

# SEMINARIO TEMÁTICO: RIEGO POR PIVOTE CENTRAL

## CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA POR PIVOTE CENTRAL

**DR. WALDO OJEDA BUSTAMANTE**

COLEGIO MEXICANO DE INGENIEROS EN IRRIGACIÓN (COMIIR)

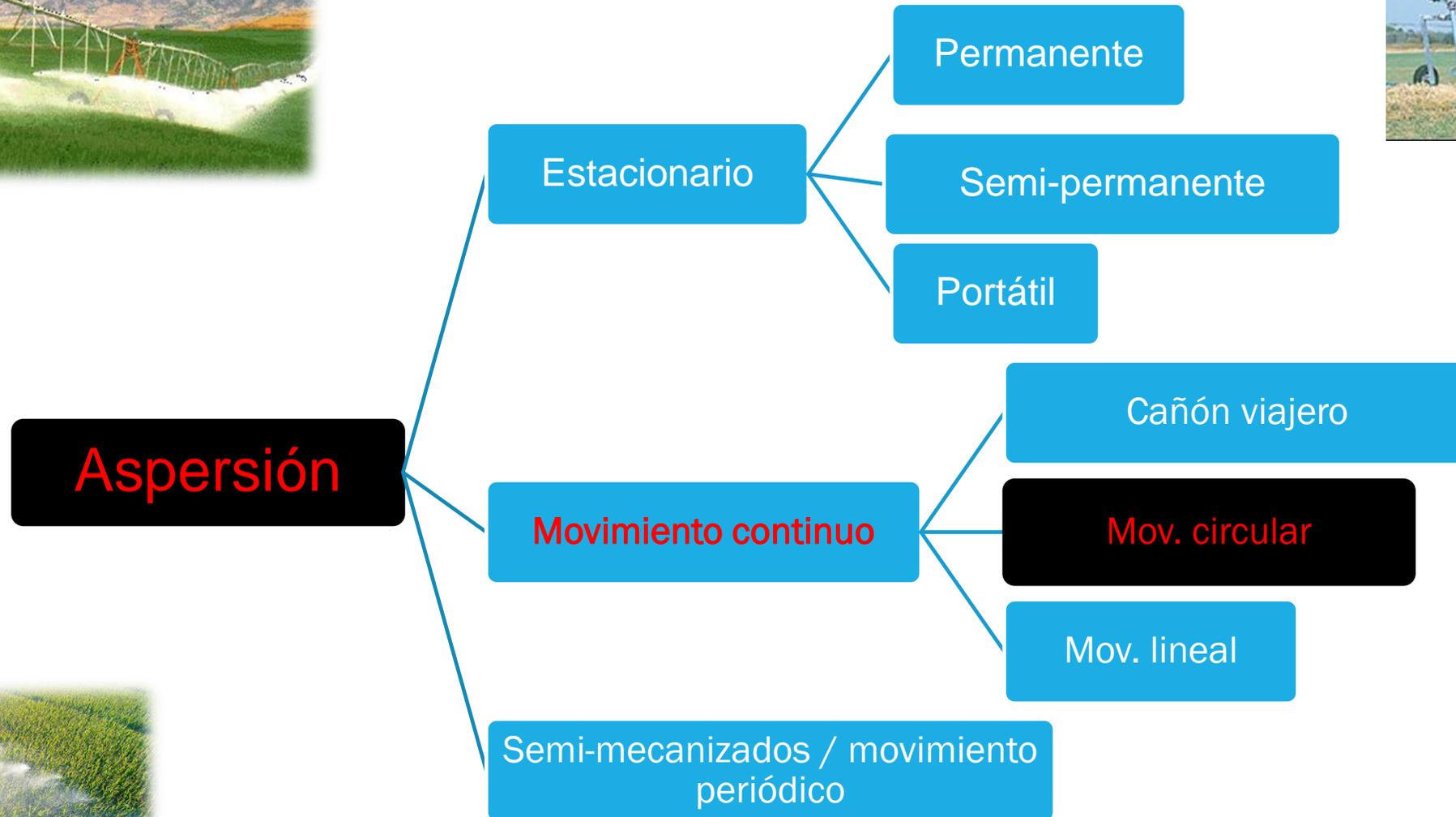
PRESIDENTE



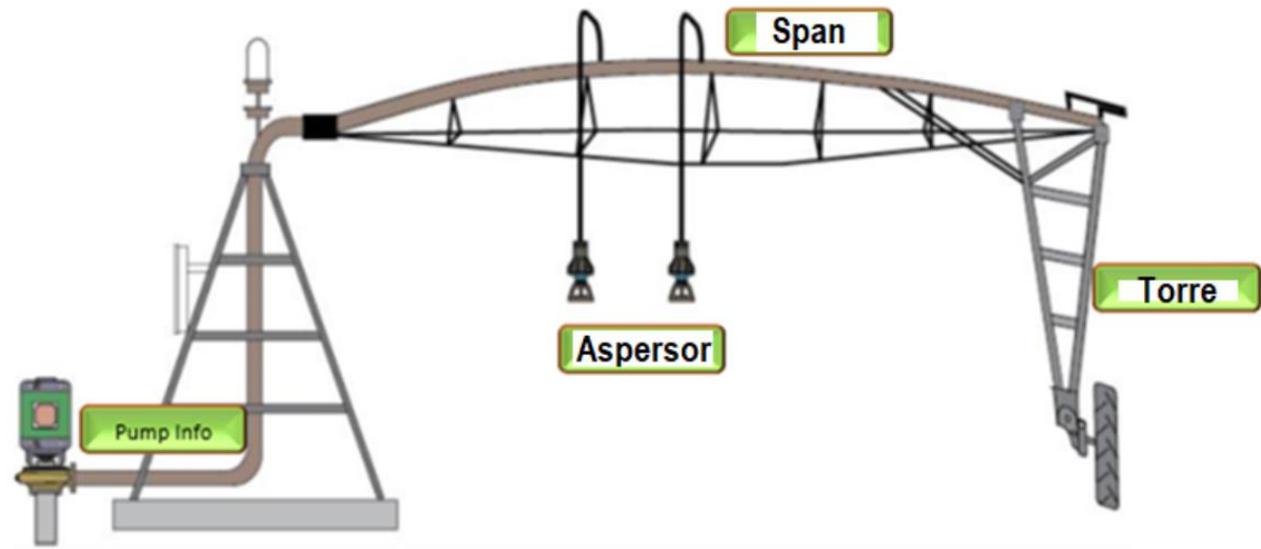
# ÍNDICE

1. Clasificación de los sistemas de aspersión
2. Componentes de un sistema por PC
3. Área de cobertura de un sistema por PC
4. Capacidad del sistema
5. Demanda de gasto radial
6. Evaluación de sistemas por PC

# CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN



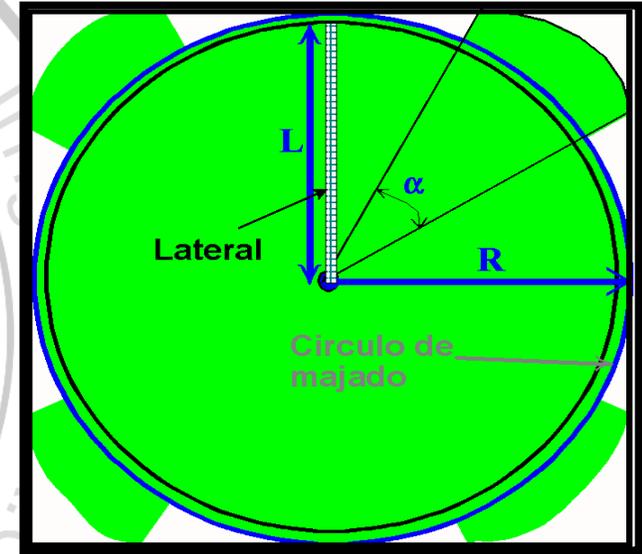
# COMPONENTES DE UN SISTEMA POR PC



Fuente: USDA-ARS-NPA (2018)

## Cuadrado vs circulo

R= Longitud lado (m)	Terreno cuadrado (ha)	Superficie circular regable	Superficie sin cobertura	
	ha	ha	ha	%
100	4	3.14	0.86	21.5%
200	16	12.57	3.43	21.5%
300	36	28.27	7.73	21.5%
400	64	50.27	13.73	21.5%
500	100	78.54	21.46	21.5%
600	144	113.10	30.90	21.5%

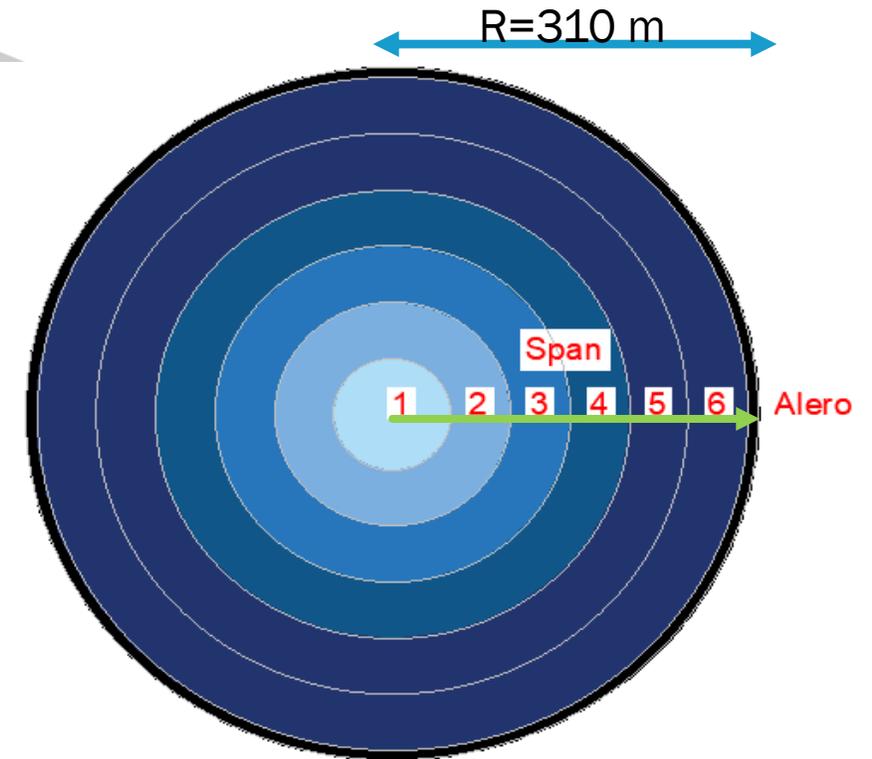


Alternativas para regar esquinas?



# VARIACIÓN RADIAL DEL AREA DE COBERTURA

Span	Distancia final (m)	Área en el span (ha)	% Área
1	50.1	0.79	2.61
2	100.2	2.37	7.84
3	150.3	3.94	13.06
4	200.4	5.52	18.28
5	250.5	7.1	23.51
6	300.6	8.67	28.73
Alero	310	1.8	5.97
TOTAL		30.19	100





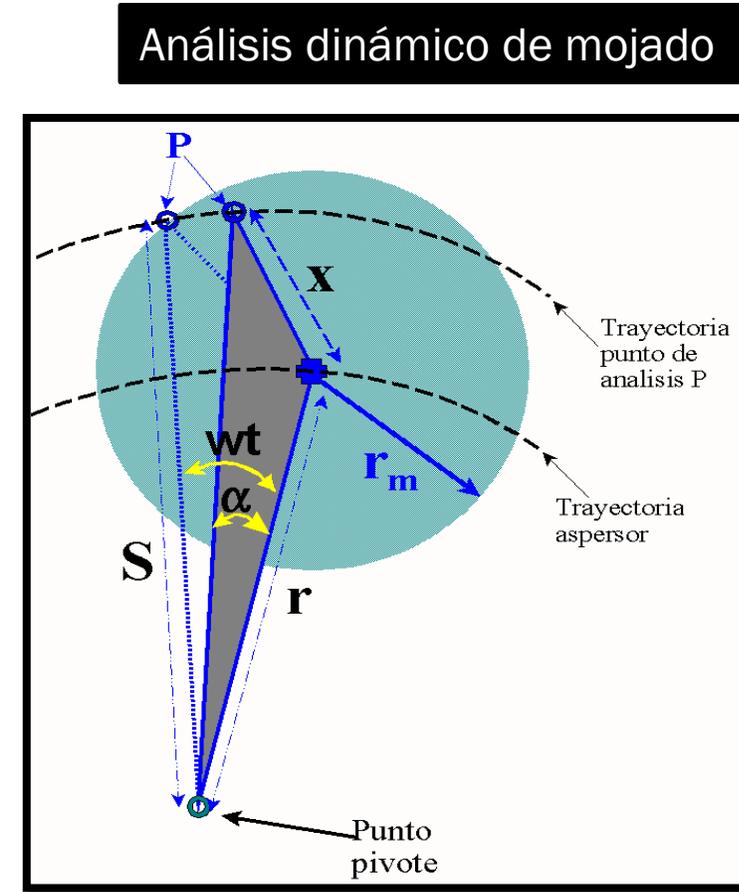
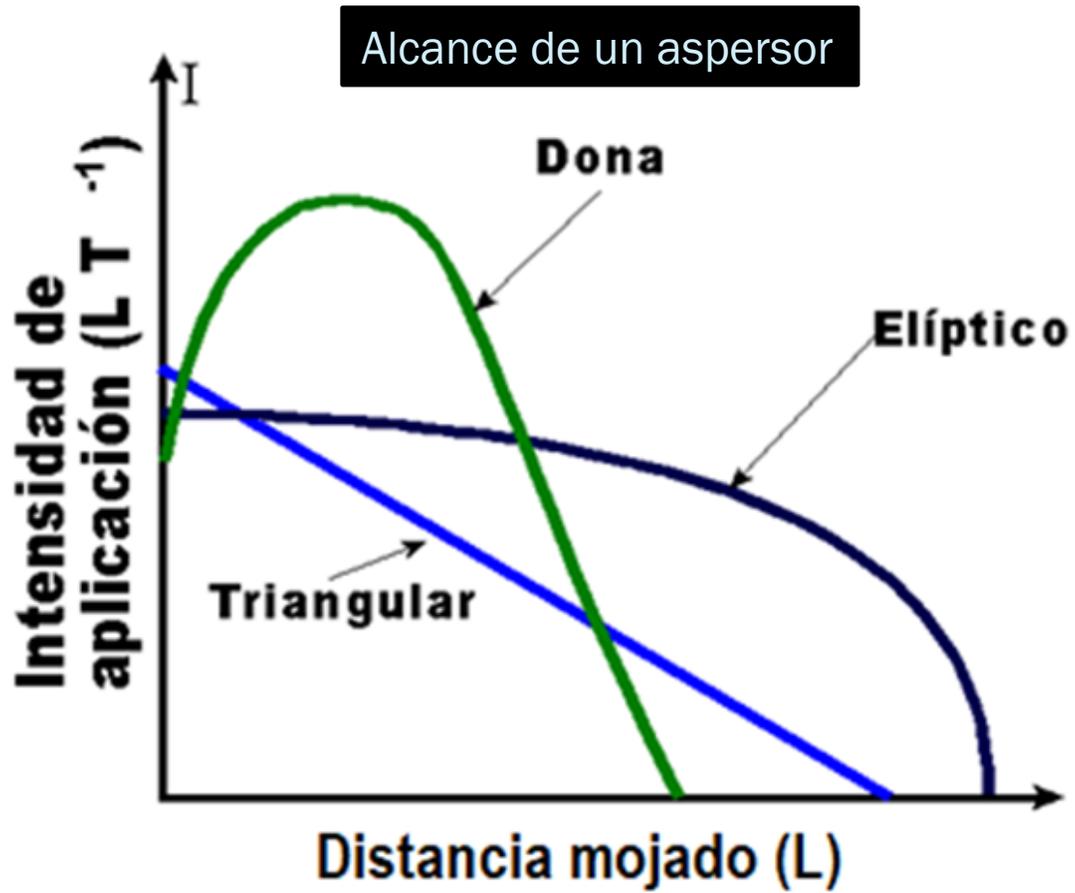
# LAMINA APLICADA EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA Y ÁREA DE COBERTURA

Capacidad Unitaria del sistema			Capacidad total del sistema: lps				Lámina aplicada (cm)		Tiempo para aplicar 25.4 mm
gpm/acre		acres->	120	130	160	240 acres			
	lpm/ha	lps/ha	48.6	52.6	64.7	97.1 ha	cm/día	cm/semana	días
2.57	24	0.40	19.4	21.0	25.9	38.8	0.35	2.42	7.3
3.21	30	0.50	24.3	26.3	32.4	48.6	0.43	3.02	5.9
3.85	36	0.60	29.1	31.6	38.8	58.3	0.52	3.63	4.9
4.49	42	0.70	34.0	36.8	45.3	68.0	0.60	4.23	4.2
5.13	48	0.80	38.8	42.1	51.8	77.7	0.69	4.84	3.7
5.77	54	0.90	43.7	47.3	58.3	87.4	0.78	5.44	3.3
6.41	60	1.00	48.6	52.6	64.7	97.1	0.86	6.05	2.9
7.70	72	1.20	58.3	63.1	77.7	116.5	1.04	7.26	2.4
8.98	84	1.40	68.0	73.7	90.6	136.0	1.21	8.47	2.1
11.55	108	1.80	87.4	94.7	116.5	174.8	1.56	10.89	1.6
12.83	120	2.00	97.1	105.2	129.5	194.2	1.73	12.10	1.5
16.04	150	2.50	121.4	131.5	161.9	242.8	2.16	15.12	1.2

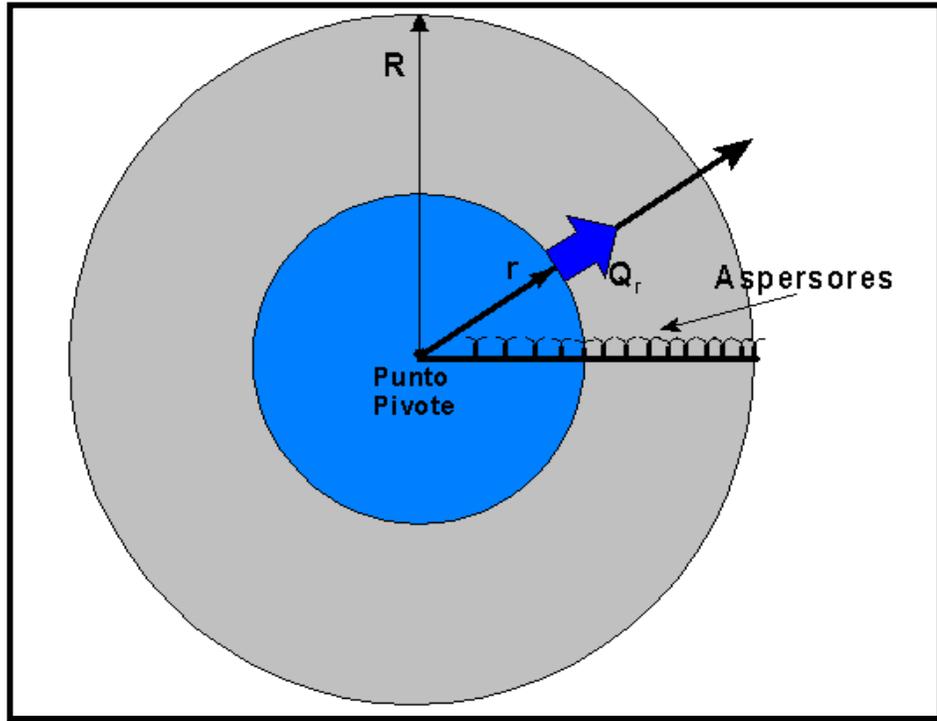
Caudal en el punto pivote por unidad de area

\*Considerando que el tiempo de operación continua.

# PATRONES DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA INTENSIDAD DE EMISION POR TIPO DE ASPERSOR



$Q_r$ =Gasto requerido a una distancia r



$Q_o$ =caudal en el punto pivote  
 R = radio de cobertura del pivote  
 r=distacia radial del punto pivote

$$Q_r = Q_o \left[ 1 - \frac{r^2}{R^2} \right]$$

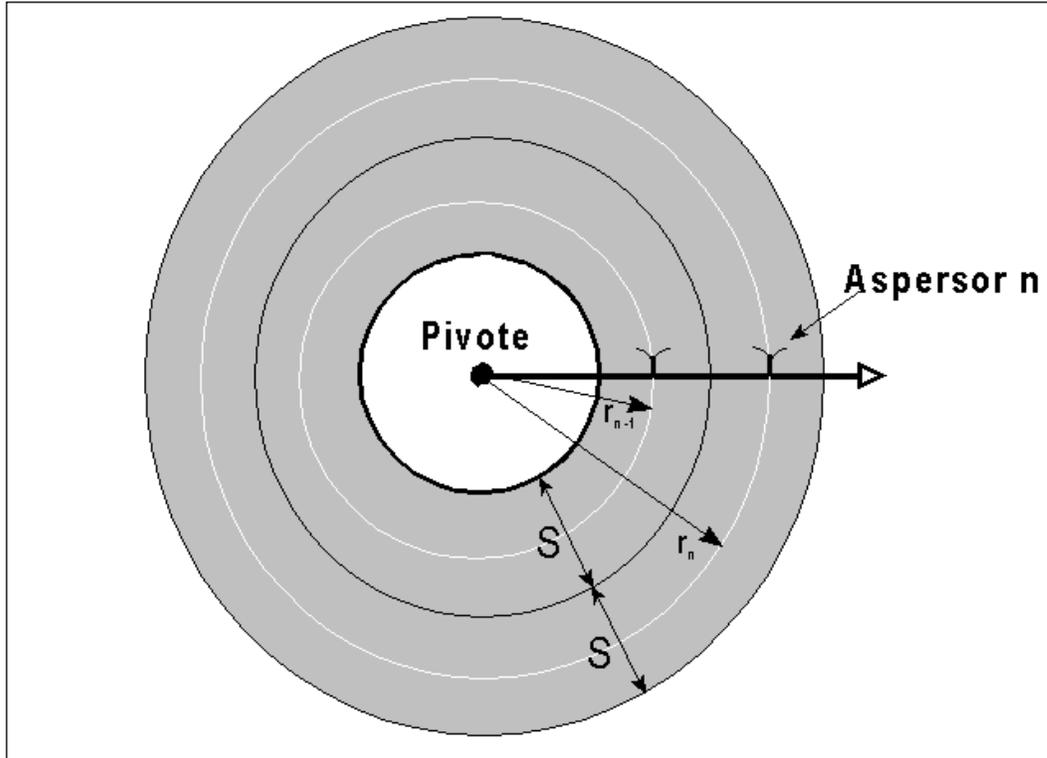
$q_u$ =Gasto por unidad de longitud a una distancia r

$$q_u = 2Q_o \frac{r}{R^2}$$

Ejemplo.  
 R = 600 m  
 $Q_o = 85$  lps



r (m)	$q_u$ (lps)/m
50	0.024
100	0.047
150	0.071
200	0.094
250	0.118
300	0.142
350	0.165
400	0.189
450	0.213
500	0.236
550	0.26
600	0.283



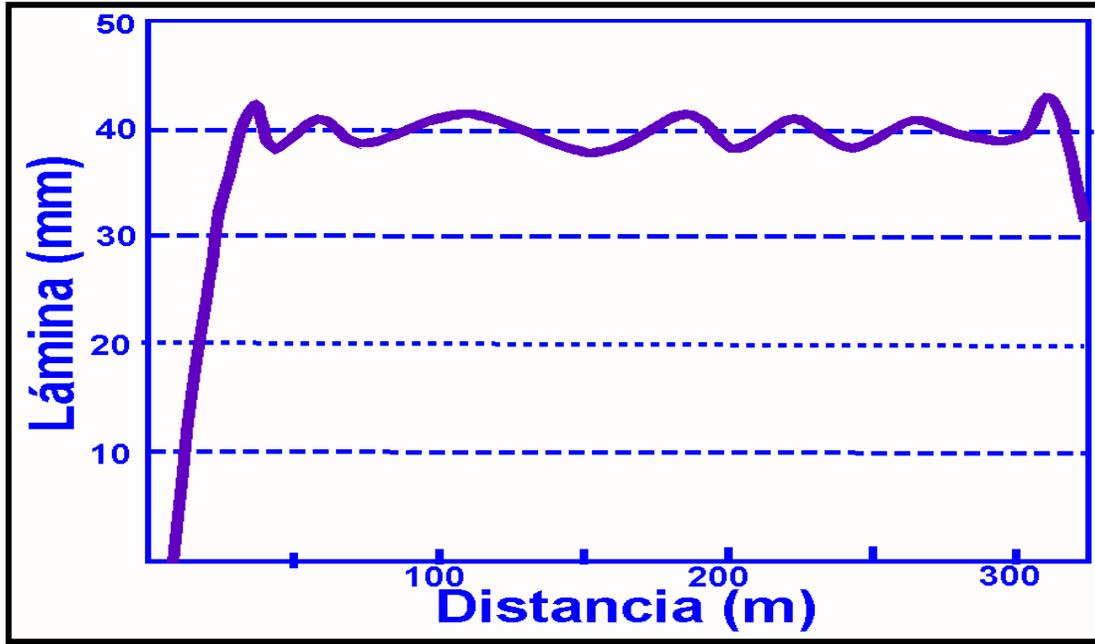
$$q_n = Q_{n-S/2} - Q_{n-S/2} = 2Q_o S \frac{r_n}{R^2} = q_{in} S$$

## PROCESO SIMPLIFICADO DE SELECCIÓN DE ASPERSORES

1. Seleccionar posición del aspersor  $r_i$  de acuerdo a las salidas preestablecidas por el fabricante en el modelo de lateral elegido
2. Estimar la presión en la posición  $i$
3. Estimar la descarga requerida en la posición  $r_i$
4. Considerando la descarga y presión disponible seleccionar el aspersor más apropiado para la posición  $i$  que cumpla con las siguientes características en orden de importancia
  - i. Descarga del aspersor cercana a la descarga requerida
  - ii. Diámetro de mojado cumple con el traslape requerido
  - iii. Similar boquilla del aspersor anterior  $i-1$
  - iv. Similar modelo del aspersor anterior  $i-1$
  - v. Similar marca del aspersor anterior  $i-1$
5. Seleccionar el siguiente aspersor y repetir pasos



# UNIFORMIDAD DEL RIEGO



Variación típica de la lámina aplicada

Span	Distancia final (m)	Área en el span (ha)	% Área
1	50.1	0.79	2.61
2	100.2	2.37	7.84
3	150.3	3.94	13.06
4	200.4	5.52	18.28
5	250.5	7.1	23.51
6	300.6	8.67	28.73
Alero	310	1.8	5.97
TOTAL		30.19	100

Peso

## Coeficiente de uniformidad de Christiansen

$$CU_d = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|}{n\bar{X}} \right]$$

Área de cobertura similar de los apersores

## Coeficiente de uniformidad de Heerman-Hein

$$CU_d = 100 \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n r_i |L_i - \bar{L}_p|}{\sum_{i=1}^n r_i L_i} \right)$$

Lamina ponderada

$$\bar{L}_p = \frac{\sum_{i=1}^n r_i L_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$$



# CALENDARIOS DE RIEGOS APLICADOS A PAPA

## Riego por surcos

Riego #	Intervalo (días)	DDS (días)	Ln (mm)	Lb (mm)
1	0	-15	103.12	170.0
2	40	25	52.38	86.0
3	22	47	54.43	89.0
4	17	64	56.51	93.0
5	16	80	56.73	93.0
Total	-	-	323.18	531.0

FS: 11/04/98, defoliación 02/24/99, cosecha 03/12/99,  
Rend=28.1 ton/ha, Ea=61%

Calidad	%
1	47.6
2	23.5
3	17.8
4	4.9
5	6.2

← gigantes/deformes →

## Riego por pivote central

Riego #	Intervalo (días)	DDS (días)	Ln (mm)	Lb (mm)
1	0	-15	101.3	118.0
2	36	21	27.98	33.0
3	16	37	29.62	34.0
4	10	47	28.84	34.0
5	8	55	31.83	37.0
6	8	63	27.94	32.0
7	7	70	31.87	37.0
8	7	77	32.39	38.0
9	7	84	32.30	38.0
10	8	92	33.49	39.0
Total	-	-	377.56	440.0

FS: 11/19/98, defoliación 03/12/99, cosecha 03/28/99,  
Rend=42.2 ton/ha, Ea=85%

Calidad	%
1	37.96
2	24.73
3	18.16
4	3.81
5	15.33

## PROBLEMAS POTENCIALES

- Problemas de mantenimiento
- Presión inadecuada en el punto pivote que provocan bajo uniformidad y gasto de diseño
- Capacidad del sistema no apropiada
- Presencia de escurrimiento superficial por selección inapropiada del paquete de aspersores
- Operación deficiente del sistema para acoplar lamina con demanda de los cultivos
- Monitoreo deficiente que permita asegurar una operación adecuada del sistema



**SEMINARIO TEMÁTICO:  
RIEGO POR PIVOTE  
CENTRAL**

# Muchas Gracias

Dr. Waldo Ojeda Bustamante

[w.ojeda@riego.mx](mailto:w.ojeda@riego.mx)

777-500-5516

[www.riego.mx](http://www.riego.mx)

[www.youtube.com/COMEIICANAL](http://www.youtube.com/COMEIICANAL)



**Pierce**