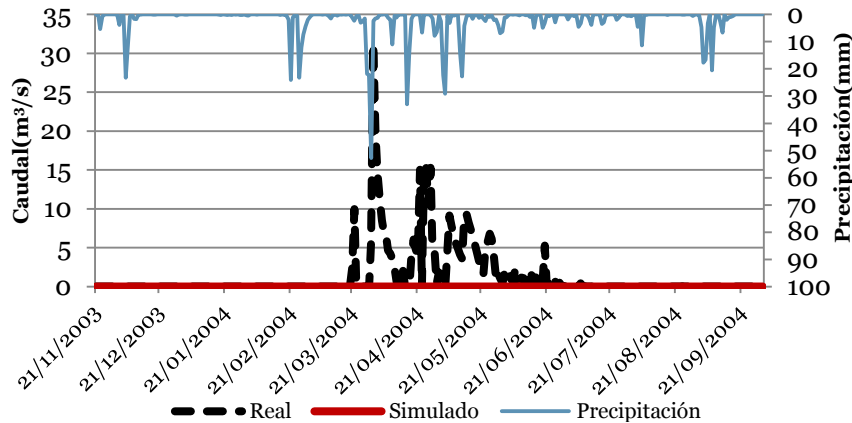
338.026 mm

BALANCE HÍDRICO	Valor(mm)
Precipitación	964.195
Evaporación desde intercepción	179.019
Lluvia	964.195
<b>Almacenamiento estático</b>	
Nivel medio en la cuenca	16.857
Lluvia directa	585.875
Evapotranspiración	571.198
<b>Superficie</b>	
Nivel medio en la cuenca	0.00036
Excedente	186.158
Escorrentía directa	51.790
<b>Almacenamiento gravitacional</b>	
Nivel medio en la cuenca	0.108
Infiltración	135.290
Interflujo	25.102
<b>Acuífero</b>	
Nivel medio en la cuenca	0.956
Percolación	110.169
Flujo subterráneo conectado	0
Flujo subterráneo profundo	109.559
<b>Desagüe fluvial</b>	
Salida por el desagüe	76.871

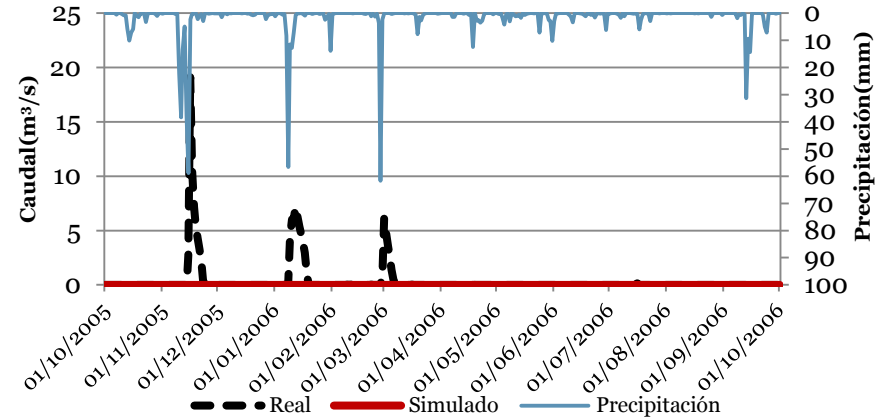
# Validación temporal Spain02v2 M<sup>a</sup>Cristina



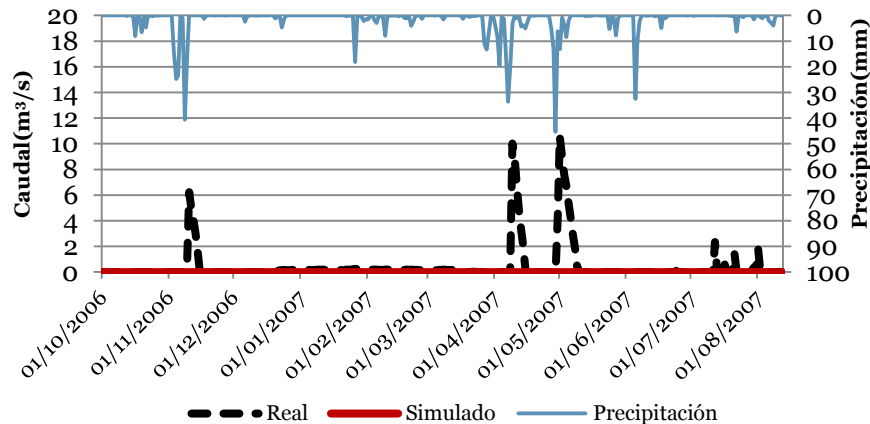
# Validación espacio-temporal Spain02v2 M<sup>a</sup>Cristina



**NSE=-0.139    Err.Vol=-100%**



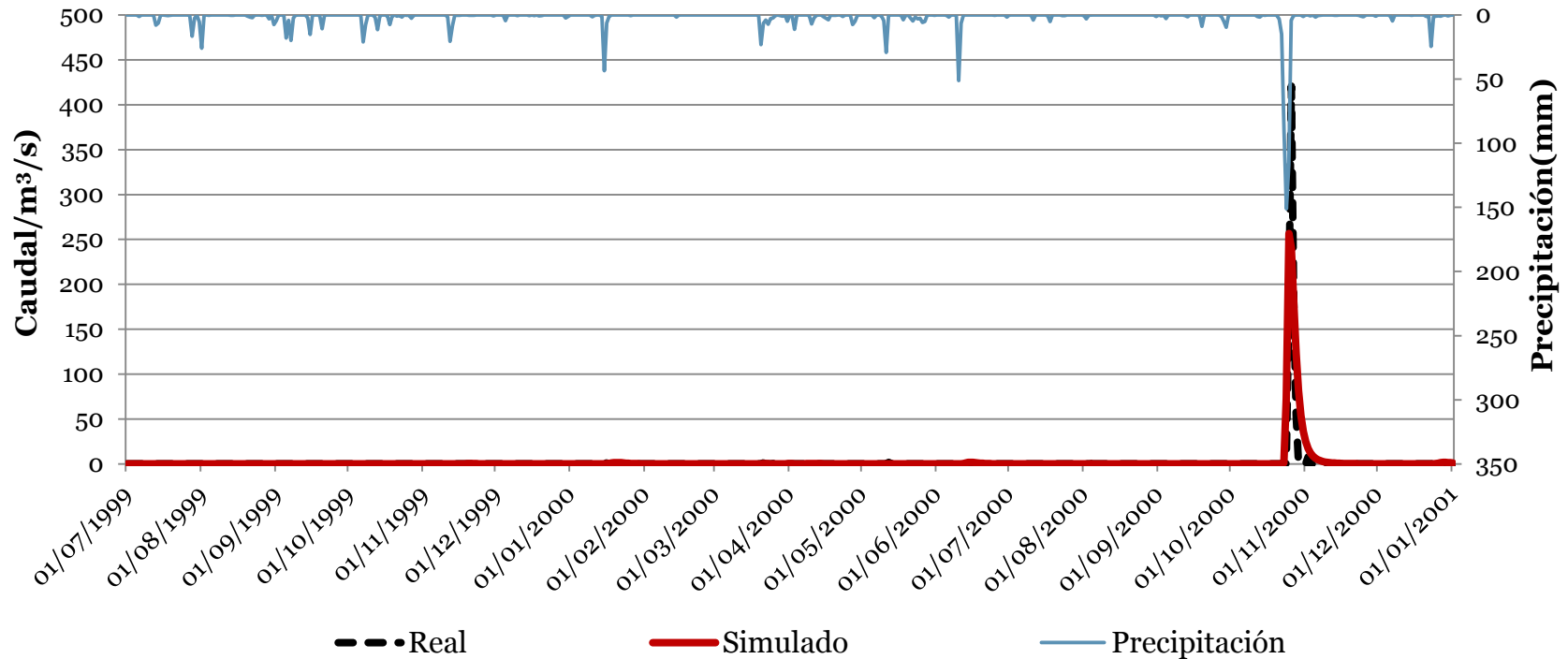
**NSE=-0.047    Err.Vol=-100%**



**NSE=-0.063    Err.Vol=-100%**

# Calibración Spain02v4

## M<sup>a</sup>Cristina



**NSE = 0.758**

**Err.Vol=40.1%**

### FACTORES CORRECTORES OBTENIDOS PARA LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Factores Correctores	Valor	Factores Correctores	Valor
FC1 Almacenamiento estático	3.850	FC6 Interflujo	675.826
FC2 Evaporación	1.425	FC7 Pérdidas	91.960
FC3 Infiltración	3.178	FC8 Flujo Base	0
FC4 Escorrentía directa	0.593	FC9 Velocidad del flujo base	0.013
FC5 Percolación	62.003		

# Balance hídrico Spain02v4

## M<sup>a</sup>Cristina

### SAIH

Precipitación

676.32 mm

Evapotranspiración

338.026 mm

### SPAIN02V2

Precipitación

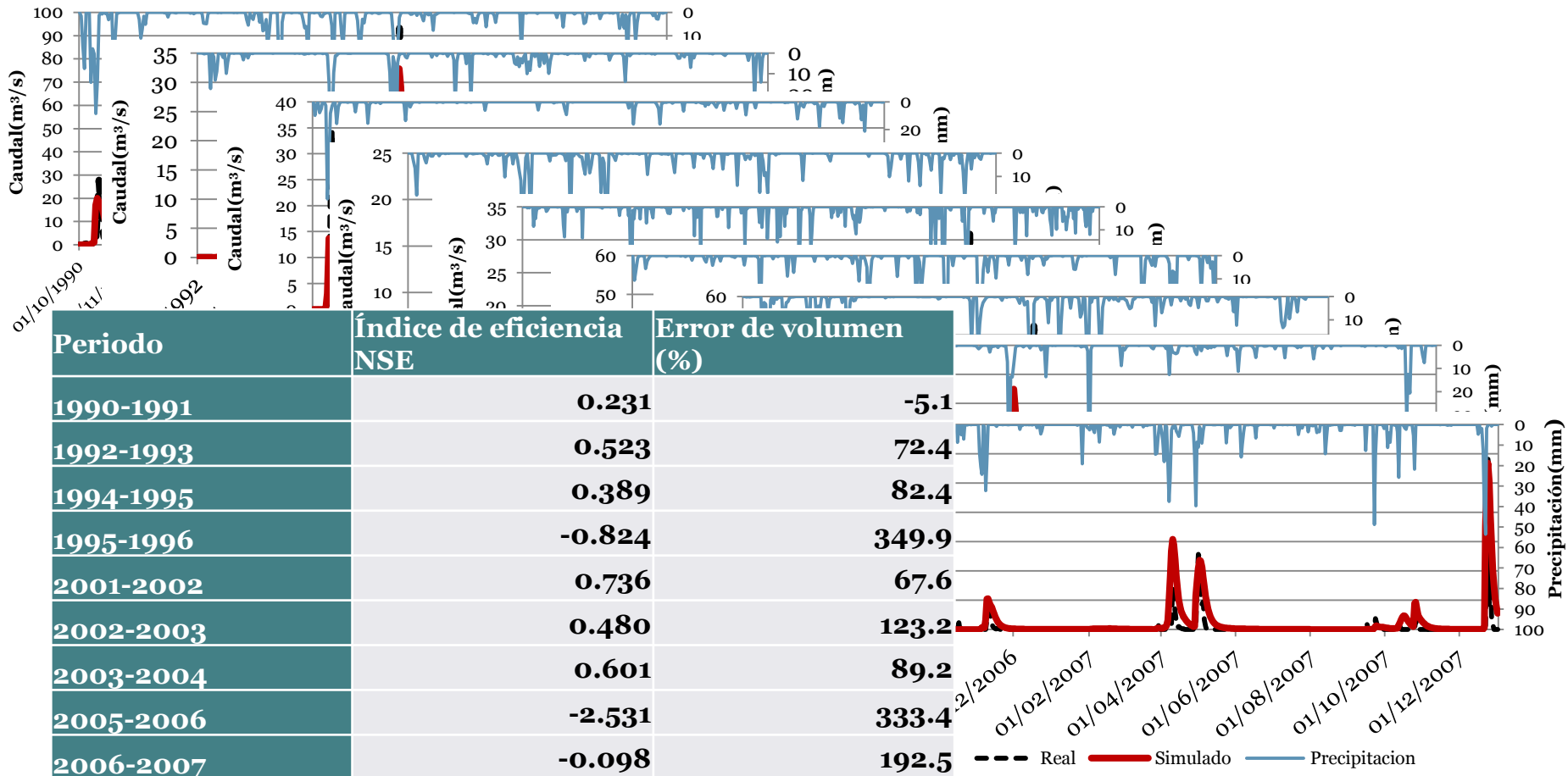
964.19 mm

Evapotranspiración

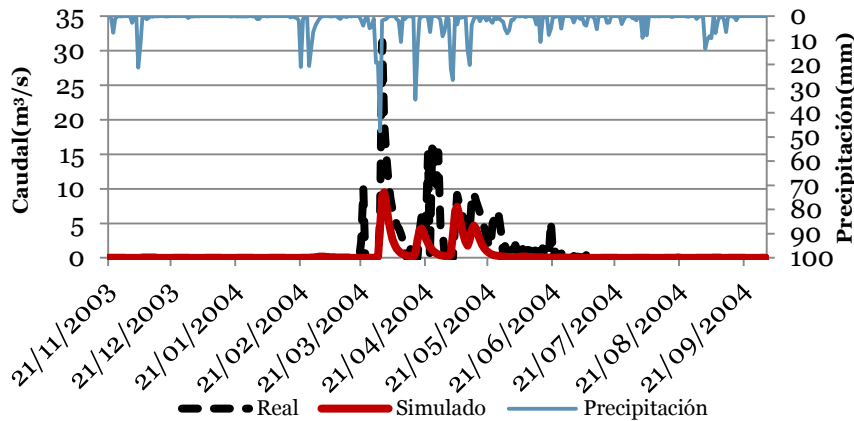
571.19 mm

BALANCE HÍDRICO	Valor(mm)
Precipitación	1013.487
Evaporación desde intercepción	193.224
Lluvia	993.89
Almacenamiento estático	
Nivel medio en la cuenca	39.804
Lluvia directa	800.465
Evapotranspiración	456.058
Superficie	
Nivel medio en la cuenca	0.00023
Excedente	192.412
Escorrentía directa	34.069
Almacenamiento gravitacional	
Nivel medio en la cuenca	0.142
Infiltración	158.377
Interflujo	38.585
Acuífero	
Nivel medio en la cuenca	0.085
Percolación	119.671
Flujo subterráneo conectado	0
Flujo subterráneo profundo	119.08
Desagüe fluvial	
Salida por el desagüe	72.395

# Validación temporal Spain02v4 M<sup>a</sup>Cristina

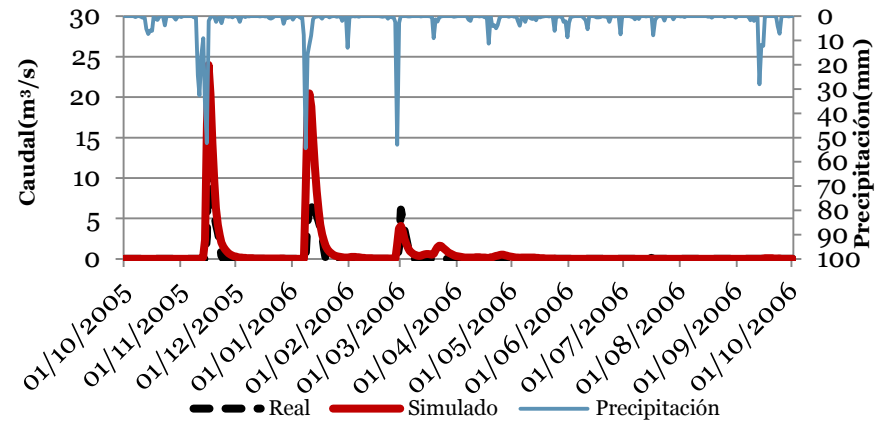


# Validación espacio-temporal Spain02v4 M<sup>a</sup>Cristina



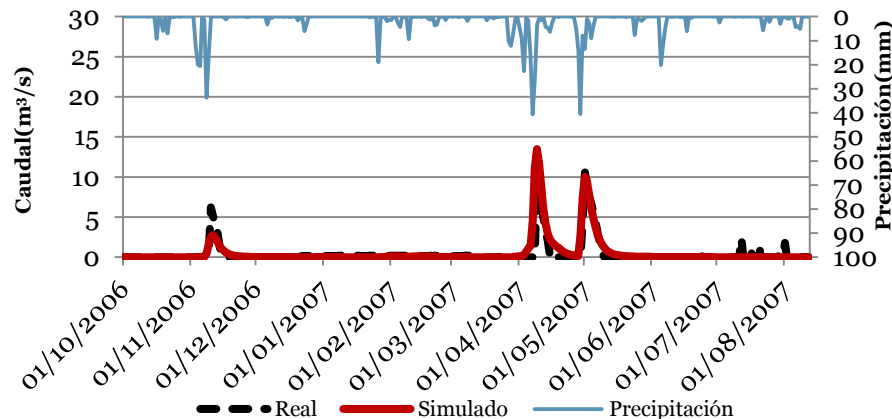
**NSE=0.397**

**Err.Vol=-63.2%**



**NSE=-0.281**

**Err.Vol=130.7%**

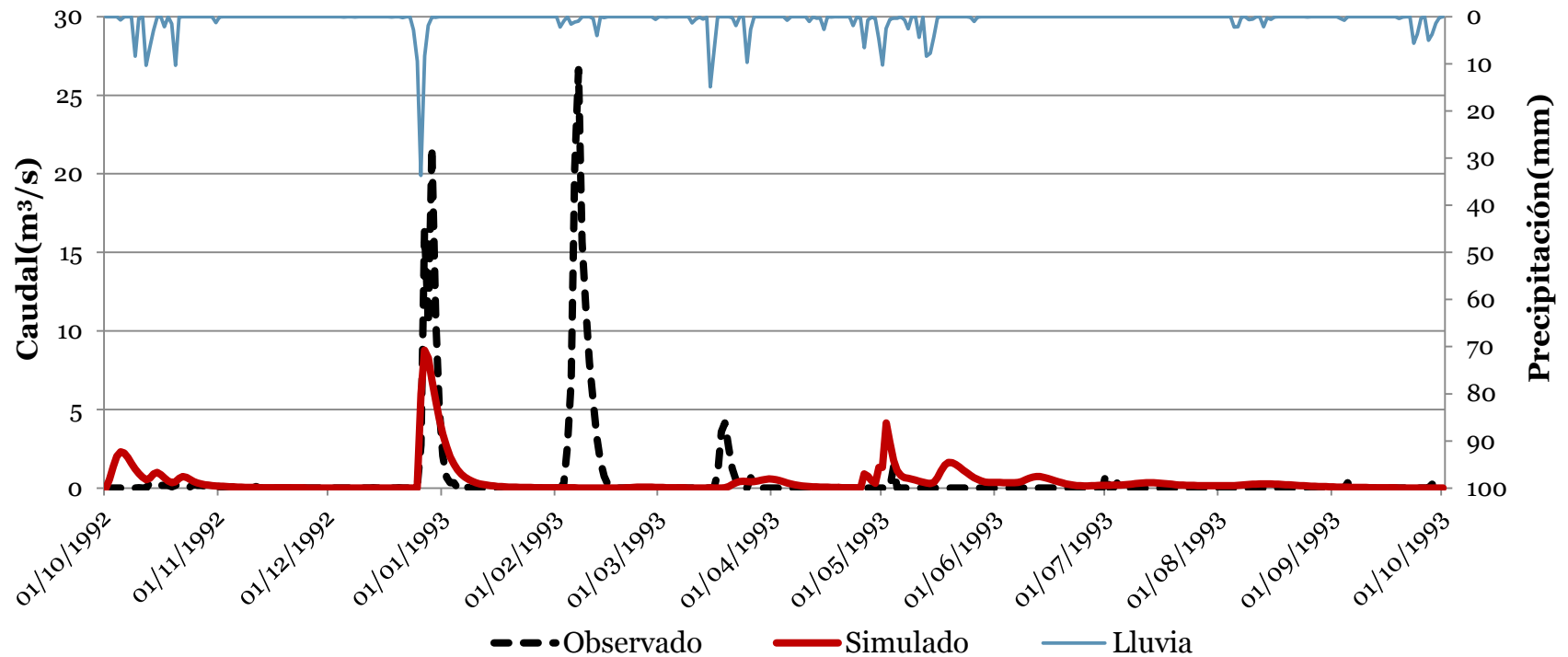


**NSE=-0.494**

**Err.Vol=49.8%**



# Calibración SAIH nieve M<sup>a</sup>Cristina



**Sin nieve**

**NSE = 0.192**

**Err.Vol = -32.1%**

**Con nieve**

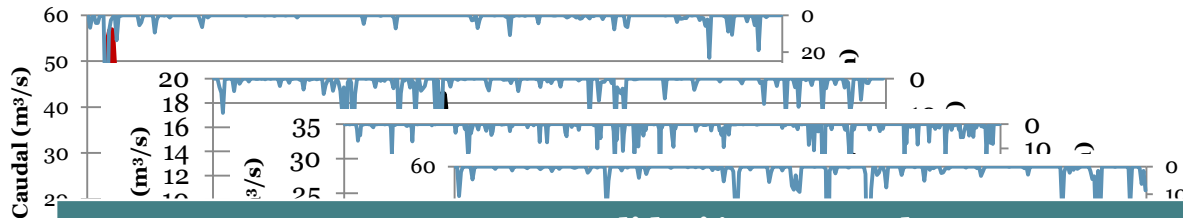
**NSE = 0.195**

**Err.Vol = -22.4%**

## COEFICIENTES DEL MÓDULO NIEVE OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Variables Fusión de Nieve	Valor
Coefficiente de fusión de nieve (mm/°C día)	1.719
Coefficiente de fusión de nieve por lluvia (mm/°C día)	2.284
Temperatura base para fusión de nieve (°C)	1.681

# Validación SAIH nieve M<sup>a</sup>Cristina

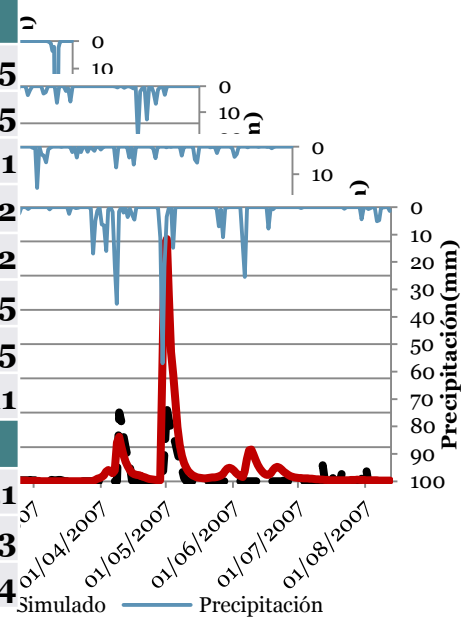


## Validación temporal

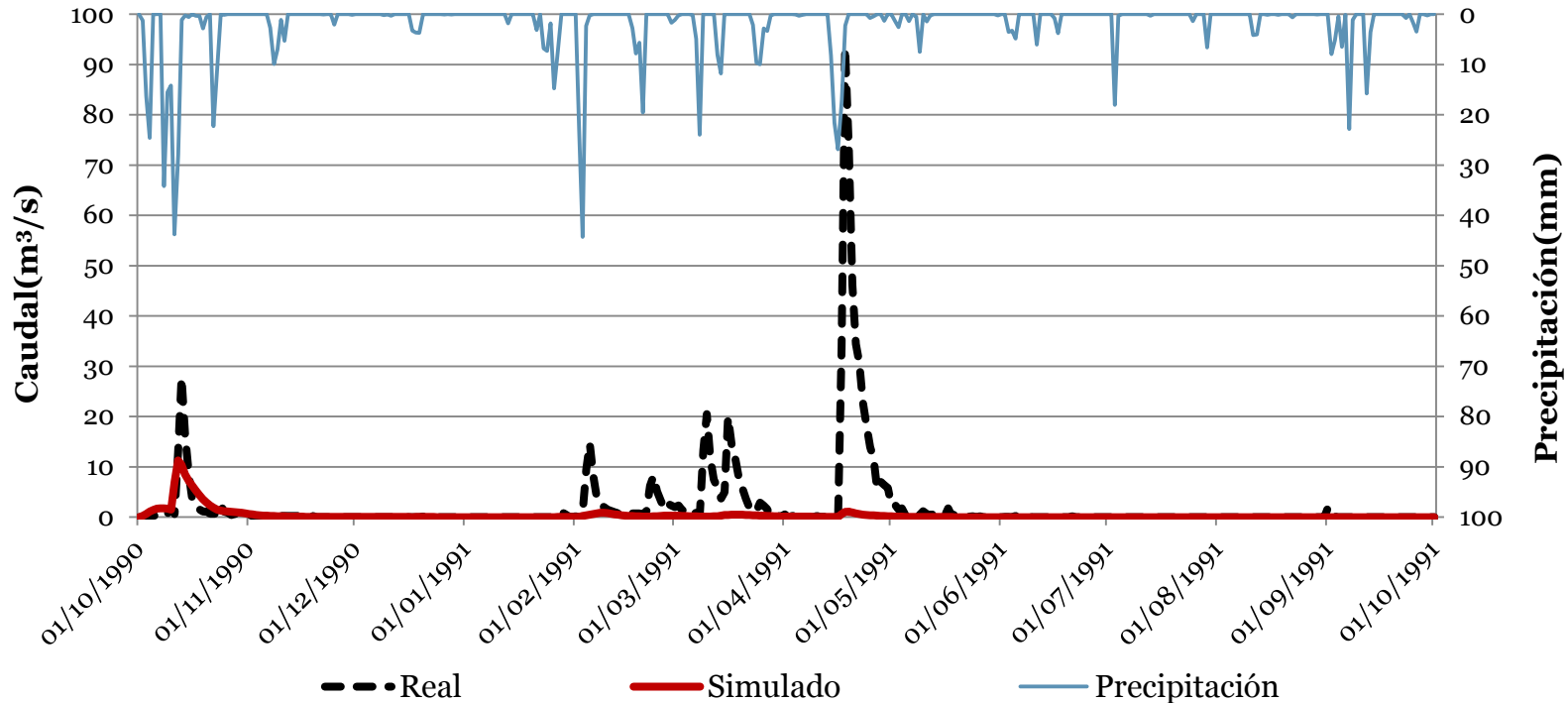
Periodo	Índice de Nash_sin nieve	Índice de Nash_con nieve
1992-1993	0.192	0.195
1994-1995	-3.165	-3.225
1995-1996	0.481	0.481
2001-2002	0.399	0.452
2002-2003	0.092	0.092
2003-2004	0.272	0.125
2005-2006	-0.461	-0.445
2006-2007	-5.703	-5.911

## Validación espacio-temporal

2003-2004	0.149	0.151
2005-2006	-2.432	0.483
2006-2007	-4.988	-2.334



# Calibración Spain02v2 nieve M<sup>a</sup>Cristina



**Sin nieve**

**NSE = 0.0026    Err.Vol= -81.6%**

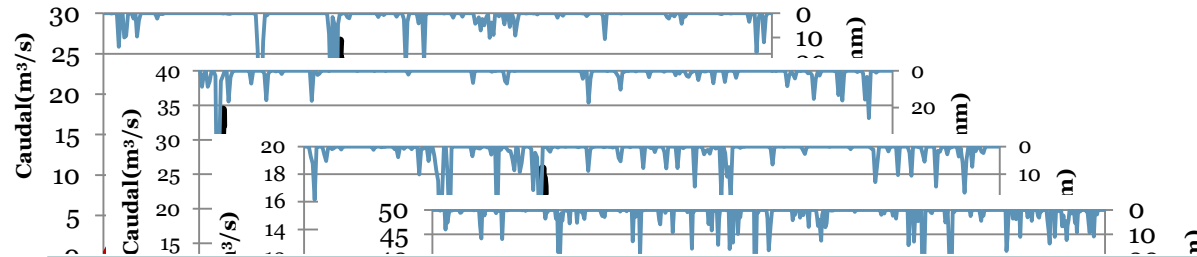
**Con nieve**

**NSE = 0.0037    Err.Vol= -82.9%**

## COEFICIENTES DEL MÓDULO NIEVE OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Variables Fusión de Nieve	Valor
Coefficiente de fusión de nieve (mm/°C día)	1.72
Coefficiente de fusión de nieve por lluvia (mm/°C día)	2.28
Temperatura base para fusión de nieve (°C)	1.68

# Validación Spain02v2 nieve M<sup>a</sup>Cristina

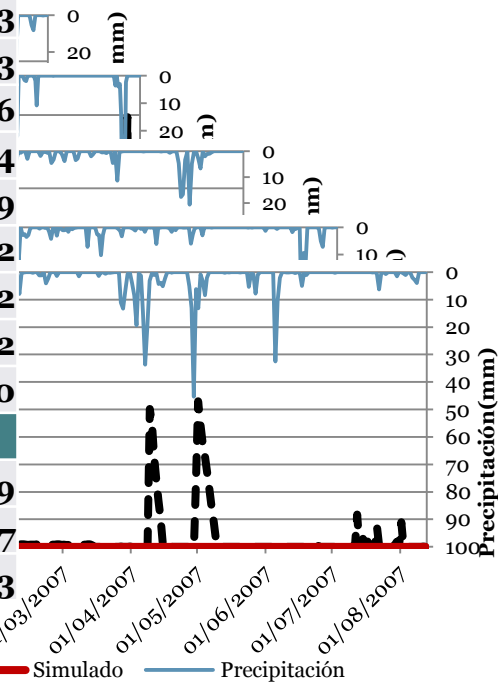


## Validación temporal

Periodo	Índice de Nash_sin nieve	Índice de Nash_con nieve
1990-1991	0.002	0.003
1992-1993	0.319	0.253
1994-1995	0.446	0.446
1995-1996	0.184	0.314
2001-2002	0.029	0.029
2002-2003	0.205	0.212
2003-2004	0.074	0.072
2005-2006	0.310	0.352
2006-2007	-0.030	-0.030

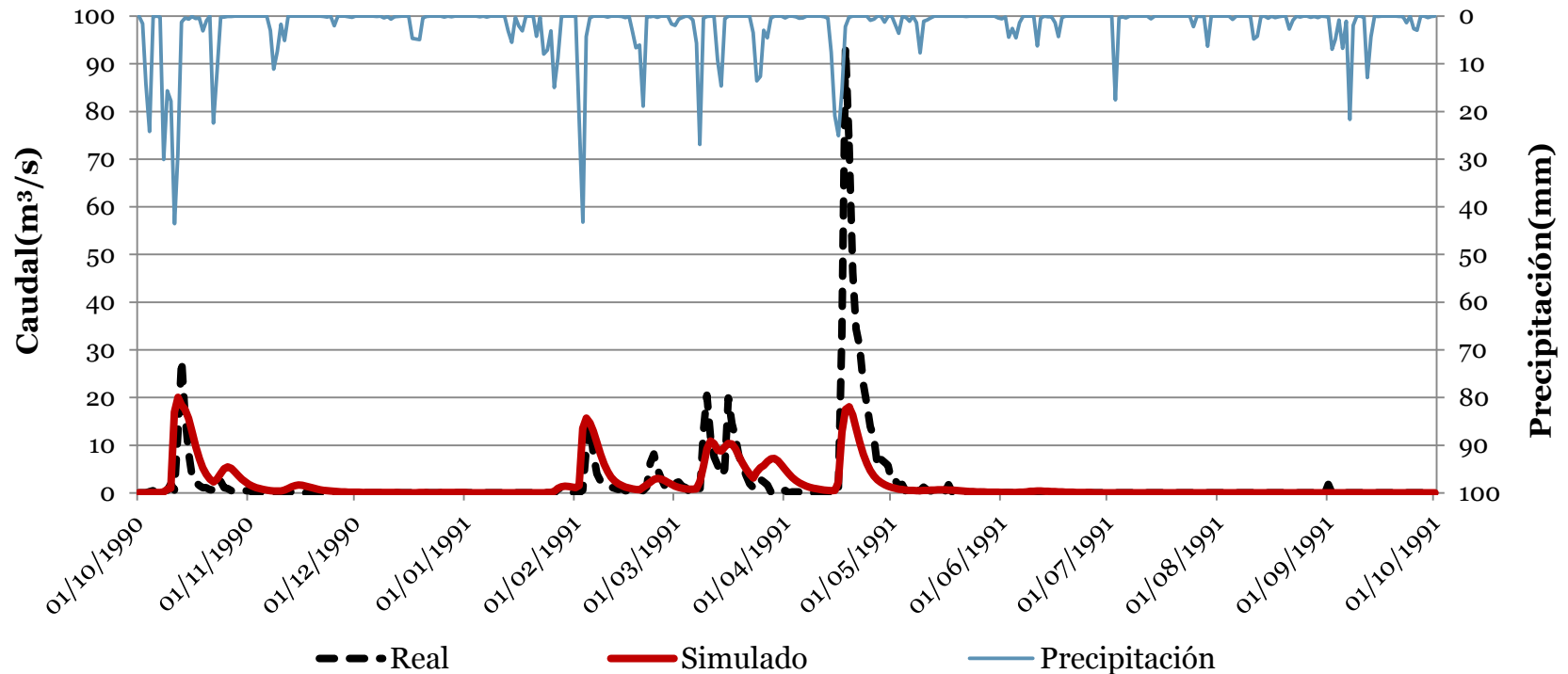
## Validación espacio-temporal

2003-2004	-0.139	-0.139
2005-2006	-0.047	-0.047
2006-2007	-0.063	-0.063



--- Real    — Simulado    — Precipitación

# Calibración Spain02v4 nieve M<sup>a</sup>Cristina



**Sin nieve**

**NSE = 0.231**

**Err.Vol = -5.1%**

**Con nieve**

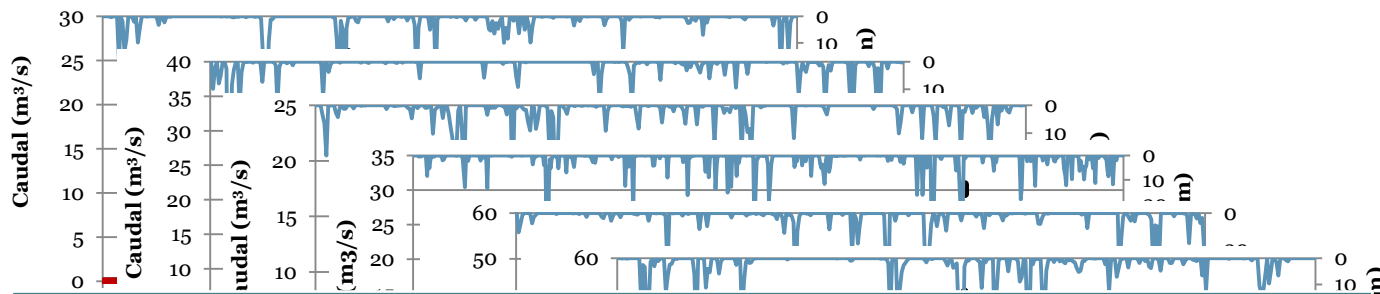
**NSE = 0.415**

**Err.Vol = -10.6%**

## COEFICIENTES DEL MÓDULO NIEVE OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

Variables Fusión de Nieve	Valor
Coefficiente de fusión de nieve (mm/°C día)	0.9
Coefficiente de fusión de nieve por lluvia (mm/°C día)	2
Temperatura base para fusión de nieve (°C)	-0.15

# Validación Spain02v4 nieve M<sup>a</sup>Cristina

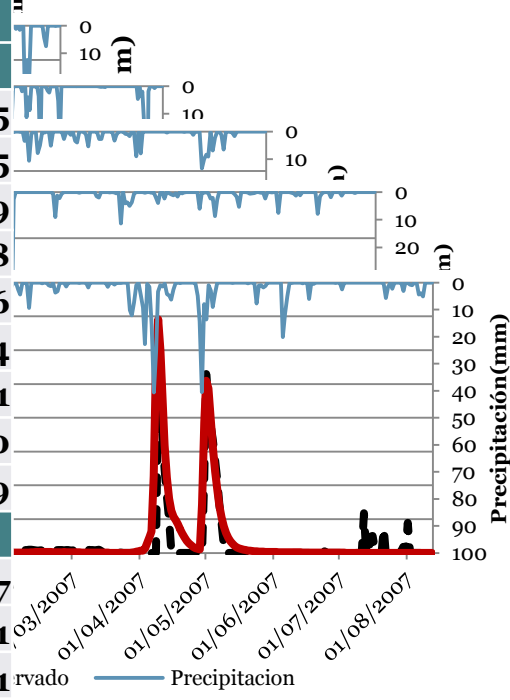


## Validación temporal

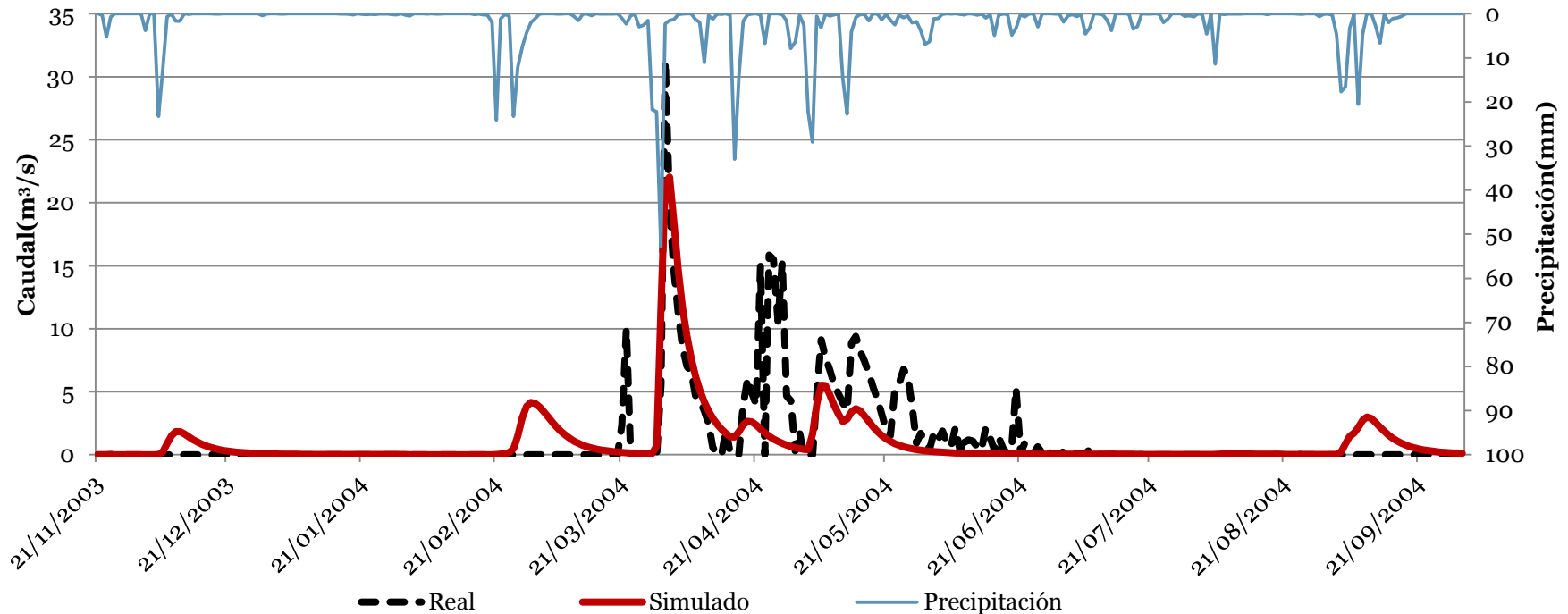
Periodo	Índice de Nash_sin nieve	Índice de Nash_con nieve
1990-1991	0.231	0.415
1992-1993	0.523	0.735
1994-1995	0.389	0.389
1995-1996	-0.824	-0.638
2001-2002	0.736	0.736
2002-2003	0.480	0.484
2003-2004	0.601	0.611
2005-2006	-2.531	-1.760
2006-2007	-0.098	-0.019

## Validación espacio-temporal

2003-2004	0.397	0.397
2005-2006	-0.281	-0.281
2006-2007	-0.494	0.611



# Calibración Spain02v2 nieve Vall d'Alba



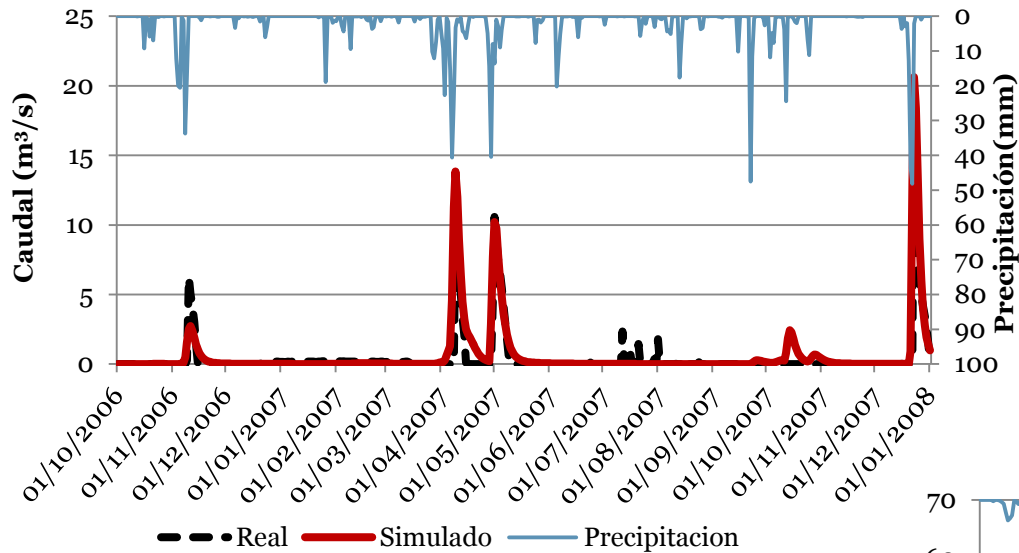
**NSE = 0.516**

**Err.Vol=-17.1%**

## FACTORES CORRECTORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN

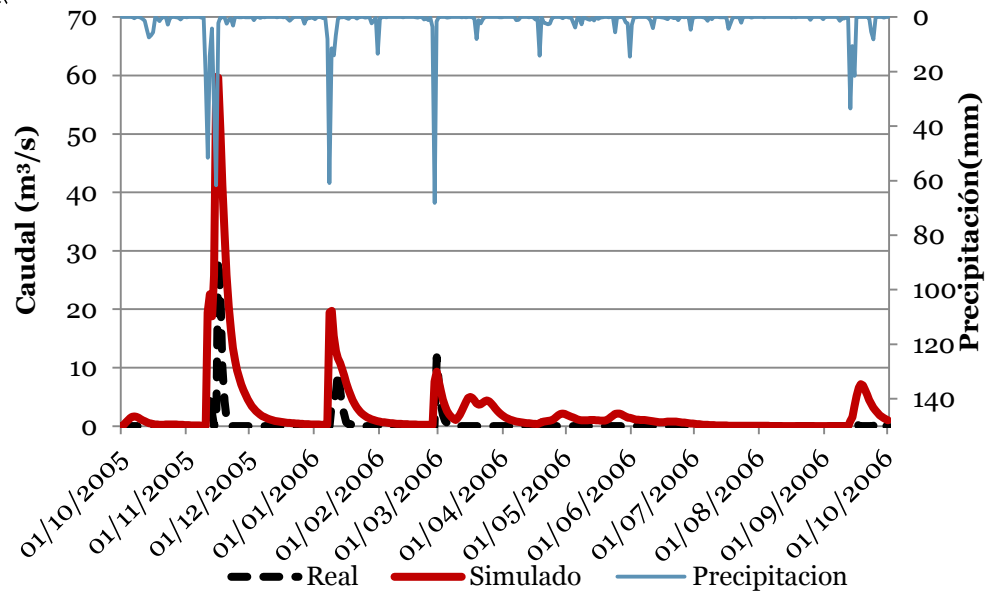
Factores Correctores	Valor	Factores Correctores	Valor
FC1 Almacenamiento estático	0.507	FC7 Pérdidas	19.346
FC2 Evaporación	2.521	FC8 Flujo Base	0
FC3 Infiltración	1.765	FC9 Velocidad del flujo base	0.0102
FC4 Escorrentía directa	0.474	Coefficiente de fusión de nieve (mm/°C día)	2
FC5 Percolación	71.519	Coefficiente de fusión de nieve por lluvia (mm/°C día)	6
FC6 Interflujo	251.219	Temperatura base para fusión de nieve (°C)	2

# Validación Spain02v2 nieve Vall d'Alba



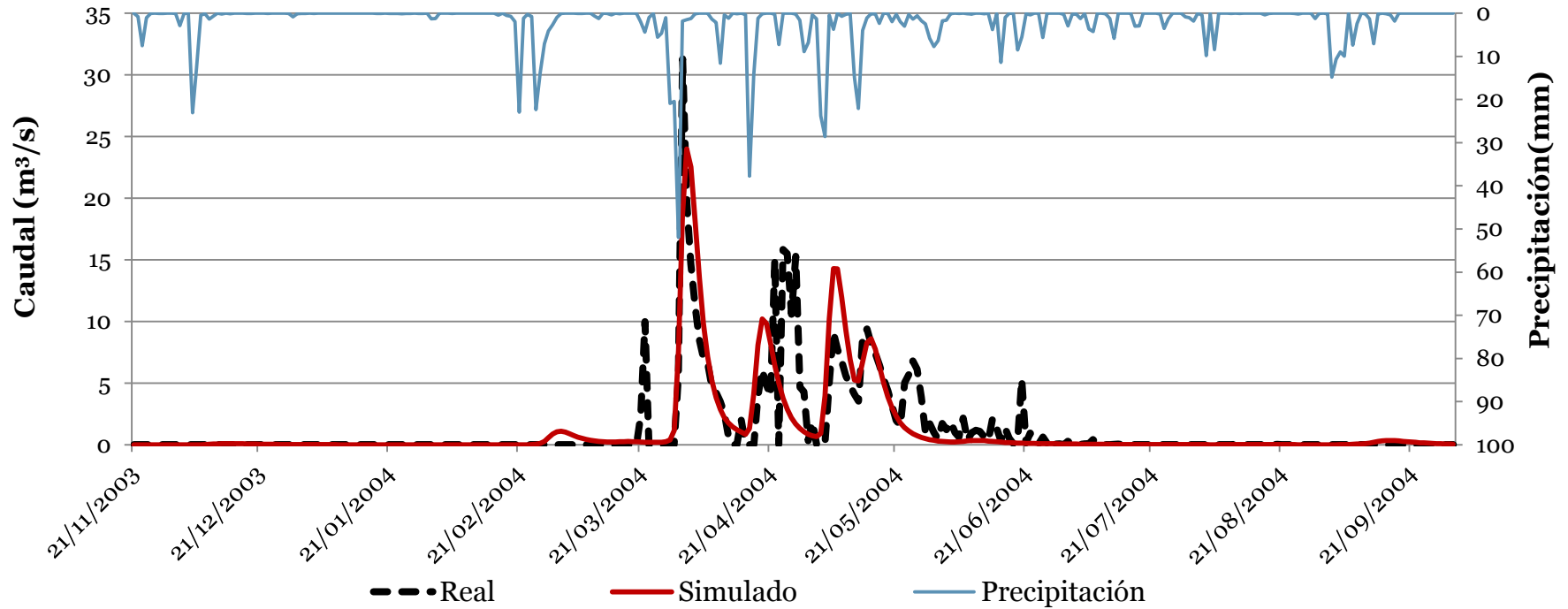
**Validación temporal**  
**NSE=0.602    Err.Vol=45.59%**

**Validación espacio-temporal**  
**NSE=-5.754    Err.Vol=582.87%**





# Calibración Spain02v4 nieve Vall d'Alba



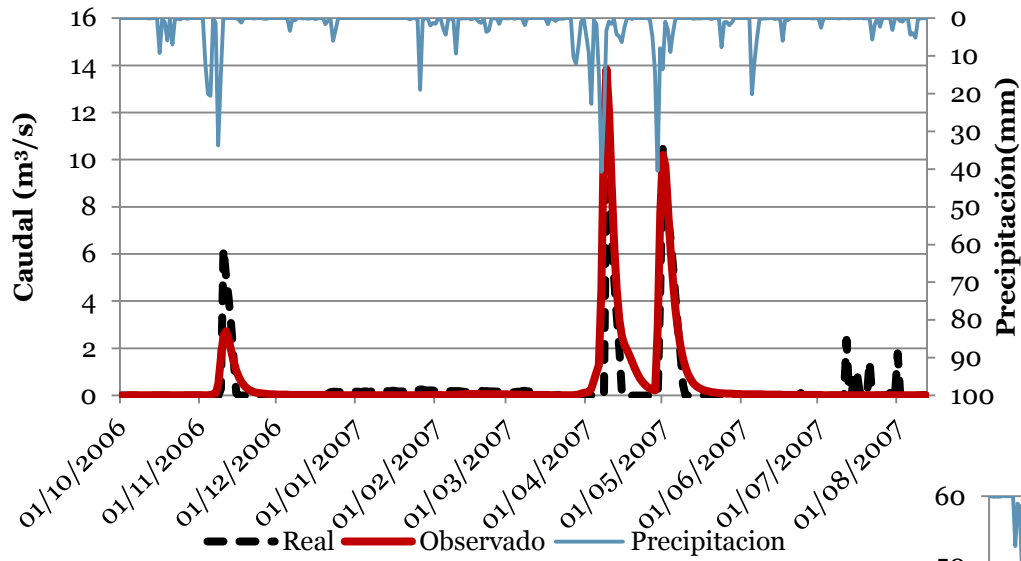
**NSE = 0.578**

**Err.Vol = -5.2%**

## FACTORES CORRECTORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN AUTOMÁTICA

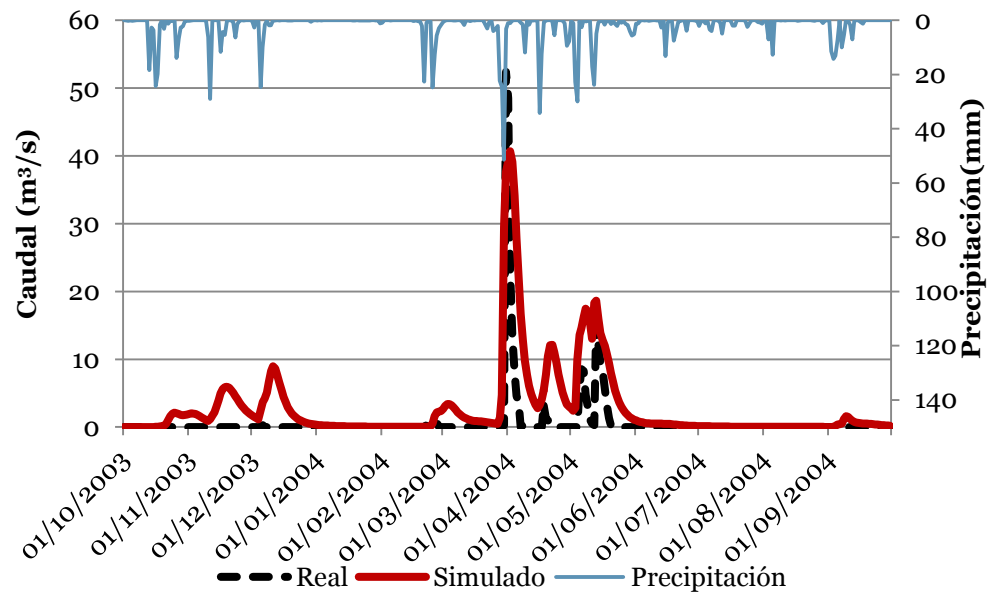
Factores Correctores	Valor	Factores Correctores	Valor
FC1 Almacenamiento estático	3.607	FC7 Pérdidas	91.960
FC2 Evaporación	1.616	FC8 Flujo Base	0
FC3 Infiltración	3.063	FC9 Velocidad del flujo base	0.006
FC4 Escorrentía directa	0.633	Coefficiente de fusión de nieve (mm/°C día)	0.727
FC5 Percolación	60.379	Coefficiente de fusión de nieve por lluvia (mm/°C día)	2
FC6 Interflujo	670.873	Temperatura base para fusión de nieve (°C)	-1.499

# Validación Spain02v4 nieve Vall d'Alba



**Validación temporal**  
**NSE=0.602    Err.Vol=47.56%**

**Validación espacio-temporal**  
**NSE=-5.754    Err.Vol=582.87%**



# Estimación del régimen hídrico

# Selección del modelo

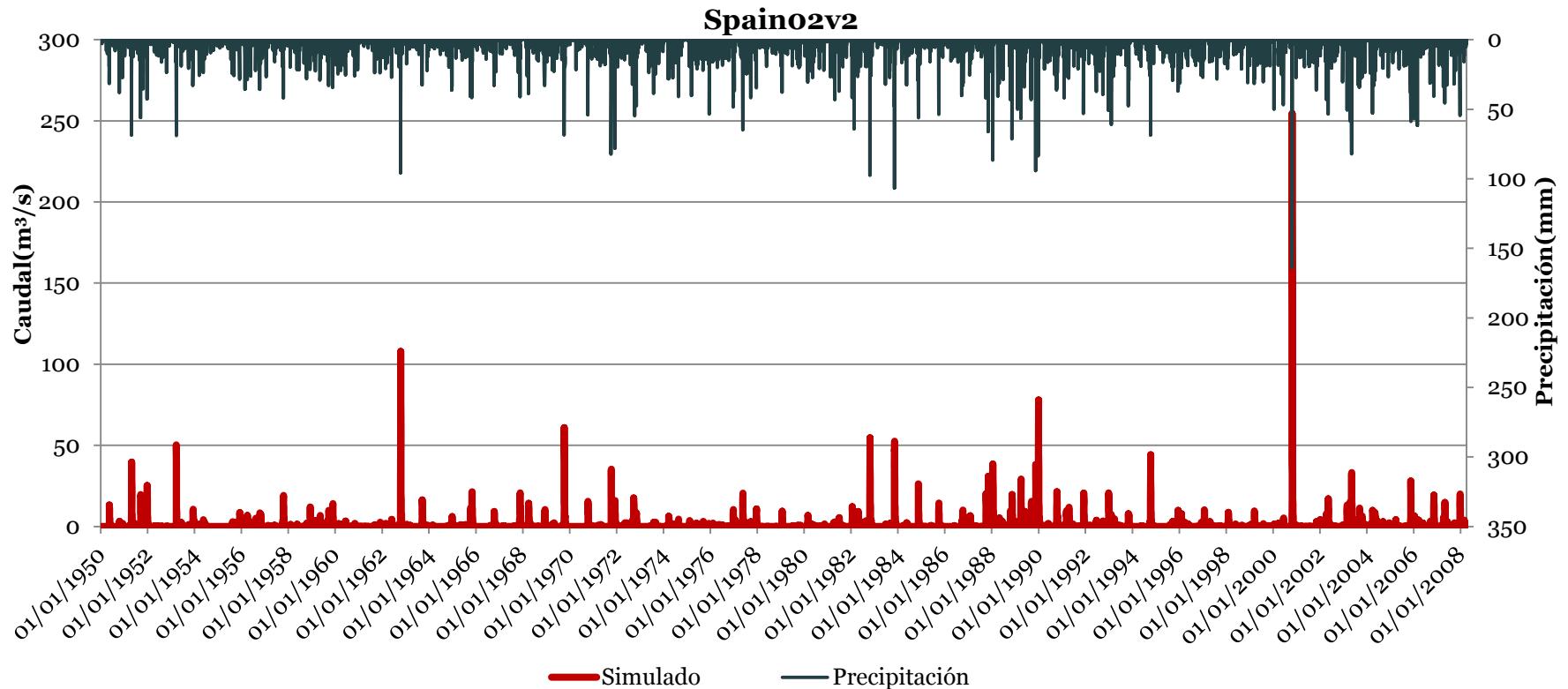
## **Modelo diferente en función del punto de desagüe**

- SAIH descartado
- Spain02 en M<sup>a</sup>Cristina y Vall d'Alba
  - Mala transposición de parámetros
- Comparación de la información meteorológica disponible
  - Representa mejor parte superior de la cuenca
  - Obvia los procesos de infiltración en el cauce

# Simulación Spain02v2

## Resultados

- Reproducción de la serie histórica



# Caracterización del régimen hídrico Spain02v2

## Caudales medios Coeficiente de variación

- Gran variabilidad

VALORES ESTADÍSTICOS ANUALES DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES DE SPAIN02V2

Año	Q_spain02v2 (m <sup>3</sup> /s)	Cv_spain02v2	Año	Q_spain02v2 (m <sup>3</sup> /s)	Cv_spain02v2
1950-51	1.399	3.157	1979-80	0.335	2.451
1951-52	0.829	3.496	1980-81	0.368	2.063
1952-53	0.788	5.571	1981-82	0.776	2.135
1953-54	0.594	2.330	1982-83	1.162	4.772
1954-55	0.129	3.440	1983-84	1.280	4.716
1955-56	0.655	2.101	1984-85	0.646	4.525
1956-57	0.508	2.705	1985-86	0.287	3.802
1957-58	0.611	3.714	1986-87	0.656	2.483
1958-59	1.080	1.771	1987-88	2.183	2.363
1959-60	0.703	2.353	1988-89	2.141	1.841
1960-61	0.100	2.419	1989-90	2.932	3.054
1961-62	0.356	1.833	1990-91	1.337	2.252
1962-63	2.272	4.624	1991-92	0.789	3.201
1963-64	0.098	2.099	1992-93	0.912	2.635
1964-65	0.343	2.128	1993-94	0.348	3.389
1965-66	0.774	3.478	1994-95	0.988	4.456
1966-67	0.312	3.614	1995-96	0.826	1.949
1967-68	0.995	2.816	1996-97	0.623	2.192
1968-69	0.515	2.477	1997-98	0.369	3.008
1969-70	1.099	5.332	1998-99	0.408	2.719
1970-71	0.452	3.883	1999-00	0.259	2.464
1971-72	1.954	2.378	2000-01	3.323	6.368
1972-73	0.641	2.322	2001-02	0.839	2.354
1973-74	0.425	2.287	2002-03	1.718	2.344
1974-75	0.344	1.832	2003-04	1.128	1.484
1975-76	0.286	1.411	2004-05	0.242	2.377
1976-77	1.081	2.168	2005-06	1.154	2.502
1977-78	0.358	3.604	2006-07	1.152	2.407
1978-79	0.254	3.890	2007-08	1.155	2.567

# Caracterización del régimen hídrico Spain02v2

## Caudales medios

## Coefficiente de variación

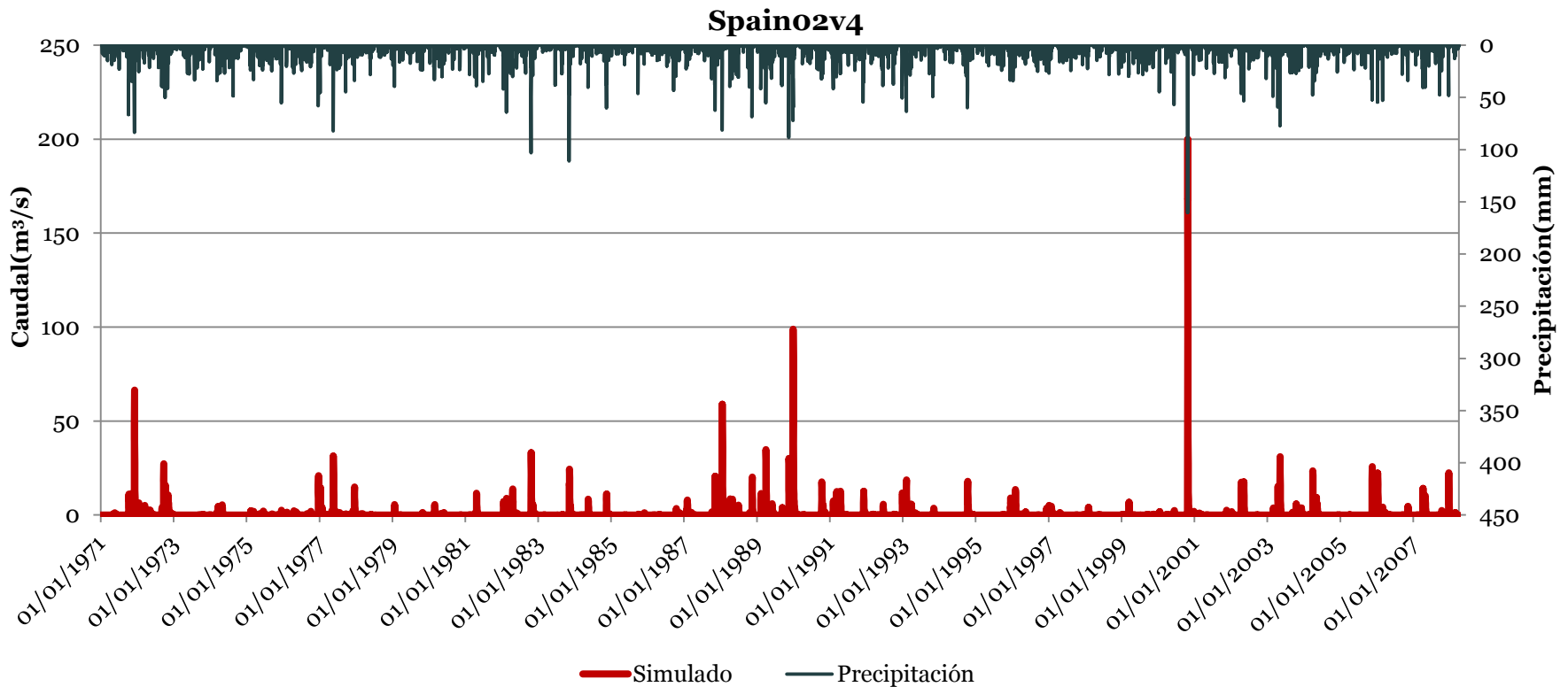
- Gran variabilidad

VALORES ESTADÍSTICOS MENSUALES DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES DE SPAIN02V2		
Mes	Q_spain02v2(m <sup>3</sup> /s)	Cv_spain02v2
Enero	0.693	4.380
Febrero	0.419	2.548
Marzo	0.608	3.792
Abril	0.841	3.055
Mayo	0.889	2.652
Junio	0.473	1.596
Julio	0.100	2.982
Agosto	0.163	3.170
Septiembre	0.681	3.083
Octubre	2.594	4.488
Noviembre	1.589	2.964
Diciembre	1.240	3.234

# Simulación Spain02v4

## Resultados

- Reproducción de la serie histórica





# Caracterización del régimen hídrico Spain02v4

## Caudales medios Coeficiente de variación

- Gran variabilidad

VALORES ESTADÍSTICOS ANUALES DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES DE SPAIN02V4

Año	Q_spain02v4 (m³/s)	Cv _spain02v4	Año	Q_Spain02v4 (m³/s)	Cv_ spain02v4
1970-71	3.884	2.382	1989-90	3.054	4.090
1971-72	2.378	3.148	1990-91	2.252	0.151
1972-73	2.322	3.221	1991-92	3.201	3.661
1973-74	2.287	2.695	1992-93	2.635	3.128
1974-75	1.832	2.214	1993-94	3.389	4.543
1975-76	1.411	1.776	1994-95	4.456	5.182
1976-77	2.169	2.846	1995-96	1.949	2.747
1977-78	3.604	4.196	1996-97	2.193	2.232
1978-79	3.890	5.546	1997-98	3.008	3.568
1979-80	2.452	2.871	1998-99	2.7191	4.674
1980-81	2.064	5.369	1999-00	2.465	2.664
1981-82	2.136	3.155	2000-01	6.368	7.320
1982-83	4.772	5.375	2001-02	2.354	3.760
1983-84	4.717	4.255	2002-03	2.344	4.133
1984-85	4.526	5.797	2003-04	1.484	2.532
1985-86	3.802	2.304	2004-05	2.377	1.401
1986-87	2.483	2.626	2005-06	2.502	3.796
1987-88	2.364	3.056	2006-07	2.407	3.407
1988-89	1.841	2.756	2007-08	2.567	3.546

# Caracterización del régimen hídrico Spain02v4

## Caudales medios

## Coeficiente de variación

- Gran variabilidad

<b>VALORES ESTADÍSTICOS MENSUALES DE LA SERIE TEMPORAL DE CAUDALES DE SPAIN02V4</b>		
<b>Mes</b>	<b>Q_spain02v4(m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Cv_Spain02v4</b>
<b>Enero</b>	<b>0.984</b>	<b>4.046</b>
<b>Febrero</b>	<b>0.569</b>	<b>2.931</b>
<b>Marzo</b>	<b>0.610</b>	<b>2.624</b>
<b>Abril</b>	<b>0.921</b>	<b>2.911</b>
<b>Mayo</b>	<b>1.027</b>	<b>2.568</b>
<b>Junio</b>	<b>0.558</b>	<b>1.158</b>
<b>Julio</b>	<b>0.132</b>	<b>1.668</b>
<b>Agosto</b>	<b>0.174</b>	<b>0.339</b>
<b>Septiembre</b>	<b>0.637</b>	<b>2.349</b>
<b>Octubre</b>	<b>2.467</b>	<b>3.818</b>
<b>Noviembre</b>	<b>1.952</b>	<b>1.602</b>
<b>Diciembre</b>	<b>1.309</b>	<b>4.785</b>

# Régimen de crecidas

## **Análisis estadístico**

- Relacionar la magnitud de eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia
- Empleo de distribución de probabilidad
- Estimación de la frecuencia del evento de crecida
- Procedimiento
  - Función de distribución empírica
  - Selección del mejor ajuste de las funciones de distribución
    - General Extreme Value(GEV)
    - Two Component Extreme Value (TCEV)
    - Gumbel
- Obtención de resultados mediante el programa AFINS

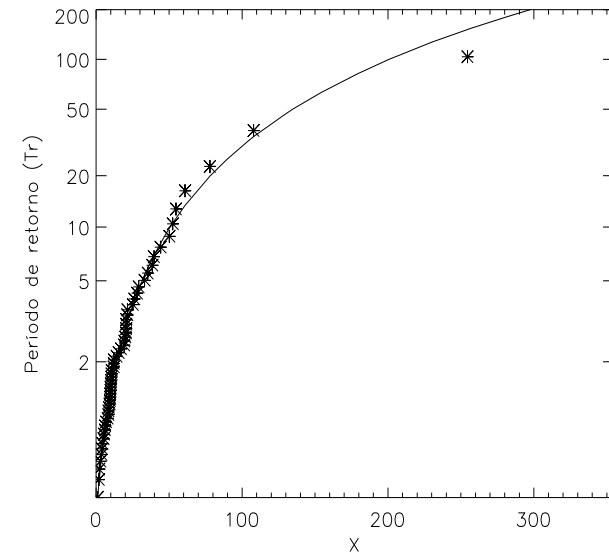
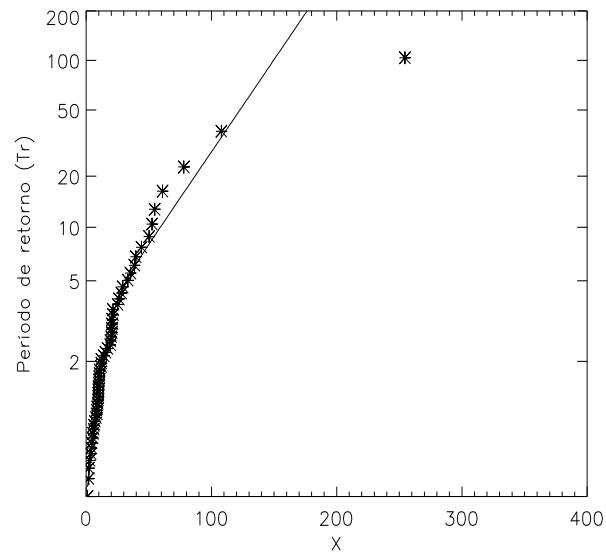
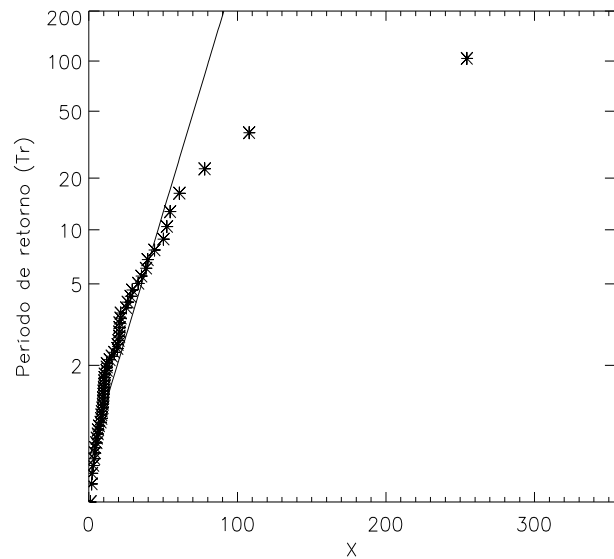
# Régimen de crecidas

## Análisis estadístico

- Resultados Spain02v2

PARÁMETROS DE LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN

GUMBEL		TCEV		GEV	
Theta	0.068726	Theta1	0.187112	Beta	-0.551015
Lambda	2.57424	Lambda1	4.3623	Alpha	9.02876
		Theta2	0.0259635	X <sub>0</sub>	10.444
		Lambda2	0.488423		



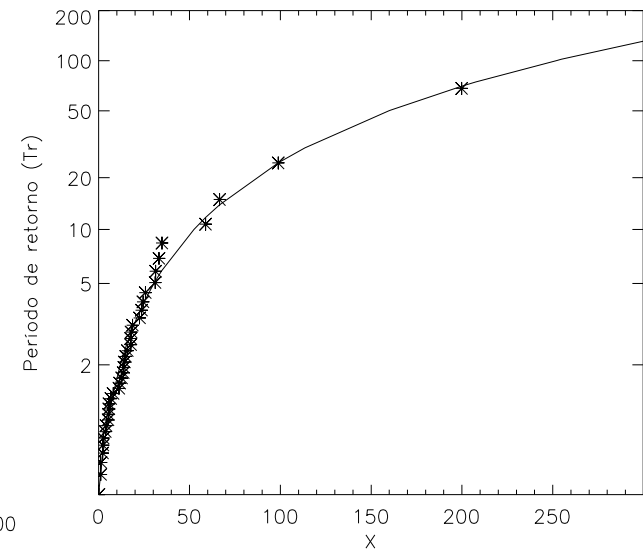
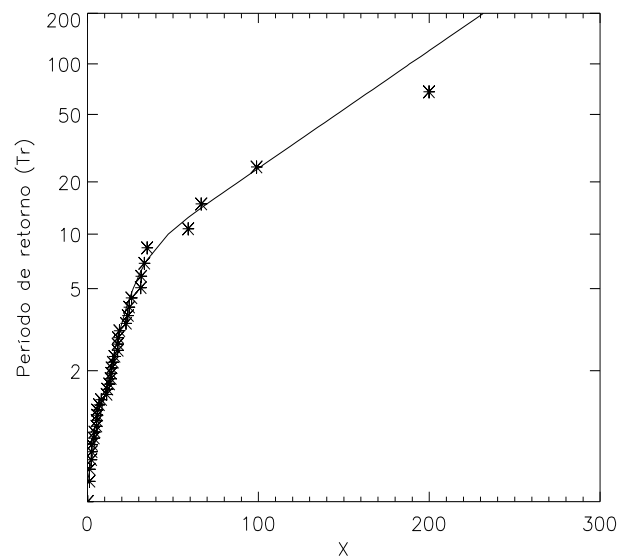
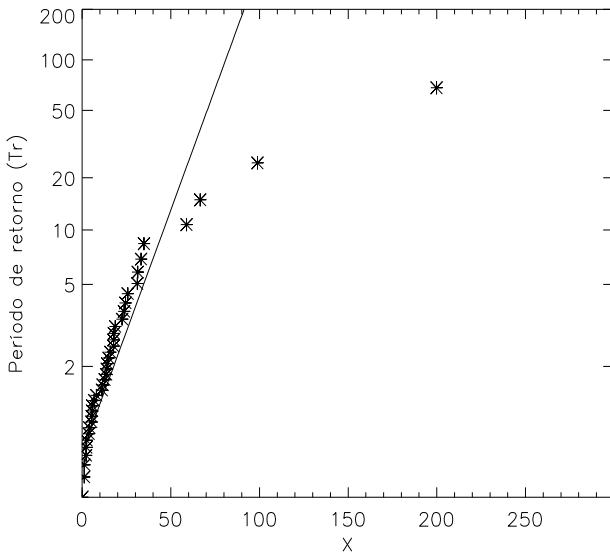
# Régimen de crecidas

## Análisis estadístico

- Resultados Spain02v4

PARÁMETROS DE LAS FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN

GUMBEL		TCEV		GEV	
Theta	0.0670068	Theta1	0.13378	Beta	-0.633573
Lambda	2.2767	Lambda1	2.97337	Alpha	8.84658
		Theta2	0.0162319	X <sub>0</sub>	8.30113
		Lambda2	0.215253		



# Régimen de crecidas

## Análisis estadístico

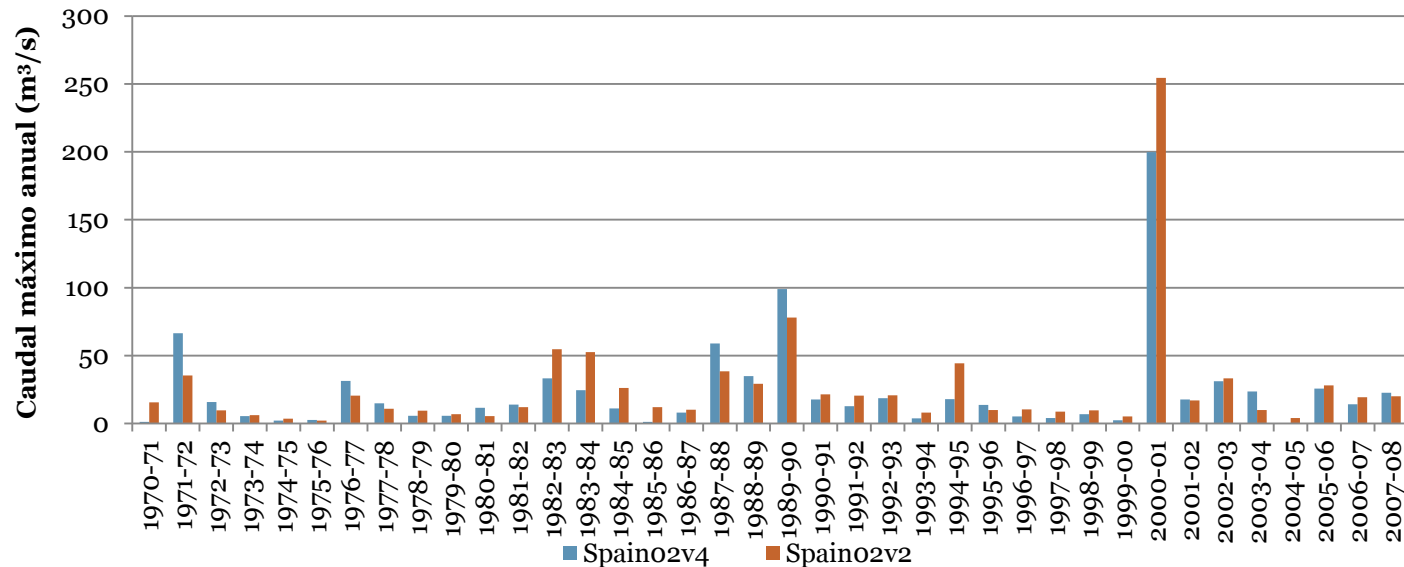
- Resultados

CUANTILES		
T(años)	Caudal diario máximo anual(m <sup>3</sup> /s) _Spain02v2	Caudal diario máximo anual(m <sup>3</sup> /s)_Spain02v4
5	31.5	30.4
10	50.7	52.4
25	89.5	100.3
50	134.7	159.7
100	200.7	251.8

# Régimen de crecidas

## Análisis estadístico

- Comparación



VALORES ESTADÍSTICOS ASOCIADOS A LA SERIE DE CAUDAL MÁXIMO		
	Spain02v2	Spain02v4
Media (m³/s)	24.46	23.26
Desviación Estándar (m³/s)	36.67	35.51
Coefficiente de asimetría	4.74	3.79
Curtosis	27.29	16.75

# Conclusiones



# Influencia de la información meteorológica de entrada

## **Proviene de dos fuentes:**

- SAIH: información puntual con registros continuos y distribución heterogénea
  - La distribución heterogénea de los pluviómetros no permite caracterizar la variabilidad de la precipitación
  - Información a tiempo real

# Influencia de la información meteorológica de entrada

## **Proviene de dos fuentes:**

- SAIH: información puntual con registros continuos y distribución heterogénea
- Spain02: información interpolada distribuida en mallas
  - La versión Spain02v4 con mejor resolución ha mostrado una mayor aptitud tanto en la validación como la calibración del modelo
  - Tiene una peor adecuación la versión Spain02v2 por su peor resolución
  - La creación de la malla permite la caracterización de la variabilidad de la precipitación siendo mejor la representación conforme aumenta la resolución
  - La introducción de la nieve
    - Mejora del modelo con el Spain02v4 y el Spain02v2
    - Empeoramiento con el SAIH
    - La causa es la caracterización la lluvia
  - La falta de continuidad del modelo

# Estimación del régimen hídrico en Vall d'Alba

## **Implementación del modelo**

- Necesidad de emplear un modelo diferente en función del punto de desagüe establecido
  - Mala transposición de parámetros por los procesos de reinfiltración

# Estimación del régimen hídrico en Vall d'Alba

## **Implementación del modelo**

- Necesidad de emplear un modelo diferente en función del punto de desagüe establecido
  - Mala transposición de parámetros por los procesos de reinfiltración

## **Comparación de los resultados**

- Existencia de variabilidad entre las series
- La simulación asociada al Spain02v2 presenta mayor dispersión con respecto a los resultados del Spain02v4

# Estimación del régimen hídrico en Vall d'Alba

## **Implementación del modelo**

- Necesidad de emplear un modelo diferente en función del punto de desagüe establecido
  - Mala transposición de parámetros por los procesos de reinfiltración

## **Comparación de los resultados**

- Existencia de variabilidad entre las series
- La simulación asociada al Spain02v2 presenta mayor dispersión con respecto a los resultados del Spain02v4

## **Análisis estadístico**

- Los cuantiles obtenidos con Spain02v4 son mayores en términos generales a los asociados con la serie Spain02v2
  - Incremento de la diferencia conforme aumenta el periodo de retorno

**El modelo seleccionado es el Spain02v4 con nieve**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE CAMINOS, CANALES Y  
PUERTOS



# Estudio del régimen hídrico en la Rambla de la Viuda (Provincia de Castellón). Análisis de la influencia de la información estándar en el modelo hidrológico.

Proyecto Final de Carrera Tipo II  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Alumno: Ana Sánchez García  
Tutor: Félix Francés García