

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS DE CAMINS, CANALS I PORTS  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



Projecte final de carrera:  
ESTUDI SOBRE LA INFLUÈNCIA DELS CANVIS DELS  
USOS DEL SÒL EN EL RÈGIM HÍDRIC DE RECURSOS I  
CRESCUDES A LA RAMBLA DEL POYO (VALÈNCIA)

Autor: Àlvar Escrivà i Bou  
Tutor: Félix Francés García

Titulació: Enginyer Tècnic d'Obres Públiques, especialitat en Hidrologia  
Projecte de Modalitat II  
Octubre de 2006

---

# 1. INTRODUCCIÓ

---

# INTRODUCCIÓ

---

- **Motivació**

- Els ecosistemes mediterranis han esdevingut models de transformació antròpics.
- Canvis en el territori propicien canvis en la coberta vegetal, modificant el cicle hidrològic.

- **Objectiu**

- Ajudar a comprendre i quantificar els efectes de la variació dels usos del sòl en el cicle hidrològic:
    - Estudi de "*recursos*".
    - Estudi de "*crescudes*".
  - Context geogràfic: Conca de la Rambla del Poyo
  - Marc teòric: Modelació hidrològica distribuïda
-

# INTRODUCCIÓ

---

## Estructura general de l'estudi Procediment

**Descripció de  
la conca**

- Localització i característiques principals
- Topografia
- Litoestratigrafia
  - Precipitacions
  - ETP
  - Aforaments
- Edafologia
- Usos del sòl

**Modelització**

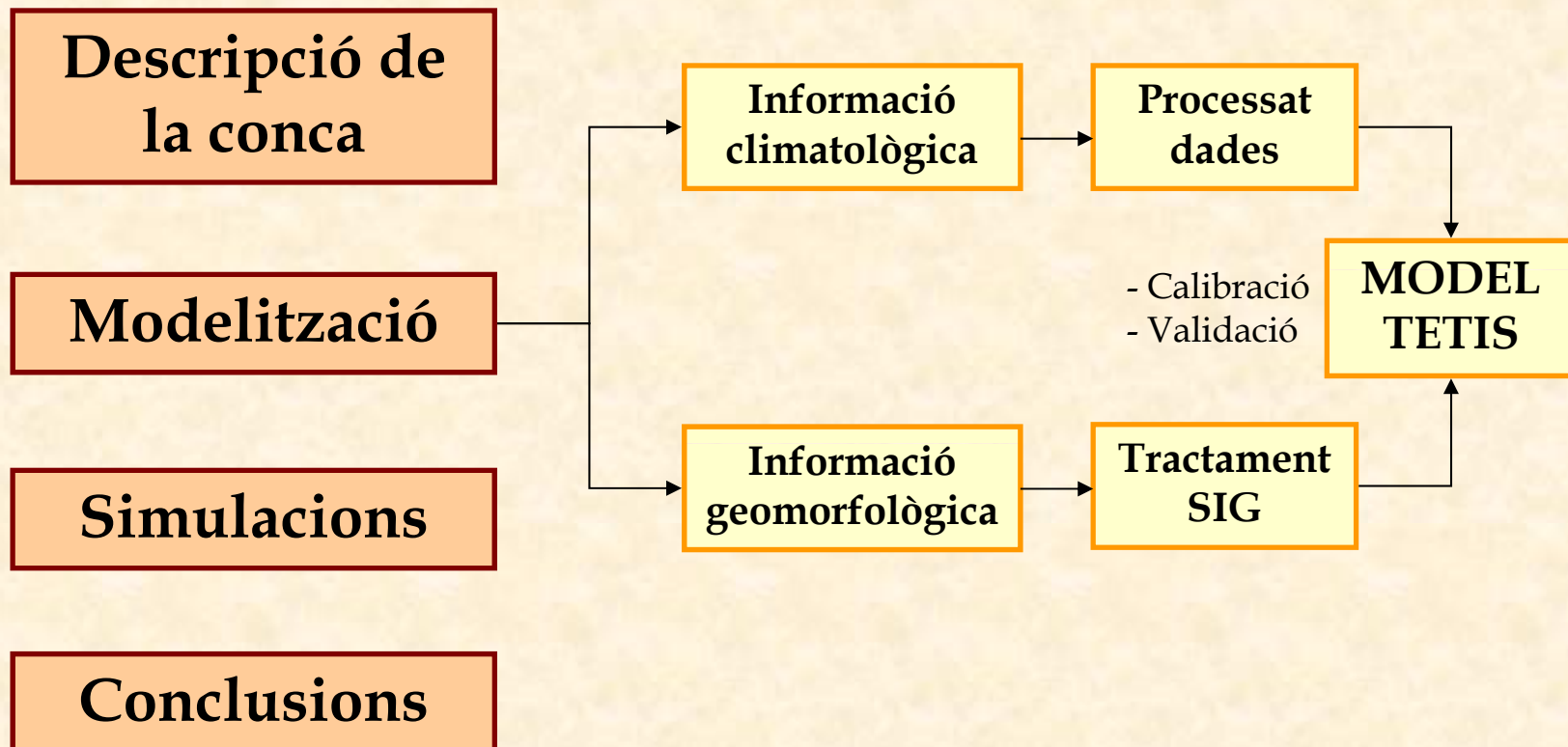
**Simulacions**

**Conclusions**

---

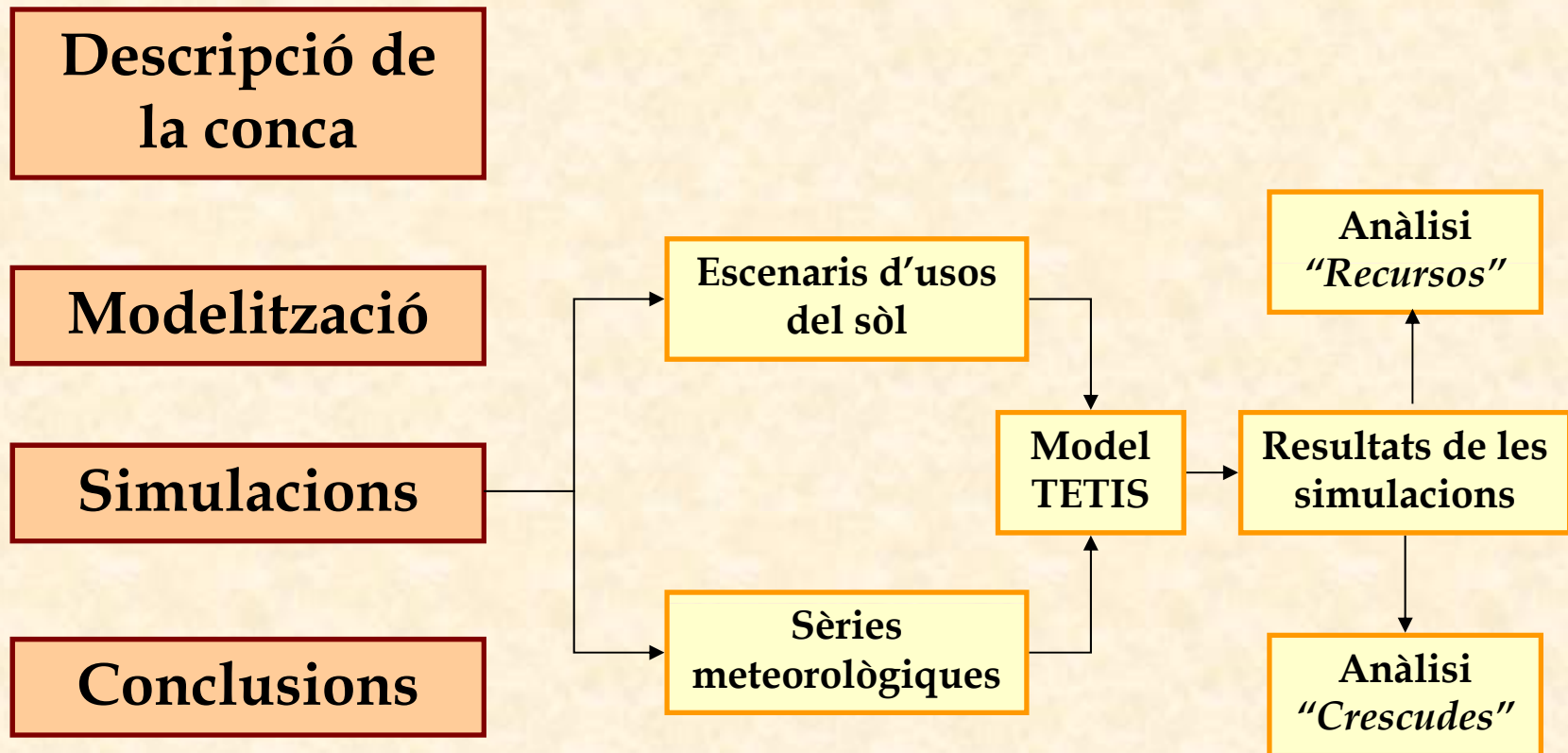
# INTRODUCCIÓ

## Estructura general de l'estudi Procediment



# INTRODUCCIÓ

## Estructura general de l'estudi Procediment



---

## **2. DESCRIPCIÓ DE LA CONCA**

**Situació i característiques principals**

**Xarxa de drenatge**

**Litoestratigrafia**

**Edafologia**

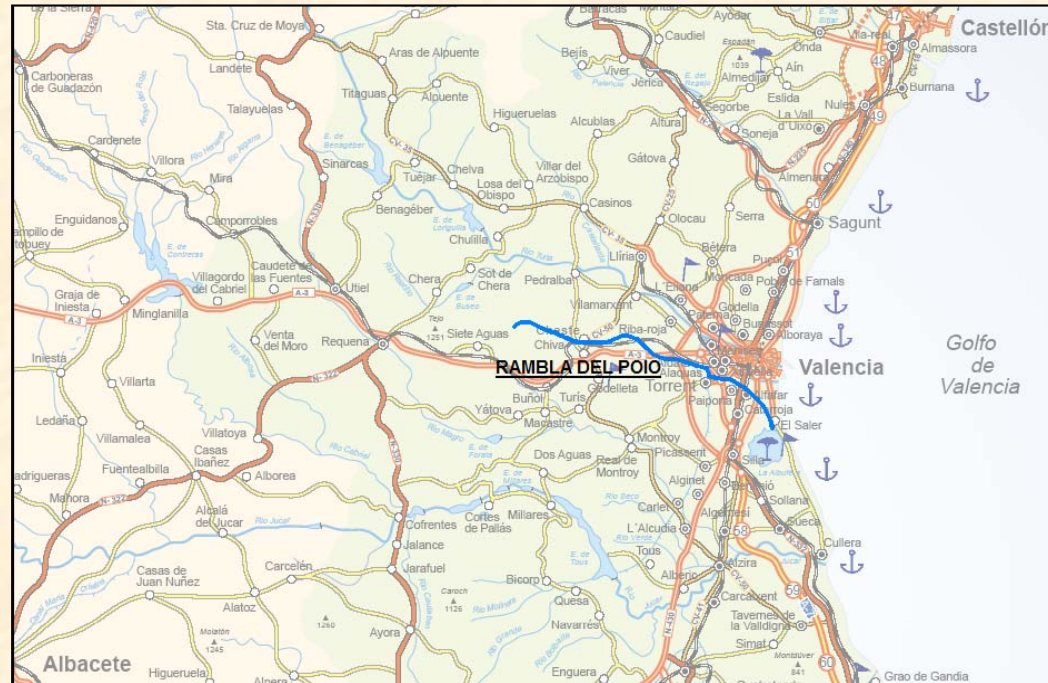
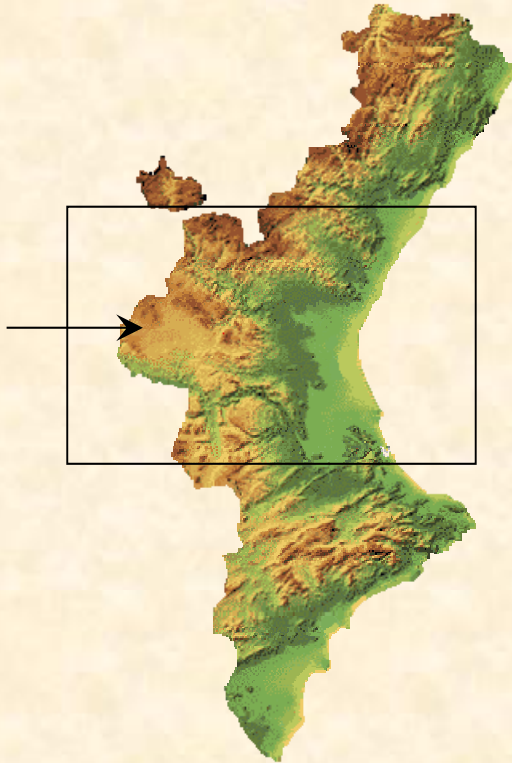
**Usos del sòl**

---



# DESCRIPCIÓ DE LA CONCA

## Situació





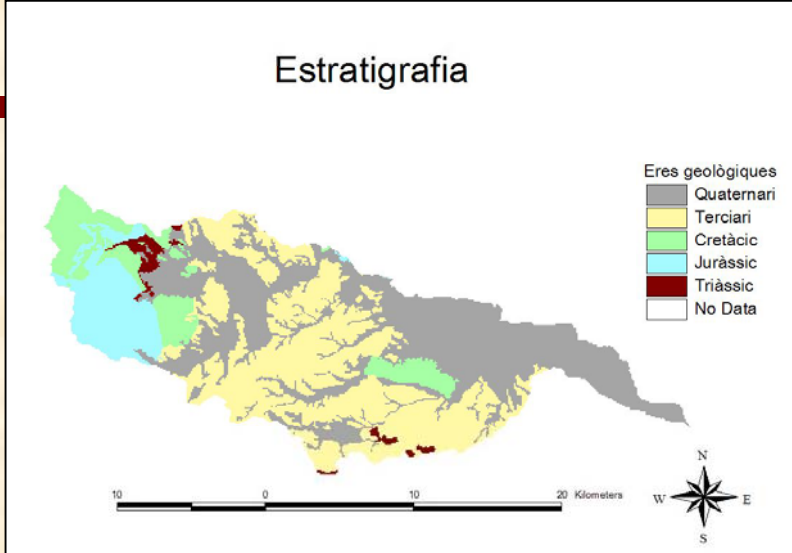
# DESCRIPICIÓ DE LA CONCA

---

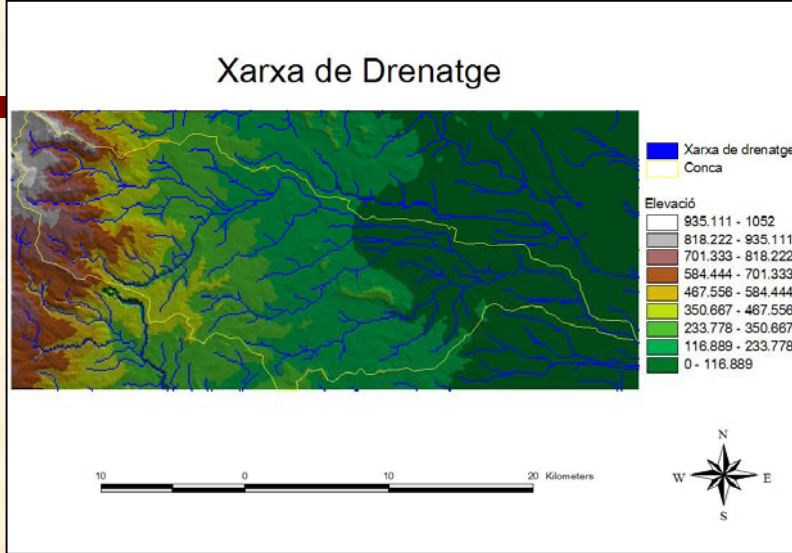
## Característiques principals

- Superfície de la conca: 383,20 km<sup>2</sup>.
  - Longitud del recorregut principal: 57,26 km.
  - Pendent mitjana: 1,29%.
  - Principals poblacions: Torrent, Catarroja, Massanassa, Paiporta, Xest i Xiva.
  - Tres ambients diferenciats:
    - Muntanyes interiors.
    - Espais intermitjos de transició.
    - Planes costaneres.
-

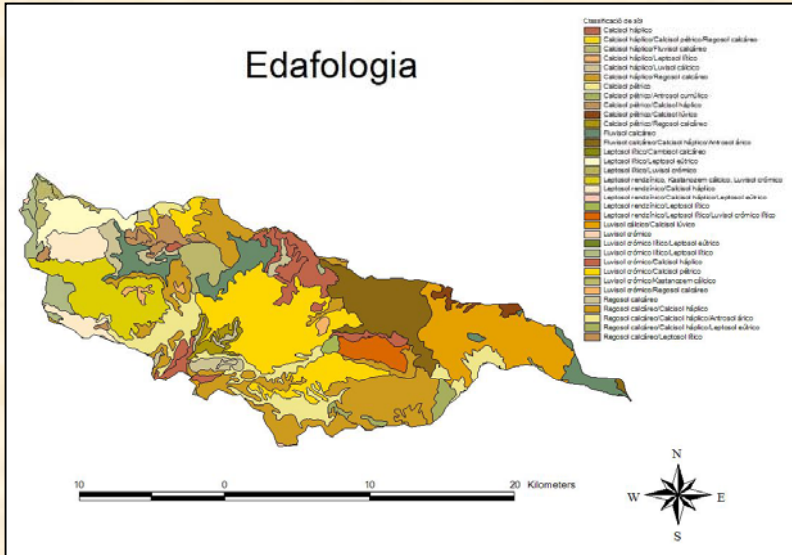
### Estratigrafia



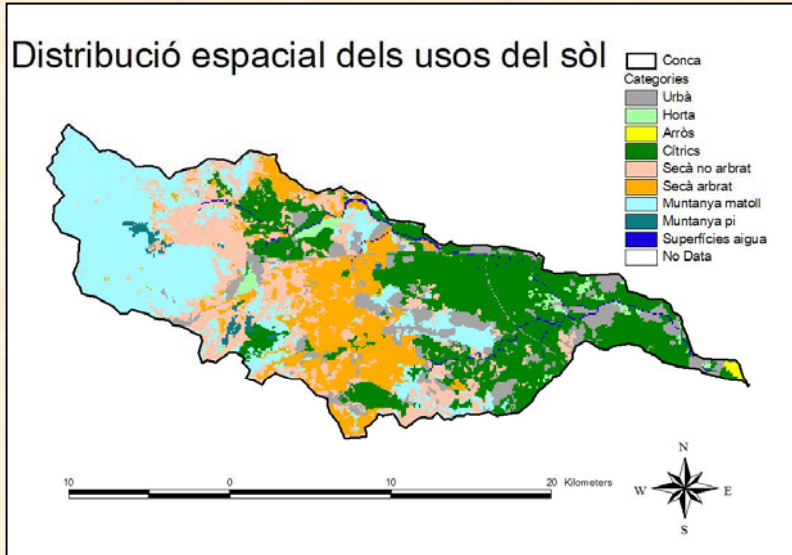
### Xarxa de Drenatge



### Edafologia

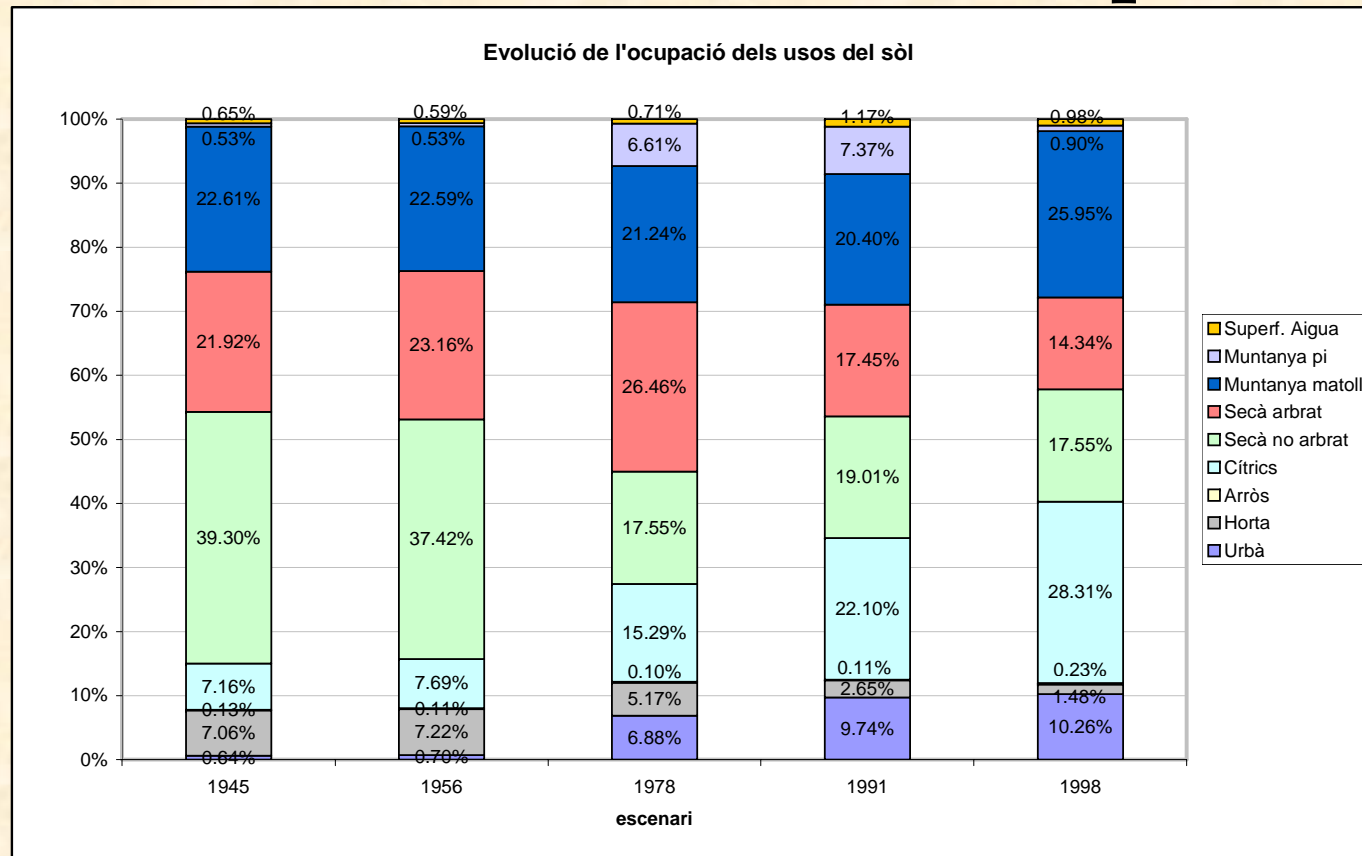


### Distribució espacial dels usos del sòl



# DESCRIPICIÓ DE LA CONCA

## Usos del sòl: evolució temporal



---

# **3. MODELITZACIÓ**

**Descripció del model**

**Informació climatològica**

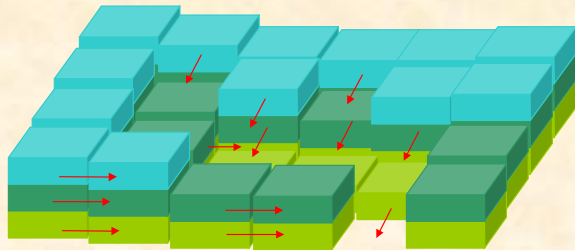
**Informació de la conca per a la modelització**

**Calibració i validació del model**

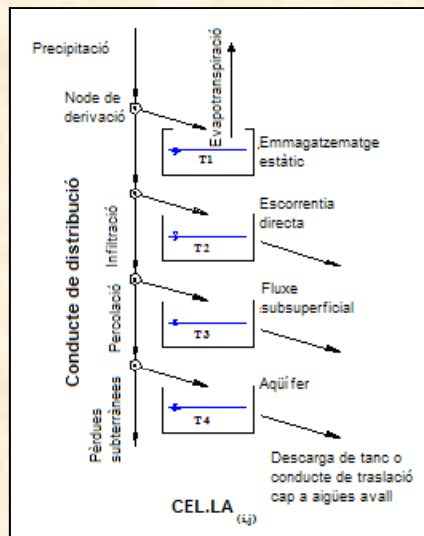
---

# MODELITZACIÓ

## Descripció del model TETIS



- Model hidrològic distribuït de tipus conceptual desenvolupat pel DIHMA.



- La producció de flux hidrològic es realitza per mitjà d'esquemes conceptuals simples adaptats a l'escala de cadascuna de les cel.les en que es dividix la conca i a l'interval de temps que es considera per a la modelització.



# MODELITZACIÓ

## Informació climatològica

- **Sèries de precipitacions**

- 13 estacions meteorològiques de l'INM.
- En la calibració s'usaran les dades de 7 anys –de 1997 a 2003–.
- En les simulacions la sèrie constarà de 52 anys hidrològics –de 1950 a 2002–.

- **Sèrie d'evapotranspiració potencial**

1. Obtesa a partir de la temperatura mitjana mensual mitjançant l'expressió de Thornthwaite.

$$E = 1.6 \cdot \left(10 \cdot \frac{T}{I}\right)^a$$

on:

$E$ : evaporació mensual en mm/dia

$T$ : temperatura mitjana del mes

$I = \sum I_j$ ; amb  $j=1,2,\dots,12$ , on  $i_j = (T_j/5)^{1.514}$

$T_j$ : temperatura mitjana del mes  $j$

$a = 6.75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7.71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0.01792 \cdot I + 0.49239$



# MODELITZACIÓ

## Sèries de precipitacions

- 13 estacions meteorològiques de l'INM.
- En la calibració s'usaran les dades de 7 anys – de 1997 a 2003 –.
- En les simulacions la sèrie constarà de 52 anys hidrològics – de 1950 a 2002 –.

## Sèrie d'evapotranspiració potencial

1. Obtesa a partir de la temperatura mitjana mensual mitjançant l'expressió de Thornthwaite.
2. Corregida mitjançant el quocient entre l'ETP segons Penman i Thornthwaite a València.
3. Desagregació diària.

$$ETP_i = ETP(mes) \cdot \frac{T_i^a}{T_1^a + T_2^a + \dots + T_{30}^a}$$

## Sèrie de cabals mitjans diaris observats

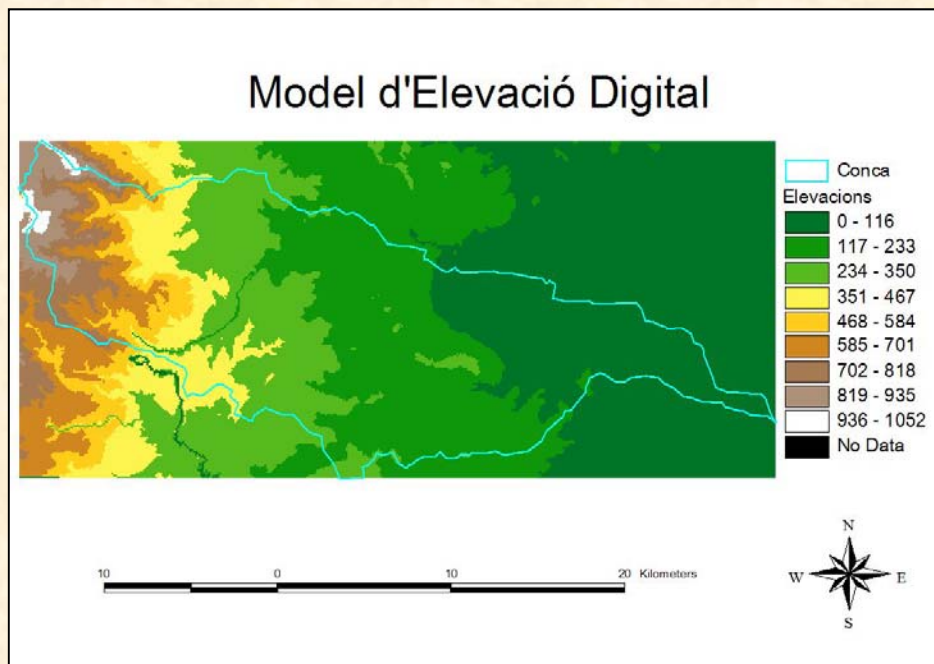
- Dades d'una estació d'aforament de la xarxa de la CHJ.
- Superfície de la conca aforada és de 183,6 dels 383,2 km<sup>2</sup> del total.
- Sèrie contínua des de desembre de 1997 fins juny de 2003.

	gener	febrer	març	abril	maig	juny	juliol	agost	setembre	octubre	novembre	desembre
ETP (Thornthwaite)	20.3	25.1	40.2	53.3	81.5	123.1	144	137.9	106	69.1	40.2	24.4
ETP (Penman)	23.9	33.4	63.8	82.6	112	149.2	156	139	84	52.7	27.1	22
Coeficient P/T	1.1773	1.3307	1.5871	1.5497	1.3742	1.2120	1.0833	1.0080	0.7925	0.7627	0.6741	0.9016

# MODELITZACIÓ

## Informació de la conca per a la modelització

- Model d'elevació digital



- Construït a partir de les corbes de nivell amb el sistema ArcGis.
- Tamany de cel.la de 100 metres.
- A partir d'este s'ha obtès gran quantitat d'informació en altres capes temàtiques necessàries per a la modelització.

# MODELITZACIÓ

---

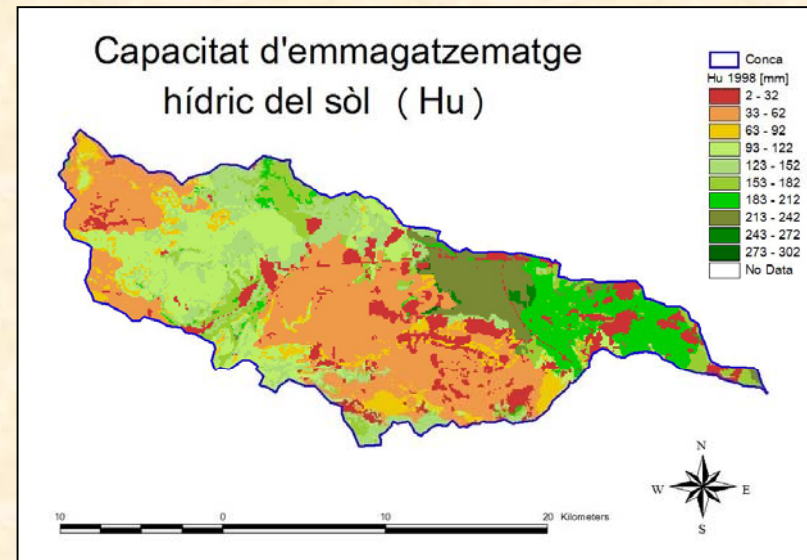
## Informació de la conca per a la modelització

- **Estimació dels paràmetres hidrològics: Metodologia**
    - Obtenir la tendència espacial dels paràmetres hidrològics del terreny:
      - i. Capacitat d'emmagatzematge hídric del sòl,  $H_u$
      - ii. Conductivitat hidràulica del sòl,  $K_s$
      - iii. Conductivitat hidràulica del substrat del sòl,  $K_p$
    - L'estimació s'ha fet en funció de la informació disponible a la zona d'estudi.
    - La tècnica usada per a l'estimació ha sigut la regressió múltiple per mínims quadrats ponderats a partir de la informació ambiental.
    - També s'han creat mapes que tinguen en compte les pèrdues inicials en forma d'intercepció i emmagatzematge deguts a la coberta vegetal que s'afegiran a l' $H_u$ .
-

# MODELITZACIÓ

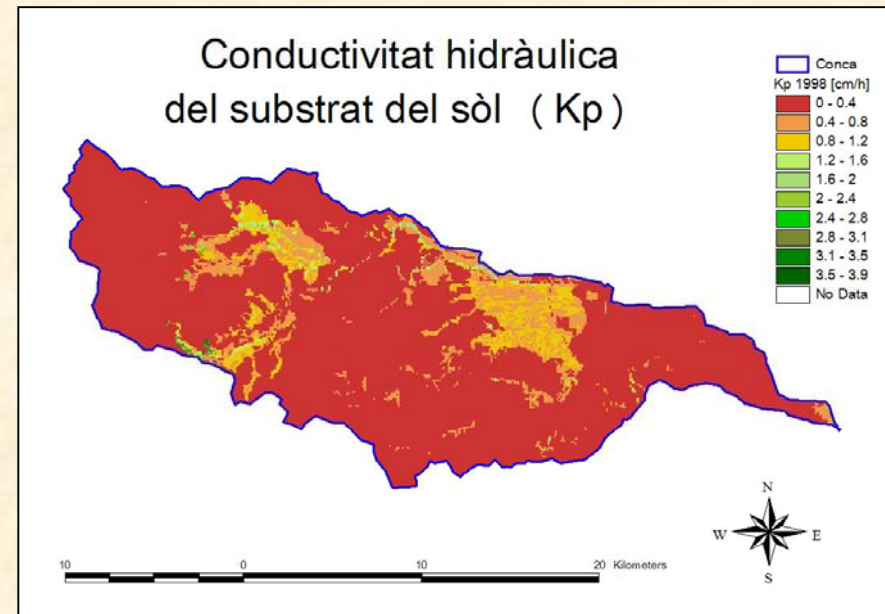
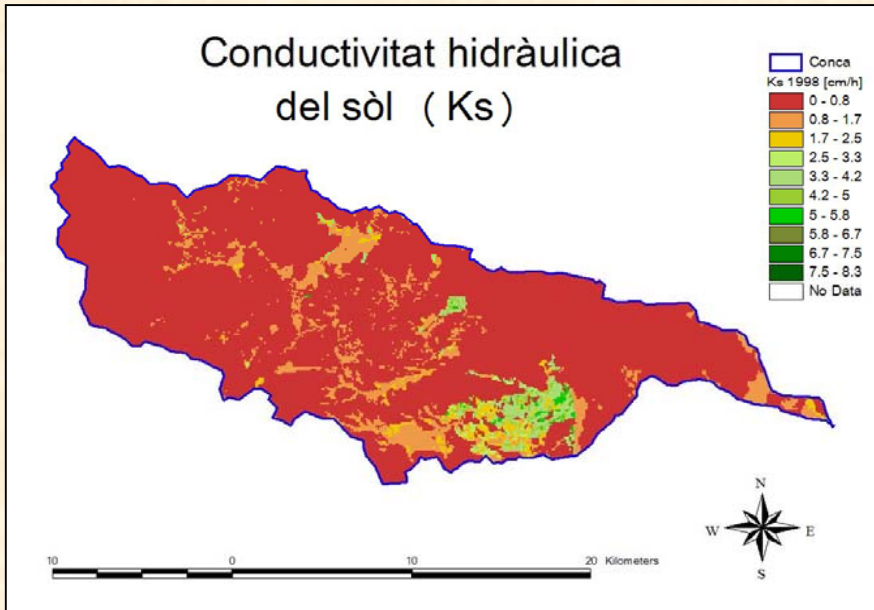
## Informació de la conca per a la modelització

- Estimació dels paràmetres hidrològics:  
Mapes dels paràmetres hidrològics finals
  - Tot el procediment exposat s'ha realitzat per a cadascun dels escenaris d'usos del sòl, obtenint la distribució espacial dels mapes de paràmetres hidrològics inicials.





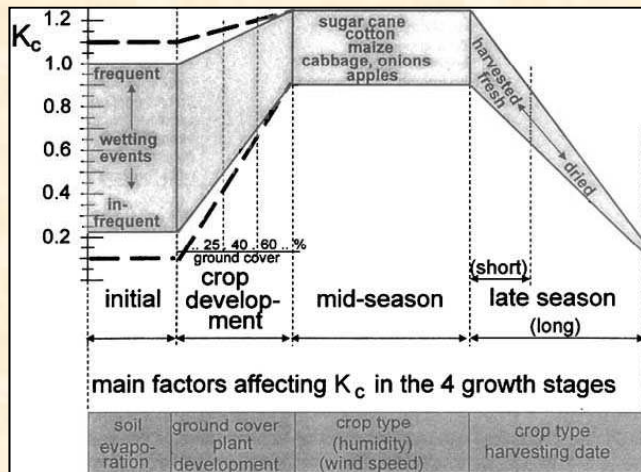
# MODELITZACIÓ



# MODELITZACIÓ

## Informació de la conca per a la modelització

- Generació del mapa de cobertures vegetals per al càlcul de l'evapotranspiració: Introducció



- A partir dels mapes d'usos del sòl s'obtidran els factors de vegetació que determinaran l'evapotranspiració de cadascuna de les cobertures vegetals.
- La metodologia es basa en la divisió en etapes de desenvolupament dels conreus –obtesa de la FAO– i assignació de factors de vegetació associats.
- Com que sols hi ha informació sobre els conreus, la metodologia s'ha extrapolat per a les superfícies no conreades.



# MODELITZACIÓ

---

## Informació de la conca per a la modelització

Longitud de les etapes de desenvolupament i factor de vegetació per als conreus considerats en la classe Horta

- Generació del mapa de cobertures vegetals per al càlcul de l'evapotranspiració
    - Horta: Ceba, creïlla, tomaca, meló i faba.
    - Arròs
    - Cítrics: per al 20, 50 i 70% de cobertura del sòl.
    - Secà no arbrat: blat i alfals.
    - Secà arbrat: olivera i vinya.
    - Muntanya de matoll
    - Muntanya de pi
-

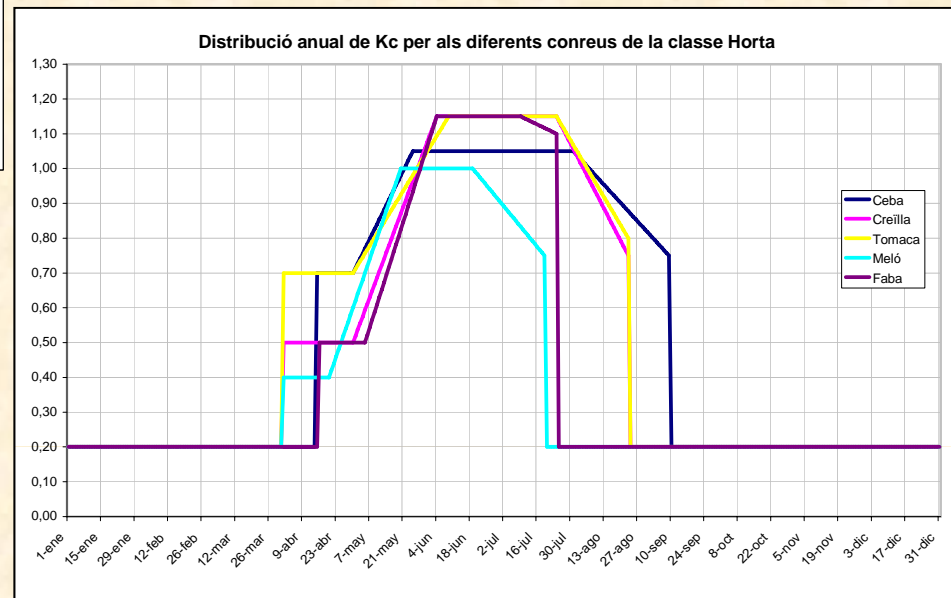
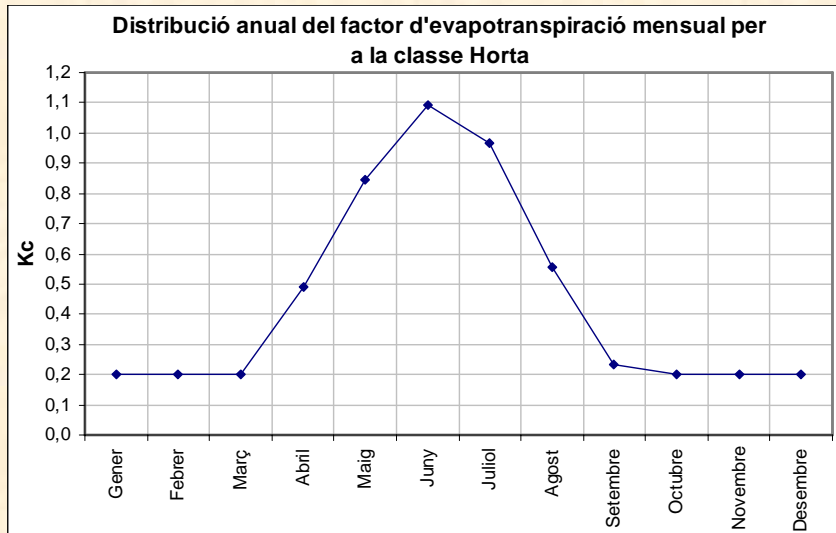
# MODELITZACIÓ

Tomaca			Meló		
<i>Període</i>	<i>Longitud (dies)</i>	<i>Kc</i>	<i>Període</i>	<i>Longitud (dies)</i>	<i>Kc</i>
Inicial	30	0,7	Inicial	20	0,4
Desenvolupament	40	creixent	Desenvolupament	30	creixent
Mitjà	45	1,15	Mitjà	30	1
Tardà	30	0,8	Tardà	30	0,75
Total	145		Total	110	
Plantació	Abril		Plantació	Abril	

Ceba			Creilla		
<i>Període</i>	<i>Longitud (dies)</i>	<i>Kc</i>	<i>Període</i>	<i>Longitud (dies)</i>	<i>Kc</i>
Inicial	15	0,7	Inicial	30	0,5
Desenvolupament	25	creixent	Desenvolupament	35	creixent
Mitjà	70	1,05	Mitjà	50	1,15
Tardà	40	0,75	Tardà	30	0,75
Total	150		Total	145	
Plantació	Abril		Plantació	Abril	

Faba		
<i>Període</i>	<i>Longitud (dies)</i>	<i>Kc</i>
Inicial	20	0,5
Desenvolupament	30	creixent
Mitjà	35	1,15
Tardà	15	1,1
Total	150	
Plantació	Abril	

# MODELITZACIÓ



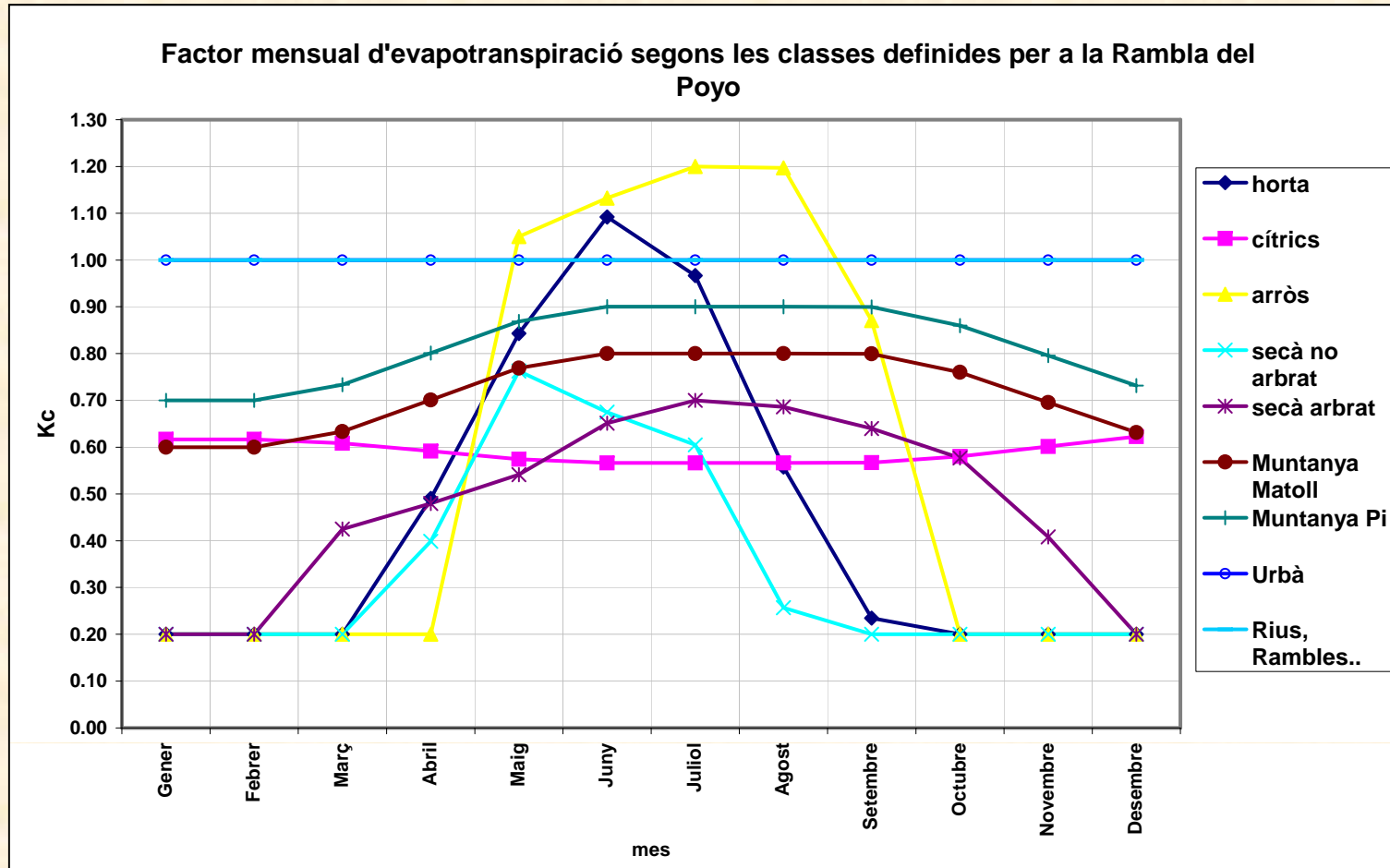
# MODELITZACIÓ

---

## Informació de la conca per a la modelització

- Generació del mapa de cobertures vegetals per al càlcul de l'evapotranspiració: Resultats finals
-

# MODELITZACIÓ



# MODELITZACIÓ

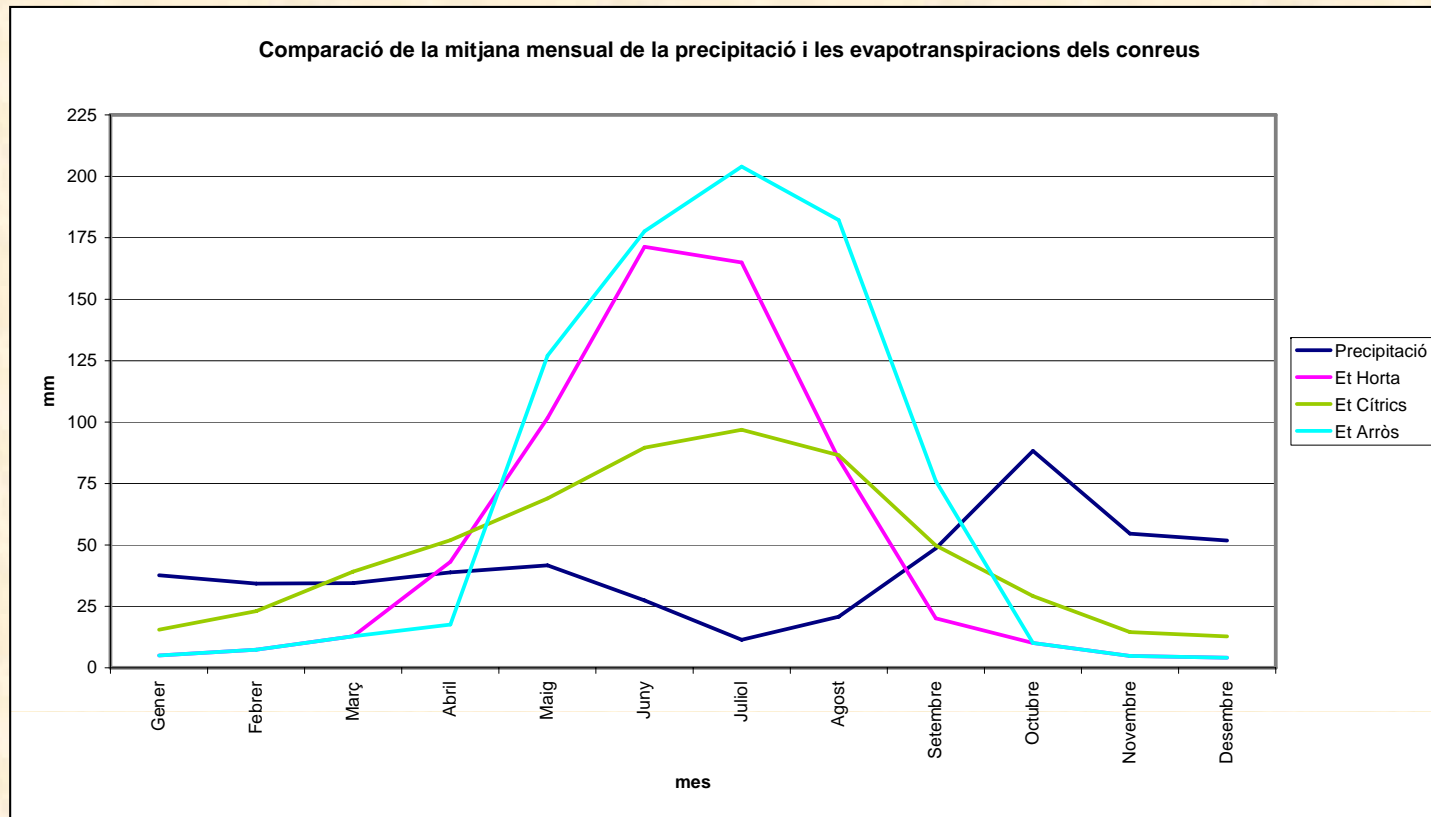
---

## Informació de la conca per a la modelització

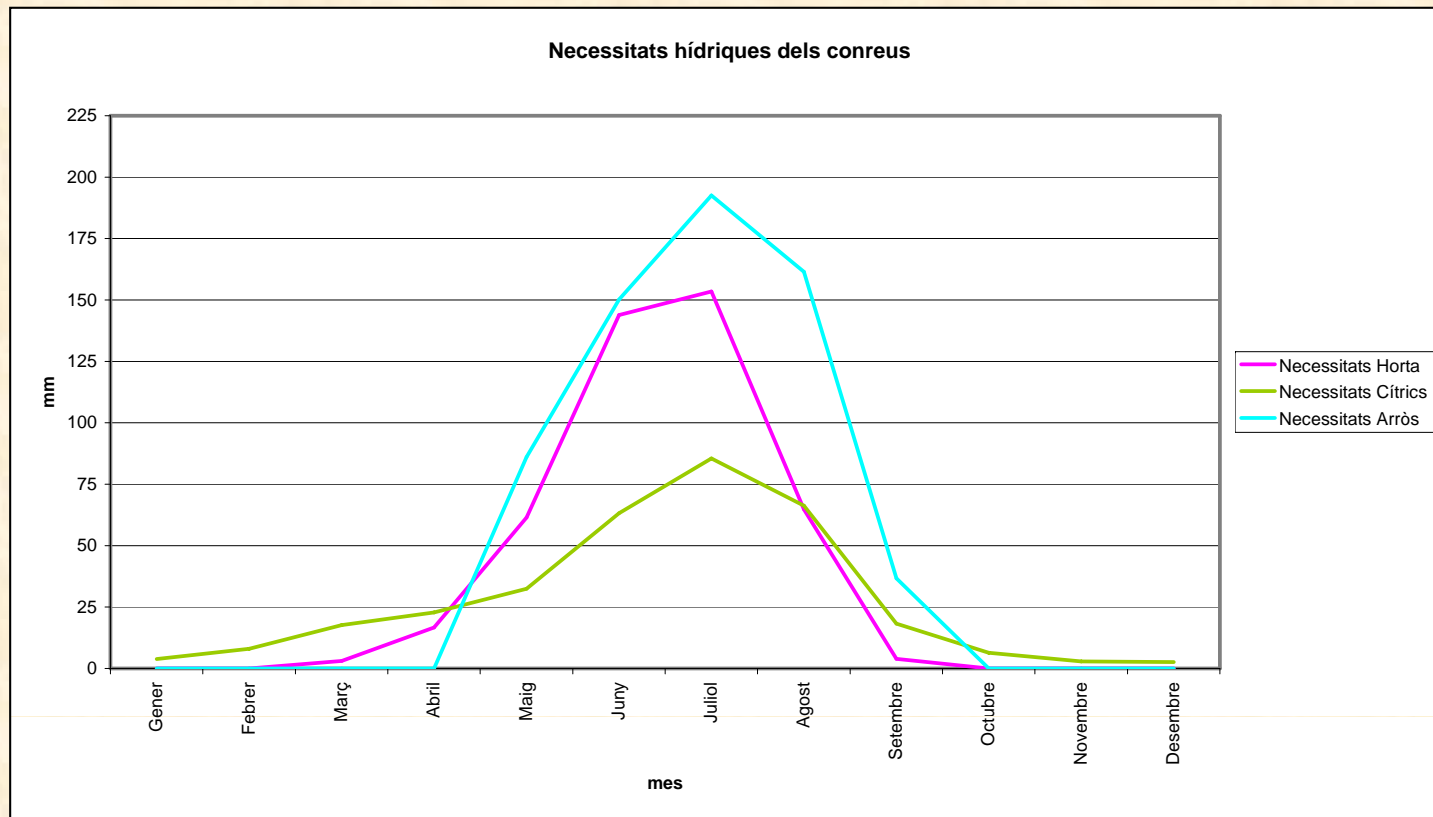
- Generació dels mapes i dotacions per a les zones de regadiu
    - A la Rambla del Poyo s'aplicarà sobre les categories d'usos del sòl d'Horta, Arròs i Cítrics.
    - Metodologia:
      1. Dotacions anuals obteses a partir de l'Annex 2 del "*Pla Hidrològic de la conca del Xúquer*" en el que es reporten les dotacions netes per comarques.
        - Horta: 6078 m<sup>3</sup>/ha/any.
        - Arròs: 12190 m<sup>3</sup>/ha/any.
        - Cítrics: 4225m<sup>3</sup>/ha/any.
      2. Planificació mensual a partir de les necessitats hídriques.
      3. Finalment les dotacions mensuals s'han distribuït en regs amb dotacions semblants i variant la freqüència d'estos en funció del mes.
-



# MODELITZACIÓ

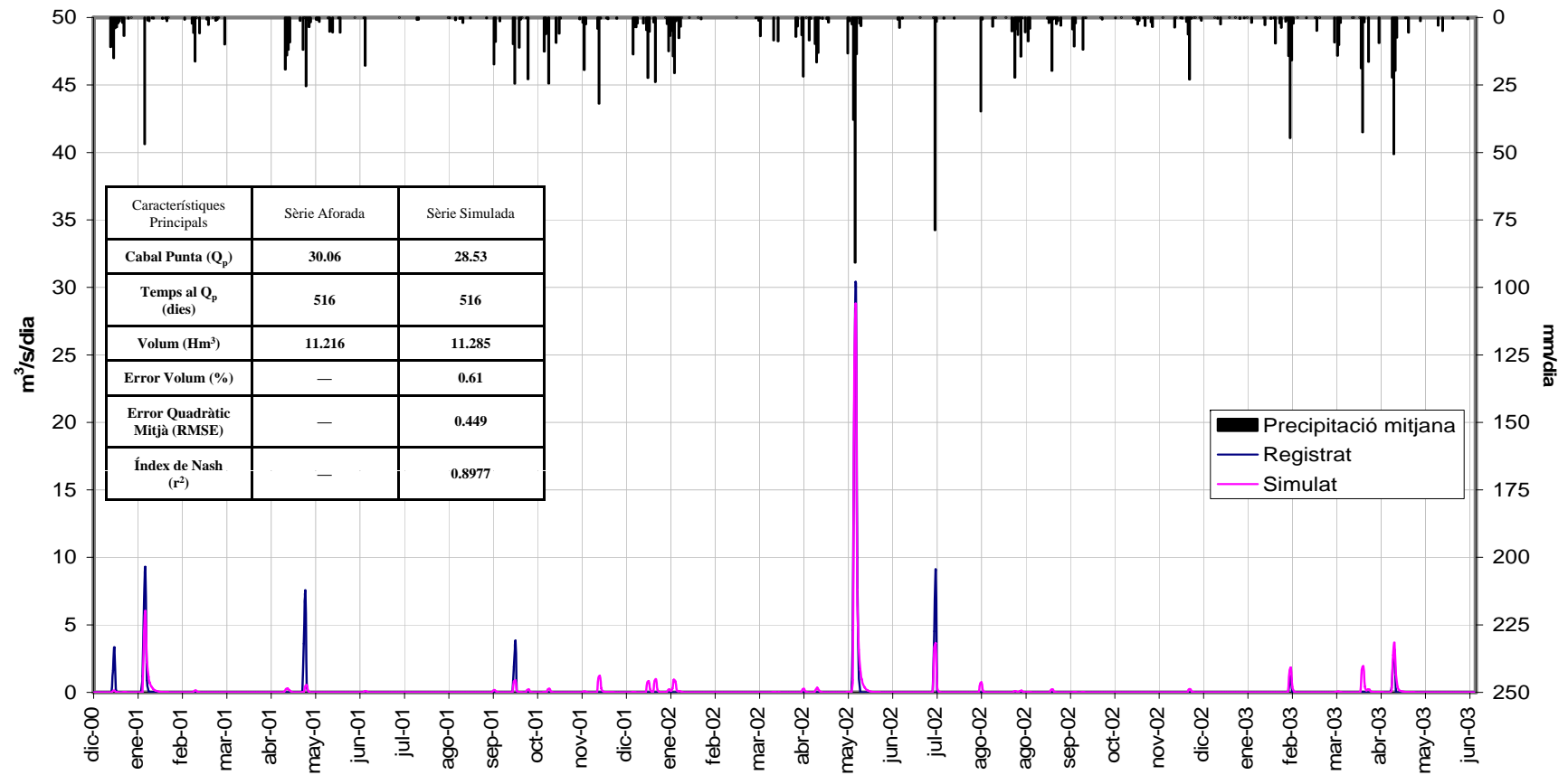


# MODELITZACIÓ

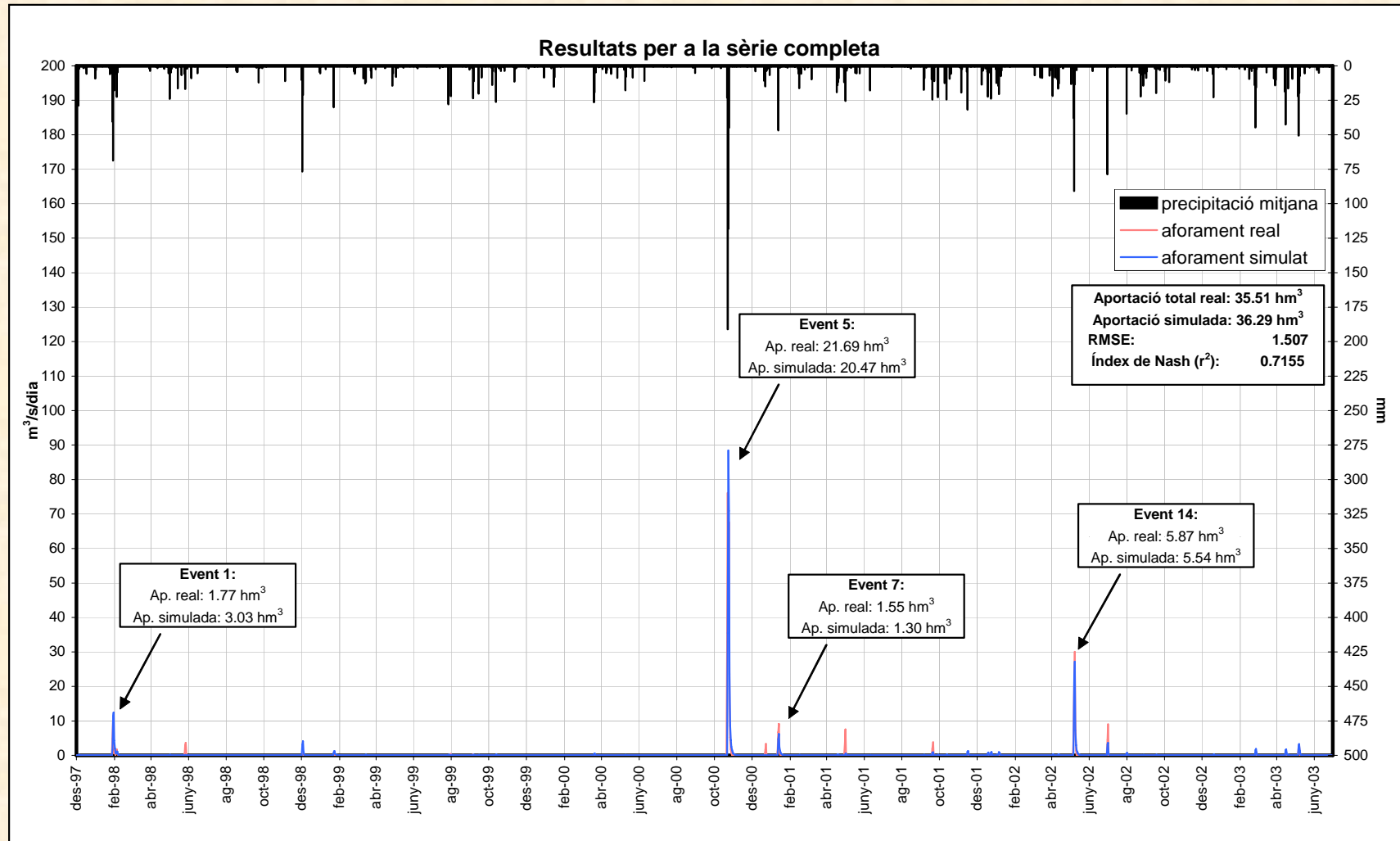


# MODELITZACIÓ

Resultats per al període de calibració



# MODELITZACIÓ



---

## **4. SIMULACIONES**

**Escenarios de simulació**

**Resultats de les simulacions per a recursos**

**Resultats de les simulacions per a crescudes**

---



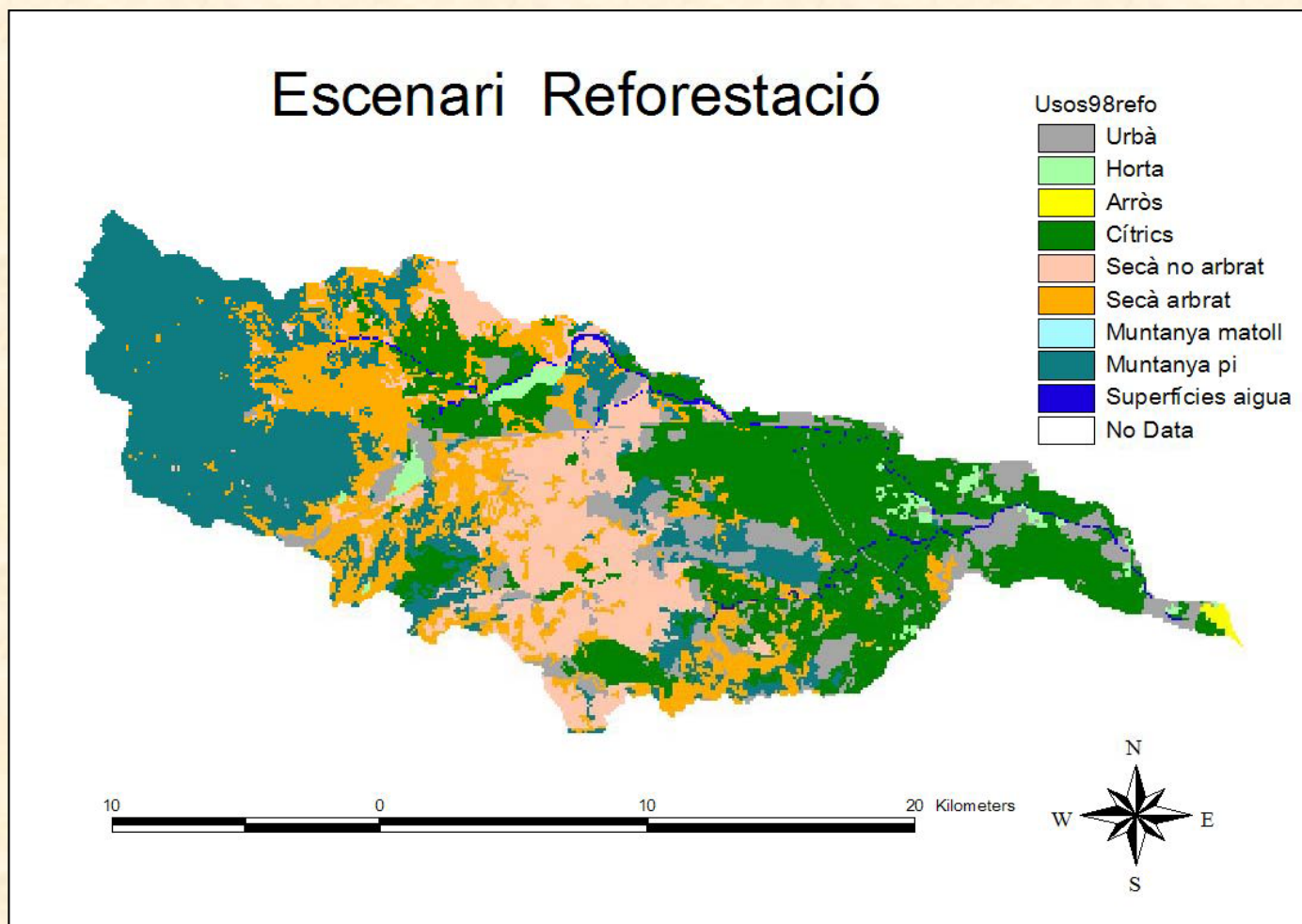
# SIMULACIONS

---

## Escenaris de simulació

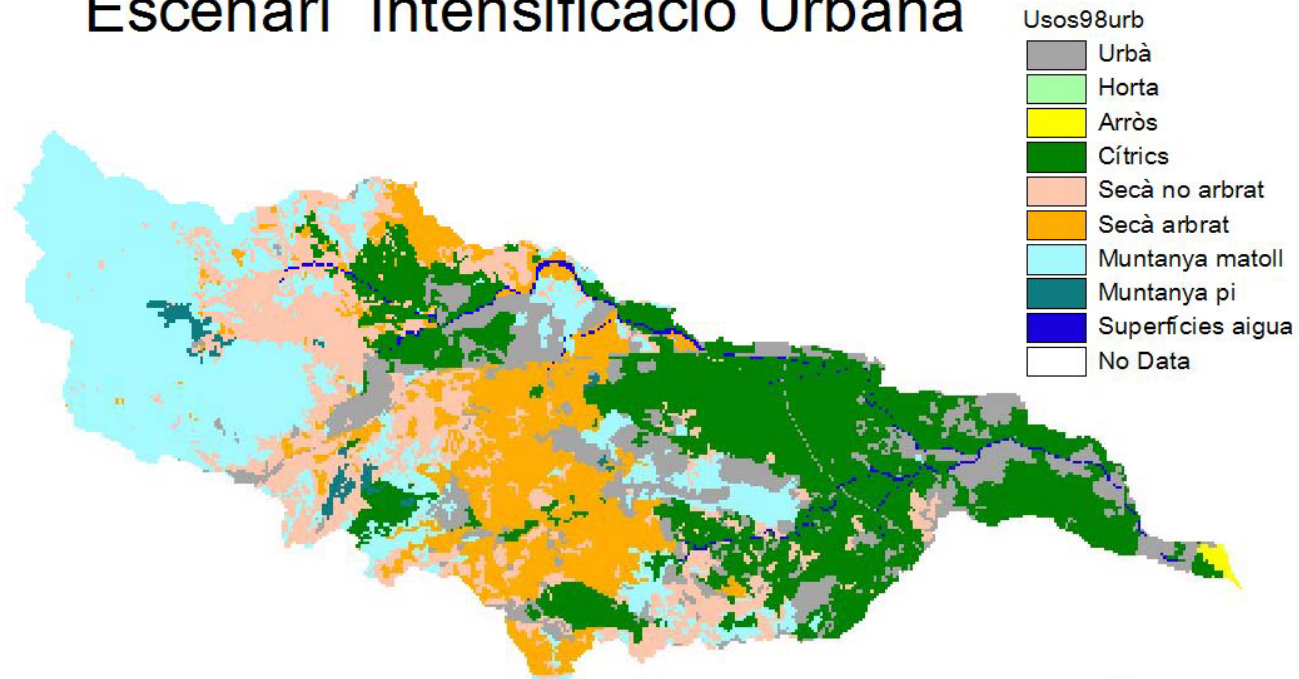
- **Escenaris reals de la segona mitat del segle XX**
    - Són els escenaris que s'han comentat a l'evolució temporal dels usos del sòl.
  - **Escenari "Reforestació"**
    - A partir de l'escenari dels usos del sòl de 1998, es reclassifiquen les zones ocupades per muntanya de matoll per muntanyes amb pins – 9945 hectàrees –.
  - **Escenari "Intensificació Urbana"**
    - Es suposa la urbanització de 1085 hectàrees, reclassificant zones d'horta i secà pròximes a les ciutats.
  - **Escenari "Reg Localitzat"**
    - Es suposa que es modifica l'aplicació del regadiu de les zones d'horta i cítriques, passant la freqüència del reg a ser diària i disminuint la dotació.
-

# SIMULACIONS

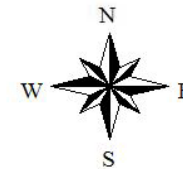


# SIMULACIONS

## Escenari Intensificació Urbana



10 0 10 20 Kilometers



# SIMULACIONS

---

## Resultats de les simulacions per a “recursos”

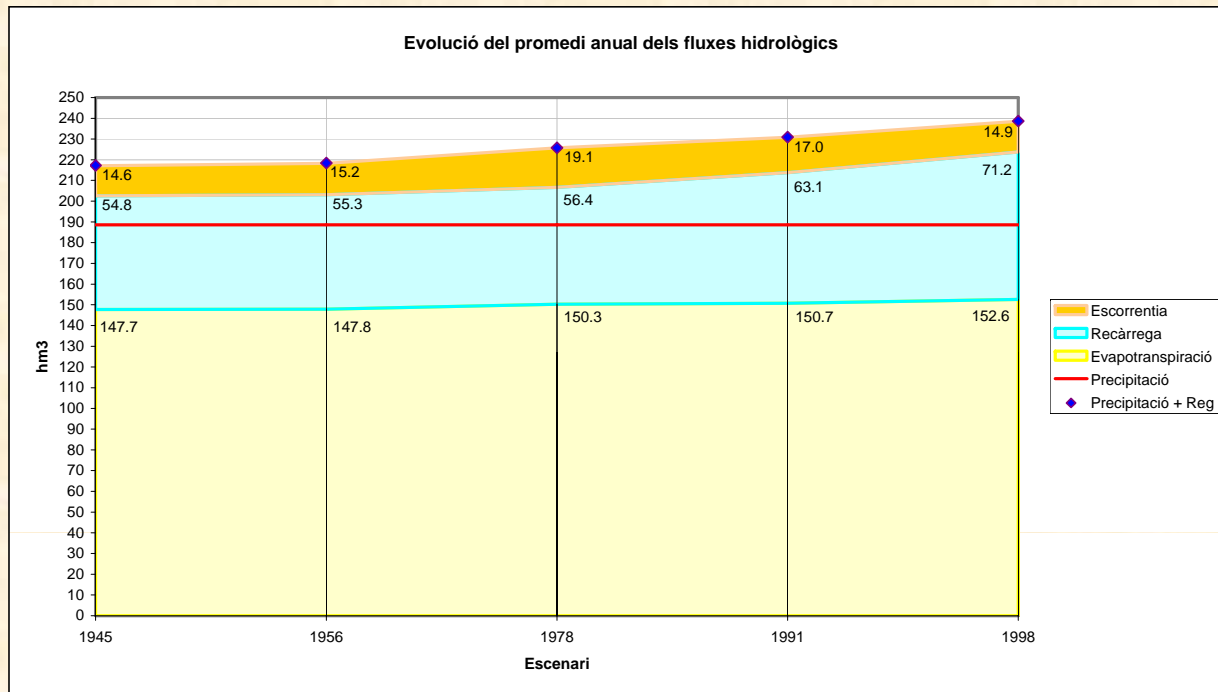
- Metodologia

- El model s'ha *corregut* per a la sèrie de 52 anys hidrològics per a cadascun dels escenaris.
  - S'han extret resultats – en forma de promedis dels acumulats anuals – per a les principals variables del cicle hidrològic: precipitació, regadiu, evapotranspiració, recàrrega d'aqüífers, escorrentia directa i emmagatzematge estàtic.
  - També s'han analitzat a l'estudi els resultats per als anys més humits i per als més secs.
  - Es mostren a continuació els gràfics resum de la sèrie completa per a cadascun dels escenaris.
-

# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a “recursos”

- Escenaris de la segona mitat del segle XX



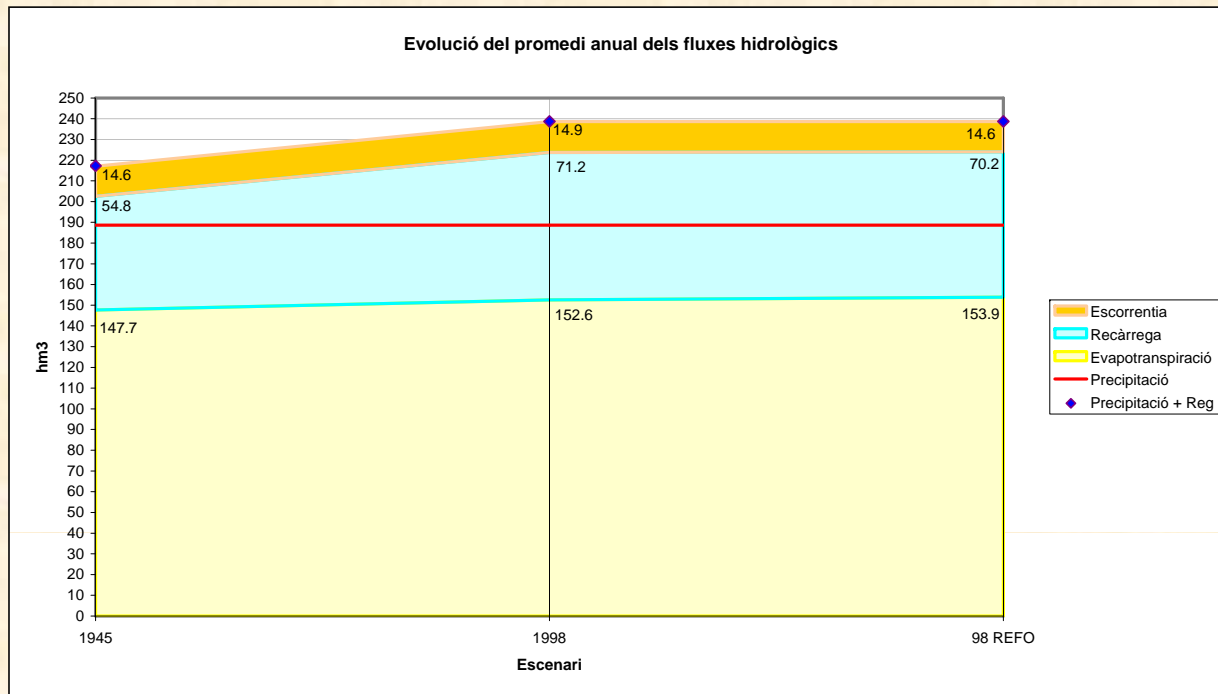
- Estable:
  - Precipitació.
- Increments importants:
  - Regadiu
  - Recàrrega
- Increments lleugers:
  - Evapotranspiració
- Descens lleuger:
  - Emmagatzematge
- Altres:
  - Escorrentia



# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a “recursos”

- Escenari “Reforestació”

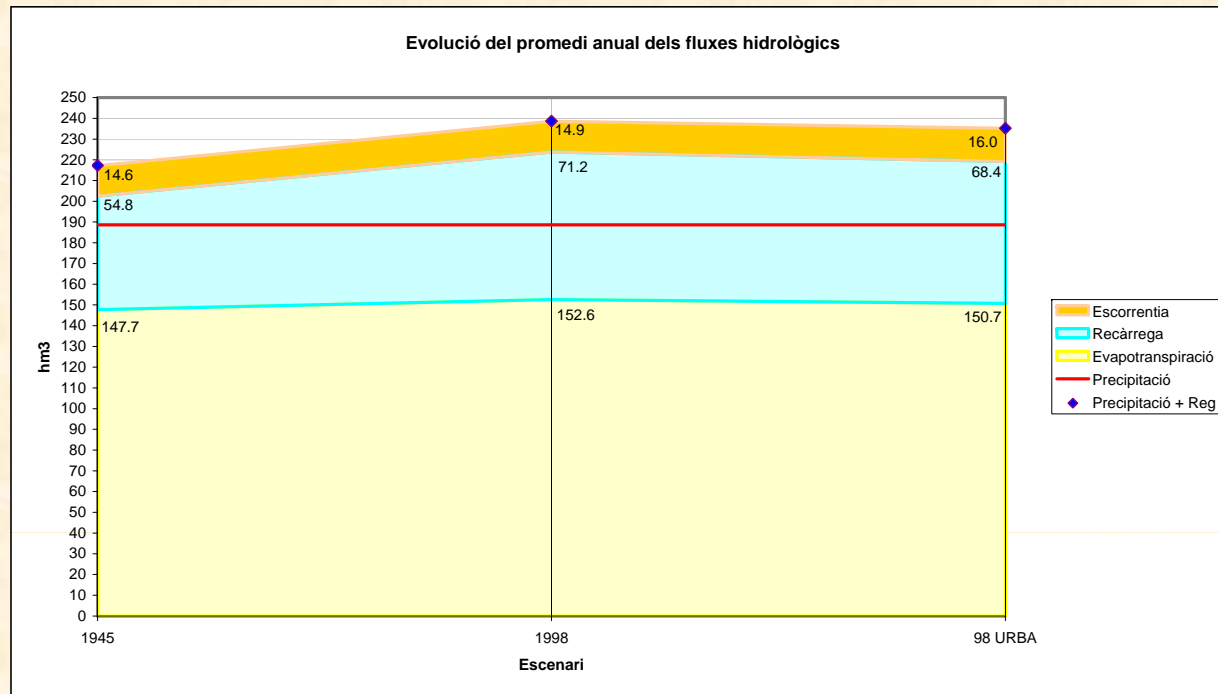


- Estables:
  - Precipitació.
  - Regadiu
- Incrementos lleugers:
  - Evapotranspiració.
- Decrementos lleugers:
  - Recàrrega
  - Escorrentia
  - Emmagatzematge

# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a “recursos”

- Escenari “Intensificació Urbana”

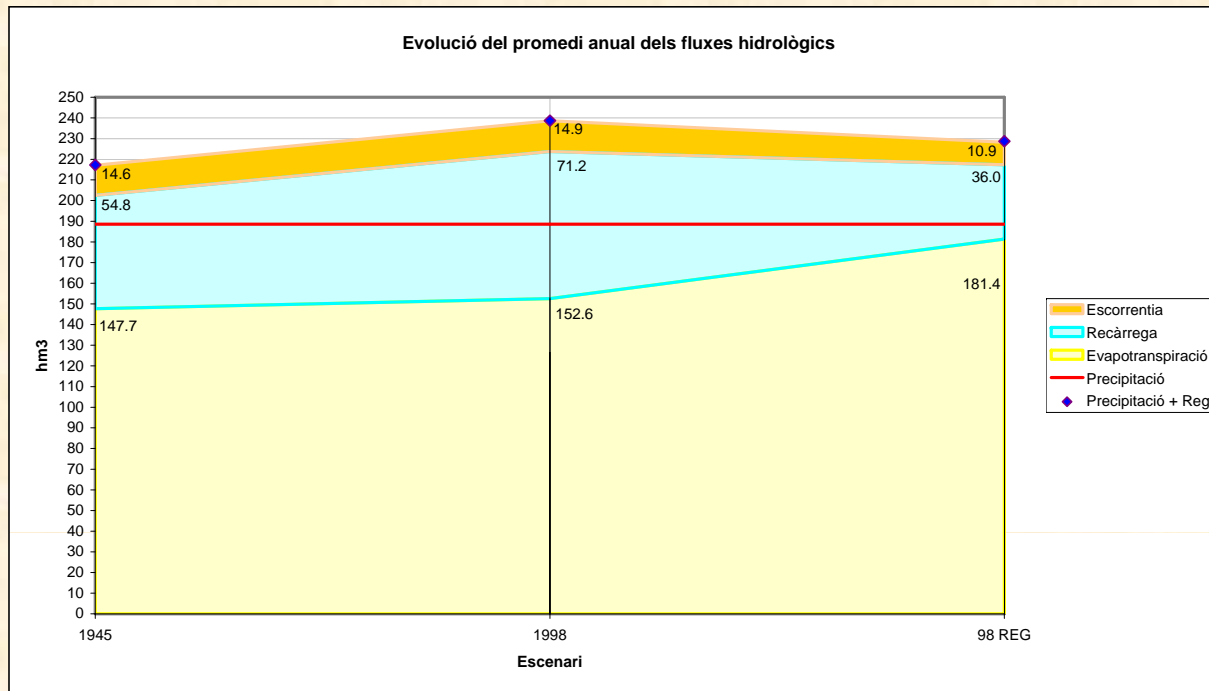


- Estable:
  - Precipitació.
- Incrementos lleugers:
  - Escorrentia
- Descensos lleugers:
  - Regadiu
  - Evapotranspiració
  - Recàrrega
  - Emmagatzematge

# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a “recursos”

- Escenari “Reg Localitzat”



- Estable:
  - Precipitació.
- Increments importants:
  - Evapotranspiració.
  - Emmagatzematge.
- Descensos importants:
  - Recàrrega.
  - Escorrentia
- Descensos lleugers:
  - Regadiu

# SIMULACIONS

---

## Resultats de les simulacions per a “*crescudes*”

- Metodologia

- S’ha fet un ajust de màxims anuals per als diferents escenaris, amb les funcions Gumbel, GEV i TCEV, ajustades amb el mètode de la màxima versemblança.
  - S’ha elegit la TCEV per tal de comparar els cabals d’eixida per a dos períodes de retorn de referència.
  - Finalment, i com a exemple il.lustratiu, s’ha extrapolat el cabal mitjà diari de 100 anys de període de retorn a una crescuda tipus de 8 hores de durada per tal de poder comparar cabals instantanis màxims.
-

# SIMULACIONS

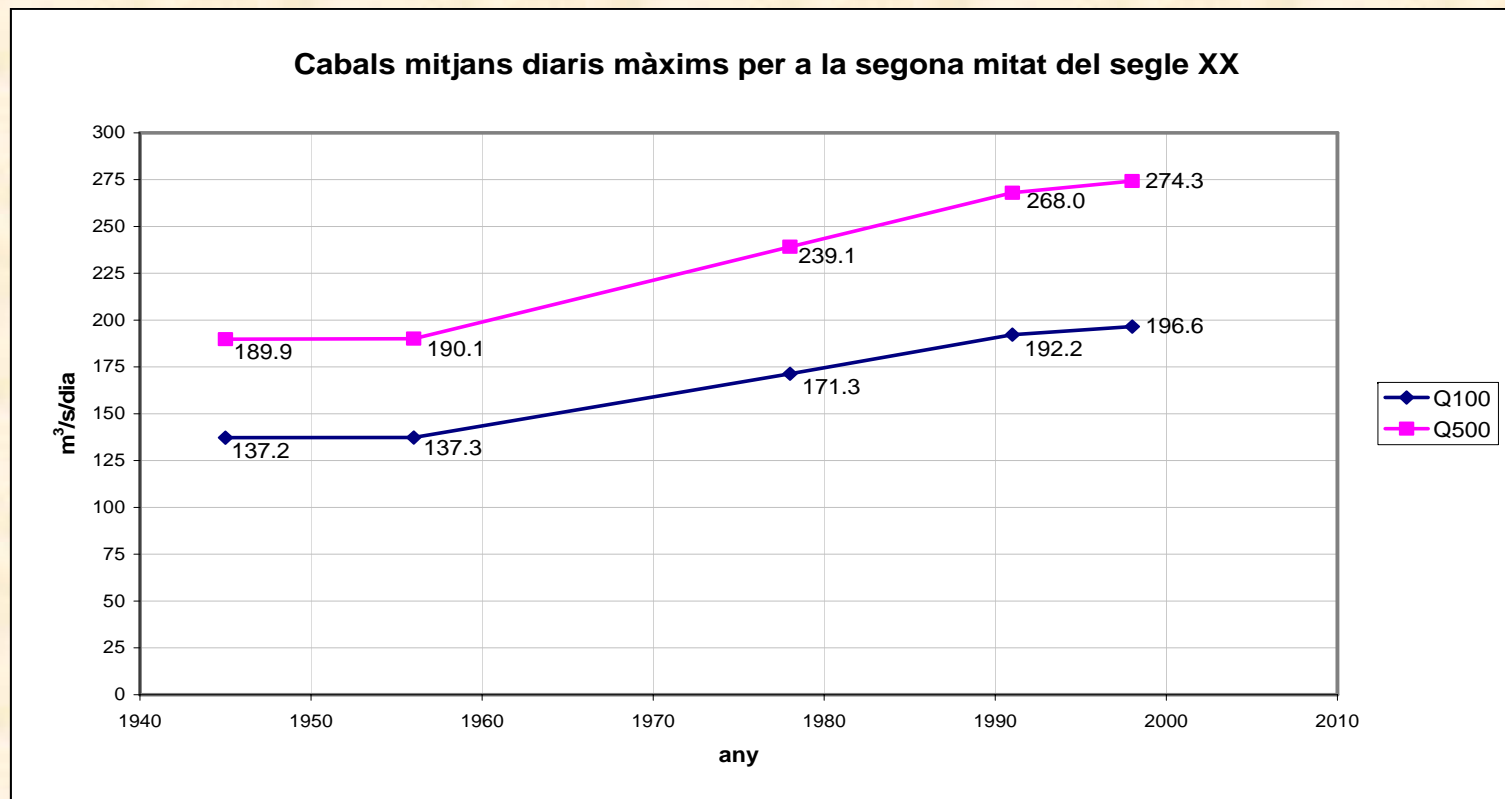
---

## Resultats de les simulacions per a “*crecudes*”

- Comparació de resultats: Escenaris reals de la segona mitat del segle XX
-

# SIMULACIONS

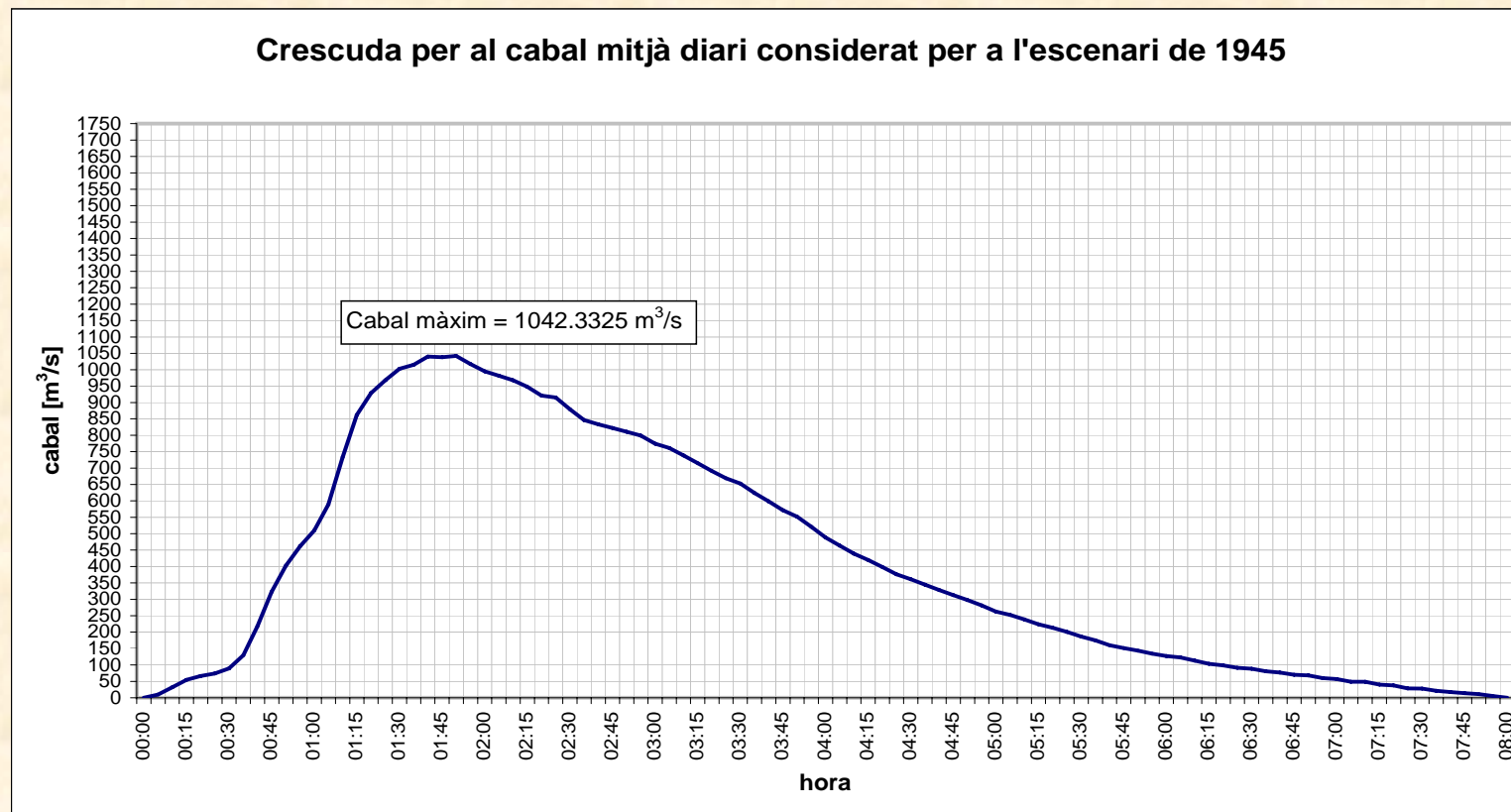
## Resultats de les simulacions per a "crescudes"





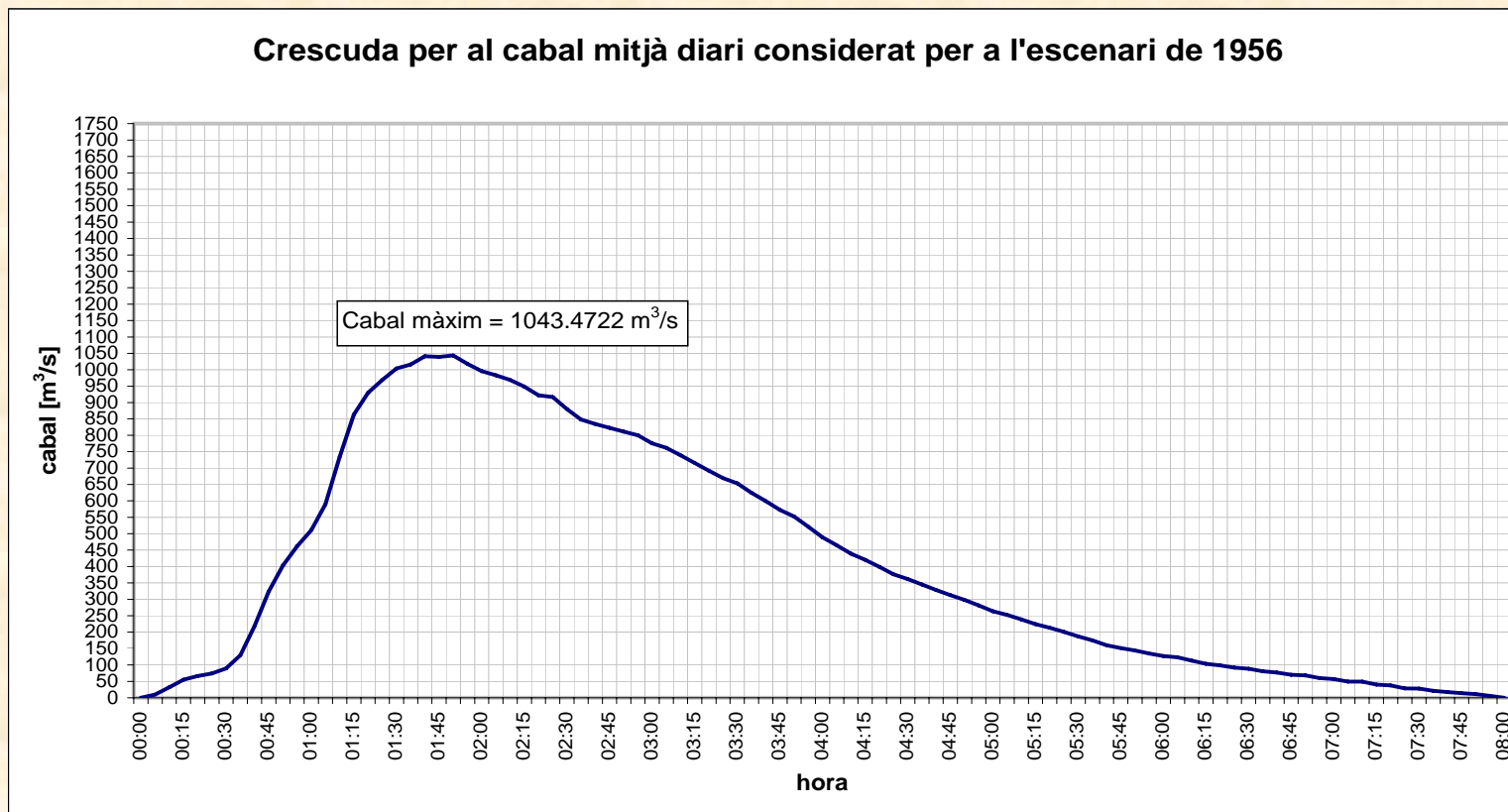
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



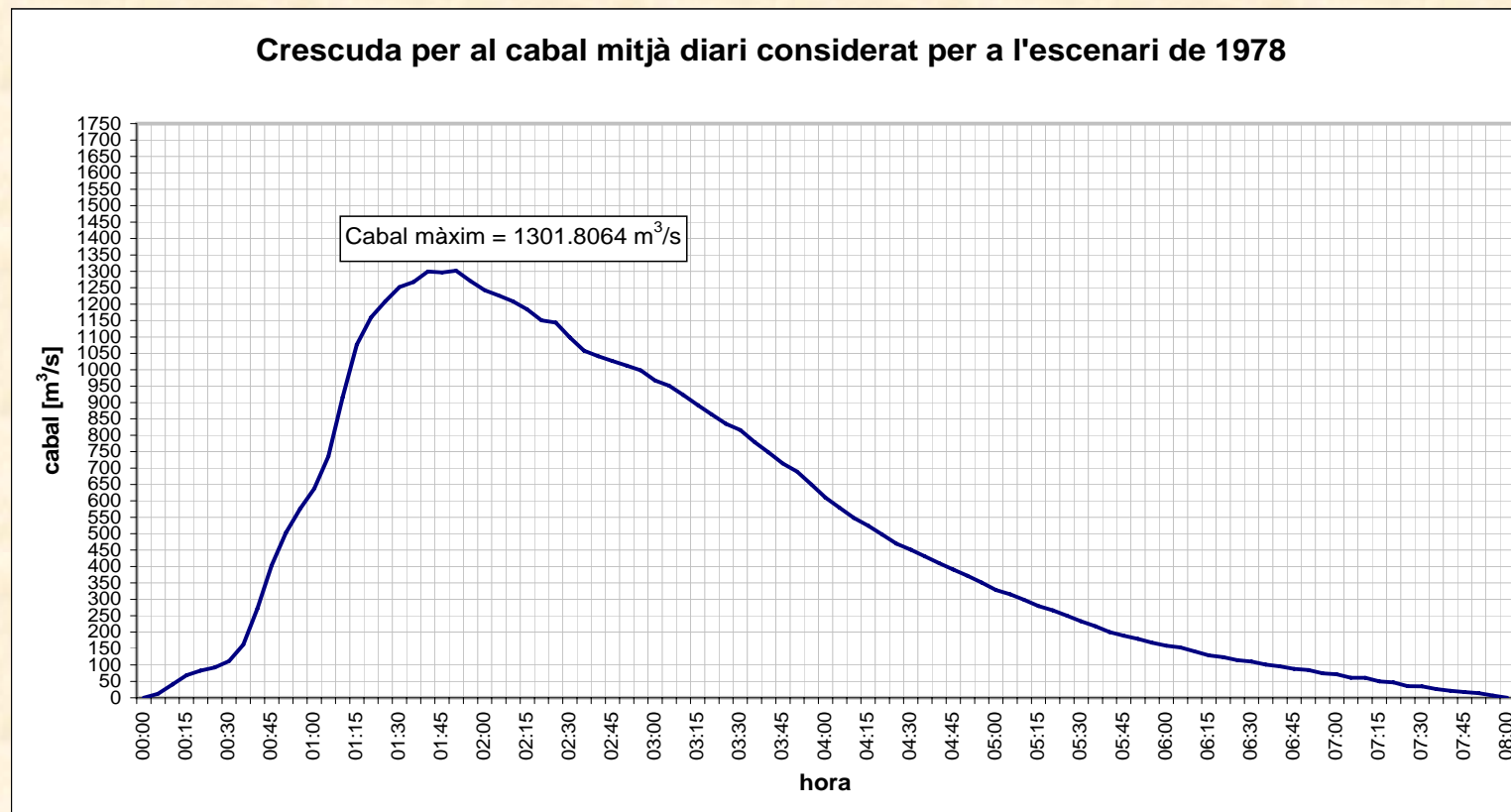
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



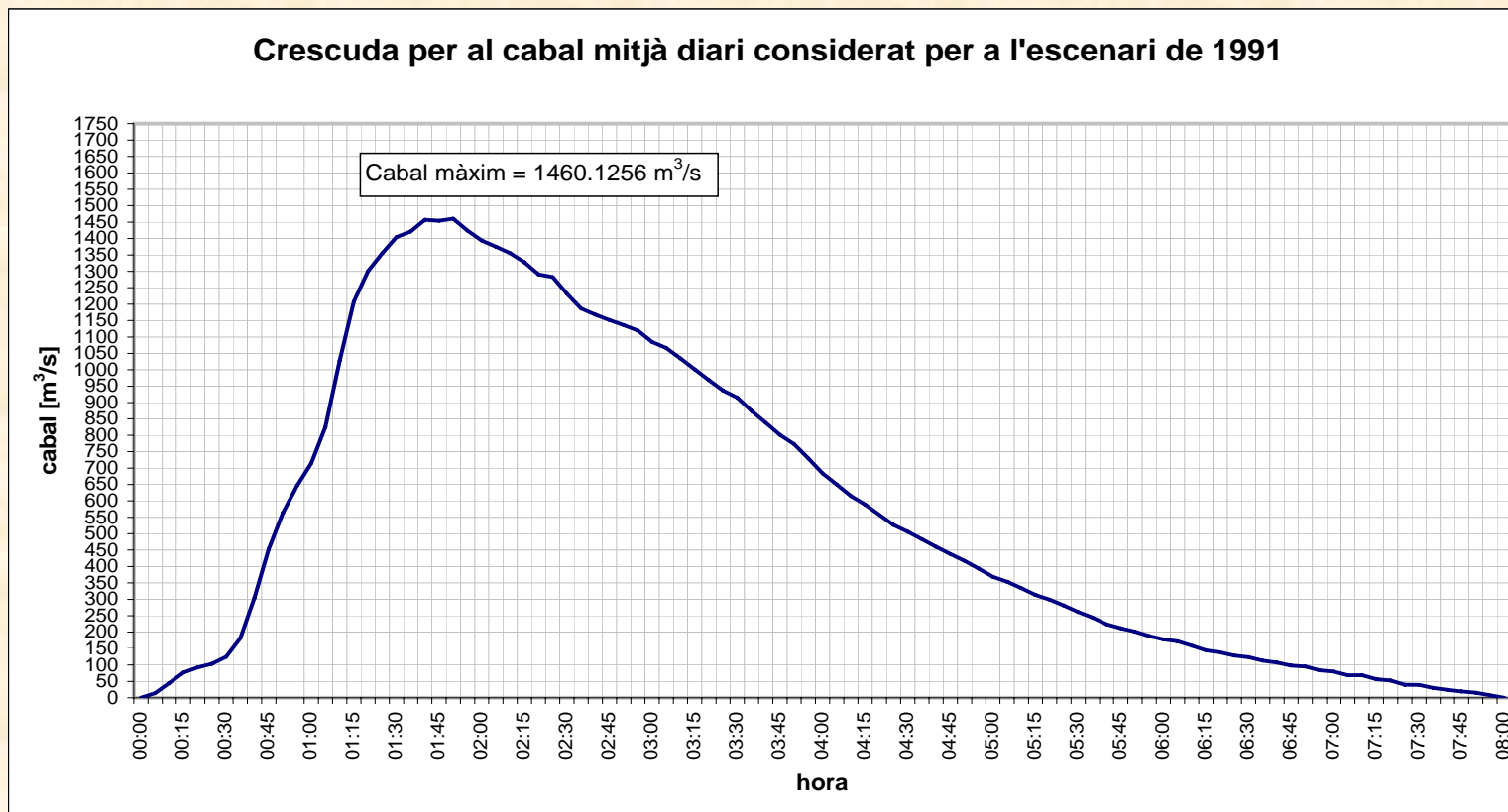
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



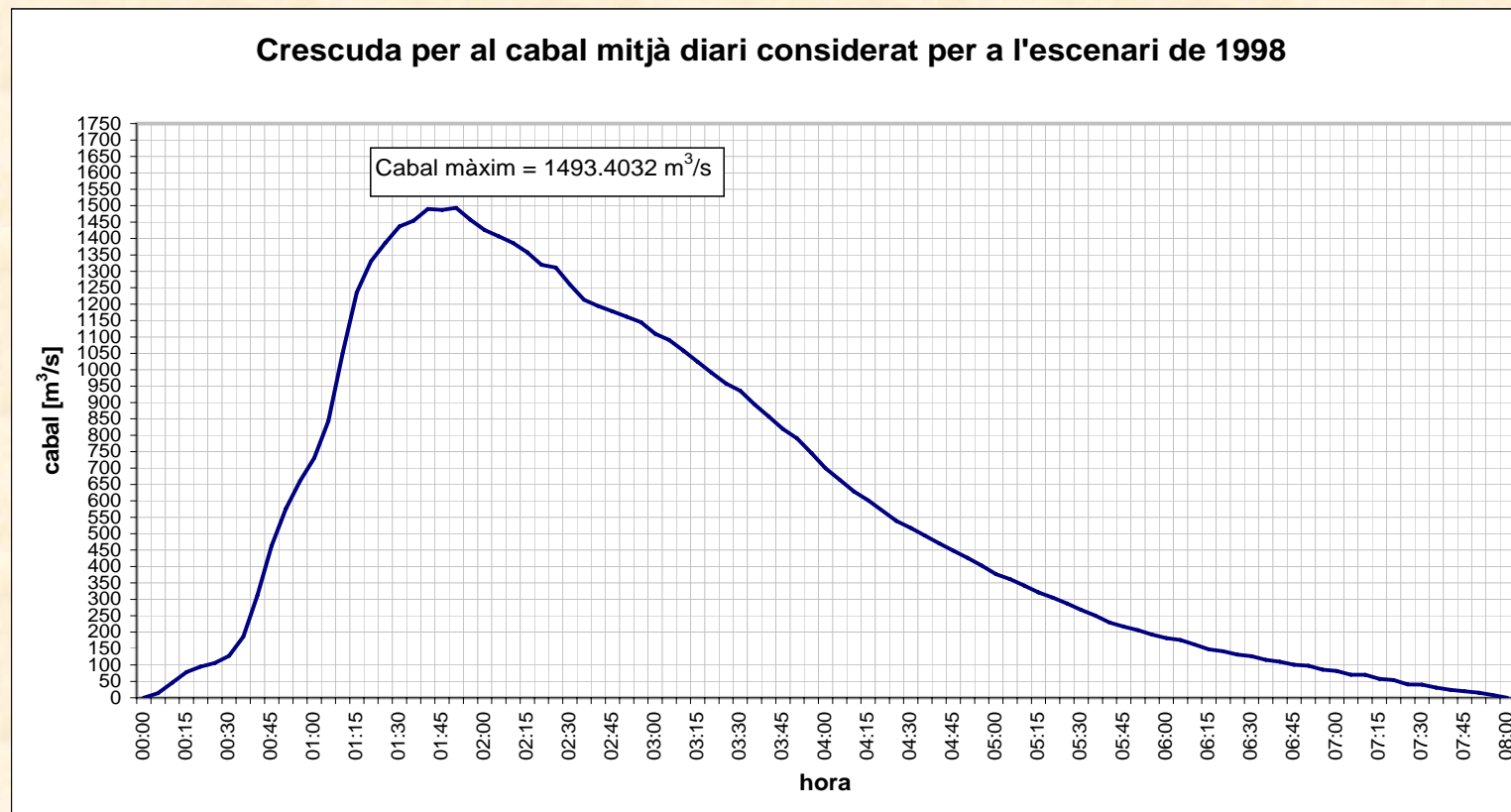
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



# SIMULACIONS

---

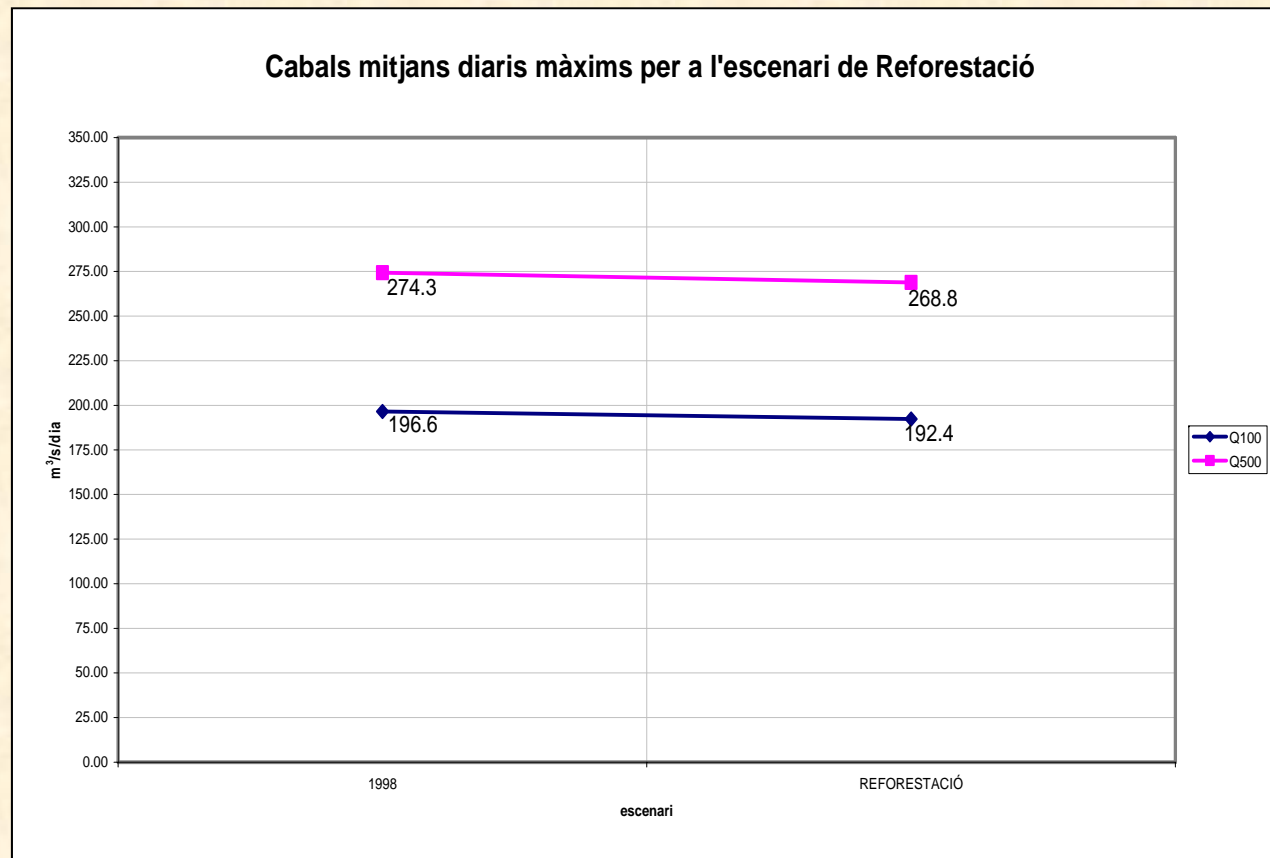
## Resultats de les simulacions per a “*crecudes*”

- Comparació de resultats: Escenaris de possibles canvis futurs
-



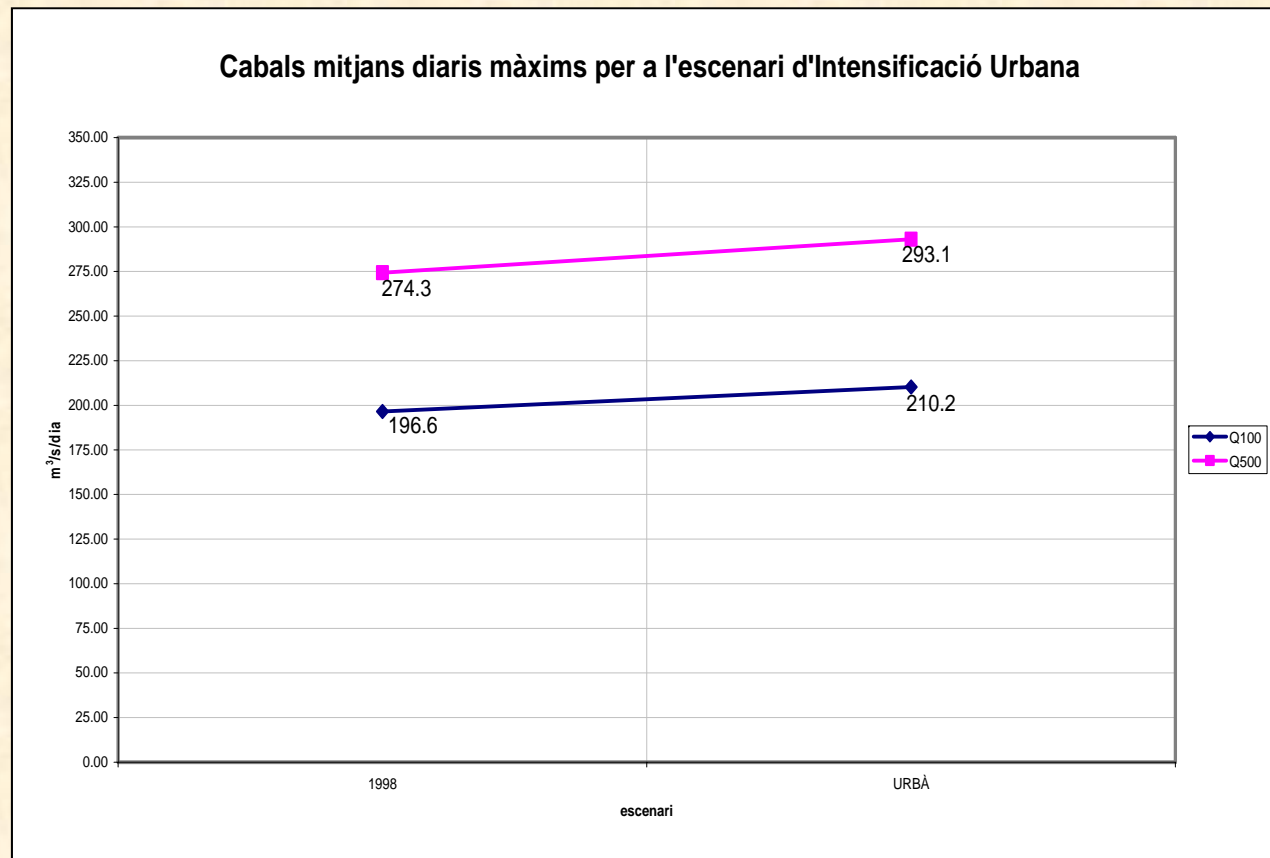
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



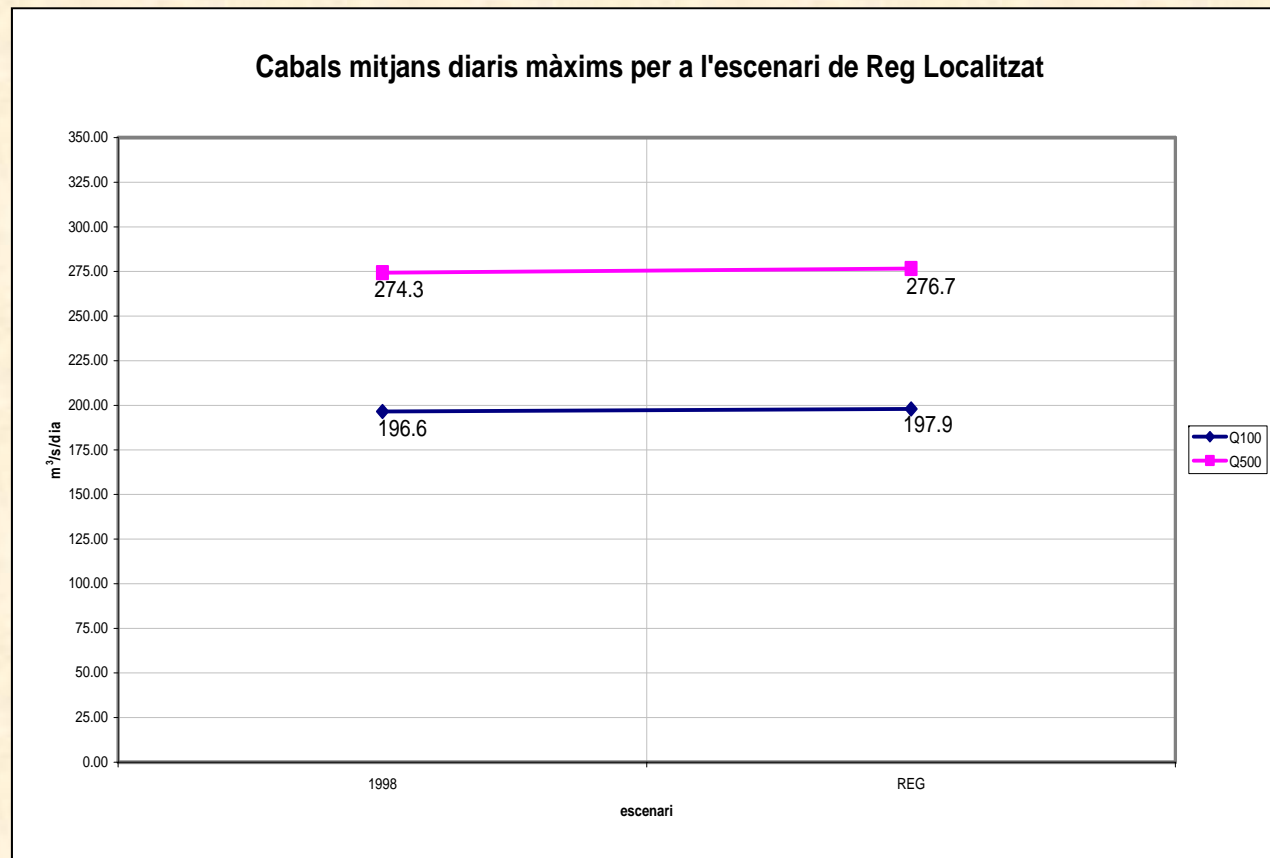
# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



# SIMULACIONS

## Resultats de les simulacions per a "crescudes"



---

# 5. CONCLUSIONS

---

# SIMULACIONS

---

## Conclusions finals

- Permeten observar la forta influència que els aprofitaments del sòl tenen sobre el règim hídric.
  - Pel que fa al règim continu, fan pensar que haurien de considerar-se en la planificació a llarg termini i més quan existixen ecosistemes que depenen del seu comportament com l'Albufera de València.
  - Al respecte de les crescudes, s'hauria de tenir en consideració sobretot per l'increment de zones urbanes, ja que els cabals de referència han augmentat disminuint els nivells de seguretat amb que van ser concebides algunes infraestructures hidràuliques.
-

---

**FI**

---