Peligros (Granada)

Suma ponderada P3 + P4 + P5

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Martes	Miércoles	Jueves		
Parámetros / Fecha	**31-Ene-06**	**01-Feb.-06**	**02-Feb.-06**	**MEDIA**	**MÁXIMA**
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	241	201	172	205	241
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	470	337	279	362	470
Sólidos en suspensión totales mg/l	201	331	249	260	331
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	181	283	221	228	283
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	19	49	29	32	49
Fósforo total mg/l P	8.66	11.83	11.47	10.65	11.83
Nitrógeno total kjeldahl mg/l NTK	21.67	19.47	20.20	20.45	21.67
Temperatura ºC	12.0	12.5	13.2	12.6	13.2
pH (Unidades de pH)	7.95	8.82	7.66	8.15	8.82
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	936	1236	1118	1097	1236
m^3 /dia	2413.4	2485.4	3265.9	2721.6	3265.9
Litros segundo medios	27.9	28.8	37.8	31.5	37.8
Kg/día Sólidos en suspensión	484	824	814	707	824
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	581	501	561	548	581
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	9 680	8 346	9 353	9 126	9 680

Peligros (Granada)

Conductividades μS medidas in situ

Colectores	Punto 1					Punto 3					Punto 4					Punto 5				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	914	1187	789	963	1187	425	439	424	429	439	1143	1085	757	995	1143	1035	1110	902	1016	1110
Día 2	1157	1075	1000	1077	1157	432	434	440	435	440	1224	1162	1095	1160	1224	1088	1130	1013	1077	1130
Día 3	1086	1318	—	1202	1318	437	440	—	439	440	1192	1018	—	1105	1192	1041	1110	—	1076	1110
Media	1052	1193	895	1047	1193	431	438	432	434	438	1186	1088	926	1067	1186	1055	1117	958	1043	1117
Máxima	1157	1318	1000	1158	**1318**	437	440	440	439	**440**	1224	1162	1095	1160	**1224**	1088	1130	1013	1077	**1130**

Peligros (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1					Punto 3					Punto 4					Punto 5				
	31-Ene-06	01-Feb.-06	02-Feb.-06	Media		31-Ene-06	01-Feb.-06	02-Feb.-06	Media		31-Ene-06	01-Feb.-06	02-Feb.-06	Media		31-Ene-06	01-Feb.-06	02-Feb.-06	Media	
8-9	10.1	10.3		10.2			7.4		7.4			9.9		9.9			11.4		11.4	
10-11							9.6	9.0	9.3											
12-13		11.5	11.9	11.7		8.7			8.7		10.3	12.1	12.5	11.8		12.0	13.8	13.5	13.1	
14-15	11.2			11.2			12.7		12.7								14.3		14.3	
16-17		12.0	12.1	12.1		9.5		10.0	9.8		13.0	14.4	14.7	14.0		14.2		13.0	13.6	
18-19	11.0			11.0		8.9			8.9		10.9			10.9		13.0			13.0	
20-21																				
Media	10.8	11.3	12.0	11.3		9.0	9.9	9.5	9.5		11.4	12.1	13.6	12.4		13.1	13.2	13.3	13.2	
Máximo	11.2	12.0	12.1	11.8		9.5	12.7	10.0	10.7		13.0	14.4	14.7	14.0		14.2	14.3	13.5	14.0	
Mínimo	10.1	10.3	11.9	10.8		8.7	7.4	9.0	8.4		10.3	9.9	12.5	10.9		12.0	11.4	13.0	12.1	
Temperatura ambiente ºC																				
31 enero 2006, 15:28 h.				***14.0 ºC***		***2 febrero 2006, 11:36 h.***			***7.3 ºC***		***1 febrero 2006, 12:13 h.***			***14.6 ºC***		***1 febrero 2006, 8:51 h.***			***4.5 ºC***	

5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total Kjeldahl	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	2721,6	3265,9
Media l/seg.	31,5	37,8
Características*		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	205	241
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	362	470
Sólidos en Suspensión mg/l	260	331
Nitrógeno Total Kjeldahl mg/l NTK	20,5	21,7
Conductividad µS/cm a 25º C	1097	1236
Cargas*		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	548	581
Kg/día Sólidos en Suspensión	707	824
Habitantes equivalentes (D.B.O_5)	9126	9680
Habitantes del núcleo urbano censados		**8916**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	61	65
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	79	85
Litros habitante y día vertidos	305	366

** Estos valores no incluyen los vertidos del Punto 1*

AGRUPACIÓN DILAR A EDAR OESTE

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Alhendin (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

20 / 22 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012451 / 000012457 / 000012460 / 000012465 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE ALHENDIN.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Alhendín (5900 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

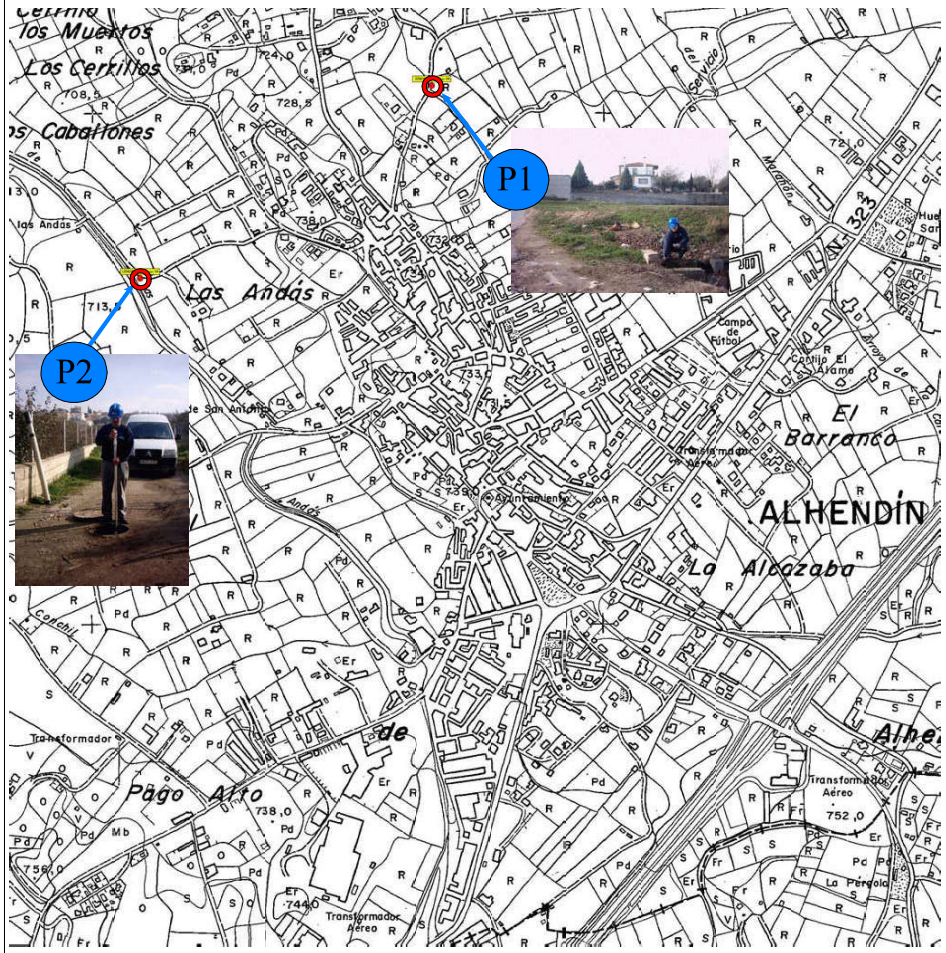
Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Alhendín, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. Al llegar a la primera curva prolongada, en el camino de los Cenillos, hacia la derecha de frente hay un camino de tierra justo al entrar se encuentra el Punto 1. Colector circular de Ø 60 cm.

Colector nº 2. Este punto es una arqueta que se encuentra en el camino de tierra bajando por el camino de los Cenillos hasta llegar al arroyo.. Colector circular de Ø 30 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Alhendín		
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*9*
Días de muestreo	*3*	
Tipo de muestreo	*Puntual*	
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*	
Nº de muestras integradas	*3*	

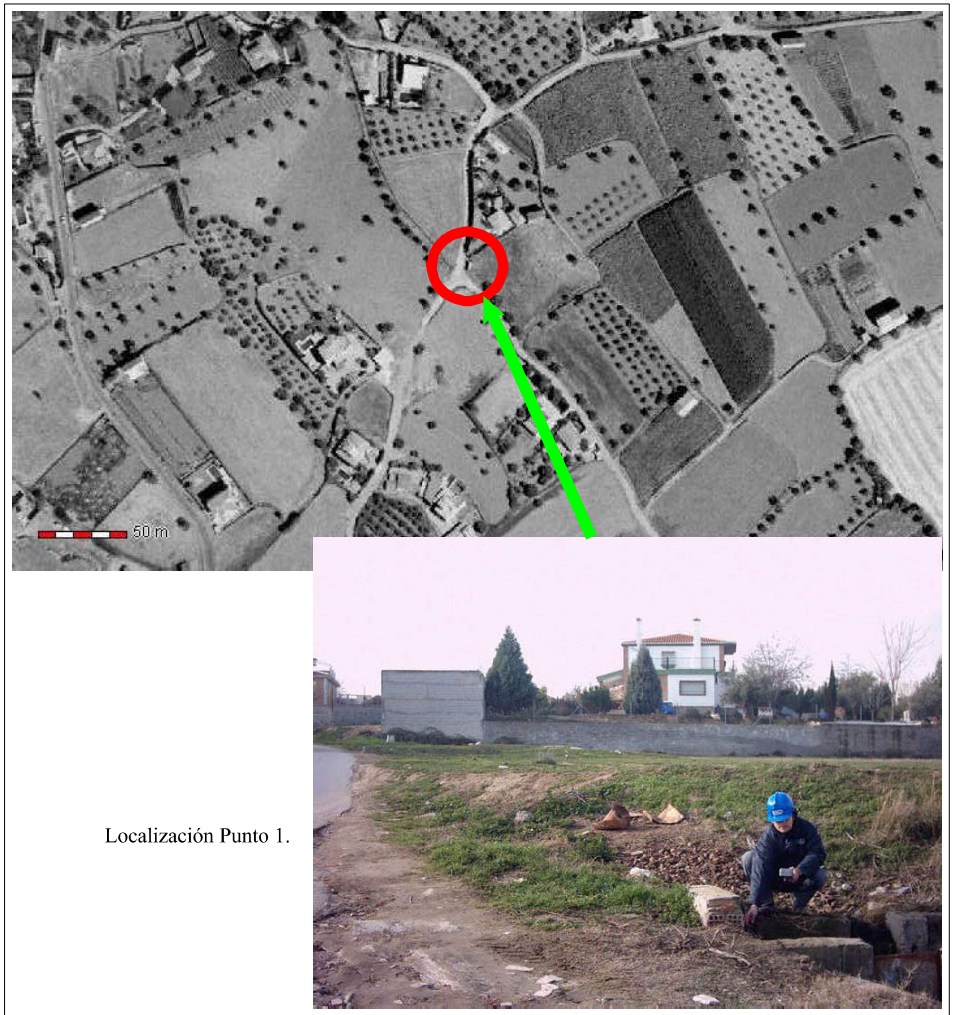


Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Alhendín (Granada).
Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Alhendin (Granada).



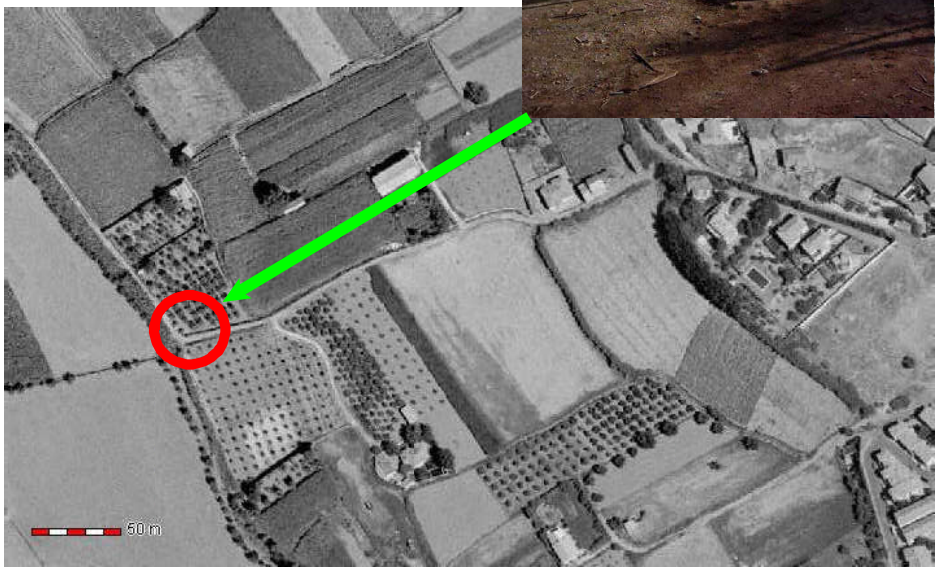
Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Alhendín (Granada).
Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Localización Punto 2.



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Alhendín (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Alhendin (Granada).

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Alhendín (Granada)

Denominación: Punto 1

Coordenadas (GPS) 37º06,592' N 003º38,435' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 320.8 % sobre población: 86.1 %

l/seg max. 4.79 l/seg med. 3.71 l/seg mín. 2.67

1. Q.max/Q.med: 1.29 2. Q.min/Q.med: 0.72

3.- Características*

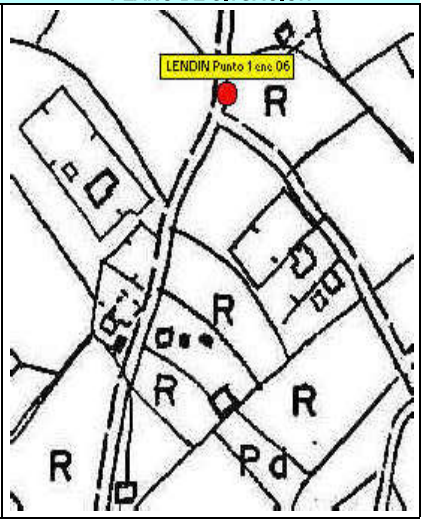
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	358	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	45.2	mg/l N	—
D.Q.O.:	842	mg/l O_2	—	Fósforo total:	13.0	mg/l P	
S.S.:	305	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2183 habit. equiv. medios 2601 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Alhendín (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º06,468' N 003º39,065' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 51.6 % sobre población: 13.9 %

l/seg max. 0.99 l/seg med. 0.60 l/seg mín. 0.19

1. Q.max/Q.med: 1.66 2. Q.min/Q.med: 0.32

3.- Características

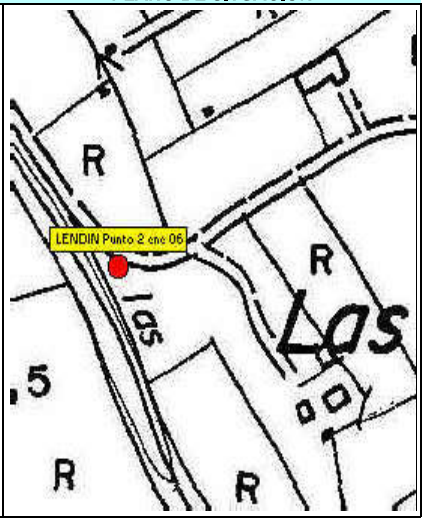
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	358	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	45.2	mg/l N	—
D.Q.O.:	842	mg/l O_2	—	Fósforo total:	13.0	mg/l P	
S.S.:	305	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2183 habit. equiv. medios 2601 habit. equiv. máximos

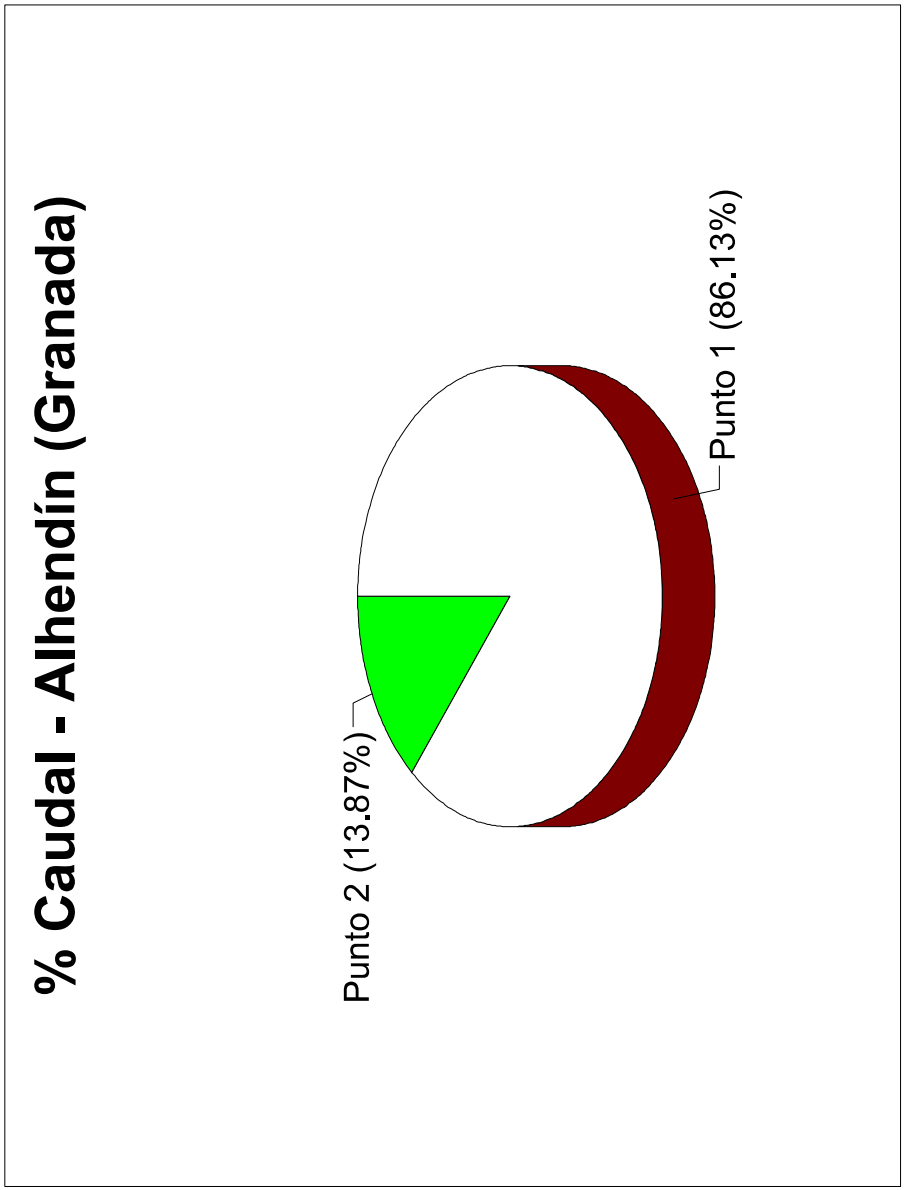
FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Alhendin (Granada).



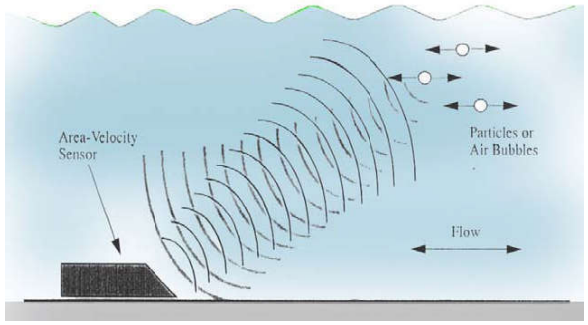
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

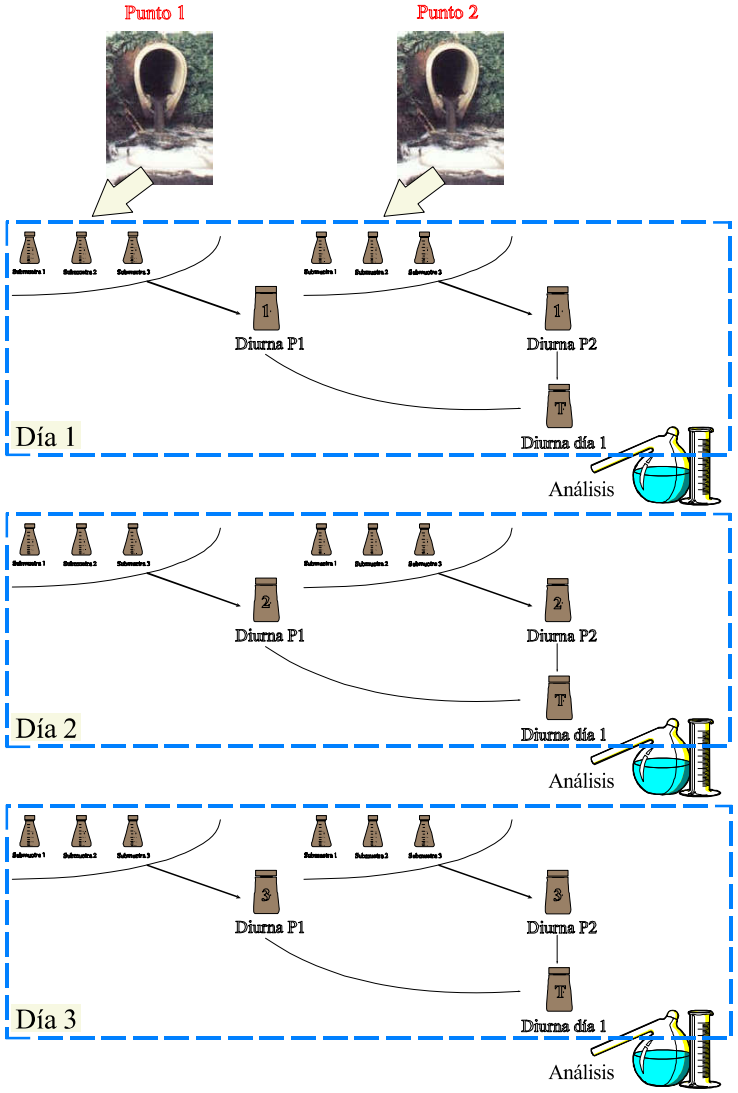
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.3.4 Vertidos

Se registraron vertidos con alta conductividad en el Punto 1 el 21 de enero, efectuándose toma de muestra y valoración analítica posterior en laboratorio de la misma, arrojando los siguientes resultados:

Fecha	**21/01/2006**
Parámetros / Hora de la toma	**10:13**
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	569
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	849
Sólidos en suspensión mg/l	324
pH (unidades de pH)	8,76
Conductividad µS.cm -1 25 ºC	8470
Aspecto	Normal

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

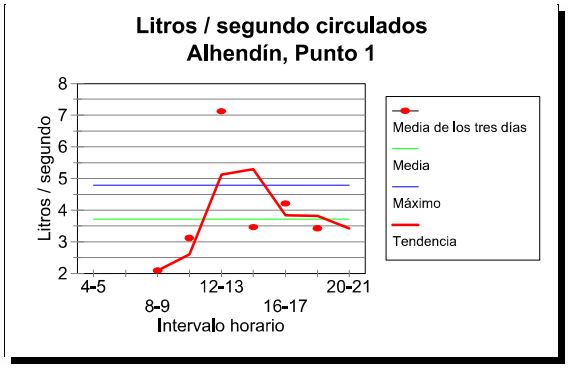
Caudales medios del punto estudiado en Alhendín (Granada)			
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Total**
l/seg. medios	3,71	0,60	4,31
Total m^3/día	320,8	51,6	372,5
m^3/hora medios	13,4	2,2	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Alhendín (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

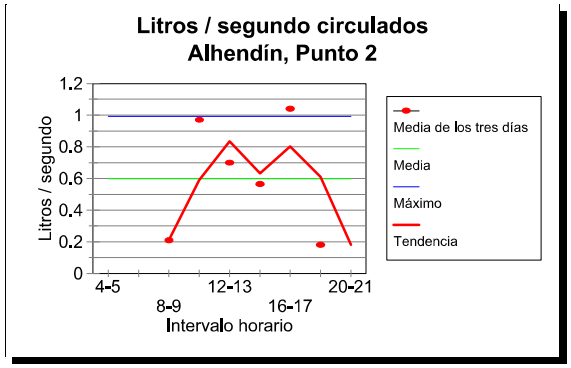
RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9	2.09			2.09	7.52
10-11		2.91	3.33	3.12	11.23
12-13	7.12			7.12	25.63
14-15		3.92	3.00	3.46	12.46
16-17	4.21			4.21	15.16
18-19		3.72	3.12	3.42	12.31
20-21					
Media	4.47	3.52	3.15	3.71	13.37
Máximo	7.12	3.92	3.33	4.79	17.24
Mínimo	2.09	2.91	3.00	2.67	9.60
Total m³	386.5	303.8	272.2	320.8	



Alhendín (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9	0.21			0.21	0.76
10-11		0.68	1.26	0.97	3.49
12-13	0.70			0.70	2.52
14-15		0.21	0.92	0.57	2.03
16-17	1.04			1.04	3.74
18-19		0.09	0.27	0.18	0.65
20-21					
Media	0.65	0.33	0.82	0.60	2.15
Máximo	1.04	0.68	1.26	0.99	3.58
Mínimo	0.21	0.09	0.27	0.19	0.68
Total m³	56.2	28.2	70.6	51.6	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	358
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	842
Sólidos en suspensión mg/l	305
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1358
pH (unidades de pH)	8,16
m^3/día	372,5
Habitantes equivalentes	2183

Alhendín (Granada)

P.1 + P.2

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Viernes	Sábado	Domingo		
Parámetros / Fecha	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	298	470	306	358	470
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	659	929	937	842	937
Sólidos en suspensión totales mg/l	270	334	310	305	334
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	224	272	260	252	272
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	46	62	50	53	62
Fósforo total mg/l P	11.48	16.14	11.52	13.05	16.14
Nitrógeno total mg/l N	44.01	47.06	44.46	45.18	47.06
Temperatura ºC	11.2	12.1	11.7	11.7	12.1
pH (Unidades de pH)	7.88	8.29	8.32	8.16	8.32
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	1216	1451	1406	1358	1451
m^3 /dia	442.7	332.1	342.7	372.5	442.7
Litros segundo medios	5.12	3.84	3.97	4.31	5.12
Kg/día Sólidos en suspensión	120	111	106	112	120
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	132	156	105	131	156
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	2 199	2 601	1 748	2 183	2 601

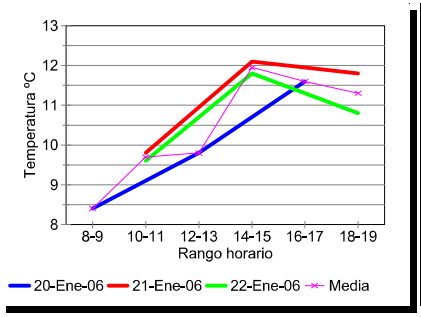
Conductividades μS medidas in situ

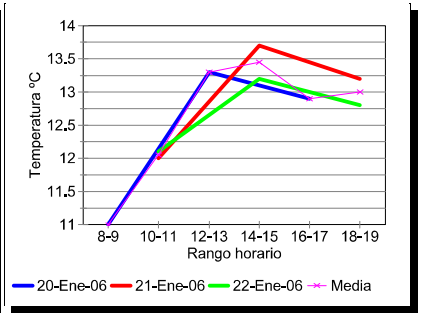
Colectores	Punto 1					Punto 2				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1180	918	1340	1146	1340	1240	1185	1583	1336	1583
Día 2	8400	1515	1424	3780	8400	1506	1132	1296	1311	1506
Día 3	1500	1376	1231	1369	1500	1427	1843	1139	1470	1843
Media	3693	1270	1332	2098	3693	1391	1387	1339	1372	1391
Máxima	8400	1515	1424	3780	**8400**	1506	1843	1583	1644	**1843**

Alhendín (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2			
	20-Ene-06	*21-Ene-06*	*22-Ene-06*	Media	*20-Ene-06*	*21-Ene-06*	*22-Ene-06*	Media
8-9	8.4			8.4	11.0			11.0
10-11		9.8	9.6	9.7		12.0	12.1	12.1
12-13	9.8			9.8	13.3			13.3
14-15		12.1	11.8	12.0		13.7	13.2	13.5
16-17	11.6			11.6	12.9			12.9
18-19		11.8	10.8	11.3		13.2	12.8	13.0
Media	9.9	11.2	10.7	10.6	12.4	13.0	12.7	12.7
Máximo	11.6	12.1	11.8	11.8	13.3	13.7	13.2	13.4
Mínimo	8.4	9.8	9.6	9.3	11.0	12.0	12.1	11.7
Temperatura ambiente ºC								
20 enero 2006, 16:25 horas				*14.1 ºC*	*22 enero 2006, 11:27 horas*			*8.6 ºC*





5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	372,5	442,7
Media l/seg.	4,31	5,12
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	358	470
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	842	937
Sólidos en Suspensión mg/l	305	334
Nitrógeno Total mg/l N	45,2	47,1
Conductividad µS/cm a 25º C	1358	1451
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 1	8400
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	131	156
Kg/día Sólidos en Suspensión	112	120
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	2183	2601
Habitantes del núcleo urbano censados		**5900**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	22	26
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	19	46
Litros habitante y día vertidos	63	75

OBSERVACIONES:

Vertidos de alta conductividad en el Punto 1.

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Armilla (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

23 / 25 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012477 / 000012481 / 000012485 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE ARMILLA.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Armilla (18900 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

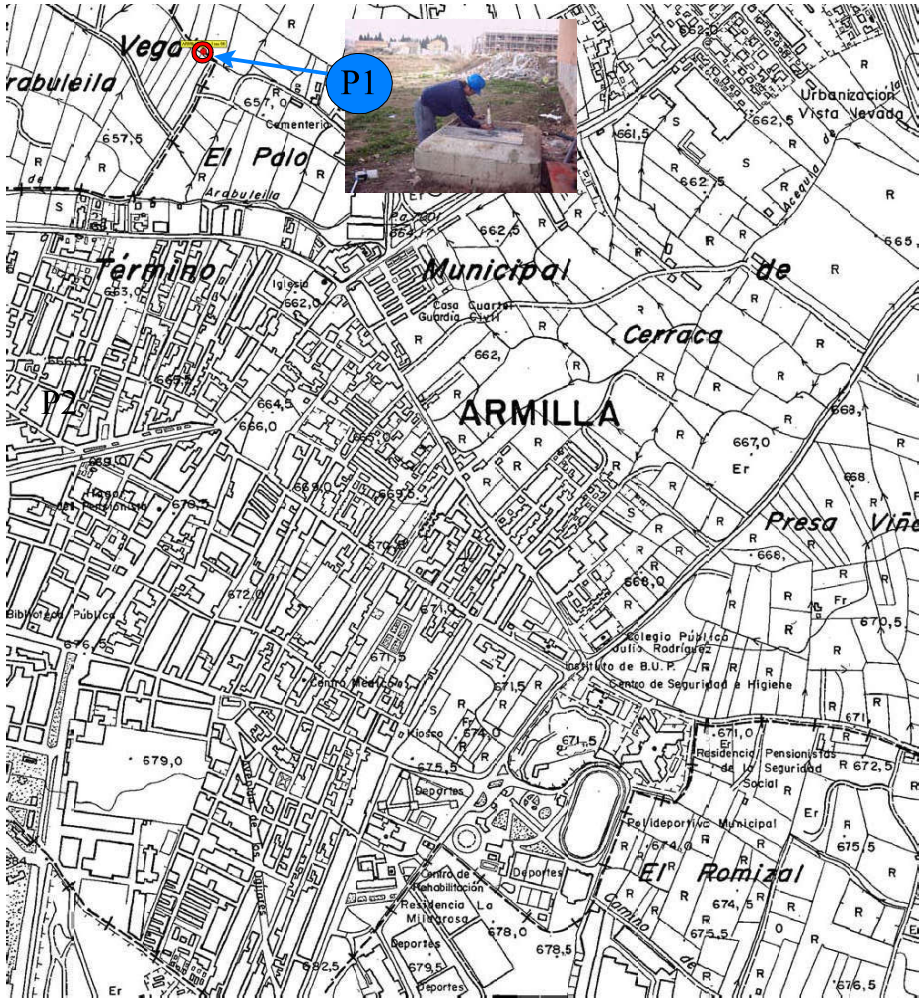
2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Armilla, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en el siguiente punto:

Colector nº 1. El punto es una arqueta situada en el costado derecho de la casa nº 1 de la Avda. Cristóbal Colón, de fondo está el campo de futbol de Armilla y el Cementerio. Colector circular de Ø 80 cm.

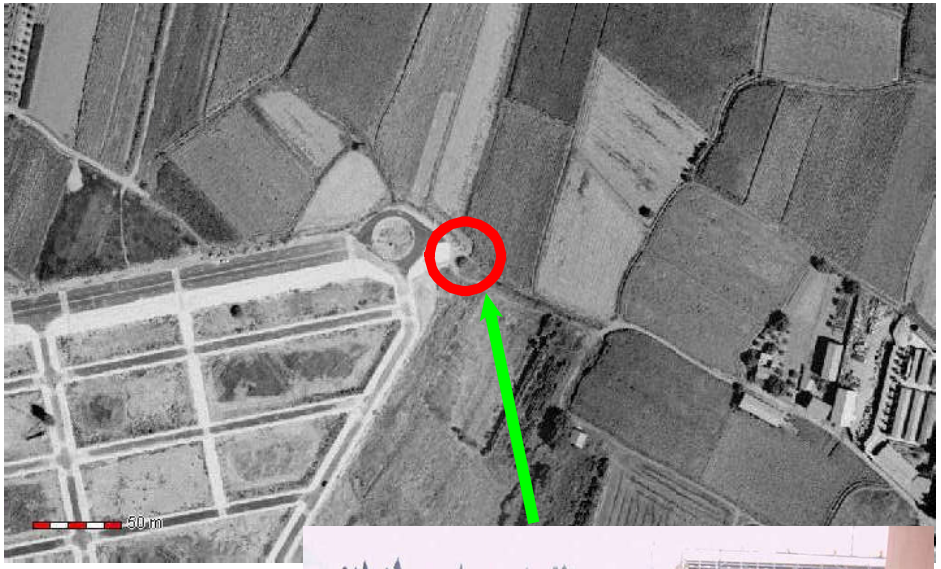
La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de	
Colector	**Punto 1**
Metodología aforo	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*
Días de muestreo	*3*
Tipo de muestreo	*Puntual*
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*
Nº de muestras integradas	*3*



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Armilla (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL



Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Armilla (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Armilla (Granada)

Denominación: Punto 1 (único)

Coordenadas (GPS) 37º09,044' N 003º37,288' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 2016.6 % sobre población: 100 %

l/seg max. 25.3 l/seg med. 23.3 l/seg mín. 21.1

1. Q.max/Q.med: 1.08 2. Q.min/Q.med: 0.90

3.- Características

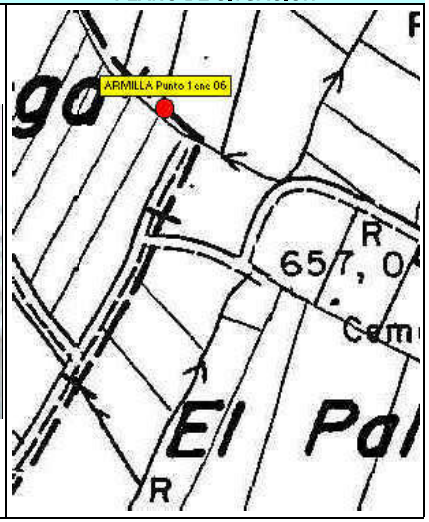
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	353	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	29.4	mg/l N	—
D.Q.O.:	714	mg/l O_2	—	Fósforo total:	10.5	mg/l P	
S.S.:	266	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

11826 habit. equiv. medios 13896 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



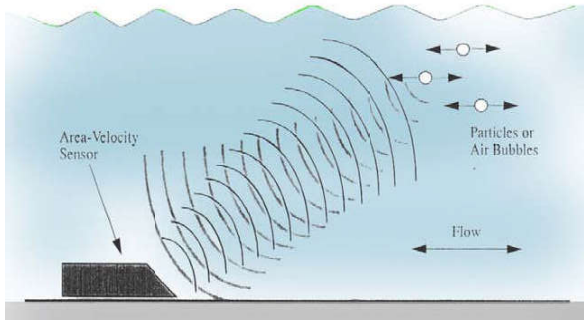
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección del colector realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

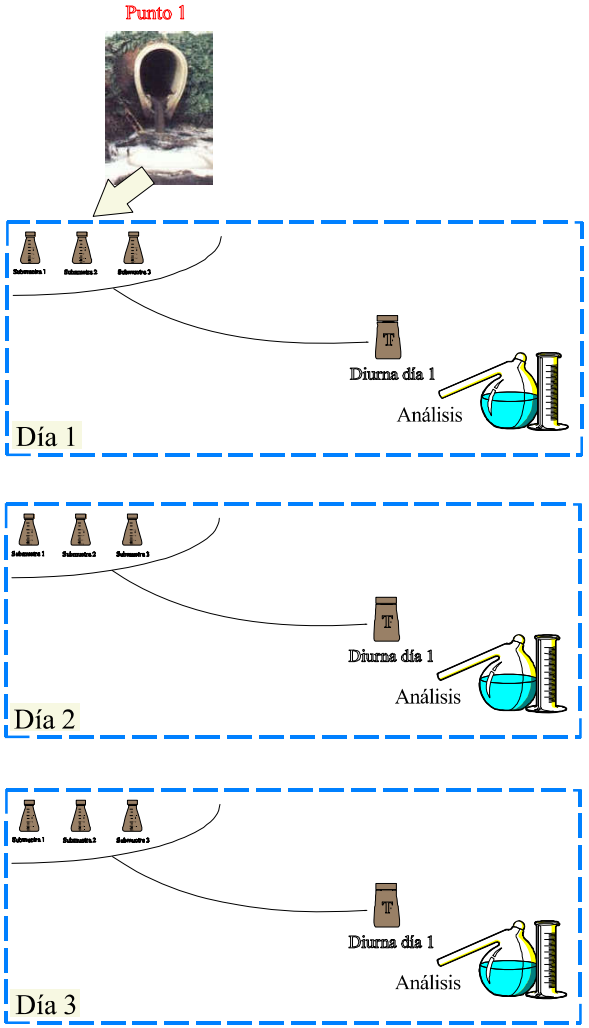
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

No se registraron vertidos que pudieran alterar el resultado final del estudio realizado.

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

Caudales medios del punto estudiado en Armilla (Granada)	
Punto	**Total**
l/seg. medios	23,30
Total m^3/día	2016,6
m^3/hora medios	84,0

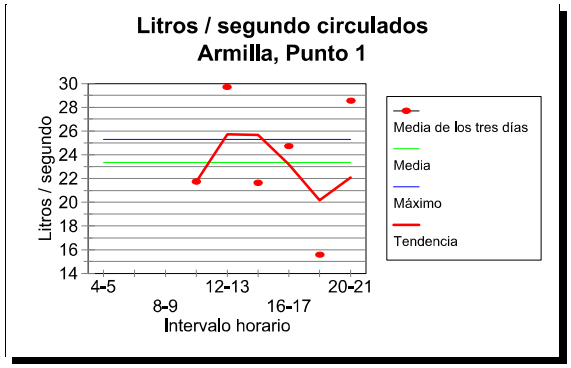
En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en el punto en cuestión.

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Armilla (Granada).

Armilla (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1 (único)**

	23-Ene-06	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	*Media de los tres días*	
RANGO HORARIO	Litros/ segundo			**Litros / segundo**	**Metros³ / hora**
4-5					
6-7					
8-9					
10-11		24.7	18.8	21.7	78.2
12-13	29.7			29.7	107.0
14-15		21.8	21.5	21.6	77.9
16-17	25.9	23.6		24.7	89.0
18-19			15.6	15.6	56.1
20-21	28.6			28.6	102.8
Media	28.1	23.3	18.6	23.3	84.0
Máximo	29.7	24.7	21.5	25.3	91.1
Mínimo	25.9	21.8	15.6	21.1	75.9
Total m³	2423.8	2016.6	1609.3	2016.6	2423.8



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	353
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	714
Sólidos en suspensión mg/l	266
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1107
pH (unidades de pH)	7,38
m^3/día	2016,6
Habitantes equivalentes	11826

Armilla (Granada)

Punto 1 (único)

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Lunes	Martes	Miércoles		
Parámetros / Fecha	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	344	358	356	353	358
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	643	745	753	714	753
Sólidos en suspensión totales mg/l	240	280	278	266	280
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	216	244	208	223	244
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	24	36	70	43	70
Fósforo total mg/l P	10.08	10.22	11.13	10.48	11.13
Nitrógeno total mg/l N	44,57	21,95	21,58	29,37	44,57
Temperatura ºC	12.9	12.9	12.8	12.9	12.9
pH (Unidades de pH)	7.34	7.31	7.48	7.38	7.48
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	1020	1097	1203	1107	1203
m^3 /dia	2423.8	2016.6	1609.3	2016.6	2423.8
Litros segundo medios	28.1	23.3	18.6	23.3	28.1
Kg/día Sólidos en suspensión	582	565	447	531	582
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	834	722	573	710	834
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	13 896	12 032	9 549	11 826	13 896

Conductividades μS medidas in situ

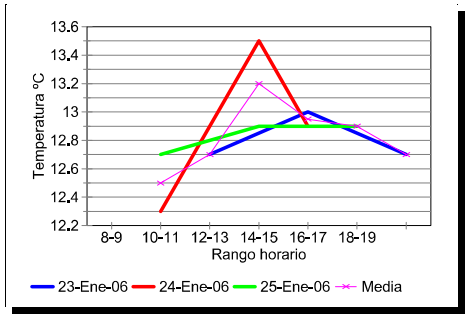
Colectores	Punto 1				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	987	931	855	924	987
Día 2	992	895	907	931	992
Día 3	1011	1097	1094	1067	1097
Media	997	974	952	974	997
Máxima	1011	1097	1094	1067	**1097**

Armilla (Granada)

Temperaturas de agua ºC

Punto 1 (único)

RANGO HORARIO	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	Media
8-9				
10-11		12.3	12.7	12.5
12-13	12.7			12.7
14-15		13.5	12.9	13.2
16-17	13.0	12.9		13.0
18-19			12.9	12.9
20-21	12.7			12.7
Media	12.9	12.9	12.8	12.9
Máximo	13.0	13.5	12.9	13.1
Mínimo	12.7	12.3	12.7	12.6
Temperatura ambiente ºC				
24 enero 2006, 14:17 horas			16.7 ºC	



5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Armilla (Granada).

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	2016,6	2423,8
Media l/seg.	23,3	25,3
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	353	358
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	714	753
Sólidos en Suspensión mg/l	266	280
Nitrógeno Total mg/l N	29.4	44.6
Conductividad µS/cm a 25º C	1107	1203
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	710	834
Kg/día Sólidos en Suspensión	531	582
Habitantes equivalentes (D.B.O_5)	11826	13896
Habitantes del núcleo urbano censados		**18900**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	38	44
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	28	42
Litros habitante y día vertidos	1067	1282

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Belicena en Vega de Genil (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

23 / 25 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012475 / 000012479 / 000012483 / 000012487 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE BELICENA.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Belicena (2565 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

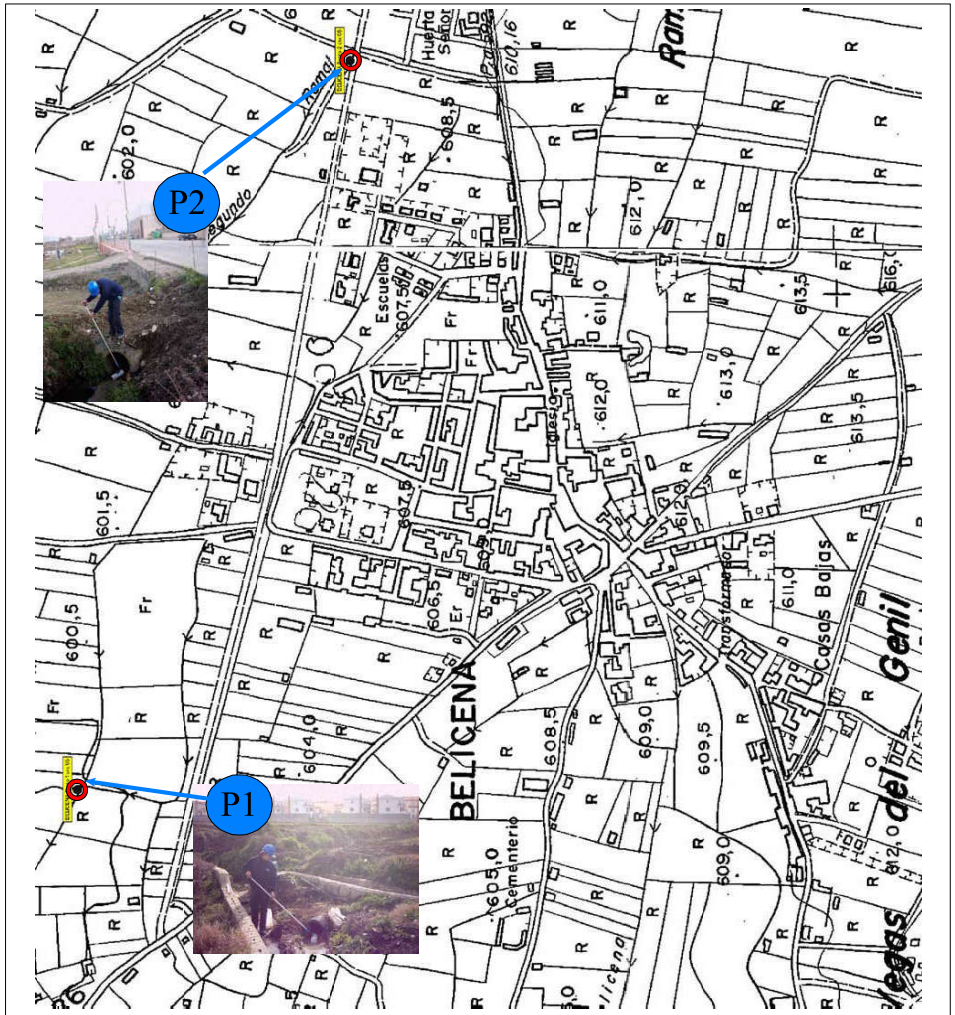
Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Belicena, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. Entrando por el camino de la Hila, al lugar a los primeros secaderos de tabaco, andar por el campo unos 200 metros hasta llegar al punto. Colector circular de Ø 35 cm.

Colector nº 2. El punto se encuentra justo al lado de la parada del autobús, a dos metros de la acera en la Avda. de la Vega antes de llegar al colegio. Colector circular de Ø 60 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Belicena		
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*9*
Días de muestreo	*3*	
Tipo de muestreo	*Puntual*	
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*	
Nº de muestras integradas	*3*	



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Belicena (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Belicena (Granada).
Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Caudales y características de las agusa residuales vertidas por la población de Belicena en Vega de Genil (Granada).

Localización Punto 2.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Belicena (Granada).
Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Belicena (Granada)

Denominación: Punto 1

Coordenadas (GPS) 37º10,430' N 003º41,403' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 160.0 % sobre población: 17.0 %

l/seg max. 2.49 l/seg med. 1.85 l/seg mín. 1.35

1. Q.max/Q.med: 1.34 2. Q.min/Q.med: 0.73

3.- Características*

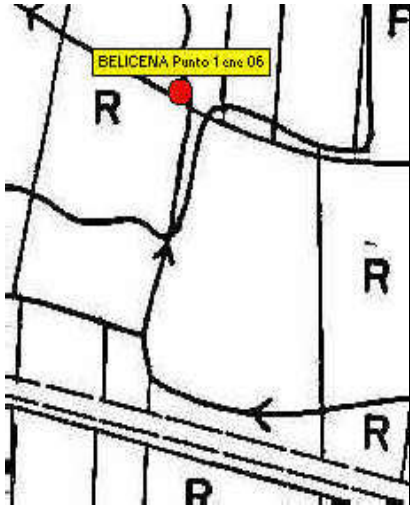
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	208	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	51.6	mg/l N	—
D.Q.O.:	433	mg/l O_2	—	Fósforo total:	8.4	mg/l P	
S.S.:	150	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

3304 habit. equiv. medios 4264 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Belicena (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º10,318' N 003º41,013' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 781.9 % sobre población: 83.0 %

l/seg max. 12.04 l/seg med. 9.05 l/seg mín. 6.68

1. Q.max/Q.med: 1.33 2. Q.min/Q.med: 0.74

3.- Características

Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	208	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	51.6	mg/l N	—
D.Q.O.:	433	mg/l O_2	—	Fósforo total:	8.4	mg/l P	
S.S.:	150	mg/l	—				

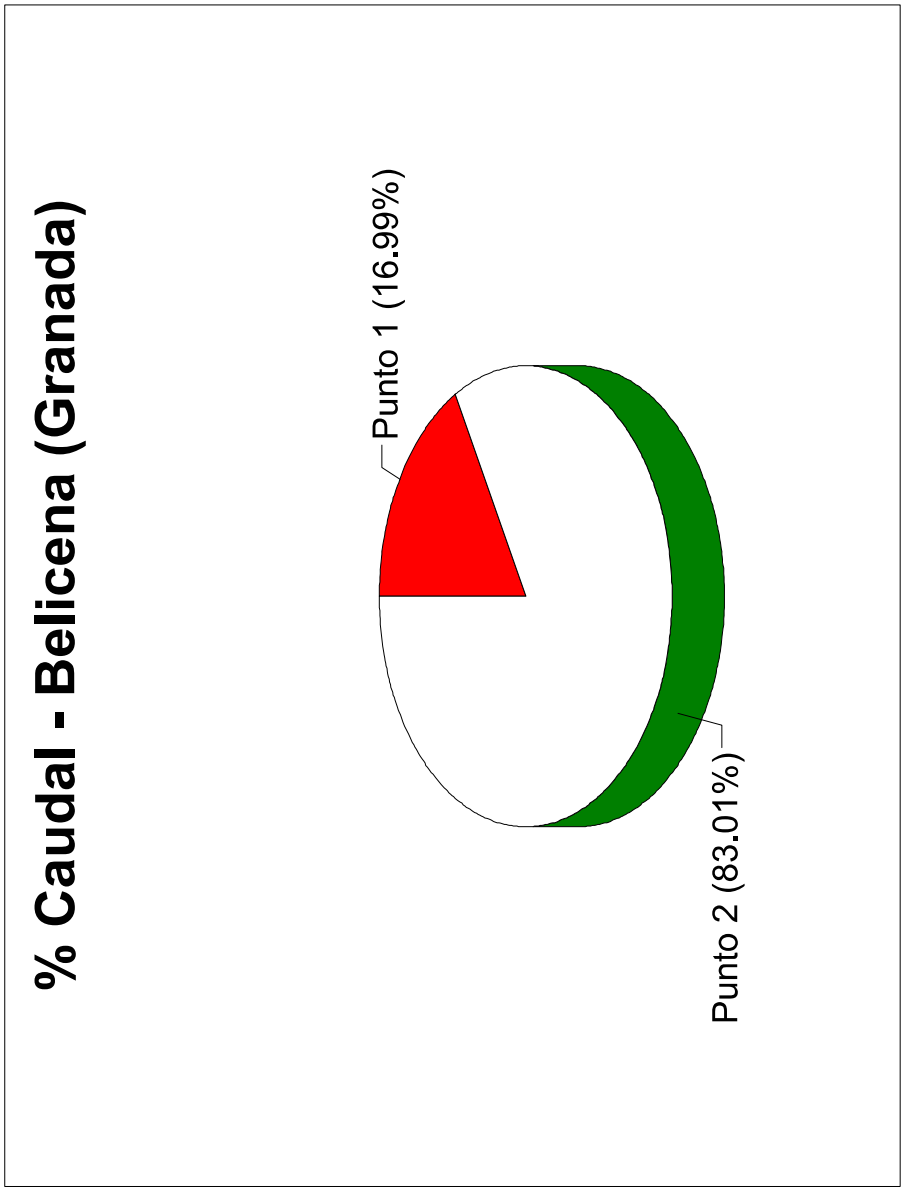
4.- Carga equivalente

3304 habit. equiv. medios 4264 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN

* Integración de los puntos P1 y P2



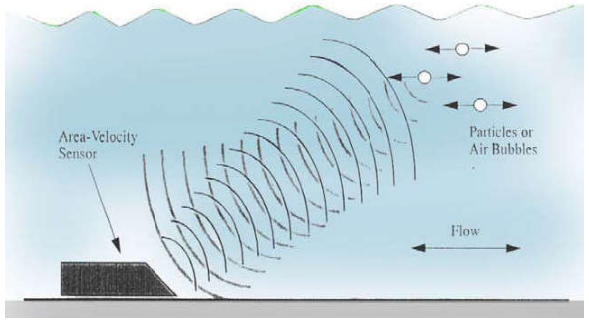
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

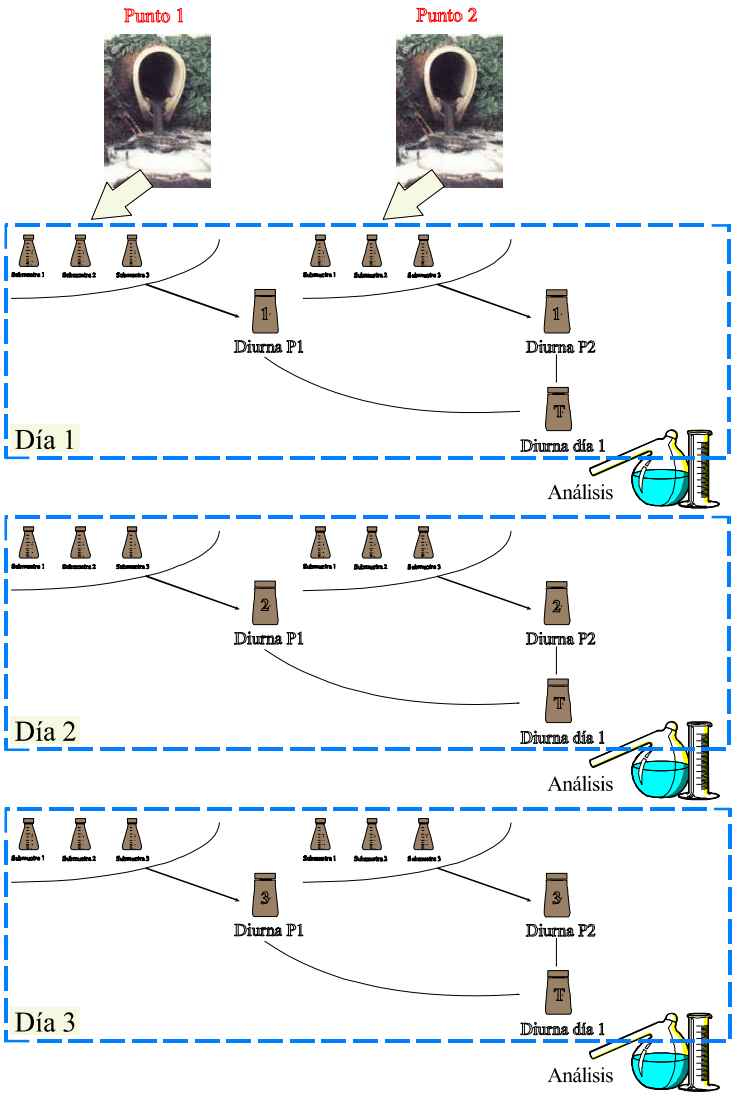
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

El punto 2 registró un notable descenso de caudal el primer día, suponemos por algún by-pass incontrolado que se estuvieran realizando aguas arriba del punto de aforo.

2.4.4 Vertidos

Se registraron vertidos oscuros en el Punto 1 el 23 de enero, efectuándose toma de muestra y valoración analítica posterior en laboratorio de la misma, arrojando los siguientes resultados:

Fecha	**23/01/2006**
Parámetros / Hora de la toma	**18:45**
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	372
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	776
Sólidos en suspensión mg/l	300
pH (unidades de pH)	7,47
Conductividad µS.cm -º 25 ºC	1308
Aspecto	Oscuro

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

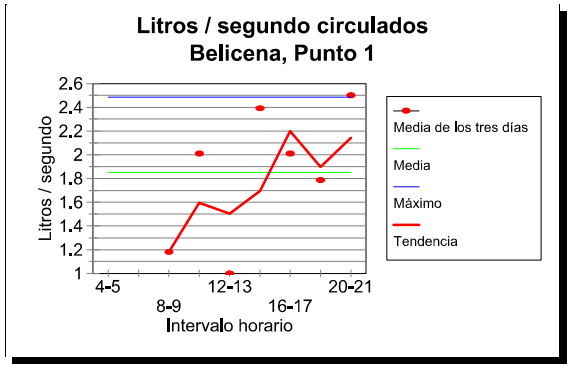
Caudales medios del punto estudiado en Belicena (Granada)			
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Total**
l/seg. medios	1,85	9,05	7,25
Total m^3/día	160,0	781,9	626,5
m^3/hora medios	6,67	32,58	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Belicena (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

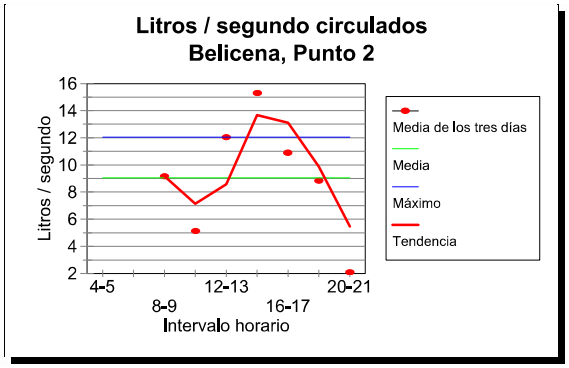
	23-Ene-06	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	*Media de los tres días*	
RANGO HORARIO	Litros/ segundo			**Litros / segundo**	**Metros³ / hora**
4-5					
6-7					
8-9			1.2	1.2	4.2
10-11	2.0			2.0	7.2
12-13		1.0		1.0	3.6
14-15			2.4	2.4	8.6
16-17		2.6	1.5	2.0	7.2
18-19	1.9	1.7		1.8	6.4
20-21	2.5			2.5	9.0
Media	2.1	1.8	1.7	1.9	6.7
Máximo	2.5	2.6	2.4	2.5	9.0
Mínimo	1.9	1.0	1.2	1.4	4.9
Total m³	183.7	151.8	144.6	160.0	



Belicena (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

RANGO HORARIO	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9		7.1	11.3	9.2	33.0
10-11	5.1			5.1	18.4
12-13		12.1		12.1	43.4
14-15			15.3	15.3	55.1
16-17			10.9	10.9	39.2
18-19	8.8	8.9		8.8	31.8
20-21	2.1			2.1	7.5
Media	5.3	9.3	12.5	9.1	32.6
Máximo	8.8	12.1	15.3	12.0	43.4
Mínimo	2.1	7.1	10.9	6.7	24.1
Total m³	460.5	806.4	1078.8	781.9	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	208
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	433
Sólidos en suspensión mg/l	150
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1156
pH (unidades de pH)	7,38
m^3/día	942,0
Habitantes equivalentes	3304

Belicena (Granada)

P.1 + P.2

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Lunes	Martes	Miércoles		
Parámetros / Fecha	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	171	267	187	208	267
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	302	541	455	433	541
Sólidos en suspensión totales mg/l	122	146	182	150	182
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	122	122	168	137	168
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	0	24	14	13	24
Fósforo total mg/l P	7.77	9.17	8.35	8.43	9.17
Nitrógeno total mg/l N	60.82	59.12	34.72	51.55	60.82
Temperatura ºC	11.9	11.7	12.1	11.9	12.1
pH (Unidades de pH)	7.51	7.35	7.29	7.38	7.51
Conductividad µS. cm-1 a 25 º C	1164	1164	1139	1156	1164
m^3 /dia	644.3	958.2	1223.4	942.0	1223.4
Litros segundo medios	7.5	11.1	14.2	10.9	14.2
Kg/día Sólidos en suspensión	78.6	139.9	222.7	147.1	222.7
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	110.2	255.8	228.8	198.3	255.8
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x día)	1 836	4 264	3 813	3 304	4 264

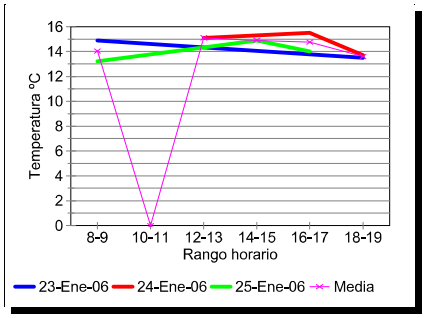
Conductividades μS medidas in situ

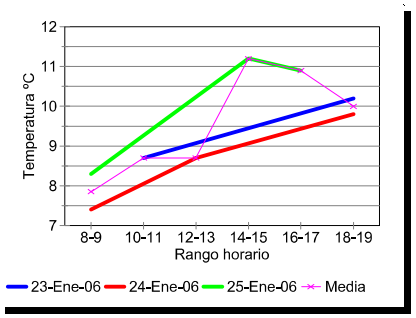
Colectores	Punto 1					Punto 2				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1233	1161	1247	1214	1247	966	1175	1197	1113	1197
Día 2	1469	1402	1462	1444	1469	994	898	1037	976	1037
Día 3	1459	1513	1811	1594	1811	1076	1081	1102	1086	1102
Media	1387	1359	1507	1417	1507	1012	1051	1112	1058	1112
Máxima	1469	1513	1811	1598	**1811**	1076	1175	1197	1149	**1197**

Belicena (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2			
	23-Ene-06	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media	*23-Ene-06*	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media
8-9	14.9		13.2	14.1		7.4	8.3	7.9
10-11				0.0	8.7			8.7
12-13		15.1		15.1		8.7		8.7
14-15			14.9	14.9			11.2	11.2
16-17		15.5	14.0	14.8			10.9	10.9
18-19	13.5	13.7		13.6	10.2	9.8		10.0
20-21	14.7			14.7	9.1			9.1
Media	14.4	14.8	14.0	14.4	9.3	8.6	10.1	9.4
Máximo	14.9	15.5	14.9	15.1	10.2	9.8	11.2	10.4
Mínimo	13.5	13.7	13.2	13.5	8.7	7.4	8.3	8.1
Temperatura ambiente ºC								
23 enero 2006, 18:45 horas				*9.5 ºC*	*25 enero 2006, 17:31 horas*			*11.3 ºC*





5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	942,0	1223,4
Media l/seg.	10,9	14,2
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	208	267
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	433	541
Sólidos en Suspensión mg/l	150	182
Nitrógeno Total mg/l N	51,6	60,8
Conductividad µS/cm a 25º C	1156	1164
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 1	1811
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	198	256
Kg/día Sólidos en Suspensión	147	223
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	3304	4264
Habitantes del núcleo urbano censados		**2565**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	77	100
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	57	52
Litros habitante y día vertidos	367	477

OBSERVACIONES:

Vertidos de aspecto oscuro en el Punto 1.

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Churriana de la Vega (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

23 / 25 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012476 / 000012480 / 000012484 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE CHURRIANA.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Churriana de la Vega (9547 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Churriana de la Vega, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

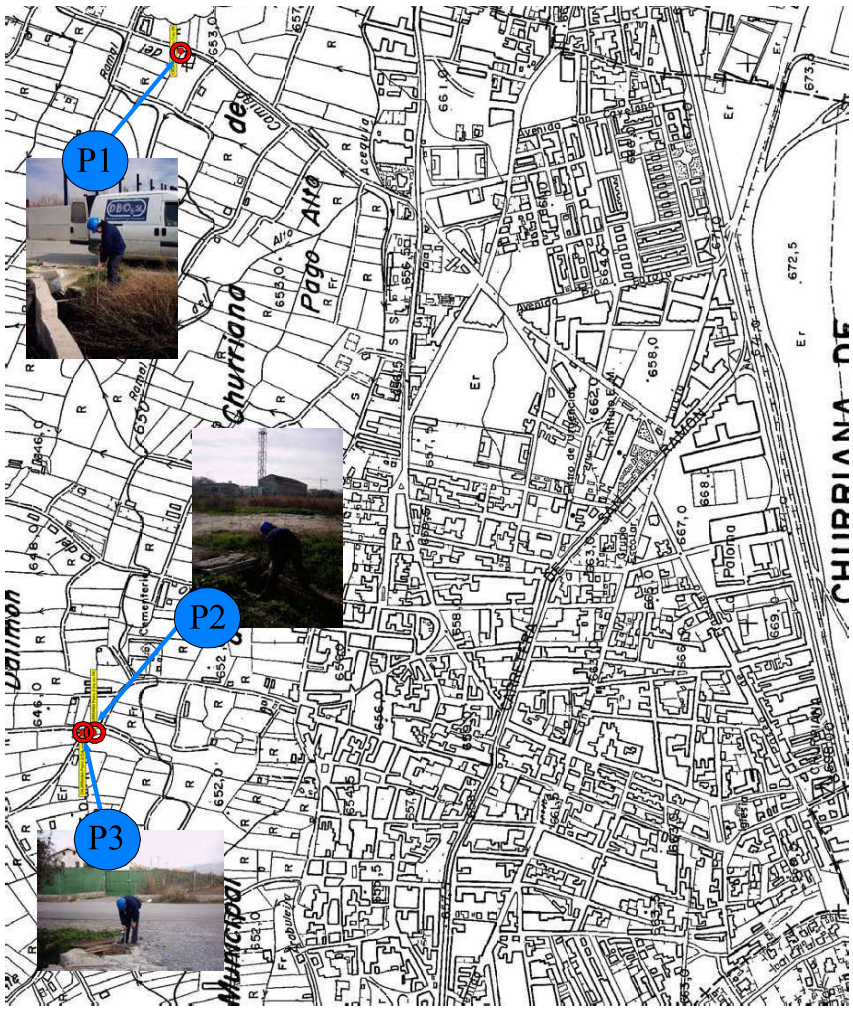
Colector nº 1. A partir de la casa nº 1 de la Avda. Cristóbal Colón, en la 2ª rotonda, la carretera de la derecha a la altura de dos naves, a no más de 100 metros de la Avda. Colector circular de Ø 60 cm.

Colector nº 2. Localizado en el camino del Puente del Horno. Colector circular de Ø 60 cm.

Colector nº 3. Situado junto al colector nº 2. Colector circular de Ø 100 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Churriana de la Vega			
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*3*	*9*
Días de muestreo	*3*		
Tipo de muestreo	*Puntual*		
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*		
Nº de muestras integradas	*3*		



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Churriana de la Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Churriana de la Vega (Granada).

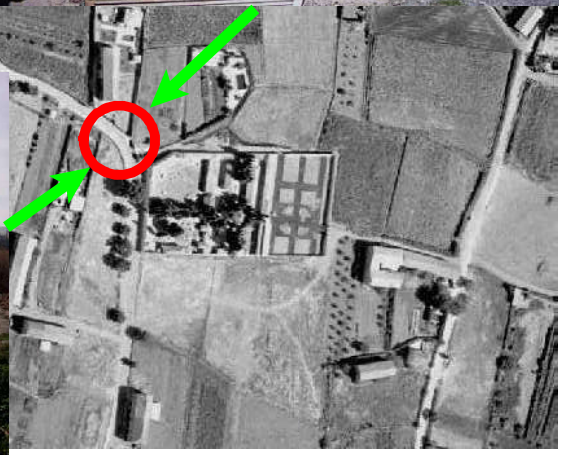
Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Churriana de la Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Localización Punto 3.



Localización Punto 2.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Churriana de la Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Churriana de la Vega (Granada)

Denominación: Punto 1

Coordenadas (GPS) 37º09,079' N 003º37,496' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 885.1 % sobre población: 17.3 %

l/seg max. 12.27 l/seg med. 10.24 l/seg mín. 7.79

1. Q.max/Q.med: 1.20 2. Q.min/Q.med: 0.76

3.- Características*

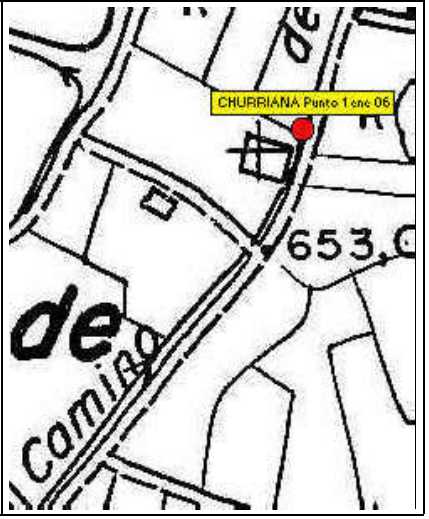
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	325	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	41.3	mg/l N	—
D.Q.O.:	682	mg/l O_2	—	Fósforo total:	10.6	mg/l P	
S.S.:	289	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

27557 habit. equiv. medios 29570 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Churriana de la Vega (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º09,127' N 003º38,389' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 67.0 % sobre población: 1.3 %

l/seg max. 1.67 l/seg med. 0.78 l/seg mín. 0.00

1. Q.max/Q.med: 2.16 2. Q.min/Q.med: 0.00

3.- Características*

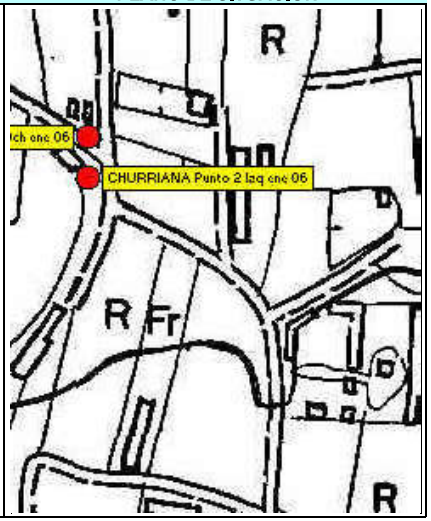
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	325	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	41.3	mg/l N	—
D.Q.O.:	682	mg/l O_2	—	Fósforo total:	10.6	mg/l P	
S.S.:	289	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

27557 habit. equiv. medios 29570 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Churriana de la Vega (Granada).

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Churriana de la Vega (Granada)

Denominación: Punto 3

Coordenadas (GPS) 37º09,133' N 003º38,389' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 4167.0 % sobre población: 81.4 %

l/seg max. 58.60 l/seg med. 48.23 l/seg mín. 37.85

1. Q.max/Q.med: 1.22 2. Q.min/Q.med: 0.78

3.- Características*

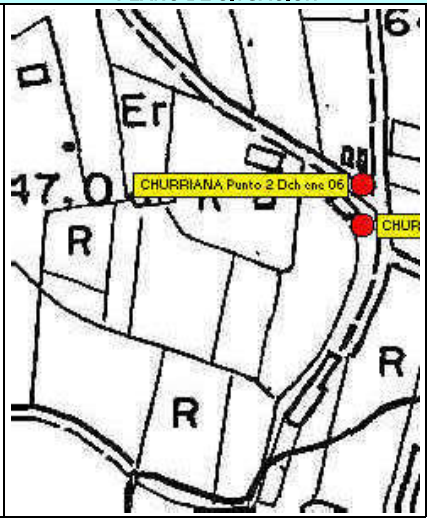
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	325	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	41.3	mg/l N	—
D.Q.O.:	682	mg/l O_2	—	Fósforo total:	10.6	mg/l P	
S.S.:	289	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

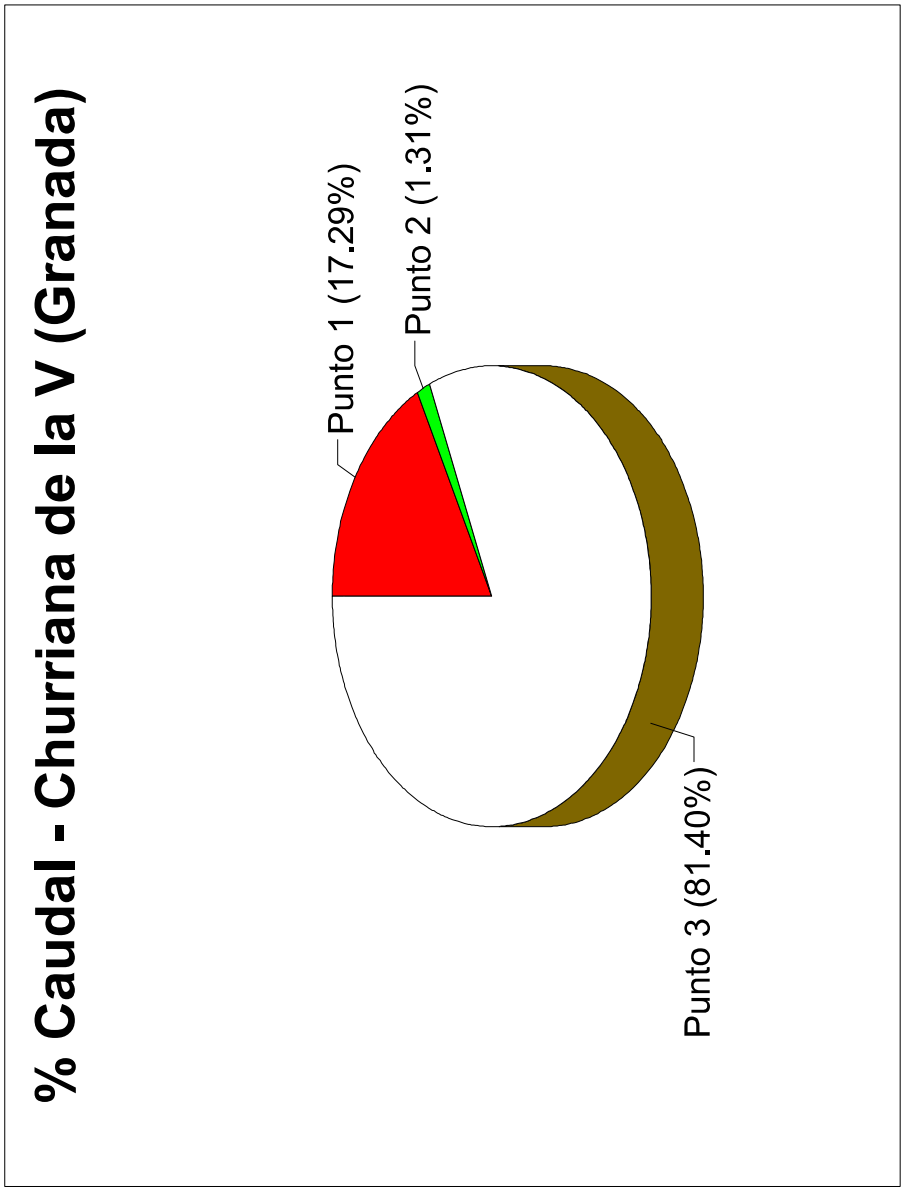
27557 habit. equiv. medios 29570 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3



Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Churriana de la Vega (Granada).

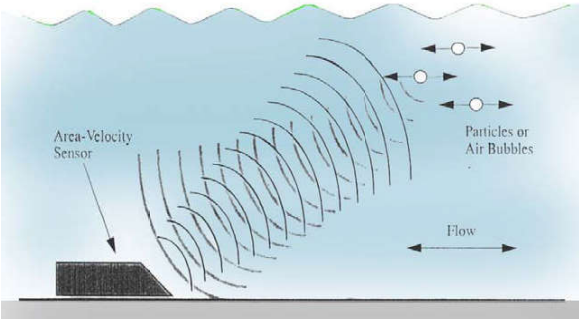
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

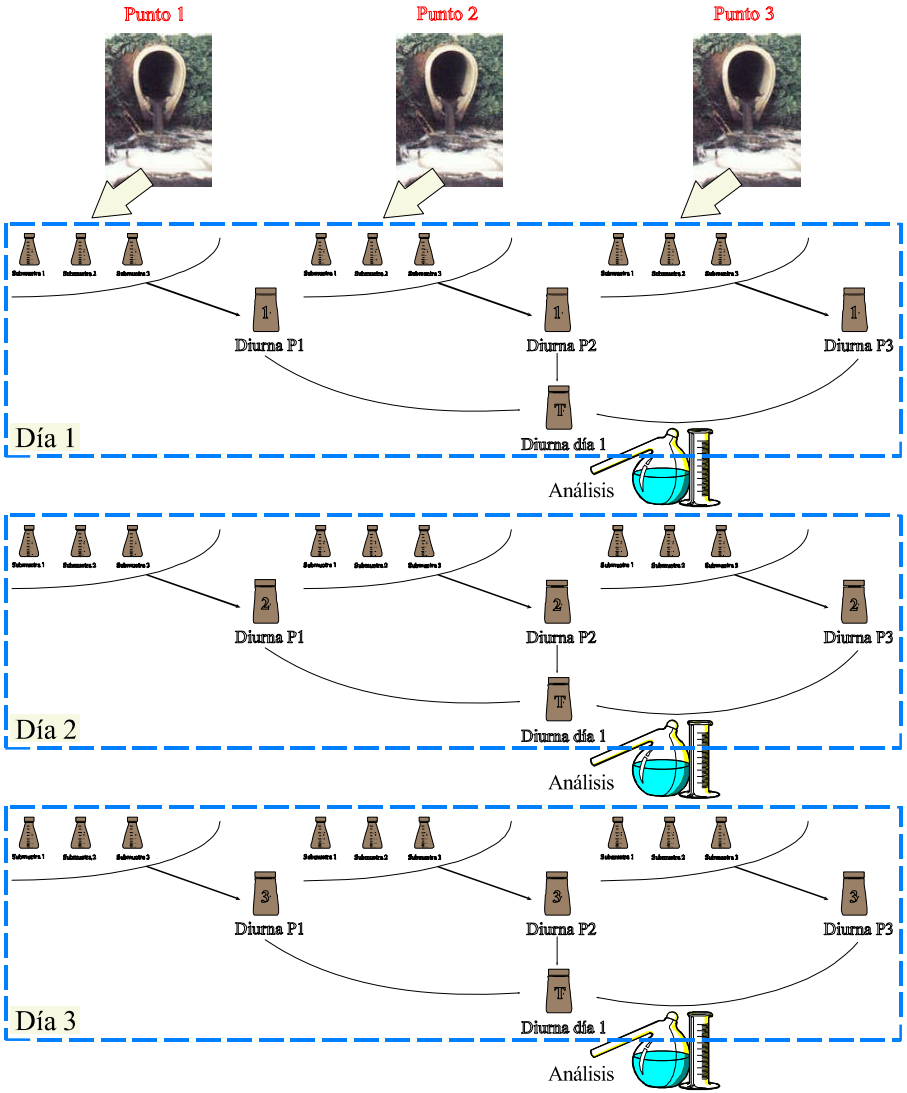
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

2.4.1. Colector seco en el Punto 2

En varias ocasiones el colector 2 se encontraba seco, pensamos que debido a los by-pass para riego que se producen aguas arriba.

2.4.2. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.3 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.4 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.5 Vertidos

No se registraron vertidos que pudieran alterar el resultado final del estudio.

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

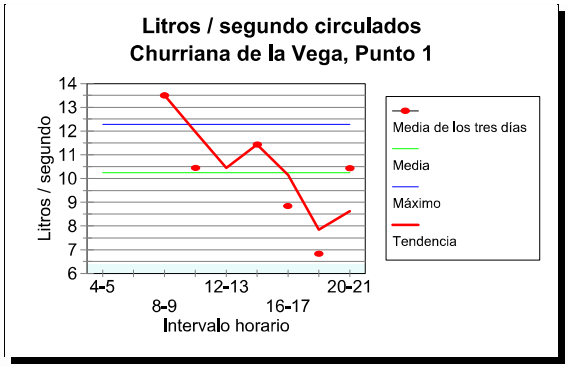
Caudales medios del punto estudiado en Churriana de la Vega (Granada)				
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Total**
l/seg. medios	10,2	0,78	48,2	59,2
Total m^3/día	885,1	67,0	4167,0	5119,1
m^3/hora medios	36,9	2,8	173,6	—

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Churriana de la Vega (Granada)

Caudal total circulado. **Punto 1**

RANGO HORARIO	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9			13.5	13.5	48.6
10-11	12.8	8.1		10.4	37.6
12-13					
14-15		7.6	15.3	11.4	41.2
16-17	9.0	8.7		8.8	31.8
18-19			6.8	6.8	24.6
20-21	10.4			10.4	37.5
Media	10.7	8.1	11.9	10.2	36.9
Máximo	12.8	8.7	15.3	12.3	44.2
Mínimo	9.0	7.6	6.8	7.8	28.1
Total m³	928.2	701.0	1026.1	885.1	

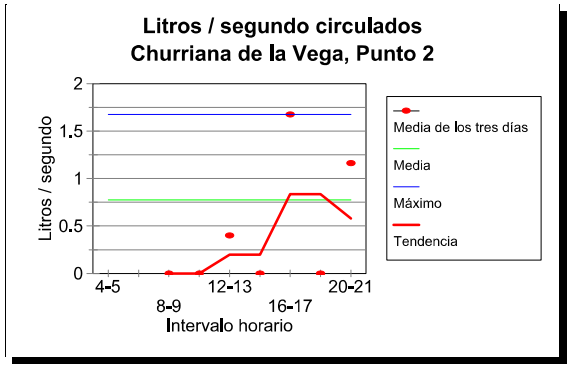


Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Churriana de la Vega (Granada).

Churriana de la Vega (Granada)

Caudal total circulado. **Punto 2**

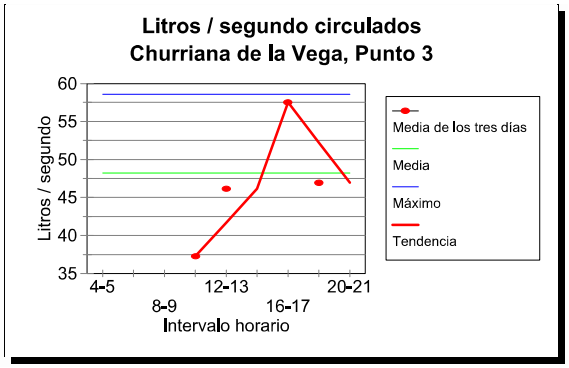
RANGO HORARIO	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9				0.00	0.0
10-11			0.00	0.00	0.0
12-13	0.00	0.80		0.40	1.4
14-15				0.00	0.0
16-17	3.71	1.31	0.00	1.67	6.0
18-19		0.00	0.00	0.00	0.0
20-21	1.16			1.16	4.2
Media	1.62	0.70	0.00	0.78	2.8
Máximo	3.71	1.31	0.00	1.67	6.0
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
Total m³	140.3	60.8	0.0	67.0	



Churriana de la Vega (Granada)

Caudal total circulado. **Punto 3**

RANGO HORARIO	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9					
10-11		48.5	26.1	37.3	134.2
12-13	46.1			46.1	166.1
14-15					
16-17	66.9	55.5	50.1	57.5	207.1
18-19	44.4	43.1	53.3	46.9	169.0
20-21					
Media	52.5	49.0	43.2	48.2	173.6
Máximo	66.9	55.5	53.3	58.6	211.0
Mínimo	44.4	43.1	26.1	37.9	136.3
Total m³	4535.7	4235.9	3729.3	4167.0	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	325
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	682
Sólidos en suspensión mg/l	289
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1313
pH (unidades de pH)	7,52
m^3/día	5119,1
Habitantes equivalentes	27557

Churriana de la Vega (Granada)

P.1 + P.2 + P.3

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Lunes	Martes	Miércoles		
Parámetros / Fecha	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	280	355	340	325	355
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	627	776	643	682	776
Sólidos en suspensión totales mg/l	222	364	280	289	364
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	182	268	240	230	268
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	40	96	40	59	96
Fósforo total mg/l P	10.63	10.45	10.63	10.57	10.63
Nitrógeno total mg/l N	39.04	58.36	26.44	41.28	58.36
Temperatura ºC	12.2	12.0	8.4	10.9	12.2
pH (Unidades de pH)	7.53	7.52	7.51	7.52	7.53
Conductividad µS. cm-1 a 25 º C	1291	1335	1313	1313	1335
m^3 /dia	5604.2	4997.7	4755.5	5119.1	5604.2
Litros segundo medios	64.9	57.8	55.0	59.2	64.9
Kg/día Sólidos en suspensión	1244	1819	1332	1465	1819
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	1569	1774	1617	1653	1774
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x día)	26 153	29 570	26 948	27 557	29 570

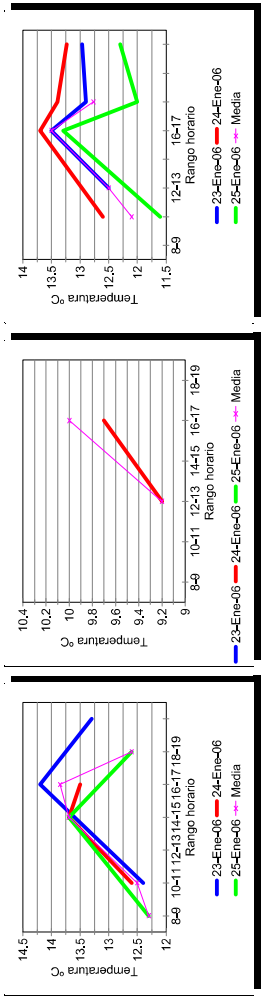
Conductividades μS medidas in situ

Colectores	Punto 1					Punto 2					Punto 3				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1079	1042	868	996	1079	—	1360	1174	1267	1360	1337	1244	1182	1254	1337
Día 2	1074	1036	1030	1047	1074	1689	1539	—	1614	1689	1416	1221	1228	1288	1416
Día 3	1154	972	1076	1067	1154	—	—	—	—	—	1311	1275	1336	1307	1336
Media	1102	1017	991	1037	1102	1689	1450	1174	1438	1689	1355	1247	1249	1283	1355
Máxima	1154	1042	1076	1091	**1154**	1689	1539	1174	1467	**1689**	1416	1275	1336	1342	**1416**

Churriana de la Vega (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2				Punto 3			
	23-Ene-06	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media	*23-Ene-06*	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media	*23-Ene-06*	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media
8-9			12,3	12,3								
10-11	12,4	12,6		12,5						12,6	11,6	12,1
12-13						9,2		9,2	12,5			12,5
14-15		13,7	13,7	13,7								
16-17	14,2	13,5		13,9	10,3	9,7		10,0	13,5	13,7	13,3	13,5
18-19			12,6	12,6					12,9	13,4	12,0	12,8
20-21	13,3			13,3	9,5							
Media	13,3	13,3	12,9	13,1	10,3	9,5		9,9	13,0	13,2	12,3	12,8
Máximo	14,2	13,7	13,7	13,9	10,3	9,7		10,0	13,5	13,7	13,3	13,5
Mínimo	12,4	12,6	12,3	12,4	10,3	9,2		9,8	12,5	12,6	11,6	12,2
Temperatura ambiente ºC												
24 enero 2006, 14:34 horas				*13,3 ºC*	*23 enero 2006, 17:35 horas*			*13,7 ºC*	*25 enero 2006, 11:24 horas*			*7,1 ºC*



5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	5119,1	5604,2
Media l/seg.	59,2	64,9
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	325	355
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	682	776
Sólidos en Suspensión mg/l	289	364
Nitrógeno Total mg/l N	41,3	58,4
Conductividad µS/cm a 25º C	1313	1335
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 2	1689
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	1653	1774
Kg/día Sólidos en Suspensión	1465	1819
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	27557	29570
Habitantes del núcleo urbano censados		**9547**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	173	186
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	153	62
Litros habitante y día vertidos	536	587

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Cullar-Vega (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

20 / 22 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012456 / 000012459 / 000012462 / 000012464 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE CULLAR-VEGA.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Cullar-Vega (6400 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Cullar-Vega, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. El punto se encuentra en un costado de una nueva urbanización que está en la rotonda de la carretera de Churriana. Colector circular de Ø 60 cm.

Colector nº 2. El punto se encuentra en frente de la puerta del I.E.S. Arabuleila, sobre la curva de la calle. Colector circular de Ø 60 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Cullar-Vega		
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*10*	*9*
Días de muestreo	*3*	
Tipo de muestreo	*Puntual*	
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*	
Nº de muestras integradas	*3*	

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Cullar-Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

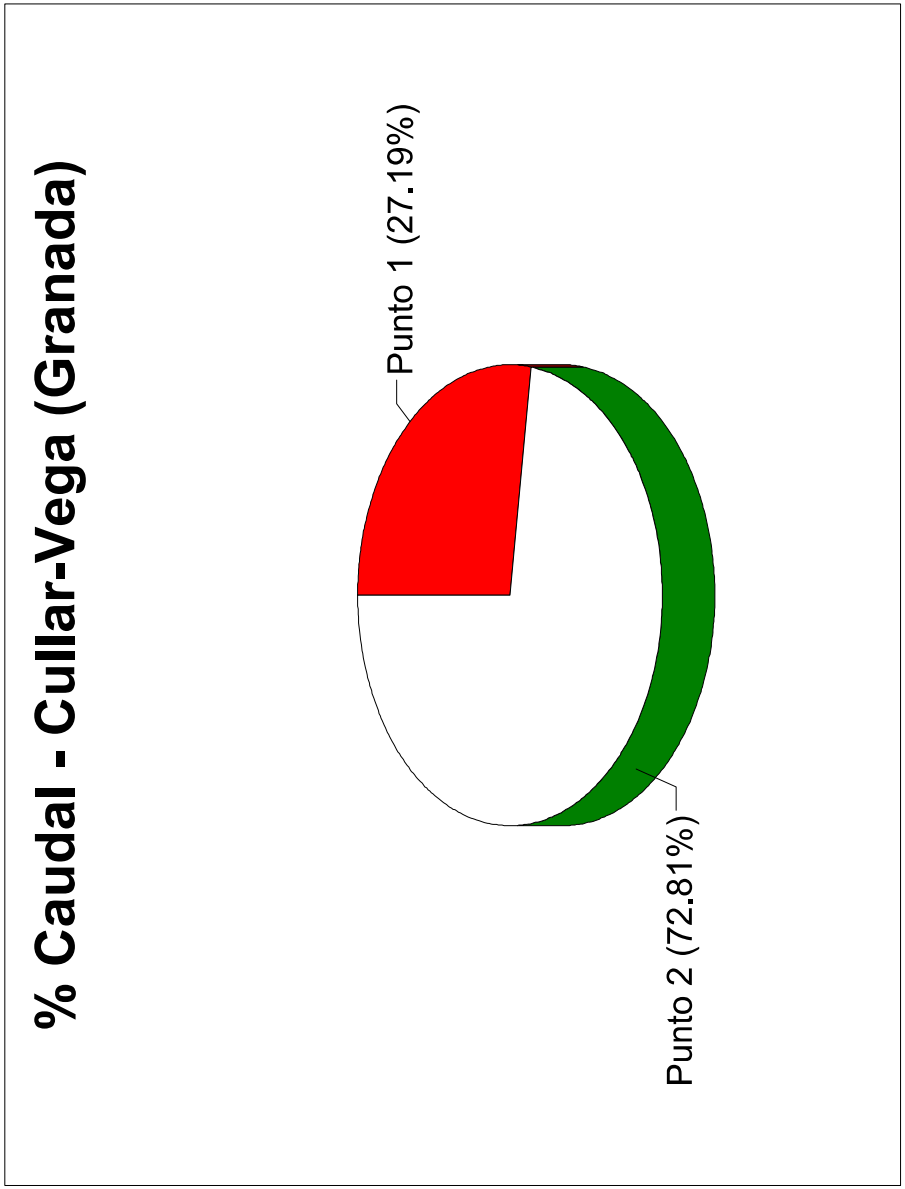
Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Cullar-Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Cullar-Vega (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL



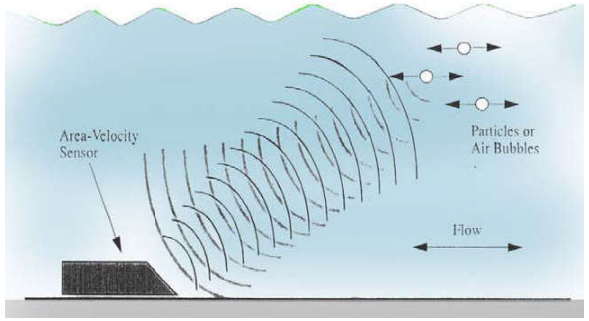
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

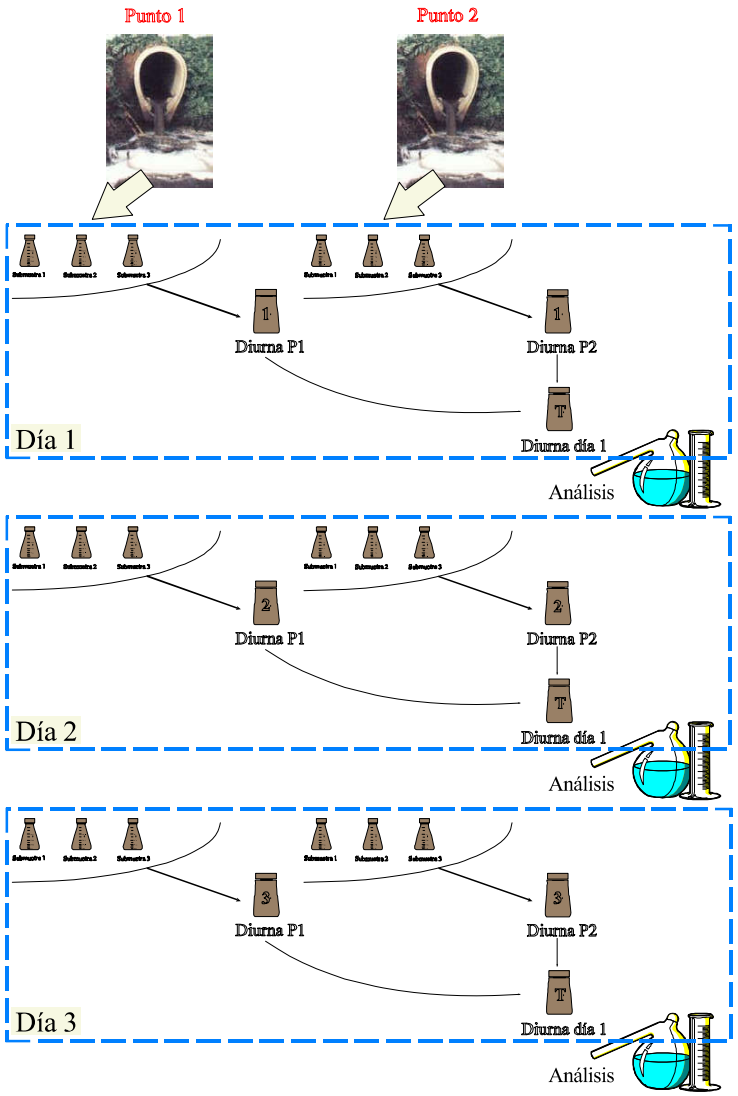
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

Se registraron vertidos con alta conductividad en el Punto 1 el 21 de enero, efectuándose toma de muestra y valoración analítica posterior en laboratorio de la misma, arrojando los siguientes resultados:

Fecha	**21/01/2006**
Parámetros / Hora de la toma	**8:38**
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	65
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	159
Sólidos en suspensión mg/l	60
pH (unidades de pH)	8,15
Conductividad µS.cm -º 25 ºC	4860

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

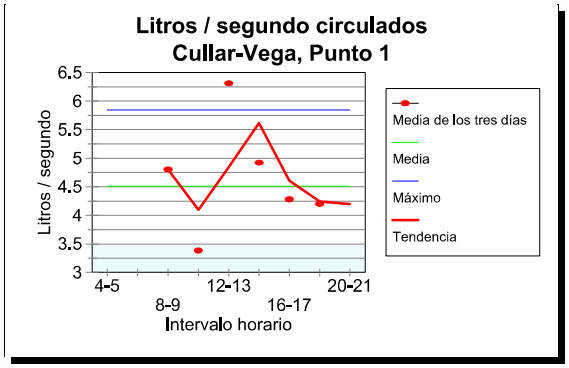
Caudales medios del punto estudiado en Cullar-Vega (Granada)			
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Total**
l/seg. medios	4,5	12,1	16,6
Total m^3/día	389,6	1043,3	1432,9
m^3/hora medios	16,2	43,5	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Cullar-Vega (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9		4.8		4.8	17.3
10-11	4.5	2.9	2.8	3.4	12.2
12-13		5.9	6.8	6.3	22.7
14-15	4.9			4.9	17.7
16-17		5.2	3.4	4.3	15.4
18-19	4.2			4.2	15.1
20-21					
Media	4.5	4.7	4.3	4.5	16.2
Máximo	4.9	5.9	6.8	5.8	21.0
Mínimo	4.2	2.9	2.8	3.3	11.8
Total m³	392.5	403.1	373.2	389.6	

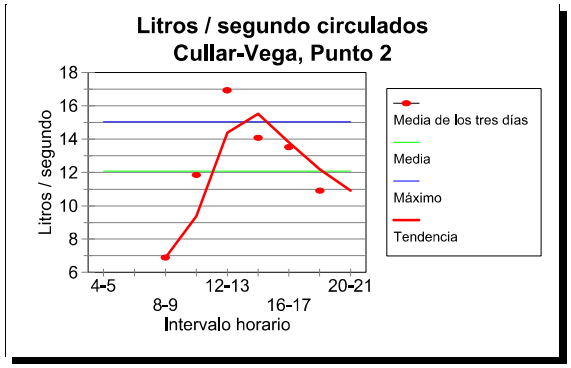


Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Cullar-Vega (Granada).

Cullar-Vega (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9		9.0	4.8	6.9	24.8
10-11	11.9			11.9	42.7
12-13			16.9	16.9	60.9
14-15	13.8	14.3		14.1	50.7
16-17		13.1	14.0	13.5	48.7
18-19	10.9			10.9	39.2
20-21					
Media	12.2	12.1	11.9	12.1	43.5
Máximo	13.8	14.3	16.9	15.0	54.1
Mínimo	10.9	9.0	4.8	8.2	29.6
Total m³	1053.8	1048.6	1027.6	1043.3	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	327
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	743
Sólidos en suspensión mg/l	322
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1755
pH (unidades de pH)	8,04
m^3/día	1432,9
Habitantes equivalentes	7814

Cullar-Vega (Granada)

P.1 + P.2

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Viernes	Sábado	Domingo		
Parámetros / Fecha	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	349	349	282	327	349
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	611	976	643	743	976
Sólidos en suspensión totales mg/l	220	518	228	322	518
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	192	412	192	265	412
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	28	106	36	57	106
Fósforo total mg/l P	10.27	15.56	11.25	12.36	15.56
Nitrógeno total mg/l N	55.98	88.78	76.10	73.62	88.78
Temperatura ºC	13.8	13.0	12.7	13.2	13.8
pH (Unidades de pH)	7.83	7.91	8.39	8.04	8.39
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	1561	1916	1789	1755	1916
m^3 /dia	1446.3	1451.7	1400.8	1432.9	1451.7
Litros segundo medios	16.7	16.8	16.2	16.6	16.8
Kg/día Sólidos en suspensión	318	752	319	463	752
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	505	507	395	469	507
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	8 413	8 444	6 584	7 814	8 444

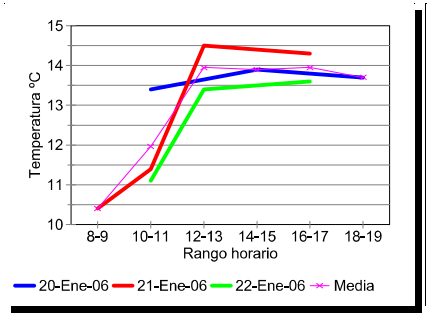
Conductividades μS medidas in situ

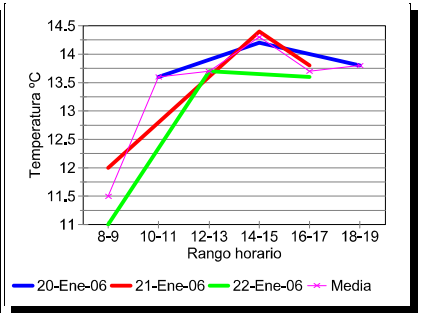
Colectores	Punto 1					Punto 2				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1629	1422	1487	1513	1629	1596	1496	1363	1485	1596
Día 2	5030	3190	1750	3323	5030	1586	2202	1537	1775	2202
Día 3	2398	1908	1605	1970	2398	1498	1456	1447	1467	1498
Media	3019	2173	1614	2269	3019	1560	1718	1449	1576	1718
Máxima	5030	3190	1750	3323	**5030**	1596	2202	1537	1778	**2202**

Cullar-Vega (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2			
	20-Ene-06	*21-Ene-06*	*22-Ene-06*	Media	*20-Ene-06*	*21-Ene-06*	*22-Ene-06*	Media
8-9		10.4		10.4		12.0	11.0	11.5
10-11	13.4	11.4	11.1	12.0	13.6			13.6
12-13		14.5	13.4	14.0			13.7	13.7
14-15	13.9			13.9	14.2	14.4		14.3
16-17		14.3	13.6	14.0		13.8	13.6	13.7
18-19	13.7			13.7	13.8			13.8
Media	13.7	12.7	12.7	13.0	13.9	13.4	12.8	13.3
Máximo	13.9	14.5	13.6	14.0	14.2	14.4	13.7	14.1
Mínimo	13.4	10.4	11.1	11.6	13.6	12.0	11.0	12.2
Temperatura ambiente ºC								
20 enero 2006, 15:05 horas				*16.1 ºC*	*21 enero 2006, 17:51 horas*			*13.2 ºC*





5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Cullar-Vega (Granada).

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	1432,9	1451,7
Media l/seg.	16,6	16,8
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	327	349
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	743	976
Sólidos en Suspensión mg/l	322	518
Nitrógeno Total mg/l N	73.6	88.8
Conductividad µS/cm a 25º C	1755	1916
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 1	5030
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	469	507
Kg/día Sólidos en Suspensión	463	752
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	7814	8444
Habitantes del núcleo urbano censados		**6400**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	73	79
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	72	89
Litros habitante y día vertidos	2239	2268

OBSERVACIONES:

Vertidos de alta conductividad en el Punto 1.

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Dilar (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

17 / 19 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012413 / 000012416 / 000012454 / 000012463 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE DILAR.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Dilar (1758 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

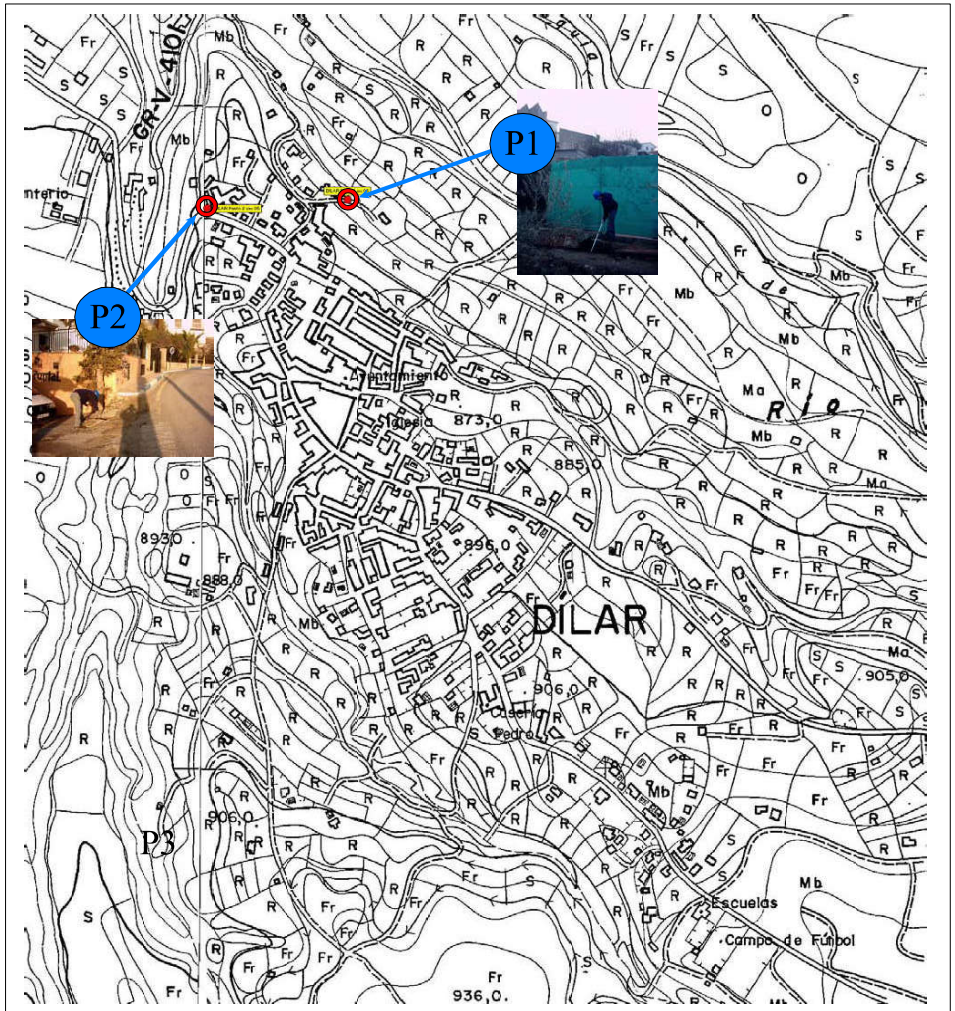
Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Dilar, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. Subiendo por la calle Alegre y dejando el Pub el Pemtal a la izquierda llega hasta una fuente de agua potable, entrar en la calle San Pedro y la primera calle que baja a mano derecha; bajar por esa calle hasta llegar a la última casa y en la esquina frente a los olivos se sitúa el punto. Colector rectangular de 71 cm de ancho.

Colector nº 2. Este punto se sitúa en la arqueta anterior a la salida que está en la puerta lateral del Pub en Pemtal, delante de una puerta de chochera. Colector circular de Ø 30 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Dilar		
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*6*
Días de muestreo	*3*	
Tipo de muestreo	*Puntual*	
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*	
Nº de muestras integradas	*3*	

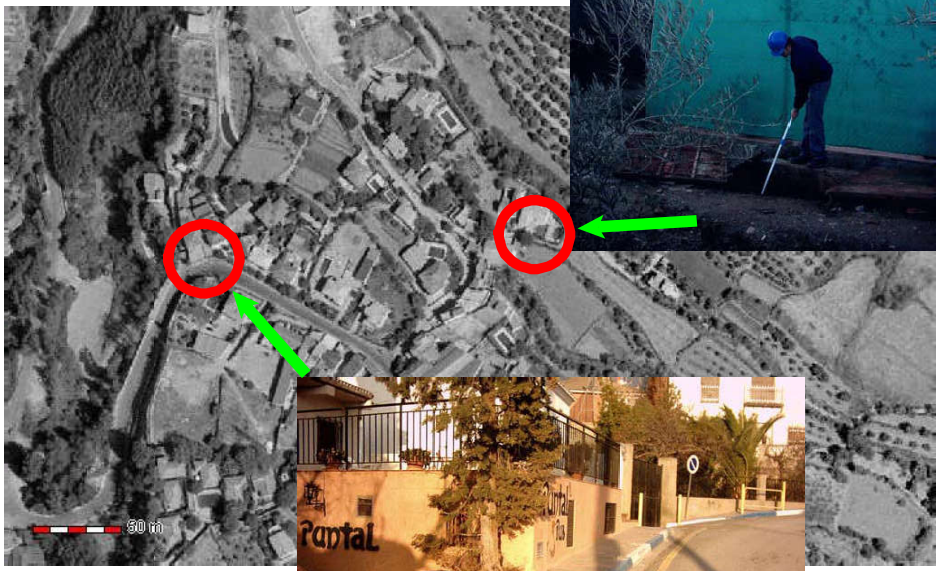


Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Dilar (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Localización Punto 1.



Localización Punto 2.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Dilar (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: **Dilar (Granada)**

Denominación: **Punto 1**

Coordenadas (GPS) **37º04,438'** N **003º36,025'** W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 6169.4 % sobre población: 96.0 %

l/seg max. 78.69 l/seg med. 71.41 l/seg mín. 62.22

1. Q.max/Q.med: 1.10 2. Q.min/Q.med: 0.87

3.- Características*

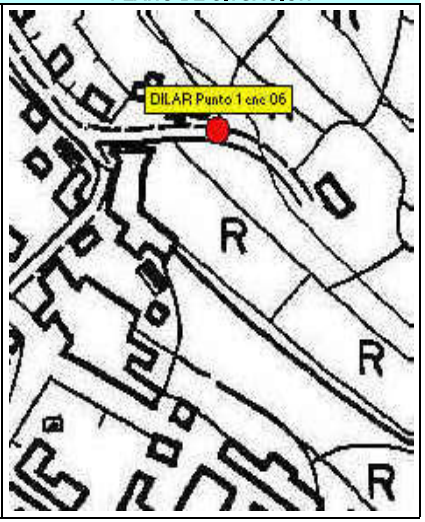
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	26	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	2.0	mg/l N	—
D.Q.O.:	50	mg/l O_2	—	Fósforo total:	1.0	mg/l P	
S.S.:	28	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2859 habit. equiv. medios 5416 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Dílar (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º04,443' N 003º36,110' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 255.6 % sobre población: 4.0 %

l/seg max. 3.52 l/seg med. 2.96 l/seg mín. 2.39

1. Q.max/Q.med: 1.19 2. Q.min/Q.med: 0.81

3.- Características*

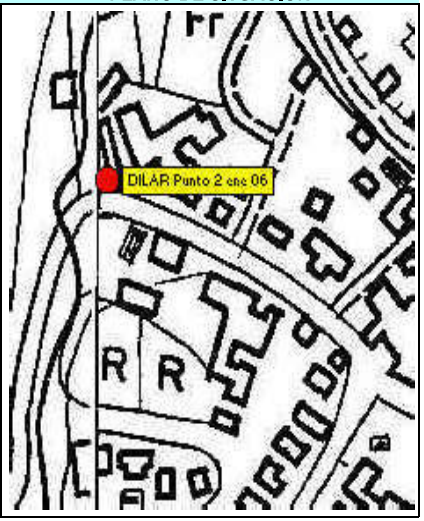
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	26	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	2.0	mg/l N	—
D.Q.O.:	50	mg/l O_2	—	Fósforo total:	1.0	mg/l P	
S.S.:	28	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2859 habit. equiv. medios 5416 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

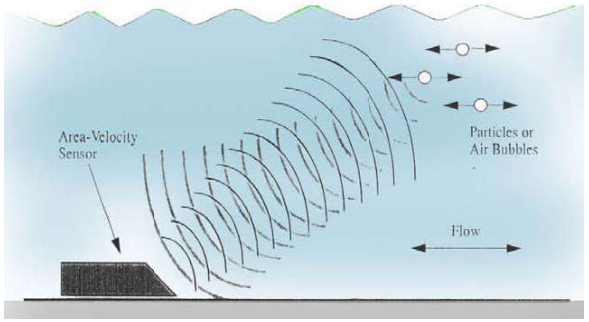
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

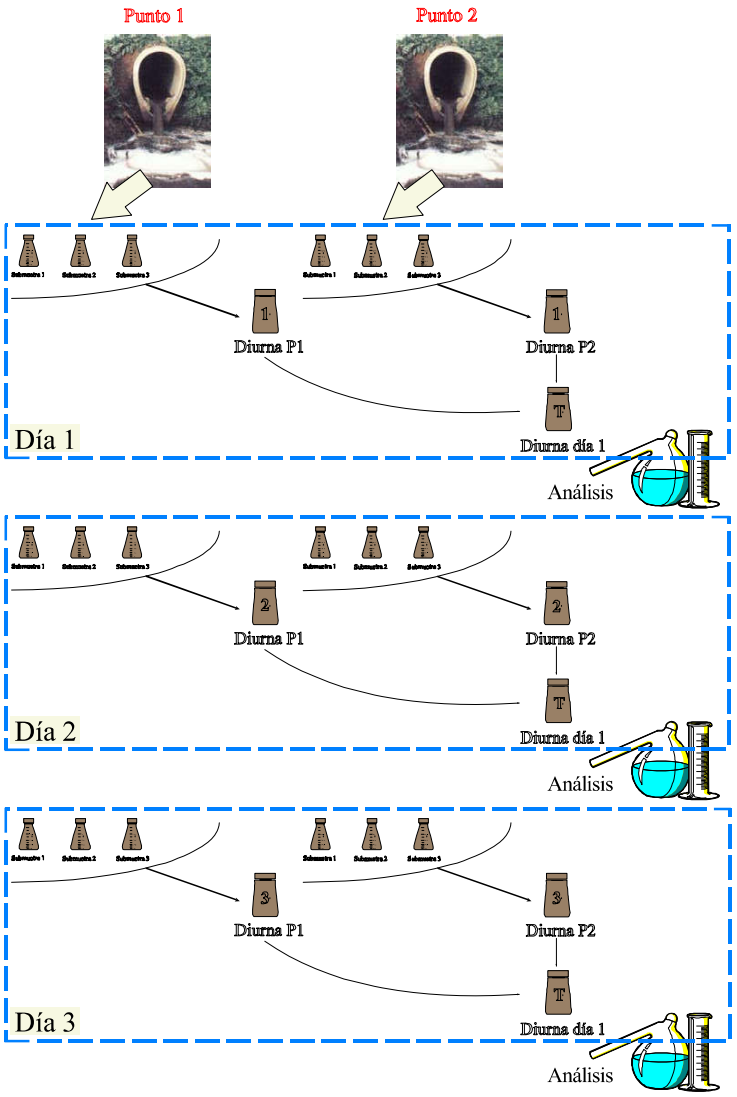
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

Muy diluida en los dos puntos, siendo la conductividad entre los 315 del Punto 1 y el máximo de 581 del Punto 2.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

Se observó un by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

Se registraron vertidos anaranjados en el Punto 2 el 19 de enero, efectuándose toma de muestra y valoración analítica posterior en laboratorio de la misma, arrojando los siguientes resultados:

Fecha	**19/01/2006**
Parámetros / Hora de la toma	**14:55**
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	52
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	156
Sólidos en suspensión mg/l	102
pH (unidades de pH)	7,71
Conductividad µS.cm -º 25 ºC	521
Aspecto	Naranja

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

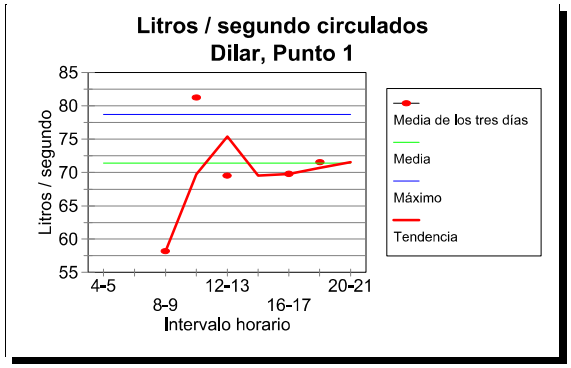
Caudales medios del punto estudiado en Dilar (Granada)			
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Total**
l/seg. medios	71,41	2,96	74,36
Total m^3/día	6169,4	255,6	6425,0
m^3/hora medios	257,1	10,7	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Dilar (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

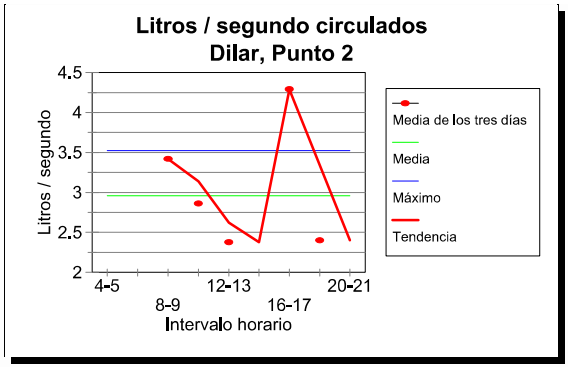
	17-Ene-06	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	*Media de los tres días*	
RANGO HORARIO	Litros/ segundo			**Litros / segundo**	**Metros³ / hora**
4-5					
6-7					
8-9			58.2	58.2	209.6
10-11	85.7	76.8		81.2	292.4
12-13		69.5		69.5	250.3
14-15					
16-17	58.9	82.4	68.0	69.8	251.2
18-19	77.9		65.2	71.6	257.7
20-21					
Media	74.2	76.2	63.8	71.4	257.1
Máximo	85.7	82.4	68.0	78.7	283.3
Mínimo	58.9	69.5	58.2	62.2	224.0
Total m³	6409.7	6585.1	5513.5	6169.4	



Dilar (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

RANGO HORARIO	17-Ene-06	18-Ene-06	19-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9			3.4	3.4	12.3
10-11	2.9			2.9	10.3
12-13		2.4		2.4	8.6
14-15					
16-17		4.3		4.3	15.4
18-19	2.3		2.5	2.4	8.6
20-21					
Media	2.6	3.3	3.0	3.0	10.7
Máximo	2.9	4.3	3.4	3.5	12.7
Mínimo	2.3	2.4	2.5	2.4	8.6
Total m³	222.0	288.1	256.6	255.6	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	26
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	50
Sólidos en suspensión mg/l	35
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	391
pH (unidades de pH)	7,71
m^3/día	6425,0
Habitantes equivalentes	2859

Dilar (Granada)

P.1 + P.2

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Martes	Miércoles	Jueves		
Parámetros / Fecha	17-Ene-06	18-Ene-06	19-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	49	15	15	26	49
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	101	24	24	50	101
Sólidos en suspensión totales mg/l	15	21	49	28	49
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	9	21	39	23	39
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	6	0	10	5	10
Fósforo total mg/l P	0.48	1.47	1.12	1.02	1.47
Nitrógeno total mg/l N	0.88	2.43	2.79	2.03	2.79
Temperatura ºC	8.4	8.0	8.2	8.2	8.4
pH (Unidades de pH)	7.66	8.07	7.41	7.71	8.07
Conductividad µS. cm-1 a 25 º C	355	462	355	391	462
m^3 /dia	6631.8	6873.3	5770.1	6425.0	6873.3
Litros segundo medios	76.8	79.6	66.8	74.4	79.6
Kg/día Sólidos en suspensión	99	144	283	176	283
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	325	103	87	172	325
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x día)	5 416	1 718	1 443	2 859	5 416

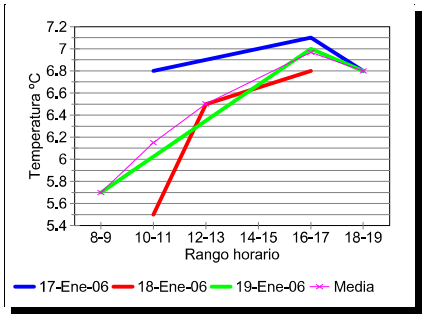
Conductividades μS medidas in situ

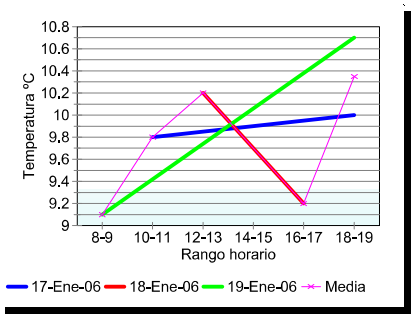
Colectores	Punto 1					Punto 2				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	315	325	395	345	395	532	516	---	524	532
Día 2	317	320	315	317	320	465	568	---	517	568
Día 3	326	338	326	330	338	581	556	---	569	581
Media	319	328	345	331	345	526	547	---	536	547
Máxima	326	338	395	353	**395**	581	568	---	575	**581**

Dilar (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2			
	17-Ene-06	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	Media	*17-Ene-06*	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	Media
8-9			5.7	5.7			9.1	9.1
10-11	6.8	5.5		6.2	9.8			9.8
12-13		6.5		6.5		10.2		10.2
14-15								
16-17	7.1	6.8	7.0	7.0		9.2		9.2
18-19	6.8		6.8	6.8	10.0		10.7	10.4
Media	6.9	6.3	6.5	6.6	9.9	9.7	9.9	9.8
Máximo	7.1	6.8	7.0	7.0	10.0	10.2	10.7	10.3
Mínimo	6.8	5.5	5.7	6.0	9.8	9.2	9.1	9.4
Temperatura ambiente ºC								
17 enero 2006, 18:30 horas				*10.7 ºC*	*19 enero 2006, 9:45 horas*			*5.8 ºC*





5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	6425,0	6873,3
Media l/seg.	74,4	79,6
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	26	49
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	50	101
Sólidos en Suspensión mg/l	28	49
Nitrógeno Total mg/l N	2,0	2,8
Conductividad µS/cm a 25º C	391	462
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 2	581
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	172	325
Kg/día Sólidos en Suspensión	176	283
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	2859	5416
Habitantes del núcleo urbano censados		**1758**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	98	185
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	100	52
Litros habitante y día vertidos	3655	3910

OBSERVACIONES:

Vertidos anaranjados en el Punto 1.

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la poblacion de Gabia La Grande (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

20 / 22 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012455 / 000012458 / 000012461 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE GABIA GRANDE.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Gabia La Grande (9499 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

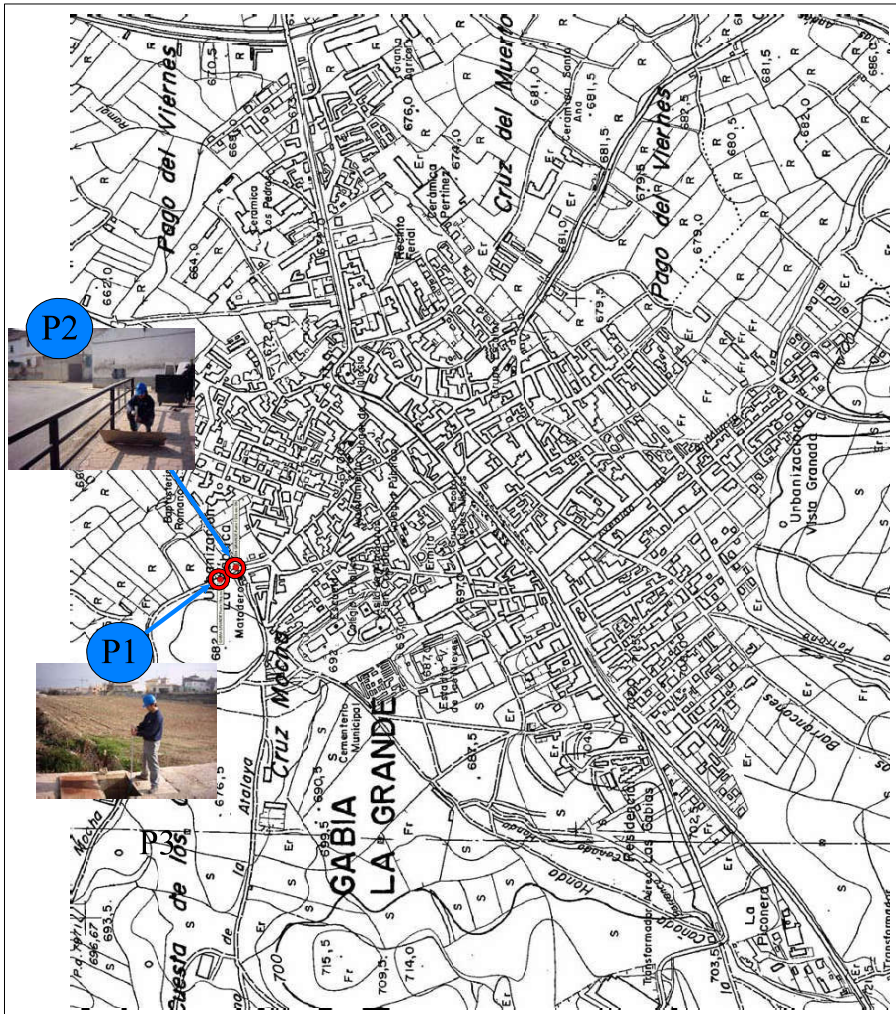
Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Gabia La Grande, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. Arqueta situada en el camino de tierra a 100 m de la plaza Sta Magdalena. Colector rectangular de 171 cm de ancho.

Colector nº 2. Segunda arqueta a continuación del Punto 1. Colector rectangular de 111 cm de ancho.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Gabia La		
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*9*
Días de muestreo	*3*	
Tipo de muestreo	*Puntual*	
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*	
Nº de muestras integradas	*3*	



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Gabia La Grande (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Gabia La Grande (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Gabia la Grande (Granada)

Denominación: Punto 1

Coordenadas (GPS) 37º08,237' N 003º40,131' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 418.6 % sobre población: 36.1 %

l/seg max. 6.24 l/seg med. 4.84 l/seg mín. 3.67

1. Q.max/Q.med: 1.29 2. Q.min/Q.med: 0.76

3.- Características*

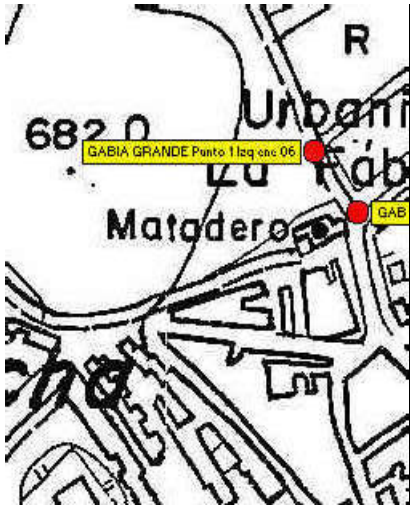
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	243	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	46.0	mg/l N	—
D.Q.O.:	606	mg/l O_2	—	Fósforo total:	8.5	mg/l P	
S.S.:	191	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

4482 habit. equiv. medios 4852 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Gabia la Grande (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º08,227' N 003º40,122' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 740.9 % sobre población: 63.9 %

l/seg max. 13.63 l/seg med. 8.58 l/seg mín. 5.69

1. Q.max/Q.med: 1.59 2. Q.min/Q.med: 0.66

3.- Características*

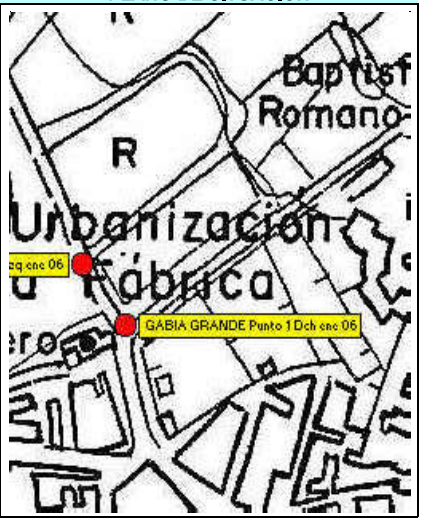
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	243	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	46.0	mg/l N	—
D.Q.O.:	606	mg/l O_2	—	Fósforo total:	8.5	mg/l P	
S.S.:	191	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

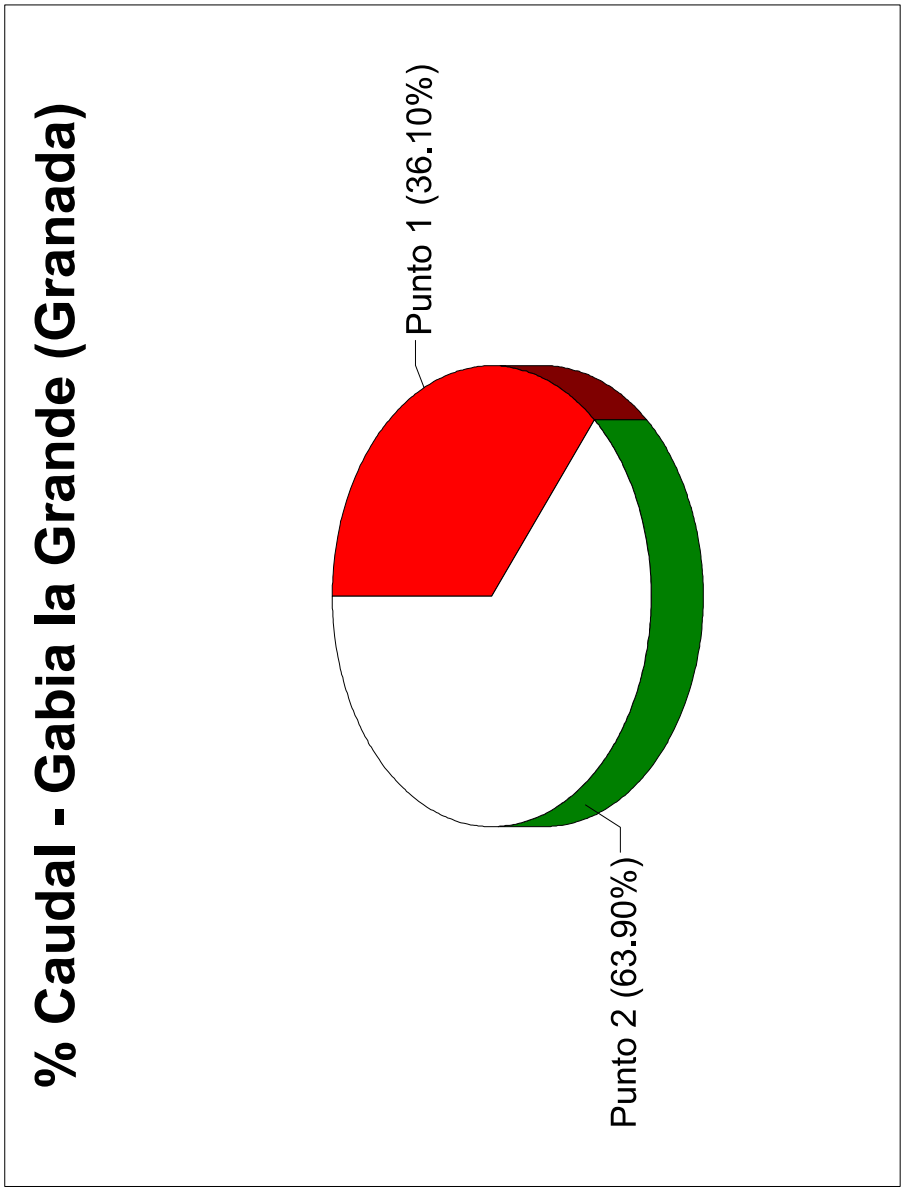
4482 habit. equiv. medios 4852 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2



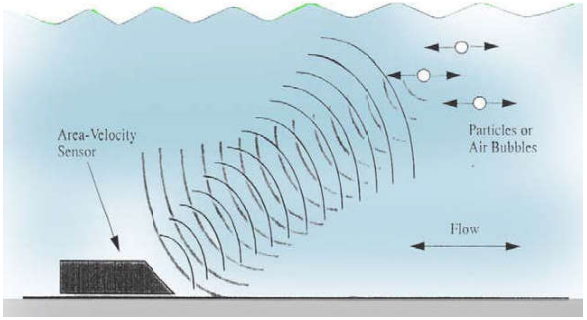
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

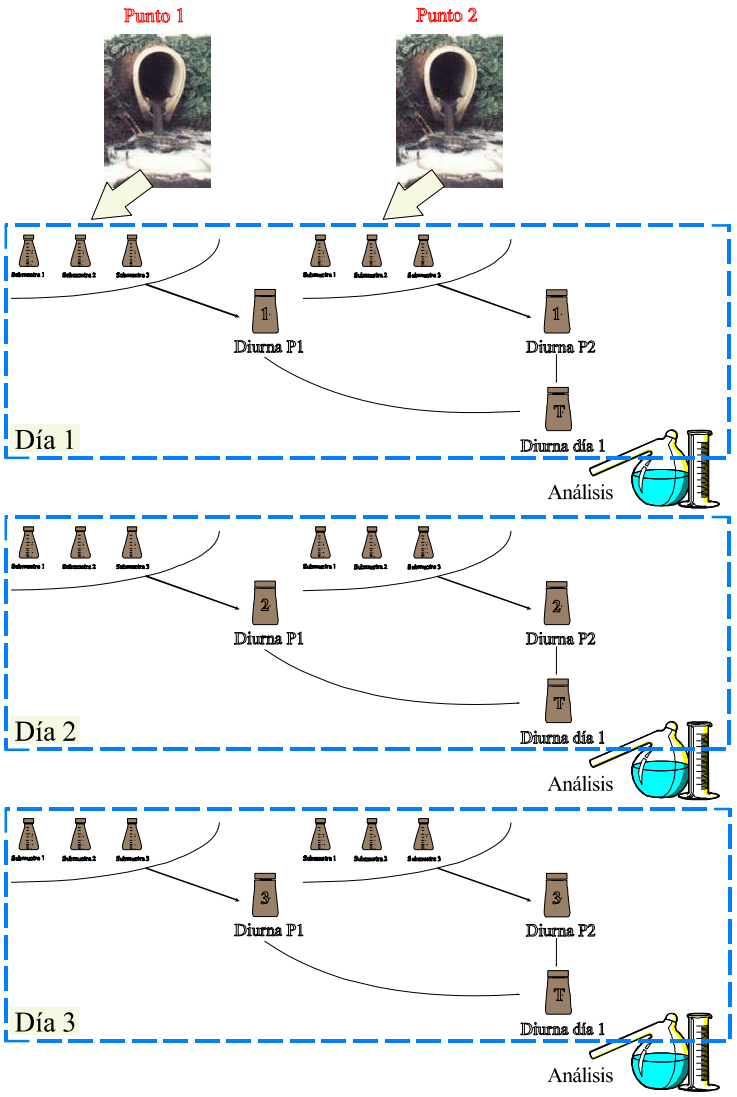
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

Existe un by-pass con unas compuertas que permite desviar el agua por el Punto 1 y por el Punto 2; además existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

No se registraron vertidos que pudieran alterar el resultado final del estudio.

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

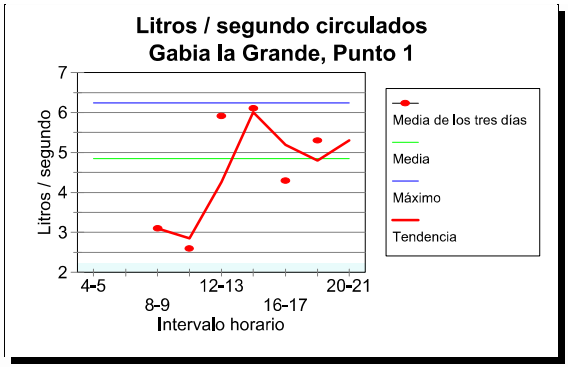
Caudales medios del punto estudiado en Gabia La Grande (Granada)			
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Total**
l/seg. medios	4,84	8,58	13,42
Total m^3/día	418,6	740,9	1159,5
m^3/hora medios	17,4	30,9	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Gabia la Grande (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9			3.1	3.1	11.2
10-11	2.6			2.6	9.4
12-13		6.2	5.6	5.9	21.3
14-15	6.9	5.3		6.1	22.0
16-17	4.1		4.5	4.3	15.4
18-19		5.3		5.3	19.1
20-21					
Media	4.5	5.6	4.4	4.8	17.4
Máximo	6.9	6.2	5.6	6.2	22.5
Mínimo	2.6	5.3	3.1	3.7	13.2
Total m³	391.1	484.1	380.4	418.6	

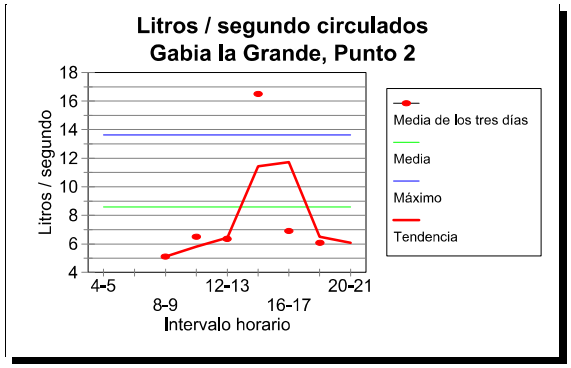


Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Gabia la Grande (Granada).

Gabia la Grande (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

RANGO HORARIO	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9			5.1	5.1	18.4
10-11	6.5			6.5	23.4
12-13		6.2	6.5	6.4	22.9
14-15	26.7	6.3		16.5	59.4
16-17	5.9		7.9	6.9	24.8
18-19		6.1		6.1	21.9
20-21					
Media	13.0	6.2	6.5	8.6	30.9
Máximo	26.7	6.3	7.9	13.6	49.1
Mínimo	5.9	6.1	5.1	5.7	20.5
Total m³	1126.1	535.1	561.6	740.9	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	243
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	606
Sólidos en suspensión mg/l	191
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1323
pH (unidades de pH)	8,02
m^3/día	1159,5
Habitantes equivalentes	4482

Gabia la Grande (Granada)

P.1 + P.2

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Viernes	Sábado	Domingo		
Parámetros / Fecha	20-Ene-06	21-Ene-06	22-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	176	244	309	243	309
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	365	540	913	606	913
Sólidos en suspensión totales mg/l	164	218	192	191	218
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	158	194	180	177	194
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	6	24	12	14	24
Fósforo total mg/l P	7.50	9.33	8.76	8.53	9.33
Nitrógeno total mg/l N	54.42	52.69	30.78	45.96	54.42
Temperatura ºC	11.3	12.2	12.0	11.8	12.2
pH (Unidades de pH)	7.91	7.94	8.22	8.02	8.22
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	1246	1253	1469	1323	1469
m^3 /dia	1517.2	1019.2	942.0	1159.5	1517.2
Litros segundo medios	17.6	11.8	10.9	13.4	17.6
Kg/día Sólidos en suspensión	249	222	181	217	249
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	267	249	291	269	291
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	4 450	4 145	4 852	4 482	4 852

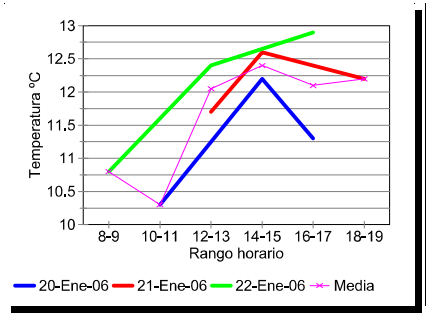
Conductividades μS medidas in situ

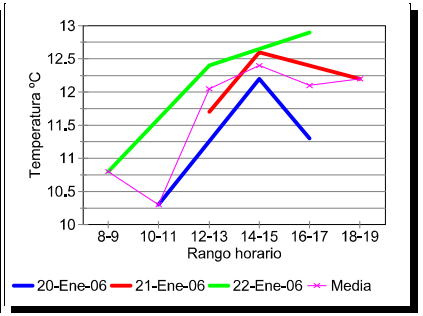
Colectores	Punto 1					Punto 2				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1136	1276	1294	1235	1294	1136	1276	1294	1235	1294
Día 2	1186	1154	1213	1184	1213	1186	1154	1273	1204	1273
Día 3	1518	1410	1368	1432	1518	1518	1410	1368	1432	1518
Media	1280	1280	1292	1284	1292	1280	1280	1312	1291	1312
Máxima	1518	1410	1368	1432	**1518**	1518	1410	1368	1432	**1518**

Gabia la Grande (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1 20-Ene-06	Punto 1 21-Ene-06	Punto 1 22-Ene-06	Punto 1 Media	Punto 2 20-Ene-06	Punto 2 21-Ene-06	Punto 2 22-Ene-06	Punto 2 Media
8-9			10.8	10.8			10.8	10.8
10-11	10.3			10.3	10.3			10.3
12-13		11.7	12.4	12.1		11.7	12.4	12.1
14-15	12.2	12.6		12.4	12.2	12.6		12.4
16-17	11.3		12.9	12.1	11.3		12.9	12.1
18-19		12.2		12.2		12.2		12.2
Media	11.3	12.2	12.0	11.8	11.3	12.2	12.0	11.8
Máximo	12.2	12.6	12.9	12.6	12.2	12.6	12.9	12.6
Mínimo	10.3	11.7	10.8	10.9	10.3	11.7	10.8	10.9
Temperatura ambiente ºC								
21 enero 2006, 15:06 horas				*14.1 ºC*	*22 enero 2006, 8:48 horas*			*2.6 ºC*





5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	1159,5	1517,2
Media l/seg.	13,4	17,6
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	243	309
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	606	913
Sólidos en Suspensión mg/l	191	218
Nitrógeno Total mg/l N	46.0	54.4
Conductividad µS/cm a 25º C	1323	1469
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 1 y 2	1518
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	269	291
Kg/día Sólidos en Suspensión	217	249
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	4482	4852
Habitantes del núcleo urbano censados		**9499**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	28	31
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	23	51
Litros habitante y día vertidos	1221	1597

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Otura (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

17 / 19 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012415 / 000012418 / 000012419 /000012453 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE OTURA.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la población granadina de Otura (5500 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por el núcleo urbano, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por la población y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por la población objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de la población de Otura, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en los siguientes puntos:

Colector nº 1. Dejando a la derecha el complejo deportivo los Gamos, cojer el primer camino que tiene a la derecha; al llegar al final tomar a la izquierda hasta llegar al arroyo, y debajo casi del puente romano se sitúa el punto de vertido. Colector circular de Ø 50 cm.

Colector nº 2. Bajando por la calle del complejo deportivo los Gamos, llegar hasta el camino de tierra y 10 m antes de llegar al puente se encuentra la arqueta anterior a la salida del vertido. Colector circular de Ø 70 cm.

Colector nº 3. El punto se encuentra en una arqueta dentro del arroyo junto a la carretera auxiliar a la autopista Motril-Granada, justo en frente hay un salón de celebraciones y un negocio de autocarabanas. Colector circular de Ø 70 cm.

La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Otura (Granada)			
Colector	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**
Metodología aforo	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*	*Puntual*	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*	*3*	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*	*9*	*9*
Días de muestreo	*3*		
Tipo de muestreo	*Puntual*		
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*		
Nº de muestras integradas	*3*		

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Otura (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

Localización Punto 1.

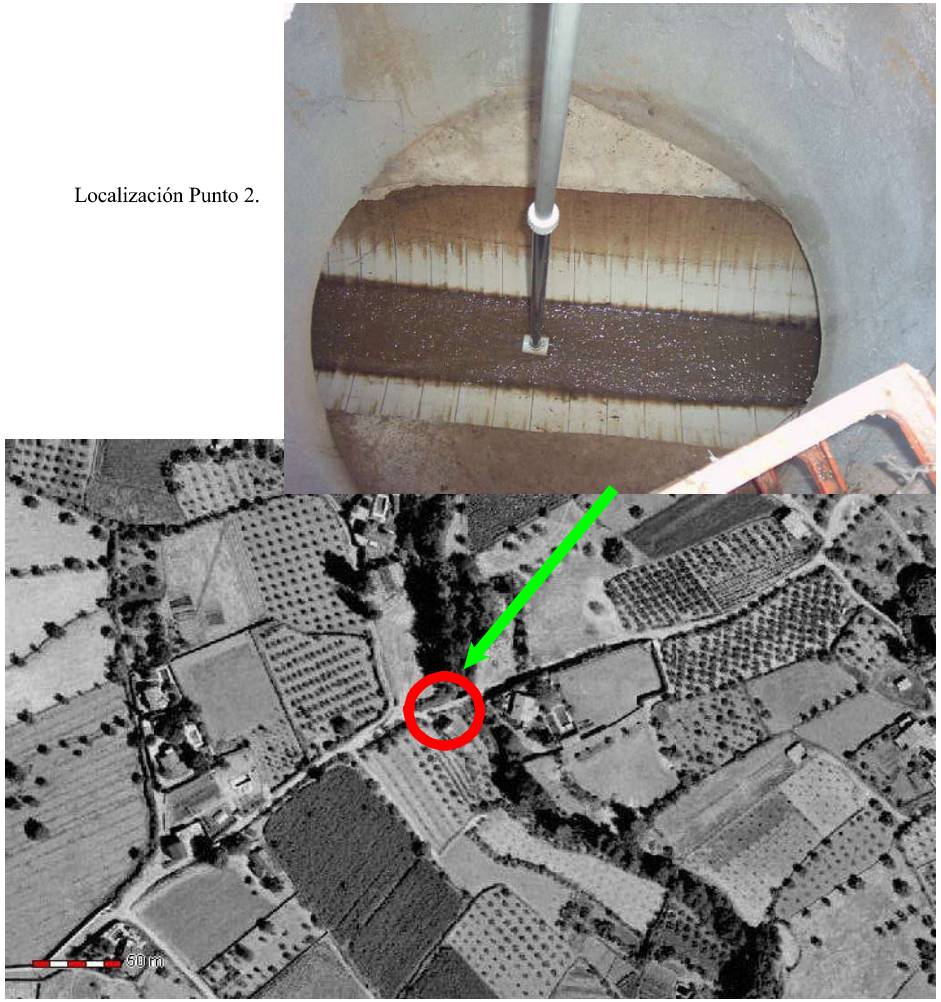
Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Otura (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la población de Otura (Granada).

Localización Punto 2.



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Otura (Granada). Enero 2006.

Promotor

Empresa colaboradora

Localización Punto 3.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de la población de Otura (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Otura (Granada)

Denominación: Punto 1

Coordenadas (GPS) 37º05,330' N 003º37,434' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 45.4 % sobre población: 7.2 %

l/seg max. 0.78 l/seg med. 0.53 l/seg mín. 0.29

1. Q.max/Q.med: 1.48 2. Q.min/Q.med: 0.55

3.- Características*

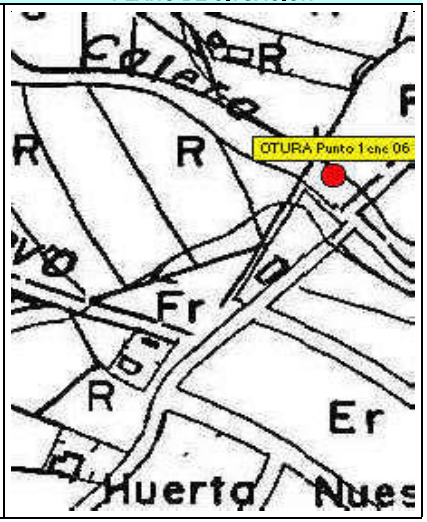
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	271	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	42.6	mg/l N	—
D.Q.O.:	460	mg/l O_2	—	Fósforo total:	9.7	mg/l P	
S.S.:	135	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2839 habit. equiv. medios 3140 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Otura (Granada)

Denominación: Punto 2

Coordenadas (GPS) 37º05,425' N 003º37,434' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 255.7 % sobre población: 40.8 %

l/seg max. 3.91 l/seg med. 2.96 l/seg mín. 2.23

1. Q.max/Q.med: 1.32 2. Q.min/Q.med: 0.75

3.- Características*

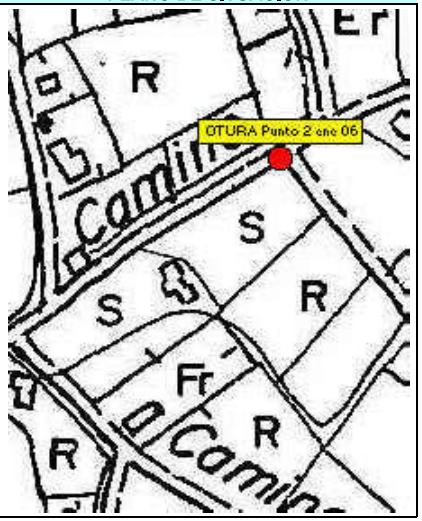
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	271	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	42.6	mg/l N	—
D.Q.O.:	460	mg/l O_2	—	Fósforo total:	9.7	mg/l P	
S.S.:	135	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

2839 habit. equiv. medios 3140 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: Otura (Granada)

Denominación: Punto 3

Coordenadas (GPS) 37º05,466' N 003º38,478' W WGS'84

2.- Caudales

m^3/día: 325.3 % sobre población: 51.9 %

l/seg max. 5.79 l/seg med. 3.77 l/seg mín. 2.51

1. Q.max/Q.med: 1.54 2. Q.min/Q.med: 0.67

3.- Características*

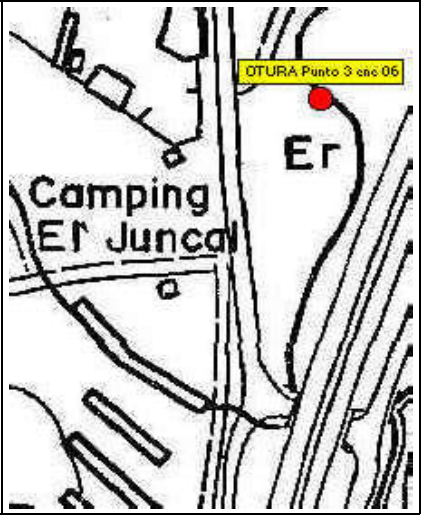
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.:	271	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	42.6	mg/l N	—
D.Q.O.:	460	mg/l O_2	—	Fósforo total:	9.7	mg/l P	
S.S.:	135	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

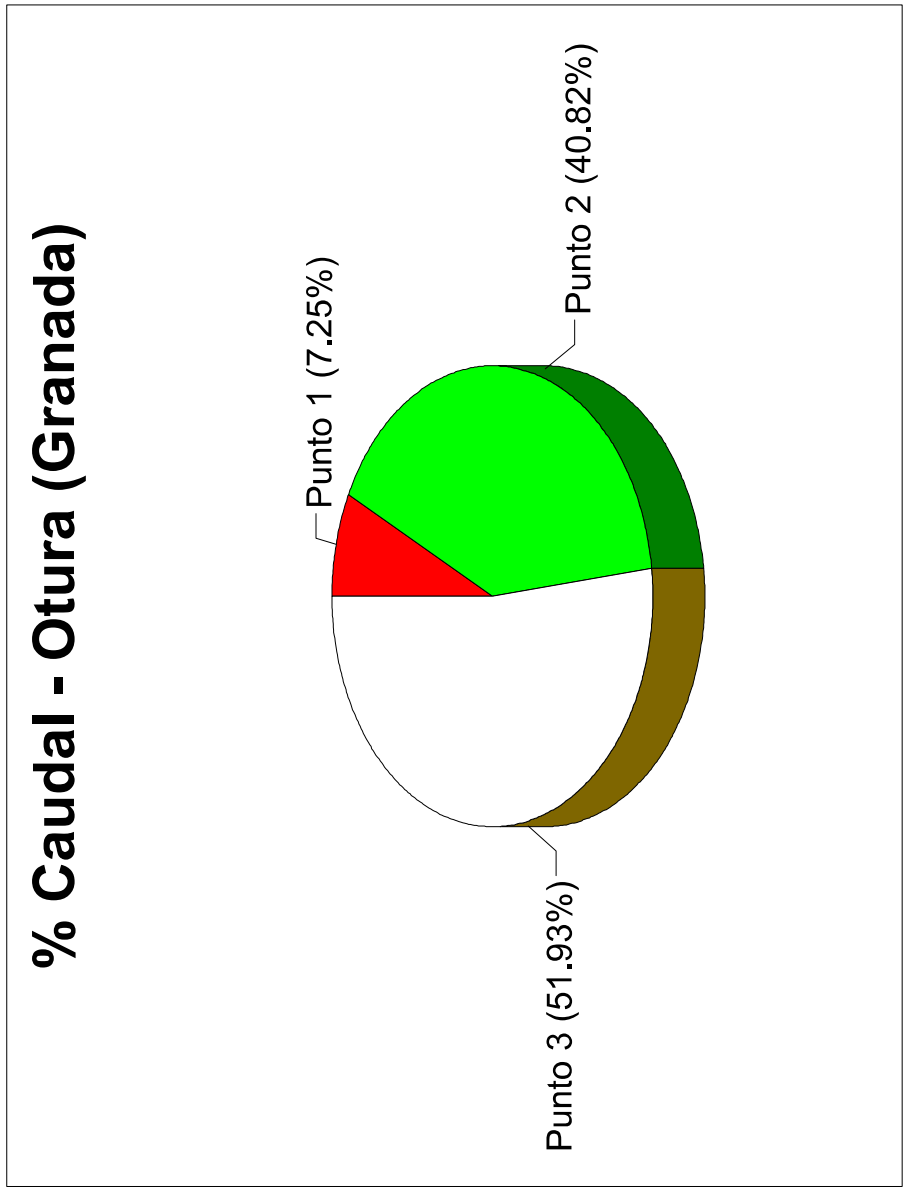
2839 habit. equiv. medios 3140 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1, P2 y P3



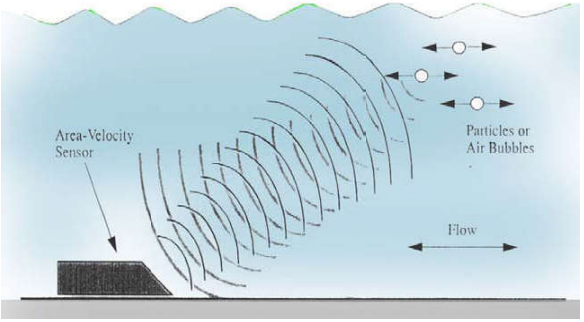
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección de los colectores realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por cada colector; posteriormente las muestras de cada colector se mezclaron proporcionalmente a los caudales y se consiguió la muestra integrada representativa del agua vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

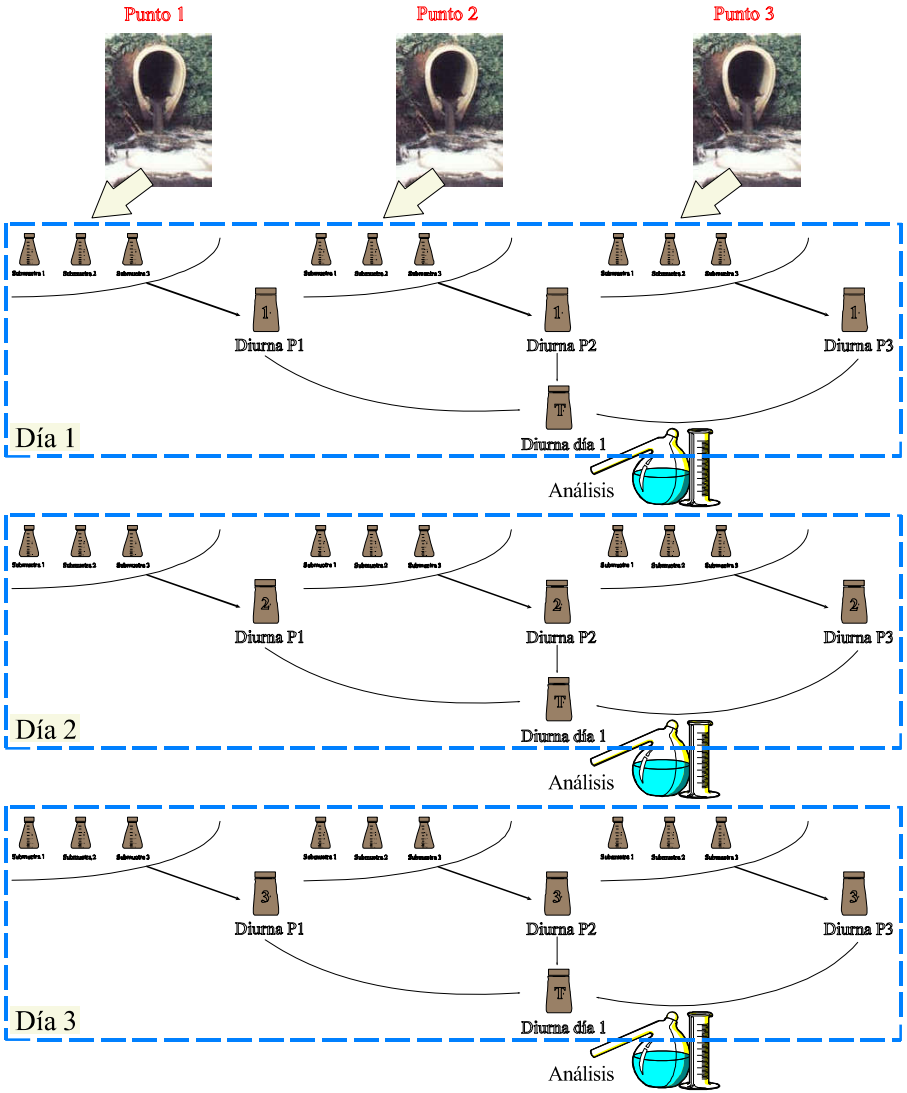
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

Agua de escasa o nula consideración vertida a través del colector nº 2. En el resto de puntos no se produjeron incidencias a considerar.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

Se registraron vertidos en el Punto 2 el 19 de enero, efectuándose toma de muestra y valoración analítica posterior en laboratorio de la misma, arrojando los siguientes resultados:

Fecha	19/01/2006
Parámetros / Hora de la toma	**10:50**
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	858
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	1741
Sólidos en suspensión mg/l	840
pH (unidades de pH)	8,00
Conductividad µS.cm -º 25 ºC	1526
Aspecto	Normal

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

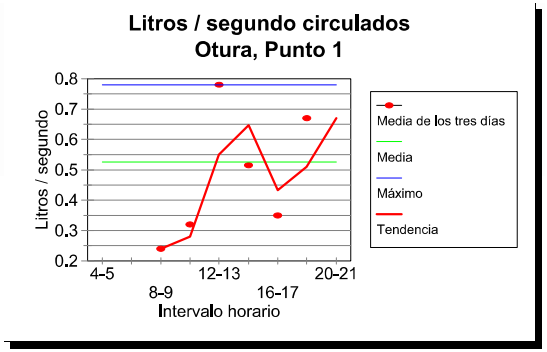
Caudales medios del punto estudiado en Otura (Granada)				
Punto	**Punto 1**	**Punto 2**	**Punto 3**	**Total**
l/seg. medios	0,53	2,96	3,77	7,25
Total m^3/día	45,4	255,7	325,3	626,5
m^3/hora medios	1,9	10,7	13,6	---

En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en cada punto en cuestión.

Otura (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1**

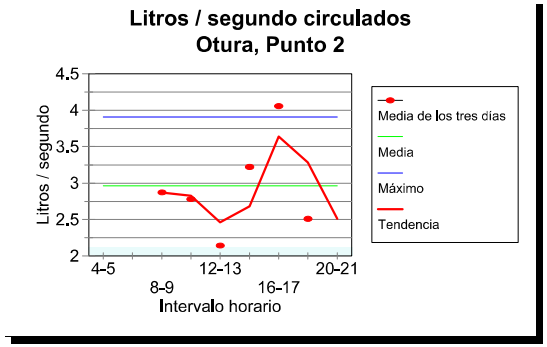
	17-Ene-06	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	*Media de los tres días*	
RANGO HORARIO	Litros/ segundo			**Litros / segundo**	**Metros³ / hora**
4-5					
6-7					
8-9		0.24		0.24	0.86
10-11			0.32	0.32	1.15
12-13	0.78			0.78	2.81
14-15	0.31	0.72		0.52	1.85
16-17			0.35	0.35	1.26
18-19	0.50	0.67	0.84	0.67	2.41
20-21					
Media	0.53	0.54	0.50	0.53	1.89
Máximo	0.78	0.72	0.84	0.78	2.81
Mínimo	0.31	0.24	0.32	0.29	1.04
Total m³	45.8	46.9	43.5	45.4	



Otura (Granada)

Caudal diurno. **Punto 2**

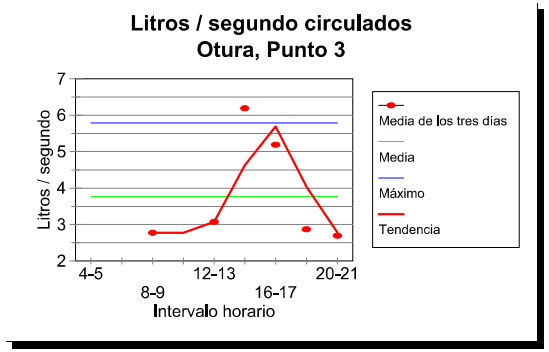
RANGO HORARIO	17-Ene-06	18-Ene-06	19-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9		2.9		2.9	10.3
10-11			2.8	2.8	10.0
12-13	2.1			2.1	7.7
14-15		3.2		3.2	11.6
16-17	2.6		5.5	4.1	14.6
18-19	3.0	2.0	2.6	2.5	9.0
20-21					
Media	2.6	2.7	3.6	3.0	10.7
Máximo	3.0	3.2	5.5	3.9	14.1
Mínimo	2.1	2.0	2.6	2.2	8.0
Total m³	222.0	231.8	313.3	255.7	



Otura (Granada)

Caudal diurno. **Punto 3**

RANGO HORARIO	17-Ene-06	18-Ene-06	19-Ene-06	Media de los tres días	
	Litros/ segundo			Litros / segundo	Metros³ / hora
4-5					
6-7					
8-9		2.8		2.8	10.0
10-11					
12-13	4.1		2.1	3.1	11.1
14-15			6.2	6.2	22.3
16-17	3.3	7.1		5.2	18.7
18-19		2.8	2.9	2.9	10.3
20-21	2.7			2.7	9.7
Media	3.3	4.2	3.7	3.8	13.6
Máximo	4.1	7.1	6.2	5.8	20.8
Mínimo	2.7	2.8	2.1	2.5	9.0
Total m³	288.3	366.3	321.4	325.3	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	271
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	460
Sólidos en suspensión mg/l	135
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	1897
pH (unidades de pH)	7,25
m^3/día	626,5
Habitantes equivalentes	2839

Otura (Granada)

P.1 + P.2 + P.3

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Viernes	Sábado	Domingo		
Parámetros / Fecha	17-Ene-06	18-Ene-06	19-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	251	292	270	271	292
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	457	478	444	460	478
Sólidos en suspensión totales mg/l	125	128	152	135	152
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	114	124	136	125	136
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	11	4	16	10	16
Fósforo total mg/l P	9.47	9.90	9.65	9.67	9.90
Nitrógeno total mg/l N	22.39	55.49	50.01	42.63	55.49
Temperatura ºC	9.7	10.3	11.2	10.4	11.2
pH (Unidades de pH)	8.03	8.33	7.74	8.03	8.33
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	2135	2070	1486	1897	2135
m^3 /dia	556.1	645.1	678.2	626.5	678.2
Litros segundo medios	6.4	7.5	7.9	7.3	7.9
Kg/día Sólidos en suspensión	70	83	103	85	103
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	140	188	183	170	188
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	2 326	3 140	3 052	2 839	3 140

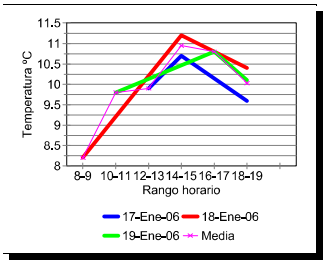
Conductividades μS medidas in situ

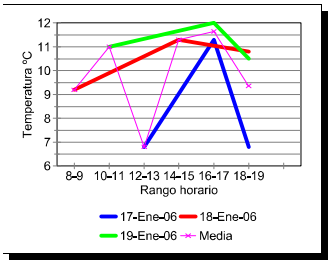
Colectores	Punto 1					Punto 2					Punto 3				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima	*M1*	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	2067	1338	1432	1612	2067	2011	1636	4361	2669	4361	1588	1667	1806	1687	1806
Día 2	1654	1342	1267	1421	1654	2538	2212	1443	2064	2538	1700	2252	2048	2000	2252
Día 3	1636	1958	1536	1710	1958	1455	1342	1629	1475	1629	1754	1350	1645	1583	1754
Media	1786	1546	1412	1581	1786	2001	1730	2478	2070	2478	1681	1756	1833	1757	1833
Máxima	2067	1958	1536	1854	**2067**	2538	2212	4361	3037	**4361**	1754	2252	2048	2018	**2252**

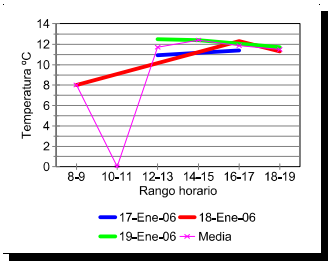
Otura (Granada)

Temperaturas de agua ºC

RANGO HORARIO	Punto 1				Punto 2				Punto 3			
	17-Ene-06	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	Media	*17-Ene-06*	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	Media	*17-Ene-06*	*18-Ene-06*	*19-Ene-06*	Media
8-9		8.2		8.2		9.2		9.2		8.0		8.0
10-11			9.8	9.8			11.0	11.0				0.0
12-13	9.9			9.9	6.8			6.8	10.9		12.5	11.7
14-15	10.7	11.2		11.0		11.3		11.3			12.4	12.4
16-17			10.8	10.8	11.3		12.0	11.7	11.4	12.3		11.9
18-19	9.6	10.4	10.1	10.0	6.8	10.8	10.5	9.4		11.3	11.7	11.5
20-21									9.8			9.8
Media	10.1	9.9	10.2	10.1	8.3	10.4	11.2	10.0	10.7	10.5	12.2	11.1
Máximo	10.7	11.2	10.8	10.9	11.3	11.3	12.0	11.5	11.4	12.3	12.5	12.1
Mínimo	9.6	8.2	9.8	9.2	6.8	9.2	10.5	8.8	9.8	8.0	11.7	9.8
Temperatura ambiente ºC												
17 enero 2006, 15:40 horas				*22.4 ºC*	*18 enero 2006, 9:20 horas*			*2.5 ºC*	*19 enero 2006, 18:30 horas*			*10.3 ºC*







5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	626,5	678,2
Media l/seg.	7,25	7,85
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	271	292
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	460	478
Sólidos en Suspensión mg/l	135	152
Nitrógeno Total mg/l N	42,6	55,5
Conductividad µS/cm a 25º C	1897	2135
Conductividad más alta µS/cm a 25º C	Punto 2	4361
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	1653	1774
Kg/día Sólidos en Suspensión	1465	1819
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	27557	29570
Habitantes del núcleo urbano censados		**5500**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	301	323
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	266	62
Litros habitante y día vertidos	114	123

Determinación de la Carga Contaminante

C/. Artesanía, 23 Nave 2, Módulo F
Parque Industrial y de Servicios del Aljarafe "PISA"
41927 Mairena del Aljarafe (Sevilla)
Teléfono 954 18 37 50 - Fax: 954 18 40 35
http://www.dbo5.com - E-mail: dbo5@dbo5.com

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por la poblaciones de Purchil y Ambroz en Vega de Genil (Granada).

Elaborado por DBO5 S.L.

Aprobado por:

Fdo.: Jorge Vargas Zueco
DIRECTOR TÉCNICO DBO5 S.L.

23 / 25 Enero 2006

Cliente: AYESA	Muestras n.ref: 000012478 / 000012482 / 000012486 Archivo: D:\0DBO...\TRABA...\Granada (AYESA)...\IE PURCHILL.pdf

1. Introducción y objetivos

Se redacta el presente informe a petición de ***AYESA*** y en él se reflejan los resultados de una campaña de muestreo, análisis y aforos, realizada en las aguas residuales vertidas por el núcleo urbano de la poblaciones granadinas de Purchil (11640 habitantes[1]) y Ambroz (608 habitantes[1]). El desarrollo de los trabajos se ha enfocado para cumplir los siguientes objetivos:

- Conocer en profundidad las características físico-químicas de las aguas residuales evacuadas por los núcleos urbanos, de forma que junto con las características del municipio permitan mejorar y optimizar los criterios de diseño y construcción de la futura instalación de depuración de aguas residuales.

- Medir con detalle los volúmenes generados por las poblaciones y cuantificar los caudales medios, máximo, mínimo, tanto horario como diario.

- Evaluar la carga orgánica contaminante diaria y puntual, producida por las poblaciones objeto de saneamiento y detectar aquellos factores que directa o indirectamente puedan incidir en el funcionamiento de la futura E.D.A.R., tales como vertidos industriales, intrusión de agua limpia "incontrolada", etc.

- Dar cumplimiento a la directiva *91/271/CEE* sobre el tratamiento de aguas residuales (Artículo 4º apdo 4), la cual obliga a que los parámetros de diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas, se calculen a partir de la carga máxima semanal media que entra en una instalación durante un año.

[1] *Habitantes del núcleo de la población.*

2. Campaña de muestreo y aforos

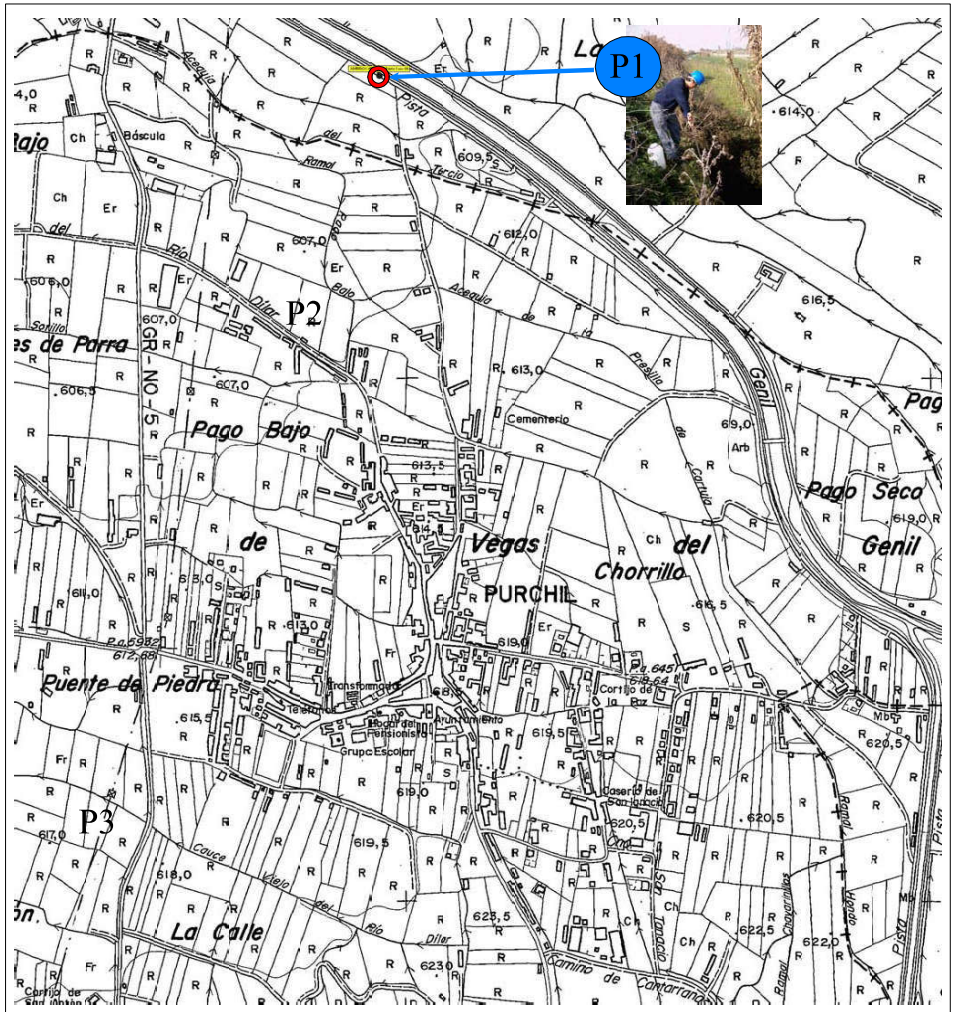
2. Campaña de muestreo y aforos

Para medir los caudales y determinar las características de las aguas residuales generadas por el núcleo urbano de las poblaciones de Purchil y Ambroz, se ha realizado una campaña de muestreos, aforos y análisis en el siguiente punto:

Colector nº 1. Lo localizamos en Purchil, cerca del río en un camino de tierra para acceder al el. El punto se caracteriza por el cañaveral que lo rodea. Colector circular de Ø 35 cm.

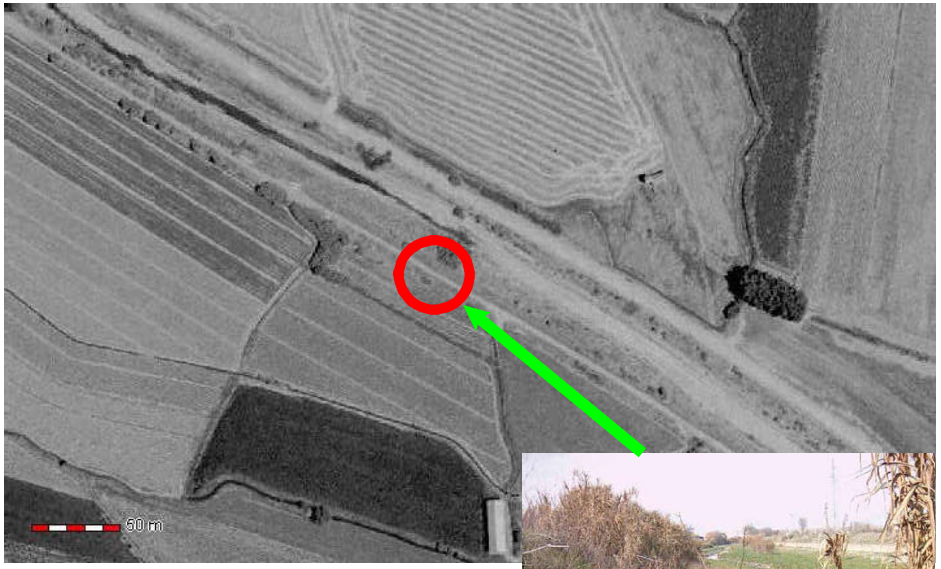
La campaña de muestreo y aforos se realizó en una única fase. El cronograma seguido se adjunta a continuación:

Trabajos realizados en la núcleo urbano de Purchil y Ambroz	
Colector	**Punto 1**
Metodología aforo	*Área-velocidad*
Tipo de registro de caudal	*Puntual*
Nº de días de registro caudal	*3*
Frecuencia del registro	*2-3 horas.*
Nº total de registros de caudal	*9*
Días de muestreo	*3*
Tipo de muestreo	*Puntual*
Frecuencia del muestreo	*2-3 horas.*
Nº de muestras integradas	*3*



Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de las poblaciones de Purchil y Ambroz (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL



Localización Punto 1.

Localización de los puntos de muestreo de aguas residuales de las poblaciones de Purchil y Ambroz (Granada). Enero 2006.

Promotor	Empresa colaboradora
ayesa	DBO5 SL

DATOS TÉCNICOS

1.- Datos identificativos

Población: **Purchil y Ambroz (Granada)**

Denominación: **Punto 1 (único)**

Coordenadas (GPS) **37º11,029'** N **003º39,552'** W WGS'84

2.- Caudales

m³/día: 586.6 % sobre población: 100 %

l/seg max. 7.84 l/seg med. 6.79 l/seg mín. 5.86

1. Q.max/Q.med: 1.16 2. Q.min/Q.med: 0.86

3.- Características*

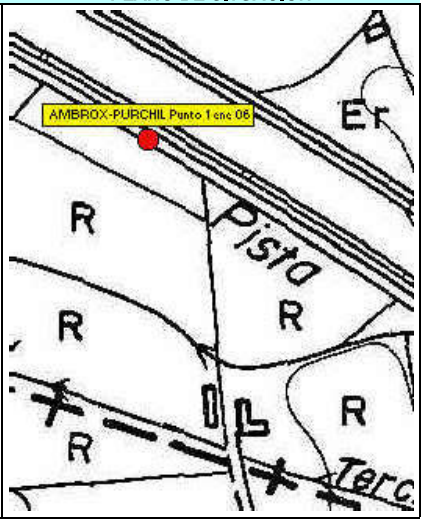
Materia orgánica:	Medio		Punta	Nutrientes:	Medio		Punta
D.B.O.	354	mg/l O_2	—	Nitrógeno total	31.1	mg/l N	—
D.Q.O.:	696	mg/l O_2	—	Fósforo total:	11.0	mg/l P	
S.S.:	297	mg/l	—				

4.- Carga equivalente

3454 habit. equiv. medios 3686 habit. equiv. máximos

FOTOGRAFÍA

PLANO DE SITUACIÓN



* Integración de los puntos P1 y P2

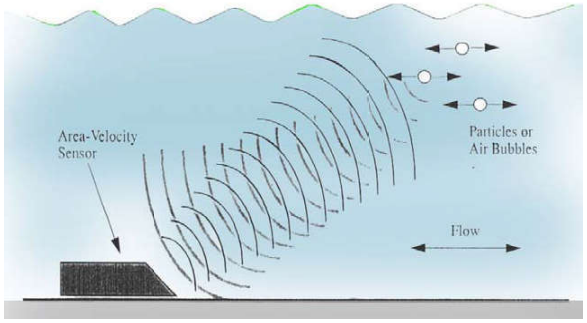
2.1 Muestreos - Metodología

La recogida de muestras fue realizada por personal técnico de la empresa D.B.O_5 S.L., el cual cada 2-3 horas procedía a la inspección del colector realizando un aforo del agua circulada, así como una toma de muestras puntual de la misma.

Al finalizar la jornada las diferentes sub-muestras tomadas se integraron ponderadamente al caudal circulado, obteniéndose una única muestra representativa y homogénea del agua diurna vertida por la totalidad de la población estudiada[2].

2.2. Medidas de caudales

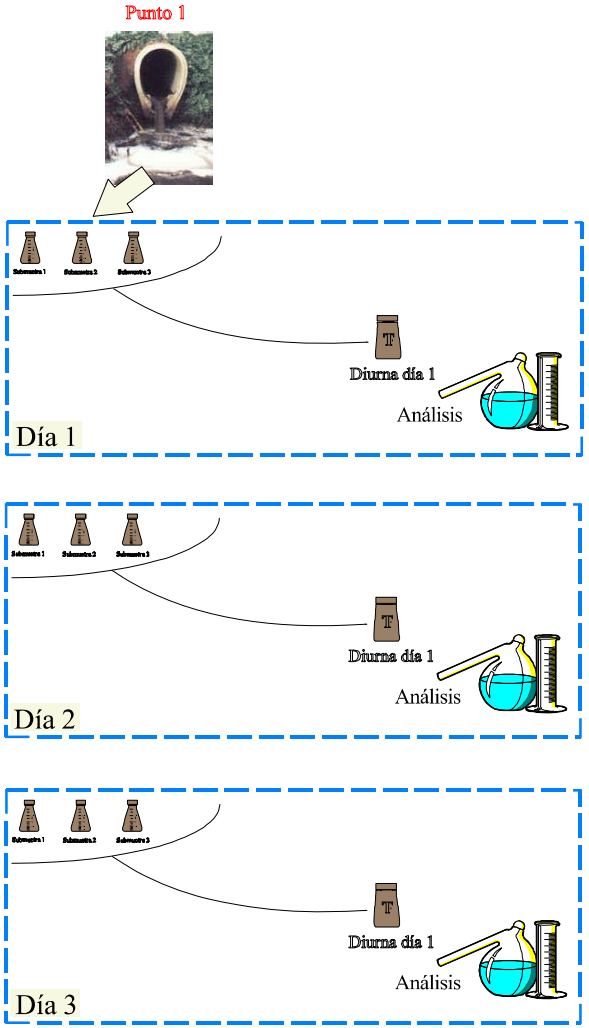
Los caudales fueron medidos mediante el sistema de "área-velocidad" para ello cada vez que se visita los puntos, con un micromolinete se procedía a medir la velocidad del agua y la altura de la lámina del agua, que junto con la sección del colector, nos permitió determinar el caudal circulante en este momento.



Esquema de medida de la velocidad por efecto doppler.

[2] *No se han considerado los colectores no estudiados.*

Esquema de integración muestras diurnas



2.3. Consideraciones

Existen aportes de agua limpia de acequias, así como by-pass de agua para riego.

Antes de proceder a los aforos se comprobó que aguas arriba del punto de vertido, las compuertas que se conocían estaban situadas en la posición que no interfería a los aforos, de forma que no hubiera by-pass o aportes de acequias.

2.4 Incidencias surgidas durante la toma de muestras

No se produjeron incidencias que pudieran influir en los resultados obtenidos del presente estudio.

2.4.1. Agua de dilución

No se observó agua de dilución.

2.4.2 Lluvias

No se registraron precipitaciones durante los trabajos, por lo que la realización de los mismos se efectuó en tiempo seco.

2.4.3 Mermas de agua

No se observaron by-pass de aguas, no obstante existen otros puntos de menor caudal de aguas negras que no han sido tenidos en cuenta.

2.4.4 Vertidos

No se registraron vertidos que pudieran alterar el resultado final del estudio realizado.

3. Caudales

3. Caudales

3.1. Caudales vertidos

Los aforos realizados en la presente campaña arrojaron los siguientes valores más representativos:

Caudales medios del punto estudiado en Purchil y Ambroz (Granada)	
Punto	**Total**
l/seg. medios	6.79
Total m^3/día	586.6
m^3/hora medios	24.4

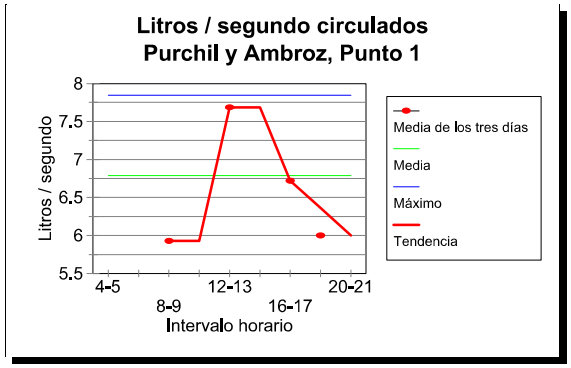
En las páginas siguientes, se incluyen las tablas y gráficos correspondientes a los valores registrados en el punto en cuestión.

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por las poblaciones de Purchil y Ambroz (Granada)

Purchil y Ambroz (Granada)

Caudal diurno. **Punto 1 (único)**

	23-Ene-06	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	*Media de los tres días*	
RANGO HORARIO	Litros/ segundo			**Litros / segundo**	**Metros³ / hora**
4-5					
6-7					
8-9		6.3	5.6	5.9	21.3
10-11					
12-13	7.0	6.8	9.3	7.7	27.7
14-15					
16-17			6.7	6.7	24.2
18-19	6.0	6.0		6.0	21.6
20-21	7.5				
Media	6.8	6.4	7.2	6.8	24.4
Máximo	7.5	6.8	9.3	7.8	28.2
Mínimo	6.0	6.0	5.6	5.9	21.1
Total m³	589.0	549.5	621.2	586.6	



4. Características

4. Características

Las características de las aguas residuales de la población se adjunta a continuación. Un resumen de las mismas quedaría de la siguiente forma:

Parámetros	Población
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	354
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	696
Sólidos en suspensión mg/l	297
Conductividad µS.cm-1 a 25ºC	2006
pH (unidades de pH)	7,61
m^3/día	586,6
Habitantes equivalentes	3454

Purchil y Ambroz (Granada)

Punto 1 (único)

Resultados analíticos muestra integrada diurna

Día de la semana	Jueves	Viernes	Sábado		
Parámetros / Fecha	23-Ene-06	24-Ene-06	25-Ene-06	MEDIA	MÁXIMA
Demanda Biológica Total de Oxígeno a 5 días mg/l O_2	318	388	356	354	388
Demanda Química de oxígeno al dicromato mg/l O_2	738	651	698	696	738
Sólidos en suspensión totales mg/l	236	408	246	297	408
Sólidos en suspensión volátiles mg/l	236	346	224	269	346
Sólidos en suspensión no volátiles mg/l	0	62	22	28	62
Fósforo total mg/l P	10.75	11.25	11.02	11.01	11.25
Nitrógeno total mg/l N	57.21	25.59	10.37	31.06	57.21
Temperatura ºC	12.8	12.6	12.5	12.6	12.8
pH (Unidades de pH)	7.55	7.68	7.59	7.61	7.68
Conductividad μS. cm-1 a 25 º C	1697	1922	2400	2006	2400
m^3 /dia	589.0	549.5	621.2	586.6	621.2
Litros segundo medios	6.8	6.4	7.2	6.8	7.2
Kg/día Sólidos en suspensión	139	224	153	172	224
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	187	213	221	207	221
Habitantes equivalentes D.B.O. (60 g/hab x dia)	3 121	3 553	3 686	3 454	3 686

Conductividades μS medidas in situ

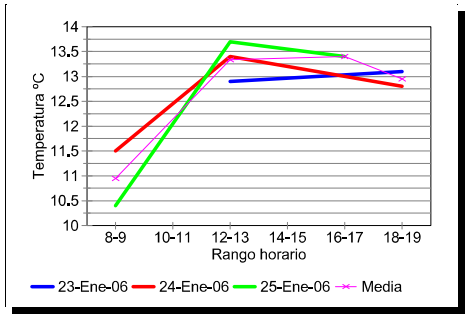
Colectores	Punto 1				
	M1	*M2*	*M3*	Media	Máxima
Día 1	1716	1625	1641	1661	1716
Día 2	2005	1811	1712	1843	2005
Día 3	2600	2754	1655	2336	2754
Media	2107	2063	1669	1947	2107
Máxima	2600	2754	1712	2355	**2754**

Purchil y Ambroz (Granada)

Temperaturas de agua ºC

Punto 1 (único)

RANGO HORARIO	*23-Ene-06*	*24-Ene-06*	*25-Ene-06*	Media
8-9		11.5	10.4	11.0
10-11				
12-13	12.9	13.4	13.7	13.3
14-15				
16-17			13.4	13.4
18-19	13.1	12.8		13.0
20-21	12.5			12.5
Media	12.8	12.6	12.5	12.6
Máximo	13.1	13.4	13.7	13.4
Mínimo	12.5	11.5	10.4	11.5
Temperatura ambiente ºC				
20 enero 2006, 16:25 horas			*14.1 ºC*	



5. Metodología

5. Metodología

Demanda Biológica de Oxígeno	Dilución y siembra método Winkler, posterior valoración con tiosulfato sódico.
Demanda Química de Oxígeno	Digestión con dicromato potásico a reflujo abierto durante 2 horas y valoración con SAF.
Sólidos en suspensión totales	Filtración, evaporación a 105 ºC y gravimetría.
Sólidos en suspensión volátiles	Filtración, secado a 105 ºC y calcinado a 550 ºC.
Nitrógeno Total	Digestión y espectrofotometría de Absorción Molecular.
Fósforo Total	Espectrofotometría de Absorción Molecular (ácido ascorbico).
Conductividad µS. cm-1 a 25	Electrometría.
pH	Potenciometría.
Temperatura	Termometría "in situ"
Referencia	Standars Methods Ed. 20-1998. Norma UNE-EN-ISO-5667-3.

Caudales y características de las aguas residuales vertidas por las poblaciones de Purchil y Ambroz (Granada)

6. Datos técnicos

6. Datos técnicos

	Medios	Máximos
Volumen de agua residual		
Por día m^3/día vertidos	586,6	621,2
Media l/seg.	6,8	7,2
Características		
Demanda Biológica de Oxígeno mg/l O_2	354	388
Demanda Química de Oxígeno mg/l O_2	696	738
Sólidos en Suspensión mg/l	297	408
Nitrógeno Total mg/l N	31.1	57.2
Conductividad µS/cm a 25º C	2006	2400
Cargas		
Kg/día Demanda Biológica de Oxígeno	207	221
Kg/día Sólidos en Suspensión	172	224
Habitantes equivalentes ($D.B.O_5$)	3454	3686
Habitantes del núcleo urbano censados		**12248**
Dotaciones por habitante		
Gramos Demanda Biológica de Oxígeno habitante y día	17	18
Gramos Sólidos en Suspensión habitante y día	14	61
Litros habitante y día vertidos	479	507

ANTEPROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA EDAR OESTE (LOS VADOS). GRANADA.

Se incluye a continuación copia del Estudio de Alternativas realizado con fecha marzo de 2009.

En el estudio, realizado a partir de los datos de partida facilitados por EMASAGRA, se deduce que el tratamiento biológico de doble etapa es más favorable desde el punto de vista de la ocupación de espacio, del coste de implantación y del coste de explotación.

En la redacción del presente documento, se hace una revisión del anteproyecto "AMPLIACIÓN DE LA EDAR OESTE (LOS VADOS), GRANADA", del año 2010, modificándose y adaptándose a las condiciones actuales y futuras, que varían de manera importante con las inicialmente previstas.

Una de las modificaciones sustanciales ha sido, según nuevos valores indicados por EMASAGRA, adaptar los datos de partida a unas condiciones futuras más realistas, reduciendo los valores de carga contaminante a unos parámetros más reales y estables para el escenario futuro.

Para estas nuevas hipótesis de partida, y considerando las posibilidades de implantación de la nueva ampliación dentro de la parcela, se considera como sistema más adecuado el tratamiento biológico convencional de fangos activos.

Para el desarrollo de dicho sistema se han afinado los datos de partida y los parámetros de diseño, según distintas reuniones mantenidas con EMASAGRA, por lo que los datos reflejados en este estudio pueden diferir de los recogidos en los restantes documentos del presente anteproyecto.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR OESTE (LOS VADOS) – GRANADA.

1. ANTECEDENTES. 3

2. OBJETO ALCANCE DEL ESTUDIO. 3

3. DATOS DE PARTIDA. 4

4. ESTADO ACTUAL. 4
4.1 LÍNEA DE AGUA 4
4.1.1 Recepción del agua residual. 4
4.1.2 Pretratamiento. 6
4.1.3 Desbaste de sólidos 6
4.1.4 Desarenado-Desengrasado 7
4.1.5 Tratamiento primario. 8
4.1.6 Tratamiento biológico. 9
4.1.7 Decantación secundaria y recirculación. 10
4.1.8 Desinfección del efluente. 11
4.1.9 Varios. 11
4.2 LÍNEA DE FANGO 11
4.2.1 Purga, bombeo, tamizado y espesamiento de fangos primarios. 11
4.2.2 Recirculación de fangos biológicos. 12
4.2.3 Purgado y flotación de fangos biológicos en exceso. 12
4.2.4 Digestión anaerobia mesofílica. 12
4.2.5 Depósito colchón. 14
4.2.6 Deshidratación de fangos. 14
4.3 P.T.A.I. 16
4.3.1 Bombeo de cabecera. 16
4.3.2 Desbaste de sólidos. 16
4.3.3 Desengrasado. 16
4.3.4 Flotación. 17
4.3.5 Línea de fango. 18

5. DATOS DE PARTIDA. 19

6. COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL. 19
6.1 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN ACTUAL. 19
6.1.1 Decantador primario 20
6.1.2 Reactor biológico 20
6.1.3 Decantador secundario. 22
6.1.4 Conclusiones. 23
6.2 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN FUTURA. 23
6.2.1 Decantación primaria. 24
6.2.2 Reactor biológico. 24
6.2.3 Decantación secundaria. 26
6.2.4 Conclusiones. 26

7. DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. 27

8. CONSIDERACIONES PREVIAS AL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. 27
8.1 CAUDALES Y CARGAS. 27
8.1.1 Parámetros de llegada. 28
8.2 PARCELA. 29
8.3 ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN. 31
8.3.1 Energía eléctrica. 31
8.3.2 Producción de energía eléctrica 31
8.3.3 Reactivos 31
8.3.4 Residuos. 32
8.3.5 Personal. 32
8.3.6 Mantenimiento y conservación 32
8.3.7 Varios. 33

9. ALTERNATIVAS PLANTEADAS. 33
9.1 PRETRATAMIENTO. 34
9.2 ALTERNATIVA 1: AIREACIÓN PROLONGADA. 35
9.2.1 Dimensionamiento. 35
9.2.1.1 Aireación prolongada sin decantación primaria. 35
9.2.1.2 Aireación prolongada con decantación primaria. 41
9.2.2 Conclusiones. 43
9.2.3 Implantación. 44
9.2.4 Estimación del coste de implantación. 45
9.2.5 Estudio de explotación. 46
9.3 ALTERNATIVA 2. 48
9.3.1 Dimensionamiento. 48
9.3.1.1 Opción A: dimensiones de elementos iguales a los existentes. 48
9.3.1.2 Opción B: cuatro líneas de tratamiento. 53
9.3.2 Conclusiones. 61
9.3.3 Implantación. 61
9.3.4 Estimación del coste de implantación. 62
9.3.5 Estudio de explotación. 63
9.4 ALTERNATIVA 3. 65
9.4.1 Dimensionamiento. 65
9.4.2 Conclusiones. 70
9.4.3 Implantación. 70
9.4.4 Estimación del coste de implantación. 71
9.4.5 Estudio de explotación. 73

10. CONSIDERACIONES FINALES. 75
10.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE DEPURACIÓN. 75
10.2 CONSIDERACIONES SOBRE FUTURAS AMPLIACIONES. 75

ANEXO 1: CÁLCULOS AMPLIACIÓN DOBLE ETAPA. 76

ANEXO 2: PLANOS. 81

1. ANTECEDENTES.

La Directiva 91/271 CEE impone que todas las poblaciones dispongan de un tratamiento adecuado de las aguas residuales antes del 31 de Diciembre de 2005. En esta materia confluyen competencias de las administraciones local, autonómica y central, lo que hace necesario una coordinación institucional para poder llevar a cabo una política coherente y eficaz.

Los municipios de la Vega de Granada se ordenaron bajo agrupaciones distintas para el estudio de los sistemas generales de saneamiento dependiendo de la EDAR a la que vierten o verterán sus aguas. En febrero de 2004 se adjudicaron por parte de La Junta de Andalucía la redacción de los siguientes proyectos cuyo ámbito de actuación queda distribuido de la siguiente forma:

- Proyecto de Agrupación Norte de Vertidos a la E.D.A.R. Los Vados (Granada). Empresa Adjudicataria UTE V.S. INGENIERÍA Y URBANISMO, S.L.-ALQUEVIR, S.L.
- Proyecto de Agrupación Dílar de Vertidos a la EDAR Los Vados (Granada). Empresa Adjudicataria Agua y Estructuras, S.A. (AYESA).
- Proyecto de Agrupación Granada-Sur a la E.D.A.R. de Churriana (Granada). Empresa Adjudicataria UTE INSERCO INGENIEROS-SERYNCO.
- Redacción del Pliego de Bases de la EDAR y Proyecto de Concentración de Vertidos de la Ampliación de la Aglomeración Urbana del Genil (Agrupación Genil Norte – Genil Sur). Empresa Adjudicataria UTE DINTRA5-PYSA MEDIOAMBIENTE

Con Fecha 27 de Noviembre del 2006 se firma el Convenio de colaboración entre la Agencia Andaluza del Agua de la Junta de Andalucía, el Excmo. Ayuntamiento de Granada, El Consorcio para el Desarrollo de La Vega-Sierra Elvira, El Consorcio Sierra Nevada-Vega Sur y los Ayuntamientos integrados en el mismo, para la coordinación, ejecución y financiación de las obras precisas para la mejora de la gestión, en alta, de los servicios públicos del ciclo integral urbano del agua en los ámbitos territoriales correspondientes en el entorno metropolitano de Granada. Dicho convenio es publicado en el BOJA número 238 de 12 de diciembre del 2006 desde la página 81 a la 96.

El 7 de Agosto del 2007 se publicó en el BOJA la ORDEN de 24 de julio de 2007, por la que se modifica el Anexo I del Decreto 310/2003, de 4 de noviembre, por el que se delimitan la aglomeraciones urbanas para el tratamiento de las aguas residuales de Andalucía y se establece el ámbito territorial de gestión de los servicios del ciclo integral del agua de las Entidades Locales a los efectos de actuación prioritaria de la Junta de Andalucía, que en lo que afecta a la Vega de Granada establece tres aglomeraciones urbanas:

- Aglomeración Granada Sur asociada a la EDAR Sur con capacidad de depuración actual para unos 400.000 Hab-equiv. y que se procederá a realizar su segunda fase de ampliación para alcanzar una capacidad futura de depuración entorno a los 600.000 Hab-equiv.
- Aglomeración Genil Cubillas esta agrupación no realiza ningún tipo de depuración de las aguas negras se está realizando el anteproyecto de una EDAR con capacidad para depurar entorno a los 100.000 hab-equiv.
- Aglomeración Granada Los Vados asociada a la EDAR Oeste (Los Vados) con capacidad de depuración actual para unos 120.000 Hab-equiv.

Dado que está previsto que la EDAR Oeste recoja los vertidos de la aglomeración urbana, lo que supondrá un aumento de las necesidades de depuración, resulta necesaria su ampliación.

IBERVIAS INGENIEROS S.L. resultó adjudicataria para la ejecución del contrato de CONSULTORÍA Y ASISTENCIA PARA LA REDACCIÓN DE LAS BASES TECNICAS DE LA AMPLIACIÓN DE LA EDAR OESTE (LOS VADOS), GRANADA.

2. OBJETO ALCANCE DEL ESTUDIO.

Se redacta el presente estudio de alternativas, al objeto de definir y valorar distintas alternativas para la ampliación de la EDAR Oeste, proporcionando a EMASAGRA una herramienta válida para definir la solución a desarrollar dentro de los trabajos recogidos en el contrato.

El presente estudio considera las necesidades de ampliación de la planta, y plantea una serie de alternativas, considerando tanto sistemas convencionales de depuración, como sistemas de depuración no convencionales.

Para las distintas alternativas consideradas, se realizará un estudio comparativo, destacando los siguientes aspectos:

- Necesidad de terreno m^2 / hab-equi.
- Costes aproximados de construcción €/hab-equi.
- Coste aproximado de explotación €/m^3 tratados al día.

3. DATOS DE PARTIDA.

Para la redacción de este informe se ha contado con los siguientes datos:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que rige el presente contrato.
- Notas obtenidas en visita realizada a la planta.
- Tablas de caudales medios, y cargas contaminantes medias, considerando la situación actual y futura, facilitadas por EMASAGRA.
- Proyecto modificado nº 1 del de construcción de la EDAR de Granada Oeste (marzo 1988).
- Levantamiento taquimétrico de la EDAR realizado por Ibervias Ingenieros S.L.

4. ESTADO ACTUAL.

En la E.D.A.R OESTE se trata la mayor parte del Agua Residual Urbana procedente de la zona Norte y Oeste de Granada a partir del eje del río Beiro. Además de ello también se trata agua residual industrial procedente de factoría existente en la zona.

Las aguas de origen urbano, tras una etapa de pretratamiento, seguida de una decantación primaria, son sometidas a un tratamiento convencional mediante fangos activados de media carga. El agua de origen industrial tras un pretratamiento específico, sufre un tratamiento físico químico previo, para después mezclarse con el resto del agua en el tratamiento biológico. Los fangos generados en la planta, tras su conveniente espesamiento son sometidos a un proceso de digestión anaeróbica mesofílica, deshidratándose finalmente mediante un sistema formado por filtros banda y una centrífuga.

La planta está formada por un conjunto de edificaciones e instalaciones ubicadas en el interior de un recinto cerrado de malla metálica. Para facilitar la descripción de estas instalaciones podemos dividir el proceso en tres líneas fundamentales de tratamiento:

- Línea de Agua.
- Línea de Fango.
- Planta de tratamiento de agua industrial (P.T.A.I)

4.1 LÍNEA DE AGUA

El proceso en la línea de agua de la E.D.A.R. tiene lugar mediante una serie de etapas de recepción, pretratamiento, decantación primaria, tratamiento biológico y desinfección.

4.1.1 Recepción del agua residual.

El Agua Residual Urbana llega por efecto de la gravedad a la E.D.A.R. a través de un emisario único de 1.000 mm, denominado “Oeste” el cual toma entidad aguas arriba al confluir el colector “Maracena” con el colector “Noroeste”.

Tras su llegada a la planta, el Agua Residual recibe su primer tratamiento. Éste se lleva a cabo en el Pozo de Gruesos, que es una unidad en cuyo fondo troncocónico se depositan por decantación los elementos inertes de mayor peso (principalmente arenas). Periódicamente el operador de procesos extrae dichos sólidos y los deposita en un contenedor de gruesos mediante una cuchara bivalva Blue Ibérica de 4 kW y 1 m^3 de capacidad, izada mediante un polipasto monocarril motorizado.

La entrada del agua desde el colector al pozo de gruesos está controlada mediante una compuerta motorizada de accionamiento manual local o remoto, que permite en caso de extrema necesidad la posibilidad de realizar un by pass del agua aferente.

Fotografía nº 1: vista general del pozo de gruesos.

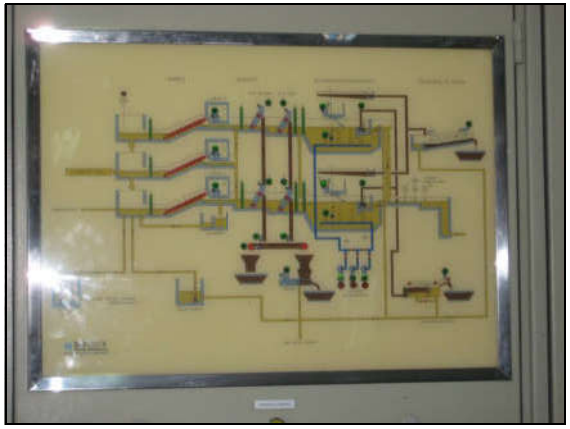
Fotografía nº 2: vista general del pozo de gruesos.
En primer plano compuerta; en segundo plano cuchara bivalva.

A la salida del pozo el agua pasa a través de un cortador de residuos de tipo Channel Monter CDD-XDM2.5 Multi Drive, con una capacidad máxima de tratamiento de 3.000 m^3/h cuya misión es impedir el acceso de grandes sólidos al interior de la instalación.

Fotografía nº 3: cortador de residuos.

Este tipo de triturador no elimina la contaminación, si no que tritura los gruesos hasta un tamaño menor que permite su paso hacia el resto del tratamiento.

El paso desde el pozo de gruesos a la zona de Pretratamiento se realiza mediante la elevación del agua a través de 3 tornillos de Arquímedes (2 + 1R) de 1.000 mm de diámetro, sobre cunas de hormigón, accionados mediante motorreductores de 54 CV, cuyo funcionamiento puede realizarse de forma manual o en automático. Su caudal unitario de diseño es de 754,5 m^3/h.



Fotografía nº 4: esquema del bombeo de elevación.

Fotografía nº 5: tornillos de Arquímedes.

Fotografía nº 6: motorreductor accionador de un tornillo.

4.1.2 Pretratamiento.

Su finalidad es eliminar determinados elementos en suspensión y emulsiones que pudieran provocar interferencias en posteriores etapas del tratamiento.

El Pretratamiento se compone de dos etapas:

-Desbaste de sólidos
-Desarenado-desengrasado

4.1.3 Desbaste de sólidos

El Agua Residual pasa a través de dos canales dotados de sendos tamices en escalera, de láminas autolimpiantes con una luz de paso de 3 mm.

Los sólidos retenidos de esta forma son elevados y descargados en un canal, gracias a los movimientos ascendentes alternativos de las láminas que componen cada uno de los tamices, siendo transportados por un tornillo helicoidal hasta una prensa de residuos de accionamiento hidráulico que los compacta para reducir su humedad y volumen.

Fotografía nº 7: tamices en escalera.

Fotografía nº 8: compactador de residuos de las rejas.

4.1.4 Desarenado-Desengrasado

Tras el desbaste, el agua residual se unifica en un canal y se vuelve a repartir en dos tanques paralelos en los que se elimina la mayor parte de las arenas y las grasas transportadas. A la entrada a cada uno de ellos existe una compuerta de accionamiento manual.

Fotografía nº 9: canales de desarenado y desengrasado.

Fotografía nº 10: canales de desarenado y desengrasado.

Mediante la acción de 2+1R soplantes MPR SEM 11 M FV GC de 8,7 kW, se insufla aire en una de las mitades de cada tanque, facilitando la decantación de las arenas al tiempo que se favorece la desemulsión de los aceites y grasas. La distribución del aire se realiza manualmente mediante válvulas.

Las materias flotantes ascienden hasta la superficie en la segunda mitad de cada uno de los tanques. Se dispone de un total 20 difusores de burbuja gruesa en cada una de las dos líneas. Las arenas decantan en el fondo de los estrechos pasillo de cada unidad y son succionadas mediante la acción de 2 bombas sumergidas Flygt de 2 kW que se mueven solidarias al carro de arrastre con movimiento lineal en doble sentido sobre raíles, siendo conducidas junto con agua, al clasificador-lavador de arenas, de tipo vaivén y motor de 3 kW de potencia, cuya actuación está enclavada con el bombeo de las mismas. El clasificador de arenas funciona mediante un peine de barrido fijado a un brazo oscilante que asciende las arenas por una rampa hasta salvar la línea de flotación, siendo descargadas finalmente sobre un contenedor de 6.000 l, exentas de agua. La anchura del clasificador es de 0,4 m.

Los aceites y grasas desemulsionados flotan en la zona de tranquilización, donde se acumulan superficialmente, siendo arrastradas a un vertedero inclinado mediante una rasqueta superficial solidaria al puente, de movimiento ascendente y descendente, arrastrando los flotantes sólo en el movimiento de avance del puente. Las grasas son enviadas por gravedad hasta el desengrasador, donde se concentran y envían libres de agua hasta el contenedor de 6 m^3 comentado anteriormente.

Fotografía nº 11: canales de desarenado y desengrasado.

Fotografía nº 12: mecanismo del clasificador de arenas.

Tras el pretratamiento, el agua residual es conducida hasta el tratamiento primario, previo paso por un canal Parshall de 2 pies de anchura.

Fotografía nº 13: canal Parshall.

4.1.5 Tratamiento primario.

En la E.D.A.R. hay dos decantadores primarios de 22 m de diámetro y 3 m de profundidad, de sección circular y fondo cónico provisto de unas rasquetas de fondo (solidarias al puente del decantador de 0,75 kW de potencia) que empujan el fango hacia una poceta central. El reparto de agua se realiza desde una cámara de hormigón, mediante 2 compuertas de estanqueidad completa.

El agua tratada rebosa continuamente por un vertedero triangular y perimetral a esta unidad y es conducida al tanque de fangos activados, mientras que los fangos primarios son purgados hacia un espesador por gravedad mediante bombeo previo hacia un tamiz en escalera de 1 mm de luz de paso. Los flotantes que pudieran generarse durante este proceso son conducidos hacia arquetas ciegas que se vacían periódicamente mediante equipos de succión subcontratados que los transportan hasta la cámara de envío de fango flotado a digestión.

Fotografía nº 14: arqueta de reparto a decantación primaria.

Fotografía nº 15: decantador primario.

Fotografía nº 16: aspecto del agua de salida del decantador primario.

4.1.6 Tratamiento biológico.

Se trata de un sistema convencional de fangos activados de media carga en flujo pistón, formado por 2 reactores de 1.958 m^3 de volumen unitario.

El agua decantada se mezcla con el agua procedente de la planta de tratamiento de agua industrial a la entrada del Reactor Biológico, existiendo la posibilidad de introducir dicho efluente en decantación primaria (mediante válvulas de mariposa manuales).

En las balsas de aireación se suministra aire mediante 3 equipos motosoplantes MPR SEM 55 de 2 velocidades (45/66 kW), más un cuarto equipo motosoplante MPR SEM 60 de 150 C.V provisto de variador de frecuencia, siendo el máximo caudal unitario aspirado, de 2.055 Nm^3/h (lento) y 3.350 Nm^3/h (rápido) en el primer caso, y de 5.000 Nm^3/h en el segundo. En el fondo de las balsas 1 y 2, se colocan 1.400 y 1.592 difusores de membrana Flygt Sanitaire de 9". La regulación del oxígeno se realiza mediante el escalonamiento de las soplantes en función de la concentración de oxígeno disuelto registrado por las 2 sondas de oxígeno existentes.

En cada uno de los reactores biológicos se dispone de un pequeño selector metabólico (cámaras anóxicas facultativas).

Fotografía nº 17: reactores biológicos.

Fotografía nº 18: cámaras anóxicas.

Fotografía nº 19: entrada de agua a reactor.

Fotografía nº 20: salida de agua y fangos.

En los dos reactores se han construido unas zonas de anoxia en cabecera con aireación facultativa, si bien, por lo ajustado del tamaño de los reactores es frecuente que sea necesario airear esta zona también. En verano se produce desnitrificación en los decantadores secundarios, como consecuencia de la nitrificación espontánea por altas temperaturas en los reactores. La desnitrificación incontrolada da lugar a empeoramiento de la calidad del efluente de la planta por arrastre de fangos decantados a la superficie acompañando a las burbujas de nitrógeno. Es frecuente en ciertas épocas la aparición de bulking.

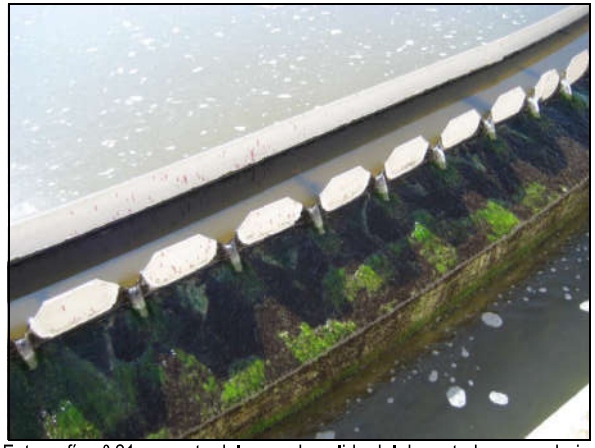
Como posteriormente se expone, el reactor biológico resulta insuficiente, siendo necesaria su ampliación.

4.1.7 Decantación secundaria y recirculación.

El efluente de los reactores biológicos aerobios pasa directamente a los tres decantadores secundarios de 28 m de diámetro y 3 m de profundidad donde mediante un fenómeno de decantación se consigue el rebose superficial del agua clarificada por los vertederos triangulares del canal perimetral, quedando retenidos los fangos activos en la solera de fondo cónico del decantador secundario.

Los flotantes que pudieran generarse durante este proceso son conducidos hacia arquetas ciegas que se vacían periódicamente mediante equipos de succión subcontratados que los transportan hasta la cámara de envío de fango flotado a digestión.

El fango biológico decantado es empujado mediante unas rasquetas de fondo solidarias a cada uno de los puentes de 0,75 kW de potencia, hasta una poceta central. Desde este punto, una parte es reconducida hacia cabecera del reactor biológico mediante elevación con 3 tornillos de Arquímedes (con el fin de mantener las concentraciones adecuadas de microorganismos en los reactores) y el exceso es evacuado hacia un concentrador por flotación de fangos biológicos en exceso.



Fotografía nº 21: aspecto del agua de salida del decantador secundario.

4.1.8 Desinfección del efluente.

El agua clarificada procedente de los decantadores secundarios es conducida por tuberías independientes hasta el laberinto de cloración, donde existe la posibilidad de desinfectarla mediante la adición de hipoclorito sódico a través de una bomba Dosapro Milton Roy 1 D 2 PR 3, de caudal máximo 2,8 l/h. El reparto final del efluente bien al río o a la acequia se realiza mediante el accionamiento manual de compuertas.

Fotografía nº 22: recinto de cloración.

4.1.9 Varios.

La planta dispone de una red de aguas negras y otra de vaciados y sobrenadantes de retorno a cabecera de la instalación. Así mismo se dispone de una red de agua sanitaria (pozo propio sobre el que se realiza una cloración) y otra red de agua de uso industrial y riego de jardines.

Se dispone de un edificio de transformación con 3 transformadores Siemens de 800 KVA provistos de sus seccionadores, disyuntores, equipos de medida y cuadro eléctrico de mando. Además, se dispone de 8 centros de control de motores ubicados en distintos puntos del recinto para llevar a cabo el control de los procesos que tienen lugar en cada una de las zonas.

Se dispone de un edificio de control de dos plantas desde el que se supervisa la operación de los distintos equipos a través de un SCADA.

Otros edificios existentes en la planta son: taller, comedor de personal, 2 almacenes y un vestuario.

4.2 LÍNEA DE FANGO

El proceso en la línea de fangos de las E.D.A.R. tiene lugar mediante una serie de etapas de concentración, traslado a digestión anaerobia y deshidratación mecánica de los citados fangos.

4.2.1 Purga, bombeo, tamizado y espesamiento de fangos primarios.

Los fangos primarios que se generan en el tratamiento primario de decantación son purgados periódicamente por bombeo (2 equipos Seepex 52 6 L BN de 7 kW de potencia unitaria y 40 m^3/h de caudal) hacia el tamiz.

Tras el paso del fango por el tamiz en escalera de 1 mm de luz de paso el fango cae por gravedad hacia el espesador por gravedad de 12 m diámetro y 3,5 m de altura. El espesador consta de un puente de hormigón y un equipo de accionamiento central con un sistema de picas y rasquetas de fondo que conducirán el fango a través de la solera inclinada hacia una poceta central de purga.

El fango purgado del espesador por gravedad, así como el flotado, pasan directamente hacia la impulsión de fango a los digestores.

Fotografía nº 23: espesador de gravedad.

4.2.2 Recirculación de fangos biológicos.

El fango biológico en exceso se recircula por aspiración desde una poceta central única, en cada uno de los tres decantadores secundarios. El control del caudal de fango recirculado se realiza mediante regulación manual en las correspondientes compuertas de entrada a cada uno de los 3 tornillos de Arquímedes de 359 m^3/h de caudal unitario y una potencia del reductor de 7,4 kW.

El caudal recirculado en cada una de las líneas es medido en continuo por un sistema de ultrasonidos en canal Parshall de 1 pie

4.2.3 Purgado y flotación de fangos biológicos en exceso.

El fango biológico en exceso es enviado hacia el flotador de 7 m de diámetro mediante 1 + 1R bombas sumergidas Flygt de 80 m^3/h de caudal y 2 kW de potencia unitaria. El espesado se realiza mediante un sistema de flotación en un tanque aportando aire presurizado disuelto en agua (sistema DAF), contándose para ello de 2 compresores de 2,2 kW cada uno y 1 + 1R bombas de recirculación KSB de 68 m^3/h de caudal unitario y 21,3 kW de potencia.

Fotografía nº 24: espesador por flotación.

Fotografía nº 25: fangos.

Un juego de rasquetas de superficie de movimiento radial periférico con el eje fijo en el centro del depósito circular retira el fango de la superficie y de ahí es enviado directamente a digestión.

4.2.4 Digestión anaerobia mesofílica.

El proceso de digestión anaeróbica y mesofílica de los fangos se realiza en 2 tanques de 2.400 m^3 de volumen unitario dotados de un sistema rompecostra en la cúpula accionado mediante un motorreductor exterior, compuerta de extracción rápida de costra, visor con limpiaparabrisas, campana de gas y válvula de seguridad.

La recirculación interna del fango se realiza mediante 1 + 1R bombas de 75 m^3/h y 4,6 kW de potencia. El fango fresco se une a la conducción del fango recirculado, siendo impulsado (el fango espesado por gravedad) por 1 + 1R bombas horizontales Seepex 52 6L BN de 40 m^3/h y Seepex 35 6L BN de 33 m^3/h, y el fango flotado mediante una bomba horizontal Seepex 52 6L BN de 40 m^3/h.

Fotografía nº 26: tanque digestor y depósito colchón.

Fotografía nº 27: tanques digestores y depósito colchón.

El aporte de calor necesario en la digestión anaerobia para el mantenimiento de la temperatura óptima procede de la combustión en las 2 calderas mixtas Thermital de 395 kW y 300.000 kcal/h. En condiciones normales de operación se emplea como combustible el propio biogás generado en la digestión anaerobia que es almacenado en una campana gasométrica, si bien también pueden funcionar con gas-oil, almacenado en un depósito enterrado en caso de riqueza o de caudal insuficiente del propio biogás. El intercambio de temperatura agua-fango, se produce a través de dos intercambiadores de calor (espiral y tubular concéntrico, respectivamente) colocados en serie. La recirculación del agua caliente se produce a través de 2 bombas Itur de 3 kW y 60 m^3/h de caudal unitario de impulsión.

Fotografía nº 27: Calderas.

Fotografía nº 28: Intercambiador de calor espiral.

Fotografía nº 29: intercambiador de calor tubular concéntrico.

Fotografía nº 30: gasómetro.

El biogás es utilizado igualmente como combustible en una antorcha que quema el excedente no consumible ni almacenable en la campana gasométrica de forma controlada, con una capacidad de 1.100.000 kcal/h. También se emplea para su inyección en las lanzas de agitación por las que se insufla el biogás desde 1 + 1R compresores de gas MPR R 15 G HP hasta el fondo de los digestores.

Las lanzas huecas están provistas de tomas de agua a presión para eliminación de posibles atascos (detectados por cada uno de los visores que tiene a la entrada al digestor cada lanza). Existe un filtro de grava de 700 mm de diámetro y un filtro cerámico de 500 mm de diámetro con 10 piezas en su interior. En los puntos bajos de la mayoría de conducciones se disponen de trampas de condensados para evitar corrosiones. En la sala de calderas se dispone también de un depósito de expansión de agua caliente.

La presión adecuada de gas en las calderas se consigue mediante el empleo de 1 + 1R ventiladores de sobre elevación de presión de 2 CV.

El biogás se almacena en un gasómetro de 500 m^3 de capacidad formado por una campana gasométrica móvil invertida flotante sobre un depósito de agua que hace de sello.

4.2.5 Depósito colchón.

El fango digerido rebosa continuamente desde los dos digestores anaerobios hacia el depósito colchón de 1.000 m^3 de capacidad a través de tuberías aéreas (ver fotografía nº 26). Este depósito actúa como tanque de regulación para la puesta en marcha/paro del proceso de deshidratación mecánica.

El depósito de fangos digerido no suele tener función alguna nada más que la de retener los fangos el tiempo suficiente antes de la deshidratación. Por tanto, no importa que sea pequeño siempre que se pueda secar bien en las centrifugas, aunque se necesiten más horas de trabajo. Se puede estudiar la cubrición del mismo.

4.2.6 Deshidratación de fangos.

Se dispone de 2 filtros banda modelo Ecomachine de Filtramasa de 15 m^3/h de caudal unitario en un avanzado estado de deterioro (se utilizarán exclusivamente como elemento de reserva de la centrífuga, una vez puesta en marcha). En paralelo a los filtros se ha instalado una centrífuga Alfa Laval G2 80 con capacidad de tratamiento de 35 m^3/h de fango. También se ha instalado un preparador automático de polielectrolito Prominent, modelo Ultromat de 4.000 l/h.

Fotografía nº 31: filtros banda de secado de fangos.

Fotografía nº 32: deshidratadora centrífuga.

Fotografía nº 33: preparador automático de polielectrolito.

La torta de fango deshidratado procedente de los equipos de deshidratación mecánico se envía hasta la tolva (de 25 m^3 de capacidad) mediante 3 cintas transportadoras. La apertura de la tolva para el vaciado sobre los camiones se realiza localmente mediante compuertas de accionamiento neumático. En el caso de la nueva centrífuga, la salida del fango hasta la primera cinta inclinada se realiza mediante una bomba de alta presión Albosa de 7.5 kW, dotada de variador de frecuencia.

El envío del fango digerido desde el depósito colchón hasta los equipos de deshidratación mecánica se realiza a través de 1 + 1R bombas mono Seepex 52 6L BN de 40 m^3/h dotadas de variador de frecuencia, más una tercera bomba de reserva mono Seepex 35 6L BN de 35 m^3/h, dotada de variador manual (muy deteriorada). Se dispone de 2 caudalímetros electromágnéticos Endress Hausser para el control del caudal enviado.

Para el suministro de polielectrolito se dispone de 3 bombas Seepex 2 6L BN con un caudal máximo unitario de 2.000 l/h, dotadas todas ellas de variador de frecuencia. Existe la posibilidad de realizar dilución en línea con agua de servicio.

Fotografía nº 34: deshidratadora centrífuga.

4.3 P.T.A.I.

La Planta de Tratamiento de Agua Industrial consiste en un edificio ubicado dentro del recinto de la E.D.A.R, en el que se recibe a través de un sistema de bombeo el Agua Residual procedente de factoría para su tratamiento.

Fotografía nº 35: vista exterior edificio de PTAI

El principal proceso que se lleva a cabo en la P.T.A.I. consiste en un tratamiento físico-químico, con el objetivo de realizar una transformación del agua industrial asimilándola en carga contaminante al Agua Residual Urbana.

Una vez conseguido el mencionado propósito, se mezcla con el Agua Decantada a la entrada de las balsas de aireación. Los fangos producidos en el tratamiento se mezclan también con los fangos flotados del agua residual urbana antes de ser enviados a digestión, para posteriormente ser deshidratados, tal y como se comentó anteriormente.

4.3.1 Bombeo de cabecera.

El bombeo de cabecera se encuentra dentro de un recinto cerrado, en el exterior de la planta, y consta de un depósito de agua bruta desde el que se realiza la impulsión del efluente hasta la planta mediante 3 equipos motobombas sumergidas Flygt de 7 kW y 165 m^3/h de caudal nominal que funcionan automáticamente en base a unos niveles de arranque/parada. El recinto dispone de un grupo electrógeno alimentado por gas oil que funciona en caso de producirse un corte en el suministro eléctrico. La distancia hasta la E.D.A.R OESTE es de aproximadamente 4,5 km.

4.3.2 Desbaste de sólidos.

El Agua Bruta Industrial llega bombeada a un depósito y mediante bombeo (2 + 1R equipos sumergidos, Flygt de 165 m^3/h), es impulsada hacia los dos tamices de 3 mm (uno de ellos rotatorio y el otro en escalera autolimpiante), en los que se produce el desbaste de los sólidos de mayor tamaño arrastrados. Dichos sólidos caen a un canal donde un tornillo sinfín los retira y los transporta a un contenedor.

4.3.3 Desengrasado.

Tras el desbaste en los tamices, el agua cae por gravedad al desengrasador industrial, donde mediante 1 + 1R soplantes se insufla aire al agua, provocando la separación de la grasa que contiene. Se emplea unas rasquetas superficiales para retirar la grasa desemulsionada, cayendo ésta a un contenedor específico de 3 m^3 con tapa.

Fotografía nº 36: desengrasador. Al fondo se observa el desbaste de sólidos.

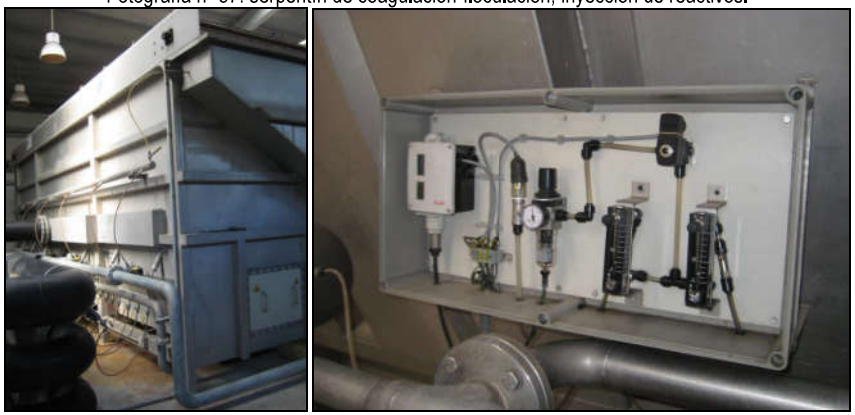
Una vez desengrasada, el agua cae, de igual forma, por gravedad, a un depósito de homogeneización, provisto de 2 agitadores para que el agua pretratada llegue al flotador lo más homogénea posible.

Dicha impulsión se lleva a cabo mediante 2 bombas sumergidas Flygt de 7,5 kW y unos 200 m^3/h de capacidad unitaria. Existe un variador de frecuencia para regular el caudal bombeado al flotador.

4.3.4 Flotación.

El agua pretratada es impulsada tal y como se comentó anteriormente hasta el serpentín de coagulación-floculación, donde se inyecta al agua un coagulante específico (policloruro de aluminio), seguido de un floculante (polielectrolito líquido no iónico), y finalmente se inyecta aire comprimido disuelto en una corriente de agua.

Fotografía nº 37: serpentín de coagulación-floculación; inyección de reactivos.



Fotografía nº 38: serpentín de coagulación-floculación; inyección de aire comprimido.

En la salida del depósito de agua pretratada se neutraliza el elevado pH del agua mediante la adición de CO_2 en forma de gas. Dicho reactivo se encuentra almacenado en forma líquida a -20º C en el exterior de la P.T.A.I dentro de un tanque de 12 Tm, gasificándose mediante 2 evaporadores antes de su dosificación. El control exacto de esta dosificación se realiza mediante una válvula proporcional de funcionamiento automático en función de un valor de pH consignado.

En el flotador se producirá la separación del fango (por flotación) y las arenas que contenga el agua (por decantación), recirculándose parte del efluente nuevamente al serpentín fisicoquímico, mientras que el resto del agua tratada es enviada directamente al tratamiento biológico. La bomba de recirculación es Sterling y su caudal nominal son 60 m^3/h, con una potencia de 16 kW.

Fotografía nº 39: flotador.

En la superficie del flotador se disponen dos rasquetas que se encargan de arrastrar el fango flotado empujándolo hasta los 2 depósitos de fango. Las arenas que se depositan en el fondo del flotador, son arrastradas también por unas rasquetas y eliminadas del sistema mediante válvulas temporizadas de accionamiento neumático.

Para la dosificación de los reactivos comentados anteriormente se dispone: de 1 + 1R bomba dosificadora de coagulante, Aldos KM 254 de 0,55 kW y 291 l/h; una bomba Alweiller ADBP 0,40 de 0,25 kW para dosificar polielectrolito concentrado y un equipo Alweiller ANBP 12.2 de 0,43 kW para la dosificación de polielectrolito diluido.

Fotografía nº 40: bombas de dosificación.

Fotografía nº 41: depósito para polielectrolito diluido.

El coagulante se almacena en 2 depósitos situados en el exterior del edificio, dentro de un cubeto de retención, con capacidad total para 30 m^3 de producto. El polielectrolito se suministra en depósitos de 1 m^3.

Fotografía nº 42: depósito de coagulante.

4.3.5 Línea de fango.

El fango almacenado en los 2 depósitos troncocónicos es bombeado automáticamente en función del nivel que alcancen hasta la arqueta de fango flotado, donde se mezcla con el fango flotado procedente del flotador de Agua Residual Bruta y desde allí se bombea a los digestores, para posteriormente ser deshidratado. El bombeo se realiza mediante 2 + 2R bombas Seepex 15 6 L BN de 10 m^3/h de caudal unitario y 2,2 kW de potencia.

Fotografía nº 43: bombeo de fangos.

5. DATOS DE PARTIDA.

Según los datos facilitados, la EDAR Los Vados tiene un caudal de diseño 22.000 m³/día, para 100.000 hab.eq/día.

Actualmente están tratando un caudal de 21.500 m³/día con 250.000 hab.eq/día, divididos en:

- Agua urbana (ARU): 15.000 m³/día con 130.000 hab.eq/día
- Agua industrial (ARI): 5.000 m³/día con 115.000 hab.eq/día.

Para el estudio del estado actual de la planta se consideran los siguientes escenarios:

	CAUDAL	VALORES ANALÍTICOS MEDIOS			
SITUACIÓN	M³/DÍA	SÓL.SUSP. (mg/L)	DQO (mgO2/L)	DBO5 (mgO2/L)	HAB-EQUIV
SITUACIÓN ACTUAL (AGUA RESIDUAL URBANA+ARU).	17.609,00	388,99	1.241,20	757,01	222.171
SITUACIÓN FUTURA (AÑO HORIZONTE). CAUDAL Y CARGAS CONTAMINANTES APORTADAS POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE EMASAGRA.	72.000,00	310,00	955,00	460,00	636.000

6. COMPROBACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

Con lo datos disponibles en este momento, se va a hacer una estimación del funcionamiento de la línea de agua de la planta para la situación actual, para a continuación contemplar las ampliaciones para los distintos supuestos de caudales y cargas, según previsiones de EMASAGRA. El objeto de este precálculo es conocer la capacidad de los terrenos disponibles, dentro de los actuales límites de la planta, para integrar la ampliación prevista, así como poner de manifiesto las limitaciones de las actuales instalaciones para tratar todos los afluentes que le llegan.

Se parte siempre de los datos de los vertidos industriales suministrados y del rendimiento del tratamiento primario al que se están sometiendo actualmente. Se contempla asimismo que los efluentes del tratamiento primario de las aguas de origen industrial se van a mezclar con los procedentes de la decantación primaria, antes de pasar al biológico.

6.1 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Los datos de partida, adoptados, se exponen a continuación:

VERTIDO ARU.	
Población (hb)	107.171,00
Dotación (l/hb.día)	117,65
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	45,77
Factor punta de contaminación	1,50
VERTIDO ARI.	
Caudal aportado (m³/día)	5.000,00
Carga diaria DBO_5 (Kg/día)	6.900,00
Rendimiento primario instalado (%)	60,00
Carga diaria DBO5 entrante a biológico (Kg/día)	2.760,00
CAUDALES	
Caudal diario (m³/día)	17.609,00
Caudal medio (m³/h)	733,71
Caudal máximo (m³/h)	1.206,78

Las cargas contaminantes (no se dispone de datos sobre el NTK ni sobre el contenido de sales de fósforo) son las siguientes:

CONTAMINACION	
Carga DBO_5 (Kg/día)	13.330,26
Concentración media DBO_5 (mg/l)	757,01
Concentración máxima DBO_5 (mg/l)	1.135,52
Carga de SS (Kg/día)	6.849,72

Concentración media SS (mg/l)	388,99
Concentración máxima SS (mg/l)	583,49
Concentración media SSV (mg/l)	252,84

6.1.1 Decantador primario

El diseño se hace para las dos líneas de decantación. Los parámetros que se reproducen a continuación son por línea.

Parámetros de entrada, por línea:

- Caudal medio entrada (m3/d)..... 6.304,50
- Caudal medio horario (m3/h)..... 262,69
- Caudal punta de diseño (m3/h)..... 443,38

Diseño:

- Velocidad ascencional máxima a caudal medio (m3/m2/h)..... 1,00
- Superficie necesaria (m2)..... 262,69
- Tipo de decantador..... Sección circular

Dimensiones del decantador circular:

- Superficie necesaria (m2)..... 262,69
- Diámetro necesario (m)..... 18,29
- Diámetro adoptado (m)..... 22,00
- Tipo de extracción del fango..... Rasquetas
- Calado en el vertedero (m)..... 2,50
- Pendiente de la solera (%)..... 12,00
- Calado en el centro (m)..... 3,82
- Perímetro del decantador (m)..... 69,12
- Número de vertederos de salida adoptados (unidades)..... 1,00

Parámetros de diseño reales:

- Superficie real (m)..... 380,13
- Volumen (m^3)..... 1.117,59
- Longitud del vertedero (ml)..... 69,12
- Velocidad ascencional real a caudal medio (m/h)..... 0,69
- Velocidad ascencional real a caudal máximo (m/h)..... 1,17
- Tiempo de retención a caudal medio (h)..... 4,25
- Tiempo de retención a caudal máximo (h)..... 2,52
- Caudal sobre el vertedero a caudal medio (m3/h/ml)..... 3,80
- Caudal sobre el vertedero a caudal máximo (m3/h/ml)..... 6,42

Parámetros de reducción:

- Reducción de DBO5 (%)..... 30,00
- Reducción de S.S. (%)..... 65,00

Producción de fangos:

- Producción de fangos químicos (kg/d)..... 0,00
- Producción de fangos físicos (kg/d)..... 1.594,22
- Producción total de fangos (kg/d)..... 1.594,22
- Concentración de la purga (g/l)..... 10,00
- Volumen total de fangos (m3/d)..... 159,42
- Tanto por ciento de sólidos volátiles (% p/p)..... 67,50
- Producción de fangos volátiles (kg/d)..... 1.076,10
- Producción de fangos minerales (kg/d)..... 518,12
- Volumen de fangos volátiles (m3/d)..... 107,61
- Volumen de fangos minerales (m3/d)..... 51,81

Los parámetros de funcionamiento de los dos decantadores primarios actuales están dentro de lo normal.

6.1.2 Reactor biológico

El diseño se hace como si fuera un único reactor.

Parámetros de entrada:

- Caudal medio diario (m^3/d)..... 17.609,00
- Caudal medio horario (m^3/h)..... 733,71
- Caudal punta de diseño (m^3/h)..... 1.206,78
- DBO5 entrada (mg/l)..... 400,18
- Carga diaria de DBO5 entrada (Kg/d)..... 7.046,77
- S.S. entrada (mg/l)..... 129,66
- Carga diaria de S.S. entrada (Kg/d)..... 2.283,18
- DBO5 en el efluente (mg/l)..... 25,00
- S.S. en el efluente (mg/l)..... 35,00

Volumen del reactor:

- Carga másica (Cm) (kg DBO5/d/kg MLSS)..... 0,30
- Concentración de sólidos en la cuba (MLSS) (g/l)..... 3,00
- Carga volumínica (Cv) (kg DBO5/d/m^3)..... 0,90
- Volumen necesario del reactor biológico (m^3, por reactor)..... 7.829,74
- Volumen adoptado del reactor biológico (m^3, por reactor)..... 7.830,00
- Carga másica real (Cm) (kg DBO5/d/kg MLSS)..... 0,30
- Carga volumínica real (Cv) (kg DBO5/d/m^3)..... 0,90
- Producción estimada de fango por DBO5 eliminada (kg/kg)..... 0,91
- Producción de fangos en exceso por DBO5 eliminada (kg/kg)..... 0,91
- Producción diaria de fangos (kg/d, por reactor)..... 6.011,96
- Edad del fango (d)..... 3,91
- Tiempo de retención hidráulico a caudal medio (h)..... 10,67
- Tiempo de retención hidráulico a caudal máximo (h)..... 6,49

Esto significa que para que se pueda depurar con las garantías suficientes (al margen de la cantidad de aire que se deba aportar al biológico) el reactor biológico debería contar con el doble de capacidad que la actual (7.830 m^3 / 1.876,80 m^3/vaso = 4 vasos).

Aún así y con este volumen no se consigue una edad de fango razonable (necesitamos entorno a 5 días y sale algo menos de 4).

Con esto datos nos salen cuatro líneas en total.

O_2 para síntesis y respiración:

- DBO5 a eliminar (kg/d, por reactor)..... 6.606,54
- Coeficiente de síntesis a' (función de Cm) (kg O2/Kg DBO5)..... 0,55
- O_2 para síntesis (kg O_2/d, por reactor)..... 3.645,65
- Necesidades para respiración..... Si
- Volumen total de la zona aereada (m^3, por reactor)..... 7.830,00
- Concentración de sólidos (g/l)..... 3,00
- Masa de fangos (kg, por reactor)..... 23.490,00
- Coeficiente de respiración b' (función de Cm) (kg O_2/kg MS)..... 0,11
- O_2 para respiración (kg O_2/d)..... 2.557,05

Necesidades de O_2:

- Necesidades medias de O_2 (kg O_2/d, por reactor)..... 6.202,70
- Necesidades medias de O_2 (kg O_2/h, por reactor)..... 258,45
- Coeficiente punta de caudal..... 1,64
- Coeficiente punta de contaminación..... 1,50
- Coeficiente punta de polución..... 2,47
- Coeficiente de simultaneidad..... 0,80
- Coeficiente punta de oxígeno..... 1,97
- Necesidades máximas de O_2 (kg O_2/d, por reactor)..... 9.752,55
- Necesidades máximas de O_2 (kg O_2/h, por reactor)..... 406,36

Coeficiente corrector del O_2:

- Temperatura máxima de diseño de la aireación (ºC)..... 18,00
- Altitud sobre el nivel del mar (m)..... 600,00
- Concentración de saturación a 10ºC y agua pura (Cs*10) (mg/l)..... 11,33
- Coeficiente Beta..... 0,80
- Concentración de saturación en la cuba a su temperatura (Cs) (mg/l)..... 7,62
- Concentración de O_2 en la cuba a caudal medio (Clmed) (mg/l)..... 2,00
- Concentración de O_2 en la cuba a caudal máximo (Clmax) (mg/l)..... 1,50

- Coeficiente de difusión a 10º y temperatura de diseño (m^2/s)..... 0,86
- Coeficiente de intercambio entre el licor y agua pura (alfa) 0,55
- Coeficiente de transferencia medio..... 0,29
- Coeficiente de transferencia punta..... 0,32

Necesidades reales de aire:

- Necesidades reales medias de O_2 (kg O_2/d, por reactor)..... 21.029,94
- Necesidades reales medias de O_2 (kg O_2/h, por reactor)..... 876,25
- Necesidades reales máximas de O_2 (kg O_2/d, por reactor)..... 30.364,59
- Necesidades reales máximas de O_2 (kg O_2/h, por reactor)..... 1.265,19
- Tipo de aireación elegida .....Aireación por difusores

Aireación por difusores:

- Contenido de O_2 en el aire (g O_2/Nm^3 aire)..... 298,27
- Necesidades medias de aire (Nm^3/h, por reactor)..... 2.937,77
- Necesidades máximas de aire (Nm^3/h, por reactor)..... 4.241,76
- Tipo de difusor elegido.....Burbuja fina
- Rendimiento de los difusores (%) 18,00
- Caudal real de aire medio (Nm^3/h, por reactor)..... 13.320,94
- Caudal real de aire máximo (Nm^3/h, por reactor)..... 23.565,33

6.1.3 Decantador secundario

El diseño se hace para tres líneas de decantación. Los parámetros que se reproducen a continuación son por línea.

Parámetros de entrada, por línea:

- Caudal medio entrada (m^3/d) 5.869,67
- Caudal medio horario (m^3/h) 244,57
- Caudal punta de diseño (m^3/h)..... 402,26

Diseño:

- Velocidad ascencional máxima a caudal medio (m^3/m^2/h).....0,80
- Concentración media del fango en el reactor (MLSS) (kg/m^3) 3,00
- Carga de sólidos a caudal medio (kg/m^2/h) 2,50
- Superficie necesaria por velocidad ascencional (m^2).....305,71
- Superficie necesaria por carga de sólidos (m^2) 293,48
- Superficie mínima necesaria (m^2).....305,71
- Tipo de decantador..... Sección circular

Dimensiones del decantador circular:

- Superficie necesaria (m^2).....305,71
- Diámetro necesario (m) 19,73
- Diámetro adoptado (m).....28,00
- Tipo de extracción del fango..... Rasquetas
- Tipo de puente..... Radial
- Calado en el vertedero (m) 2,60
- Pendiente de la solera (%).....10,00
- Calado en el centro (m) 4,00
- Perímetro del decantador (m).....87,96
- Número de vertederos de salida adoptados (unidades) 1,00

Parámetros de diseño reales:

- Superficie real (m, por decantador) 615,75
- Volumen (m^3, por decantador).....1.888,31
- Longitud del vertedero (ml, por decantador).....87,96
- Velocidad ascencional real a caudal medio (m/h).....0,40
- Velocidad ascencional real a caudal máximo (m/h).....0,65
- Carga de sólidos real a caudal medio (kg/m^3/h) 1,19
- Carga de sólidos real a caudal máximo (kg/m^3/h).....1,96
- Tiempo de retención a caudal medio (h).....7,72
- Tiempo de retención a caudal máximo (h).....4,69
- Caudal sobre el vertedero a caudal medio (m^3/h/ml) 2,78

- Caudal sobre el vertedero a caudal máximo ($m^3/h/ml$)..... 4,57

Producción de fangos:

- Producción de fangos en exceso (kg/d, por decantador)..... 2.003,99
- Concentración de la purga (g/l)..... 6,00
- Volumen de fangos en exceso (m^3/d, por decantador) 334,00
- Tanto por ciento de sólidos volátiles (% (p/p)) 70,00
- Producción de fangos volátiles (kg/d, por decantador)..... 1.402,79
- Producción de fangos minerales (kg/d, por decantador)..... 601,20
- Volumen de fangos volátiles (m^3/d, por decantador)..... 233,80
- Volumen de fangos minerales (m^3/d, por decantador)..... 100,20

Los parámetros de funcionamiento de los tres decantadores secundarios actuales están dentro de lo normal.

6.1.4 Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

Línea de agua:

- Obra de llegada: es conveniente sustituir el triturador existente por otro sistema de eficacia probada y que de menores problemas.
- Pretratamiento: es correcto para la situación actual, si bien necesita alguna mejora puntual como la ampliación del clasificador y el desnatador.
- Decantación primaria: funcionan correctamente, no siendo necesaria su ampliación para la situación actual.
- Reactor biológico: es claramente insuficiente, siendo necesaria su ampliación hasta contar con cuatro vasos análogos a los existentes. Estas conclusiones se han obtenido sin tener en cuenta la desnitrificación.
- Decantación secundaria: a priori, funcionan correctamente, no siendo necesaria su ampliación actual. No obstante, el jefe de planta manifiesta que en la práctica tiene algún problema de BULKING, que pudiera indicar la necesidad de un mayor volumen de decantación.
- Pretratamiento de Agua Industrial. Actualmente funciona correctamente y con unos rendimientos excelentes.

Línea de fangos.

Si bien, en esta fase no se ha entrado en su dimensionamiento, será necesario comprobarlo además de investigar con el máximo detalle posible el funcionamiento de los digestores, intentando determinar a que se debe que no se pueda mantener la temperatura del fango, siendo las dos posibilidades para ello, el bajo rendimiento de las nuevas calderas por el alto contenido en sulfuros del gas, y una incorrecta agitación dentro de los digestores, con zonas muertas, donde el fango no se remueva.

Dado que esta última opción es difícil de comprobar se puede comenzar con la desulfuración, si bien puede ser un tratamiento caro que no arroje los resultados deseados, si no es la base del problema. También se puede construir un nuevo digestor, que será necesario en situaciones futuras, y aprovechar este para realizar labores de mantenimiento y reparaciones en los digestores existentes.

En cuanto al secado de fangos, se propone la sustitución por un nuevo edificio en el que se instale la centrífuga, con una bomba de tornillo debajo y una tubería hasta una tolva nueva. La capacidad necesaria de la tolva depende del tiempo que se quiera tener el fango almacenado.

6.2 CÁLCULO DE LA SITUACIÓN FUTURA

Esta situación corresponde a la conexión de las poblaciones gestionadas por Emasagra y Aguasvira, con los datos de caudales y cargas contaminantes considerados para el año horizonte.

Se exponen en primer lugar los datos de partida adaptados:

VERTIDO ARU.	
Población (hb)	287.629,00
Dotación (l/hb.día)	230,00
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	39,02

Factor punta de contaminación	1,50
VERTIDO ARI.	
Caudal aportado (m^3/día)	5.000,00
Carga diaria DBO_5 (Kg/día)	6.900,00
Rendimiento primario instalado (%)	50,00
Carga diaria DBO5 entrante a biológico (Kg/día)	3.450,00
CAUDALES	
Caudal diario (m^3/día)	72.000,00
Caudal medio (m^3/h)	3.000,00
Caudal máximo (m^3/h)	4.590,00

Las cargas contaminantes (no se dispone de datos sobre el NTK ni sobre el contenido de sales de fósforo) son las siguientes:

CONTAMINACION	
Carga DBO_5 (Kg/día)	27.055,02
Concentración media DBO_5 (mg/l)	578,48
Concentración máxima DBO_5 (mg/l)	867,72
Carga de SS (Kg/día)	13.107,53
Concentración media SS (mg/l)	313,81
Concentración máxima SS (mg/l)	470,72
Concentración media SSV (mg/l)	203,98

Con los datos anteriores se dimensionará el tratamiento biológico:

6.2.1 Decantación primaria.

Se exponen los parámetros de funcionamiento, teniendo en cuenta como en los casos anteriores, que los vertidos de origen industrial pretratados no van a pasar por este proceso, puesto que ya cuentan con su propio tratamiento primario.

CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)		41.769,00
Caudal medio (m^3/h)		1.740,38
Caudal máximo (m^3/h)		2.695,27
DECANTADORES CIRCULARES		
Velocidad ascensional (m^3/m^2.h)		
	a Qmed	1,14
	a Qmax	1,77
Superficie total (m^2)		1.520,53
Nº decantadores (uds.)		4,00
Diámetro (m)		22,00
Calado en vertical vertedero (m)		2,50
Profundidad máxima (m)		3,80
Volumen unitario (m^3)		1.115,05
Volumen total (m^3)		4.460,22
Tiempo de retención (h)		
	a Qmed	2,56
	a Qmax	1,65
Carga hidráulica sobre vertedero (m^3/ml.h)		
	a Qmed	6,30
	a Qmax	9,75

Se ha incrementado en dos el número de decantadores primarios, es decir se deberá hacer uso del espacio destinado para ampliaciones de la planta.

6.2.2 Reactor biológico.

EFLUENTES	
Concentración final DBO_5 (mg/l)	25,00
Concentración final SS (mg/l)	30,00

REACTOR BIOLOGICO

Reducción DBO_5 en primario (%)	33,00
Reducción SS en primario (%)	65,00
Carga DBO_5 entrada (Kg/día)	16.263,86
Concentración DBO_5 entrada (mg/l)	347,75
Carga SS entrada (Kg/día)	4.587,64
Concentración SS entrada (mg/l)	109,83
Concentración MLSS (mg/l)	3.094,92
Rendimiento biológico (%)	92,81
Carga másica (C_m)	0,35
Carga volúmica (Kg DBO_5/m^3.día)	1,08
Masa de fangos en reactor (Kg)	46.468,18
Edad del fango (días)	3,85

El reactor resultante es el siguiente:

Volumen de aireación (m^3)	15.014,32
Tiempo de retención. (h) a Qmed.	7,70
Tiempo de retención. (h) a Qmax.	5,01
DBO5 eliminada (Kg/día)	15.094,64

Dimensiones reactor

Largo (m)	34,00
Ancho (m)	12,00
Profundidad útil (m)	4,60

Volumen vaso (m^3)	1.876,80
Número de vasos necesarios	**8,00**

Lo que implica que se debe cuadruplicar la capacidad del actual reactor biológico.

Se calculan a continuación las necesidades de oxígeno del reactor biológico y la potencia de los equipos de aireación:

NECESIDADES DE OXÍGENO (en condiciones reales)

Para la síntesis de células

a (Kg O_2/Kg DBO_5)	0,54
Or_1 (Kg O_2/día)	8.188,84

Para la respiración de la masa celular

K_{re} (Kg O_2/Kg MLSS día)	0,11
Or_2 (Kg O_2/día)	5.274,14

Or (Kg O_2/día)	13.462,98
Necesidades medias (Kg O_2/h)	560,96
Necesidades medias para la síntesis (Kg O_2/h)	341,20
Necesidades medias para la respiración endógena (Kg O_2/h)	219,76
Influencia de las puntas de DBO_5 y caudal	1,55
Necesidades puntas para la síntesis (Kg O_2/h)	527,24
Necesidades punta (Kg O_2/h)	747,00
Or/Kg DBO_5 eliminado	0,89

CAPACIDAD DE OXIGENACION

C_s10 (mg/l)	11,33
T (ºC)	25,00
C_s (mg/l)	7,96
C_l (mg/l)	1,50
$(D_{10}/D_T)^{0,5}$	0,76
P_o (mm de Hg)	760,00
Altitud de la EDAR (m.s.n.m.)	600,00
P_h (mm de Hg)	705,45
α (coeficiente de intercambio licor-agua pura)	0,65

Or/OC -Coeficiente de transferencia-	0,46
Capacidad de oxigenación media (Kg O_2/h)	1.232,09
Capacidad de oxigenación punta (Kg O_2/h)	1.640,70
EQUIPOS DE AIREACION	
Difusores de burbuja fina	
O_2 por vol. de aire atmosférico (Kg O_2/m^{3}aire)	0,30
Rendimiento difusores (%/m sumergencia)	4,00
Sumergencia difusores (m)	4,50
Rendimiento total difusores (%)	18,00
Necesidades punta de aire (Nm^3/h)	30.383,39
Necesidades medias de aire (Nm^3/h)	22.816,39
Caudal de aire por difusor (Nm^3/h)	3,00
Número de difusores en zona óxica	10.127,80
Presión absoluta de entrada (mca)	9,43
Pérdidas en la línea de aire (mca)	0,57
Presión absoluta de salida (mca)	14,50
Potencia punta motocompresores (CV)	876,64
Potencia media motocompresores (CV)	658,31

6.2.3 Decantación secundaria.

Los parámetros de funcionamiento son los siguientes:

CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)		46.769,00
Caudal medio (m^3/h)		1.740,38
Caudal máximo (m^3/h)		2.695,27
DECANTADORES CIRCULARES		
Velocidad ascensional (m^3/m^2.h)		
	a Qmed	0,71
	a Qmax	1,09
Superficie total (m^2)		2.463,04
Carga de sólidos (Kg SS/m^2.h)		
	a Qmed	2,19
	a Qmax	3,39
Nº decantadores (uds.)		4,00
Diámetro (m)		28,00
Calado en vertical vertedero (m)		2,60
Profundidad máxima (m)		4,00
Volumen unitario (m^3)		1.888,33
Volumen total (m^3)		7.553,31
Tiempo de retención (h)		
	a Qmed	4,34
	a Qmax	2,80
Carga hid. s/verted. (m^3/ml.h)		
	a Qmed	4,95
	a Qmax	7,66

También en este caso se ha incrementado el número de decantadores. Se ha introducido una cuarta unidad, la cual viene a completar el espacio destinado a la ampliación de la planta. Con ello se cubrirían sobradamente las necesidades de este supuesto.

6.2.4 Conclusiones.

En resumen, para esta situación futura, en lo que se refiere a la línea de agua, sería necesaria la ampliación en un 400% de la capacidad de los reactores biológicos actuales y un aumento de la potencia instalada de las motosoplantes, de en torno al 100%. Además, es necesaria la construcción de nuevos decantadores, tanto primarios como secundarios.

Es pues obvio que es necesaria una ampliación de la planta para poder tratar los caudales que se prevé que lleguen a la planta a medio/largo plazo.

Dadas las necesidades de ampliación expuestas, y las necesidades de espacio resultantes, es aconsejable estudiar otras opciones de sistemas de tratamiento de depuración.

7. DISPONIBILIDAD DE TERRENOS.

La parcela de la EDAR tiene espacio previsto para la ampliación de la misma.

Si bien, a la vista de las ampliaciones necesarias en el tratamiento biológico, parece que la parcela pueda ser suficiente para esta primera ampliación.

Así, la parcela disponible tiene una superficie total de 68.314 m^2, con una forma trapezoidal asimétrica. La parcela actual ocupa la zona rectangular de la parcela, quedando libre una cuña triangular de aproximadamente 20.000 m^2. No obstante, en la zona ocupada hay espacio previsto para una ampliación de la planta al doble de lo existente actualmente, si bien se ha visto en el apartado anterior, que dicha ampliación es claramente insuficiente.

Imagen obtenida de Google de 15 de agosto de 2005

Límites de la parcela de la EDAR (datos obtenidos de http://ovc.catastro.meh.es/)

8. CONSIDERACIONES PREVIAS AL ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

8.1 CAUDALES Y CARGAS.

Como ya se ha dicho, el presente estudio se ocupa de la ampliación necesaria para alcanzar la situación futura, consistente en la conexión de los pueblos gestionados por EMASAGRA y AGUASVIRA, con los caudales actuales.

SITUACIÓN	CAUDAL	VALORES ANALÍTICOS MEDIOS			
	M³/DÍA	SÓL.SUSP. (mg/L)	DQO (mgO2/L)	DBO5 (mgO2/L)	HAB-EQUIV
SITUACIÓN ACTUAL (AGUA RESIDUAL URBANA+ARI).	17.609,00	388,99	1.241,20	757,01	222.171
SITUACIÓN INTERMEDIA (SITUACIÓN ACTUAL + 5000M³/DÍA CORRESPONDIENTES AL COLECTOR DE LA TERRONA).	22.609,00	383,24	1.195,11	726,68	273.825
SITUACIÓN FUTURA (CONEXIÓN PUEBLOS AGLOMERACIÓN URBANA GRANADA – LOS VADOS). CAUDALES ACTUALES.	46.769,16	313,81	975,40	578,48	450.917
SITUACIÓN FUTURA (AÑO 2030). CAUDAL APORTADO POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE EMASAGRA.	189.359,08	309,61	954,28	568,59	1.709.173

La anterior tabla ha sido facilitada por la dirección del trabajo, y se usa como base de partida para el presente estudio.

8.1.1 Parámetros de llegada.

El agua residual de llegada a la EDAR proviene de dos fuentes bien diferenciadas:

VERTIDO 1: Agua residual urbana de la aglomeración Granada Los Vados, que se caracteriza por:

	Actual (Año 2007)
Población estimada (h-eq)	130.572
Caudal medio diario (m³/d)*	12.636
Sólidos en suspensión (mg/l)	363
DQO (mg/l)	1.033
DBO5 (mg/l)	620

VERTIDO 2: Agua residual industrial procedente de factoría existente en la zona. Este vertido industrial se caracteriza por su variabilidad tanto en caudal como en contaminación:

	Actual *
Población estimada (h-eq)	91.599
Caudal medio diario (m³/d)	4.973
Sólidos en suspensión (mg/l)	455
DQO (mg/l)	1.770
DBO5 (mg/l)	1.380

*Valores medios determinados de la analítica de nutrientes en el agua bruta de septiembre y octubre de 2008 y de los datos de analíticas de las poblaciones de los informes de DBO5 facilitados por EMASAGRA.

La EDAR de los Vados, tiene una planta de tratamiento de agua residual industrial (PTAI) exclusiva para el vertido nº 2, cuya función es hacer el vertido industrial asimilable a urbano para permitir su tratamiento en la EDAR. Esta PTAI seguirá en funcionamiento en las condiciones futuras.

En los cálculos sucesivos se estima que el rendimiento del 50%, valor mas conservador que el empleado en el apartado 6.

Según datos facilitados por la dirección del trabajo, en los próximos años, se conectarán a la EDAR Los Vados la siguiente población:

	Caudal (m³/d)	SS (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)
TERRONA	5.000,00	363,00	1.033,00	620,00
ALHENDÍN	1.117,80	360,88	1.050,08	437,94
CHURRIANA	1.672,74	321,46	630,61	386,62
LAS GABIAS	2.687,20	158,47	485,18	295,59
CÚLLAR VEGA	831,98	255,24	624,76	378,82
GÓJAR	1.144,92	176,38	633,94	362,96
PULIANAS	1.316,81	263,40	857,74	408,39

	Caudal (m^3/d)	SS (mg/l)	DQO (mg/l)	DBO5 (mg/l)
ALBOLOTE	2.807,35	218,22	698,19	406,15
ATARFE	2.243,22	154,70	504,92	277,89
MARACENA	2.724,09	323,52	1.038,66	599,41
PELIGROS	1.676,38	192,67	723,10	488,33
SANTA FE	2.098,30	311,00	887,30	540,00
CALICASAS	91,10	210,00	885,00	550,00
GÜEVEJAR	342,10	290,00	850,00	520,00
NIVAR	157,22	270,00	830,00	490,00
JUN	487,67	320,00	830,00	570,00
ALFACAR	871,23	340,00	900,00	610,00
VIZNAR	142,47	280,00	710,00	490,00
COGOLLOS VEGA	331,51	260,00	700,00	390,00
VEGAS GENIL	1.416,05	232,00	1.180,00	540,00

Por lo que el dimensionamiento a futuro quedará para el siguiente caudal y contaminación:

	Futuro próximo
Caudal medio diario (m^3/d)	46.769
Sólidos en suspensión (mg/l)	313,81
DQO (mg/l)	975,40
DBO5 (mg/l)	578,48
NTK	58,98

Para este caudal y cargas contaminantes, se dimensionan las distintas alternativas planteadas.

En cumplimiento del Pliego de Prescripciones del Contrato, es necesario determinar las necesidades de ampliación para situaciones futuras en las fases II y III, determinando las necesidades de terrenos para ello. Como se comprobará mas adelante, en función de los sistemas de depuración empleados, la posible ampliación dentro de los terrenos actuales, alcanza distintas capacidades de depuración.

Es por ello que, de acuerdo con la Dirección del Trabajo, el presente estudio se limita a la situación descrita en la tabla anterior, en base a la cual se diseñan los distintos sistemas de depuración, y se determinan los parámetros que permitirán elegir objetivamente un sistema u otro, para en posteriores documentos, estudiar las ampliaciones a la fase II y fase III ya en función del sistema elegido.

No obstante, las futuras ampliaciones se consideran en la elección, ya que esta se basa en ratios de coste de implantación, coste de explotación y necesidades de espacio, todo ello obtenido por metro cúbico de agua tratada. En los cálculos, se han usado unos valores de población equivalente ficticios, para ajustar la carga de contaminación facilitada por EMASAGRA a los valores medios de contaminación por habitante y día.

8.2 PARCELA.

La conservación de los elementos existentes, condiciona las posibilidades de ampliación de la planta. Así, por ejemplo, en el caso de una ampliación manteniendo el sistema de depuración, la disposición actual obliga a una disposición anormal de los nuevos elementos necesarios.

Es por ello que en algunas alternativas se considera la demolición de la planta de manera que se pueda optimizar el espacio disponible con los nuevos elementos, si bien esto supone un mayor coste de implantación, y debiendo plantearse la solución global teniendo en cuenta el faseado de la obra, de manera que durante todo el plazo de ejecución de la misma se mantenga un nivel aceptable de depuración.

Este es el caso de las alternativas 1 (aireación prolongada) y 2 (biológico convencional de media carga).

Las superficies aproximadas de los elementos a demoler se reflejan en la siguiente tabla:

Elemento	nº	Dimensiones		Superficies	Sup. Total
reactor	1,00	37,50	25,00	937,50	937,50
	4,00	37,50	5,00	187,50	750,00
	3,00	25,00	5,00	125,00	375,00
decantador	3,00	28,00		615,75	1.847,26
	3,00	28,00	5,00	439,82	1.319,47
	2,00	22,00		380,13	760,27
	2,00	22,00	5,00	345,58	691,15
digestión	4,00	7,50		44,18	176,71
	2,00	7,50	8,00	188,50	376,99
flotador	1,00	3,60		10,18	10,18
	1,00	3,60	3,00	33,93	33,93
espesador	2,00	6,30		31,17	62,34
	1,00	6,30	3,50	69,27	69,27
gasómetro	1,00	6,60		34,21	34,21
	1,00	6,60	4,00	82,94	82,94
colchón	1,00	4,00		12,57	12,57
	1,00	4,00	4,00	50,27	50,27
pretratamiento	1,00	10,50	55,00	577,50	577,50
	3,00	55,00	3,00	165,00	495,00
	2,00	10,50	3,00	31,50	63,00
ed. digestión	2,00	17,00	10,00	170,00	340,00
	2,00	17,00	5,00	85,00	170,00
	2,00	10,00	5,00	50,00	100,00
deshidratación	2,00	10,50	24,00	252,00	504,00
	2,00	10,50	5,00	52,50	105,00
	2,00	24,00	5,00	120,00	240,00
bombeo fangos	2,00	16,00	7,00	112,00	224,00
	2,00	16,00	5,00	80,00	160,00
	2,00	7,00	5,00	35,00	70,00
	2,00	9,50	5,00	47,50	95,00
	2,00	9,50	5,00	47,50	95,00
	2,00	5,00	5,00	25,00	50,00
talleres	2,00	24,50	5,50	134,75	269,50
	2,00	24,50	3,50	85,75	171,50
	2,00	5,50	3,50	19,25	38,50
	2,00	12,50	5,00	62,50	125,00
	2,00	12,50	3,50	43,75	87,50
	2,00	5,00	3,50	17,50	35,00
control	2,00	16,00	8,00	128,00	256,00
	2,00	16,00	6,00	96,00	192,00
	2,00	8,00	6,00	48,00	96,00
soplantes	2,00	8,60	10,50	90,30	180,60
	2,00	8,60	5,00	43,00	86,00
	2,00	10,50	5,00	52,50	105,00
CT	2,00	11,20	5,60	62,72	125,44
	2,00	11,20	3,50	39,20	78,40
	2,00	5,65	3,50	19,78	39,55
bombeo CHG	2,00	21,00	17,00	357,00	714,00

Elemento	nº	Dimensiones		Superficies	Sup. Total
	2,00	21,00	3,50	73,50	147,00
	2,00	17,00	3,50	59,50	119,00
cloración	1,00	21,50	8,20	176,30	176,30
	2,00	21,50	3,00	64,50	129,00
	2,00	8,20	3,00	24,60	49,20
arquetas y varios	1,00	50,00		0,00	0,00
obra de llegada	1,00	10,00	4,00	40,00	40,00
	2,00	10,00	2,00	20,00	40,00
	2,00	4,00	2,00	8,00	16,00
superficie total					14.195,04

El coste aproximado de la demolición es de 431.155 € (ejecución material). Ahora bien, en todas las opciones es necesario ampliar los edificios de soplantes, control, talleres, deshidratación, arquetas de reparto y obra de llegada, por lo que realmente, la superficie de demolición en exceso es:

Elemento	nº	Dimensiones			Superficies	Sup. Total
reactor	1,00	37,50	25,00		937,50	937,50
	4,00	37,50	5,00		187,50	750,00
	3,00	25,00	5,00		125,00	375,00
decantador	3,00	28,00		1,00	615,75	1.847,26
	3,00	28,00	5,00	0	439,82	1.319,47
	2,00	22,00		1,00	380,13	760,27
	2,00	22,00	5,00		345,58	691,15
digestión	4,00	7,50		1,00	44,18	176,71
	2,00	7,50	8,00	0,00	188,50	376,99
flotador	1,00	3,60		1,00	10,18	10,18
	1,00	3,60	3,00	0,00	33,93	33,93
espesador	2,00	6,30		1,00	31,17	62,34
	1,00	6,30	3,50	0,00	69,27	69,27
gasómetro	1,00	6,60		1,00	34,21	34,21
	1,00	6,60	4,00	0,00	82,94	82,94
colchón	1,00	4,00		1,00	12,57	12,57
	1,00	4,00	4,00	0,00	50,27	50,27
pretratamiento	1,00	10,50	55,00		577,50	577,50
	3,00	55,00	3,00		165,00	495,00
	2,00	10,50	3,00		31,50	63,00
ed. digestión	2,00	17,00	10,00		170,00	340,00
	2,00	17,00	5,00		85,00	170,00
	2,00	10,00	5,00		50,00	100,00
bombeo fangos	2,00	16,00	7,00		112,00	224,00
	2,00	16,00	5,00		80,00	160,00
	2,00	7,00	5,00		35,00	70,00

Elemento	nº	Dimensiones			Superficies	Sup. Total
	2,00	9,50	5,00		47,50	95,00
	2,00	9,50	5,00		47,50	95,00
	2,00	5,00	5,00		25,00	50,00
bombeo CHG	2,00	21,00	17,00		357,00	714,00
	2,00	21,00	3,50		73,50	147,00
	2,00	17,00	3,50		59,50	119,00
cloración	1,00	21,50	8,20		176,30	176,30
	2,00	21,50	3,00		64,50	129,00
	2,00	8,20	3,00		24,60	49,20
superficie total						11.364,05

Lo que supone un sobrecoste aproximado de 344.800 €. A este coste habría que sumarle el coste de reconstrucción de los equipos correspondientes (sobre 500.000 € por decantador y 300.000 € para el reactor biológico).

8.3 ESTUDIO DE EXPLOTACIÓN.

Para realizar el estudio de explotación se han considerado las siguientes hipótesis:

8.3.1 Energía eléctrica.

Para el cálculo del gasto en energía eléctrica que presentara cada una de las dos alternativas estudiadas se han estimado las potencias reales que consumirán los equipos en base a los diseños de los procesos para la situación futura. Con la tabla de potencias y las horas de funcionamiento calculadas en el dimensionamiento, se han obtenido la potencia total instalada y el consumo anual. Con el primero se ha determinado la potencia a contratar para el cálculo del termino fijo de potencia y con el segundo el consumo variable que es función de los m^3 de agua residual depurados.

El precio del termino de potencia (10,82 €/kW/mes) y del kWh (0,10 €/kWh) se ha estimado en base a depuradoras de similares características y la tendencia al alza que está experimentado el precio de la energía eléctrica.

8.3.2 Producción de energía eléctrica

En el caso del tratamiento convencional existe un excedente de biogás producido en los digestores que puede ser aprovechado para la producción de energía eléctrica en motogeneradores. El calor necesario para el proceso de digestión se obtendría, en este caso, de su refrigeración y no de la combustión del biogás en calderas (cogeneración).

Se ha estimado una producción de biogás de 0,9 m^3 por kg de materia volátil eliminada con un poder calorífico de 5.000 kcal/m^3. Para el cálculo de la eficiencia de los motores se ha tomado como rendimiento eléctrico el 32%, que es conservador.

Una vez realizado el balance energético mediante programa informático se ha observado que para los días con temperaturas mínimas no hay suficiente calor disponible en la cogeneración siendo necesario realizar un aporte extra con gas natural a las calderas o bien la solución elegida que consiste en disminuir la producción eléctrica (hasta un 79%) y quemar el excedente de biogás para producir la energía calorífica necesaria.

Según el Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, para motores que utilizan como combustible principal el biogás generado en digestores empleando como residuos los lodos de depuradoras (subgrupo b.7.2) les corresponde una tarifa regulada para potencias menores de 500 kW de 13,3474 céntimos de euros durante los primeros 15 años de la instalación. A partir de entonces es de 6,6487 €/kW.

8.3.3 Reactivos

El único reactivo consumido es el polielectrolito para la deshidratación del fango. El precio estimado en base a depuradoras de similares características es de 3,83 euros/kg. Las necesidades de este reactivo se obtienen del dimensionamiento. El agua necesaria para su preparación se ha creído conveniente aportarla de la red de agua potable, consiguiendo así el máximo rendimiento en la preparación de la disolución. Se ha fijado un precio de 1,28 euros/m^3 de agua potable. En caso de ser posible el uso de agua regenerada en el proceso, se destinará este gasto a su producción y al mantenimiento de sus redes.

8.3.4 Residuos

Se ha considerado una producción de residuos de 12 l/d por cada 1000 habitantes en las rejas de desbaste y de 50 l/m^3 de agua de entrada de arena. Estos residuos serán almacenados en un contenedor de 5 m^3 estimando un coste de 20 euros/m^3 para su retirada y vertido.

Para los fangos producidos se estima un coste de 32 euros/tn.

8.3.5 Personal

El cálculo del gasto del personal en euros/año se ha realizado en base a la siguiente tabla salarial:

Técnico Superior	54.000
Analista laboratorio	43.000
Encargado	40.000
Oficial 1ª Eléctrico	38.000
Oficial 1ª Mecánico	38.000
Operadores *	35.000

En el caso de tratamiento convencional se ha preferido que exista presencia de los operadores las 24 h del día los 7 días a la semana, por el riesgo que las instalaciones de digestión, calefacción y producción de energía conllevan. Para la aireación prolongada se estima presencia de los operadores en dos turnos al día mañana/tarde de lunes a sábado. Los oficiales estarán en el primer caso en doble turno 5 días a la semana y en un único turno en el segundo. No se han cubierto las vacaciones del personal técnico.

8.3.6 Mantenimiento y conservación

Dentro del concepto de mantenimiento se contemplan, en líneas generales, tres tipos:

- Mantenimiento de uso
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

a)Mantenimiento de uso:

Es aquel que efectúa el personal operador de las instalaciones, que por su frecuencia y poca especialización es encargado a los mismos, entre ellas se incluye:

- Cambios periódicos de aceites a todas las máquinas de acuerdo con las instrucciones propias del fabricante en función de las horas previstas de funcionamiento.
- Engrases de máquinas establecidos en los planes de engrase
- Reapriete de tornillos de anclaje y elementos móviles
- Tensado de correas, comprobando su funcionamiento
- Verificación, a primera escala, de vibraciones, ruidos, calentamientos, etc. de los elementos móviles.
- Comprobación de la estanqueidad de equipos, tuberías y depósitos.

En definitiva, todas aquellas operaciones que sin ser estrictamente necesarias para que el equipo funcione y sin requerir especialización especifica, redundan en un mejor rendimiento y una mayor vida útil de los equipos.

Fundamentalmente recoge los gastos de aceites y grasa, y por extensión los de ferretería, al ser productos demandados por los mismos usuarios, tales como abrazaderas, tornillos arandelas, etc. en resumen, material fungible de primera necesidad.

Incluye también los gastos de herramientas y maquinaria necesaria, que aunque serian gastos de primera instalación se repercuten como gastos fijos asociados a la explotación.

b)Mantenimiento preventivo:

El mantenimiento preventivo es aquel que desarrollado por personal cualificado trata de, mediante operaciones de sustitución periódicas, determinadas por el control de algunos parámetros, alargar la vida útil de los equipos, reducir las averías imprevistas e incrementar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas.

Las operaciones que comprende son:

- Reposición y sustitución de materiales fungibles: rodamientos, correas, retenes, ruedas, etc.

- Revisiones periódicas para disminuir o limitar los riesgos de averías, comprobando alineaciones de los acoplamientos, verificando temperatura de rodamientos, niveles de vibraciones, etc.

En definitiva, todas aquellas operaciones de entretenimiento de equipos y sustitución de elementos de uso normal, que realizados por personal cualificado, aseguren una mayor disponibilidad de los mismos.

c)Mantenimiento correctivo

Es aquel que, desarrollado por personal cualificado, busca restituir la operatividad de la máquina sustituyendo aquellas piezas que han provocado el colapso del equipo.

Se comprende la aleatoriedad de este gasto, que depende de factores tan diversos como la calidad del equipo, la calidad del mantenimiento preventivo, el tiempo de funcionamiento del equipo y el nivel de prestaciones solicitado.

En definitiva, son todas aquellas operaciones de reparación y sustitución de piezas que requieren medios auxiliares especiales, tales como grúas, ajustes precisos o tareas cualificadas.
Recoge parte de los gastos de las partidas de repuestos eléctricos y mecánicos, y los de la partida de reparaciones exteriores y medios auxiliares.

Se entiende por conservación todas las actividades que permiten mantener en perfectas condiciones la obra civil, los viales de servicio y la jardinería.

Las actividades que comprende son:

- Repintado de los elementos electromecánicos, barandillas y otros materiales.
- Retoques de albañilería y pintura de la obra Civil.
- Retoques en carpintería metálica, viales y urbanización.
- Vigilancia, limpieza, jardinería y riego, etc.

Recoge los gastos de pintura, material de obra civil y tuberías.

8.3.7 Varios

Como gastos varios, o no pertenecientes a ninguno de los anteriores, se han considerado:

- Ropas personal explotación: Corresponde a la ropa de trabajo necesaria para cada uno de los trabajadores de la EDAR.
- EPIS personal explotación: Corresponde a los equipos de protección individual necesarios para el desarrollo de las actividades de cualquier depuradora.
- Vehículo, seguro y combustible. Se estima necesario un vehiculo para desplazamientos internos y para compra de material de mantenimiento y de administración.
- Telefonía: Para la comunicación del personal
- Material fungible administración: Material de oficina, informática, laboratorio, etc.
- Seguro responsabilidad civil. Se ha considera el coste que tendrá el incremento de la póliza de responsabilidad civil para la empresa de gestión.
-

9. ALTERNATIVAS PLANTEADAS.

Para la ampliación de la depuradora se plantean las siguientes alternativas:

1. Tratamiento biológico de fangos activos por aireación prolongada.
2. Tratamiento biológico de fangos activos por flujo pistón de media carga.
3. Tratamiento biológico de fangos activos en doble etapa.

Para cada una de las alternativas se procede al dimensionamiento del sistema de tratamiento, para posteriormente establecer una implantación en la parcela disponible.

A continuación se realiza una estimación del coste de construcción, y del coste de explotación, para finalmente realizar un cuadro comparativo de las distintas alternativas.

9.1 PRETRATAMIENTO.

Dado que los caudales son los mismos en todas las alternativas, se va a predimensionar el pretratamiento de forma común para todas.

Para ello se comprueban que número de líneas de características iguales a las existentes serían necesarias.

PRETRATAMIENTO

BASES DE PARTIDA

CAUDALES

Caudal diario (m^3/día)	41.769,00	Sin los vertidos ARI
Caudal medio (m^3/h)	1.740,38	
Caudal máximo (m^3/h)	2.695,27	

Reja de gruesos de limpieza automática

Nº de líneas de desbaste	4,00	
Caudal máximo por línea (m^3/sg)	0,19	
Caudal medio por línea (m^3/sg)	0,12	
Separación entre barrotes (mm)	30,00	
Espesor de barrotes (mm)	12,00	
Grado de colmatación (%)	30,00	
Ancho del canal (m)	0,80	
Ancho útil de la reja (m)	0,40	
Superficie de paso útil a $Q_{máx}$ (m^2)	0,16	
Calado a $Q_{máx}$ (m)	0,39	
Superficie de paso útil a Q_{med} (m^2)	0,12	
Calado a Q_{med} (m)	0,29	Se considera 10 cm inferior al calado a Q_{max}
Velocidad de paso a $Q_{máx}$ (m/sg)	1,20	Debe ser ≤ 1,4 m/sg
Velocidad de paso a Q_{med} (m/sg)	1,04	
Velocidad de aproximación a $Q_{máx}$ (m/sg)	0,60	
Velocidad de aproximación a Q_{med} (m/sg)	0,52	

Reja de finos de limpieza automática. Tamiz

Nº de líneas de desbaste	4,00	
Caudal máximo por línea (m^3/sg)	0,19	
Caudal medio por línea (m^3/sg)	0,12	
Separación entre barrotes (mm)	3,00	
Espesor de barrotes (mm)	3,00	
Grado de colmatación (%)	30,00	
Ancho del canal (m)	0,60	
Ancho útil de la reja (m)	0,21	
Superficie de paso útil a $Q_{máx}$ (m^2)	0,16	
Calado a $Q_{máx}$ (m)	0,74	
Superficie de paso útil a Q_{med} (m^2)	0,13	
Calado a Q_{med} (m)	0,64	Se considera 10 Cm inferior al calado a Q_{max}
Velocidad de paso a $Q_{máx}$ (m/sg)	1,20	Debe ser <= 1,4 m/sg
Velocidad de paso a Q_{med} (m/sg)	0,90	
Velocidad de aproximación a $Q_{máx}$ (m/sg)	0,42	
Velocidad de aproximación a Q_{med} (m/sg)	0,31	

Desarenado-desengrase

Nº de líneas	4,00	
Caudal máximo por línea (m^3/h)	673,82	
Caudal medio por línea (m^3/h)	435,09	
Velocidad ascensional a Q_{med} ($m^3/m^2.h$)	10,00	Debe ser ≤15 $m^3/m^2.h$
Superficie necesaria por línea (m^2)	43,51	

Superficie total necesaria (m^2)	174,04	
Ancho del desarenador (m)	4,13	
Longitud teórica del desarenador (m)	10,55	
Longitud adoptada del desarenador (m)	20,50	
Superficie real por línea (m^2)	84,56	
Velocidad ascensional real a Q_{med} ($m^3/m^2.h$)	5,15	
Velocidad ascensional real a $Q_{máx}$ ($m^3/m^2.h$)	7,97	
Necesidades teóricas de aire ($m^3/h.m^2$) a $Q_{máx}$	8,00	
Necesidades de aire por línea (m^3/min)	11,28	
Nº de soplantes en servicio	3,00	
Capacidad unitaria soplantes (m^3/min)	15,03	
Diámetro impulsiones indiv. soplantes (m)	0,200	
Veloc. aire en tramo individual (m/sg)	7,98	
Diámetro colector común (m)	0,30	
Velocidad en tramo común (m/sg)	10,63	
Caudal por difusor (m^3/h)	8,00	
Nº difusores por línea	84,56	
Sección transversal desarenador (m^2)	12,38	
Vel. a través de la secc. trans. (m/sg) a Q_{med}.	0,010	
Volumen unitario desengrasador (m^3)	253,69	
Tiempo de retención a Q_{med} (min)	34,98	Debe ser ≥16'
Tiempo de retención a $Q_{máx}$ (min)	22,59	
Producción agua-arena (l/m^3 agua residual)	50,00	
Producción diaria de agua-arena (m^3)	2.088,45	
Nº horas bombeo agua-arena	12,00	
Capacidad bomba de arenas (m^3/h)	43,51	

Se comprueba pues, que sería necesario duplicar el pretratamiento actual.

9.2 ALTERNATIVA 1: AIREACIÓN PROLONGADA.

9.2.1 Dimensionamiento.

Se va a hacer una estimación de las dimensiones de un tratamiento biológico, según un sistema de baja carga por aireación prolongada, con los datos disponibles para la situación futura, es decir para un caudal de 46.769 m^3/día. Las condiciones de los vertidos de origen industrial, ARI, son las consideradas en otras ocasiones.

Este proceso requiere cargas másicas muy bajas y tiempos de aireación muy altos, siendo un proceso flexible ante las variaciones de carga.

Se desarrollarán dos posibilidades:

1º Aireación prolongada sin decantación primaria
2º Aireación prolongada con decantación primaria

Para el primero de los casos no sería necesario ningún tipo de digestión, puesto que los fangos en exceso purgados de la decantación secundaria poseen una edad que permite suponer que ya se encuentran mineralizados en un grado suficiente. Por tanto, pasarían directamente a flotación y a deshidratación.

En el segundo de los casos, los fangos generados en la decantación primaria se enviarían a espesamiento y a digestión, en cuyo caso serían más que suficientes los digestores actuales. Una vez digeridos los fangos primarios, se mezclarían con los fangos biológicos en exceso, flotados previamente, y juntos se enviarían a deshidratación.

9.2.1.1 Aireación prolongada sin decantación primaria.

Los cálculos correspondientes al pretratamiento se desarrollan en la alternativa 2, al ser idénticos en ambos casos.

BASES DE PARTIDA	VERANO	INVIERNO
Población (hb)	335.917,00	335.917,00
Dotación (l/hb.día)	124,34	124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	39,02	39,02
Carga N.T.K. (g/h.día)	8,40	8,40
Carga P. (g/h.día)	2,50	2,50
Fracción volátil de los MLSS	0,75	0,75
Factor punta de contaminación	1,50	1,50
A.R.I.:		
Caudal aportado (m^3/día)	5.000,00	5.000,00
Carga diaria DBO_5 (Kg/día)	6.900,00	6.900,00
Rendimiento primario instalado (%)	50,00	50,00
Carga diaria DBO_5 entrante a biológico (Kg/día)	3.450,00	3.450,00
CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)	46.769,00	46.769,00
Caudal medio (m^3/h)	1.948,71	1.948,71
Caudal máximo (m^3/h)	2.996,26	2.996,26
CONTAMINACION		
Carga DBO_5 (Kg/día)	27.055,02	27.055,02
Concentración media DBO_5 (mg/l)	578,48	578,48
Concentración máxima DBO_5 (mg/l)	867,72	867,72
Carga de SS (Kg/día)	13.107,53	13.107,53
Concentración media SS (mg/l)	313,81	313,81
Concentración máxima SS (mg/l)	470,72	470,72
Concentración media SSV (mg/l)	203,98	203,98
Carga de N.T.K. (Kg/día)	2.821,70	2.821,70
Concentración media NTK (mg/l)	60,33	60,33
Concentración máxima NTK (mg/l)	90,50	90,50
Carga de P (Kg/día)	839,79	839,79
Concentración media P (mg/l)	17,96	17,96
Concentración máxima P (mg/l)	26,93	26,93
EFLUENTES		
Concentración final DBO_5 (mg/l)	25,00	25,00
Concentración final SS (mg/l)	30,00	30,00
REACTOR BIOLOGICO		
Reducción DBO_5 en primario (%)	0,00	0,00
Reducción SS en primario (%)	0,00	0,00
Carga DBO_5 entrada (Kg/día)	23.605,02	23.605,02
Concentración DBO_5 entrada (mg/l)	504,72	504,72
Carga SS entrada (Kg/día)	13.107,53	13.107,53
Concentración SS entrada (mg/l)	313,81	313,81
B1 (rel. SS / DBO_5 de entrada al reactor)	0,62	0,62
Concentración MLSS (mg/l)	3.000,00	3.000,00
Rendimiento biológico (%)	95,05	95,05
Carga másica (C_m)	0,09	0,09
Carga volúmica (Kg DBO_5/m^3.día)	0,27	0,27
Masa de fangos en reactor (Kg)	262.278,00	262.278,00
Edad del fango (días)	16,69	16,69

Comprobación DBO_5 de salida de reactor.		
K_m (factor de eliminación DBO_5 en días^{-1})	360,00	180,00
DBO_5 soluble en agua depurada (mg/l)	0,75	1,50
$f(C_m)$	0,24	0,24
DBO_5 consecuencia de los SS del efluente (mg/l)	7,20	7,20
DBO_5 a la salida del reactor (mg/l)	7,95	8,70
Volumen de aireación (m^3)	87.426,00	87.426,00
Tiempo de retención. (h) a Qmed.	44,86	44,86
Tiempo de retención. (h) a Qmax.	29,18	29,18
DBO5 eliminada (Kg/día)	22.435,80	22.435,80
Dimensiones reactor		
Largo (m)	127,25	127,25
Ancho (m)	25,45	25,45
Profundidad útil (m)	4,50	4,50
Volumen vaso (m^3)	14.573,30	14.573,30
Número de vasos necesarios	5,99	5,99
NITRIFICACION		
Porcentaje de zona de anoxia en reactor adoptado	20,00	0,00
NTK insoluble (decantable) (mg/l)	0,00	0,00
NTK soluble no biodegradable (mg/l)	1,21	1,21
NTK soluble biodegradable no amonizable	1,21	1,21
Na (N amoniacal no nitrificable) (mg/l)	1,12	1,59
NTK con la materia volátil de los fangos en exc.	25,21	25,21

NTK oxidable (mg/l)	31,59	31,13
Cantidad de N oxidado que puede desnitrficarse (mg/l)	75,43	102,83
NTK reducible (mg/l)	14,69	14,47
NECESIDADES DE OXÍGENO (en condiciones reales)		
Para la síntesis de células		
a (Kg O_2/Kg DBO_5)	0,65	0,65
Or_1 (Kg O_2/día)	14.628,14	14.628,14
Para la respiración de la masa celular		
K_{re} (Kg O_2/Kg MLSS día)	0,06	0,06
Or_2 (Kg O_2/día)	12.967,02	16.208,78
Or_3 (KgO_2/día) -Para nitrificación-	4.873,50	0,00
Or (Kg O_2/día)	32.468,67	30.836,92
Necesidades medias (Kg O_2/h)	1.352,86	1.284,87
Necesidades medias para la síntesis (Kg O_2/h)	609,51	609,51
Necesidades medias para la respiración endógena (Kg O_2/h)	540,29	675,37
Necesidades medias para la nitrificación (KgO_2/h)	203,06	0,00
Influencia de las puntas de DBO_5 y caudal	1,55	1,55
Necesidades puntas para la síntesis (Kg O_2/h)	941,84	941,84
Necesidades puntas para nitrificación (Kg O_2/h)	313,78	0,00
Necesidades punta (Kg O_2/h)	1.795,91	1.617,20
Or/Kg DBO_5 eliminado	1,45	1,37

CAPACIDAD DE OXIGENACION

C_s10 (mg/l)	11,33	11,33
T (ºC)	22,00	18,00
C_s (mg/l)	8,39	9,06
C_l (mg/l) a caudal medio	2,00	2,00
C_l (mg/l) a caudal máximo	1,50	1,50
$(D_{10}/D_T)^{0,5}$	0,80	0,86
P_o (mm de Hg)	760,00	760,00
Altitud de la EDAR (m.s.n.m.)	600,00	600,00
P_h (mm de Hg)	705,45	705,45
α (coef. intercambio licor-agua pura)	0,65	0,65
Or/OC -Coeficiente de transferencia a Q_{med}-	0,426	0,437
Or/OC -Coeficiente de transferencia a $Q_{máx}$-	0,459	0,468
Capacidad de oxigenación media (Kg O_2/h)	3.179,32	2.942,64
Capacidad de oxigenación punta (Kg O_2/h)	3.914,18	3.458,89

EQUIPOS DE AIREACION

Difusores de burbuja fina

O_2 por vol. de aire atmosférico (Kg O_2/m^3aire)	0,30	0,30
Rendimiento difusores (%/m sumergencia)	4,00	4,00
Sumergencia difusores (m)	4,50	4,50
Rendimiento total difusores (%)	18,00	18,00
Necesidades punta de aire (Nm^3/h)	72.484,74	64.053,51
Necesidades medias de aire (Nm^3/h)	58.876,25	54.493,25
Caudal de aire por difusor (Nm^3/h)	3,00	2,33
Número de difusores en zona óxica	24.161,58	27.477,18
Número de difusores inatascables en zona anóxica	7.610,90	0,00
Número total de difusores	31.772,48	27.477,18
Presión absoluta de entrada (mca)	9,28	9,28
Pérdidas en la línea de aire (mca)	0,57	0,57
Presión absoluta de salida (mca)	14,35	14,35
Potencia punta motocompresores (CV)	2.120,04	1.873,44
Potencia media motocompresores (CV)	1.722,02	1.593,82

RECIRCULACION DE FANGOS

IVF (ml/g) -Indice de Molhman-	154,97	154,97
R (%Qmed)	86,89	86,89
Nº bombas (1 en R)	3,00	3,00
Caudal unitario (m3/h)	974,35	974,35
Capacidad máxima de recirculación (%)	150,00	150,00

FANGOS EN EXCESO

(Fórmula de Huisken)

Fe (Kg/día)	15.717,92	15.717,92
Concentración (g/l)	6,00	6,00
Volumen diario de fangos en exceso (m^3/día)	2.619,65	2.619,65

DECANTACION SECUNDARIA

BASES DE PARTIDA

Población (hb)	335.917,00
Dotación (l/hb.día)	124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	39,02

CAUDALES

Caudal diario (m^3/día)	46.769,00
Caudal medio (m^3/h)	1.948,71
Caudal máximo (m^3/h)	2.996,26

DECANTADORES CIRCULARES

V_{asc} (m^3/m^2.h)	
a Qmed	0,68
a Qmax	1,04
Superficie total (m^2)	2.886,34
Carga de sólidos (KgSS/m^2.h)	
a Qmed	2,03
a Qmax	3,11
Nº decantadores (Uds)	3,00
Diámetro (m)	35,00
Calado en vertical vertedero (m)	3,50
Profundidad máxima (m)	4,00
Volumen unitario (m^3)	3.527,75
Volumen total (m^3)	10.583,24
Tiempo de retención (h)	
a Qmed	5,43
a Qmax	3,53
Carga hid. s/verted. (m^3/ml.h)	
a Qmed	5,91
a Qmax	9,08

ESPESAMIENTO DE FANGOS

Fangos totales a espesamiento (Kg/día)	15.717,92
Concentración (%)	0,60
Caudal diario de fangos (m^3/día)	2.619,65
Tiempo total de purgas diario (h)	8,00
Caudal horario de fangos (m^3/h)	327,46
Nº de espesadores	3,00
Carga de fangos (Kg/m^2.día)	50,00
Superficie necesaria unitaria (m^2)	104,79
Diámetro necesario (m)	11,55
Diámetro adoptado (m)	16,00
Superficie real por espesador (m^2)	201,06
Calado sobre vertedero (m)	4,00
Altura cono inferior (m)	1,20
Volumen unitario (m^3)	884,67
Tiempo de retención medio (días)	1,01
Carga real de fangos (Kg/m^2.día)	26,06
Carga hidráulica (m^3/m^2.h)	0,54
Concentración fango espesado (Kg/m^3)	50,00

Volumen de fangos espesados (m^3/día)	314,36
Volumen de sobrenadantes (m^3/día)	2.305,29

DESHIDRATACION DE FANGOS POR CENTRIFUGAS

Días semanales de secado	5,00
Horas diarias de secado	8,00
Carga horaria (Kg/h de secado)	2.750,64
Carga diaria de fangos (Kg/día de secado)	22.005,09
Volumen horario (m^3/h)	68,77
Volumen diario (m^3/día de secado)	550,13
Tipo de secado	centrífugas
Nº de máquinas	3,00
Nº bombas alim. a centrífugas	3,00
Caudal unitario de fangos a centrífuga (m^3/h)	22,92
Concentración fango seco (Kg/m^3)	220,00
Volumen de líquido filtrado (m^3/día)	450,10

Almacenamiento de fangos secos

Densidad de la torta (g/l)	1,10
Volumen de fangos secos (m^3/día de secado)	100,02
Volumen de fangos secos (m^3/hora de secado)	12,50
Volumen semanal (m^3/semana)	500,12
Capacidad de almacenamiento (días)	2,00
Volumen necesario de almacenamiento (m^3)	200,05
Nº de silos	2,00
Volumen unitario necesario (m^3)	100,02
Carga a silo	bomba
Nº bombas en servicio	1,00
Capacidad de la bomba necesaria (m^3/h)	12,50

Dosificación de polielectrolito

Dosis prevista (Kg/Tn materia seca)	6,00
Consumo de polielectrolito (Kg/día de secado)	132,03
Consumo semanal (Kg)	660,15
Reserva de polielectrolito (nº semanas)	2,00
Cantidad máxima almacenada (Kg)	1.320,31
Capacidad de los envases (Kg)	20,00
Nº envases necesarios	66,02
Concentración solución madre (Kg/m^3)	5,00
Período de maduración (h)	1,25
Volumen horario de solución madre (m^3)	3,30
Volumen necesario de cubas de dilución (m^3)	4,13
Nº cubas de dilución	2,00
Volumen unitario de cuba (m^3)	2,06
Nº de bombas dosificadoras en servicio	2,00
Capacidad unitaria necesaria (l/h)	1.650,38
Tipo dilución posterior	En línea
Concentración total diluida (Kg/m^3)	1,00
Volumen necesario agua dilución en línea (m^3/h)	13,20
Caudal de agua necesario por rotámetro (m^3/h)	16,50
Caudal total agua en instalación (m^3/día)	132,03

9.2.1.2 Aireación prolongada con decantación primaria.

BASES DE PARTIDA	VERANO	INVIERNO
Población (hb)	335.917,00	335.917,00
Dotación (l/hb.día)	124,34	124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	39,02	39,02
Carga N.T.K. (g/h.día)	8,40	8,40
Carga P. (g/h.día)	2,50	2,50
Fracción volátil de los MLSS	0,75	0,75
Factor punta de contaminación	1,50	1,50
A.R.I.:		
Caudal aportado (m^3/día)	5.000,00	5.000,00
Carga diaria DBO_5 (Kg/día)	6.900,00	6.900,00
Rendimiento primario instalado (%)	50,00	50,00
Carga diaria DBO_5 entrante a biológico (Kg/día)	3.450,00	3.450,00
CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)	46.769,00	46.769,00
Caudal medio (m^3/h)	1.948,71	1.948,71
Caudal máximo (m^3/h)	2.996,26	2.996,26
CONTAMINACION		
Carga DBO_5 (Kg/día)	27.055,02	27.055,02
Concentración media DBO_5 (mg/l)	578,48	578,48
Concentración máxima DBO_5 (mg/l)	867,72	867,72
Carga de SS (Kg/día)	13.107,53	13.107,53
Concentración media SS (mg/l)	313,81	313,81
Concentración máxima SS (mg/l)	470,72	470,72
Concentración media SSV (mg/l)	203,98	203,98
Carga de N.T.K. (Kg/día)	2.821,70	2.821,70
Concentración media NTK (mg/l)	60,33	60,33
Concentración máxima NTK (mg/l)	90,50	90,50
Carga de P (Kg/día)	839,79	839,79
Concentración media P (mg/l)	17,96	17,96
Concentración máxima P (mg/l)	26,93	26,93
EFLUENTES		
Concentración final DBO_5 (mg/l)	25,00	25,00
Concentración final SS (mg/l)	30,00	30,00
REACTOR BIOLOGICO		
Reducción DBO_5 en primario (%)	33,00	33,00
Reducción SS en primario (%)	66,00	66,00
Carga DBO_5 entrada (Kg/día)	16.953,86	16.953,86
Concentración DBO_5 entrada (mg/l)	362,50	362,50
Carga SS entrada (Kg/día)	4.456,56	4.456,56
Concentración SS entrada (mg/l)	106,70	106,70
B1 (rel. SS / DBO_5 de entrada al reactor)	0,29	0,29
Concentración MLSS (mg/l)	3.000,00	3.000,00
Rendimiento biológico (%)	93,10	93,10
Carga másica (C_m)	0,09	0,09
Carga volúmica (Kg DBO_5/m^3.día)	0,27	0,27

Masa de fangos en reactor (Kg)	188.376,26	188.376,26
Edad del fango (días)	22,23	22,23
Comprobación DBO_5 de salida de reactor.		
K_m (factor de eliminación DBO_5 en días^{-1})	360,00	180,00
DBO_5 soluble en agua depurada (mg/l)	0,75	1,49
$f(C_m)$	0,24	0,24
DBO_5 consecuencia de los SS del efluente (mg/l)	7,20	7,20
DBO_5 a la salida del reactor (mg/l)	7,95	8,69
Volumen de aireación (m^3)	62.792,09	62.792,09
Tiempo de retención. (h) a Qmed.	32,22	32,22
Tiempo de retención. (h) a Qmax.	20,96	20,96
DBO5 eliminada (Kg/día)	15.784,64	15.784,64
Dimensiones reactor		
Largo (m)	127,25	127,25
Ancho (m)	25,45	25,45
Profundidad útil (m)	4,75	4,75
Volumen vaso (m^3)	15.380,00	15.380,00
Número de vasos necesarios	4,08	4,08
NITRIFICACION		
T (ºC)	15,00	18,00
fx (% del reactor)	46,65	60,86
Porcentaje de zona de anoxia en reactor adoptado	20,00	0,00

NTK insoluble (decantable) (mg/l)	6,03	6,03
NTK soluble no biodegradable (mg/l)	1,21	1,21
NTK soluble biodegradable no amonizable	1,21	1,21
Na (N amoniacal no nitrificable) (mg/l)	1,12	1,59
NTK con la mat. volátil de los fangos en exc.	13,59	13,59
NTK oxidable (mg/l)	37,18	36,71
Cantidad de N oxidado que puede desnitrificarse (mg/l)	63,58	82,89
NTK reducible (mg/l)	17,28	17,07
NECESIDADES DE OXÍGENO (en condiciones reales)		
Para la síntesis de células		
a (Kg O_2/Kg DBO_5)	0,65	0,65
Or_1 (Kg O_2/día)	10.291,58	10.291,58
Para la respiración de la masa celular		
K_{re} (KgO_2/Kg MLSS día)	0,06	0,06
Or_2 (Kg O_2/día)	9.313,32	11.641,65
Or_3 (KgO_2/día) -Para nitrificación-	5.734,71	0,00
Or (Kg O_2/día)	25.339,62	21.933,24
Necesidades medias (Kg O_2/h)	1.055,82	913,88
Necesidades medias para la síntesis (Kg O_2/h)	428,82	428,82
Necesidades medias para la respiración endógena (Kg O_2/h)	388,06	485,07
Necesidades medias para la nitrificación (Kg O_2/h)	238,95	0,00
Influencia de las puntas de DBO_5 y caudal	1,55	1,55
Necesidades puntas para la síntesis (Kg O_2/h)	662,63	662,63
Necesidades puntas para nitrificarse (Kg O_2/h)	369,23	0,00

Necesidades punta (KgO_2/h)	1.419,91	1.147,70
Or/Kg DBO_5 eliminado	1,61	1,39
CAPACIDAD DE OXIGENACION		
C_s10 (mg/l)	11,33	11,33
T (ºC)	22,00	18,00
C_s (mg/l)	8,39	9,06
P_o (mm de Hg)	760,00	760,00
Altitud de la EDAR (m.s.n.m.)	600,00	600,00
P_h (mm de Hg)	705,45	705,45
α (coef. intercambio licor-agua pura)	0,65	0,65
Or/OC -Coeficiente de transferencia a Q_{med}-	0,426	0,437
Or/OC -Coeficiente de transferencia a $Q_{máx}$-	0,459	0,468
Capacidad de oxigenación media (Kg O_2/h)	2.481,24	2.093,00
Capacidad de oxigenación punta (Kg O_2/h)	3.094,69	2.454,70
EQUIPOS DE AIREACION		
Difusores de burbuja fina		
O_2 por vol. de aire atmosférico (KgO_2/m^3aire)	0,30	0,30
Rendimiento difusores (%/m sumergencia)	4,00	4,00
Sumergencia difusores (m)	4,50	4,50
Rendimiento total difusores (%)	18,00	18,00
Necesidades punta de aire (Nm^3/h)	57.309,06	45.457,46
Necesidades medias de aire (Nm^3/h)	45.948,96	38.759,17

Caudal de aire por difusor (Nm^3/h)	3,00	2,33
Número de difusores en zona óxica	19.103,02	19.499,99
Número de difusores inatascables en z. anóxica	6.017,45	0,00
Número total de difusores	25.120,47	19.499,99
Presión absoluta de entrada (mca)	9,28	9,28
Pérdidas en la línea de aire (mca)	0,57	0,57
Presión absoluta de salida (mca)	14,35	14,35
Potencia punta motocompresores (CV)	1.676,18	1.329,54
Potencia media motocompresores (CV)	1.343,92	1.133,63
RECIRCULACION DE FANGOS		
IVF (ml/g) -Indice de Molhman-	154,97	154,97
R (%Qmed)	86,89	86,89
Nº bombas (1 en R)	3,00	3,00
Caudal unitario (m3/h)	974,35	974,35
Capacidad máxima de recirculación (%)	150,00	150,00
FANGOS EN EXCESO		
(Fórmula de Huisken)		
Fe (Kg/día)	8.474,14	8.474,14
Concentración (g/l)	6,00	6,00
Volumen diario de fangos en exceso (m^3/día)	1.412,36	1.412,36

9.2.2 Conclusiones.

La utilización de decantación primaria ahorra una gran cantidad de volumen de reactor biológico, (de 87.426 a 62.792 m^3) y una potencia apreciable de aireación (en condiciones de verano, 2.120 CV frente a 1.676 CV de potencia máxima de soplantes).

No obstante, la adopción de decantación primaria obligaría a la digestión, previo espesamiento, de los fangos primarios generados, lo que si bien se podría realizar en los dos digestores actuales, que trabajarían en condiciones bastante holgadas, obliga al mantenimiento de una línea de espesamiento y digestión de fangos.

La decantación secundaria estaría constituida por cuatro decantadores de las mismas características que los existentes. Caso de utilizarse decantadores primarios, serían también cuatro unidades idénticas a las actuales.

La principal ventaja de este sistema de depuración es el mínimo mantenimiento que requiere, motivo por el cual suele aplicarse a pequeñas poblaciones, en las que es difícil que exista personal especializado para el mantenimiento diario de la planta. Estas instalaciones prescinden de la decantación primaria, evitando así la presencia de personal en los turnos de noche.

Por este motivo precisamente, se descarta la opción de aireación prolongada con decantación primaria, ya que el sistema presenta los inconvenientes propios de este sistema, y obliga al mantenimiento de una línea de digestión de fangos, con todos los inconvenientes que conlleva, con un mantenimiento más complejo.

Así nos quedamos con el sistema de aireación prolongada sin decantación primaria, cuyas principales ventajas son la flexibilidad y fiabilidad del sistema, y el poco mantenimiento que requiere, y como principales inconvenientes destacan el alto espacio necesario y el alto consumo energético necesario.

9.2.3 Implantación.

Según lo expuesto en el apartado 8.3.1.1, y 8.3.1.4, son necesarios los siguientes elementos:

- 2 líneas de pretratamiento.
- 6 reactores biológicos de 27,25 x 25,45 x 4,50 m
- 3 decantadores de 35 m de diámetro.
- 3 espesadores de 16 m de diámetro.
- Edificio de soplantes.
- Edificio de deshidratación.
- Edificio de control.
- Edificio de talleres.

Dado que las necesidades de espacio en cuanto a pretratamiento, edificio de control, deshidratación, etc, son similares y no significativas en todas las alternativas, se va a obtener un ratio de ocupación atendiendo a los elementos distintos y significativos, como son los decantadores, los reactores y los espesadores.

Así, en función de las superficies necesarias tenemos:

Elemento	nº	Dimensiones		Superficies	Sup. Total
Reactor biológico	6,00	127,25	25,45	3.172,00	19.032,00
Decantación	3,00	∅35,00		962,11	2.886,34
Espesamiento	3,00	∅16,00		201,06	603,19

Superficie total	22.521,52 m^2
Volumen tratado (m^3/día)	46.769,00
Indicador	0,482 m^2/m^3

Para la implantación de los elementos en la parcela se ha optado por la demolición de la planta existente, al objeto de optimizar el espacio disponible y obtener una planta con un flujo del agua racional.

En los planos adjuntos en el anexo 1 de este estudio, se incluye una planta de implantación de la EDAR, así como la afección a la planta actual y el faseo necesario de las obras.

Se podría haber dispuesto una implantación con aprovechamiento de los decantadores secundarios existentes, junto con la ejecución de un cuarto decantador (plano 4.4), pero en este caso para tener espacios mínimos entre equipos que permitan el paso de vehículos de mantenimiento sin obstáculos, las líneas tendrían que ser asimétricas (dos iguales y una un poco mas pequeña), y la ubicación de los espesadores y el secado de fangos no es la idónea.

Así pues, teniendo en cuenta que los elementos existentes tienen una antigüedad de más de 20 años, y al objeto de conseguir una disposición que optimice el espacio y la disposición de equipos, se ha optado por la solución de demoler todas las instalaciones actuales para configurar una nueva planta.

Para ello, se ha tenido en cuenta la necesidad de mantener la planta en servicio durante la fase de ejecución, por lo que se propone agrupar las seis líneas de tratamiento en 3 reactores dobles, asignando un decantador a cada uno. Se obtienen así tres líneas de tratamiento que se pueden operar de forma independiente.

Así, para la ejecución de la planta se considerarían 3 fases:

- 1ª fase: ejecución de los elementos auxiliares a la explotación que no supongan modificaciones en el sistema como son el nuevo edificio de control, talleres, edificio de transformación, un nuevo pretratamiento.
- 2ª fase: ejecución de una línea de tratamiento completa sin afectar al sistema de depuración actual, de forma que cuando esté finalizada se depuren las aguas en esta línea, dejando fuera de servicio las instalaciones existentes.
- 3ª fase: demolición de instalaciones existentes y ejecución del resto de elementos.

Obviamente, la ejecución debe contemplar un faseado con mayor detalle de manera que se organicen los desvíos provisionales, by-pass y demás operaciones necesarias que garanticen el funcionamiento de la planta.

9.2.4 Estimación del coste de implantación.

A continuación se incluye un cuadro resumen de la estimación del coste de implantación.

1	**OBRA CIVIL**	**7.582.262,89**	**35,73%**
1.1	DEMOLICIÓN ESTRUCTURAS E.D.A.R.	431.155,07	2,03%
1.2	MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS	36.889,56	0,17%
1.3	OBRA DE LLEGADA, CANALES Y DESARENADOR-DESENGRASADOR	314.900,00	1,48%
1.4	CAMARA DE REPARTO DE LINEAS	32.010,72	0,15%
1.5	REACTOR BIOLOGICO	2.856.000,00	13,46%
1.6	DECANTACIÓN SECUNDARIA	885.000,00	4,17%
1.7	ESPESADOR DE FANGOS PRIMARIOS	264.000,00	1,24%
1.8	NUEVO EDIFICIO DE CONTROL	220.720,50	1,04%
1.9	NUEVO EDIFICIO DE TALLERES	93.590,00	0,44%
1.10	BOMBEO DE FANGOS	171.000,00	0,81%
1.11	EDIFICIO DE DESHIDRATACIÓN	269.790,08	1,27%
1.12	EDIFICIO DE SOPLANTES	464.562,00	2,19%
1.13	BOMBEOS. LÍNEA DE DRENAJES	152.893,27	0,72%
1.14	BOMBEO RECIRCULACIÓN DE FANGOS LINEA NUEVA	37.597,27	0,18%
1.15	TUBERIAS DE PROCESO. LINEA DE FANGOS- OBRA CIVIL	174.754,73	0,82%
1.16	TUBERIAS DE PROCESO. LINEA DE AGUA	267.154,12	1,26%
1.17	URBANIZACIÓN Y ACABADOS	811.147,51	3,82%
1.18	CERRAMIENTO	34.201,38	0,16%
1.19	JARDINERIA	64.896,68	0,31%
2	**EQUIPOS MECÁNICOS**	**8.229.783,08**	**38,78%**
2.1	DESBASTE FINO	607.750,43	2,86%
2.2	DESARENADO-DESENGRASADO	483.209,21	2,28%
2.3	REPARTO LINEAS Y MED. CAUDAL	42.895,90	0,20%
2.4	REPARTO BIOLÓGICO	30.780,70	0,15%
2.5	TRAT. BIOLÓGICO	4.181.907,54	19,71%
2.6	DEANTACIÓN PRIMARIA	307.722,37	1,45%
2.7	DESINFECCIÓN HIPOCLORITO SÓDICO	15.932,33	0,08%
2.8	BOMBEO RECIRCULACIÓN	211.324,60	1,00%
2.9	BOMBEO FANGO EXCESO	48.017,19	0,23%
2.10	BOMBEO DRENAJES Y SOBRENADANTES	172.401,60	0,81%
2.11	ESPESADO Y TAMIZADO FANGO	320.731,45	1,51%
2.12	POLIELECTROLITO FANGO	38.234,38	0,18%
2.13	BOMBEO DE FANGO A SECADO	38.079,65	0,18%
2.14	DESHIDRATACION DE FANGOS	966.056,18	4,55%
2.15	POLIELECTROLITO FANGO (SECADO)	53.624,52	0,25%
2.16	TRATAMIENTO AGUA INDUSTRIAL	15.307,28	0,07%
2.17	BOMBEO GENERAL DE DRENAJES	85.739,23	0,40%
2.18	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	140.318,52	0,66%
2.19	DESMONTAJE EQUIPOS ACTUALES	219.750,00	1,04%
2.20	CONEXIONES PROVISIONALES	250.000,00	1,18%

3	**EQUIPOS ELECTRICOS**	**3.196.788,97**	**15,06%**
3.1	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	636.509,35	3,00%
3.2	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	270.063,91	1,27%
3.3	CUADROS POTENCIA Y CONTROL	1.122.146,73	5,29%
3.4	INSTALACION ELECTRICA-CABLEADO	505.498,10	2,38%
3.5	CUADROS LOCALES	106.397,77	0,50%
3.6	CONTROL	234.986,68	1,11%
3.7	INSTRUMENTACION	162.505,89	0,77%
3.8	SINOPTICO	42.988,73	0,20%
3.9	ALUMBRADO INTERIOR	51.683,17	0,24%
3.10	ALUMBRADO EXTERIOR	64.008,64	0,30%
4	**SEGURIDAD Y SALUD**	**220.660,84**	**1,04%**
5	**PARTIDAS ALZADA A JUSTIFICAR**	**1.992.227,00**	**9,39%**

TOTAL PEM	21.221.722,78
13% GG	2.758.823,96
6% BI	1.273.303,37
SUMA	25.253.850,11
16% IVA	4.040.616,02
TOTAL PEC	**29.294.466,13**
Volumen tratado (m^3/día)	46.769,00
Coste m^3	**626,37 €/m^3**

9.2.5 Estudio de explotación.

EDAR LOS VADOS - COSTES DE EXPLOTACIÓN - TRATAMIENTO AIREACIÓN PROLONGADA

ENERGÍA ELECTRICA

- Tabla de CONSUMIDORES

CONSUMIDORES	Potencia (kW)	Instal.	Activos	Pot. Inst. (kW)	Pot. Acti. (kW)	Horas/ Día	Días /Año	Consumo anual (kW)
Bombeo inicial								
Tornillos de elevación*	40,00	4	4	160,00	160,00	15,6	365,0	911.040,0
Pretratamiento								
Rejas	1,00	4	4	4,00	4,00	6,0	365,0	8.760,0
Tornillos residuos	0,50	4	4	2,00	2,00	6,0	365,0	4.380,0
Prensa de residuos	0,50	1	1	0,50	0,50	4,0	365,0	730,0
Clasificador de arenas	3,00	1	1	3,00	3,00	4,0	365,0	4.380,0
Separador de grasas	1,00	1	1	1,00	1,00	4,0	365,0	1.460,0
Bomba arenas	2,00	4	4	8,00	8,00	12,0	365,0	35.040,0
Soplantes	8,70	5	4	43,50	34,80	24,0	365,0	304.848,0
Puente desarenador	0,25	4	4	1,00	1,00	24,0	365,0	8.760,0
Desodorización y manutención	15,00	1	1	15,00	15,00	24,0	365,0	131.400,0
Reactor biológico								
Circulación	10,50	24	24	252,00	252,00	24,0	365,0	2.207.520,0
Motocompresores**	259,70	7	6	1.817,90	1.558,20	19,5	365,0	11.090.488,5
Bombas de recirculación	4,20	5	4	21,00	16,80	24,0	365,0	147.168,0
Decantadores secundarios								
Puente decantador	1,20	3	3	3,60	3,60	24,0	365,0	31.536,0
Bombeo de fangos								
Bombeo fangos	3,50	4	3	14,00	10,50	12,0	365,0	45.990,0
Espesamiento y flotación								
Espesador	1,10	2	2	2,20	2,20	24,0	365,0	19.272,0
Deshidratación								
Depósito colchón	0,75	1	1	0,75	0,75	24,0	365,0	6.570,0
Bombas fango a centrifugas	2,20	3	2	6,60	4,40	8,0	260,0	9.152,0
Centrifugas***	55,00	2	2	110,00	110,00	3,0	260,0	85.800,0
Bomba fango seco a silo	2,00	2	2	4,00	4,00	8,0	260,0	8.320,0
Equipo preparación polielectrolito	1,60	2	2	3,20	3,20	8,0	260,0	6.656,0
Bomba polieletrolito	1,10	3	2	3,30	2,20	8,0	260,0	4.576,0
Desodorización y manutención	22,00	1	1	22,00	22,00	24,0	365,0	192.720,0
Servicios generales								
Alumbrado	10,00	1	1	10,00	10,00	8,0	260,0	20.800,0
Control	5,00	1	1	5,00	5,00	24,0	365,0	43.800,0
Edificios	8,00	1	1	8,00	8,00	8,0	260,0	16.640,0
TOTAL				**2.521,55**	**2.242,15**		**Total...**	**15.347.806,5**
							Media diaria	42.048,8

*la relación entre caudal punta y medio es de 0,65, por lo que se estiman 15,6 horas diarias de funcionamiento en vez de 24
**la relación entre necesidades máximas y medias es de 0,81 por lo que se estiman 19,5 horas diarias de funcionamiento en vez de 24
***el consumo nominal de la centrifuga una vez en régimen es de 20,1 kW, por lo que se estiman 3 horas diarias en vez de 8

Término fijo:

- Potencia instalada (kW)	2.521,55
- Coeficiente simultaneidad	0,80
- Potencia a contratar (kW)	2.017,24

- Precio del termino de potencia (€/kW/mes)	10,82
- Término potencia (€/año)	261.918,44
Término variable:	
- Consumo anual eléctrico (kW/año)	15.347.806,50
- Precio medio del kwh (€)	0,10
- Consumo anual (€/año)	1.534.780,65
Total energía eléctrica (€/año)	**1.796.699,09**

REACTIVOS

Reactivo	Polielectrolito	
Temporada	Todo el año (5 d/sem)	
Consumo reactivo	110,02	kg/d
Dias de consumo anuales	260,00	d/año
Consumo anual	28.605,20	Kg/año
Precio reactivo	3,83	euros/kg
Coste total	109.557,92	euros/año

Preparación	Agua	
Temporada	Todo el año (5 d/sem)	
Consumo	220,04	m³/d
Dias de consumo anuales	260,00	d/año
Consumo anual	57.210,40	m³/año
Precio	1,28	euros/m³
Coste total	73.343,73	euros/año

Total reactivos (€/año)	**182.901,65**

RESIDUOS

Residuo	Desbaste	
Temporada	Todo el año	
Producción teórica de residuos	2.666,00	l/d
Días de producción	365	días/año
Producción anual	973,09	m³/año
Capacidad transporte	5,00	m³/viaje
Número de viajes anuales	194,62	viajes/año
Precio por m3	20,00	euros/m³
Coste anual	19.461,80	euros/año

Residuo	Fangos	
Temporada	Todo el año (5 d/sem)	
Producción fangos	83,83	m³/dia
	88,02	tn/dia
Días de producción	260	días/año
Producción anual	22.886	tn/año
Precio evacuación	32,00	€/tn
Coste anual	732.338,88	euros/año

Total residuos (€/año)	**751.800,68**

PERSONAL

		Nº de trabajadores					Coste anual (€/año)
		Nº	TURNOS/ DÍA	DÍAS/ SEMANAS	Nº OP NEC	Nº OP ELE	
Técnico Superior	54.000	1	1	5	1,24	1	54.000,0
Analista laboratorio	43.000	1	1	5	1,24	1	43.000,0
Encargado	40.000	1	1	5	1,24	1	40.000,0
Oficial 1ª Eléctrico	38.000	1	1	5	1,24	1	38.000,0
Oficial 1ª Mecánico	38.000	1	1	5	1,24	1	38.000,0
Operadores *	35.000	2	2	6	5,94	6	210.000,0
TOTAL							**423.000,0**

* 2 operadores en doble turno mañana/tarde 6 días semana

Total personal (€/año)	**423.000,00**

MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

- Mantenimiento de uso (€/año)	29.464,47
- Mantenimiento preventivo (€/año)	54.018,20
- Mantenimiento correctivo (€/año)	68.750,43
- Conservación (€/año)	22.916,81
	175.149,91
Total mantenimiento (€/año)	**175.149,91**

VARIOS

- Ropas personal explotación	11	personas	250	€/año	2.750,00
- EPIS personal explotación	11	personas	150	€/año	1.650,00
- Vehículo, seguro y combustible			500	€/mes	6.000,00
- Telefonía	7	móviles	30	€/mes	2.520,00
- Material fungible administración					3.200,00
- Seguro responsabilidad civil					93.018,16
					109.138,16
Total varios (€/año)					**109.138,16**

RESUMEN

RESUMEN DE GASTOS TRATAMIENTO AIREACIÓN PROLONGADA			
Gastos fijos			
Personal	423.000,00	€/año	12%
Mantenimiento y conservación	175.149,91	€/año	5%
Término de potencia	261.918,44	€/año	8%
Varios	109.138,16	€/año	3%
Gastos Variables			
Energía Eléctrica	1.534.780,65	€/año	45%
Producción energía eléctrica	0,00	€/año	0%
Reactivos	182.901,65	€/año	5%
Residuos	751.800,68	€/año	22%

Total	**3.438.689,49 €/año**
Caudal diario	**46.769,00 m³/d**
Caudal anual	**17.070.685,00 m³/año**
Coste m³	**0,2014 €/m³**

9.3 ALTERNATIVA 2.

9.3.1 Dimensionamiento.

Se van a exponer los datos de funcionamiento de la depuradora de Los Vados ampliada para tratar el caudal futuro de 46.769 m³/día, resultante de la incorporación a la planta de los vertidos de las poblaciones gestionadas por EMASAGRA Y AGUASVIRA, además, por supuesto, de los vertidos de origen industrial.

Se va a seguir el criterio general de respetar las dimensiones de los elementos actuales, de forma que los nuevos elementos necesarios se ajusten en lo posible a las dimensiones de los homólogos existentes en este momento. Por lo que se refiere al biológico, se adoptará una carga másica bastante conservadora, de 0,20 y una concentración de fangos en el reactor de 2.500 mg/l.

Se exponen a continuación los parámetros de funcionamiento de los elementos más importantes de la planta, tanto de la línea de agua, como de la de fangos y de la de gas.

9.3.1.1 Opción A: dimensiones de elementos iguales a los existentes.

DECANTACIÓN PRIMARIA

Se debe tener en cuenta que los efluentes de origen industrial no entran a estos decantadores.

Población (hb)		335.917,00
Dotación (l/hb.día)		124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)		60,00
Carga de SS (g/hb.día)		39,02
CAUDALES		
Caudal diario (m³/día)		41.769,00
Caudal medio (m³/h)		1.740,38
Caudal máximo (m³/h)		2.695,27
DECANTADORES CIRCULARES		
$V_{asc.}$ (m³/m².h)		
	a Q_{med}	1,14
	a Q_{max}	1,77
Superficie total (m²)		1.520,53
Nº decantadores (Uds)		4,00
Diámetro (m)		22,00
Calado en vertical vertedero (m)		2,50
Profundidad máxima (m)		3,80
Volumen unitario (m³)		1.115,06
Volumen total (m³)		4.460,22
Tiempo de retención (h)		
	a Q_{med}	2,56
	a Q_{max}	1,65

Carga hid. s/verted. (m^3/ml.h)		
	a Q_{med}	6,30
	a Q_{max}	9,75
% DBO_5 eliminados		33,00
% SS eliminados		65,00
% NTK eliminados		10,00
Concentración DBO_5 salida (mg/l)		323,30
Concentración SS salida (mg/l)		109,83
Concentración NTK salida (mg/l)		54,30
FANGOS PRIMARIOS		
Fangos purgados (Kg/día)		8.519,89
Concentración (Kg/m^3)		10,00
Caudal diario de fangos (m^3/día)		851,99
nº purgas diarias por decantador		96,00
nº total de purgas		384,00
Duración purga (minutos)		2,00
Duración total purgas (h)		12,80
Caudal fangos por purga (m^3/h)		66,56
Diámetro tubería de purga (m)		0,20
Velocidad en tubería (m/sg)		0,59

Son necesarios 4 decantadores como los existentes, por lo que sería necesario ejecutar 2 más.

REACTOR BIOLOGICO

BASES DE PARTIDA

	VERANO	INVIERNO
Población (hb)	335.917,00	335.917,00
Dotación (l/hb.día)	124,34	124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)	60,00	60,00
Carga de SS (g/hb.día)	39,02	39,02
Carga N.T.K. (g/h.día)	8,40	8,40
Carga P. (g/h.día)	2,50	2,50
Fracción volátil de los MLSS	0,75	0,75
Factor punta de contaminación	1,50	1,50
A.R.I.		
Caudal aportado (m^3/día)	5.000,00	5.000,00
Carga diaria DBO_5 (Kg/día)	6.900,00	6.900,00
Rendimiento primario instalado (%)	50,00	50,00
Carga diaria DBO_5 entrante a biológico (Kg/día)	3.450,00	3.450,00
CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)	46.769,00	46.769,00
Caudal medio (m^3/h)	1.948,71	1.948,71
Caudal máximo (m^3/h)	2.996,26	2.996,26
CONTAMINACION		
Carga DBO_5 (Kg/día)	27.055,02	27.055,02
Concentración media DBO_5 (mg/l)	578,48	578,48
Concentración máxima DBO_5 (mg/l)	867,72	867,72
Carga de SS (Kg/día)	13.107,53	13.107,53

Concentración media SS (mg/l)	313,81	313,81
Concentración máxima SS (mg/l)	470,72	470,72
Concentración media SSV (mg/l)	203,98	203,98
Carga de N.T.K. (Kg/día)	2.821,70	2.821,70
Concentración media NTK (mg/l)	60,33	60,33
Concentración máxima NTK (mg/l)	90,50	90,50
Carga de P (Kg/día)	839,79	839,79
Concentración media P (mg/l)	17,96	17,96
Concentración máxima P (mg/l)	26,93	26,93
EFLUENTES		
Concentración final DBO_5 (mg/l)	25,00	25,00
Concentración final SS (mg/l)	30,00	30,00
REACTOR BIOLOGICO		
Reducción DBO_5 en primario (%)	33,00	33,00
Reducción SS en primario (%)	65,00	65,00
Carga DBO_5 entrada (Kg/día)	16.953,86	16.953,86
Concentración DBO_5 entrada (mg/l)	362,50	362,50
Carga SS entrada (Kg/día)	4.587,64	4.587,64
Concentración SS entrada (mg/l)	109,83	109,83
B1 (rel. SS / DBO_5 de entrada al reactor)	0,30	0,30
Concentración MLSS (mg/l)	2.500,00	2.500,00
Rendimiento biológico (%)	93,10	93,10
Carga másica (C_m)	0,20	0,20
Carga volúmica (Kg DBO_5/m^3.día)	0,50	0,50
Masa de fangos en reactor (Kg)	84.769,32	84.769,32

Edad del fango (días)	7,89	7,89
<u>Comprobación DBO_5 de salida de reactor.</u>		
K_m (factor de eliminación DBO_5 en días^{-1})	360,00	180,00
DBO_5 soluble en agua depurada (mg/l)	1,38	2,76
f(C_m)	0,36	0,36
DBO_5 consecuencia de los SS del efluente (mg/l)	10,73	10,73
DBO_5 a la salida del reactor (mg/l)	12,12	13,49
Volumen de aireación (m^3)	33.907,73	33.907,73
Tiempo de retención. (h) a Qmed.	17,40	17,40
Tiempo de retención. (h) a Qmax.	11,32	11,32
DBO5 eliminada (Kg/día)	15.784,64	15.784,64
Dimensiones reactor		
Largo (m)	34,00	34,00
Ancho (m)	12,00	12,00
Profundidad útil (m)	4,60	4,60
Volumen vaso (m^3)	1.876,80	1.876,80
Número de vasos necesarios	18,07	18,07
NITRIFICACION		
T (ºC)	22,00	18,00
fx (% del reactor)	49,74	22,23
condición	0,00	0,00
Porcentaje de zona de anoxia en reactor adoptado	20,00	20,00

NTK insoluble (decantable) (mg/l)	6,03	6,03
NTK soluble no biodegradable (mg/l)	1,21	1,21
NTK soluble biodegradable no amonizable	1,21	1,21
Na (N amoniacal no nitrificable) (mg/l)	2,52	1,59
NTK con la mat. volátil de los fangos en exc.	17,22	17,22
NTK oxidable (mg/l)	32,15	33,08
Cant. de N oxidado que puede desnitrf. (mg/l)	71,37	42,83
NTK reducible (mg/l)	12,45	12,82
NECESIDADES DE OXÍGENO (en condiciones reales)		
Para la síntesis de células		
a (Kg O_2/Kg DBO_5)	0,59	0,59
Or_1 (Kg O_2/día)	9.312,94	9.312,94
Para la respiración de la masa celular		
K_{re} (KgO_2/Kg MLSS día)	0,09	0,09
Or_2 (Kg O_2/día)	6.239,02	6.239,02
Or_3 (KgO_2/día) -Para nitrificación-	5.204,69	5.438,69
Or (Kg O_2/día)	20.756,65	20.990,64
Necesidades medias (KgO_2/h)	864,86	874,61
Necesidades medias para la síntesis (KgO_2/h)	388,04	388,04
Necesidades medias para la respiración endóg. (KgO_2/h)	259,96	259,96
Necesidades medias para la nitrificación (KgO_2/h)	216,86	226,61
Influencia de las puntas de DBO_5 y caudal	1,55	1,55
Necesidades puntas para la síntesis (KgO_2/h)	599,62	599,62

Necesidades puntas para nitrificac. (KgO_2/h)	335,11	350,17
Necesidades punta (KgO_2/h)	1.194,68	1.209,75
Or/Kg DBO_5 eliminado	1,31	1,33
CAPACIDAD DE OXIGENACION		
C_s10 (mg/l)	11,33	11,33
T (ºC)	22,00	18,00
C_s (mg/l)	8,39	9,06
C_l (mg/l) a caudal medio	2,00	2,00
C_l (mg/l) a caudal máximo	1,50	1,50
$(D_{10}/D_T)^{0,5}$	0,80	0,86
P_o (mm de Hg)	760,00	760,00
Altitud de la EDAR (m.s.n.m.)	600,00	600,00
P_h (mm de Hg)	705,45	705,45
α (coef. intercambio licor-agua pura)	0,65	0,65
Or/OC -Coeficiente de transferencia a Q_{med}-	0,426	0,437
Or/OC -Coeficiente de transferencia a $Q_{máx}$-	0,459	0,468
Capacidad de oxigenación media (Kg O_2/h)	2.032,48	2.003,05
Capacidad de oxigenación punta (Kg O_2/h)	2.603,80	2.587,42
EQUIPOS DE AIREACION		
Difusores de burbuja fina		
O_2 por vol. de aire atmosférico (KgO_2/m^3aire)	0,30	0,30
Rendimiento difus. (%/m sumergencia)	4,00	4,00
Sumergencia difusores (m)	4,50	4,50

Rendimiento total difus. (%)	18,00	18,00
Necesidades punta de aire (Nm^3/h)	48.218,49	47.915,17
Necesidades medias de aire (Nm^3/h)	37.638,56	37.093,48
Caudal de aire por difusor (Nm^3/h)	7,06	7,06
Número de difusores en zona óxica	6.829,81	6.786,85
Número de difus. inatascables en z. anóxica	2.151,39	2.137,86
Número total de difusores	8.981,21	8.924,71
Presión absoluta de entrada (mca)	9,28	9,28
Pérdidas en la línea de aire (mca)	0,39	0,39
Presión absoluta de salida (mca)	14,17	14,17
Potencia punta motocompresores (CV)	1.366,96	1.358,36
Potencia media motocompresores (CV)	1.067,03	1.051,58
RECIRCULACION DE FANGOS		
IVF (ml/g) -Indice de Molhman-	154,97	154,97
R (%Qmed)	63,25	63,25
Nº bombas (1 en R)	3,00	3,00
Caudal unitario (m^3/h)	974,35	974,35
Capacidad máxima de recirculación (%)	150,00	150,00
FANGOS EN EXCESO		
(Fórmula de Huisken)		
Fe (Kg/día)	10.737,24	10.737,24
Concentración (g/l)	6,00	6,00
Volumen diario de fangos en exceso (m^3/día)	1.789,54	1.789,54

Con este dimensionamiento se comprueba que son necesarios 18 líneas de dimensiones iguales a las existentes, es decir 9 reactores como el actual.

Se comprende que esta solución es inviable, dentro de los terrenos de la parcela actual.

DECANTACIÓN SECUNDARIA.

Población (hb)		335.917,00
Dotación (l/hb.día)		124,34
Carga DBO_5 (g/hb.día)		60,00
Carga de SS (g/hb.día)		39,02
CAUDALES		
Caudal diario (m^3/día)		46.769,00
Caudal medio (m^3/h)		1.948,71
Caudal máximo (m^3/h)		2.996,26
DECANTADORES CIRCULARES		
V_{asc} ($m^3/m^2.h$)		
	a Q_{med}	0,79
	a Q_{max}	1,22
Superficie total (m^2)		2.463,02
Carga de sólidos (Kg SS/m^2.h)		
	a Q_{med}	2,37
	a Q_{max}	3,65
Nº decantadores (Uds.)		4,00
Diámetro (m)		28,00