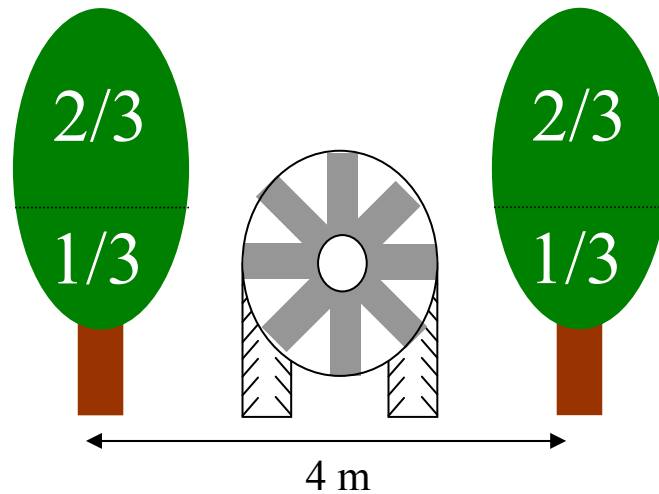


Ejercicio 1.

Se plantea realizar una aplicación en unos manzanos con un equipo de pulverización hidroneumático cómo el que se muestra en la siguiente figura:



La aplicación que se plantea realizar tiene cómo objetivo aplicar 800 L/ha. El equipo utilizado puede desplazarse en campo a 4 Km/h sin problemas de estabilidad y conducción. Este equipo dispone de un arco de pulverización con un total de 14 boquillas, 7 por lado.

Esta plantación de Manzanos tiene la particularidad que 2/3 de la vegetación se localiza en la parte superior del árbol, el resto de vegetación en la parte inferior.

En el momento que se pretende realizar la aplicación es probable tener graves problemas de deriva, por este motivo que quiere minimizar el riesgo de deriva escogiendo la mejor opción de las siguientes boquillas.



Albuz ATR



Albuz TVI (ISO)

Bar	l/mn						
	BLANCA	LILA	MAR-RON	AMARILLA	NARANJA	ROJA	GRIS
5	0,27	0,36	0,48	0,73	0,99	1,38	1,50
6	0,29	0,39	0,52	0,80	1,08	1,51	1,63
7	0,32	0,42	0,56	0,86	1,17	1,62	1,76
8	0,34	0,45	0,60	0,92	1,24	1,73	1,87
9	0,36	0,48	0,64	0,97	1,32	1,83	1,98
10	0,38	0,50	0,67	1,03	1,39	1,92	2,08
11	0,39	0,52	0,70	1,07	1,45	2,01	2,17
12	0,41	0,55	0,73	1,12	1,51	2,09	2,26
13	0,43	0,57	0,76	1,17	1,57	2,17	2,35
14	0,44	0,59	0,79	1,21	1,63	2,25	2,43
15	0,46	0,61	0,81	1,25	1,69	2,33	2,51

Bar	l/mn							
	MORADA 80-0050	ROSA 80-0075	NARANJA 80-01	VERDE 80-015	AMARILLA 80-02	LILA 80-025	AZUL 80-03	ROJA 80-04
5	-	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	2,07
6	-	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,44
8	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61
9	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	2,08	2,77
10	0,37	0,55	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,92
11	0,38	0,57	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	3,06
12	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2,00	2,40	3,20
13	0,42	0,62	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	3,33
14	0,43	0,65	0,86	1,30	1,73	2,16	2,59	3,46
15	0,45	0,67	0,89	1,34	1,79	2,24	2,68	3,58
16	0,46	0,69	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,70
17	0,48	0,71	0,95	1,43	1,90	2,38	2,86	3,81
18	0,49	0,73	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,92
19	0,50	0,75	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	4,03
20	0,52	0,77	1,03	1,55	2,07	2,58	3,10	4,13

Con toda esta información, plantea calcular los siguientes parámetros:

- 1.-Caudal (L/min) total del equipo.
- 2.-Caudal teórico unitario por boquilla instalada.
- 3.-Tipo y distribución de boquillas.
- 4.-Cálculo del volumen real de aplicación (L/Ha).

Resolución Ejercicio 1.

En primer lugar se calcula el **caudal total de la aplicación (L/min)** usando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de Aplicación (L/Ha)} = \frac{\text{Caudal Total (L/min)} * 600}{\text{Velocidad (Km/h)} * \text{Anchura (m)}}$$

$$800 \text{ L/Ha} = \frac{\text{Caudal Total (L/min)} * 600}{4 \text{ Km/h} * 4 \text{ m}}$$

$$\text{Caudal Total (L/min)} = \frac{800 \text{ L/Ha} * 4 \text{ Km/h} * 4 \text{ m}}{600}$$

$$\text{Caudal Total} = 21,33 \text{ L/min}$$

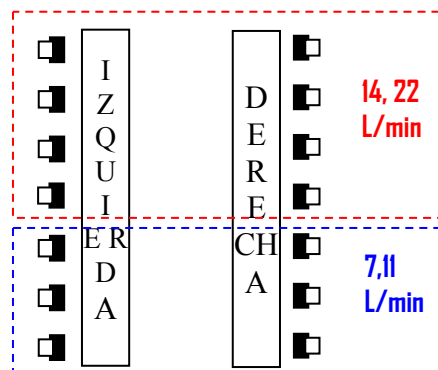
Este caudal total calculado se debe repartir según la distribución de la vegetación que se propone en el anunciado, 2/3 en la parte superior i 1/3 en la parte inferior.

De esta forma se distribuye el caudal:

$$21,33 \text{ L/min} * 2/3 = 14,22 \text{ L/min}$$

$$21,33 \text{ L/min} * 1/3 = 7,11 \text{ L/min}$$

Estos caudales se pueden distribuir según el número de boquilla que ponemos en cada mitad de vegetación. Un ejemplo de distribución es el que se propone a continuación:



De esta forma 8 boquillas se encargan de aplicar 14,22 L/min:

$$14,22 \text{ L/min} / 8 \text{ boquillas} = 1,77 \text{ L/min por boquilla.}$$

El resto de boquillas (6) se encargan de aplicar 7,11 L/min :

$$7,11 \text{ L/min} / 6 \text{ boquillas} = 1,18 \text{ L/min por boquilla.}$$

Cuando se dispone del caudal teórico por cada tipo de boquilla, se puede buscar en la tabla de boquillas la combinación de boquillas que nos den estos caudales a la misma presión de trabajo.

En este caso, por problemática de deriva utilizaremos boquillas de inyección de aire Albus TVI.



Albus TVI (ISO)

Bar	l/mn								
	MORADA 80-0050	ROSA 80-0075	NARANJA 80-01	VERDE 80-015	AMARILLA 80-02	LILA 80-025	AZUL 80-03	ROJA 80-04	
5	-	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	2,07	
6	-	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26	
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,44	
8	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61	
9	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	2,08	2,77	
10	0,37	0,55	0,73	1,10	1,46	1,83	2,19	2,92	
11	0,38	0,57	0,77	1,15	1,53	1,91	2,30	3,06	
12	0,40	0,60	0,80	1,21	1,61	2,00	2,40	3,20	
13	0,42	0,62	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	3,33	
14	0,43	0,65	0,86	1,28	1,73	2,16	2,59	3,46	
15	0,45	0,67	0,89	1,34	1,79	2,24	2,68	3,58	
16	0,46	0,69	0,92	1,39	1,85	2,31	2,77	3,70	
17	0,48	0,71	0,95	1,43	1,90	2,38	2,86	3,81	
18	0,49	0,73	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94	3,92	
19	0,50	0,75	1,01	1,51	2,01	2,52	3,02	4,03	
20	0,52	0,77	1,03	1,55	2,07	2,58	3,10	4,13	

≈ 1.18 L/min

≈ 1.77 L/min

Mirando la tabla tenemos distintas opciones, pero las dos siguientes posiblemente son las que mejor se ajustan a nuestro objetivo:

Trabajar a una presión de 13 Bar.

PARTE SUPERIOR: 8 boquillas AMARILLAS ($q_u = 1,67$ L/min)

PARTE INFERIOR: 6 boquillas VERDES ($q_u = 1,25$ L/min)

Con las pequeñas variaciones de caudal se puede calcular otra vez el Volumen de Aplicación real para comprobar si existen diferencias importantes respecto al Volumen planteado.

$$\text{Volumen de Aplicación (L/ha)} = \frac{((8 * 1,67 \text{ L/min}) + (6 * 1,25 \text{ L/min})) * 600}{4 \text{ Km/h} * 4 \text{ m}}$$

$$\text{Volumen de Aplicación} = 782,25 \text{ L/ha}$$

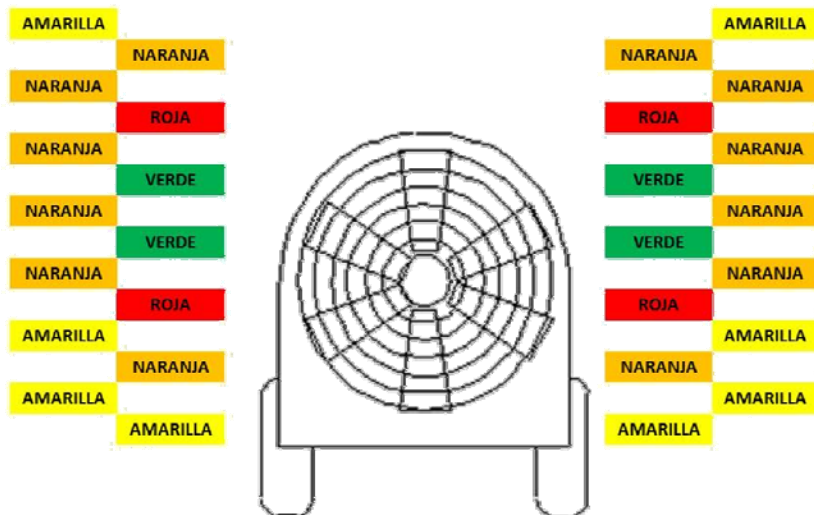
Como se puede ver la variación del Volumen es aceptable.

Ejercicio 2.

Nos plantean la calibración del equipo hidroneumático (Ver foto) para la aplicación en una parcela de cítricos con ancho de calle de 5 metros. El objetivo de aplicación son 2500 L/Ha y la distribución de las boquillas montadas en la máquina es la que vemos en la siguiente figura. El equipo circula a una velocidad de 2'5 Km/h.



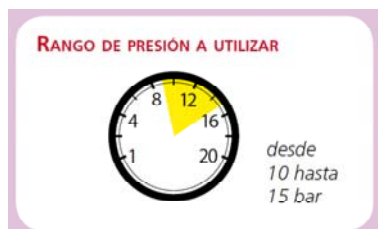
El equipo viene equipado con doble arco de pulverización y con un total de 28 boquillas ATR de distintos colores. Vemos la organización de las boquillas instaladas en la siguiente figura.



Teniendo en cuenta las recomendaciones de funcionamiento de este tipo de boquillas y el volumen de aplicación, contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Presión óptima de trabajo?
2. ¿Caudal (L/min) total de la máquina?
3. ¿Volumen de aplicación ajustado a los parámetros de trabajo calculados?
4. Valora la distribución actual de boquillas.

INFORMACIÓN DEL FABRICANTE (Albuz):



Bar	l/mn									
	BLANCA	LILA	MAR-RON	AMARILLA	NARANJA	ROJA	GRIS	VERDE	NEGRA	AZUL
5	0,27	0,36	0,48	0,73	0,99	1,38	1,50	1,78	2,00	2,45
6	0,29	0,39	0,52	0,80	1,08	1,51	1,63	1,94	2,18	2,67
7	0,32	0,42	0,56	0,86	1,17	1,62	1,76	2,09	2,35	2,87
8	0,34	0,45	0,60	0,92	1,24	1,73	1,87	2,22	2,50	3,06
9	0,36	0,48	0,64	0,97	1,32	1,83	1,98	2,35	2,64	3,24
10	0,38	0,50	0,67	1,03	1,39	1,92	2,08	2,47	2,78	3,40
11	0,39	0,52	0,70	1,07	1,45	2,01	2,17	2,58	2,90	3,56
12	0,41	0,55	0,73	1,12	1,51	2,09	2,26	2,69	3,03	3,71
13	0,43	0,57	0,76	1,17	1,57	2,17	2,35	2,79	3,14	3,85
14	0,44	0,59	0,79	1,21	1,63	2,25	2,43	2,89	3,26	3,99
15	0,46	0,61	0,81	1,25	1,69	2,33	2,51	2,99	3,36	4,12
16	0,47	0,63	0,84	1,29	1,74	2,40	2,59	3,08	3,47	4,25
17	0,48	0,64	0,86	1,33	1,79	2,47	2,67	3,17	3,57	4,37
18	0,50	0,66	0,89	1,37	1,84	2,54	2,74	3,25	3,67	4,49
19	0,51	0,68	0,91	1,40	1,89	2,60	2,81	3,34	3,76	4,61
20	0,52	0,70	0,93	1,44	1,94	2,67	2,88	3,42	3,85	4,72

Resolución Ejercicio 2.

1. ¿Presión óptima de trabajo?

El fabricante nos propone un rango de presión de trabajo óptimo de 9 a 15 Bar.
Por esta razón podemos proponer varias opciones de presión de trabajo.

OPCIÓN A: Presión de trabajo **9 Bar.**

OPCIÓN B: Presión de trabajo **12 Bar.**

OPCIÓN C: Presión de trabajo **15 Bar.**

Con estas tres opciones podemos calcular las siguientes preguntas y escoger la que mejor se adapte al Volumen de aplicación planteado.

2. ¿Caudal (L/min) total de la máquina?

Calculamos el caudal teniendo en cuenta el número de boquillas y su caudal nominal.

OPCIÓN A: 9 Bar

8 Boquillas Amarillas a 0,97 L/min = 7,76 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,32 L/min = 15,84 L/min

4 Boquillas Rojas a 1,83 L/min = 7,32 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,35 L/min = 9,4 L/min

Caudal total: **40,32 L/min**

OPCIÓN B: 12 Bar

8 Boquillas Amarillas a 1,12 L/min = 8,96 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,51 L/min = 18,12 L/min

4 Boquillas Rojas a 2,09 L/min = 8,36 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,69 L/min = 10,76 L/min

Caudal total: **46,2 L/min**

OPCIÓN C: 14 Bar

8 Boquillas Amarillas a 1,21 L/min = 9,68 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,63 L/min = 21,96 L/min

4 Boquillas Rojas a 2,25 L/min = 9 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,89 L/min = 11,56 L/min

Caudal total: **52,2 L/min**

3. ¿Volumen de aplicación ajustado a los parámetros de trabajo calculados?

Calculamos la mejor de las tres opciones en relación al ajuste del volumen de aplicación

OPCIÓN A:

Caudal total 40,32 L/min

$$\text{Volumen de Aplicación} \left(\frac{L}{Ha} \right) = \frac{40,32 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = 1935,36 \text{ L/Ha}$$

OPCIÓN B:

Caudal total 46,2 L/min

$$\text{Volumen de Aplicación} \left(\frac{L}{Ha} \right) = \frac{46,2 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = 2217,6 \text{ L/Ha}$$

OPCIÓN C:

Caudal total 52,2 L/min

$$\text{Volumen de Aplicación} \left(\frac{L}{Ha} \right) = \frac{52,2 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = 2505,6 \text{ L/Ha}$$

La opción que se ajusta mejor al volumen de aplicación planteado es la **OPCIÓN C.**