

Máster en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente
Intensificación Ordenación, Gestión y Restauración de Cuencas



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Universidad Politécnica de Valencia
Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

Trabajo Fin de Máster Tipo B

**“REVISIÓN, ANÁLISIS Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO
DE TÉMEZ EN EL ÁMBITO DE LAS COMARCAS DE LA
MARINA ALTA Y LA MARINA BAJA (ALICANTE)”**

Autora: Dña. Belén Sánchez Baeza
Director: Dr. Félix Francés García

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO
TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

OBJETIVO

Creciente preocupación por el Medio Ambiente



Mayor control por parte de las Administraciones Públicas



Estimación de caudales en informes de pequeña entidad



Directrices para la realización de estudios hidrológicos e
hidráulicos de bajo coste



Estudios hidrológicos requieren conocer una serie de variables

METODOLOGÍA SIMPLIFICADA
REVISIÓN ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

OBJETIVO: mejorar un método de obtención de caudales pico, mediante la revisión, análisis y actualización de la información disponible acerca de los distintos factores que intervienen en el mismo, en el ámbito de las comarcas de Las Marinas

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO

TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

COMARCAS DE LAS MARINAS. DATOS DE PARTIDA.

Se sitúan en la parte norte de la provincia de Alicante

Tiene una orografía bastante compleja

Presencia de un fuerte carst



Contorno de la zona de estudio

Informes facilitados por el GIMHA:

- * MDT, selección de 100 cuencas ubicadas en las comarcas de Las Marinas.
- * Cuantiles de precipitación máxima diaria media anual para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.
- * Cuantiles de caudales obtenidos mediante el uso del modelo TETIS para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO
TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

METODOLOGÍA

Método racional de Témez modificado (1991)

$$Q = K_a * K * \frac{C \cdot A \cdot I_t}{3.6}$$

* **RECOPILOCIÓN:** información disponible para cada uno de los factores

* **FACTORES ANALIZADOS:**

- Coeficiente de reducción areal
- Valor del umbral de escorrentía:
 - Tabla de Po para las Marinas
 - Tipo de suelo
 - Cubierta de suelo
 - Valores Po propuesto por Ferrer (2002)
- Tiempo de concentración en función del área
- Relación entre las intensidades diarias y de 24 h
- Curva IDF

* **CALIBRACIÓN y VALIDACIÓN** con los caudales obtenidos mediante el modelo TETIS

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

FACTOR DE CORRECCIÓN AREAL

Cuantiles precipitación diaria máximos anuales puntuales



Introducir el factor de reducción areal

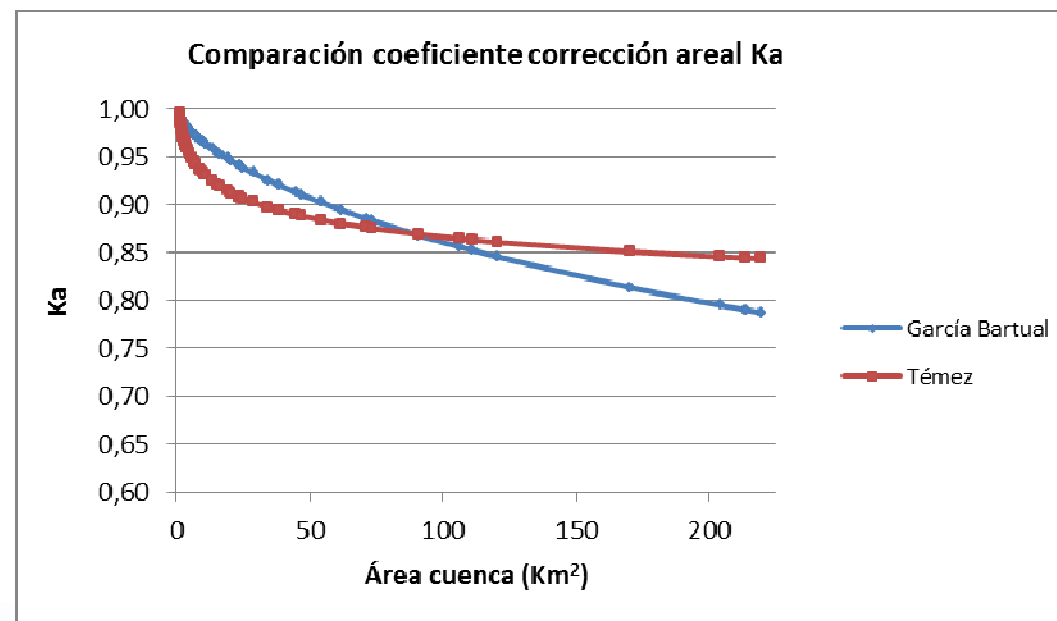
$$K_a = \frac{1}{1 + 0,00783 * A^{0,65676}}$$

García Bartual

“Escenarios de precipitaciones torrenciales en las comarcas de las Marinas”

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

Témez



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Tipos de suelo:

COPUT 1991
Mapa K erodabilidad
Mapa carst

Cubiertas del suelo:

COPUT 1991
CORINE 2006
SIOSE 2005

Se ha utilizado un
MDT para hallar
las **pendientes**
del terreno:
GIMHA 2010

Definición de una
tabla de Po para
las comarcas de
Las Marinas

Intersección de las tres capas

Mapas de valores de umbrales de escorrentía

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

TIPO DE SUELO

Capacidad de uso agrícola del suelo (COPUT 1991)

Propiedades	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E
Erosión hídrica (Tm/ha/año)	< 7	7 - 15	15 - 40	40 - 100	> 100
Pendiente (%)	< 8	8 - 15	15 - 25	25 - 45	> 45
Espesor efec (cm)	> 80	40 - 80	34 - 40	10 - 30	< 10
Afloramientos (%)	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50
Pedregosidad (%)	< 20	20 - 40	40 - 80	80 - 100	pedregoso
Salinidad (dS/m)	< 2	2 - 4	4 - 8	8 - 16	> 16
Caract. físicas	equilibradas	poco eq.	inadecuadas	desfavorables	muy desfav.
Caract. químicas	favorables	poco fav.	inadecuadas	desfavorables	muy desfav.
Hidromorfía	ausencia	pequeña	moderada	grave	muy grave

Ej. Suelo "Dpx" es un suelo de baja capacidad como suelo agrícola (D), cuya mayor limitación es la pendiente (p) y la menor el espesor efectivo del suelo (x).

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

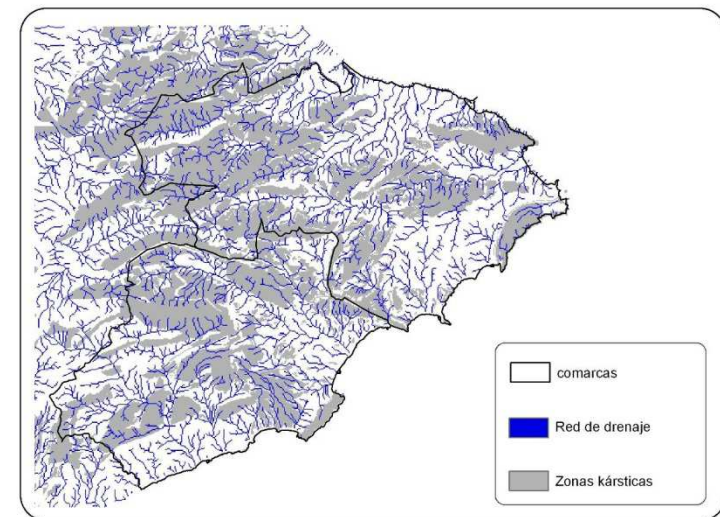
Mapa Factor K de erodabilidad

Cuanto menor sea la erodabilidad del suelo mayor será la capacidad de drenaje del mismo

Clase de textura	Contenido de materia orgánica		
	0.5 por ciento	2 por ciento	4 por ciento
	K	K	K
Arena	0,07	0,04	0,03
Arena fina	0,21	0,18	0,13
Arena muy fina	0,55	0,47	0,36
Arena franca	0,16	0,13	0,10
Arena fina franca	0,31	0,26	0,21
Arena muy fina franca	0,57	0,49	0,39
Franco arenoso	0,31	0,31	0,25
Franco arenoso fino	0,46	0,39	0,31
Franco arenoso muy fino	0,61	0,53	0,43
Franco	0,49	0,44	0,38
Franco limoso	0,62	0,55	0,43
Franco arcilloso arenoso	0,35	0,33	0,27
Franco arcilloso	0,36	0,33	0,27
Franco arcilloso limoso	0,48	0,42	0,34
Limo	0,78	0,68	0,55
Arcilla arenosa	0,18	0,17	0,16
Arcilla limosa	0,33	0,30	0,25
Arcilla		0,17-0,38	

Mapa de zonas cársticas elaborado por el GIMHA

En presencia de zonas cársticas el suelo presenta una mayor capacidad de drenaje



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Reclasificación en tipos de suelo según SCS

Capacidad de uso agrícola	A	B	C	D	E
SCS	A	A, B	B, C	C, D	D

Para la reclasificación de las clases “B”, “C” y “D” de capacidad de uso agrícola se tomará en cuenta la subclase

Si un suelo tiene como factor limitante cualquiera de estas propiedades mantendrá el mismo grado y si no, subirá de un grado:

- la erosión hídrica
- el espesor efectivo
- las características físicas
- la hidromorfía

Mapa B1

Zonas cársticas puede aumentar considerablemente la capacidad de drenaje :

- * se eleva de un grado aquellas zonas cársticas. De este modo una zona cárstica clasificada como “B” pasa a ser “A”.
- * se eleva de dos grados aquellas zonas cársticas.

Mapa B2

Mapa B3

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

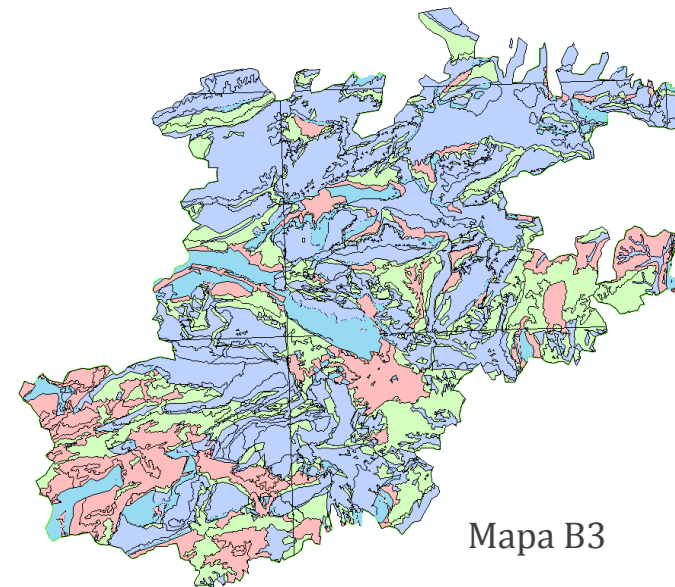
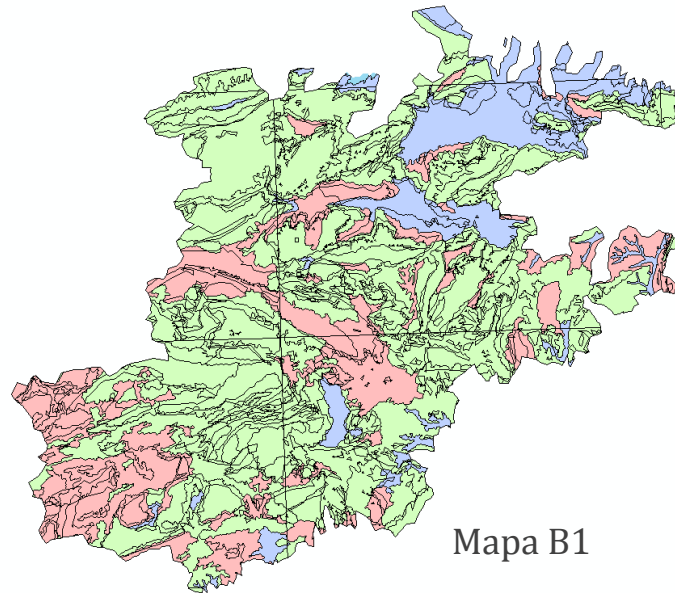
Curvas IDF

Puntos de
calibración

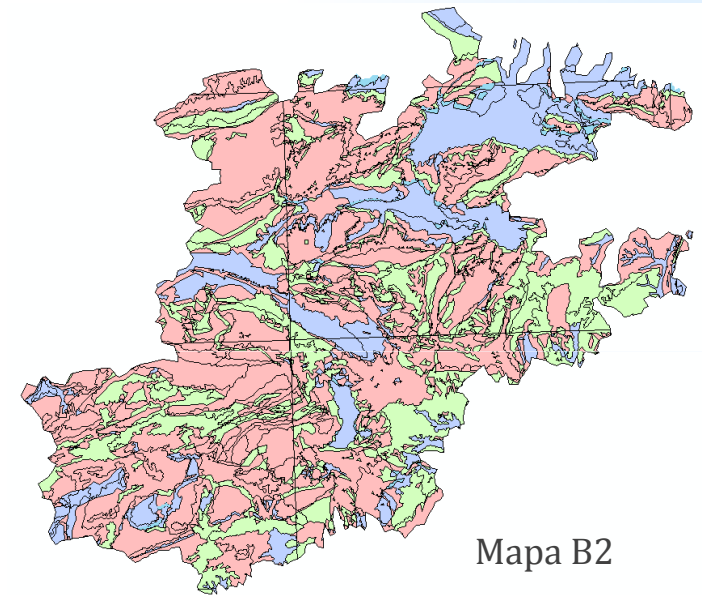
Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES



Mapa de tipo de suelo SCS



Grupo SCS	Leyenda
A	1
B	2
C	3
D	4

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

CUBIERTA DE SUELO

Información existente en cuanto a **cubiertas del suelo**:

COPUT 1991

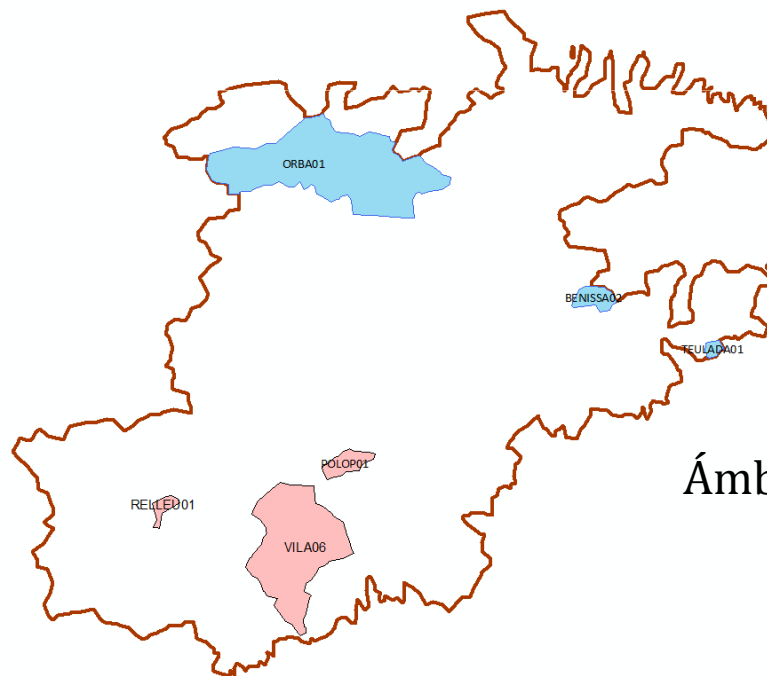
CORINE LAND COVER 2006

SIOSE 2005

Distintas definiciones de cubierta de suelo



RECLASIFICACIÓN



Ámbito de estudio:

Zona de estudio completa

Seis cuencas representativas

RECLASIFICACIÓN 1

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA

ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

SIOSE 2005		COPUT 1991		CORINE 2006	Reclasificación 1	
Cultivos	Cultivos herbáceos	Arroz Cultivos herbáceos distintos del arroz		Terrenos regados permanente Terrenos principalmente agr Mosaico de cultivos	Cultivos regadío	
	Cultivos leñosos	Frutales	Cítricos Frutales no cítricos	Regadiu cítrics Regadiu Fruïters	Frutales	Frutales
		Olivar	Sec olivera		Olivares	Olivares
		Viñedo	Sec vinya		Viñedos	Viñedos
	Otros	Sec fruïters Sec herbacis		Tierras de labor en secano	Cultivos secano	
Prados						
Arbolado forestal	Coníferas	Pi Negre Pi de repoblació Pi Blanc Carrascar Pi Blanc Matoll		Bosques de coníferas	Coníferas	
	Fronosas	Caducifolias Perennifolias				Fronosas
Matorral		Matoll Coscollar Matoll Matoll Carrascar Matoll Surera Matoll Coscollar Matoll Pi Blanc Matoll Pi de repoblació		Espacios con vegetacion esc Matorral boscoso de transic Matorrales esclerofilos	Matorral	
Pastizal		Matoll Pasturatge		Pastizales naturales	Pastizal	
Terrenos sin vegetación	Roquedo	Afloramientos rocosos y roquedo Acantilados marinos Canchales Coladas lávicas cuaternarias		Roquedo	Roquedo	
	Ramblas					
	Suelo desnudo				Suelo desnudo	
	Zonas quemadas					
	Playas, dunas y arenales	Platges i dunes		Playas, dunas y arenales	Playas	
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua		Rius i rambles Mases d'aigua	Laminas de agua	Agua continental
		Láminas de agua	Embalses Lagos y lagunas			
	Aguas marinas	Mares y océanos Lagunas costeras Estuarios		Saladars	Mares y ocealos Salinas	Aguas marinas
Coberturas húmedas	Humedales marinos	Marismas Salinas	Marjals Saladars		Humedales y zonas pantanosa Salinas	Humedales
	Humedales continentales	Salinas continentales Zonas pantanosas Turberas				
Coberturas artificiales	Edificación	Residencial Residencial baixa densitat Residencial mitjana densitat Residencial alta densitat Residencial molt alta densitat Residencial camping		Tejido urbano continuo Tejido urbano discontinuo	Residencial	
	Vial, aparcamiento o zona peatonal Zona verde artificial y arbolado urbano Suelo no edificado Lámina de agua artificial Otras construcciones	Industrial Industrial baixa densitat Equipaments Mixt Altres urbanizats		Redes viarias, ferroviarias		
		Industrial Industrial baixa densitat Equipaments Mixt Altres urbanizats		Instalaciones deportivas y Zonas industriales o comerc Zonas en construccio Zonas portuarias	Industrial	
	Zonas de extracción o vertido	Altres, pedreres		Zonas de extraccio minera	Canteras	

RECLASIFICACIÓN 2 + PNOA

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA

ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

SIOSE 2005		COPUT 1991		CORINE 2006	Reclasificación 2	
Cultivos	Cultivos herbáceos	Arroz Cultivos herbáceos distintos del arroz		Terrenos regados permanente Terrenos principalmente agr	Cultivos	
	Cultivos leñosos	Frutales	Citricos Frutales no citricos	Regadiu horticoles Regadiu altres Regadiu cítrics Regadiu Fruiters		Frutales Mosaico de cultivos
		Olivar		Sec olivera		Olivares
		Viñedo		Sec vinya		Viñedos
	Otros		Sec fruiters Sec herbacis	Tierras de labor en secano		
Prados						
Arbolado forestal	Coníferas	Pi Negre Pi de repoblació Pi Blanc Carrascar Pi Blanc Matoll		Bosques de coníferas	Arbolado	
	Frondosas	Caducifolias Perennifolias				
Matorral		Matoll Coscollar Matoll Matoll Carrascar Matoll Surera Matoll Coscollar Matoll Pi Blanc Matoll Pi de repoblació		Espacios con vegetacion esc Matorral boscoso de transic Matorrales esclerofilos	Pradera	
Pastizal		Matoll Pasturatge		Pastizales naturales		
Terrenos sin vegetación	Roquedo	Afloramientos rocosos y roquedo Acantilados marinos Canchales Coladas lávicas cuaternarias		Penyasegats	Roquedo	
	Suelo desnudo Zonas quemadas					
Coberturas artificiales		Zonas de extracción o vertido		Altres, pedreres	Zonas de extracción minera	
Terrenos sin vegetación		Playas, dunas y arenales		Platges i dunes	Playas, dunas y arenales	
Terrenos sin vegetación		Rambles				
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua Láminas de agua Embalses Lagos y lagunas		Rius i rambles Mases d'aigua	Laminas de agua	
	Aguas marinas	Mares y océanos Lagunas costeras Estuarios		Saladars	Mares y ocealos Salinas	
Coberturas húmedas	Humedales marinos	Marismas Salinas		Marjals Saladars	Humedales y zonas pantanosas Salinas	
	Humedales continentales	Salinas continentales Zonas pantanosas Turberas				
Coberturas artificiales	Edificación	Residencial Residencial baixa densitat Residencial mitjana densitat Residencial alta densitat Residencial molt alta densitat Residencial camping		Tejido urbano continuo Tejido urbano discontinuo	Urbano	
	Vial, aparcamiento o zona peatonal Zona verde artificial y arbolado urbano Suelo no edificado Lámina de agua artificial Otras construcciones	Industrial Industrial baixa densitat Equipaments Mixt Altres urbanizats		Instalaciones deportivas y Zonas industriales o comerc Zonas en construccio Zonas portuarias		

INTRODUCCIÓN
 METODOLOGÍA
ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
 escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
 concentración

Curvas IDF

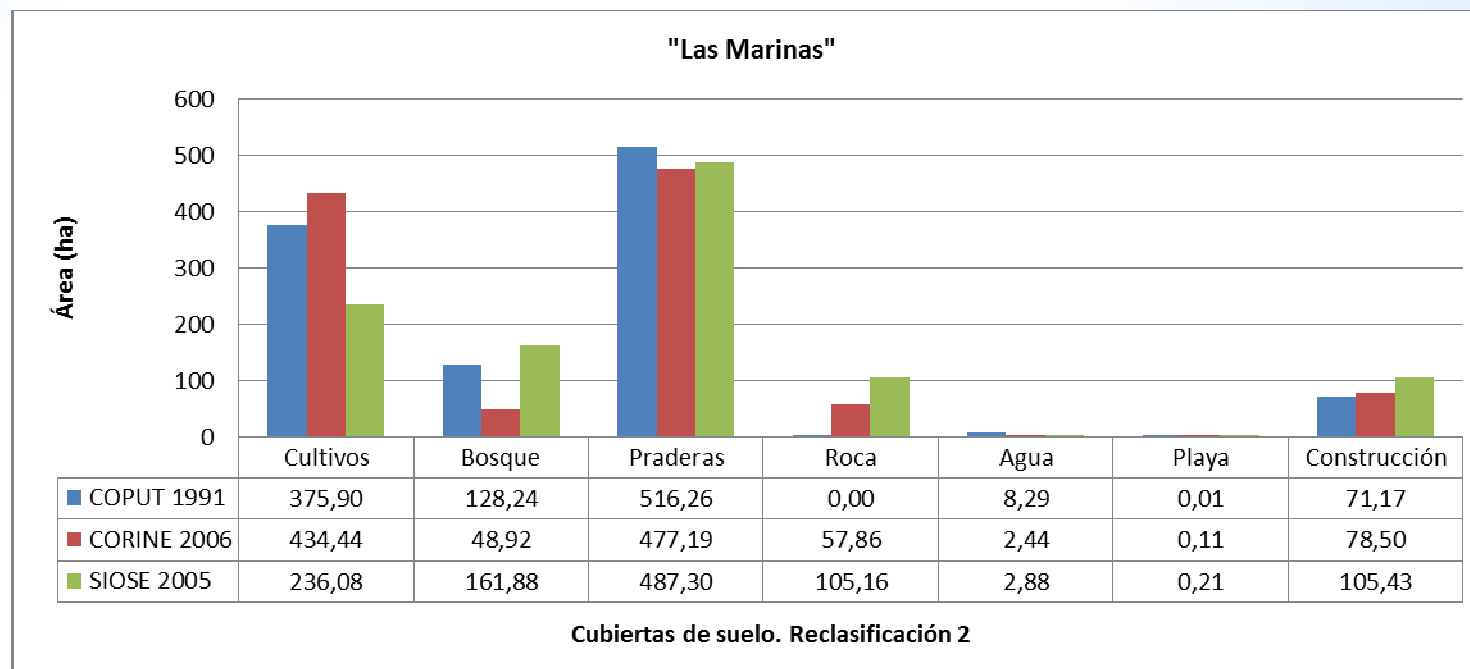
Puntos de
 calibración

Extrapolación
 espacial y Mapa Po

Extrapolación
 periodo de retorno

CONCLUSIONES

Zona de estudio completa



INTRODUCCIÓN
 METODOLOGÍA
 ANÁLISIS
 MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
 escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
 concentración

Curvas IDF

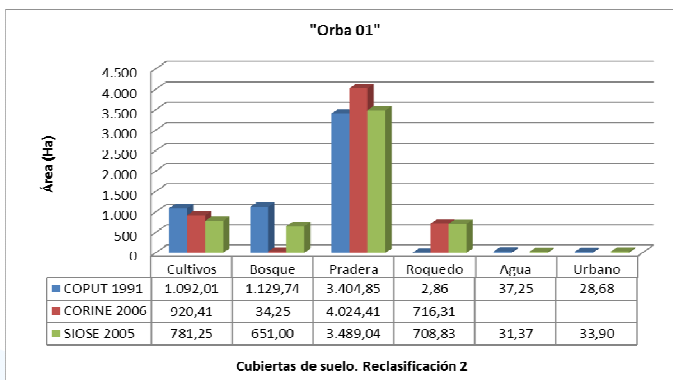
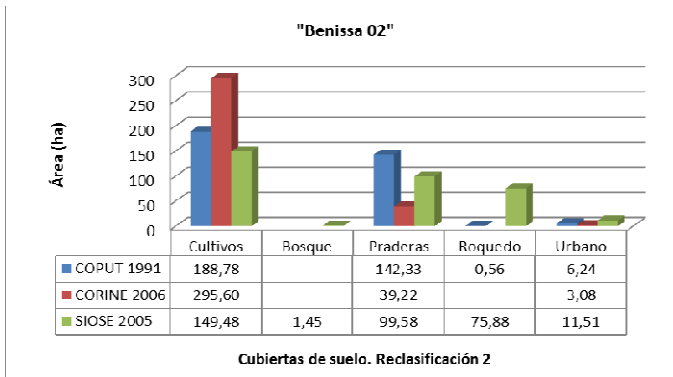
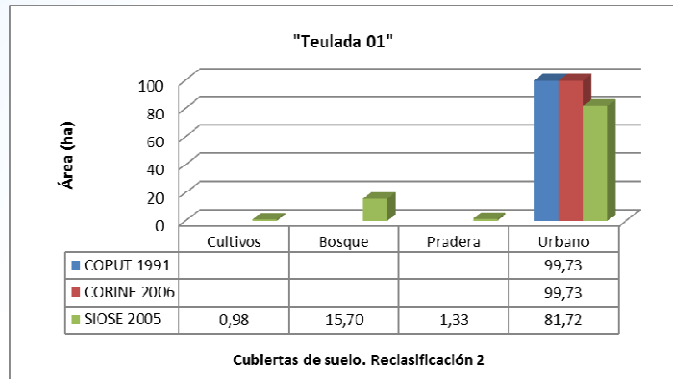
Puntos de
 calibración

Extrapolación
 espacial y Mapa Po

Extrapolación
 periodo de retorno

CONCLUSIONES

Cuencas seleccionadas de la Marina Alta



INTRODUCCIÓN
 METODOLOGÍA
**ANÁLISIS
 MODELO TÉMEZ**

Corrección areal

**Umbral de
 escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
 concentración

Curvas IDF

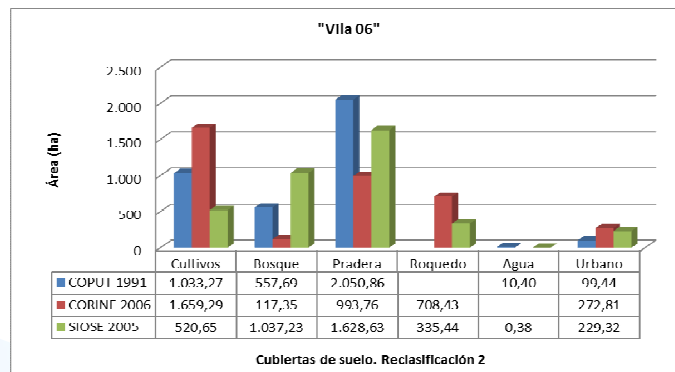
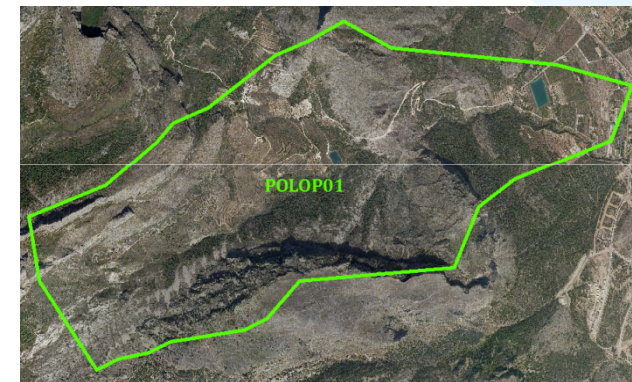
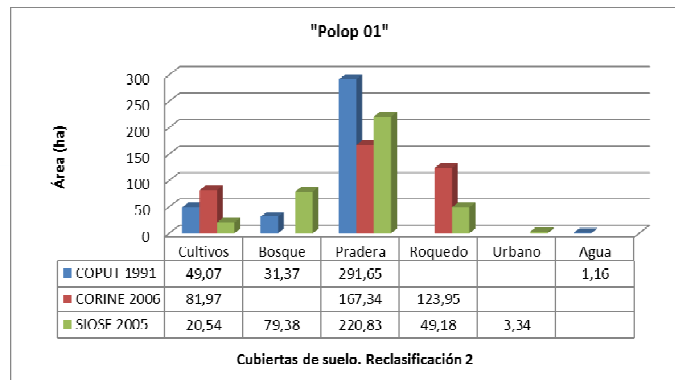
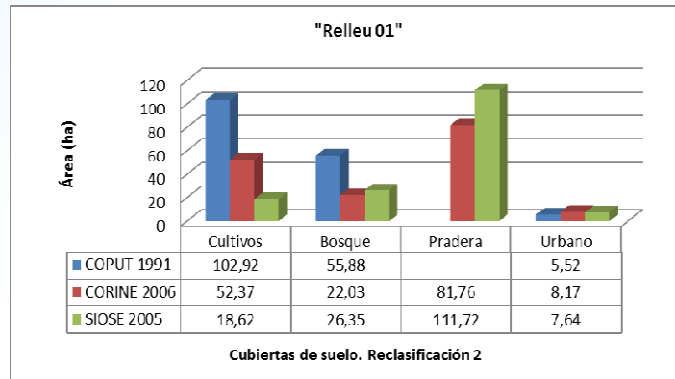
Puntos de
 calibración

Extrapolación
 espacial y Mapa Po

Extrapolación
 periodo de retorno

CONCLUSIONES

Cuencas seleccionadas de la Marina Baja



Selección de mapa de cubierta de suelo

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

COPUT (1991) Anticuado



SIOSE (2005) Mayor diversidad pero
presenta problemas en el cálculo de Po



CORINE (2006)

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA

ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ

Corrección areal

**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

TABLA DE VALORES DE UMBRALES DE ESCORRENTÍA PARA LAS COMARCAS DE LAS MARINAS

Códigos	Usos según CORINE 2006 para Las Marinas	Pendiente	A	B	C	D
1.000	Terrenos regados permanente	≥3	40	21	13	10
		<3	47	25	16	13
2.000	Terrenos principalmente agrícolas	≥3	45	27	17	12
		<3	53	32	20	14
3.000	Tierras de labor en seco	≥3	30	18	11	9
		<3	34	21	14	12
4.000	Mosaico de cultivos	≥3	41	22	15	11
		<3	43	26	17	12
5.000	Frutales	≥3	50	34	19	14
		<3	55	42	22	15
6.000	Olivares	≥3	51	28	15	10
		<3	48	34	19	14
7.000	Viñedos	≥3	51	28	15	10
		<3	48	34	19	14
8.000	Bosques de coníferas		70	47	31	23
9.000	Espacios con vegetacion escasa	≥3	17	12	10	7
		<3	20	16	12	9
10.000	Matorral boscoso de transición	≥3	46	25	18	12
		<3	60	30	22	15
11.000	Matorrales esclerófilos	≥3	32	14	12	10
		<3	40	22	16	12
12.000	Pastizales naturales	≥3	32	14	12	10
		<3	40	22	16	12
13.000	Roquedo	≥3			5	
		<3			6	
14.000	Zonas de extraccion minera				6	
15.000	Playas, dunas y arenales				90	
16.000	Laminas de agua					
	Mares y océanos					
	Salinas				0	
	Humedales y zonas pantanosa					
17.000	Tejido urbano continuo				6	
18.000	Tejido urbano discontinuo				8	
19.000	Redes viarias, ferroviarias				3	
20.000	Instalaciones deportivas				7	
21.000	Zonas industriales o comerciales				6	
22.000	Zonas en construcción				9	
23.000	Zonas portuarias				6	

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA
**ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ**

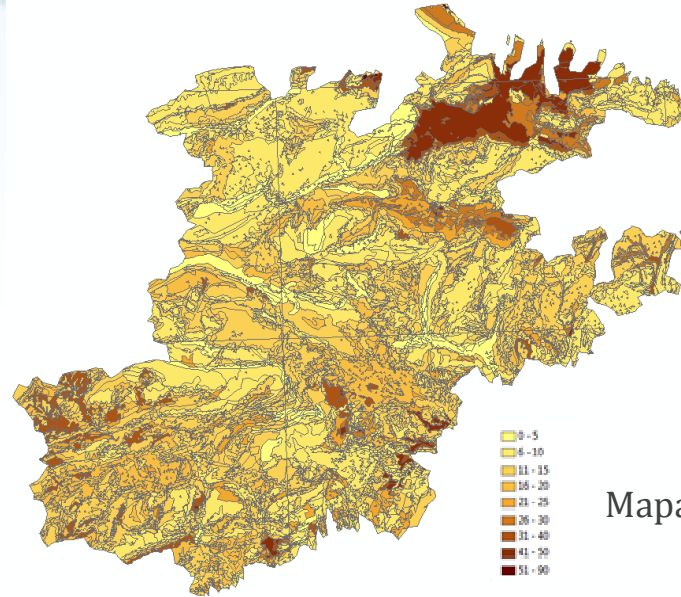
Corrección areal
**Umbral de
escorrentía**

Tipo de suelo
Cubierta suelo
Tabla Po

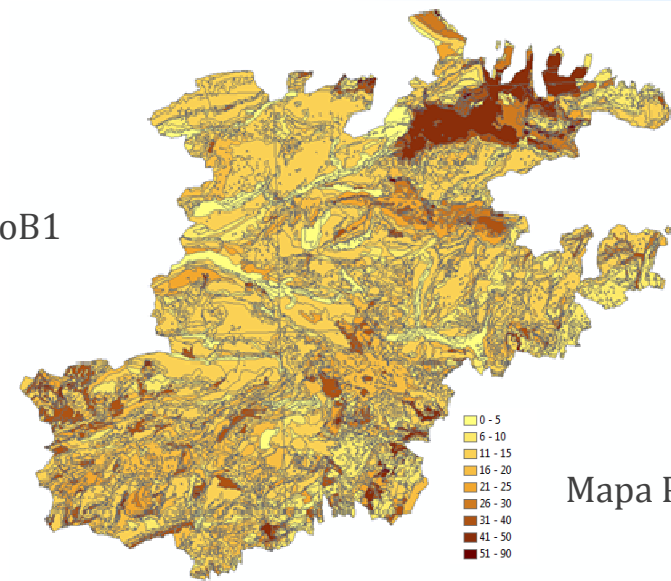
Mapa Po

Comparación Po
Tiempo de
concentración
Curvas IDF
Puntos de
calibración
Extrapolación
espacial y Mapa Po
Extrapolación
periodo de retorno
CONCLUSIONES

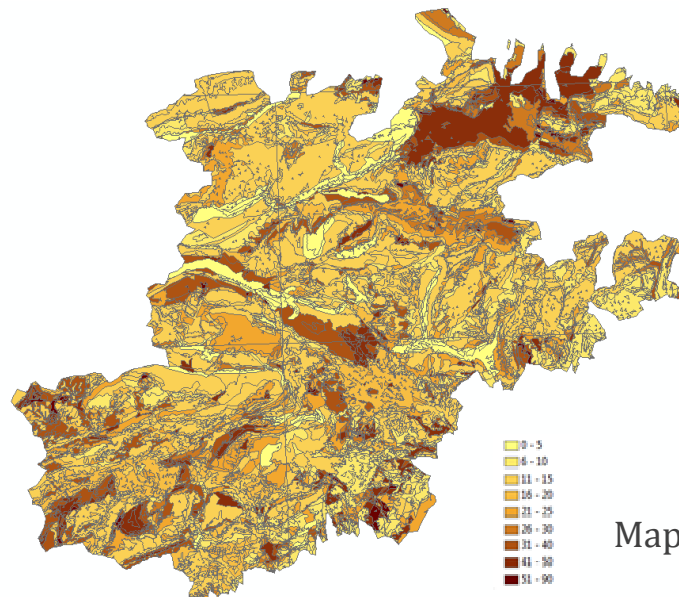
MAPAS DE Po OBTENIDOS



Mapa PoB1



Mapa PoB2



Mapa PoB3

COMPARACIÓN MAPA DE Po FERRER (PoC)

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

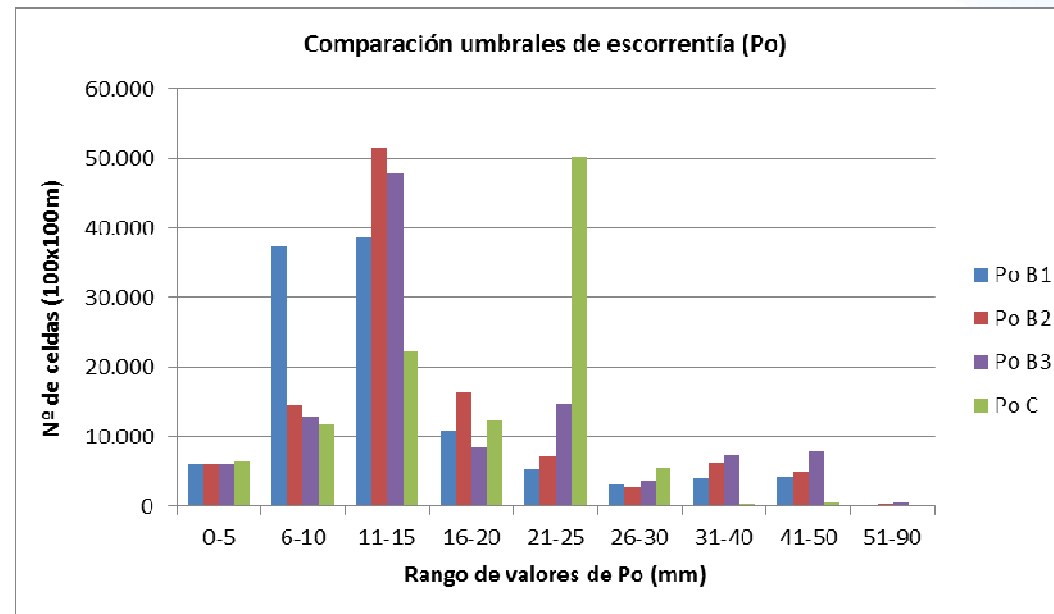
Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

	PoB1	PoB2	PoB3	Po C
Valor medio Po (mm)	14,38	16,15	18,52	17,86
Valor mínimo	0	0	0	1
Valor máximo	90	90	90	43



Cuencas pequeñas, los valores de umbrales de escorrentía pueden ser muy diferentes

Cuencas situadas en costa y con gran proporción de zona urbana, el umbral de escorrentía PoC es mucho menor

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA

**ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ**

Corrección areal
Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

**Tiempo de
concentración**

Curvas IDF

Puntos de
calibración

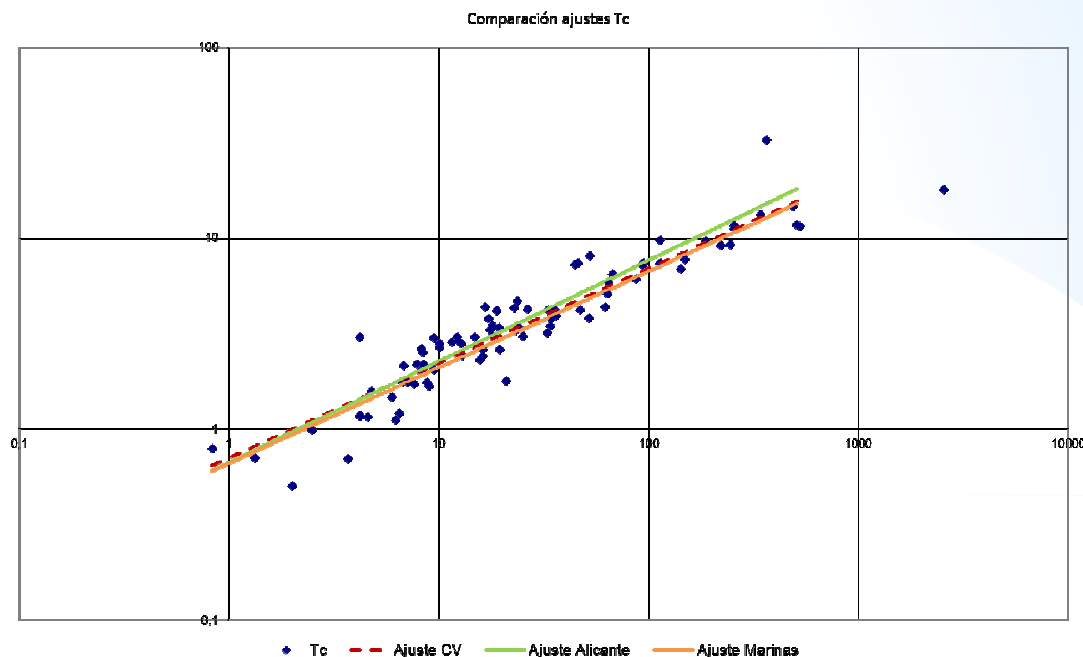
Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Variaciones muy importantes según la formulación empleada



Ajuste Provincia de Alicante

$R^2=0,8759$

Ajuste Comarca de Las Marinas

$R^2=0,9502$

Ajuste Comunidad Valenciana

$R^2=0,8849$

$$T_c = 0,7073 \cdot A^{0,4963}$$

INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA

ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ

Corrección areal
Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

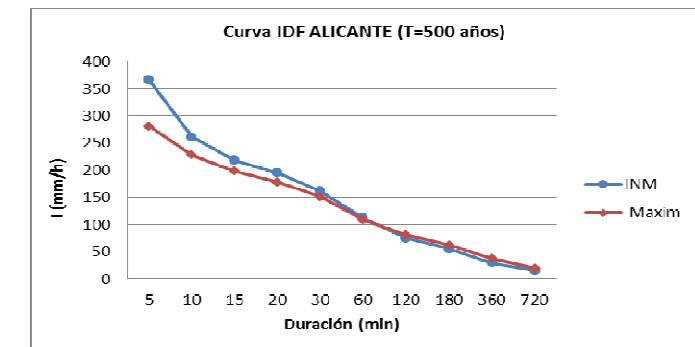
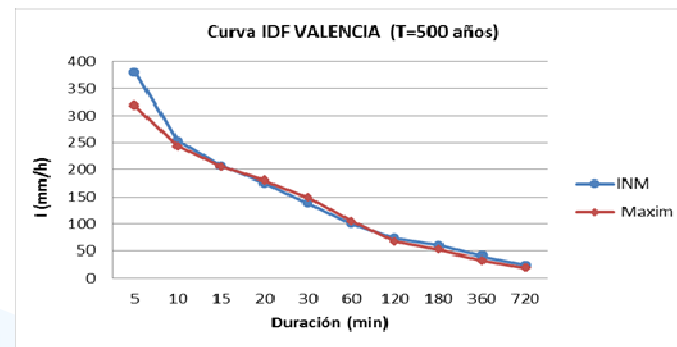
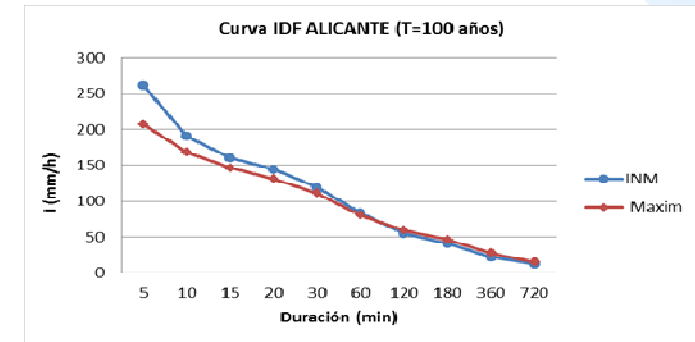
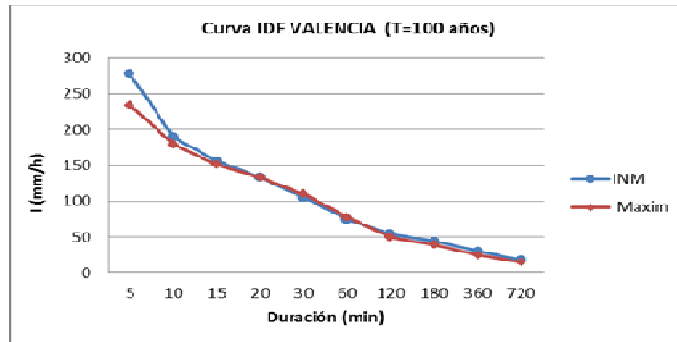
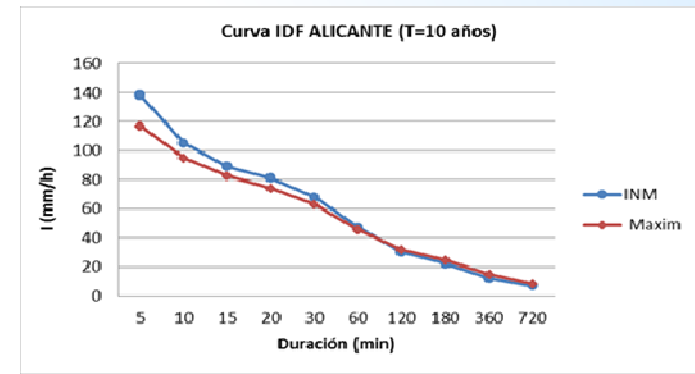
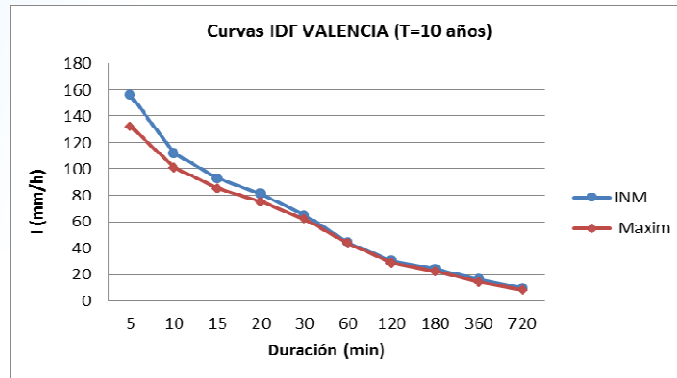
Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Comparación INM- MAXIM



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Relación entre la Intensidad diaria y la Intensidad de 24 h

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * F * g(tc) * h(T)}{24}$$

$$g(tc) = K \frac{24^a - tc^a}{24^a - 1}$$

Salas y Carrero (2008)

$$\frac{I(d, T)}{I(T)} = \alpha \frac{28^{0,1} - d^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

Témez (1991)

Duración correspondiente a una precipitación máxima de 24 horas es de 29 horas y 10 minutos.

García Bartual 2010

$$\Rightarrow b(tc) = K \frac{29,16^a - tc^a}{29,16^a - 1}$$

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{C-1}(T)}{24} \quad \text{para } tc \leq 1 \text{ hora}$$

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{L-2}(T)}{24} \quad \text{para } tc > 1 \text{ hora}$$

Comparación TÉMEZ- SALAS CARRERO

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

**ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ**

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

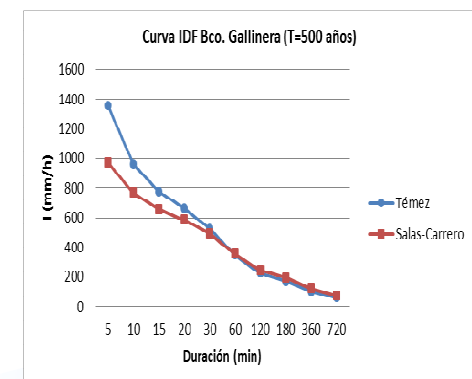
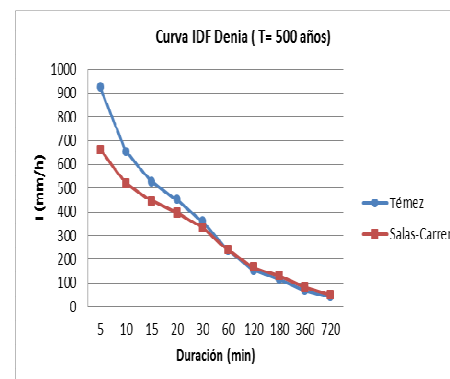
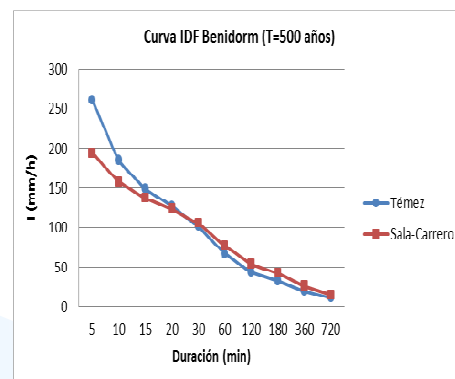
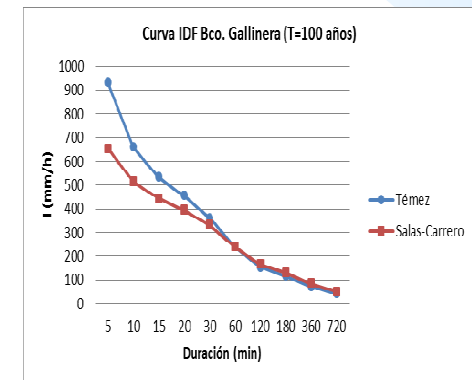
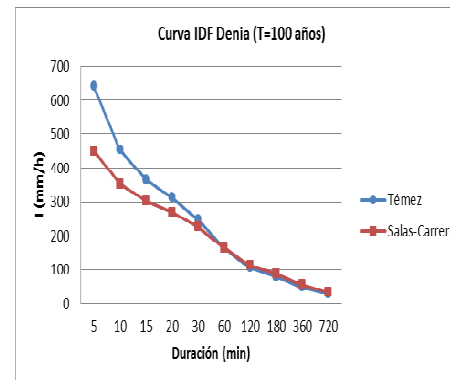
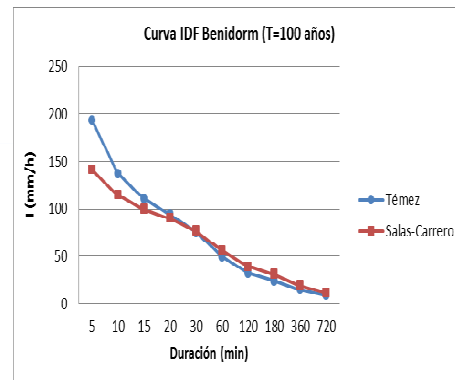
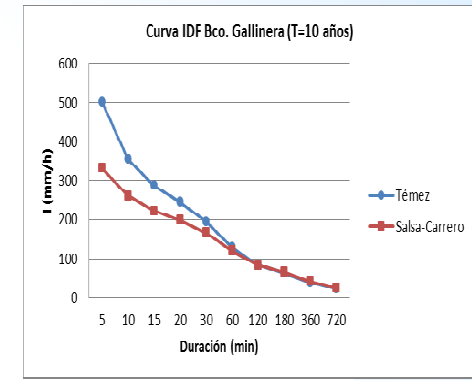
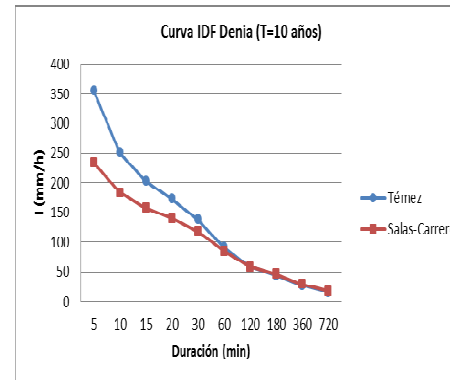
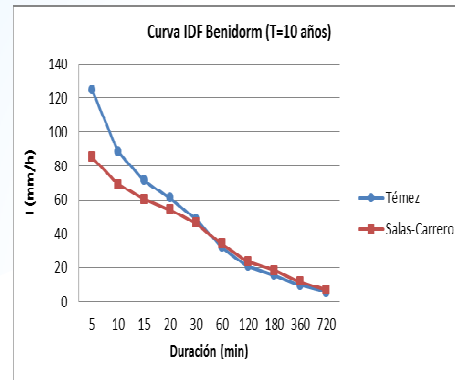
Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

RESUMEN MODELO DE TÉMEZ PROPUESTO EN LAS COMARCAS DE LAS MARINAS

$$Q = K_a * K * \frac{C \cdot A \cdot I_t}{3.6}$$

García Bartual (2010)

$$K_a = \frac{1}{1 + 0,00783 * A^{0,65676}}$$

Témez (1991)

$$K = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Témez (1991)

Mapa PoB1

Mapa PoB2

Mapa PoB3

Mapa PoC

$$C = \frac{\left[\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} - 1 \right] * \left[\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} + 23 \right]}{\left(\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} + 11 \right)^2}$$

Tiempo concentración

$$T_c = 0,7073 \cdot A^{0,4963}$$

Salas y Carrero (2008)

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{c-1}(T)}{24} \quad \text{para } tc \leq 1 \text{ hora}$$

García Bartual (2010)

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{L-2}(T)}{24} \quad \text{para } tc > 1 \text{ hora}$$

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

**Puntos de
calibración**

Extrapolación
espacial y Mapa Po

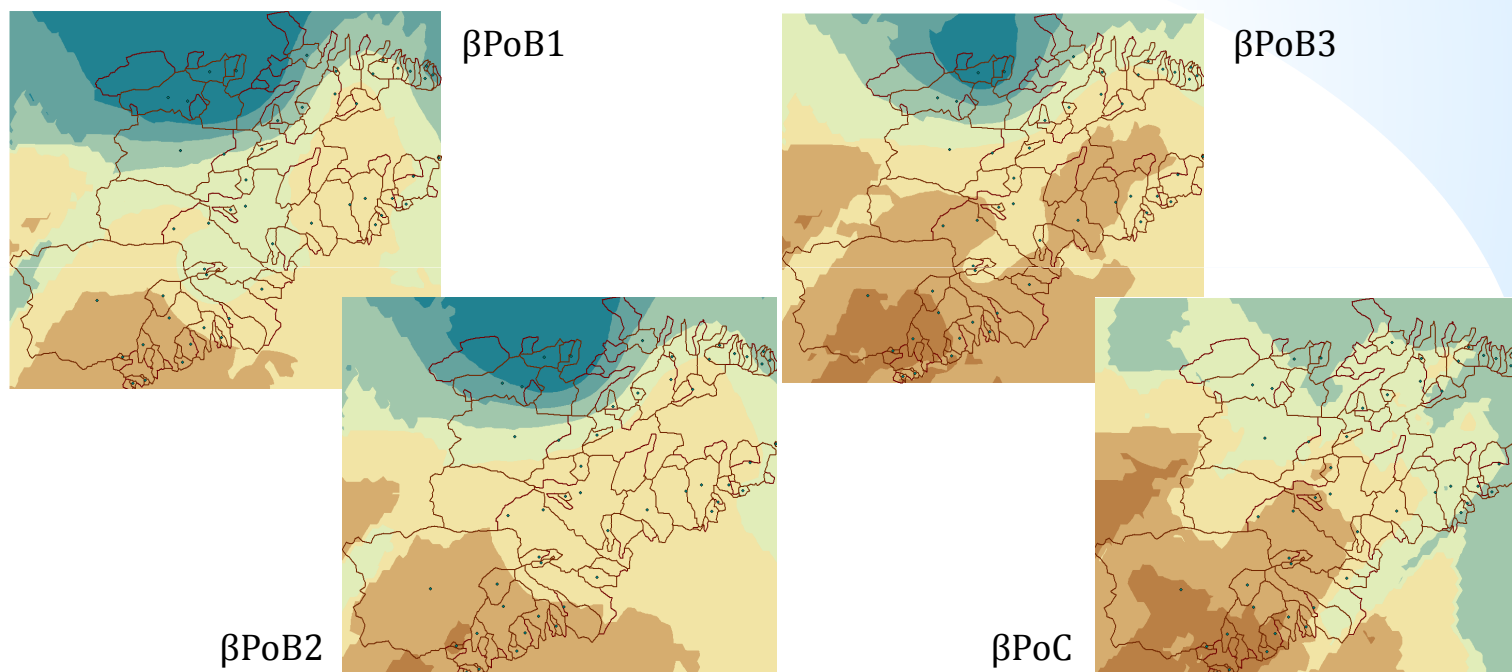
Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

PUNTOS DE CALIBRACIÓN. SIMULACIÓN 1

Criterios calibración:

- Periodo de retorno de 100 años
- 50 cuencas
- Kriging ordinario: Mapa de distribución espacial de β



	PoB1 (T=100)	PoB2 (T=100)	PoB3 (T=100)	PoC (T=100)
β_{\min}	3,06	2,96	2,84	2,63
β_{\max}	12,64	10,14	8,67	7,25

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

**ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ**

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

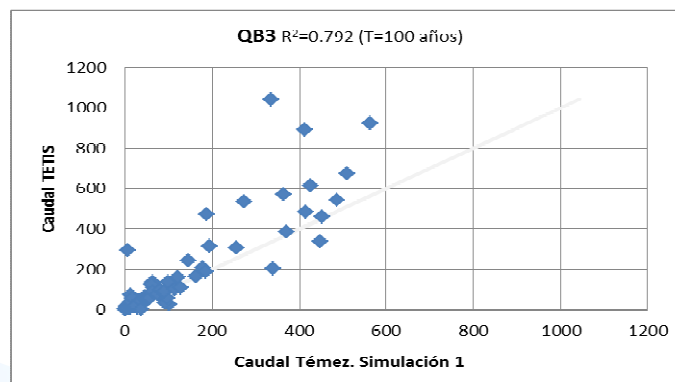
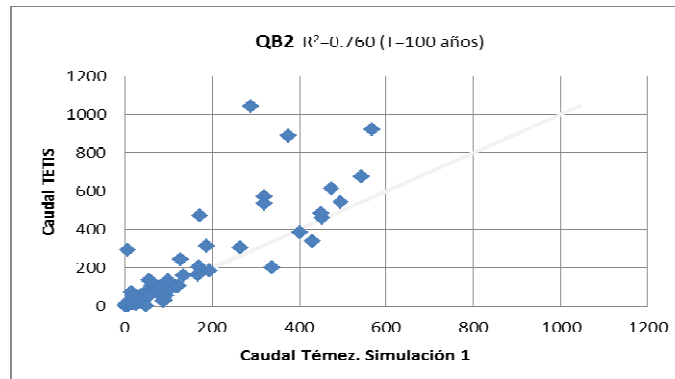
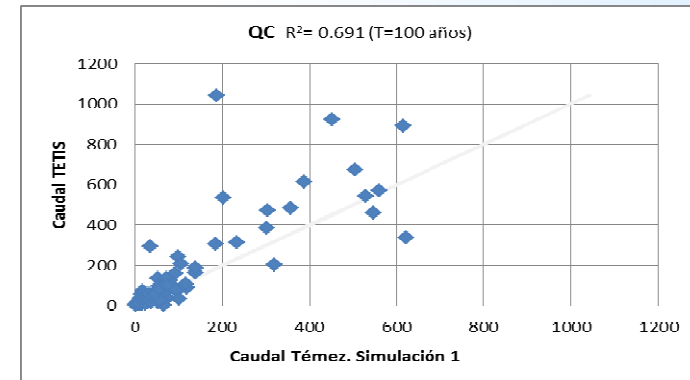
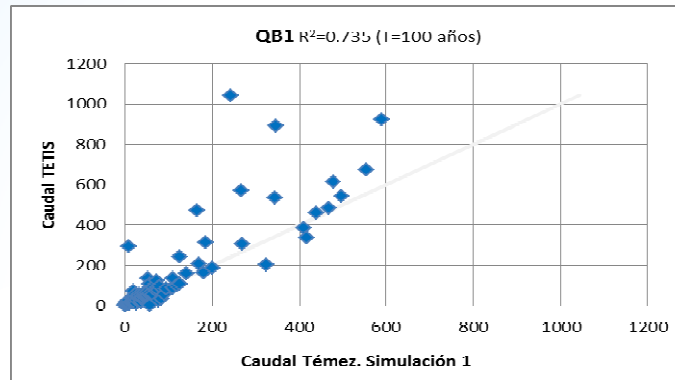
**Puntos de
calibración**

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Simulación 1. Validación



- La correlación es buena en todos los casos de estudio
- QB3, es el que mejor correlación presenta
- Mapa PoB1, Mapa PoB3
- Aquellos puntos con caudales mayores, es decir, aquellas cuencas que se corresponden con una mayor superficie, presentan una mayor dispersión

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

**Extrapolación
espacial y Mapa
Po**

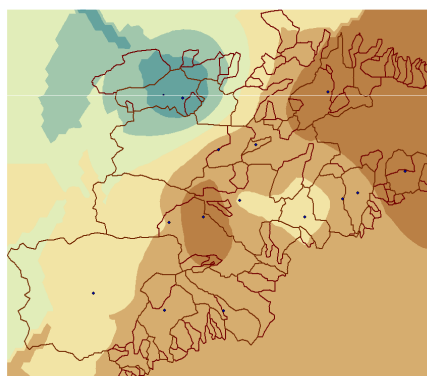
Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

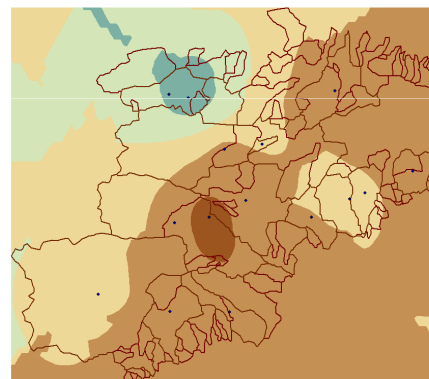
EXTRAPOLACIÓN ESPACIAL. SIMULACIÓN 2

Criterios de calibración:

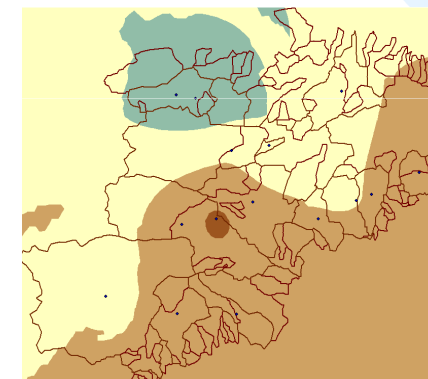
- Periodo de retorno de 100 años
- Mapa PoB1, Mapa PoB3, Mapa PoC
- 15 cuencas, cuya superficie es superior a 15 Km²
- Kriging ordinario: Mapa de distribución espacial de β



β PoB1



β PoB3



β PoC

	PoB1 (T=100)	PoB3 (T=100)	PoC (T=100)
β min	2,16	2,02	2,24
β max	6,94	4,92	4,43

INTRODUCCIÓN
 METODOLOGÍA
**ANÁLISIS
 MODELO TÉMEZ**

Corrección areal
 Umbral de
 escorrentía

Tipo de suelo
 Cubierta suelo
 Tabla Po
 Mapa Po

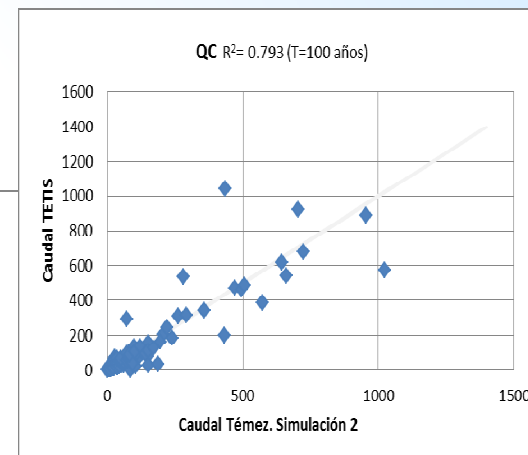
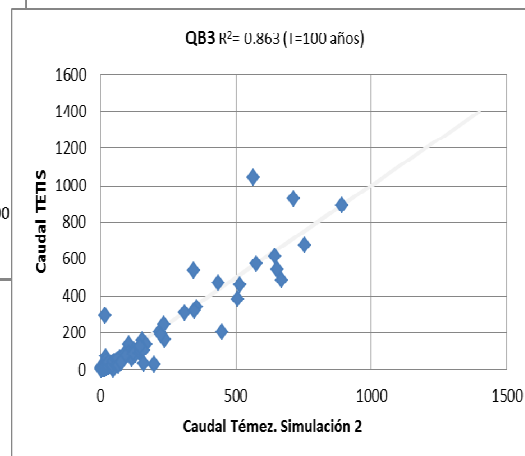
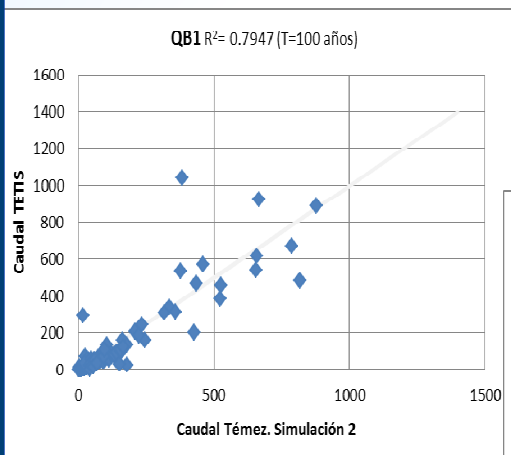
Comparación Po
 Tiempo de
 concentración

Curvas IDF
 Puntos de
 calibración

**Extrapolación
 espacial y Mapa
 Po**

Extrapolación
 periodo de retorno
CONCLUSIONES

Simulación 2. Validación



Factor de correlación R ²				
	QB1 (100)	QB2 (100)	QB3 (100)	QC (100)
Simulación 1	0,735	0,760	0,792	0,691
Simulación 2	0,794	-	0,863	0,793

La distribución espacial del factor corrector “β” depende del área de las cuencas que se tomen como punto de partida, siendo más homogénea cuanto mayor sea la superficie de las mismas y proporcionando resultados de caudales pico más ajustados.

El **Mapa PoB3** será el mapa **seleccionado** para la aplicación del **método propuesto**

OTROS PERIODOS DE RETORNO

Periodos de retorno de 10 y 500 años

Validación

	Simulación 2 (T=100)			Simulación 3 (T=10)			Simulación 4 (T=500)		
	QB1	QB3	QC	QB1	QB3	QC	QB1	QB3	QC
Factor de correlación R ²	0,794	0,863	0,793	0,537	0,705	0,655	0,839	0,847	0,826

El método de Témez propuesto es válido para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años para el mapa de umbrales de escorrentía PoB3

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de concentración

Curvas IDF

Puntos de calibración

Extrapolación espacial y Mapa Po

Extrapolación periodo de retorno

CONCLUSIONES

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS

MODELO TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

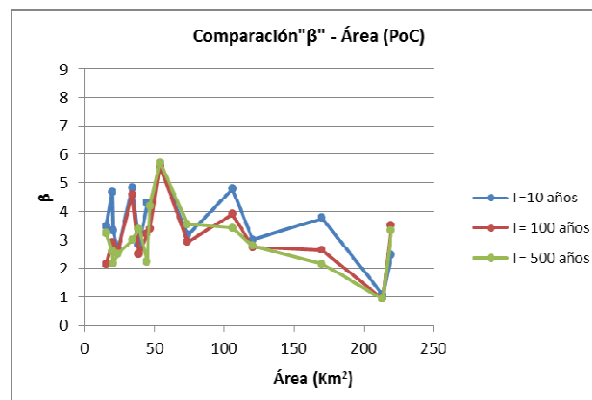
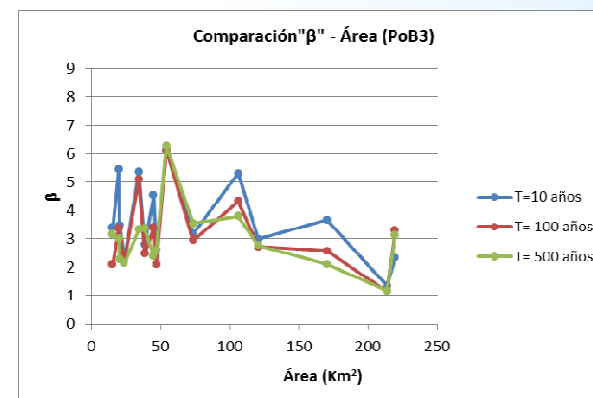
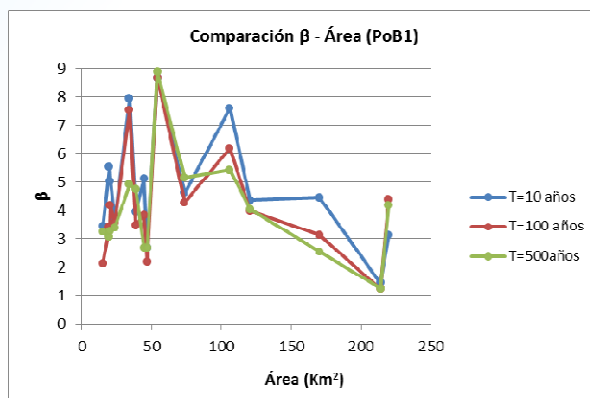
Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

**Extrapolación
periodo de
retorno**

CONCLUSIONES

RELACIÓN β , PERIODO DE RETORNO Y ÁREA



Coefficiente de correlación R^2	β PoB1	β PoB3	β PoC
Regresión lineal múltiple	0,040	0,080	0,112
Regresión no lineal múltiple	0,029	0,056	0,076

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO

TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Conclusiones del análisis realizado

- La expresión propuesta por García Bartual describe mejor el fenómeno de no uniformidad espacial de la lluvia en las comarcas de Las Marinas
- El hecho de tener en cuenta las zonas cársticas varía considerablemente la clasificación de tipo de suelo según el SCS
- El mapa de cubiertas de suelo CORINE 2006 es el más adecuado para el cálculo de Po.
- Existen diferencias importantes entre los valores de umbral de escorrentía calculados en este estudio y los propuestos por Ferrer.
- Se propone simplificar la expresión del cálculo del tiempo de concentración, obteniendo éste únicamente en función del área de la cuenca.
- La curva IDF propuesta por Salas y Carrero (2008) es más actualizada que aquella propuesta por Témez (1991).
- La distribución espacial del factor corrector " β " depende del área de las cuencas que se tomen como punto de partida.
- El "Mapa PoB3" presenta mejores resultados en todas las simulaciones propuestas
- **El método de Témez propuesto es válido para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.**
- No existe relación entre el factor de corrección " β " y el periodo de retorno o la superficie de la cuenca de estudio, por lo que no es posible extrapolar dicho factor.

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO

TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Resumen modelo de Témez propuesto

El objetivo del presente estudio ha sido alcanzado

$$Q = K_a * K * \frac{C \cdot A \cdot I_t}{3.6}$$

García Bartual (2010)

$$K_a = \frac{1}{1 + 0,00783 * A^{0,65676}}$$

Témez (1991)

$$K = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Mapa PoB3,

Mapa de distribución de β para 10, 100, 500 años

$$C = \frac{\left[\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} - 1 \right] * \left[\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} + 23 \right]}{\left(\frac{K_a * P_d}{\beta_x * P_{ox}} + 11 \right)^2}$$

Tiempo concentración

$$T_c = 0,7073A^{0,4963}$$

Salas y Carrero (2008)

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{c-1}(T)}{24} \quad \text{para } tc \leq 1 \text{ hora}$$

García Bartual (2010)

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * b(tc) * h_{L-2}(T)}{24} \quad \text{para } tc > 1 \text{ hora}$$

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

ANÁLISIS MODELO
TÉMEZ

Corrección areal

Umbral de
escorrentía

Tipo de suelo

Cubierta suelo

Tabla Po

Mapa Po

Comparación Po

Tiempo de
concentración

Curvas IDF

Puntos de
calibración

Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

Líneas de investigación futuras

- * Extrapolar el presente estudio a todo el ámbito de la Comunidad Valenciana
- * Complementar con un modelo hidráulico sencillo
- * Establecer una clasificación estandar de las cubiertas de suelo
- * La presencia de zonas cársticas influyen notablemente en los procesos de percolación en ladera y reinfiltración en cauce, por lo que sería interesante incluirlo en el calculo de mapa de umbrales de escorrentía

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Trabajo Fin de Máster Tipo B

“REVISIÓN, ANÁLISIS Y ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE TÉMEZ EN EL ÁMBITO DE
LAS COMARCAS DE LA MARINA ALTA Y LA MARINA BAJA (ALICANTE)”

Autora: Dña. Belén Sánchez Baeza
Director: Dr. Félix Francés García