

BALSA GENERAL DE REGULACION DE LA COMUNIDAD DE USUARIOS DE AGUAS DE LA COMARCA DE NIJAR, EN EL PARAJE DEL JABONERO. T.M. DE NIJAR (Almería)

(PROYECTO TÉCNICO) ANEJO Nº4.- ESTUDIO DE NECESIDADES

Lista de Revisiones anteriores

<i>Fecha</i>	<i>Revisión modificada</i>	<i>Causa de la modificación</i>
30/06/2022	00	Creación del documento
23/12/2022	01	Revisión OAP

Equipo Redactor

REDACTADO: Antonio Carrillo Oller	REVISADO Y APROBADO: Alejandro Carrillo del Águila
---	--

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 Convenio regulador ACUAMED-CUCN
- 1.2 Tipos de cultivo, dotaciones y sistemas de riego

2. CLIMATOLOGÍA

- 2.1 Clasificación e índices climáticos
- 2.2. Determinación del número de días aprovechables
 - 2.2.1. Metodología
- 2.3. Días aprovechables

3. CONSUMOS ACTUALES

- 3.1. Distribución anual de los consumos

4. PROYECCIÓN DE LOS CONSUMOS

- 4.1. Modelos estadísticos
 - 4.1.1. Metodología empleada
 - 4.1.2. Hipótesis de crecimiento
 - 4.1.3. Comparación de resultados entre los modelos aplicados

5. ESTUDIO DE DOTACIONES Y VOLÚMENES

- 5.1. Volúmenes de regulación disponibles
- 5.2. Volúmenes aportados por la desaladora de Carboneras
- 5.3. Volumen de regulación necesario en el año horizonte

6. CONCLUSIÓN Y RESULTADOS FINALES

1. INTRODUCCIÓN

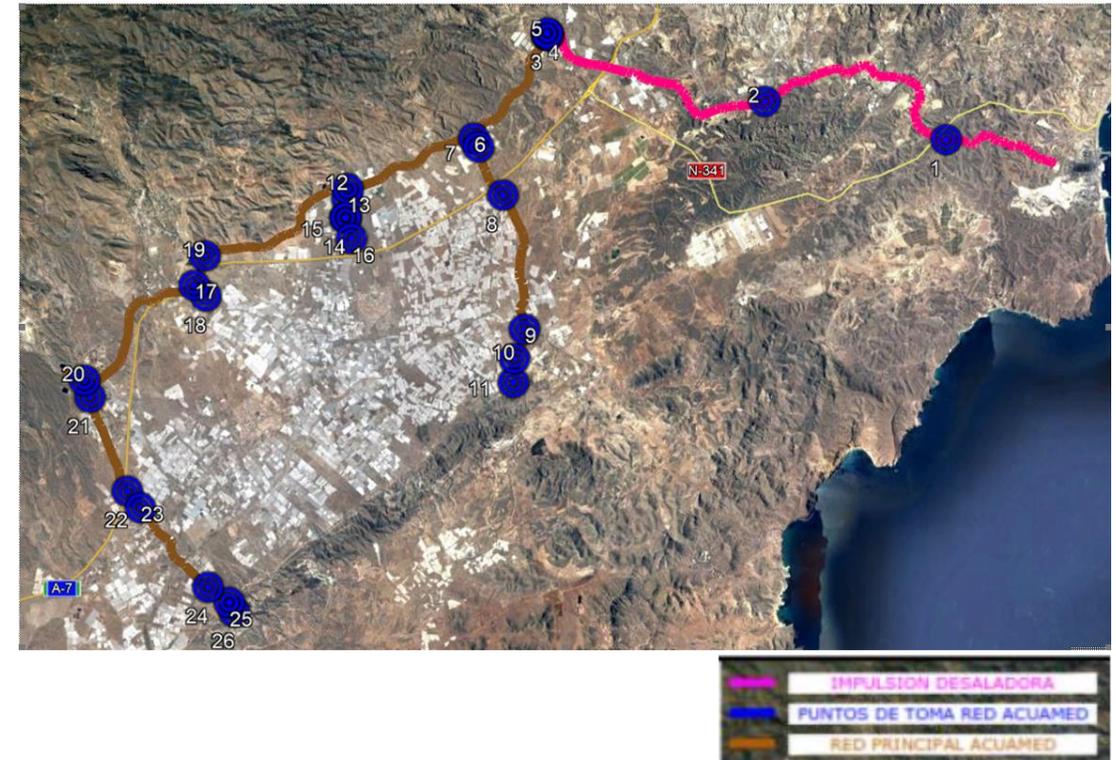
La Comunidad de Usuarios de Aguas de la Comarca de Níjar, (CUCN) tiene como objeto social la distribución de agua para riego, procedente de la Desaladora de Aguas de Carboneras.

El sistema de distribución del agua procedente de la Desaladora de Carboneras, hasta llegar a las parcelas del agricultor, consta de dos partes fundamentales:

a) Distribución en alta: gestionada por la Sociedad Estatal ACUAMED.

Mediante el cual, el agua desalada producida en la Desaladora de Carboneras, junto a la costa, se bombea hasta dos balsas de situadas en el paraje de "La Venta del Pobre", (Níjar) a la cota 270 m. desde las que se distribuye por gravedad a través de unas tuberías principales, hasta cinco balsas de regulación, todo ello gestionados por ACUAMED.

Se acompaña a continuación un esquema funcional, facilitado por la CUCN y extraído de los proyectos constructivos de las infraestructuras de ACUAMED, donde puede verse como el agua producida en la desaladora de Carboneras, es transportada hasta las balsas de cabecera de su propiedad.



También pueden verse una serie de tomas, directas de los agricultores, en las propias tuberías de transporte antes de llegar a las balsas de cabecera.

b) Distribución en baja: Desde estas balsas principales de ACUAMED, y a través de las tuberías primarias, ya propiedad de la CUCN, se distribuye el agua hasta las balsas de la CUCN y las arquetas de cabecera de sector, desde donde ya se distribuye a los hidrantes, para el uso en la parcela de los agricultores, a través de una red secundaria de tuberías ya muy ramificadas.

En la imagen siguiente se representan las siete balsas de la CUCN (símbolo gota de agua, color amarillo) y las cinco Balsa de ACUAMED, (símbolo gota de agua color azul) que también se han representado para mejor comprensión del esquema funcional del sistema.



La comunidad de Usuarios comenzó a distribuir agua en Agosto de 2005, todavía con las balsas sin construir y la obra sin terminar, no presentado en este primer momento problemas de garantía de suministro. Sin embargo, en los últimos años y a pesar de contar con 7 balsas propias y con la ayuda de 4 balsas de ACUAMED, además las propias de los agricultores en su explotación, con un volumen total de regulación de 2,390881 hm³, los problemas se están agudizando, habiendo sido necesario en la última campaña agrícola reducir el suministro de agua a algunas zonas del campo de Níjar.

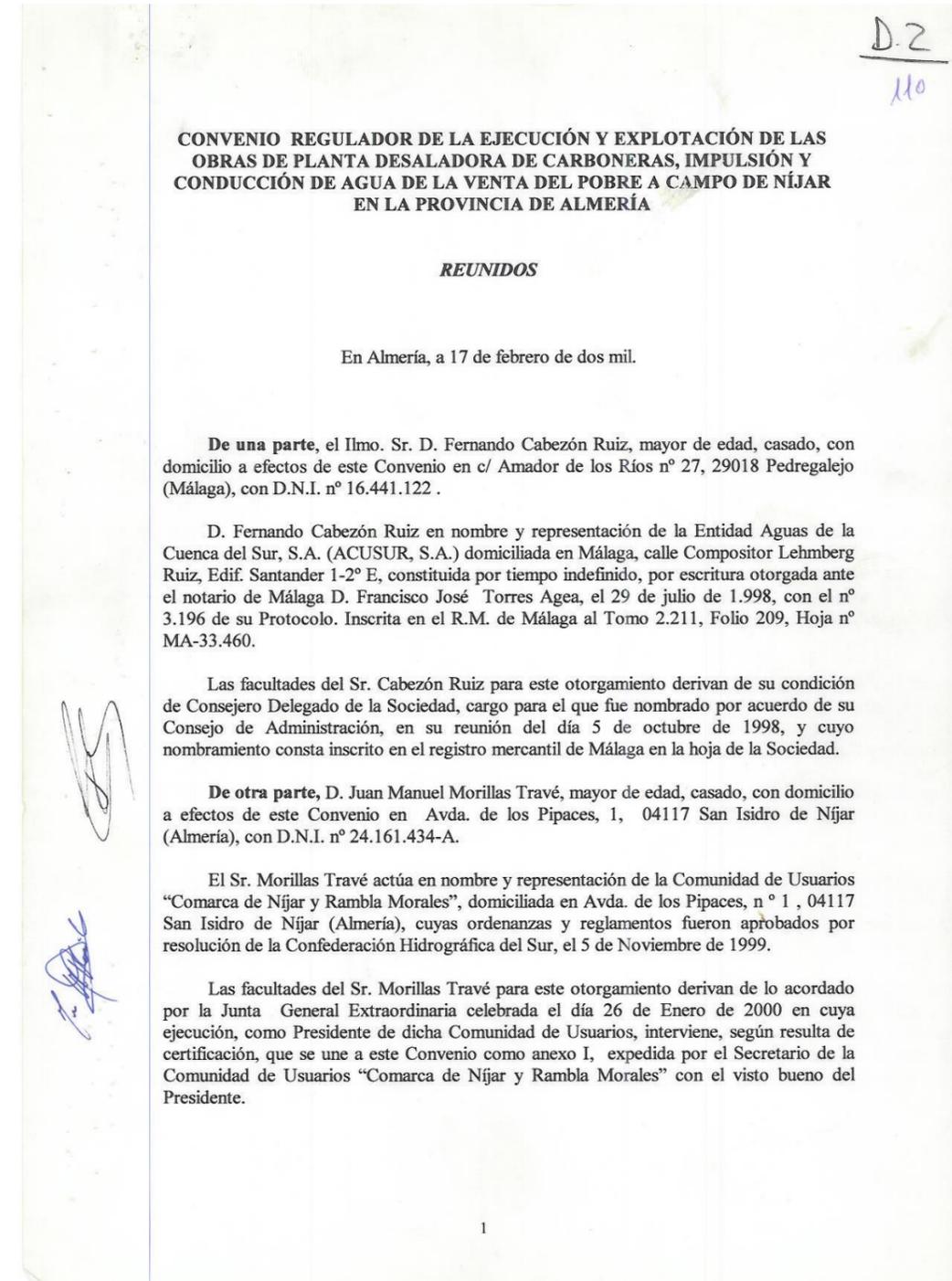
Esta circunstancia ha decidido a la CUCN abordar la construcción de una nueva balsa general de regulación, que solvente los problemas ya inminentes a corto plazo.

Se prevé también otro problema a medio plazo, consistente en un suministro más discontinuo desde la Desadora de Carboneras al tener que atender ésta a la creciente demanda de agua desalada de la costa almeriense (Carboneras, Mojar, Garrucha, etc.). Se debe pues proveer una balsa de regulación con un volumen tal que solvente los dos problemas de forma definitiva y garantice el suministro a una industria clave para la economía de la provincia.

1.1 Convenio regulador ACUAMED-CUCN

El marco jurídico por el que se regulan las relaciones de la Sociedad Estatal ACUAMED, entidad que gestiona la desaladora de Carboneras y la CUCN, entidad encargada de la distribución de dicha agua cuando es para el regadío en el Campo de Níjar, se establece mediante un convenio regulador del año 2000, en el que se establecen 27 hm³ como máximo de volumen a distribuir.

Se acompaña a continuación algunas páginas de dicho convenio donde aparece cómo, en un primer momento, la CUCN también estaba participada por el Ayuntamiento de Níjar con una dotación de 2,5 hm³ anuales para abastecimiento público dentro del total de 27 hm³. Posteriormente el Ayuntamiento de Níjar estableció convenio directo con ACUAMED, escindiéndose de la CUCN con sus 2,5 hm³ y posteriormente en diversas revisiones del convenio la CUCN, volvió a recuperar su dotación total de 27 hm³.



116

El importe de la tarifa a repercutir vendrá determinado por el porcentaje que represente el consumo de agua utilizado respecto a los 42 Hm³/año de capacidad de la planta desaladora. Inicialmente se establece que el volumen de consumo para uso agrícola será de 24,5 Hm³/año, cantidad que representa el consumo de las 7.000 Ha relacionadas en el anexo nº 2 con una dotación anual de 3.500 m³/año por Ha. y una reserva de 2,5 Hm³/año para abastecimiento urbano del Municipio de Níjar en las condiciones que acuerden la Administración General del Estado, la Junta de Andalucía, la Diputación de Almería, Ayuntamiento de Níjar y ACUSUR, S.A.

LA COMUNIDAD DE USUARIOS "COMARCA DE NÍJAR Y RAMBLA MORALES" podrá anticipar el pago de la tarifa de amortización, en el período de construcción de la obra, de acuerdo con lo que convenga a las partes, y así lo pacten.

En caso de ejercitar esta posibilidad la aportación se realizará en los plazos y porcentajes para satisfacer las certificaciones de obra que apruebe la organización prevista y creada al efecto, conforme a la cláusula VII de este convenio, y de conformidad con el contrato de dicha obra que en su día se suscriba entre ACUSUR, S.A. y la entidad adjudicataria del mismo, teniendo el carácter de pago anticipado de la tarifa, garantizándose por parte de ACUSUR, S.A. dichos importes hasta la finalización de la obra.

Producido este anticipo, de la tarifa de amortización a pagar por LA COMUNIDAD DE USUARIOS "COMARCA DE NÍJAR Y RAMBLA MORALES", se deducirá el referido anticipo linealmente durante los 25 primeros años de explotación.

B) TARIFA DE EXPLOTACIÓN:

Esta tarifa se determinará en términos que cubran los gastos de funcionamiento, explotación y mantenimiento de la obra hidráulica y será fijada anualmente, con objeto de que incluya por su coste real los elementos que la componen, y comunicada por ACUSUR, S.A. a LA COMUNIDAD DE USUARIOS "COMARCA DE NÍJAR Y RAMBLA MORALES" en el mes de enero de cada año. A estos costes se añadirá el 3% sobre la tarifa de explotación repercutida a los usuarios, de acuerdo con lo establecido en la Cláusula VIII de este convenio.

Esta tarifa se aplicará al consumo demandado en cada periodo por LA COMUNIDAD DE USUARIOS "COMARCA DE NÍJAR Y RAMBLA MORALES".

En el caso de que por modificación de las disposiciones legales reguladoras de sector eléctrico, o por cambios en el mercado energético, pudieran obtenerse rebajas en el coste del suministro eléctrico, se computaran tales rebajas en la determinación del importe de la tarifa, estando obligada la Comunidad de Usuarios a pagar solamente el importe de la nueva tarifa resultante de tales modificaciones.

- Para compensar parcialmente a lo largo de la vida del Convenio el déficit que éste régimen transitorio supone para ACUSUR, la tarifa de amortización se mantendrá en los 0,0442 euros por metro cúbico, incrementados en el 2% anual a lo largo de los 50 años de duración del mismo, para hacer frente tanto a la devolución de la aportación de usuarios financiada mediante préstamo como a la aportación de capital realizada por ACUSUR, a devolver, según el Convenio, a partir del año 26.

- Si una vez alcanzado el límite de 27 Hm³ de consumo anual, por parte de la Comunidad de Usuarios se solicitaran volúmenes mayores, ACUSUR suministrará más agua hasta un límite del 10% de incremento del volumen previsto en las mismas condiciones establecidas en el convenio de 17 de febrero de 2000.

Debido a que los aspectos tratados en la presente reunión implican una modificación transitoria del régimen económico previsto en el Convenio Regulador, los acuerdos no serán firmas en tanto no hayan sido ratificados por la Asamblea de la Comunidad de Usuarios y por el Consejo de Administración de ACUSUR.

Una vez producida esta ratificación, los acuerdos expuestos en la presente Acta prevalecerán sobre lo establecido en el Convenio Regulador de 17 de febrero de 2000, siempre que se mantenga la situación de consumo transitoria.



2. CLIMATOLOGÍA

En el presente apartado se describen las condiciones meteorológicas que se han dado en el entorno del proyecto. La información climática de la zona es una herramienta a tener en cuenta, sobre todo para definir el plan de obra y para la programación temporal de los distintos trabajos.

Los datos meteorológicos han sido tomados de la Red de Información Agroclimática de Andalucía (RIA); concretamente de la Estación Meteorológica de Níjar (código de Estación: 11) con coordenadas UTM 30 ETRS 89 X: 574960, Y: 4089720.

Las variables meteorológicas consideradas más relevantes a estudiar han sido la temperatura, la precipitación y la Evapotranspiración de referencia (ET_o).

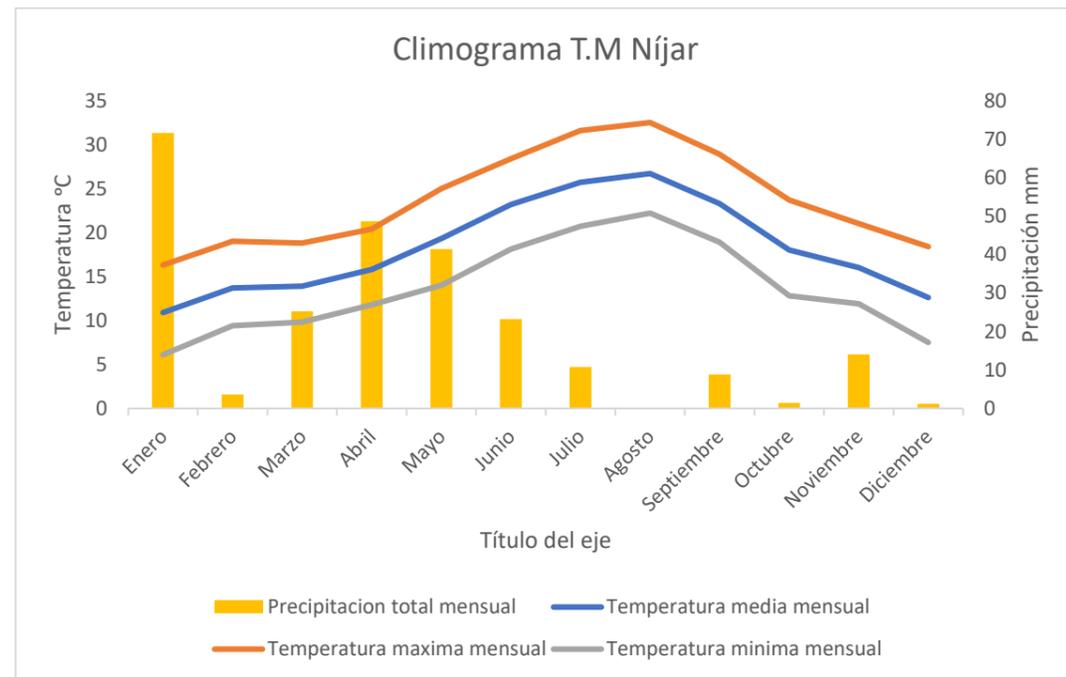
En la siguiente tabla se muestran los valores de Temperatura media mensual, Temperatura máxima media mensual y temperatura mínima media mensual; así como la humedad relativa media mensual, Evapotranspiración de referencia (ET_o) media mensual y la precipitación media mensual a lo largo de la serie histórica 2002-2021.

MES	Temperatura media mensual 2002-2021 (°C)	Temperatura Máxima media mensual 2002-2021 (°C)	Temperatura Mínima media mensual 2002-2021 (°C)
Enero	10,9	16,3	6,1
Febrero	13,7	19,0	9,4
Marzo	13,9	18,8	9,8
Abril	15,8	20,4	11,8
Mayo	19,3	25,0	14,0
Junio	23,2	28,4	18,1
Julio	25,7	31,6	20,7
Agosto	26,7	32,5	22,2
Septiembre	23,3	28,9	18,9
Octubre	18,0	23,7	12,8
Noviembre	16,0	21,0	11,9
Diciembre	12,6	18,4	7,5

MES	Humedad media mensual 2002-2021 (°C)	ET _o media mensual 2002-2021 (mm/día)	Precipitación media mensual 2002-2021 (mm)
Enero	69,9	47,2	71,6
Febrero	69,9	63,8	3,6
Marzo	68,9	92,3	25,2
Abril	74,4	102,2	48,6
Mayo	64,1	155,1	41,4
Junio	59,9	173,8	23,2
Julio	65,4	190,6	10,8
Agosto	66,2	170,7	0,2
Septiembre	64,4	131,3	8,8
Octubre	64,8	82,9	1,4
Noviembre	74,9	50,6	14
Diciembre	63,2	48,6	1,2

Del análisis de la anterior tabla se observa que:

- La temperatura media anual es de 18,3 °C, siendo enero el mes más frío con 10,9 °C de temperatura media y agosto el mes más cálido con 26,7 °C.
- La temperatura máxima media anual es de 32,5 °C para el mes de agosto, mientras que la temperatura mínima media anual es de 6,1 °C para el mes de enero.
- La precipitación media anual es de 250 mm; siendo enero el mes más lluvioso con 71,6 mm de media, seguido de abril con 48,6 mm. El mes más seco es agosto, con 0,2 mm de media.
- En cuanto a la ET_o se observa que es elevada debido a la elevada temperatura. La ET_o tiene un valor anual de 1309,1 mm; claramente superior a las precipitaciones.



2.1 Clasificación e índices climáticos

→ Índice de Lang

A continuación, se calcula el índice de Lang que relaciona directamente la precipitación y la temperatura y es el resultado del cociente Precipitación / Temperatura media mensual:

$$I = \frac{P}{T} = \frac{250}{18} = 13,8$$

L < 40	Árido
40 < L < 160	Húmedo
L > 160	Superhúmedo

Por tanto, estaríamos ante un clima árido, de acuerdo con el índice de Lang.

→ Índice de Aridez de Martonne

Se calcula el índice de aridez de Martonne, mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{P}{(T + 10)} = \frac{250}{28} = 8,9$$

Según este índice, se clasifica cada lugar geográfico atendiendo a su grado de aridez:

I Martonne	Clima
+30	Húmeda
20-30	Semiárida
10-20	Árida o esteparia
5-10	Subdesértica
0-5	Desértica

Atendiendo a este índice, clasificaríamos la zona como Subdesértica.

De acuerdo con la Clasificación climática de Köppen-Geiger estaríamos ante un clima mediterráneo Seco (BSh). Es un clima intermedio entre el clima árido cálido (BWh) y mediterráneo típico (Csa). Se caracteriza por ser un clima semiárido, con una temperatura media entre 17°C y 22°C y unas precipitaciones de entre 200 a 400 mm de promedio anual.

2.2. Determinación del número de días aprovechables

Los condicionantes meteorológicos suponen una incidencia a considerar en la ejecución de las obras, afectando en mayor o menor medida dependiendo de la actividad desarrollada y de las características y cuantía del meteoro presentado, por ello se hace necesario el estudio del número de días hábiles de trabajo para cada mes y actividad, considerando un año tipo en que se desarrolla la construcción de la obra.

El estudio se basa en la metodología expuesta en la publicación "Datos climáticos para carreteras" editados (1.964) por la Dirección General de Carreteras del M.O.P.U., a partir del cual se obtienen los 'coeficientes de reducción' que hay que aplicar al número de días laborables de cada mes para obtener los días de condiciones climáticas más favorables que las indicadas en cada caso y en consecuencia hacer una previsión de los días perdidos por causa del clima.

2.2.1. Metodología

La determinación de los días aprovechables para ejecutar las unidades y tipos de obra más significativos del proyecto se realiza a continuación siguiendo el procedimiento propuesto en la publicación Datos climáticos para carreteras, editada por el Ministerio de Fomento.

A fin de facilitar la exposición y justificación del método, se incluyen seguidamente las definiciones básicas, citadas en la mencionada publicación:

- Día aprovechable. Para cada clase de obra se entiende por día aprovechable, en cuanto a clima se refiere, el día en que la precipitación y la temperatura del ambiente son superior e inferior respectivamente, a los límites que se definen más adelante.
- Temperatura límite del ambiente para la ejecución de unidades bituminosas, tales como riegos, tratamientos superficiales o por penetración, y mezclas bituminosas. Es aquella que se acepta normalmente como límite por debajo del cual no pueden ponerse en obra dichas unidades. En este estudio se toma como temperatura límite de puesta en obra de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, la de 10°C; y para mezclas bituminosas la de 5°C.
- Temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos. Se adopta 0°C.
- Precipitación límite. Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm por día y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia; y el segundo valor limita el resto de los trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

Para calcular el número de días aprovechables útiles en las distintas clases de obra se establecen unos coeficientes de reducción, que se aplican al número de días laborables de cada mes. Se trata de los siguientes:

- Coeficiente de reducción por helada (η_m). Cociente del número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0°C, al número de días del mes.

$$\eta_m = \frac{N^{\circ} \text{ de días al mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 0^{\circ}\text{C}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas ($T'm$). Cociente del número de días del mes en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10°C, al número de días del mes.

$$T'm = \frac{N^{\circ} \text{ de días al mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 10^{\circ}\text{C}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas ($T'm$). Cociente del número de días del mes en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C, al número de días del mes.

$$T'm = \frac{N^{\circ} \text{ de días al mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 5^{\circ}\text{C}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite general de los trabajos (λ_m). Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm, al número de días del mes.

$$\lambda_m = \frac{N^{\circ} \text{ de días al mes con precipitaciones} < 10 \text{ mm}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite general de los trabajos (λ'_m). Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm, al número de días del mes.

$$\lambda'_m = \frac{N^{\circ} \text{ de días al mes con } t\text{precipitaciones} < 1 \text{ mm}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

2.3. Días aprovechables

Para el cálculo de los coeficientes anteriores se han utilizado los datos correspondientes a la estación del Aeropuerto de Almería, obteniéndose los valores que se recogen en la tabla siguiente.

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	12,6	16,9	8,3	24	67	2,9	0,0	0,5	1,0	0,0	7,1	194
Febrero	13,3	17,6	9,0	25	67	2,9	0,0	0,5	1,3	0,0	6,1	191
Marzo	15,1	19,6	10,6	16	65	2,6	0,0	0,3	1,5	0,0	5,7	232
Abril	17,0	21,4	12,5	17	62	2,6	0,0	0,6	0,6	0,0	6,1	261
Mayo	19,7	24,1	15,3	12	63	1,9	0,0	0,5	1,0	0,0	6,9	297
Junio	23,5	27,9	18,9	5	61	0,6	0,0	0,6	0,4	0,0	13,1	325

Mes	T	TM	Tm	R	H	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Julio	26,1	30,5	21,7	1	60	0,3	0,0	0,5	0,4	0,0	19,0	342
Agosto	26,7	31,0	22,4	1	63	0,3	0,0	0,6	0,4	0,0	15,0	315
Septiembre	24,2	28,4	20,0	14	65	1,5	0,0	1,1	0,5	0,0	9,3	256
Octubre	20,4	24,5	16,3	27	68	2,8	0,0	1,0	0,9	0,0	5,4	218
Noviembre	16,4	20,5	12,3	28	67	3,6	0,0	0,9	0,5	0,0	5,4	183
Diciembre	13,8	17,9	9,6	30	67	3,3	0,0	0,5	0,5	0,0	6,2	178
Año	19,1	23,4	14,7	200	65	25,4	0,0	7,4	8,9	0,0	108,0	2994

- T Temperatura media mensual/anual (°C)
 TM Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)
 Tm Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)
 R Precipitación mensual/anual media (mm)
 H Humedad relativa media (%)
 DR Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm
 DN Número medio mensual/anual de días de nieve
 DT Número medio mensual/anual de días de tormenta
 DF Número medio mensual/anual de días de niebla
 DH Número medio mensual/anual de días de helada
 DD Número medio mensual/anual de días despejados
 I Número medio mensual/anual de horas de sol

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Nº días mes	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30
Días T>0°C	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30
Días T>5°C	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30
Días T>10°C	31	30	30	30	27	31	30	31	30	31	31	30
η_m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T_m	1	1	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1	1	1	1
T'_m	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Nº días mes	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30
Días P<1mm	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8
Días P<10mm	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2
T_m	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
T'_m	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8

Los factores limitantes para la ejecución de las obras se recogen en la siguiente tabla:

TIPO DE OBRA	Tmin ≤ 0 °C	T9h ≤ 5 °C	T9h ≤ 10 °C	P ≥ 1 mm	P ≥ 10 mm
Explanaciones	SI	-	-	SI	SI
Hormigones	SI	-	-	-	SI
Producción de áridos	-	-	-	-	SI
Riegos y tratamientos superficiales	-	SI	-	SI	-

Como los condicionantes de tipo termométrico y pluviométrico cuentan con una probabilidad independiente de ocurrencia y en caso de producirse cualquiera de ellos debe suspenderse la ejecución de las obras, para aquellas unidades de obra en que concurren ambos se considera como coeficiente de reducción el producto de los coeficientes correspondientes a ambos factores.

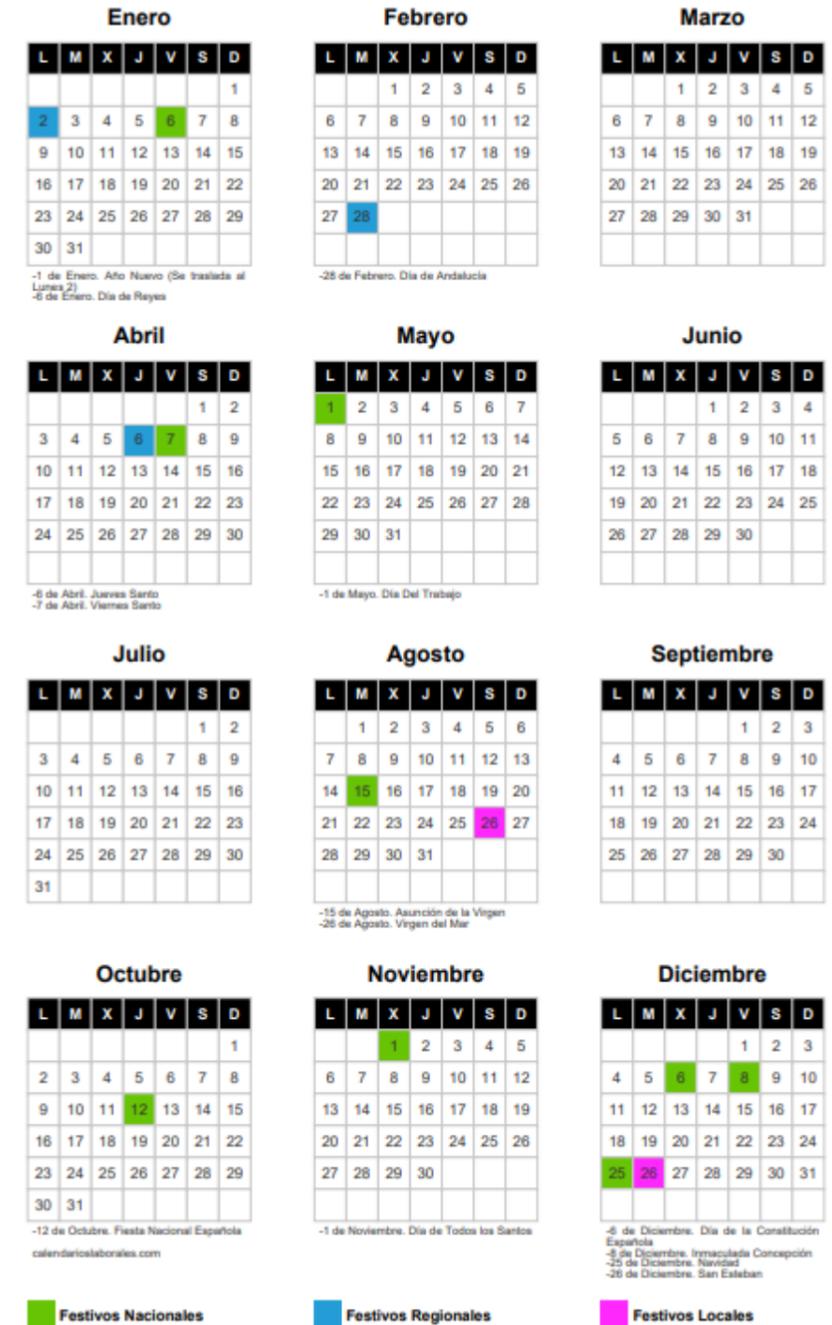
Por lo tanto, los coeficientes reductores a aplicar para las principales unidades de obra del proyecto son los siguientes:

- Explanaciones: $CE = \eta_m \cdot (\lambda_m + \lambda'm)/2$
- Hormigones: $CH = \eta_m \cdot \lambda_m$
- Producciones: $CA = \lambda_m$
- Riegos y tratamientos superficiales: $CR = T_m \cdot \lambda'm$
- Mezclas bituminosas: $CM = T'm \cdot \lambda'm$

Los valores resultantes para estos coeficientes de reducción en cada uno de los meses del año se exponen en la siguiente tabla:

Coef.	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Hormigones hidráulicos	0,8 5	0,8 1	0,7 8	0,8 5	0,8 6	0,8 9	0,9 1	0,9 5	0,9 7	0,9 9	0,9 9	0,9 5
Explanaciones	0,8 6	0,8 4	0,8 2	0,8 6	0,8 7	0,9 0	0,9 1	0,9 3	0,9 6	0,9 9	0,9 9	0,9 6
Producción de áridos	0,8 6	0,8 4	0,8 2	0,8 6	0,8 7	0,9 0	0,9 1	0,9 3	0,9 6	0,9 9	0,9 9	0,9 6
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración	0,8 3	0,7 7	0,7 5	0,8 3	0,8 5	0,8 7	0,9 1	0,9 6	0,9 9	0,9 9	0,9 9	0,9 4

Teniendo en cuenta el calendario laboral aprobado por la Comunidad Autónoma de Andalucía, lo recogido en el convenio de la construcción vigente y las fiestas locales de Almería, se tiene el siguiente reparto mensual de días laborables.



Por tanto, el número de días previsiblemente aprovechables para cada uno de los tipos de actividades considerados serán los que se recogen en el cuadro siguiente:

Coeficiente	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Nº Días Trabajables	21	21	17	20	19	23	18	22	22	21	22	21
Hormigones hidráulicos	17	17	15	17	17	20	17	19	21	21	22	21
Explicaciones	17	18	16	17	17	21	17	19	21	21	22	21
Producción de áridos	17	18	16	17	17	21	17	19	21	21	22	21
Riegos y tratamientos superficiales o por penetración	17	16	14	17	17	20	17	19	22	21	22	21

3. CONSUMOS ACTUALES

La CUCN en su ámbito de actuación, como se dijo en el párrafo anterior, tiene objetivo de distribuir los 27 hm³ anuales, fruto del convenio que tiene con la sociedad estatal ACUAMED.

Los consumos de agua desalada, en el Campo de Níjar, han ido sufriendo un incremento paulatino desde el año 2005 (puesta en funcionamiento del sistema) y un crecimiento muy acelerado en los últimos años, donde se ha puesto de manifiesto la insuficiente capacidad de regulación de las actuales balsas.

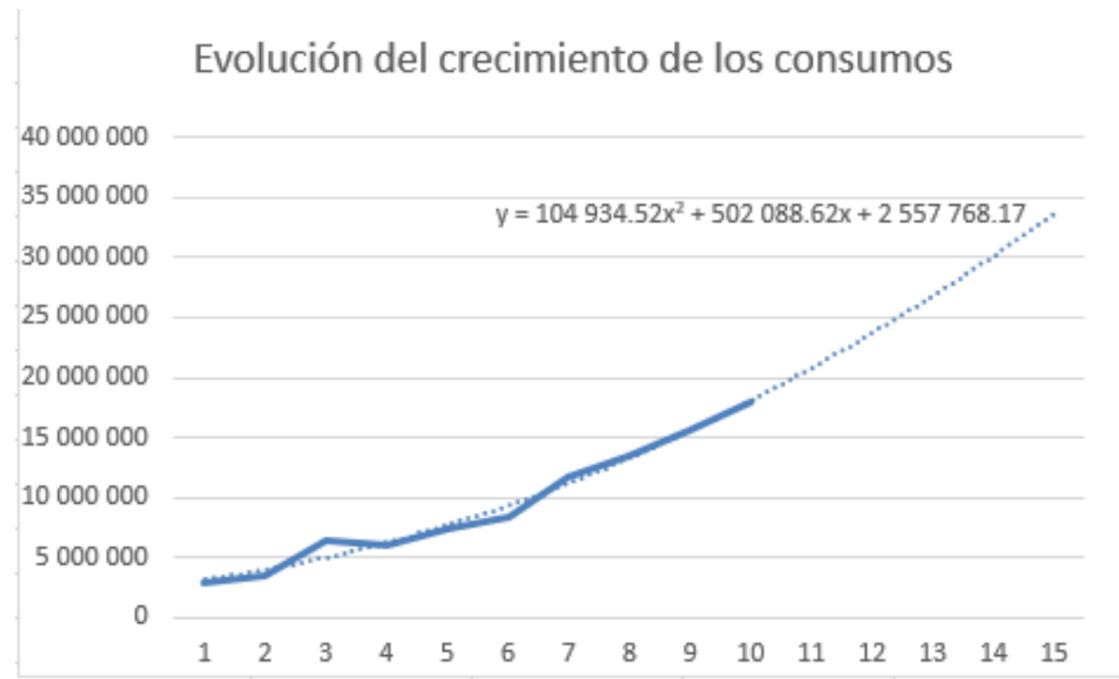
El principal origen del problema y causa de los grandes volúmenes de regulación necesarios, es el desajuste entre la producción constante de la desaladora, y el consumo muy estacional de la agricultura, con meses de mucho consumo y otros de consumo mínimo en algunas fechas de la campaña agrícola.

De los datos obtenidos por los servicios técnicos de la CUCN, a partir de las bases de datos del telecontrol existentes se ha construido la tabla de consumos de los últimos años:

Mes	CONSUMOS												
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Enero		38 521	81 100	213 938	289 825	341 078	435 563	586 008	280 606	939 886	918 066	706 784	850 110
Febrero		56 748	110 866	249 676	281 034	344 941	430 629	531 427	549 165	856 176	1 323 753	794 258	1 210 738
Marzo		52 499	133 727	592 902	346 477	739 150	531 007	988 101	802 211	779 084	1 595 727	1 506 161	1 200 196
Abril		277 137	343 765	571 958	663 768	997 934	653 253	1 195 895	1 586 833	1 623 284	1 937 520	1 325 575	1 855 095
Mayo		443 004	339 502	1 059 129	624 635	773 748	852 685	1 289 657	1 557 580	1 540 094	1 807 327	1 802 799	1 841 991
Junio		219 079	193 380	467 998	410 304	444 785	652 566	797 759	1 249 938	1 361 109	1 396 742	1 627 165	1 318 531
Julio		169 735	222 745	357 086	334 007	437 686	486 301	713 777	964 035	1 104 507	1 268 542	1 459 515	1 351 973
Agosto	450 624	258 864	413 700	876 801	585 600	772 557	948 995	1 298 879	1 198 593	1 567 195	1 640 650	1 988 489	1 898 788
Septiembre	425 470	476 878	486 593	809 944	674 058	877 714	1 093 677	1 553 279	1 177 715	1 788 197	1 670 654	2 111 217	2 191 609
Octubre	298 444	402 950	724 449	627 453	900 641	799 956	982 547	1 332 930	1 850 677	1 745 525	1 499 338	2 013 614	2 287 480
Noviembre	289 387	396 579	276 303	356 820	676 824	541 234	648 498	1 145 150	1 426 928	1 239 701	1 383 122	1 813 963	1 468 609
Diciembre	127 733	177 042	188 583	219 693	290 978	392 209	604 160	320 345	815 329	992 529	556 322	1 342 602	1 205 551
		2 969 036	3 514 713	6 403 398	6 078 151	7 462 992	8 319 881	11 753 207	13 459 610	15 537 287	16 997 763	18 492 142	18 680 671

De los años 2005 a 2009 no han podido encontrarse datos fiables, pero puede estimarse que el consumo tuvo un comienzo más bien lento y sin embargo puede observarse el importante crecimiento a partir del año 2013, donde ya toda la obra de mejora de regadío ya estaba completamente en uso.

Se acompaña a continuación una gráfica con los datos anteriores, con objeto de visualizar esta evolución de los consumos y su grafico de tendencia.



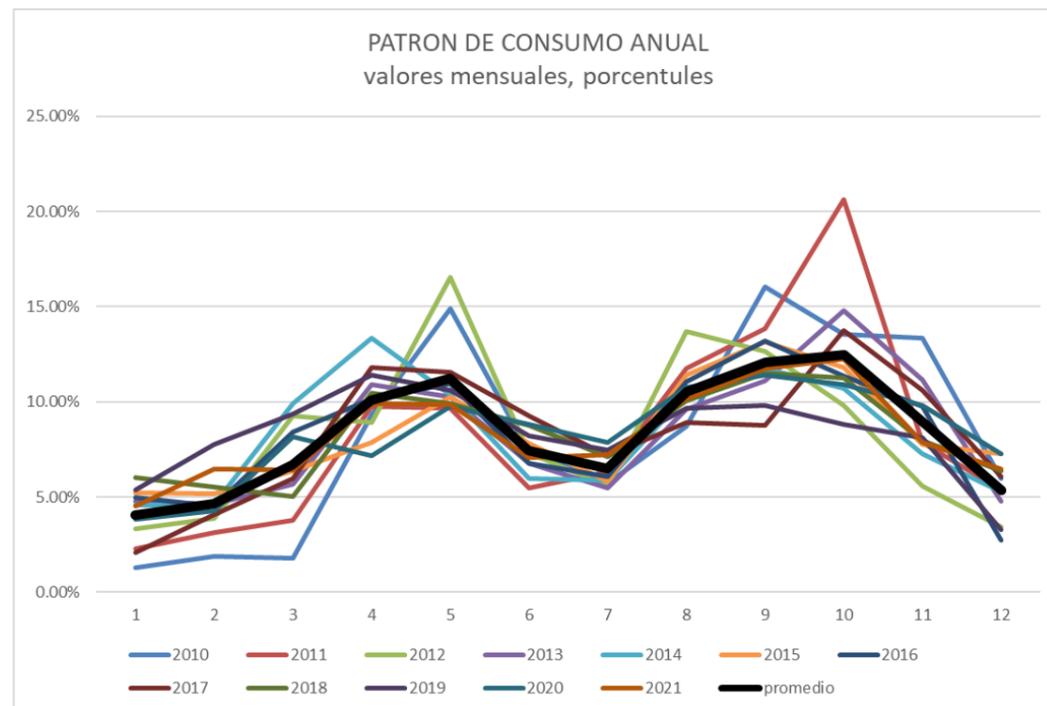
3.1. Distribución anual de los consumos

A la vista del cuadro anterior, es preciso destacar que el consumo de agua desalada tiene una alta estacionalidad, no siendo uniforme a lo largo del año, si no que presenta dos puntas de consumo: una en el mes de mayo y otra a finales de septiembre.

Se puede elaborar, a partir de la tabla anterior, una nueva tabla donde porcentualmente se representa el consumo mensual respecto al total de año. Finalmente en la misma tabla se calcula el promedio de los últimos 12 años.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	media
2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	patron media
1.30%	2.31%	3.34%	4.77%	4.57%	5.24%	4.99%	2.08%	6.05%	5.40%	3.82%	4.55%	4.03%
1.91%	3.15%	3.90%	4.62%	4.62%	5.18%	4.52%	4.08%	5.51%	7.79%	4.30%	6.48%	4.67%
1.77%	3.80%	9.26%	5.70%	9.90%	6.38%	8.41%	5.96%	5.01%	9.39%	8.14%	6.42%	6.68%
9.33%	9.78%	8.93%	10.92%	13.37%	7.85%	10.18%	11.79%	10.45%	11.40%	7.17%	9.93%	10.09%
14.92%	9.66%	16.54%	10.28%	10.37%	10.25%	10.97%	11.57%	9.91%	10.63%	9.75%	9.86%	11.23%
7.38%	5.50%	7.31%	6.75%	5.96%	7.84%	6.79%	9.29%	8.76%	8.22%	8.80%	7.06%	7.47%
5.72%	6.34%	5.58%	5.50%	5.86%	5.85%	6.07%	7.16%	7.11%	7.46%	7.89%	7.24%	6.48%
8.72%	11.77%	13.69%	9.63%	10.35%	11.41%	11.05%	8.91%	10.09%	9.65%	10.75%	10.16%	10.52%
16.06%	13.84%	12.65%	11.09%	11.76%	13.15%	13.22%	8.75%	11.51%	9.83%	11.42%	11.73%	12.08%
13.57%	20.61%	9.80%	14.82%	10.72%	11.81%	11.34%	13.75%	11.23%	8.82%	10.89%	12.25%	12.47%
13.36%	7.86%	5.57%	11.14%	7.25%	7.79%	9.74%	10.60%	7.98%	8.14%	9.81%	7.86%	8.93%
5.96%	5.37%	3.43%	4.79%	5.26%	7.26%	2.73%	6.06%	6.39%	3.27%	7.26%	6.45%	5.35%
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100.00%

Se acompaña el siguiente grafico donde puede observarse claramente esta tendencia y el valor medio de los últimos 12 años.



4. PROYECCIÓN DE LOS CONSUMOS

Se trata en este apartado de realizar una prognosis, de la evolución de los consumos, con objeto de establecer el año horizonte en el que se espera que el consumo, de agua desalada, alcance los 27 hm³ anuales del convenio que la CUCN tiene establecido con la sociedad estatal ACUAMED.

4.1. Modelos estadísticos

Tradicionalmente se han empleado diversos modelos estadísticos para la proyección de: consumos, evolución de poblaciones, etc. que han servido para conocer los datos esperados, en un horizonte temporal, a partir de series históricas de datos.

Estas curvas de crecimiento, suelen presentar tres zonas bien diferenciadas: una primera zona con pendiente suave, una segunda zona con un crecimiento fuerte, y una tercera zona similar a la primera, sensiblemente horizontal.

El caso que nos ocupa, tiene además la peculiaridad de que, cuando se alcance el consumo de 27 hm³ anuales ya no podrá seguir creciendo, puesto que el actual convenio no permite aumentar ese consumo.

Los modelos estadísticos más empleados son los siguientes:

- Modelo aritmético
- Modelo geométrico
- Modelo exponencial

Estos modelos ajustan curvas de crecimiento a las series de datos y suponen un crecimiento homogéneo futuro según el crecimiento anterior, Estos modelos no sirven para periodos demasiado largos de tiempo, sin embargo, para periodos cortos, su ajuste resulta de una gran utilidad y permiten que con la información global obtenida se pueden llegar a obtener curvas completas en horizontes temporales diferentes.

Con la superposición de todos estos métodos puede obtenerse una estimación de crecimiento aceptable.

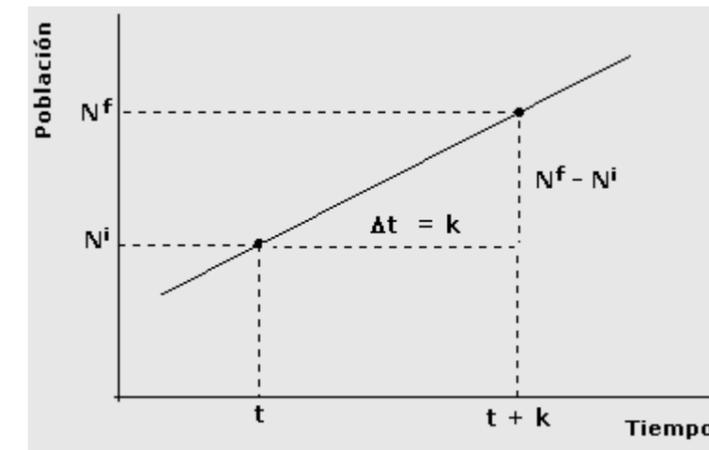
4.1.1. Metodología empleada

En todos los modelos estadísticos aplicados la metodología es muy similar. En primer lugar, se calcula una tasa de crecimiento fundamentada en las series históricas, que en cada modelo se calcula de una determinada manera, Posteriormente, se aplica la tasa de crecimiento obtenida a los distintos horizontes temporales, estimando que el crecimiento seguirá la ley de crecimiento establecida en cada modelo por tiempo indefinido.

A continuación, se describe para cada uno de ellos la metodología y la formulación empleadas.

4.1.1.1. Modelo aritmético

Es el más simple de todos, Supone un comportamiento lineal y por ende, la razón de cambio también se supone constante, es decir: se incrementa en la misma cantidad cada unidad de tiempo considerada.



Puesto que la razón de cambio se supone constante y si "r" es la tasa de crecimiento por unidad de tiempo, entonces el crecimiento entre un momento t y un momento t + k viene dada por:

$$\Delta N = N^i \cdot r \cdot k$$

Entonces los datos estudiados en el momento t + k sería:

$$N^f = N^i + \Delta N$$

es decir,

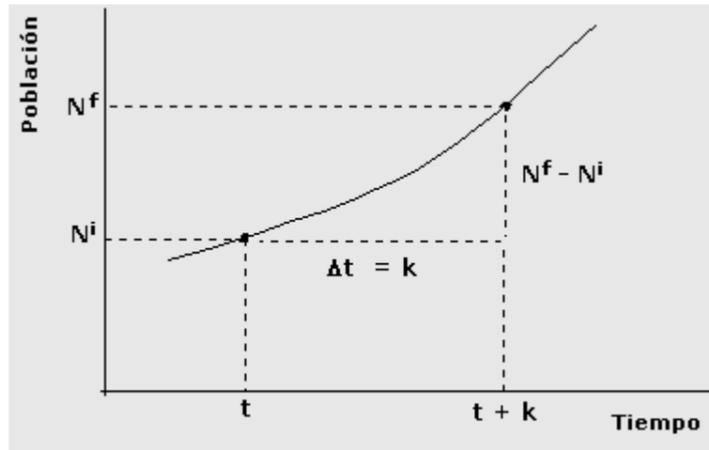
$$N^f = N^i + N^i \cdot r \cdot k = N^i \cdot (1 + r \cdot k)$$

Si se despeja el valor de "r" en la ecuación anterior, se obtiene la fórmula para la tasa de crecimiento bajo el supuesto aritmético:

$$r = \frac{N^f - N^i}{k \cdot N^i}$$

4.1.1.2. Modelo geométrico

En el modelo aritmético el supuesto básico consiste en que los datos crecen en un mismo monto cada unidad de tiempo, En el modelo geométrico lo que se mantiene constante es el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo, y no el monto.



Supongamos que "r" es la tasa de crecimiento por unidad de tiempo, Entonces, el tamaño de los datos estudiados, en el momento t+k está dado por:

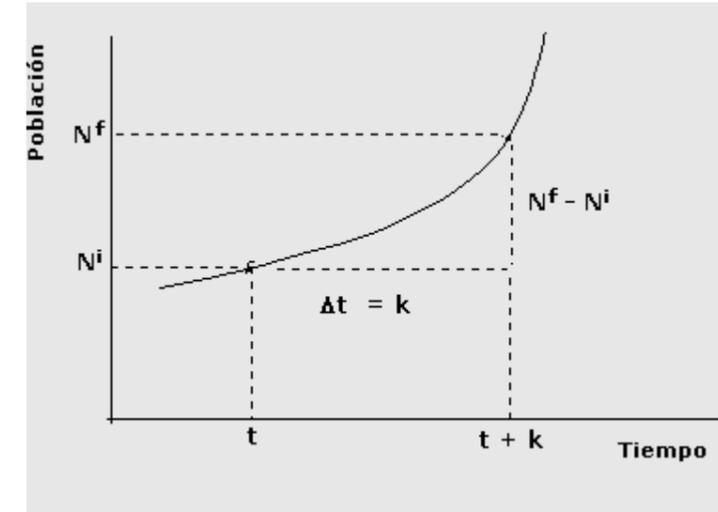
$$N^f = N^i \cdot (1+r)^k$$

Nuevamente si se despeja el valor de "r" en esta ecuación, se obtiene la fórmula para la tasa de crecimiento bajo el supuesto geométrico:

$$r = \left(\frac{N^f}{N^i} \right)^{\frac{1}{k}} - 1$$

4.1.1.3. Modelo exponencial

A diferencia del modelo geométrico, el modelo exponencial supone que el crecimiento se produce en forma continua y no cada unidad de tiempo, Este supuesto obliga a sustituir la expresión "(1+r)^k" por "e^(r·t)",



El tamaño de los datos en el momento t + k viene dado por:

$$N^f = N^i \cdot e^{(r \cdot k)}$$

Y entonces, la tasa de crecimiento bajo este supuesto viene dada por:

$$r = \frac{1}{k} \cdot \ln \left(\frac{N^f}{N^i} \right)$$

4.1.2. Hipótesis de crecimiento

Una vez aplicados los modelos anteriores a las series históricas de datos se obtienen unos valores de las tasas de crecimiento en los intervalos considerados, En este caso se han obtenido las tasas de crecimiento entre cada pareja de valores censales.

Para la proyección de la población según los métodos anteriores es necesario elegir una tasa de crecimiento que se considere adecuada para predecir los consumos futuros, A partir del último dato del consumo disponible (año 2021) se considera que los consumos crecerán según la tasa de crecimiento seleccionada durante el periodo considerado, Las tasas de crecimiento que se han barajado han sido:

- Media de las tasas de crecimiento de los últimos 10 años (periodo 2.012-2.021)
- Media de las tasas de crecimiento de los últimos 5 años (periodo 2.017-2.021)
- A la vista de los valores obtenidos se ha observado lo siguiente:
- La tasa de crecimiento media de todo el periodo considerado (2.012-2.021) es demasiado alta, por tanto, se descarta por no considerarse válida para las proyecciones.
- Las tasas de crecimiento obtenidas según los tres modelos estadísticos empleados

son similares en casi todos los casos.

- Las diferencias entre las tasas, de crecimiento medios, de los últimos 5 años y las de los últimos 10 es significativa y muestra que el crecimiento se está desacelerando, aunque todavía arroja valores bastante altos este crecimiento.
- En el último año analizado 2.021, el crecimiento ha sido bajo, debido fundamentalmente a que ya se ha alcanzado el máximo de consumo posible, mientras no se aumente la capacidad de regulación que permita aumentar la capacidad de distribución de la CUCN.

4.1.3. Comparación de resultados entre los modelos aplicados

4.1.3.1. Porcentaje de crecimiento de los consumos

Con el fin de tener una idea más aproximada del tipo de curva que mejor se adapta a los datos históricos disponibles de población, se ha incluido en las tablas de datos una columna en la que se refleja el crecimiento en tanto por ciento, referido al consumo medio del periodo considerado, para la serie temporal de la que se dispone de datos (2.012 – 2.021).

Esta tasa de crecimiento se ha calculado de la misma forma que las tasas de otros fenómenos; situando en el numerador el número anual de acontecimientos (en este caso el incremento anual experimentado por el consumo y en el denominador el periodo medio del periodo observado.

Tasa de crecimiento = Crecimiento anual/consumo medio

$$r = \frac{(N^f - N^i)/k}{(N^i + N^f)/2}$$

Una forma aún más sencilla de hacer relativo el crecimiento es, simplemente, dividir su magnitud anual por el consumo de partida.

Tasa de crecimiento= Crecimiento anual/población inicial

y considerar que la diferencia entre los datos iniciales y los datos finales se ha repartido en incrementos iguales en cada fracción anual del intervalo, Se trataría de una función estimativa del ritmo de crecimiento bajo el supuesto de que se trata de un **crecimiento “aritmético”**.

Despejando, podrá estimarse la población en cualquier momento posterior mediante la fórmula:

$$N^f = N^i \cdot (1 + r \cdot k)$$

Sin embargo, esta es una aproximación demasiado burda y poco realista, porque a medida que los consumos fuesen experimentando crecimientos parciales, el crecimiento absoluto del siguiente año sería el mismo que el de los años anteriores.

En este caso, las tasas de crecimiento obtenidas se reflejan en el apartado siguiente, en la columna denominada “% crecimiento poblacional”.

4.1.3.1.1. Resumen y comparación de las tasas de crecimiento

En la tabla siguiente se resumen las tasas de crecimiento obtenidas para los datos en estudio según los modelos aritmético, geométrico y exponencial para el periodo 2.012–2.021, También se añade la tasa de crecimiento media, calculada como el valor medio de las tasas anuales del periodo considerado.

MUNICIPIO: NIJAR y OTROS				ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
Año	consumo	Nº años	% de crecimiento interanual	Tasa de crecimiento	tasa de crecimiento	tasa de crecimiento
2012	6403398					
2013	6078151	1	-5.21%	-0.050792876	-0.050792876	-0.052128249
2014	7462992	1	20.45%	0.227839190	0.227839190	0.205255868
2015	8319881	1	10.86%	0.114818427	0.114818427	0.108691546
2016	11753207	1	34.21%	0.412665277	0.412665277	0.345478188
2017	13459610	1	13.54%	0.145186161	0.145186161	0.135567210
2018	15537287	1	14.33%	0.154363834	0.154363834	0.143549399
2019	16997763	1	8.98%	0.093998135	0.093998135	0.089838999
2020	18492142	1	8.42%	0.087916216	0.087916216	0.084264138
2021	18680671	1	1.01%	0.010195087	0.010195087	0.010143468
VALOR MEDIO PERIODO				0.132909939	0.132909939	0.118962285
Valor medio ultimos 5 años (periodo 2017-2021)				0.098331886	0.098331886	0.092672643
Valor medio ultimos 10 años (periodo 2012-2021)				0.132909939	0.132909939	0.118962285
Diferencia tasas medias 5 y 10 años				-0.034578052	-0.034578052	-0.026289642
Modelo:	ARITMETICO	Tasa de crecimiento:		0.098331886		
	GEOMETRICO	Tasa de crecimiento:		0.098331886		
	EXPONENCIAL	Tasa de crecimiento:		0.092672643		
				Tasa adoptada	9.646%	

- Dado que los valores en estudio corresponden a intervalos de periodos anuales, (no hay periodos en estudio con datos de intervalo de años superior a uno) la tasa aritmética y geométrica coinciden,

4.1.3.1.2. Selección de la tasa de crecimiento para la prognosis

Como puede observarse la tasa de crecimiento de los últimos 5 años, en todos los casos, es bastante menor que la tasa de los últimos 10 años, debemos pues tomar un valor ligeramente inferior a la tasa de los últimos 5 años.

Elegiremos como más ajustado a la realidad la tasa del modelo geométrico, puesto que el modelo exponencial parece subestimar ligeramente el crecimiento.

Adoptaremos pues, como dato de partida, la tasa del modelo geométrico de los ultimo 5 años igual al 9,833%, y puesto que la diferencia entre la tasa de los últimos 10 años y los últimos 5 años es un descenso de 3,45 puntos porcentuales, parece lógico tomar, para la prognosis de valores futuros, un valor menor de esa tasa de los últimos 5 años (9,833%).

Suponiendo, como es lógico que, en el futuro, el crecimiento siga amortiguándose, aunque más lentamente que en los últimos 5 años, tomaremos como origen de la prognosis el valor de **9,646%**.

4.1.3.2. Comparación de los consumos en el año horizonte

A la vista de los resultados obtenidos de la aplicación de las tasas de crecimiento seleccionadas, según el apartado anterior, se puede observar fácilmente que los modelos geométrico y exponencial proporcionan en todos los casos resultados muy similares.

Los consumos calculados según los modelos, son las que se reflejan en la tabla siguiente:

MUNICIPIO: NIJAR Y OTROS					
			ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENC.
Año	Consumo	Nº años	Tasa de crecimiento	tasa de crecimiento	tasa de crecimiento
2021	18680671				
2022		1	20482609	20482609	20572379
2023		2	22284546	22458361	22655652
2024		3	24086484	24624694	24949888
2025		4	25888421	26999992	27476452

Tabla 1: Consumos según modelos, Año 2021-2025

Se puede pues, observar que para el año 2025 ya estaremos en los consumos de 27 hm³ que figuran en el convenio de la CUCN con la sociedad estatal ACUAMED.

5. ESTUDIO DE DOTACIONES Y VOLÚMENES

5.1. Volúmenes de regulación disponibles

El primer paso, para determinar los volúmenes de regulación necesarios, es establecer cuál es el volumen disponible en la actualidad, teniendo en cuenta tanto el volumen de las balsas propiedad de la CUCN, las balsas propiedad de ACUAMED, así como el volumen de las balsas que los propios agricultores disponen en su explotación, Debe de hacerse esto así, puesto que estos tres sistemas forman un conjunto de balsas que debe ser tenido en cuenta, para realizar una buena aproximación a la problemática actual.

- **Balsas de la CUCN:** se trata de un sistema de 7 balsas con la siguiente distribución de volúmenes.

<u>balsas actuales CUC</u>	Volumen en M3
balsa 1	182643
balsa 2	87996
balsa 3	92804
balsa 4	165320
balsa 5	93957
balsa 6	90392
balsa 7	167768
Total	880881

- **Balsas de ACUAMED:** se trata de un sistema de 5 balsas con un volumen próximo entre las cinco a 500.000 m³.

- **Balsas de PARTICULARES** en el interior de las explotaciones agrícolas, no se dispone en la actualidad de un censo preciso del volumen total de estas balsas, particulares, pero puede estimarse teniendo en cuenta lo siguiente:

- 1) Aunque en los últimos años está aumentando el tamaño medio de las explotaciones de la zona, en gran parte siguen siendo explotaciones empresas PYME y todavía muchas de ellas de tamaño familiar (2- 5 ha).
- 2) Todas las fincas poseen una balsa necesaria, para recoger el agua de lluvia, el agua procedente de los sondeos de la zona y desde luego para recibir el agua desalada, además de servir como inicio del cabezal de riego de la finca.
- 3) Puede estimarse que cada hectárea en cultivo necesita una balsa de entre 100 y 150m³, para la correcta explotación de la finca, De forma que, como actualmente en

esta zona del Campo de Níjar están en cultivo unas 7.500 - 8.000 ha, una estimación razonable para el volumen de balsas en fincas particulares estará en el entorno de 7.625 ha x 120 m³/ha = 915.000 m³.

En resumen, disponemos de un volumen de regulación de:

$$880.881 + 500.000 + 915.000 = 2.295.881 \text{ m}^3$$

Este volumen no es totalmente controlable por la CUCN, para poder hacer una óptima utilización del mismo, pero después de más 17 años de explotación del sistema, ya cada una de las partes: CUCN, ACUAMED y los propios regantes, conocen en que épocas del año más se consume y cuando es necesario acumular excedentes y realmente para un estudio global, puede considerarse que todo el sistema funciona de forma que optimiza sus capacidades.

5.2. Volúmenes aportados por la desaladora de Carboneras

La desaladora de Carboneras, produce agua de forma constante, puesto que tiene muy poca capacidad de ajustar su producción a la demanda, y esta sabemos que es muy estacional tanto por parte de los agricultores como por parte de los municipios de la costa a los que abastece, con una población muy diferente en verano que en invierno.

De la experiencia acumulada en la CUCN se sabe que desde el año 2019 ha sido necesario, en algunas épocas del año, disminuir el suministro a algunas zonas, no pudiéndose servir toda la demanda, por ser necesario enviar agua para abastecimiento público a los pueblos costeros.

No pudiéndose paliar esta situación, con el envío de agua a las balsas de riego, en épocas de poco consumo de abastecimiento, por falta de capacidad de estas y estar ya llenas y también llenas las balsas de ACUAMED, Veremos en epígrafes siguientes que, aunque en el año 2025 no se alcanzara el tope de los 27 hm³, se producirá en años previos, restricciones en el suministro, como se verá en los gráficos siguientes.

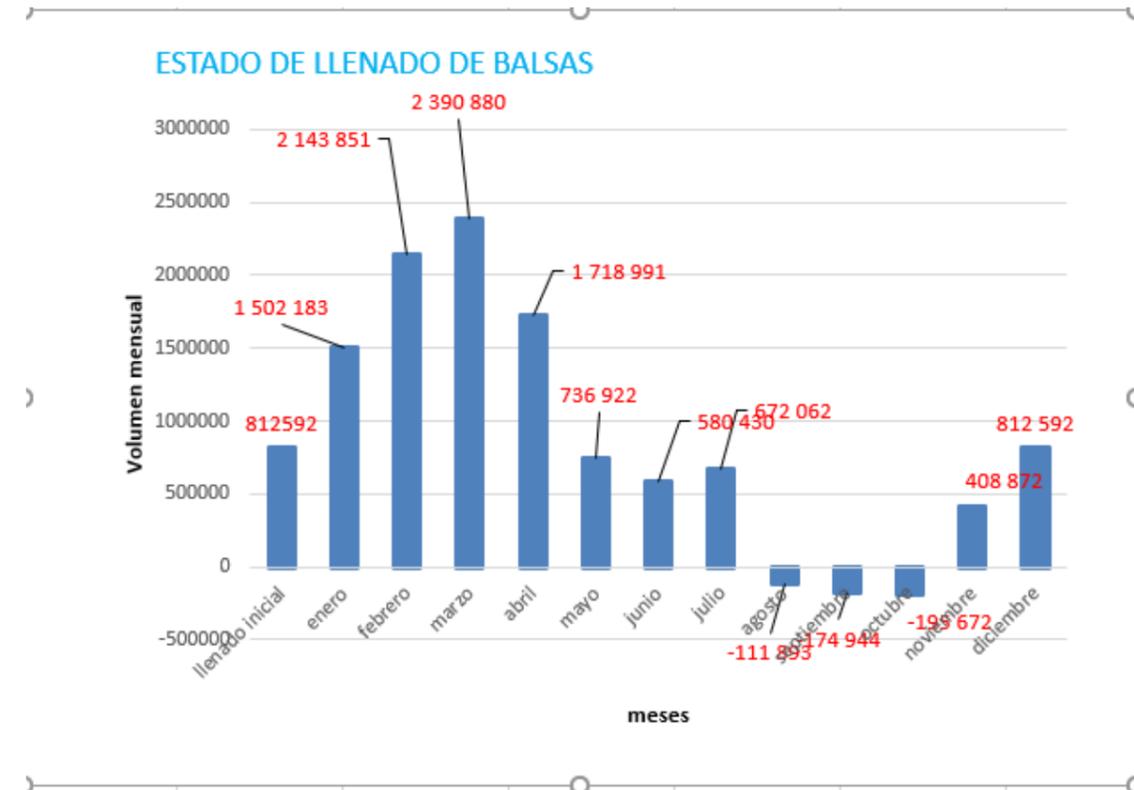
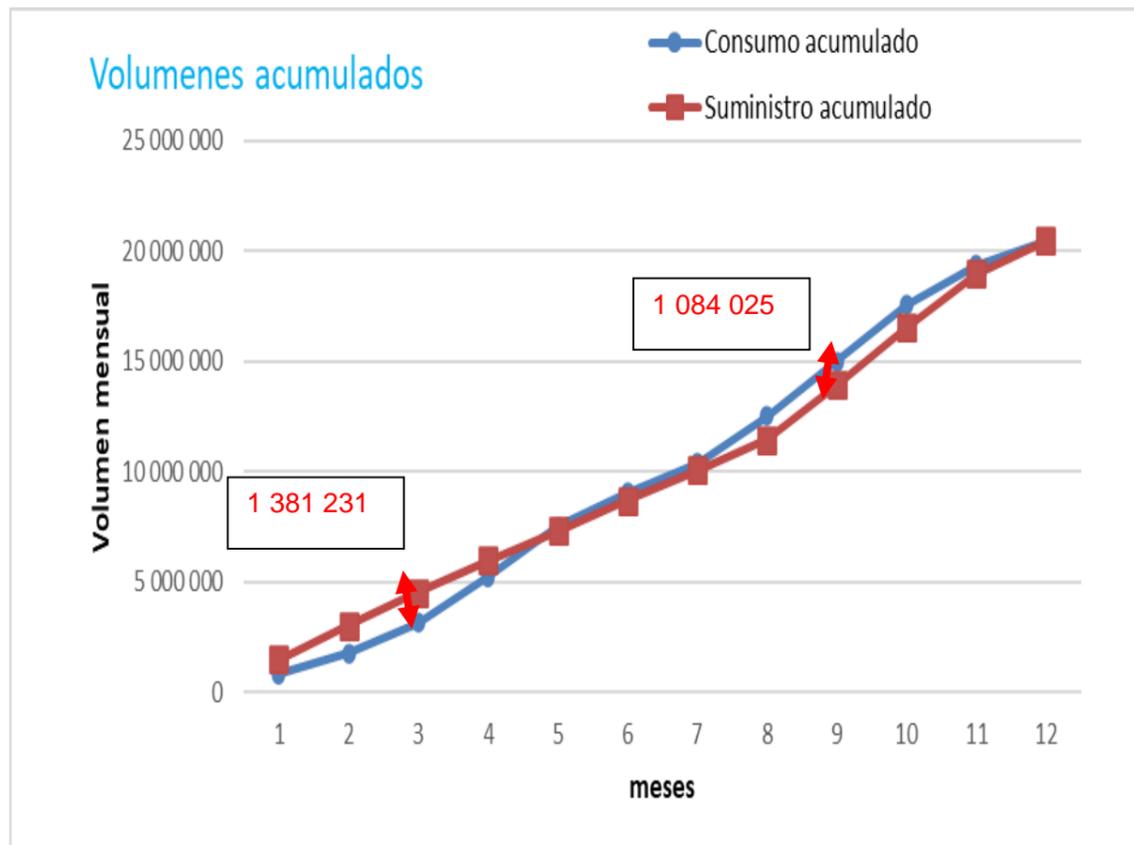
Así como se ha determinado en el epígrafe anterior un patrón de distribución mensual del consumo de los regantes, es necesario establecer también un patrón de suministro, del agua procedente de la Desaladora.

De los datos medios de años anteriores podemos estimar que para el año 2025 cuando sea necesario suministrar los 27 hm³, estos no se suministrarán uniformemente, se suministrarán siguiendo el siguiente patrón, puesto que como ya hemos dicho en los meses de verano se podrá aportar menos al regadío, pues es necesario derivarlo hacia los pueblos de la costa almeriense.

Mes	Suministro M3
ENERO	2 000 000
FEBRERO	2 000 000
MARZO	1 975 000
ABRIL	1 900 000
MAYO	1 800 000
JUNIO	1 800 000
JULIO	1 800 000
AGOSTO	1 825 000
SEPTIEMBRE	3 250 000
OCTUBRE	3 450 000
NOVIEMBRE	3 200 000
DICIEMBRE	2 000 000
TOTAL	27 000 000

Admitiendo este mismo patrón de suministro para el año 2022, en el que se prevé suministrar 20.482.610 m³, podemos obtener la siguiente tabla y gráficos, donde podemos ver que ya tendremos problemas de falta de capacidad de regulación, en un volumen próximo a los 169.375 m³ lo que obligara restricciones de suministro.

					LLENADO INICIAL	914650
					EMBALSE NECESARIO	2295881
CONSUMO MENSUAL	CONSUMO ACUMULAD	SUMINISTRO MENSUAL	SUMINISTRO ACUMULADO	DEFICIT MENSUAL	DIFERENCIAS ACUMULADAS	ESTADO DE LLENADO BALSAS 2022
2022	O 2022	2022	2022	2022		
826 363	826 363	1 517 230	1 517 230	690867	690867	1605517
956 924	1 783 287	1 517 230	3 034 461	560306	1251173	2165823
1 368 207	3 151 494	1 498 265	4 532 726	130058	1381231	2295881
2 067 053	5 218 548	1 441 369	5 974 095	-625685	755547	1670196
2 299 397	7 517 945	1 365 507	7 339 602	-933889	-178343	736307
1 530 262	9 048 206	1 365 507	8 705 109	-164754	-343097	571553
1 327 495	10 375 701	1 365 507	10 070 617	38013	-305084	609566
2 153 876	12 529 576	1 384 473	11 455 089	-769403	-1074487	-159837
2 475 037	15 004 614	2 465 499	13 920 589	-9538	-1084025	-169375
2 553 651	17 558 265	2 617 222	16 537 811	63571	-1020454	-105804
1 828 155	19 386 420	2 427 569	18 965 380	599413	-421041	493609
1 096 190	20 482 610	1 517 230	20 482 610	421041	0	914650
20482610		20482610				



Del estudio de la tabla anterior, podemos obtener el valor del volumen de embalse necesario, sumando en valor absoluto el valor máximo y mínimo de la columna de diferencias acumuladas, es decir $V_{embalse} = 1.381.231 + 1.084.025 = 2.465.256 \text{ m}^3$.

Como hemos establecido en el epígrafe anterior que, el volumen máximo de que disponemos es de $2.295.881 \text{ m}^3$, tenemos un déficit de regulación de 169.375 m^3 .

Además, es necesario, para que este déficit no sea aún mayor comenzar el año, teniendo en las balsas un mínimo de 914.650 m^3 . En caso contrario el déficit será aún mayor.

Analizando el estado de llenado de las balsas, podemos ver también muy gráficamente la evolución de las mismas, Y como, a pesar de tener un volumen ya acumulado a principio de año de 812.592 m^3 se produce déficit en los meses de septiembre, octubre y noviembre.

5.3. Volumen de regulación necesario en el año horizonte

Como ya se ha dicho en el año 2025 se habrá alcanzado el volumen de consumos de 27 hm^3 , y con un patrón de consumos y suministros como los ya establecidos en los epígrafes anteriores, obtendremos la siguiente tabla con los valores mensuales de consumos, suministros, diferencias acumuladas y estado de llenado de las balsas:

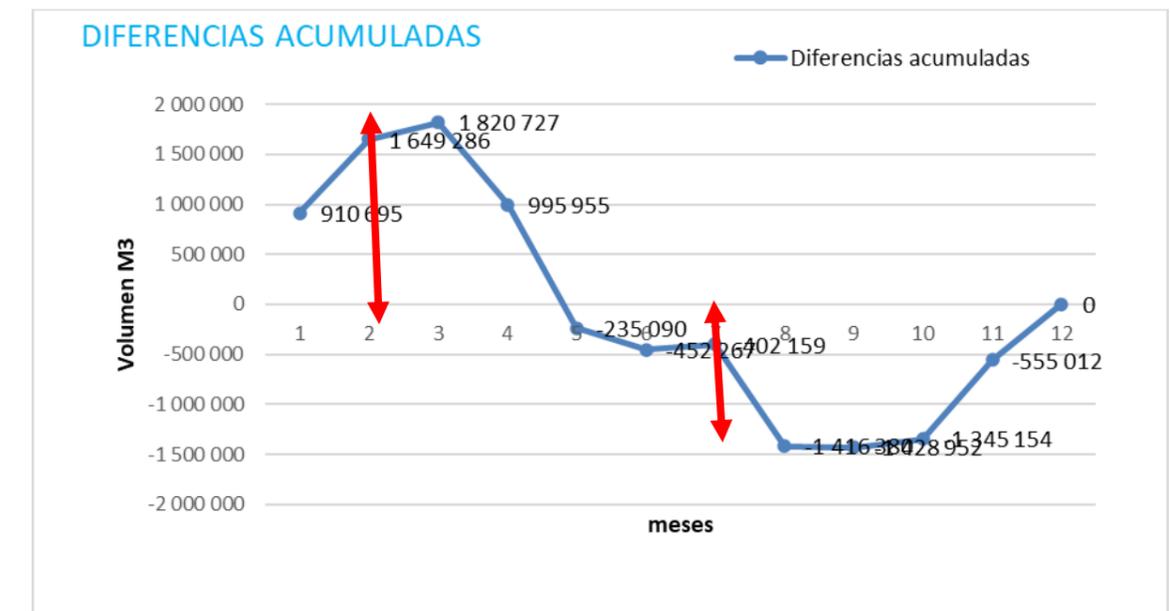
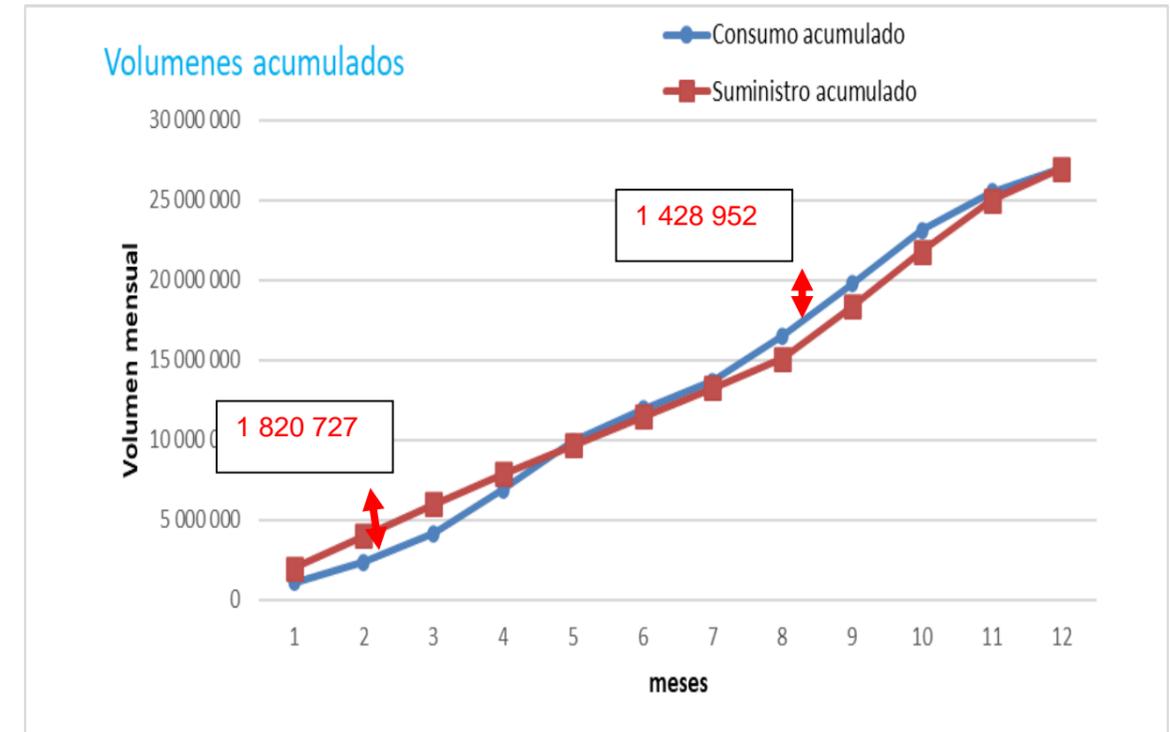
				LIENADO INICIAL			
				EMBALSE NECESARIO			
CONSUMO MENSUAL 2025	CONSUMO ACUMULADO 2025	SUMINISTRO MENSUAL 2025	SUMINISTRO ACUMULADO 2025	DEFICIT MENSUAL 2025	DIFERENCIAS ACUMULADAS	ESTADO DE LLENADO BALSAS 2025	
1 089 305	1 089 305	2 000 000	2 000 000	910 695	910 695	2339647	
1 261 409	2 350 714	2 000 000	4 000 000	738 591	1 649 286	3078238	
1 803 559	4 154 273	1 975 000	5 975 000	171 441	1 820 727	3249679	
2 724 772	6 879 045	1 900 000	7 875 000	-824 772	995 955	2424907	
3 031 045	9 910 090	1 800 000	9 675 000	-1 231 045	-235 090	1193862	
2 017 178	11 927 267	1 800 000	11 475 000	-217 178	-452 267	976685	
1 749 892	13 677 159	1 800 000	13 275 000	50 108	-402 159	1026793	
2 839 220	16 516 380	1 825 000	15 100 000	-1 014 220	-1 416 380	12572	
3 262 573	19 778 952	3 250 000	18 350 000	-12 573	-1 428 952	0	
3 366 201	23 145 154	3 450 000	21 800 000	83 799	-1 345 154	83798	
2 409 859	25 555 012	3 200 000	25 000 000	790 141	-555 012	873940	
1 444 988	27 000 000	2 000 000	27 000 000	555 012	0	1428952	

Del estudio de la tabla anterior, podemos obtener el valor del volumen de embalse necesario, sumando en valor absoluto el valor máximo y mínimo de la columna de diferencias acumuladas, es decir $V_{embalse} = 1.820.727 + 1.428.952 = 3.249.680 \text{ m}^3$.

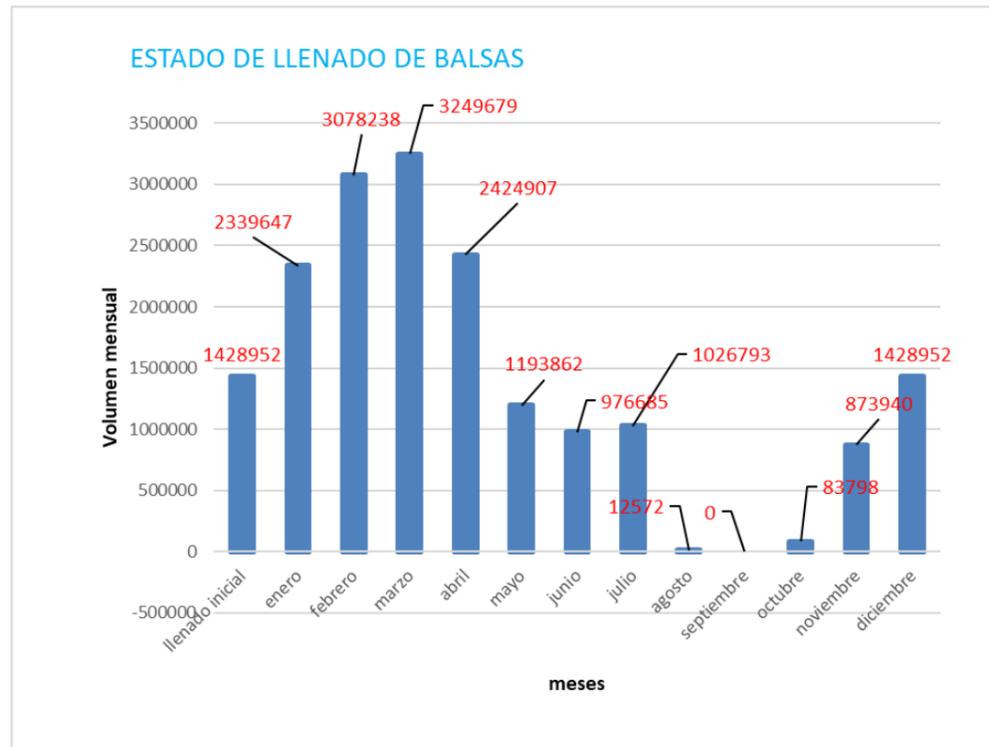
Como hemos establecido en el epígrafe anterior, el volumen máximo de embalse que disponemos es de $2.295.881 \text{ m}^3$, es decir tenemos un déficit de regulación de 953.799 m^3 , que redondearemos a 955.000 m^3 y que será el volumen de diseño, de la balsa que nos ocupa en este proyecto.

Además, es necesario, para que este volumen adicional de embalse no sea aún mayor comenzar el año, teniendo en las balsas un mínimo de $1.428.952 \text{ m}^3$. En caso contrario aun construyendo la nueva balsa de 955.000 m^3 no será suficiente.

Todo ello también puede observarse en los siguientes gráficos de volúmenes acumulados y de diferencias acumuladas.



Analizando el estado de llenado de las balsas podemos ver también muy gráficamente la evolución de las mismas y que es necesario un llenado inicial de 1.428.952 m³ para que no se produzca déficit en el mes de septiembre, momento crítico en el que tendremos las balsas vacías.



6. CONCLUSIÓN Y RESULTADOS FINALES

A la vista de los estudios anteriores podemos extraer las siguientes ideas principales,

- **El crecimiento** del consumo de agua desalada, aunque se ha atemperado en los últimos cinco años, pasando de una media del 13,29% anual a un 9,83%, es de prever que al menos en los próximos 4-5 años seguirá en el entorno de, al menos el 9,65%.
- **La fuerte estacionalidad** del consumo, junto con la necesidad de priorizar los recursos al abastecimiento público, de los pueblos de la costa frente al riego, hará que, en este año 2022, los problemas de restricciones que comenzaron a aparecer ya en 2019, empiecen a ser preocupantes.
- **En el año 2025 se** habrá alcanzado, el tope de los 27 hm³ anuales de consumo, que por convenio tienen establecido la Desaladora de Carboneras para los regadíos de la CUCN.
- **A pesar de contar en** el volumen existente de regulación, tanto de las balsas de la CUCN, como de las balsas de ACUAMED y las particulares de los propios regantes, se necesitará, para poder realizar el suministro sin restricciones, de un volumen suplementario de almacenamiento de, aproximadamente 955.000 m³, que es el objeto principal de este proyecto.
- **De no ejecutarse** la balsa propuesta no se podrá consumir más de los 18,68 hm³ que ahora se consumen. El consumo del año y 2021 es muy parecido, y de hecho ya está estancado y las restricciones se repiten, a principio de otoño, sistemáticamente desde el año 2019.