



### 6. EJERCICIOS

**EJERCICIO 5.1.** Realizar un estudio de la garantía en el abastecimiento de una población de 500.000 habitantes, supuesta una dotación de 200 litros por habitante/día a realizar mediante una captación en el río Alberche, con los datos mensuales recogidos en la siguiente dirección:

<http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/afo/estaf-datos.asp?indroea=3183>

<b>Río:</b>	ALBERCHE	
<b>Estación de aforo:</b>	3183	
<b>Ubicación:</b>	ESCALONA (Toledo)	
<b>Datos:</b>	Desde enero de 1997 hasta septiembre de 2010	



# PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



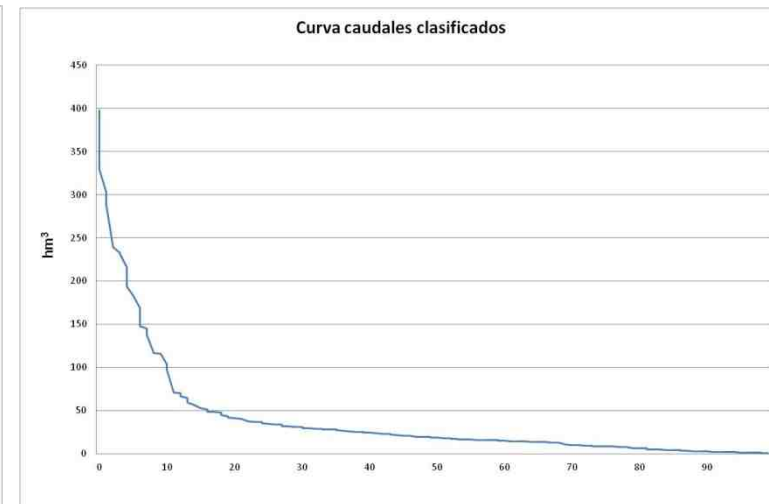
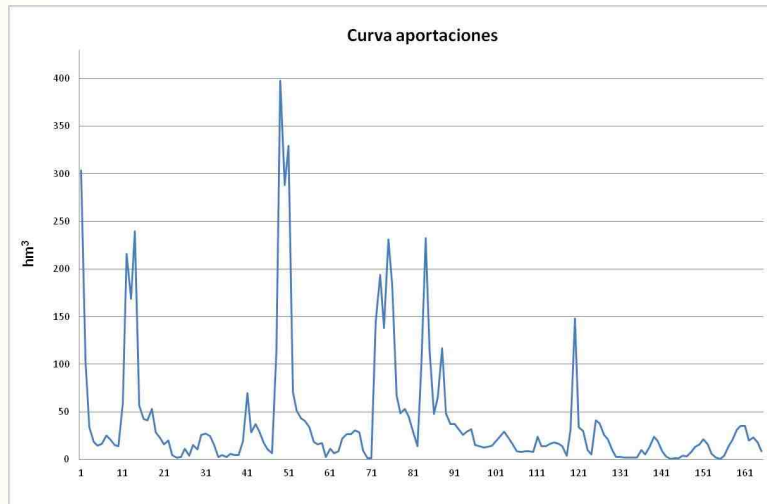
## Tema 5. Gestión del suministro

Para la población y la dotación dada obtenemos el consumo y la aportación mensual con la que se debería contar:

Población	500.000 hab
Dotación	200 l/h-d

CONSUMO (m <sup>3</sup> /s)	1.15
APORTACIÓN MES (hm <sup>3</sup> )	2.98

Con los datos del aforo obtenemos la curva de aportaciones y la curva de caudales clasificados:





# PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS



## Tema 5. Gestión del suministro

En el siguiente cuadro se representa el año/mes de medida (1), la aportación correspondiente (2), las aportaciones ordenadas (4), el número de aportaciones del periodo considerado (5) y el posible fallo de cada aportación (6)

Año/Mes	Aportación (hm <sup>3</sup> )	Aportación ordenada (hm <sup>3</sup> )	Nº aportación	Fallo
199701	303.287	397.980	1	0
199702	103.381	329.476	2	0
199703	33.789	303.287	3	0
199704	18.478	288.503	4	0
199705	14.672	239.441	5	0
200901	1.158	3.725	145	0
200902	4.087	3.583	146	0
200903	3.000	3.000	147	0
200904	7.754	2.869	148	1
200905	13.451	2.564	149	1
200906	15.896	2.525	150	1
200907	21.431	2.511	151	1
200908	15.877	2.415	152	1
200909	6.182	2.334	153	1
200910	1.698	2.071	154	1
200911	0.503	1.873	155	1
200912	4.121	1.856	156	1
201001	13.588	1.817	157	1
201002	20.853	1.698	158	1
201003	31.374	1.612	159	1
201004	34.914	1.483	160	1
201005	35.430	1.455	161	1
201006	19.842	1.405	162	1
201007	23.327	1.158	163	1
201008	17.704	0.808	164	1
201009	8.392	0.503	165	1
				0.109090909



Finalmente obtenemos la probabilidad de fallo en el periodo de tiempo considerado:

$$P_f = \frac{n_f}{N}$$

$$P_f = \frac{18}{165} = 0,1090$$

Por tanto, la garantía de abastecimiento de la población con las condiciones dadas será la siguiente:

$$G = 1 - P_f$$

$$G = 1 - 0,1090 = 0,891 \text{ (89,1\%)}$$

El ejercicio se encuentra resuelto en el aula virtual



**EJERCICIO 5.2.** Establecer el volumen de depósito necesario para satisfacer la demanda de abastecimiento de Garrovillas de Alconétar (Cáceres) para un horizonte temporal de 20 años.

Los datos de población y consumo de agua los facilitará el propio Ayuntamiento.

Adoptar un volumen de reserva que tenga en cuenta de forma simultánea el riesgo de incendios y el riesgo de averías (en éste último caso se adoptará un volumen  $< 10\%$  del consumo máximo previsto).





# PLANIFICACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

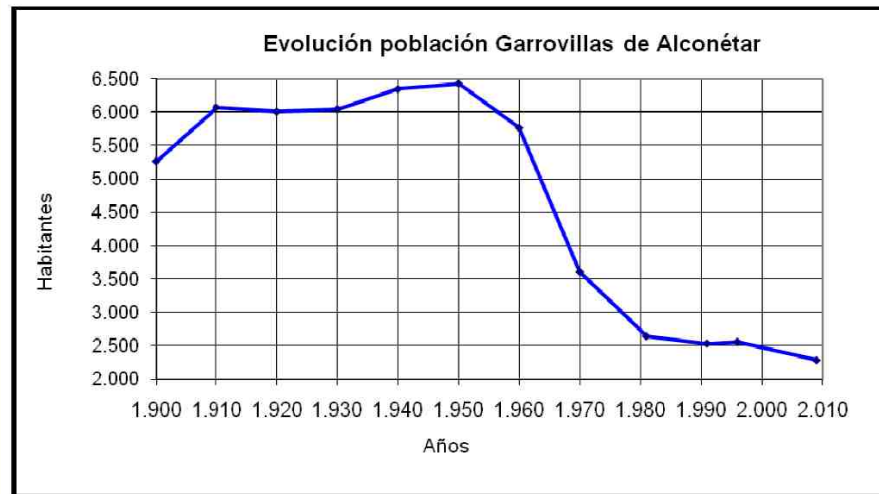
## Tema 5. Gestión del suministro



Como ocurre en muchas localidades, la población estacional en Garrovillas presenta variaciones respecto a la población permanente, por lo que tendremos que estudiarlas de forma diferenciada.

En cuanto a la **población permanente**, podemos ver en los datos adjuntos la evolución sufrida por la misma desde comienzos del siglo XX.

Cómo puede apreciarse, después de la gran emigración de las décadas 60 y 70, la población ha tendido a estabilizarse en los últimos 30 años en torno a los 2.500 habitantes, siendo previsible su permanencia como una constante en el periodo de proyecto considerado.



AÑO	POBLACIÓN
1900	5.262
1910	6.071
1920	6.008
1930	6.045
1940	6.345
1950	6.429
1960	5.764
1970	3.608
1981	2.643
1991	2.532
1996	2.557
2009	2.280



$$P_{perm\ act} = P_{perm\ fut} = 2.500\ hab$$

La **población estacional**, según los datos estimados por el Ayuntamiento en 2009, era de 3.400 habitantes, manteniéndose en los últimos años un crecimiento constante de un 2%.

Por tanto, podemos obtener la población estacional prevista para el año horizonte mediante la siguiente expresión:

$$P = P_a \cdot (1 + \alpha)^t$$

$$P = 3.400 \cdot (1 + 0,02)^{20} = 5.052\ hab$$

A continuación analizaremos las dotaciones, tanto para la población permanente como para la población estacional.

En el caso de la **dotación para la población permanente**, según los datos obtenidos del Ayuntamiento, en el primer semestre de los últimos siete años se ha facturado un consumo medio de 48.168 m<sup>3</sup>/semestre. Adoptando este semestre como el más significativo para la caracterización de la población permanente, obtenemos la dotación:





## Tema 5. Gestión del suministro

$$D_{perm\ act} = \frac{48.168 \cdot 1.000}{2.500 \cdot (365 / 2)} = 105,57 \text{ l / hab} \cdot \text{día}$$

El Ayuntamiento establece un incremento en la dotación actual del 40% por consumos no medidos o no facturados y pérdidas, por lo que la dotación actual para la población permanente es de:

$$D_{perm\ act} = 1,4 \cdot 105,57 = 147,8 \text{ l / hab} \cdot \text{día}$$

A la hora de suponer una evolución en la dotación adoptamos el criterio recogido en las "Normas para la Redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones" (1976) donde se considera un aumento anual acumulativo del 2% de la dotación asignada.

$$D_{perm\ fut} = 147,8 \cdot (1 + 0,02)^{20} = 219,6 \text{ l / hab} \cdot \text{día}$$

En el caso de la **dotación para la población estacional**, se establece una dotación inicial de 235,5 l/hab·día.





En el caso de la dotación futura adoptamos el mismo criterio previo:

$$D_{est\ fut} = 235,5 \cdot (1 + 0,02)^{20} = 350 \text{ l/hab} \cdot \text{día}$$

Una vez definidas tanto la población como las dotaciones en el año actual y en el año horizonte, obtenemos los consumos diferenciando días de invierno (población permanente) y días de verano (población permanente + estacional).

### AÑO ACTUAL

*Día de invierno*

$$C_{act\ inv} = 2.500 \text{ h} \cdot 147,8 \text{ l/h} \cdot d = 369,5 \text{ m}^3 / d$$

*Día de verano*

$$C_{act\ ver} = 3.400 \text{ h} \cdot 235,5 \text{ l/h} \cdot d + 2.500 \text{ h} \cdot 147,8 \text{ l/h} \cdot d$$

$$C_{act\ ver} = 1.170,2 \text{ m}^3 / d$$



### AÑO HORIZONTE

*Día de invierno*

$$C_{hor\ inv} = 2.500\ h \cdot 219,6\ l/h \cdot d = 549\ m^3 / d$$

*Día de verano*

$$C_{hor\ ver} = 5.052\ h \cdot 350\ l/h \cdot d + 2.500\ h \cdot 219,6\ l/h \cdot d$$

$$C_{hor\ ver} = 2.317,2\ m^3 / d$$

En cuanto a la **capacidad del depósito**, dado que la población final en el año horizonte es de 7.552 habitantes (> 6.000) se adoptará un volumen igual a 4/3 del consumo medio diario previsto del día de máximo consumo en dicho año. Por tanto, la capacidad necesaria del depósito será de 3.089 m<sup>3</sup>.

Si, por consideraciones constructivas, disponemos finalmente un depósito de 3.500 m<sup>3</sup> se tendrá un volumen de reserva conjunto para incendios y averías de 411 m<sup>3</sup> lo que supone un 11,75% de la capacidad total, cumpliendo las consideraciones indicadas al respecto.