

MANUAL DE AYUDA PARA EL PORGRAMA **PRESUD** (PREssurized SUBunit Design) APLICADO A SUBUNIDADES DE RIEGO POR GOTEO

Para poder trabajar con PRESUD será necesario en primer lugar **descargar e instalar el compilador** de MATLAB de 32 o 64 bit según el tipo de ordenador disponible. La descarga puede hacerse en

<http://crea.uclm.es/crea/descargas/matlab.php?s=aspersionygoteo>

También se puede bajar e instalar el compilador para Windows MCR_R2016a(9.0.1) (no es la más reciente) en el link <https://es.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>

El primer paso es activar el botón “**comenzar**” y después el botón “**valores por defecto**”, lo que cargará un conjunto de valores típicos para las variables.

Después de introducir todos los datos, activar el botón “**Calcular**”.

PRESUD calcula la solución que hace el caudal medio descargado por el conjunto de goteros de la subunidad igual al caudal del gotero medio definido como dato.

Para visualizar la representación gráfica de la distribución de caudales descargados por los goteros y las presiones a la entrada de los mismos en la subunidad, activar el botón “**Figuras**”

Aclaraciones adicionales:

1. Es necesario seleccionar si la alimentación de la terciaria y de los ramales se realiza por un punto intermedio (Fig. 1) o por un extremo

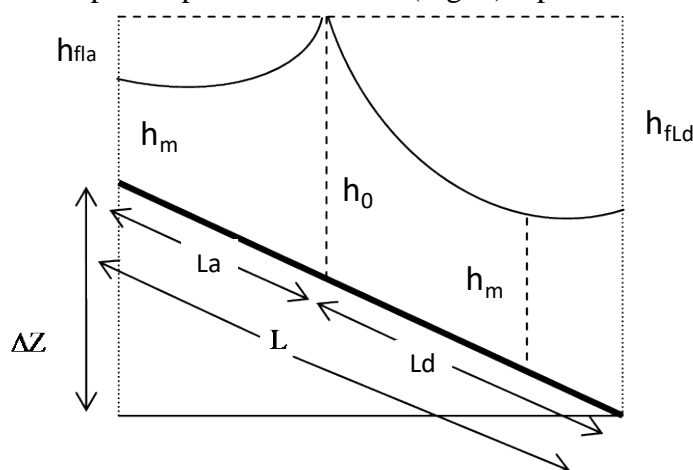


Fig. 1. Esquema de presiones en la alimentación de un ramal o terciaria por un punto intermedio.

Tanto la alimentación de un **ramal** con de la **tubería terciaria** por un punto intermedio podría hacerse: a) por un punto equidistante entre dos goteros o dos

ramales, b) junto a uno de los emisores o ramales, c) por el punto exacto (“punto teórico”) que consigue que la diferencia de presiones ($h_0 - h_m$) sean iguales en el tramo ascendente y en el descendente; d) por otra distancia fijada por el usuario que no resulte equidistante entre dos emisores o ramales.

2. La ecuación de descarga de un emisor se expresa como $q = K H^x$, donde q = caudal del emisor ($L h^{-1}$); K = coeficiente de descarga del emisor; H = presión a la entrada del emisor (m); x = exponente de descarga del emisor ($0 < x < 1$). Dando los valores de q , H y x , PRESUD calcula el valor de K
3. Las pérdidas de carga singulares de la conexión de un elemento o dispositivo a una tubería se estiman mediante su *longitud equivalente*, que es aquella longitud de tubería que tiene las mismas perdidas de carga por rozamiento que el elemento singular. Por ello, se piden las longitudes equivalentes de la conexión de un emisor a un ramal (normalmente entre 0,15 y 1,0 m), y de un ramal a una terciaria (normalmente entre 0,15 y 0,60 m)
4. Lo y So son las distancias del origen del ramal o de la tubería terciaria hasta el primer emisor o ramal (m) respectivamente, dato necesario solo cuando se alimenta desde un extremo
5. La separación entre plantas es necesaria para calcular el número de goteros por planta (e).
6. Las necesidades anuales brutas de riego del cultivo (R_b) se calculan como

$$R_b = R_n / E_a$$

Siendo R_n las necesidades anuales netas de riego (en m^3/ha); E_a la eficiencia general de aplicación de la subunidad (E_a), calculada como:

$$E_a = EU_q / Tr$$

Siendo EU_q la uniformidad de emisión del sistema de riego, calculada como $EU_q = q_{25}/q_a$, siendo q_{25} la media de los caudales descargados por el 25% de los emisores que menos caudal descargan y q_a la media del caudal descargo por todos los emisores, Tr = la relación de transpiración en periodo punta (Tabla 1) (Keller and Bliesner 1990). Esta representa el agua adicional que debe ser aplicada por pérdidas inevitables por percolación fuera de la zona radicular

Tabla 1. Valores de Tr en función de la textura del suelo y la profundidad radicular

Profundidad radicular	Textura del suelo			
	Muy gruesa	gruesa	media	fina
< 0.8 m	1.10	1.10	1.05	1.00
0.8 to 1.50 m	1.10	1.05	1.00	1.00
> 1.50 m	1.05	1.00	1.00	1.00

Para microaspersión añadir 0.05 a Tr en climas húmedos y 0.10 en climas áridos para tener en cuenta la evaporación

7. El rendimiento de la bomba es el rendimiento global de la bomba + motor + variador de velocidad. El valor real recomendado después de las auditorías energética realizadas a más de 30 estaciones de bombeo en Castilla-La Mancha es entre 65 y 70%

8. Es necesario hacer una selección previa de los diámetros de tubería para el ramal (incluidos los goteros) y terciaria. Los precios de ramal y terciaria aparecerán al seleccionar el diámetro de tubería. Estos datos (Tabla 1) podrá ser modificada por el usuario.

Tabla 1. Precios medios de las tuberías de fabricantes y distribuidores en España

Material	Diámetro del ramal (mm) PE 0.25 MPa	Precio del ramal, incluido emisor (€m ⁻¹)					Precio de la tubería terciaria PE 0.4 MPa	
PE		Exponente de emisión (x)	Espaciamiento entre emisores (s) (m)				Diametro (interno) (mm)	Precio (€m-1)
			0.5	0.75	1.0	1.25	32(28)	0.32
	16 (13.6)	0.1	0.20	0.18	0.16	0.14	40(35.2)	0.48
		0.5	0.175	0.16	0.145	0.13	50(44)	0.75
		0.9	0.125	0.12	0.115	0.11	63(55.4)	1.20
	17.5 (15.6)	0.1	0.25	.022	0.20	0.19	75(66)	1.75
	20 (17.4)	0.1	0.29	0.26	0.25	0.24	90(79.2)	2.6

9. En el bloque denominado “**Regulación**” cabe la opción de que el programa realice el cálculo de la presión necesaria en el origen (“**predimensionado o Predim.**”) o que el usuario le introduzca un dato concreto de presión en el origen (“**Si**”)
10. La Uniformidad de Emisión de la subunidad de riego se calcula por la ecuación

$$EU = \left(1 - \frac{1,27 CV_{qmf}}{\sqrt{e}} \right) \frac{q_m}{q_a} 100$$

Siendo: CV_{qmf} = el coeficiente de variación de fabricación de los emisores seleccionados; q_m = el caudal mínimo en la subunidad debido a la presión; q_a = la media de todos los caudales de los emisores de la subunidad; e = número de emisores por planta

11. La uniformidad de emisión de la subunidad de riego puede estimarse también con el Coeficiente Uniformidad de Christiansen CU (Christiansen 1942) definido como

$$CU = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_a|}{q_a n} \right) 100$$

Siendo q_i el caudal de cada emisor y n el número de emisores de la subunidad de riego.

12. El coeficiente de variación de caudal de la subunidad (CV_q) se define como

$$CV_q \cong \sqrt{CV_{qmf}^2 + x^2 CV_h^2}$$

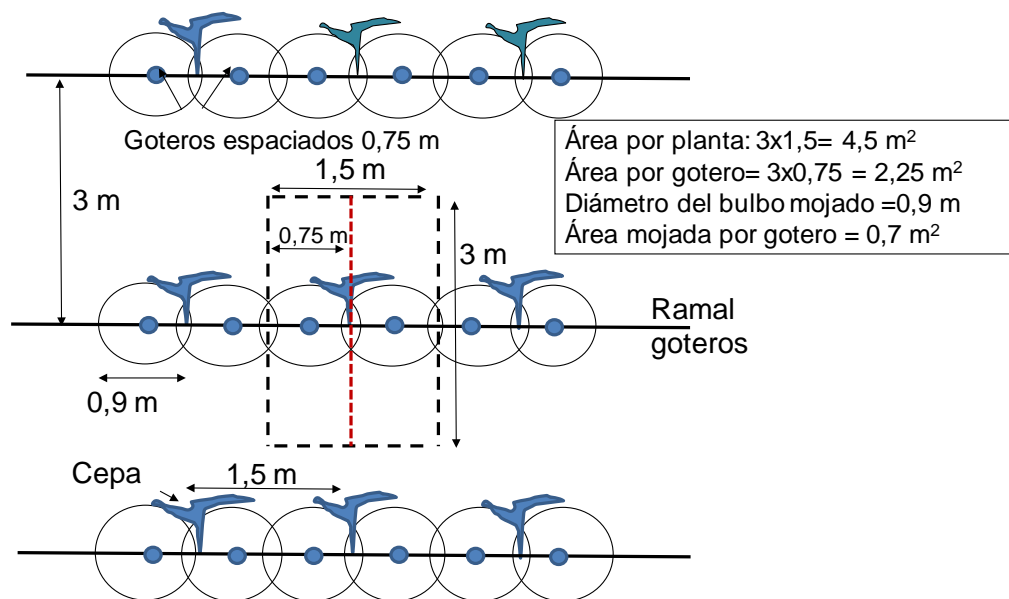
donde CV_{qmf} = coeficiente de variación de fabricación del emisor; CV_h =

coeficiente de variación de presiones ($CV_h = D_p / h_a$), siendo D_p = desviación típica de las presiones en los emisores de la subunidad y, h_a = media de las presiones en los emisores de la subunidad; x el exponente de descarga del emisor.

13. Diferencia máxima de presiones entre dos emisores de la subunidad de riego (Δh , como % de la presión media)
14. Diferencia máxima de caudales entre dos emisores de la subunidad de riego (Δq , como % del caudal medio)
15. Gráfica de distribución de presiones y de caudales en la subunidad

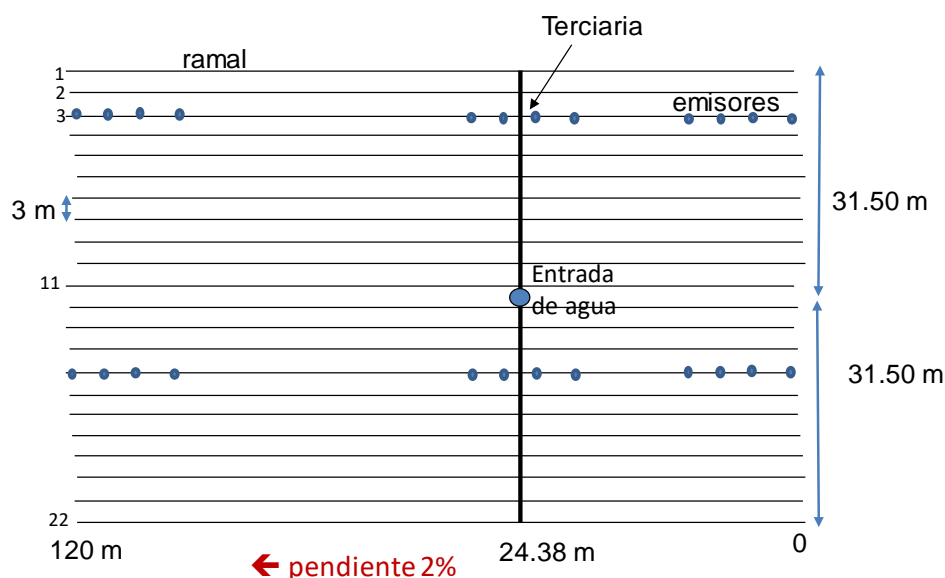
Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm



Ejemplo de PRESUD para diseño de una subunidad de riego por goteo

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 líneas de planta, 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 m



Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm

DATOS usados

Pendiente en terciaria	0 %	Entrada terciaria	Entre dos ramales	Longitud de ramal	120 m
Pendiente en lateral	2%	Entrada ramal	Entre dos emisores	Necesidades netas de riego del cultivo	$1500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$
Entrada en terciaria	Punto intermedio	Distancia entre líneas de plantas	3 m	Relación de transpiration	$Tr = 1$
Entrada en lateral	Punto intermedio	Coficiente CV_{qm}	5 %	Rendimiento del grupo de bombeo	65 %
Exponente de emisión (x)	0.5	Distancia desde la entrada al 1º ramal	0	Coste del agua	0.1 € m^{-3}
Presión de trabajo	10 m	Distancia desde la entrada al 1º emisor	0	Precio del ramal	0.13 € m^{-1}
Caudal del emisor	2 L h^{-1}	Espaciamento entre emisores	0.75 m	Precio de la terciaria	0.48 € m^{-1}
Longitud equivalente por singularidad	emisor = 0.15m ramal = 0,18m	Espaciamento entre plantas	1.5 m	Precio de la energía	0.1 € kWh^{-1}

Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm

Subunidades regulares de goteo. Versión 1.5 2017_12_04

Comenzar Valores por defecto

Datos de tuberías

Pendiente terciaria(%) 0
Pendiente ramal(%) 2

Alimentación terciaria1
☒ Punto intermedio
☐ Punto extremo

Alimentación ramal1
☒ Punto intermedio
☐ Punto extremo

Coef. emisor (K) 0.5
Presión de trabajo (m) 10
Caudal nominal (l/h) 2

Coeficiente K 0.63246

Long. equivalente (m)
Emisor 0.15
Ramal 0.18

Datos del cultivo

Separación filas de cultivo(m) 3
Cvqm (fabricante) (%) 6
Número de filas de cultivo 22
Sd(m) 0
Ld(m) 0
Separación goteos(m) 0.75
Separación plantas(m) 1.5

Datos de costes

Rendimiento bomba(%) 65
Precio agua (€/m³) 0.1
Precio ramal (€/m) 0.13
Precio terciaria (€/m) 0.48
Precio energía (€/kWh) 0.1

Regulación
☒ Predim.
☐ Si

Presión (m) 1 m 0.1 m

RESULTADOS

Resultados	
CU(%)	98.96
UE(%)	93.83
CVq(%)	2.33
Long. ramal ascendente (m)	17.63
Long. ramal descendente (m)	102.38
Long. terciaria ascendente (m)	31.5
Superficie regada (ha)	0.76
Long. terciaria descendente (m)	31.5
Presión origen terciaria (m)	10.49
Caudal total (l/h)	7085
Caudal medio emisores (l/h)	2
Dif. caudales emisores(%)	5.95
Dif. presión subunidad(%)	12.05
Volumen aplicado(m³/ha)	1599

Costes (€/ha año)

Inversión	Agua	Energía	Total
53.4	159.86	7.03	220.3

Ramal medio

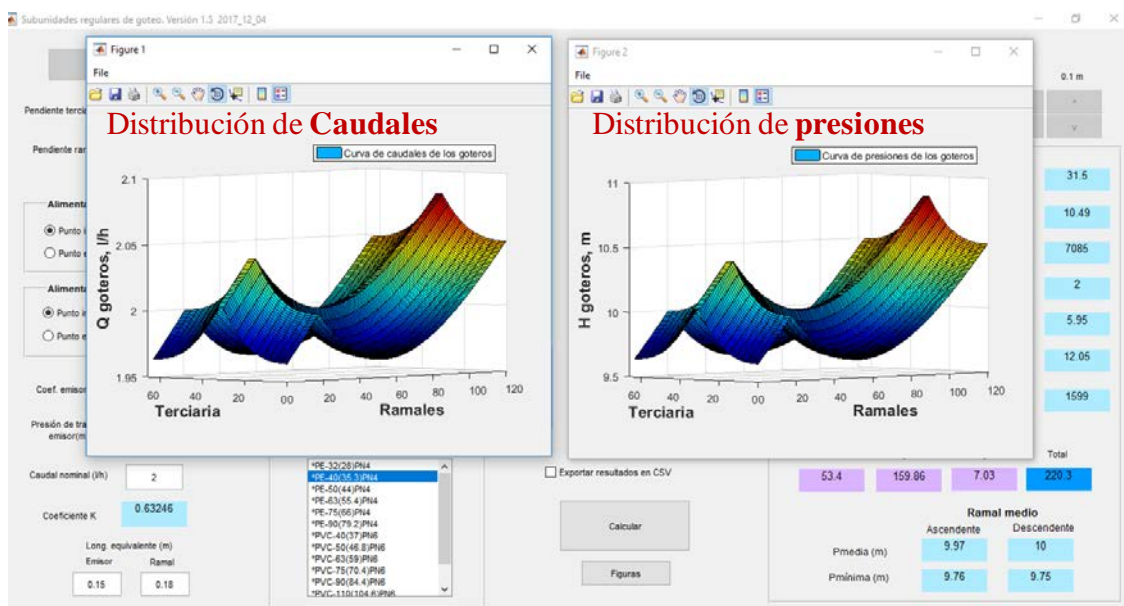
	Ascendente	Descendente
Pmedia (m)	9.97	10
Pmínima (m)	9.76	9.75

Calcular Figuras

Exportar resultados en CSV

Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm, y una pendiente en el lateral del 2 % y 0 % en la terciaria



Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm, y una pendiente en el lateral del 2 % y 0 % en la terciaria

CU	98.96 %	Longitud de terciaria descendente	31.50 m
UE	93.83%	Presión a la entrada de la subunidad	14.9 m
CV _q	2.33 %	Caudal total	7085 L h ⁻¹
Longitud de ramal ascendente	17.63 m	Descarga media del emisor	2 L h ⁻¹
Longitud de ramal descendente	102.38 m	Maxima variación de caudal en la subunidad	5.95%
Longitud de terciaria ascendente	31.50 m	Maxima variación de presión en la subunidad	12.05 %
Área regada	0.76 ha	Volumen total aplicado	1599 m ³ ha ⁻¹

Ejemplo de PRESUD para una subunidad de goteo en viña

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 4 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm, y una pendiente en el lateral del 2 % y 0 % en la terciaria

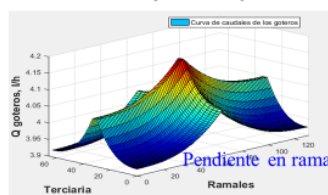
RESULTADOS adicionales

COSTES TOTALES en la subunidad de riego	(€ ha ⁻¹ año ⁻¹)
Inversión	53.40
Agua	159.86
Energía	7.03
TOTAL	220.30

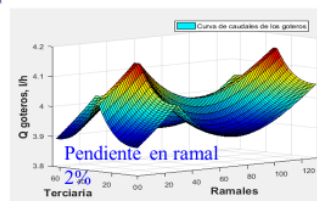
	Condiciones de trabajo del ramal medio	
	Ramal ascendente	Ramal descendente
Presión media (m)	9.97	10
Presión mínima (m)	9.76	9.75

Ejemplo de 0.76 ha (120 m x 63m) de viñedo a 3m x 1,5m (22 filas de plantas, de 120 m) usando emisores de $q_a = 2 \text{ L h}^{-1}$, trabajando a una presión de 10 mm, y distintas pendientes en el lateral y 0 % en la terciaria

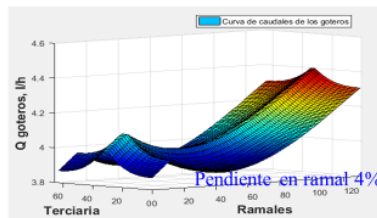
Distribución de Caudales



CU %	99.31
UE %	94.44
CV _q %	2.27
C _T (€ ha ⁻¹ año ⁻¹)	219.3



CU %	98.96
UE %	93.83
CV _q %	2.33
C _T (€ ha ⁻¹ año ⁻¹)	220.3



CU %	96.54
UE %	91.09
CV _q %	3.00
C _T (€ ha ⁻¹ año ⁻¹)	224.78