

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

Umbrales 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 períodos de retorno de 10, 100 y 500 años.
- * Cuantiles de caudales obtenidos mediante el uso del modelo TETIS para períodos 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)

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

- * **RECOLGIDA:** 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

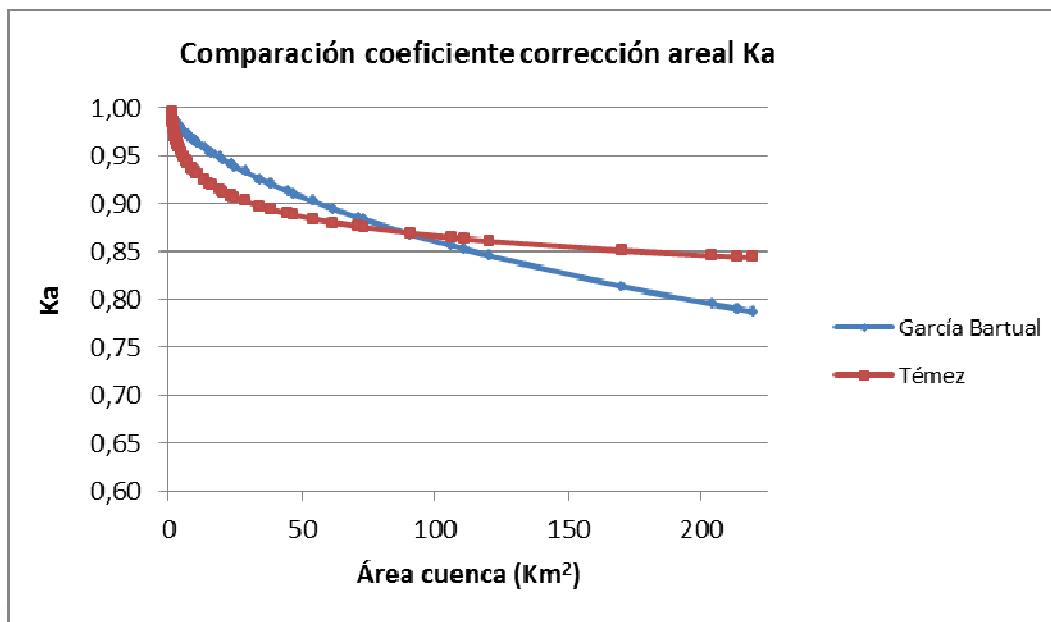
$$K_a = \frac{1}{1 + 0,00783 * A^{0,65676}}$$

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

García Bartual

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

Témez



INTRODUCCIÓN
METODOLOGÍA
ANÁLISIS
MODELO TÉMEZ
Corrección areal
Umbrales 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 efectivo (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

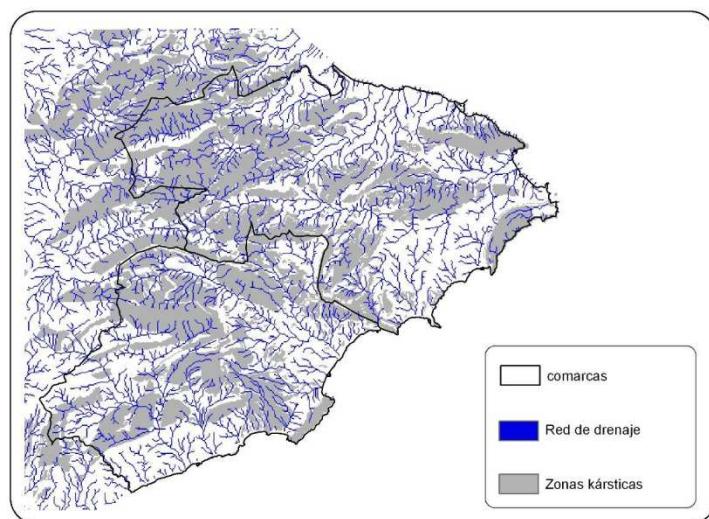
Mapa Factor K de erodabilidad

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	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

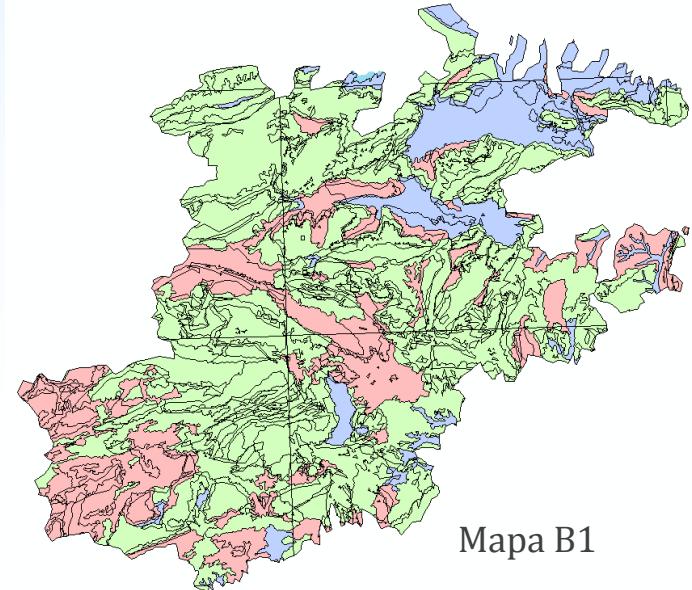
Curvas IDF

Puntos de
calibración

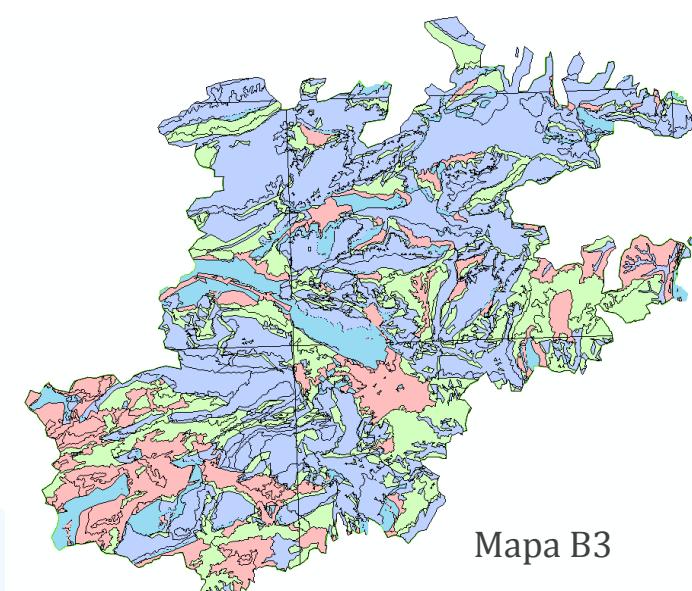
Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

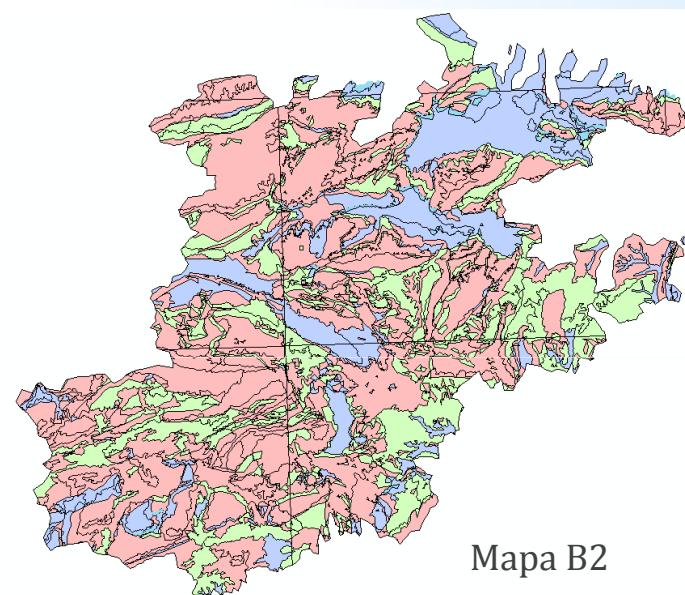


Mapa B1



Mapa B3

Mapa de tipo de suelo SCS



Mapa B2

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

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 1

SIOSE 2005			COPUT 1991	CORINE 2006	Reclasificación 1
Cultivos	Cultivos herbáceos	Arroz Cultivos herbáceos distintos del arroz	Regadiu hortícoles Regadiu altres	Terrenos regados permanentes Terrenos principalmente agr Mosaico de cultivos	Cultivos regadío
	Cultivos leñosos	Frutales Cítricos Frutales no cítricos	Regadiu cítrics Regadiu Fruiteres	Frutales	Frutales
		Olivar	Sec olivera	Olivares	Olivares
		Viñedo	Sec vinya	Viñedos	Viñedos
	Prados	Otros	Sec fruiteres Sec herbacis	Tierras de labor en secano	Cultivos secano
Arbolado forestal	Coníferas		Pi Negre Pi de repoblació Pi Blanc Carrascar Pi Blanc Matoll	Bosques de coníferas	Coníferas
	Frondosas	Caducifolias Perennifolias			Frondosas
Matorral			Matoll Coscollar Matoll Matoll Carrascar Matoll Surera Matoll Coscollar Matoll Pi Blanc Matoll Pi de repoblació	Espacios con vegetación esc Matorral boscoso de transic Matorrales esclerófilos	Matorral
Pastizal			Matoll Pasturage	Pastizales naturales	Pastizal
Terrenos sin vegetación	Roquedo	Afloramientos rocosos y roquedo Acantilados marinos Canchales Coladas lávicas cuaternarias	Penyasegats	Roquedo	Roquedo
	Ramblas Suelo desnudo Zonas quemadas				Suelo desnudo
	Playas, dunas y arenas		Platges i dunes	Playas, dunas y arenas	Playas
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua Láminas de agua	Rius i rambles Mases d'aigua	Láminas de agua	Agua continental
	Aguas marinas	Mares y océanos Lagunas costeras Estuarios	Saladars	Mares y oceanos 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	Vial, aparcamiento o zona peatonal Zona verde artificial y arbolado urbano Suelo no edificado Lámina de agua artificial	Residencial Residencial baixa densitat Residencial mitjana densitat Residencial alta densitat Residencial molt alta densitat Residencial camping	Tejido urbano continuo Tejido urbano discontinuo Redes viarias, ferroviarias	Residencial
	Otras construcciones		Industrial Industrial baixa densitat Equipaments Mixt Altres urbanitzats	Instalaciones deportivas y Zonas industriales o comerc Zonas en construccion Zonas portuarias	Industrial
	Zonas de extracción o vertido		Altres, pedreres	Zonas de extraccion minera	Canteras

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 2 + PNOA

	SIOSE 2005			COPUT 1991	CORINE 2006	Reclasificación 2	
Cultivos	Cultivos herbáceos	Arroz Cultivos herbáceos distintos del arroz		Regadiu hortícoles Regadiu altres	Terrenos regados permanente Terrenos principalmente agr	Cultivos	
	Cultivos leñosos	Frutales	Cítricos Frutales no cítricos	Regadiu cítrics Regadiu Fruiteres	Frutales Mosaico de cultivos		
		Olivar		Sec olivera	Olivares		
		Víñedo		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 vegetación esc Matorral boscoso de transic Matorrales esclerófilos	Pradera	
	Pastizal			Matoll Pasturatge	Pastizales naturales		
Terrenos sin vegetación	Roquedo	Afloramientos rocosos y roquedo Acantilados marinos Canchales Coladas lávicas cuaternarias		Penyasegats	Roquedo	Roquedo	
		Suelo desnudo Zonas quemadas					
Coberturas artificiales			Zonas de extracción o vertido		Altres, pedreres	Playas	
Terrenos sin vegetación			Playas, dunas y arenales		Platges i dunes		
Terrenos sin vegetación			Rambles			Aqua	
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua	Láminas de agua	Rius i rambles Mases d'aigua	Laminas de agua		
			Embalses Lagos y lagunas				
Coberturas húmedas	Humedales marinos	Mares y océanos Lagunas costeras Estuarios		Saladars	Mares y ocealos Salinas		
		Marismas	Salinas				
	Humedales continentales	Salinas continentales Zonas pantanosas Turberas		Marjals Saladars	Humedales y zonas pantanosa Salinas		
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				Redes viarias, ferroviarias		
	Otras construcciones			Industrial Industrial baixa densitat Equipaments Mixt Altres urbanitzats	Instalaciones deportivas y Zonas industriales o comerc Zonas en construcció Zonas portuaries		

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

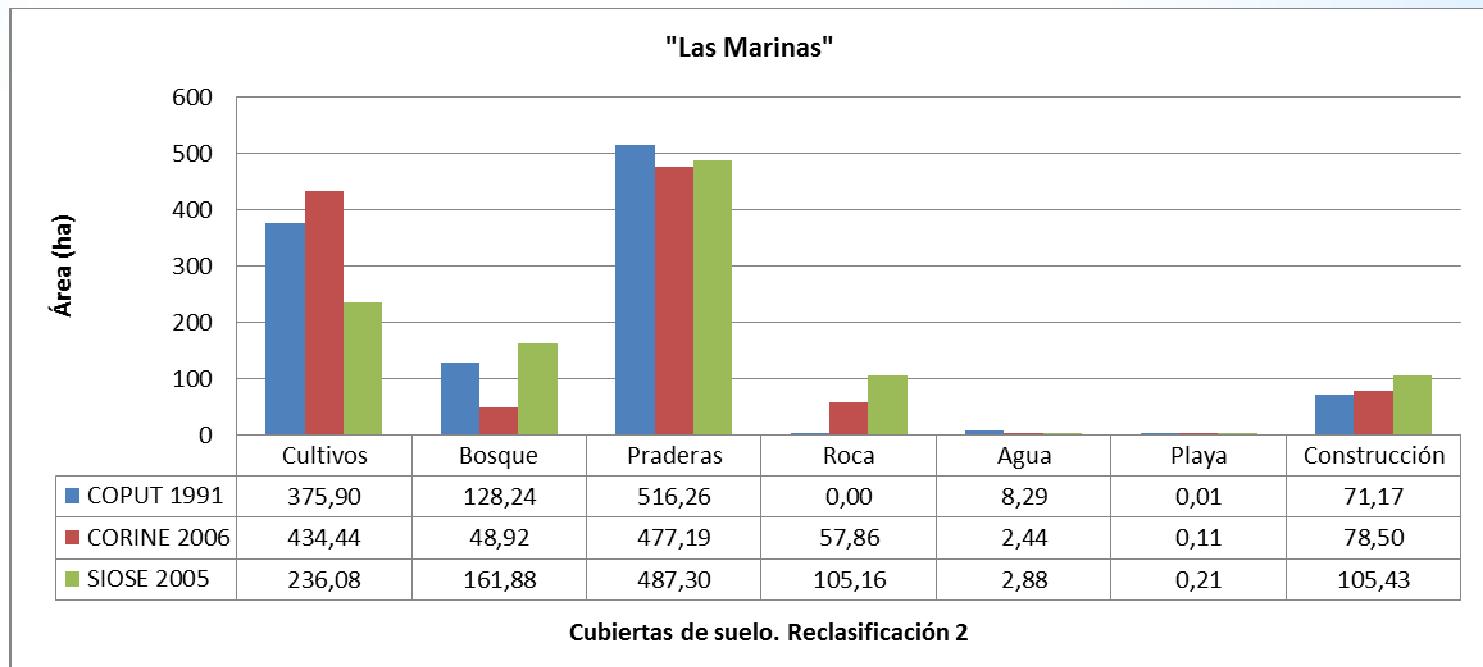
Puntos de
calibración

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

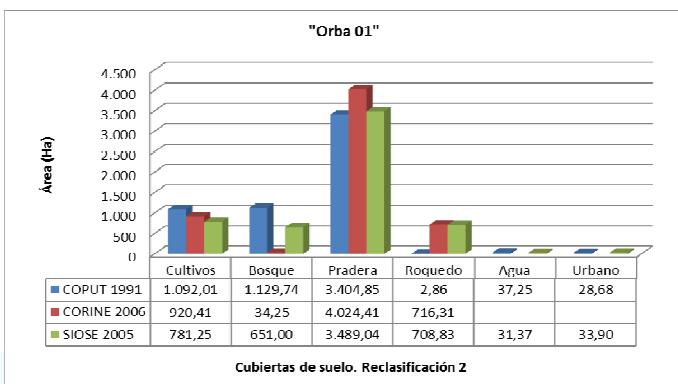
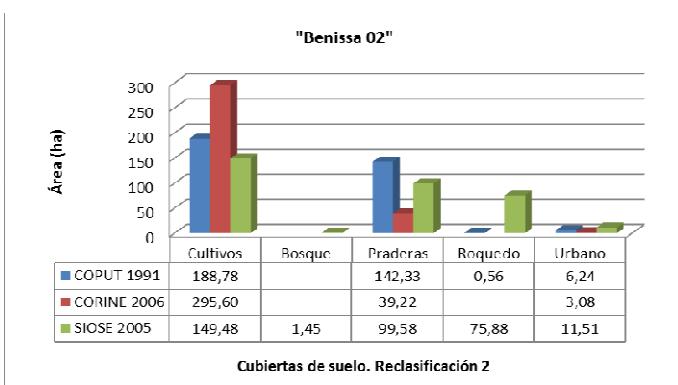
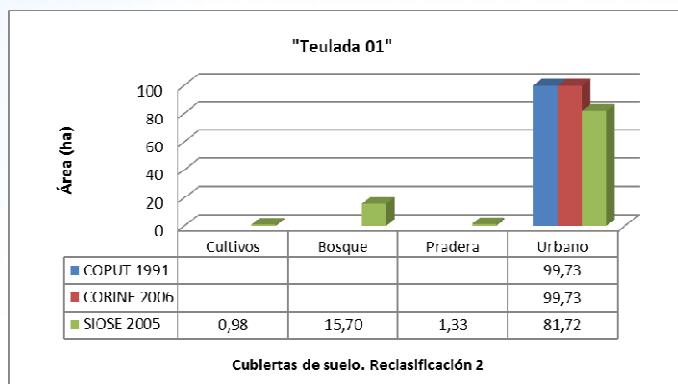
Puntos de calibración

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

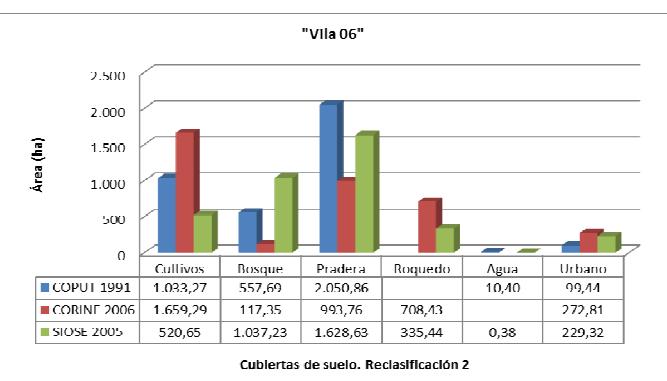
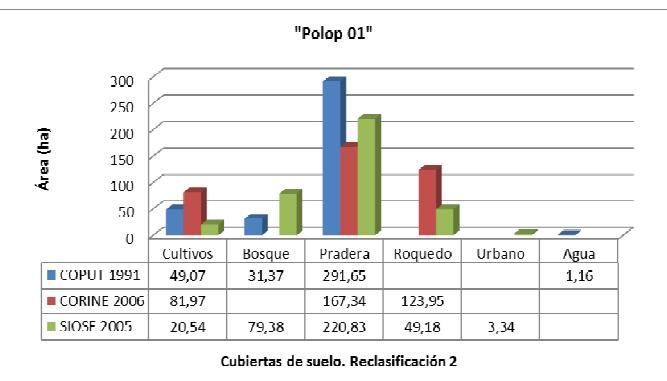
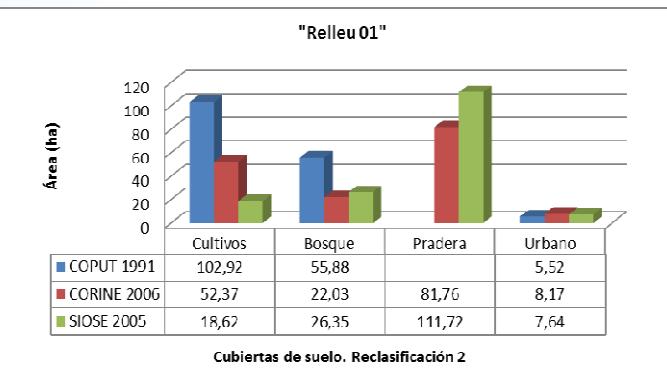
Puntos de
calibración

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

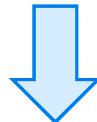
Puntos de
calibración

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

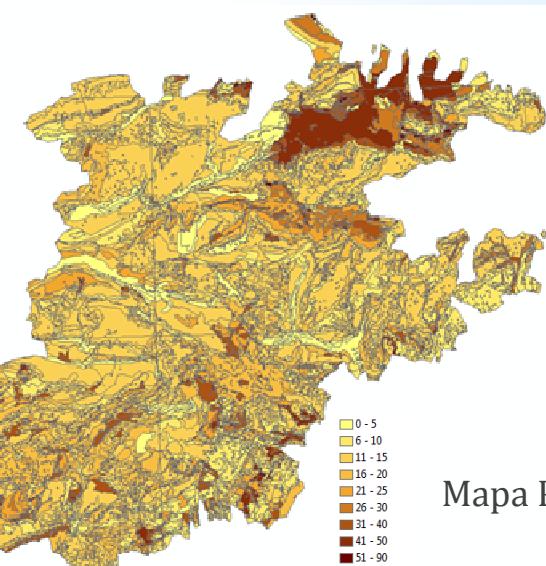
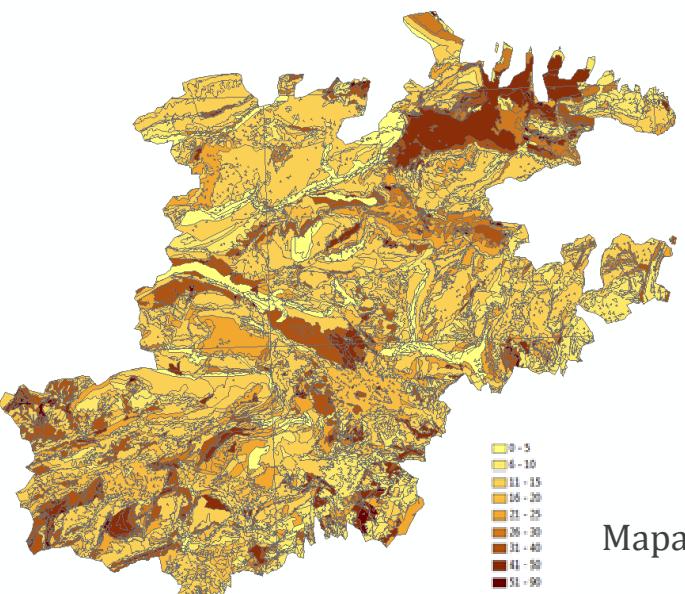
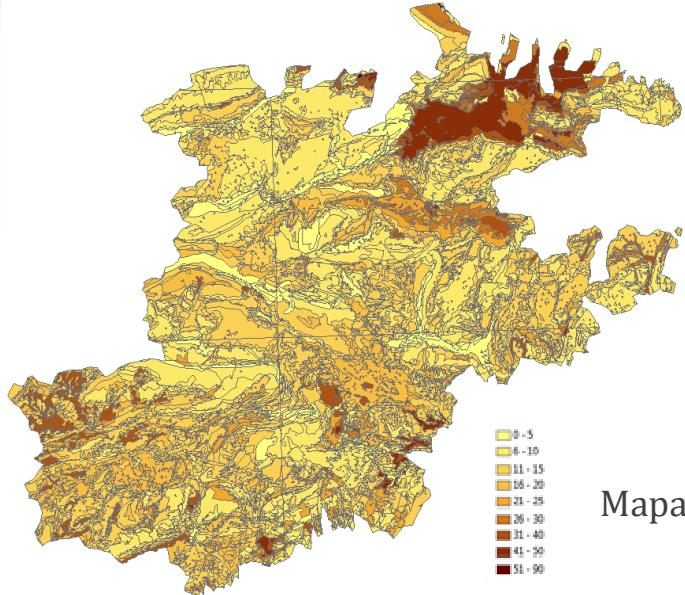
CONCLUSIONES

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 secano	≥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 vegetación 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 extracción minera			6		
15.000	Playas, dunas y arenales			90		
16.000	Laminas de agua Mares y océanos Salinas Humedales y zonas pantanosas				0	
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



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

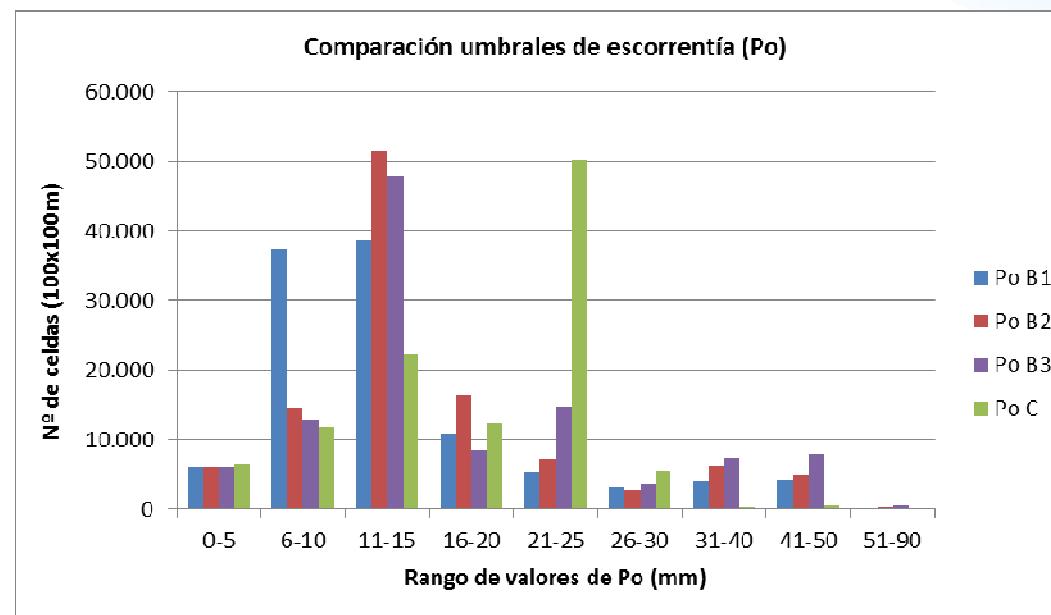
Extrapolación
espacial y Mapa Po

Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

COMPARACIÓN MAPA DE Po FERRER (PoC)

	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

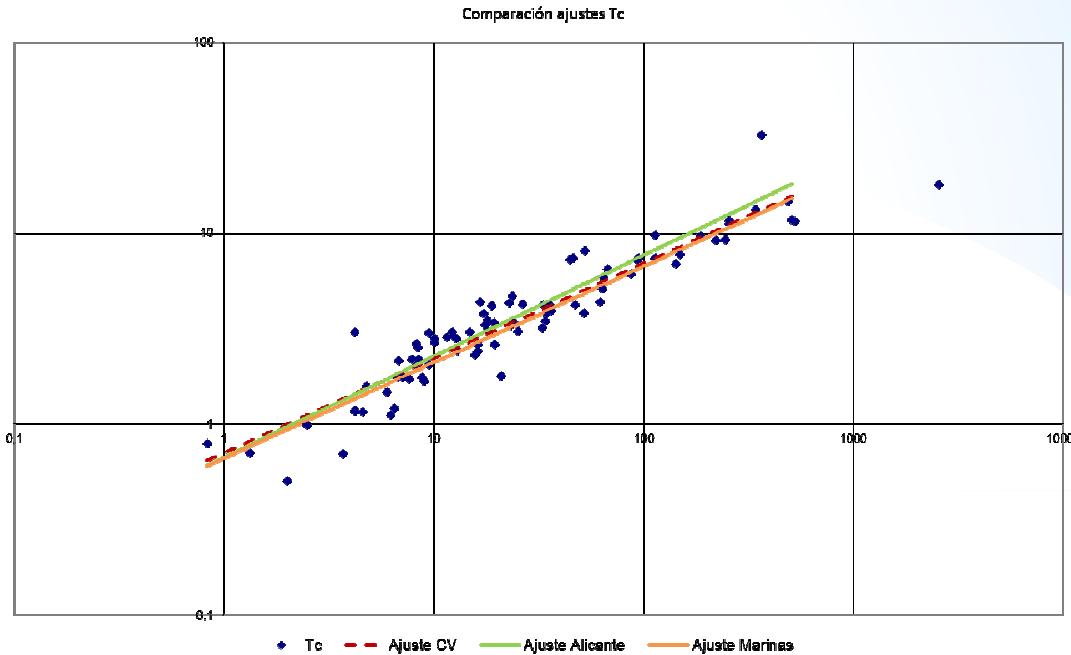


Cuencas pequeñas, los valores de umbrales de escorrentía pueden ser muy diferentes

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

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

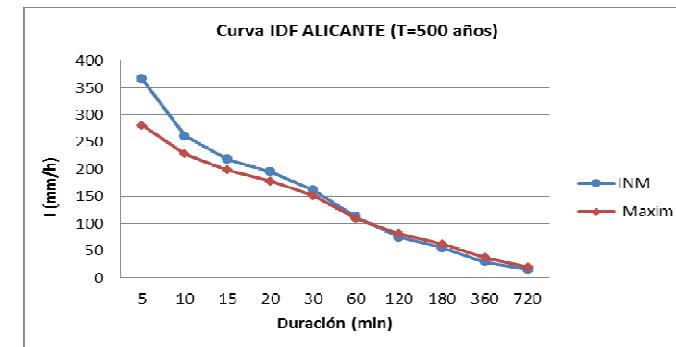
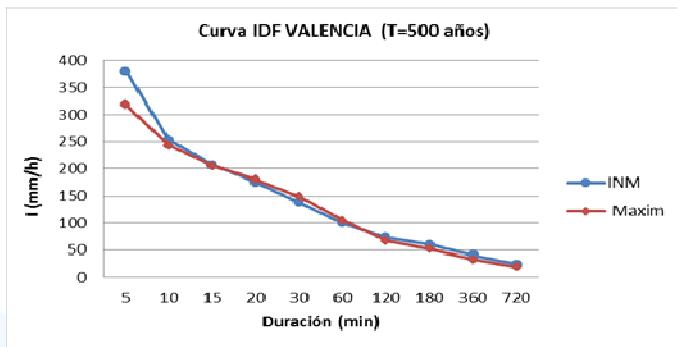
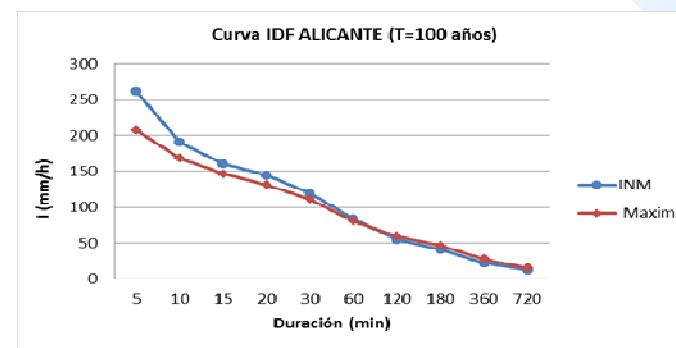
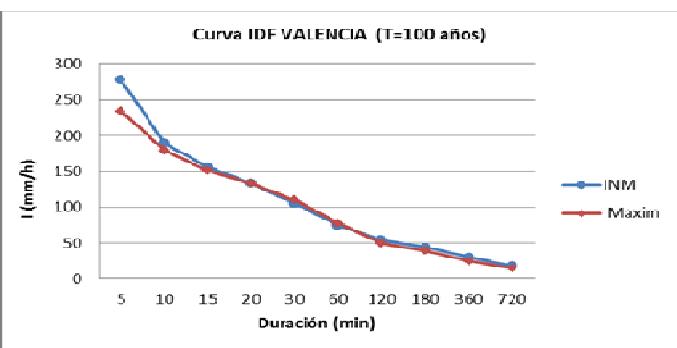
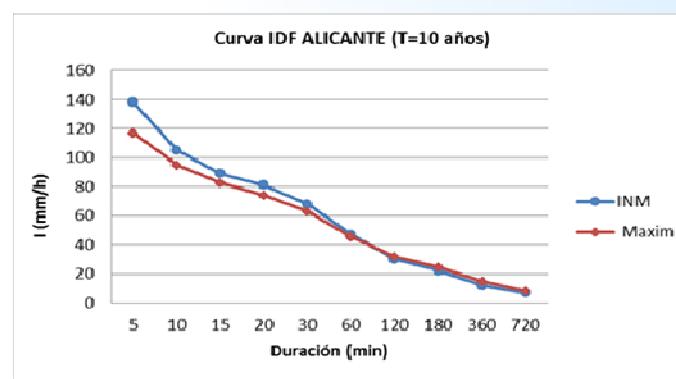
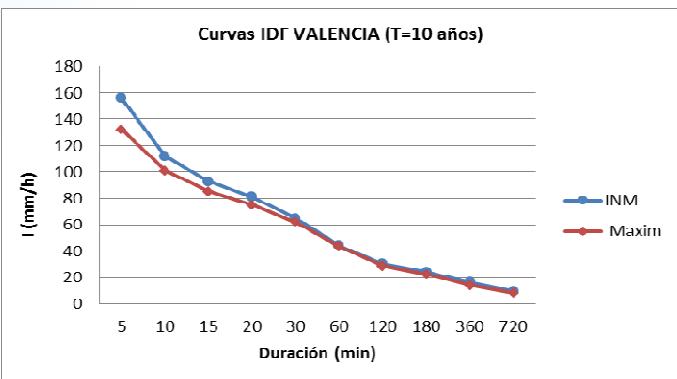
Puntos de calibración

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

$$I(tc, T) = \frac{PMDA(T) * F * g(tc) * h(T)}{24} \quad g(tc) = K^{\frac{24^a - tc^a}{24^a - 1}}$$

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

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

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

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

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

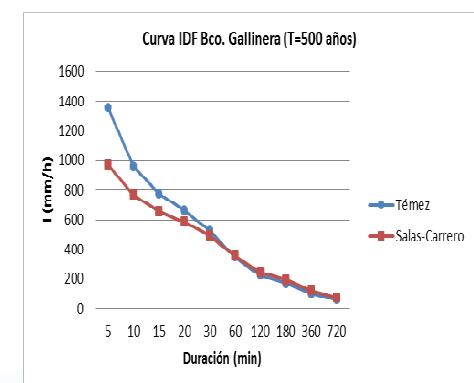
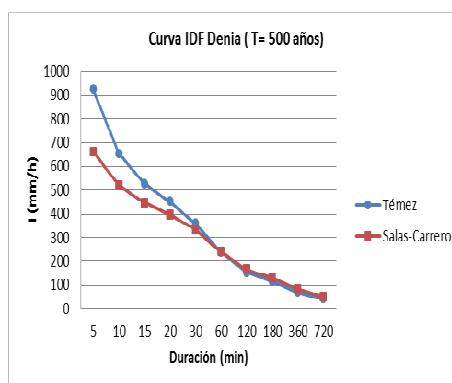
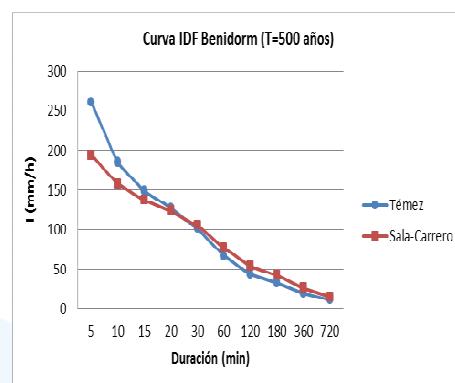
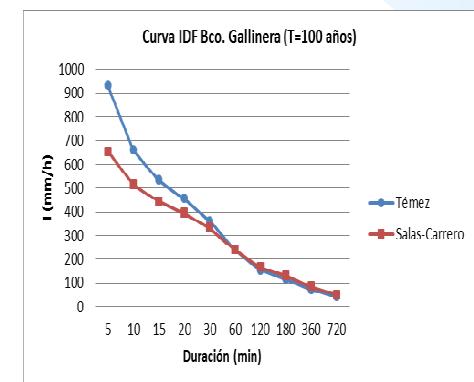
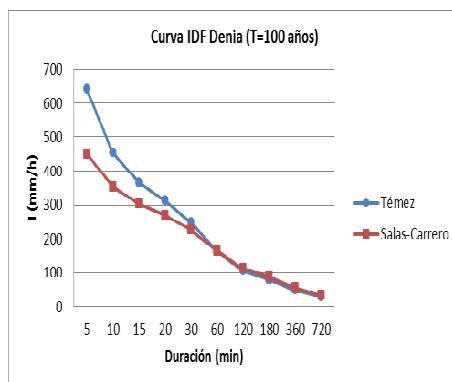
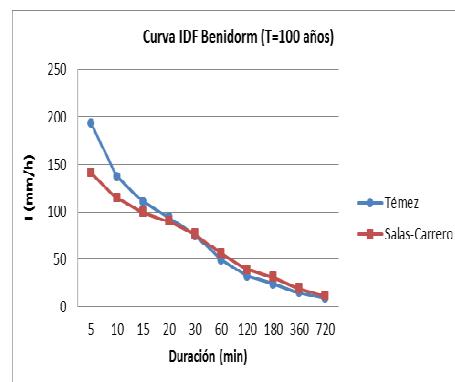
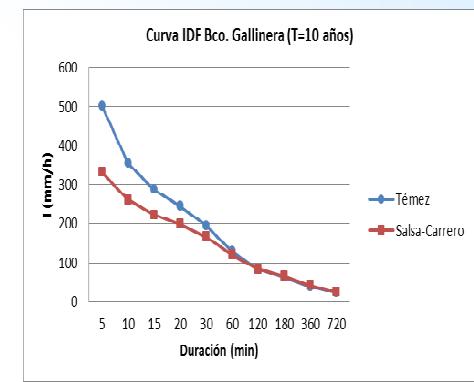
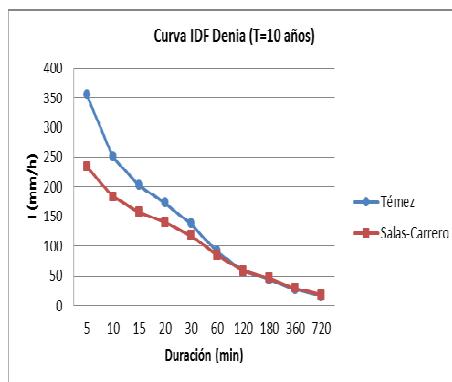
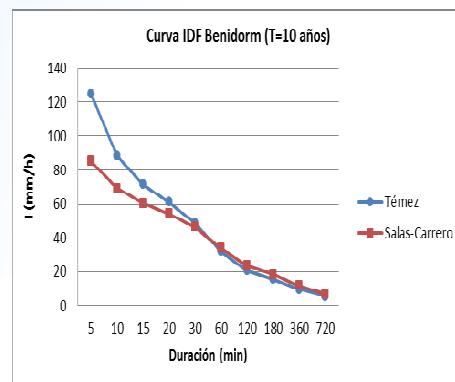
Puntos de calibración

Extrapolación espacial y Mapa Po

Extrapolación periodo de retorno

CONCLUSIONES

Comparación 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

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

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

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

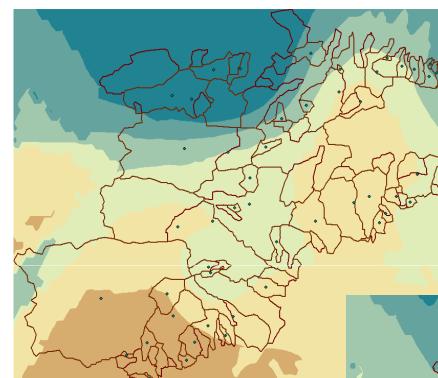
Extrapolación
periodo de retorno

CONCLUSIONES

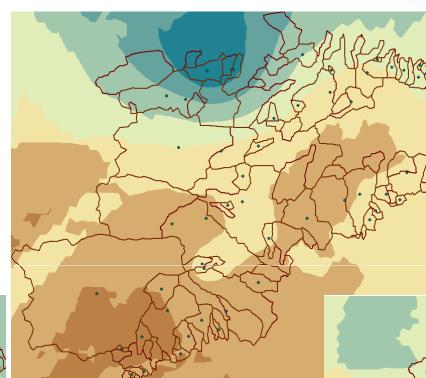
PUNTOS DE CALIBRACIÓN. SIMULACIÓN 1

Criterios calibración:

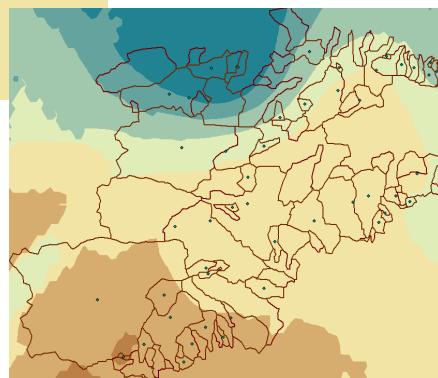
- Periodo de retorno de 100 años
- 50 cuencas
- Kriging ordinario: Mapa de distribución espacial de β



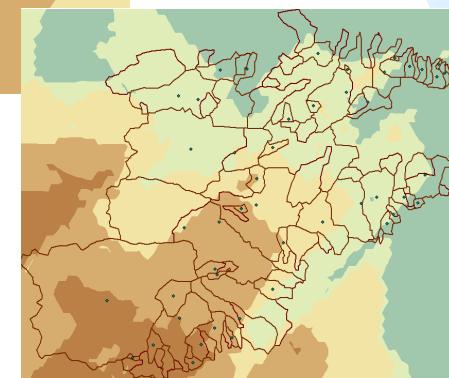
β PoB1



β PoB3



β PoB2



β PoC

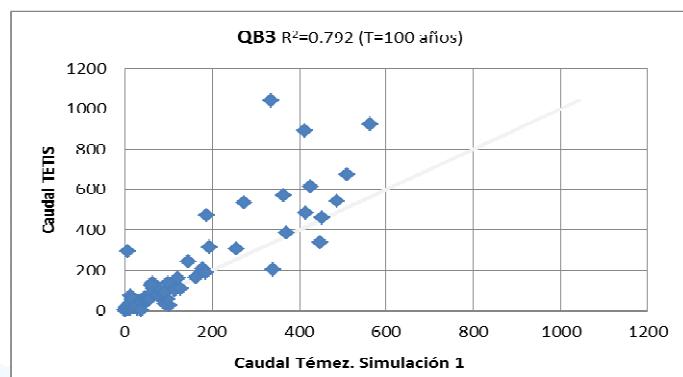
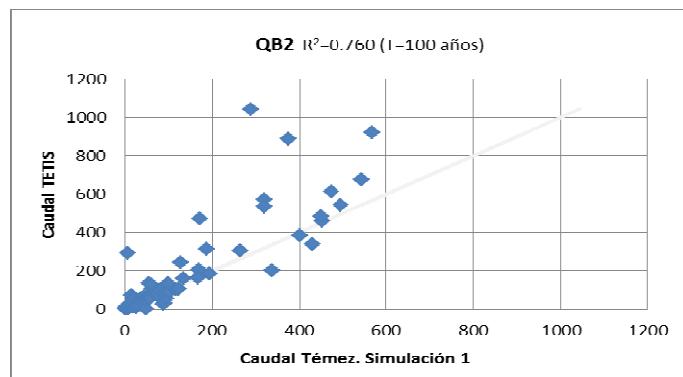
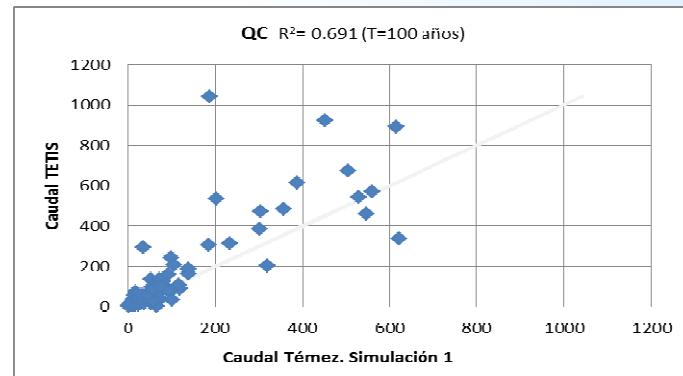
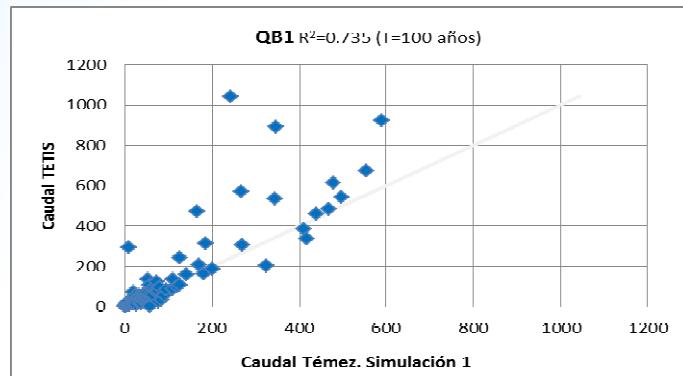
	PoB1 (T=100)	PoB2 (T=100)	PoB3 (T=100)	PoC (T=100)
β min	3,06	2,96	2,84	2,63
β max	12,64	10,14	8,67	7,25

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



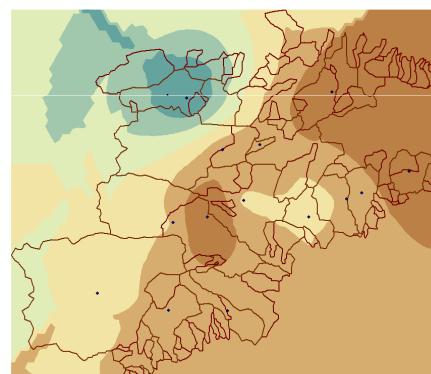
- La correlación es buena en todos los casos de estudio
- QB3, es el que mejor correlación presenta
- Mapa PoB1, Mapa PoB3
- Aquellos puntos con caudales mayores, es decir, aquellas cuencas que se corresponden con una mayor superficie, presentan una mayor dispersión

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

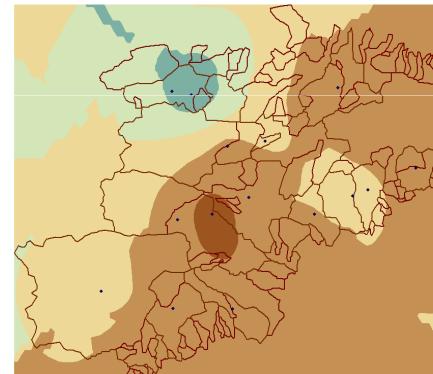
EXTRAPOLACIÓN ESPACIAL. SIMULACIÓN 2

Criterios de calibración:

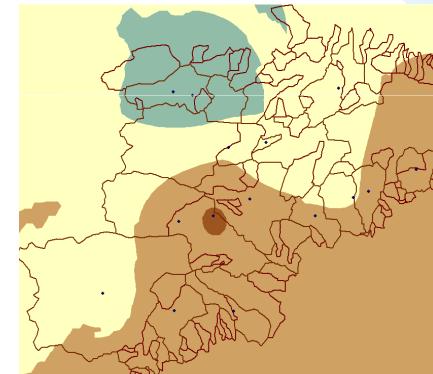
- Periodo de retorno de 100 años
- Mapa PoB1, Mapa PoB3, Mapa PoC
- 15 cuencas, cuya superficie es superior a 15 Km²
- Kriging ordinario: Mapa de distribución espacial de β



β PoB1



β PoB3

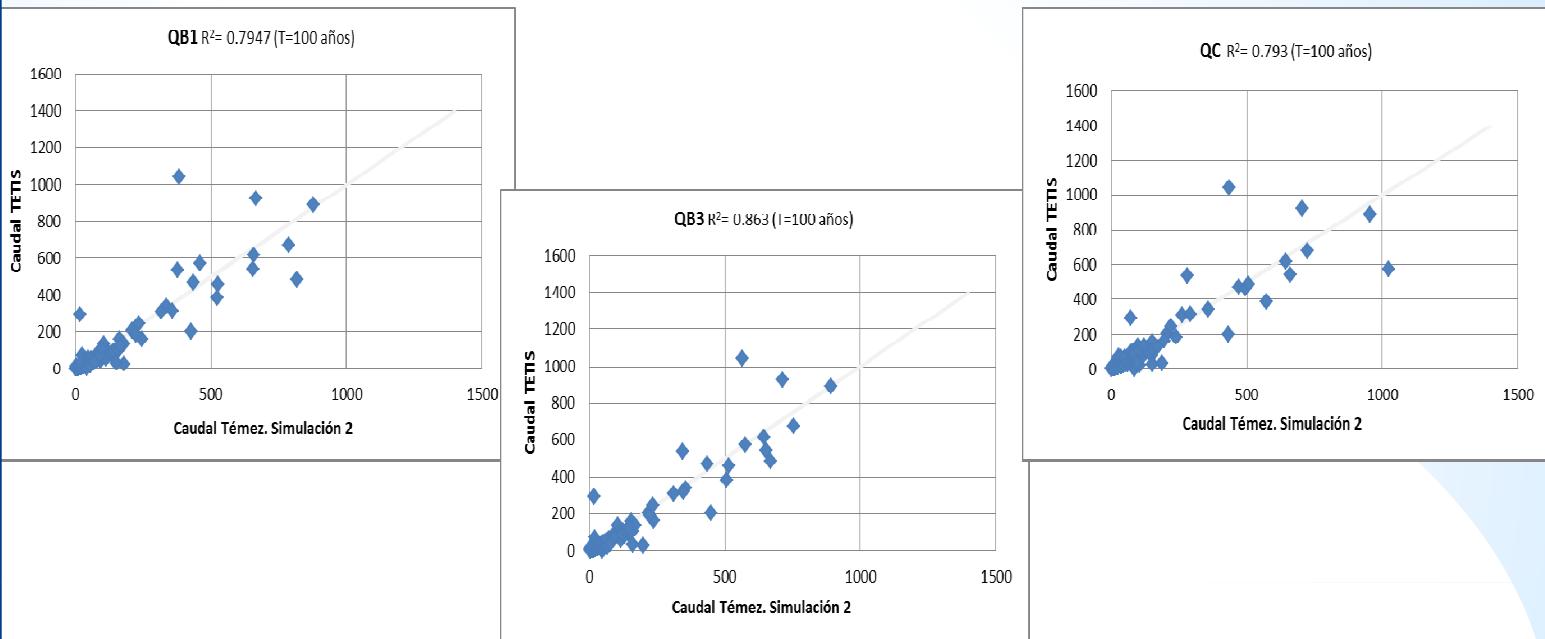


β PoC

	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**

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

OTROS PERIODOS DE RETORNO

Periodos de retorno de 10 y 500 años

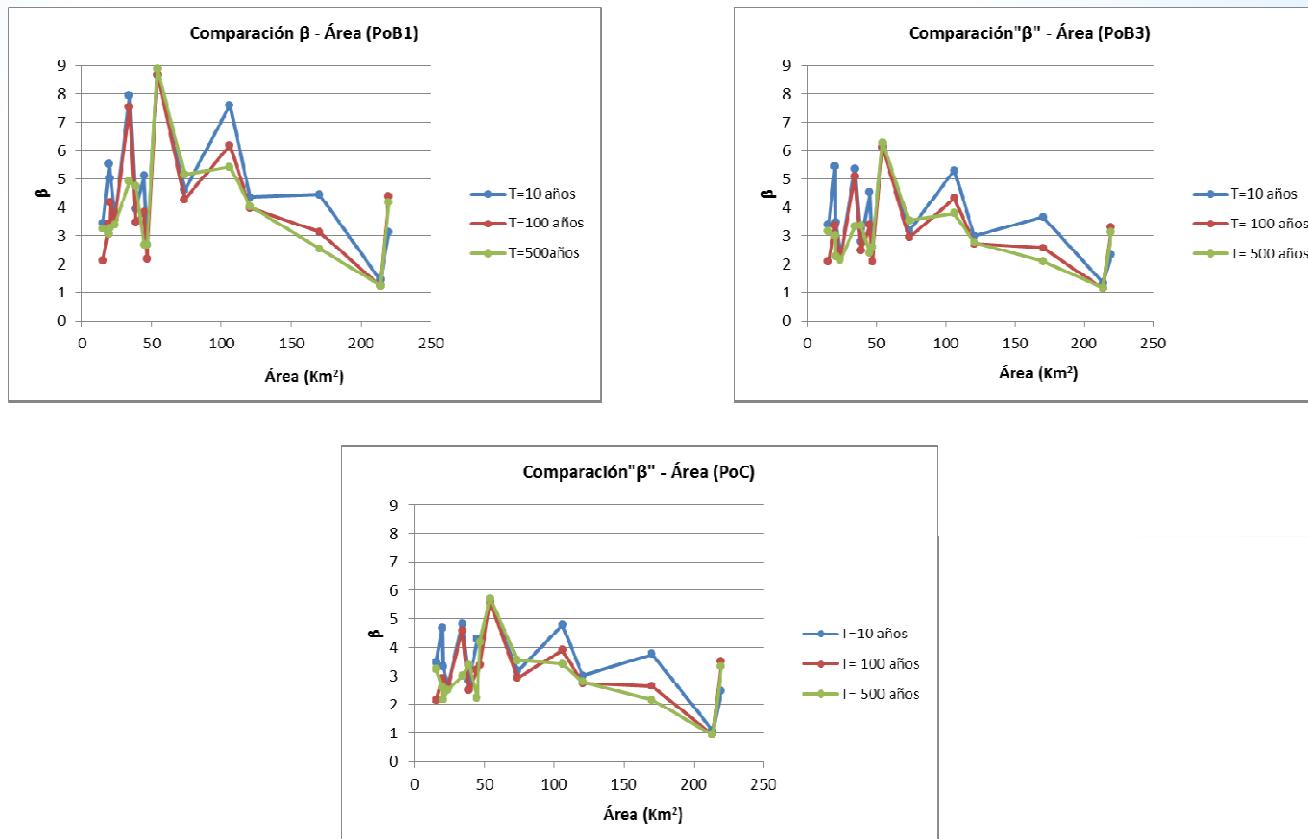
Validación

	Simulación 2 (T=100)			Simulación 3 (T=10)			Simulación 4 (T=500)		
	QB1	QB3	QC	QB1	QB3	QC	QB1	QB3	QC
Factor de correlación R²	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 períodos 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

RELACIÓN β , PERÍODO DE RETORNO Y ÁREA



Coeficiente 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 todos 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

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

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

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

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