

DOCUMENTO:

Anejo nº 3. Datos de diseño proceso

ÍNDICE

1. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO DEL ANEJO 5

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA 5

3. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN TIEMPO SECO 5

4. METODOLOGIA DE CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES 5

5. CALCULO DE CAUDALES EN TIEMPO SECO ACTUAL 6

5.1. Cálculo de caudales teóricos (ITOHG-SAN)6

5.1.1. Dotaciones.....6

5.1.2. Cálculos de población.....7

5.1.3. Cálculo teórico de caudales de tiempo seco actual8

5.1.4. Cálculo teórico del caudal punta8

5.2. Caudales extraídos de los datos de explotación de la EDAR actual9

6. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO 10

6.1. Cálculos de población. Determinación de caudales teóricos10

6.2. Cálculo teórico de caudales mínimos.....11

6.3. Caudal máximo EDAR.....11

7. CARGAS DE CONTAMINACION DEL AFLUENTE..... 11

7.1. Cargas contaminantes a partir de los registros de explotación11

7.2. Cargas teóricas mínimas14

8. RESUMEN DE RESULTADOS. COMPARATIVO ESTADO ACTUAL 14

9. PROPUESTA DE CAUDALES Y CARGAS DE DISEÑO 14

10. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO EXTERIOR 15

11. PARÁMETROS DE DISEÑO DE IMPULSIONES 15

12. PARÁMETROS DE DISEÑO EN LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA EDAR 16

12.1. Obra de llegada16

12.2. Pretratamiento16

12.2.1. Desbaste y tamizado16

12.2.2. Desarenado-desengrasado16

12.3. Tratamiento biológico17

12.4. Decantación secundaria18

12.5. Desinfección18

12.6. Recirculación y purga de fangos18

12.7. Espesamiento de fangos biológicos por gravedad18

12.8. Acondicionamiento, secado y almacenamiento de fangos biológicos19

12.9. Almacenamiento de fangos19

12.10.Desodorización 19

ANEXO 1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO DE LA NUEVA EDAR DE A ILLA DE AROUSA 21

ANEXO 2. GRÁFICAS ENVOLVENTES DE CARGAS Y CAUDALES DE EXPLOTACIÓN 29

1. OBJETIVO Y PLANTEAMIENTO DEL ANEJO

El objetivo de este documento es la definición de los caudales y cargas contaminantes de diseño de la EDAR de A Illa de Arousa en base a distinta información disponible sobre este asunto y aplicando, en caso de ser necesarias, hipótesis basadas en los criterios establecidos en las Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG) de Augas de Galicia, así como los parámetros de diseño de los procesos unitarios.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

La documentación analizada a la que se ha tenido acceso es la siguiente:

- Proyecto de “Mellora do sistema de saneamento no Concello de A Illa de Arousa (Pontevedra)”.
- Instrucciones Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia (ITOHG).
- Datos de volúmenes de agua suministrados para abastecimiento, dados por el Explotador del servicio de aguas.
- Datos de caudales residuales y cargas contaminantes facilitadas por la explotación de la EDAR actual.
- Datos de población y vivienda del INE.

3. METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN TIEMPO SECO

El proyecto de la nueva EDAR de A Illa de Arousa está fuertemente relacionado con el proyecto de “*Mellora do sistema de saneamento no Concello de A Illa de Arousa (Pontevedra)*” que está siendo redactado por Augas de Galicia. Esta relación viene dada por el hecho de que la actuación sobre el sistema de colectores determinará los caudales que llegarán a la nueva EDAR e implica que ambos proyectos hayan de ser coherentes a la hora de abordar la metodología de cálculo de estos parámetros.

Partiendo de esta consideración, el cálculo de los caudales teóricos de tiempo seco para el año horizonte de diseño (2043) se realizará conforme a lo propuesto por las ITOHG-SAN-1/1. De acuerdo a este criterio, la metodología empleada para el cálculo de los caudales de diseño de la nueva EDAR será la siguiente:

1. **Determinación de los caudales teóricos de tiempo seco** en situación actual de la nueva EDAR de acuerdo a lo propuesto en las ITOHG-SAN-1/1.

Según esta metodología de cálculo, las aguas residuales a evacuar en tiempo seco por los sistemas de saneamiento pueden tener diversas procedencias: urbanas, industriales y de infiltración, y su método de cálculo responde al siguiente esquema:

- a) Obtención de los caudales abastecidos a partir de dotaciones y datos de población actual.
- b) Cálculo de caudales medios de tiempo seco a partir del retorno de aguas a la red de saneamiento y de la estimación de la infiltración.
- c) Estimación de la estacionalidad y obtención de los coeficientes para el cálculo de caudales punta

2. **Contraste de los resultados obtenidos** con los caudales medidos en las instalaciones de la EDAR actual.

Si bien la determinación a futuro de los caudales a tratar en la EDAR siempre habrá de apoyarse en predicciones teóricas como las anteriormente expuestas, para el tiempo actual resulta obligado realizar un contraste de las hipótesis de cálculo adoptadas con los caudales medidos en las instalaciones de la EDAR en funcionamiento. Este análisis puede aportar información válida para la correcta adopción de ciertos coeficientes de diseño como, por ejemplo, el coeficiente de infiltración o el factor de estacionalidad.

Para que este ejercicio de verificación resulte coherente con los cálculos teóricos, se realizará un análisis estadístico de la información suministrada por el explotador de la EDAR que permita identificar aquellos días que se corresponden con una situación de tiempo seco. El término “tiempo seco” hace referencia a aquellos días en los que la precipitación acumulada es inferior a 1mm, por lo que se discriminarán estos datos dentro de las series disponibles para eliminar el efecto de las aportaciones de las aguas de lluvia. Además, y para evaluar la influencia de los aportes de escorrentía diferidos en el tiempo, se analizarán dos escenarios más en los que se eliminarán aquellos días precedidos de un día lluvioso ($P_{d-1} > 1\text{mm}$) y de dos días lluviosos ($P_{d-2} < 1$).

Además, y a fin de detectar posibles efectos de estacionalidad, este análisis se realizará en dos periodos en el año:

- Junio-Septiembre. TIEMPO ESTIVAL
- Octubre-Mayo. TIEMPO NO ESTIVAL

El objetivo es determinar los percentiles 50 y 85 de ambos periodos a fin de establecer los caudales medio y punta de tiempo seco y verificar posibles efectos de estacionalidad. Sabiendo las fluctuaciones de población que se dan en una zona con una cierta afluencia turística veraniega, este análisis servirá para detectar posibles discordancias respecto a los patrones esperados de distribución de caudales.

3. **Comparación de los dos escenarios anteriores**, cálculo teórico y datos de explotación, para determinar los valores de partida más fiables para el establecimiento de los caudales futuros de diseño.
4. **Determinación de los caudales de diseño** de la nueva EDAR a partir de la estimación de los teóricos de tiempo seco futuro de acuerdo a lo propuesto en las ITOHG-SAN-1/1.

4. METODOLOGIA DE CALCULO DE CARGAS CONTAMINANTES

En este caso, se cuenta con los datos de concentraciones de parámetros contaminantes de entrada a la EDAR actual durante los 3 últimos años por lo que, de acuerdo a lo propuesto en las ITOHG-EDAR-1/1/2, se podrá aplicar un análisis estadístico a la información disponible.

Este análisis consistirá en la representación gráfica de la distribución de probabilidad que mejor se ajuste (distribución normal o log-normal) con un intervalo de confianza del 95 % de las cargas registradas de cada uno de los contaminantes característicos. Entonces, se tomará como carga media de cada contaminante el percentil 85 de la distribución. Con estos datos se comprobará la dotación de contaminante (en g/h/d), para lo cual se dividirá la carga registrada (percentil 85) entre la población actual.

A cada curva de ajuste se le asociará su intervalo de confianza, con un nivel de significación del 95%, que se plasmará en dos curvas que acompañan a la recta de regresión por ambos lados. Se considera que el ajuste es tanto más fiable cuanto más estrecho sea el intervalo entre las curvas.

No obstante, se verificará que los valores de concentración de contaminantes obtenidos estén por encima de los siguientes valores mínimos sancionados por las ITOHG:

Parámetro	Valor mínimo admisible
DBO5 (mg/L)	110
DQO (mg/L)	250
SST (mg/L)	100
NTK (mg/L)	20
PT (mg/L)	4

Tabla 1. Valores mínimos de concentración en aguas residuales urbanas. Fuente: ITOHG.

Bajo el mismo criterio, se estimará el caudal de vertido y carga contaminante de la nueva área industrial de acuerdo a las ITOHG:

Parámetro	Valor (mg/L)
DBO5	500
DQO	1000
SST	500
NTK	40
PT	40

Tabla 2. Valores teóricos de concentración en aguas residuales industriales. Fuente: ITOHG.

5. CALCULO DE CAUDALES EN TIEMPO SECO ACTUAL

Para la determinación de los caudales en tiempo seco nos basaremos en las ITOHG-ABA-1/1, ITOHG-SAN-1/1 e ITOHG-EDAR-1/1/1.

5.1. Cálculo de caudales teóricos (ITOHG-SAN)

A continuación, se realiza un cálculo de los caudales teóricos de tiempo seco a partir de las metodologías sancionadas por las ITOHG y que incluyen los siguientes pasos:

1. Estimación de demandas de caudales abastecidos.
2. Cálculos de población.
3. Cálculo de caudales medios de tiempo seco a partir del retorno de aguas a la red de saneamiento y de la estimación de la infiltración.
4. Estimación de la estacionalidad y obtención de los coeficientes para el cálculo de caudales punta
Cálculo de los caudales.

5.1.1. Dotaciones

Las ITOHG-ABA, en su documento ABA-1/1, incluyen las dotaciones a considerar para la estimación de las demandas de caudales medios de abastecimiento, a partir de las cuales se obtienen también las dotaciones teóricas para el diseño de redes de saneamiento y depuración.

En la siguiente tabla se recogen las dotaciones máximas admisibles según la citada instrucción:

Población abastecida por el sistema	Dotaciones máximas (L/hab y día)		
	Actividad industrial y comercial		
	Alta	Media	Baja
<2000	210	195	180
De 2000 a 10000	270	240	210
De 10000 a 50000	300	270	240
De 50000 a 250000	350	310	280
> 250000	410	370	330

Tabla 3. Dotaciones máximas según el Plan de Abastecimiento de Galicia. Fuente: ITOHG

Dado que la población censada actual es de 4.958 habitantes y considerando que la actividad industrial y comercial es baja, se propone como dotación de partida 210 L/hab y día.

Para contrastar la fiabilidad de esta estimación, se cuenta con los datos de contraste de los volúmenes de agua abastecidos al *Concello de A Illa* en los 2 últimos años y que son los siguientes:

Meses	AÑOS			Valor medio mensual (m³)	Volumen medio diario (m³/día)
	2017	2018	2019		
ENERO	31.403	31.729	31.341	31.491	1.016
FEBRERO	30.387	29.160	31.375	30.307	1.082
MARZO	29.277	30.572	37.028	32.292	1.042
ABRIL	32.253	31.348		31.801	1.060
MAYO	34.365	33.486		33.926	1.094
JUNIO	39.224	37.391		38.308	1.277
JULIO	52.399	44.489		48.444	1.563
AGOSTO	53.597	48.674		51.136	1.650
SEPTIEMBRE	37.264	38.152		37.708	1.257
OCTUBRE	34.604	34.544		34.574	1.115
NOVIEMBRE	31.910	30.821		31.366	1.046
DICIEMBRE	30.521	31.295		30.908	997
	437.204	421.661	99.744	432.259	

Tabla 4. Volúmenes de agua abastecidos al Concello de A Illa de Arousa. Fuente: Concello de Illa de Arousa.

Además, por parte del Concello se han suministrado los datos correspondientes a los grandes consumidores y que representan un total de 43.862 m³, es decir, un 10 % del total de agua consumida por el Concello.

Abonado	TITULAR Padrón Auga	NIF	DIRECCION	Consumo 2018 (m3)
25001327	PESCADONA SA	A36051563	TESTOS, 13	12.713
25002842	ESPINA OBRAS HIDRAULICAS SA (Depuradora EDAR)	A15168156	TESTOS, 10 B	8.206
25001560	RAMOS SEARA MARIA ANGELES (Camping B Edén)	35418497S	AS ACENAS, 37	4.466
25001325	-IGAFA - CONSELLERIA DE PESCA	S1511001H	TESTOS, 4	4.112
25002049	COM. PROPIETARIOS POMBAL	H36273134	LAGARTIÑO, 21	2.855
25002714	COM. PROPIETARIOS AVENIDA DA PONTE 98	H94100757	AVDA PONTE (DA) , 98	2.635
25000105	GARCIA CORES, VENTURA (Conservas Vengarco)	35423353H	ESPINERO, 7	2.414
25002605	E.P. PORTOS GALICIA ZONA SUR	Q6550023C	XUFRE	2.402
25001561	DIZ MOURINO MARIA LUISA (Camping Salinas)	35425878J	AS ACENAS,	2.180
25002699	COM. PROPIETARIOS RESIDENCIAL ALBORADA	H94062064	CAMPO DAS RUBAS, 32	1.879

Tabla 5. Volúmenes de agua anual de grandes consumidores (>2.000 m3/año). Fuente: Concello de Illa de Arousa

Del análisis de los volúmenes de agua abastecidos se desprende que el volumen medio diario fuera de periodo estacional es del orden de 1.040 m³/día. Si consideramos una población censada de 4.958 habitantes, la dotación teórica sería de 209,7 L/hab, prácticamente coincidente con la dotación de 210 L/hab/día propuesta por las ITOHG para realizar estimaciones.

Para estimar la dotación a la nueva área industrial futura, se han empleado los siguientes valores de referencia, considerándose la dotación correspondiente a industria con bajo consumo de agua.

Tipo de industria o comercio	Dotación (L/seg. y ha)	Dotación (L/m² y día)
Bajo consumo de agua	0,25	2,16
Consumo medio de agua	0,5	4,32
Alto consumo de agua	1	8,64

Tabla 6. Caudales de agua para abastecimiento de zonas industriales. Fuente: ITOHG.

5.1.2. Cálculos de población

▪ Cálculo de la población fija actual

Se han obtenido los datos estadísticos de población censada desde el año 2002 al año 2018 y que se recogen en la siguiente tabla:

POBLACIÓN	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
010100 ACEÑAS (AS)	119	109	106	113	111	112	107	111	119	112	110	107	113	109	116	114	112
010200 AROUSA	2.156	2.164	2.147	2.133	2.117	2.131	2.147	2.158	2.183	2.165	2.113	2.127	2.087	2.058	2.001	2.006	2.015
010300 CABO DEIRO (O)	402	408	398	394	388	394	403	416	416	414	427	428	426	434	411	408	395
010400 CAMPELO	120	115	122	119	118	108	117	117	108	118	116	125	120	120	120	119	121
010500 CANTIÑO (O)	59	61	59	62	61	65	64	65	62	66	69	68	67	67	60	57	56
010600 CASTRIÑOS	122	116	102	102	103	102	106	104	100	102	96	100	112	107	115	115	117
010700 LAXE DO PAN	177	183	192	198	190	195	205	214	225	225	225	236	236	242	243	250	256
010800 LAXES (AS)	542	535	530	540	551	562	573	577	567	586	593	597	594	591	607	637	650
010900 MONTE (O)	249	252	248	244	245	247	241	254	259	255	251	260	263	255	256	259	263
011000 PARADELA	507	507	527	533	519	522	521	531	528	532	535	538	536	526	536	558	545
011100 PEDRASERRADA	206	204	204	208	212	213	215	196	186	192	189	187	188	184	178	170	156
011200 RODEL	47	47	47	48	44	46	46	53	61	63	67	61	65	66	71	70	74
011300 SEMUÑO	114	112	118	118	119	122	115	116	113	117	120	122	127	123	122	125	123
011400 TORRE (A)	65	64	74	72	71	70	68	70	73	73	70	72	72	74	73	80	75
TOTAL	4.885	4.877	4.874	4.884	4.849	4.889	4.928	4.982	5.000	5.020	4.981	5.028	5.006	4.956	4.909	4.968	4.958

Tabla 7. Evolución de la población del Concello de Illa de Arousa. Fuente: INE.

Se observa que la población censada se ha mantenido estable en el orden de los 5.000 habitantes durante este periodo.

▪ Estimación de la población estacional actual

La población estacional se calculará a partir de las plazas de alojamientos turísticos y a las viviendas de segunda residencia.

De acuerdo a las ITOHG (apartado 4.1 ITOHG-ABA-1/1), para las plazas hoteleras se considerará una ocupación plena con 2 habitantes por residencia, mientras que en el caso de las viviendas de segunda residencia se deben considerar 4 habitantes por vivienda.

Por su parte, para las instalaciones de camping se adopta una dotación de 60 l/plaza/día, y en base a este criterio se calculará la población equivalente asociada.

Para el cálculo del número de plazas hoteleras y de camping y de su evolución, se han obtenido los datos estadísticos ofrecidos por la “Axencia de turismo de Galicia”:

	Hoteles		Pensiones		Campamentos de turismo		Apartamentos turísticos		Viviendas de uso turístico		
AÑO	Establec.	Plazas	Establec.	Plazas	Establec.	Plazas	Establec.	Plazas	Establec.	Plazas	TOTAL Población equivalente
2017	1	42	3	74	2	548	1	8	-		281
2018	1	42	3	74	2	548	1	8	42	199	480
2019	1	42	3	74	2	548	2	16	83	216	505

Tabla 8. Evolución de plazas hoteleras y camping del Concello. Fuente: Axencia de turismo de Galicia.

Para conocer el número de viviendas detallado de segunda residencia se han tomado los datos del INE publicados, por municipio, de 2001 y 2011.

	Total Viviendas	Viviendas principales	Viviendas secundarias	Habitantes en viv. secundarias
AÑO 2001	1.830	1.312	366	1.464
AÑO 2011	2.632	1.566	470	1.880

Tabla 9. Viviendas principales y secundarias Concello Illa de Arousa. Fuente: INE.

Para extrapolar los valores anteriores al año 2018, se emplea la siguiente formulación:

$$P_s^t = P_s^0 + C \cdot O \cdot (t - t_0)$$

Dónde:

- P_s^t es la población en viviendas secundarias en el año horizonte.
- P_s^0 es la población en viviendas secundarias en el año del que se disponen datos.
- C es el crecimiento anual de viviendas secundarias. En este caso, 10,40 viviendas/año.
- O es la ocupación, que se supone de 4 habitantes según las ITOGH.

En base a ello, la estimación de la población estacional en viviendas secundarias en 2018 es de 2.171 habitantes. Si sumamos la población en plazas turísticas (480), tenemos una población estacional total de 2.651 habitantes, que sumada a la población habitual **daría un total de 7.609 habitantes.**

Suponiendo la dotación elegida anteriormente y corroborada por los datos disponibles (210 L/hab /día), tendríamos un volumen diario de abastecimiento en época estacional de 1.597 m³/d, valor similar al que se tiene de consumo medio estacional en julio y agosto (1.606 m³/día), según datos aportados por el Concello.

En consecuencia, se considera fiable la estimación de población estacional máxima realizada para el año 2.018 y a partir del cual se realizarán las estimaciones futuras.

5.1.3. Cálculo teórico de caudales de tiempo seco actual

Para el cálculo del caudal medio se parte de las dotaciones ya indicadas en apartados anteriores tanto para las aguas residuales urbanas como para las futuras de origen industrial.

En consecuencia, el caudal diario medio anual total será:

$$QD_{m,total} = QD_{m,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

Dónde:

- $QD_{m,total}$ es el caudal medio anual total.
- $QD_{m,urb}$ es el caudal medio anual de agua residual de origen urbana (80 % del caudal de agua abastecida).
- $QD_{m,ind}$ es el caudal diario medio anual de agua residual de origen industrial . En nuestro caso es el futuro SAU industrial.
- $QD_{m,inf}$ es el caudal medio diario anual de agua residual por infiltración.

Los caudales de infiltración se calculan a partir de los caudales actuales tanto de aguas residuales urbanas como industriales, en función de las siguientes condiciones:

- Edad de la red de saneamiento: nueva (RN) o vieja (RV).
- Situación de la rasante respecto al nivel freático: por encima (RNF) o por debajo (DNF).

En base a ello se consideran los siguientes caudales de infiltración:

$$QD_{m,inf} = K \cdot (QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb} + QD_{m,ind})$$

Para el caudal de infiltración no se considera ningún valor punta ni diario ni anual. En la siguiente tabla se recoge el valor del coeficiente K:

Población (h-e)	K
Menor o igual que 1000	1,0
1000 < P < 10000	Se evalúa cada caso
Mayor e igual que 10000	0,25

Tabla 10. Coeficiente de infiltración. Fuente: ITOGH.

En este caso se adopta un coeficiente K de 0,25 que se ajusta a la evaluación de la influencia real de este parámetro en la zona de estudio. Dadas las características de la población y la red, se obtienen los siguientes **valores teóricos de diseño para la población estival actual:**

	ACTUAL
Población	7.609
Dotación urbana (L/hab y día)	210
QDm,urb (m³/día)	1.278,31
Dotación industrial (L/seg. y ha)	0,25
Superficie industrial (ha)	0
QDm,ind (m³/día)	0
Cp,est	1,2
Coeficiente de infiltración K	0,25
QDm, inf (m³/día)	383,49
QDm, total (m³/día)	1.661,81

Tabla 11. Determinación de los caudales teóricos estivales actuales.

5.1.4. Cálculo teórico del caudal punta

Los caudales obtenidos en el apartado anterior representan una situación media anual.

Se distinguen diferentes tipos de puntas:

- La punta estacional, que refleja un mayor consumo que se produce en los meses de verano ($C_{p,est}$) debido al cambio de hábitos de consumo de la población y que este caso se estima en 1,2 (ITOHG).
- Las puntas horarias C_{ph} , que serán diferentes según los caudales sean de aguas domésticas o industriales.

Para definir los caudales punta de aguas residuales, tendremos:

- Caudal diario punta estacional de aguas residuales urbanas:
 $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb}$
- Caudal diario punta total de aguas residuales de todo tipo:

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

$$QD_{p,total} = QD_{m,urb} \cdot C_{p,est,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

Para definir los caudales punta horarios, teniendo en cuenta los coeficientes de retorno indicados anteriormente, tendremos:

$$QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot C_{ph,urb}$$

Para el cálculo de la punta horario de aguas residuales urbanas se utiliza la siguiente formulación:

$$C_{ph,urb} = 1,6 \cdot (1 + (1 / QD_{m,urb})^{0,5})$$

En base a esas fórmulas, el coeficiente punta horario urbano será para la situación actual: 2,02.

No se considera puntas horarias en el caudal de infiltración, por tanto:

$$QH_{p,inf} = QD_{m,inf}$$

Se estima el coeficiente punta industrial teniendo en cuenta el número de horas de funcionamiento de las industrias y el número de días trabajados a la semana. En este caso se estima de 3,98.

$$Q_{Hp,ind} = Q_{Dp,ind} \cdot C_{ph,ind}$$

Con esto, tendremos que el caudal horario punta total será:

$$Q_{Hp,total} = Q_{Hp,urb} + Q_{Hp,ind} + Q_{Hp,inf}$$

En base a todo ello se obtienen los siguientes valores de caudales y coeficientes punta teóricos:

	ACTUAL
Coeficiente punta estacional $C_{p,est}$	1,2
$C_{ph,urb}$	2,02
Coeficiente punta industrial $C_{ph,ind}$	3,98
$Q_{Dp,urb}$ (m³/día)	1.533,97
$Q_{Dp,total}$ (m³/día)	1.917,47
$Q_{Hp,urb}$ (m³/h)	128,85
$Q_{Hp,ind}$ (m³/h)	0,00
$Q_{Hp,inf}$ (m³/h)	15,98
$Q_{Hp,total}$ (m³/h)	144,83
$C_{pH,global}$	2,09

Tabla 12. Determinación de los caudales punta estacionales.

El coeficiente punta horario global ($C_{pH,global}$) se define como el resultado de dividir el caudal punta horario total entre el caudal medio diario total ($Q_{Dm,total}$)

5.2. Caudales extraídos de los datos de explotación de la EDAR actual

Para la determinación de los caudales de diseño de la nueva EDAR se partirá del análisis de los datos de caudales residuales y cargas contaminantes facilitadas por la explotación de la EDAR actual.

Inicialmente se analizan los registros de caudales medios diarios disponibles (15/01/2016 - 31/07/2019) **y que se corresponden con condiciones de tiempo seco** ($P_d < 1\text{mm}$). De este análisis se desprenden los siguientes resultados:

CAUDAL DIARIO TIEMPO SECO			$P_d < 1$	
			l/s	m³/día
Promedio	15/01/2016	31/07/2019	14,2	1.225,94
Percentil 85	15/01/2016	31/07/2019	21,8	1.881,85

Tabla 13. Caudales de tiempo seco extraídos de los datos de explotación.

Es decir, los caudales medios procedentes de los datos de explotación son ligeramente inferiores a los determinados mediante cálculos teóricos (1.225,94 m³/d vs. 1.661,81 m³/d), mientras que los caudales punta son muy similares en ambos casos (1.881,85 m³/d vs. 1.917,47 m³/d).

En base a lo anterior puede concluirse que, si bien los resultados obtenidos por ambos métodos de cálculo arrojan resultados semejantes, corresponde según las directrices fijadas por las ITOHG tomar como referencia más fiable aquellos resultados más conservadores y que, en este caso, se corresponden con aquellos obtenidos a través de un cálculo teórico. En cualquier caso, el hecho de que los valores promedio procedentes de los datos de explotación sean inferiores a los teóricos puede deberse a la existencia puntual de alivios dentro del sistema

de saneamiento que no pueden determinarse al no existir dispositivos de medida de caudal de estos alivios ni en la EDAR ni de las estaciones de bombeo existentes.

Para completar el análisis anterior se realiza un estudio más detallado que incluye el análisis de tres escenarios temporales para cada uno de los periodos de invierno y verano. Se considera invierno el periodo entre el 1 de octubre y el 30 de junio (TIEMPO NO ESTIVAL) y periodo de verano al resto del año (TIEMPO ESTIVAL), desde el 1 de junio al 30 de septiembre. El análisis para los periodos de invierno y verano se realiza siempre para las condiciones de tiempo seco ($P_d < 1$) con el fin de detectar posibles fenómenos de temporalidad. A mayores, se extiende al análisis a aquellos días que están precedidos de un día de tiempo seco ($P_{d-1} < 1$) y de dos días de tiempo seco ($P_{d-2} < 1$), para evaluar el efecto de una posible escorrentía diferida. En definitiva, los escenarios analizados, y para los cuales se han analizado los valores promedio (P50) y el percentil 85 son:

1. Días con pluviosidad $< 1\text{ mm}$; $P_d < 1$
2. Días con pluviosidad $< 1\text{ mm}$ y el que el día anterior se cumpla dicha condición. $P_{d-1} < 1$
3. Días con pluviosidad $< 1\text{ mm}$ y que los 2 días anteriores se cumpla dicha condición. $P_{d-2} < 1$

CAUDAL DIARIO TIEMPO SECO ESTIVAL			$P_d < 1$	$P_{d-1} < 1$	$P_{d-2} < 1$
			m³/día	m³/día	m³/día
Promedio	01/06/2016	30/09/2016	861,85	846,8	852,52
Promedio	01/06/2017	30/09/2017	835,07	819,14	825,32
Promedio	01/06/2018	30/09/2018	905,07	895,01	894,5

CAUDAL DIARIO TIEMPO SECO ESTIVAL			$P_d < 1$	$P_{d-1} < 1$	$P_{d-2} < 1$
			m³/día	m³/día	m³/día
Percentil 85	01/06/2016	30/09/2016	994,5	986,5	985,2
Percentil 85	01/06/2017	30/09/2017	1033,8	1018,2	1028,1
Percentil 85	01/06/2018	30/09/2018	1106,8	1105,2	1111,2

CAUDAL DIARIO TIEMPO SECO NO ESTIVAL			$P_d < 1$	$P_{d-1} < 1$	$P_{d-2} < 1$
			m³/día	m³/día	m³/día
Promedio	01/01/2016	31/05/2016	1901,41	1721,85	1623,79
Promedio	01/10/2016	31/05/2017	1153,3	1034,14	977,74
Promedio	01/10/2017	31/05/2018	1525,98	1321	1257,6
Promedio	01/10/2018	31/05/2019	1489,7	1425,1	1328,62

CAUDAL DIARIO TIEMPO SECO NO ESTIVAL			$P_d < 1$	$P_{d-1} < 1$	$P_{d-2} < 1$
			m³/día	m³/día	m³/día
Percentil 85	01/01/2016	31/05/2016	2606,7	2436,3	2142,75
Percentil 85	01/10/2016	31/05/2017	1557,5	1276,6	1203,75
Percentil 85	01/10/2017	31/05/2018	2577,35	2287,3	2132,5
Percentil 85	01/10/2018	31/05/2019	2152,2	2104,8	2021,5

Tabla 14. Comparativa de caudales de Tiempo Seco Estival y no Estival de datos explotación de la EDAR.

Las conclusiones que se derivan de estos datos son:

1. Los caudales en TIEMPO SECO ESTIVAL son claramente inferiores a los caudales TIEMPO SECO NO ESTIVAL. Estos datos revelan la mayor importancia relativa de los caudales de infiltración respecto de la estacionalidad, fenómeno recurrente dentro de las poblaciones costeras gallegas sin un turismo acusado.
2. Los caudales de tiempo seco estival no son congruentes con los datos del caudal abastecido, registrándose un importante porcentaje del suministro que no retorna a la red y que puede deberse a importantes consumos de agua de regadío y llenado de piscinas.
3. La comparación de los 3 escenarios indica, en general, una reducción progresiva del caudal de entrada a la EDAR derivado de una reducción de la aportación a la EDAR una vez que pasan los días de pluviosidad.

6. DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO

El cálculo de los caudales teóricos de tiempo seco para el año horizonte de diseño (2043) se realizará de acuerdo a la metodología de cálculo propuesta por las ITOHG-SAN-1/1. Para ello, se repetirá la metodología de cálculo empleada en el apartado 5.1.

6.1. Cálculos de población. Determinación de caudales teóricos

■ Estimación de la población fija futura

El método matemático de aplicación de estimación de pronóstico de población futura es el método aritmético:

$$P = P_0 + K_\alpha \cdot t$$

Dónde:

- P es la población futura, en habitantes.
- P_0 es la población actual en habitantes.
- K_α es la tasa de crecimiento aritmético de población
- t es el número de años para el cual se realiza la predicción.

Para fijar un valor de la población fija actual se adoptará directamente el valor del último padrón disponible. Para estimar un valor de la población fija futura para el año horizonte se utilizará el método de crecimiento aritmético con las casuísticas que se especifican en la metodología que se presenta a continuación:

- Para estimar la población fija futura se usarán los datos de las poblaciones de los distintos municipios, parroquias o entidades de población de tres padrones municipales publicados u otras fuentes oficiales. Estos se corresponderán con el último año publicado y los correspondientes a los cinco y diez años antes del último padrón publicado. En este caso se trata de los padrones de 2008, 2013 y 2018.
- Los criterios adoptados para la estimación de la población futura en los años horizonte serán los siguientes:
 - Se considerará que los municipios, parroquias... que llevan desde el primero de los tres padrones (2008) disminuyendo su población no van a crecer y, como mucho, la población se mantendrá.
 - En los municipios, parroquias... que crecen en los dos períodos (de 2008 a 2013 y de 2013 a 2018) se aplicará el porcentaje mayor de crecimiento anual de los resultantes en cada uno de ellos.

- En los municipios, parroquias... que únicamente crecen en uno de los períodos (de 2008 a 2013 o de 2013 a 2018) se comprobará si la población del año del primer padrón (2008) es mayor que la del tercero (2018). Si esto se cumple, se considerará que la población no va a aumentar y por lo tanto se toma la del tercero. En el caso contrario se aplicará el criterio de los municipios que crecen en las dos etapas.
- El incremento de la población se aplicará al horizonte temporal del proyecto, que por defecto será de 25 años.

Aplicando este método al Concello de Illa de Arousa, se observa que se encuadra en el tercer supuesto, con crecimiento entre el primer y segundo padrón, con una tasa de crecimiento K_α de 20. La curva de crecimiento será:

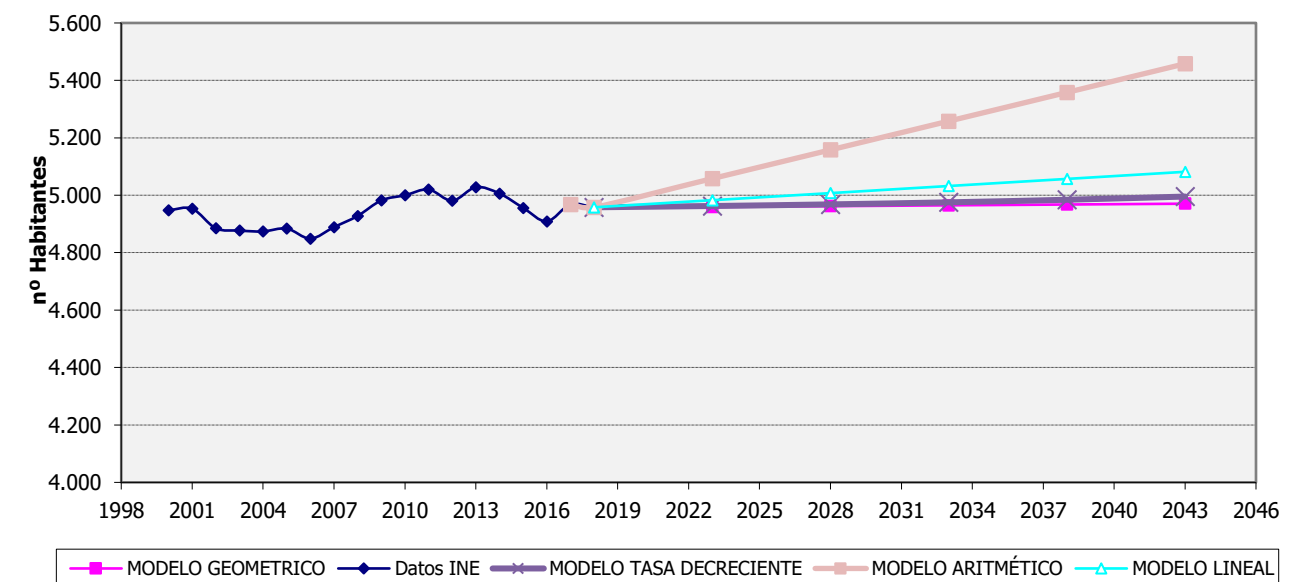


Gráfico 1. Cálculo de la población fija futura

La población fija en el horizonte temporal estimada de este modo será de 5.458 habitantes (4.958 + 500).

■ Estimación de la población estacional futura

Por su parte, el crecimiento de la población estacional se basa en dos sumandos: el crecimiento producido en los alojamientos de turismo y el correspondiente a viviendas secundarias. De acuerdo a los datos disponibles, con estancamiento del número de alojamientos de turismo, se adopta la hipótesis de que se mantendrán estables. Por el contrario, se estima un aumento de las viviendas secundarias en igual proporción a la que se ha producido en años anteriores y suponiendo una ocupación de 4 habitantes por vivienda, con la fórmula:

$$P_s^t = P_s^0 + C \cdot O \cdot (t - t_0)$$

En consecuencia, se estima la población estacional en 3.691 habitantes a futuro, con una población total en época estacional a futuro de 9.149 habitantes.

	FUTURA
Población	9.149
Dotación urbana (L/hab y día)	210

	FUTURA
QDm,urb (m³/día)	1.537,03
Dotación industrial (L/seg. y ha)	0,25
Superficie industrial (ha)	8
QDm,ind (m³/día)	138,24
Cp,est	1,2
Coefficiente de infiltración K	0,25
QDm, inf (m³/día)	383,49
QDm, total (m³/día)	2.058,76

Tabla 15. Determinación de los caudales medios teóricos de diseño a futuro

Los caudales obtenidos en el apartado anterior representan una situación media anual, por lo que corresponde repetir la metodología de cálculo de los coeficientes punta que es necesario determinar:

- La punta estacional, que refleja un mayor consumo que se produce en los meses de verano ($C_{p,est}$) debido al cambio de hábitos de consumo de la población y que este caso se estima en 1,2 (ITOHG).
- Las puntas horarias C_{ph} , que son diferentes según los caudales sean de aguas domésticas o industriales.

	FUTURA
Coefficiente punta estacional $C_{p,est}$	1,2
$C_{ph,urb}$	1,98
Coefficiente punta industrial $C_{ph,ind}$	3,98
QDp,urb (m³/día)	1844,44
QDp,total (m³/día)	2366,17
QHp,urb (m³/h)	152,12
QHp,ind (m³/h)	22,92
QHp,inf (m³/h)	15,98
QHp,total (m³/h)	191,02
$C_{pH,global}$	2,23

Tabla 16. Determinación de los caudales punta de diseño a futuro

La población de diseño actual y futura, en resumen, es la siguiente:

	Actual	Futura
Población fija	4.958	5.458
Población fija+estacional	7.609	9.149

Tabla 17. Población de diseño actual y futura

6.2. Cálculo teórico de caudales mínimos

Para la determinación del caudal mínimo de diseño de la EDAR, de acuerdo a lo indicado en el punto 3.3 de la ITOHG-EDAR-1/1/1, se emplea la expresión:

$$QH_{min} = Cr \cdot (QD_{m,urb} + QD_{m,ind})$$
$$QH_{min,total} = Cr \cdot (QD_{m,urb} + QD_{m,ind}) + QD_{inf}$$

Utilizando el coeficiente Cr de 0,50, se obtienen los siguientes caudales mínimos teóricos:

- Para la situación actual: 1.022,65 m³/día.
- Para la situación futura: 1.221,13 m³/día.

6.3. Caudal máximo EDAR

Como criterio general, y en ausencia de estrategias o diseños específicos que tengan en cuenta la llegada de flujos extraordinarios en tiempo de lluvia a la EDAR o bien por necesidades de control de la contaminación en el vertido, las ITOHG recomiendan que se derive un caudal máximo a la EDAR, $Q_{max,EDAR}$, igual a tres veces el caudal diario punta total de aguas residuales urbanas:

$$Q_{max,EDAR} = Q_{max,SEC} = 3 \cdot QD_{p,total}$$

Con:

- $Q_{max,EDAR}$: caudal máximo que será procesado en la EDAR.
- $Q_{max,SEC}$: caudal máximo que será procesado en el tratamiento secundario.
- $QD_{p,total}$: caudal diario punta total de aguas residuales.

En este caso, en situación actual tendríamos:

	QDp, total (m³/día)	Qmax (m³/día)
Datos reales	1.881,85	5.645,55
Datos teóricos	1.917,47	5.752,41

Tabla 18. Comparativa de valores de Qmax reales y teóricos.

Sin embargo, una vez que la redacción del proyecto incluye un diseño ambiental del sistema de saneamiento que tendrá en cuenta las modificaciones de la red incluidas en el “Proyecto de Mellora do Sistema de saneamiento no Concello da Illa de Arousa” que está redactando actualmente Augas de Galicia, se ha realizado una comprobación del estado ambiental del medio receptor teniendo en cuenta varios escenarios de caudal máximo derivado a la EDAR - 65 l/s (5.625,45 m³/día) y 85 l/seg. (7.344 m³/día) - y los alivios que esta condición generaría en un año medio de lluvias en las estaciones de bombeo existentes; de este modo se puede determinar bajo un criterio objetivo el caudal máximo que es necesario tratar en la EDAR para un buen estado ambiental del medio. El caudal de 65 l/seg. es sensiblemente semejante al máximo admitido en la EDAR actual, mientras que en el escenario de 85 l/seg es ligeramente superior a este máximo de tratamiento actual.

El análisis de los resultados de la comprobación ambiental se recoge en el Anexo 1 de este documento y de su análisis se desprende que el Qmáx a tratar en la nueva EDAR debe ser de 85 l/s.

7. CARGAS DE CONTAMINACION DEL AFLUENTE

7.1. Cargas contaminantes a partir de los registros de explotación

En este caso, se cuenta con los datos de concentraciones de parámetros contaminantes de entrada a la EDAR actual durante los 3 últimos años por lo que, de acuerdo a lo propuesto en las ITOHG-EDAR-1/1/2, se podrá aplicar un análisis estadístico a la información disponible.

Este análisis consiste en la representación gráfica de la distribución de probabilidad que mejor se ajuste (distribución normal o log-normal) con un intervalo de confianza del 95 % de las cargas registradas de cada uno de los contaminantes característicos. A partir de aquí, se tomará como carga media de cada contaminante el percentil 85 de la distribución. Con estos datos se comprobará la dotación de contaminante (en g/h/d), para lo cual se dividirá la carga registrada (percentil 85) entre la población actual. A cada curva de ajuste se le puede asociar su intervalo de confianza, con un nivel de significación, por ejemplo, del 95%, que se plasma en dos curvas que acompañan a la recta de regresión por ambos lados. Se considera que el ajuste es tanto más fiable cuanto más estrecho es el intervalo entre las curvas.

Por otra parte, los coeficientes punta ponderados de carga, que se considerarán a efectos del cálculo de la demanda punta de oxígeno, se obtienen de la relación entre los percentiles 95 y 85 elaborados con el total de los datos disponibles.

A continuación, se recogen las curvas obtenidas de las cargas contaminantes de entrada a la EDAR a partir de los datos de explotación disponibles y que se ajustan a una distribución normal:

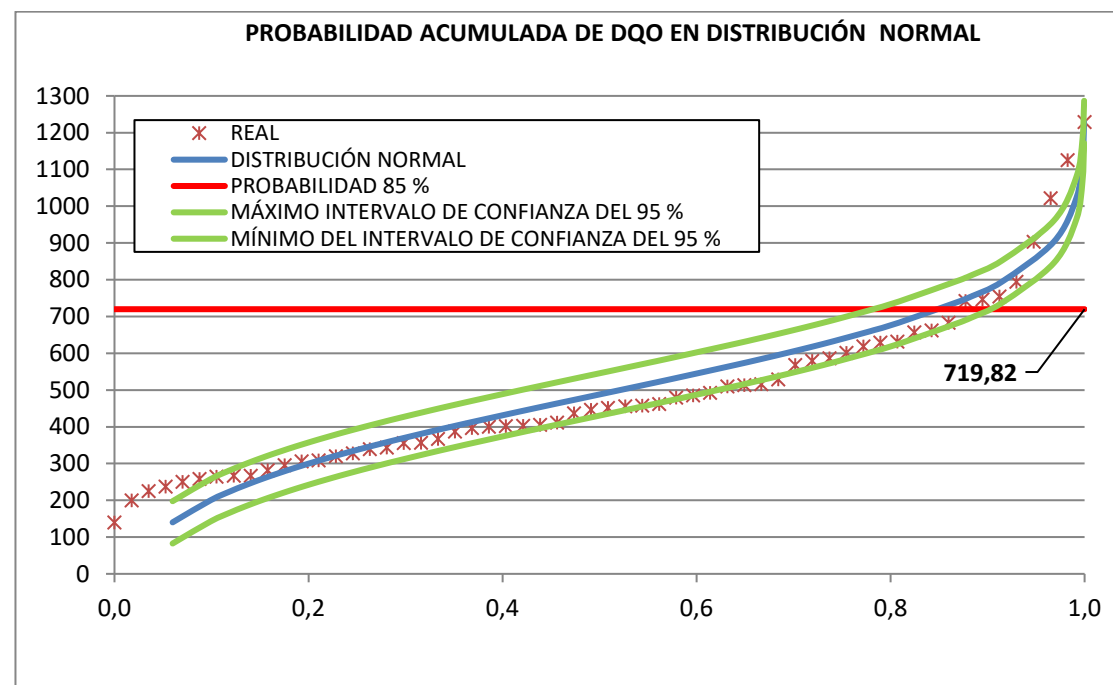


Gráfico 2. Probabilidad carga DQO en distribución normal

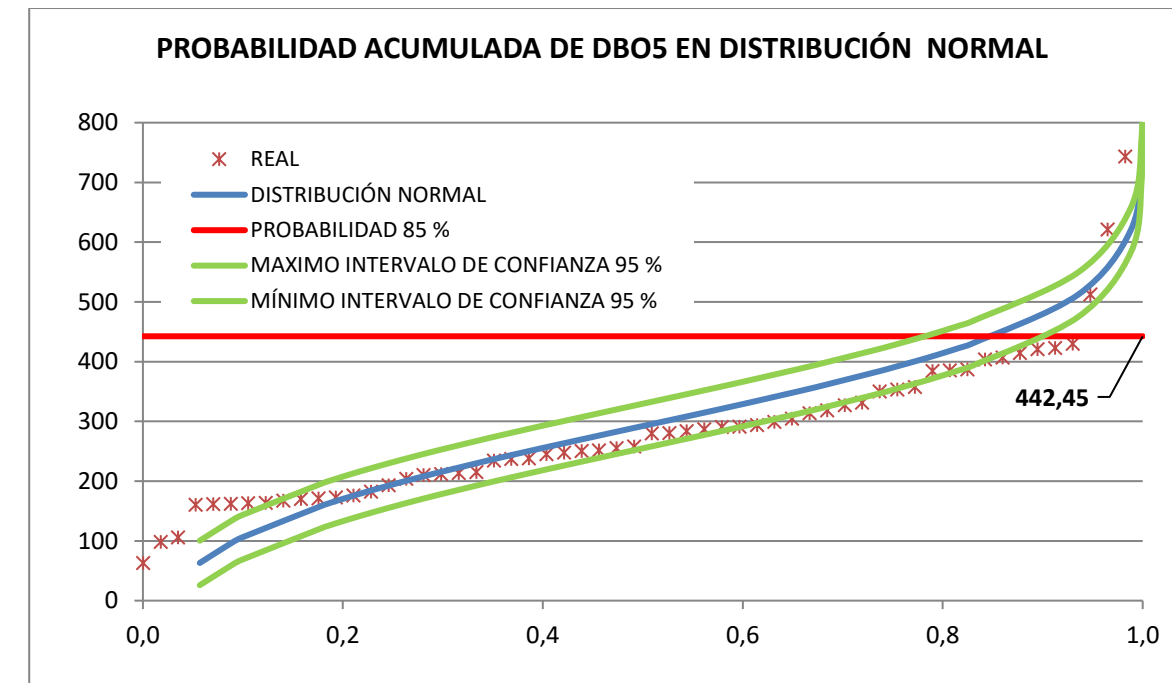


Gráfico 3. Probabilidad carga DBO₅ en distribución normal

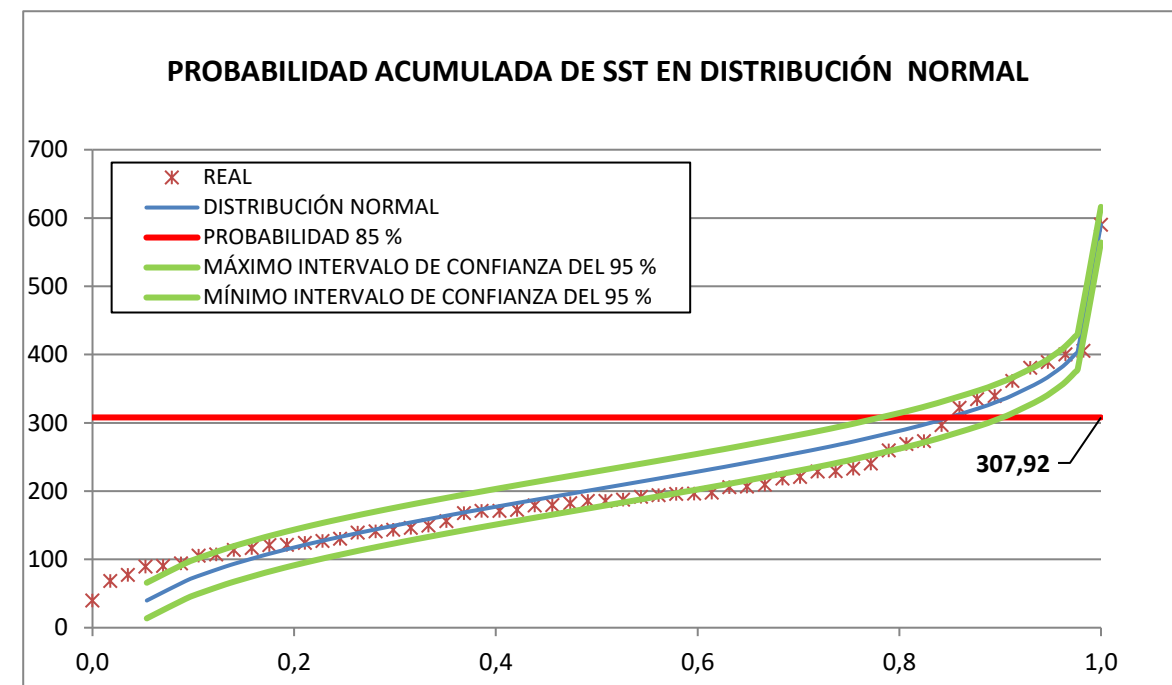


Gráfico 4. Probabilidad carga SST en distribución normal

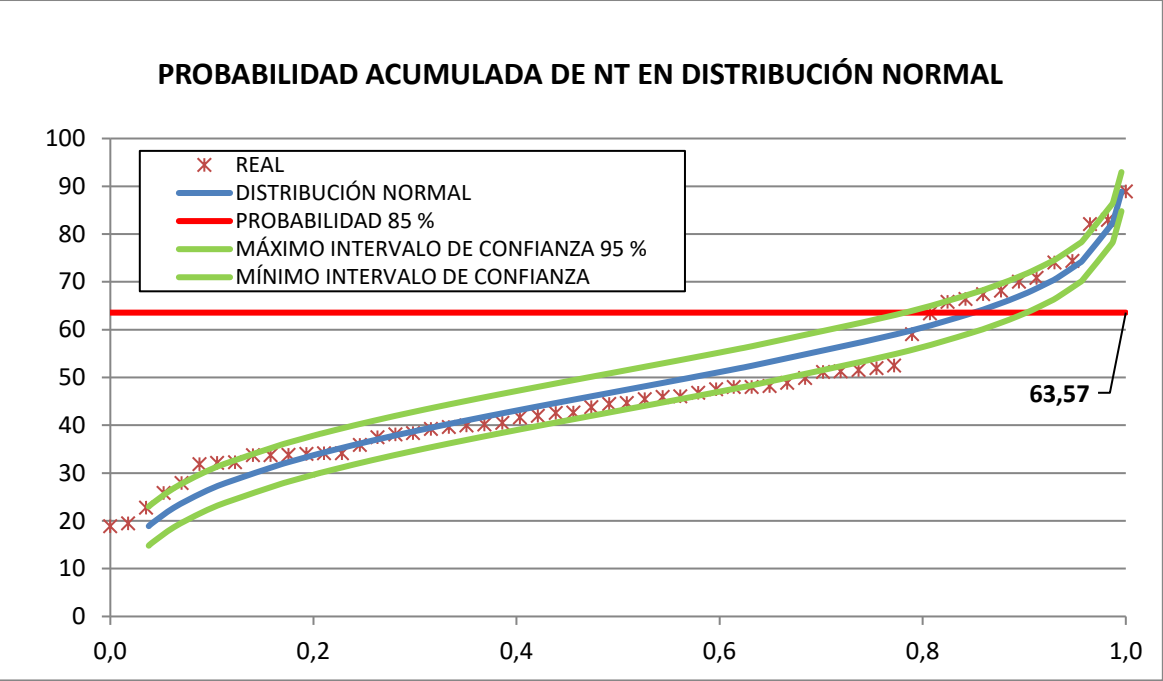


Gráfico 5. Probabilidad carga NT en distribución normal

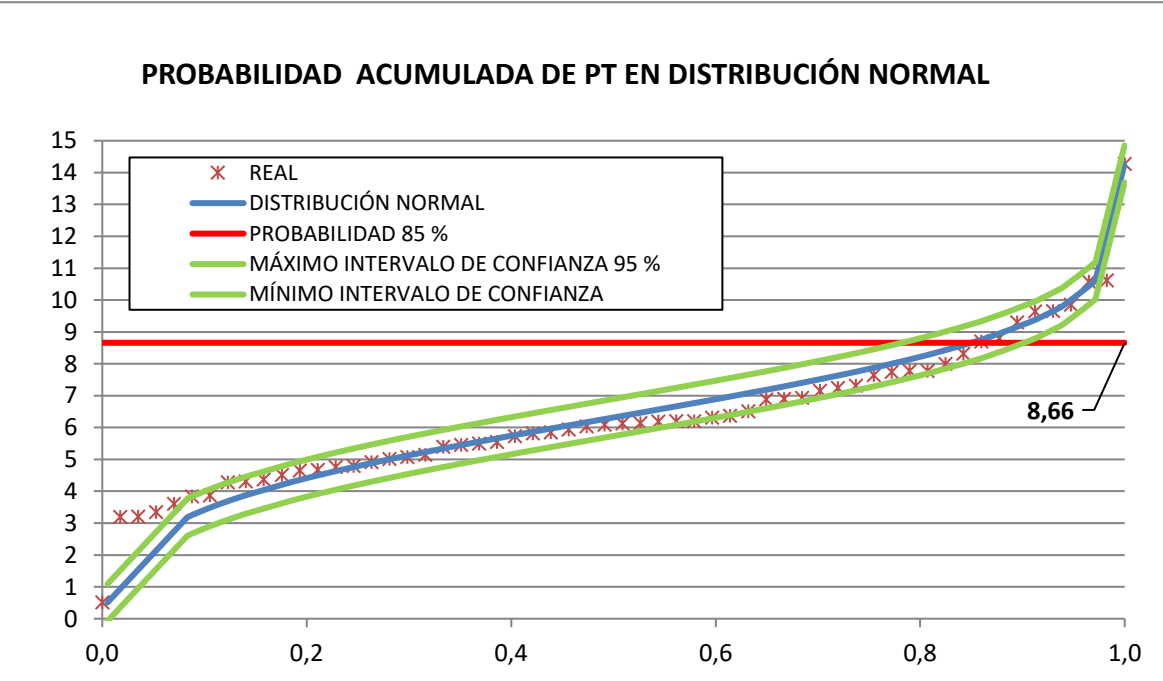


Gráfico 6. Probabilidad carga PT en distribución normal

Parámetro	Cargas P85 (kg/día)	Dotación (g/h y día)
DBO5	442,45	66,17
DQO	719,82	107,64
SST	307,92	46,05
NTK	63,57	9,51
PT	8,66	1,30

Tabla 19. Cargas obtenidas a partir de datos estadísticos.

Como complemento a lo anterior, en el **Anexo 2** al presente documento se representan, en base a los datos estadísticos de cargas y caudales de los que se dispone, las gráficas de carga de cada contaminante. El análisis de estas gráficas permite comprobar que las cargas mantienen un comportamiento sensiblemente constante con independencia de los caudales de llegada. Esta circunstancia prueba que no existe una pérdida importante de carga por alivios del sistema para caudales inferiores al máximo admitido por la EDAR actual y que las concentraciones percentiles de diseño deben calcularse dividiendo las cargas correspondientes al P85 entre los percentiles de caudal que corresponda en cada caso. De la aplicación de esta metodología se deduce la siguiente tabla:

	Caudal (m3/día)	SST		DBO5		DQO	
		Carga (kg/día)	Concentración (mg/l)	Carga (kg/día)	Concentración (mg/l)	Carga (kg/día)	Concentración (mg/l)
Caudal Medio	1446	308	213	442	306	720	498
Caudal P85	2427	308	127	442	182	720	297

	Caudal (m3/día)	Nitrógeno Total		Fósforo total	
		Carga (kg/día)	Concentración (mg/l)	Carga (kg/día)	Concentración (mg/l)
Caudal Medio	1446	63,6	44,0	8,7	6,0
Caudal P85	2427	63,6	26,2	8,7	3,6

Tabla 20. Envolvente de cargas y caudales de acuerdo a los datos estadísticos de explotación.

▪ **Cálculo de coeficientes punta de cargas**

Considerando todos los valores de explotación sin distinción de existencia de lluvias ni temporalidad, las cargas obtenidas para los percentiles 85 y 95 son:

Cargas contaminantes (kg/día)	Percentil 85	Percentil 95	Coefficiente punta
DBO ₅	442,45	531,00	1,20
DQO	719,82	856,00	1,19
SST (MES)	307,92	370,00	1,20
NTK	63,57	74,00	1,16
PT	8,66	10,00	1,15

Tabla 21. Cálculo de coeficientes punta de carga contaminante según datos de explotación. Situación actual.

Se observa que el coeficiente punta de carga contaminante obtenido a partir de los datos de explotación considerando los percentiles 85 y 95 % es de 1,20.

En cuanto a la temperatura del agua, se han obtenido los siguientes resultados:

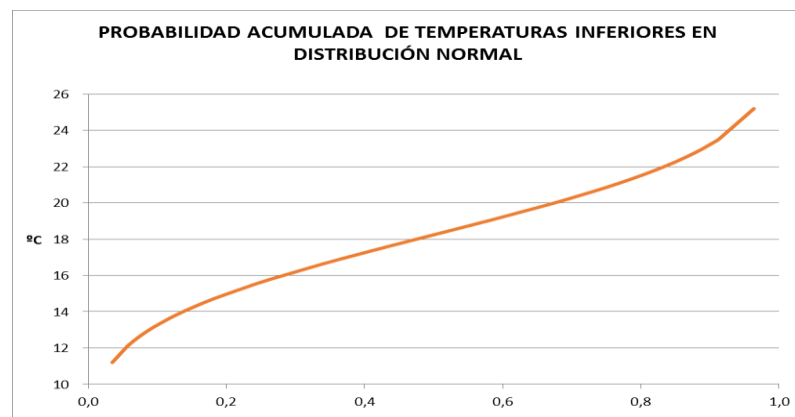


Gráfico 7. Probabilidad acumulada de temperaturas máximas del agua residual. Situación actual.

De acuerdo a la misma el percentil del 85 % de temperaturas se corresponde con un valor de 22,35 ° C, que consideraremos como temperatura máxima del agua a considerar, siendo de 25 °C para el cálculo de la aireación, de acuerdo a lo indicado por Augas de Galicia. En cuanto a temperatura mínima, considerando un percentil del 10 %, ésta se establece en 13 ° C.

7.2. Cargas teóricas mínimas

La ITOHG-EDAR-1/1/2, “Cargas de contaminación del afluente”, redactada en diciembre de 2013, tiene como objetivo presentar la metodología de estimación, mediante un modelo teórico o bien a partir de datos reales, de las cargas contaminantes del agua bruta a considerar en el dimensionamiento de una estación depuradora de aguas residuales. La carga media diaria total de contaminante es la suma de la carga contaminante urbana e industrial.

La carga contaminante media urbana en g/día, se obtiene a partir de la población de diseño en cada escenario multiplicada por la dotación correspondiente de contaminante, expresada en gramos de contaminante por habitante y día. Esta metodología de cálculo se siguió en el apartado anterior, siendo necesario verificar, no obstante, que los valores obtenidos de concentración media de los contaminantes estén por encima de los siguientes valores mínimos sancionados por las ITOHG:

A continuación, comparamos las concentraciones obtenidas con los datos de explotación con las concentraciones mínimas indicadas en las ITOHG, observándose que son superiores:

Parámetro	Concentración obtenida	Valor mínimo admisible
DBO5 (mg/L)	306	110
DQO (mg/L)	498	250
SST (mg/L)	213	100
NTK (mg/L)	44	20
PT (mg/L)	6,0	4

Tabla 22. Comparativo de concentraciones de explotación con concentraciones mínimas según ITOHG.

8. RESUMEN DE RESULTADOS. COMPARATIVO ESTADO ACTUAL

Se recoge a continuación un resumen del resultado de los distintos análisis, como comparativo para la situación actual y poder extrapolar los datos a la situación futura. De los datos de explotación disponibles se han tomado los siguientes valores:

- Caudales: Valores promedio del periodo considerado y percentil 85
- Cargas: Los valores Percentil 85 de todos los días.

Resumen de resultados	Caudales de tiempo seco	
	Datos de explotación	Datos Teóricos
Caudal promedio (m³/día)	1.225,94	
Caudal P85 (m³/día)	1.881,85	
QDm, total		1.661,81
QDp, total (m³/día)		1.917,47
Cargas contaminantes	P85	
DQO (kg/día)	442,45	
DBO5 (kg/día)	719,82	
SST (MES) (kg/día)	307,92	
NTK (kg/día)	63,57	
PT (kg/día)	8,66	
Concentraciones de diseño	P50	Mínimo ITOHG
DBO5 (mg/L)	306	110
DQO (mg/L)	498	250
SST (mg/L)	213	100
NTK (mg/L)	44	20
PT (mg/L)	6,0	4

Tabla 23. Comparativa de datos de explotación con datos obtenidos por cálculo según ITOHG.

9. PROPUESTA DE CAUDALES Y CARGAS DE DISEÑO

A la vista de los datos obtenidos entre resultados teóricos y de explotación de la EDAR actual se adoptan los siguientes caudales y cargas contaminantes de diseño de la nueva EDAR bajo los criterios desarrollados en apartados anteriores:

1. Los caudales de diseño futuros se estiman a partir de la metodología de cálculo propuesta por las ITOHG y partiendo de unos datos en tiempo actual que presentan una semejanza importante con independencia del método de cálculo empleado (teórico o datos de explotación).
2. La cantidad y calidad de los datos de cargas contaminantes extraídos de la explotación de la EDAR actual permiten extraer de esta fuente los datos de diseño de la nueva EDAR.
3. A partir los resultados de cargas contaminantes obtenidas procedentes del percentil 85 de los valores extraídos de los datos de explotación, se calculan las concentraciones medias de diseño de cada uno de los parámetros contaminantes, comprobando que sus valores son superiores a los mínimos teóricos exigidos por la ITOHG y coherentes con los datos habituales de diseño de las depuradoras del entorno.
4. A partir de la hipótesis de mantener constantes las dotaciones de contaminantes y aplicarlos a la población de diseño futura se calculan las concentraciones y cargas de diseño de la nueva EDAR. Esta hipótesis arroja resultados semejantes a la de mantener constantes las concentraciones de los distintos parámetros.

	Año horizonte	
	NO ESTACIONAL	ESTACIONAL
Población equivalente	6.007	10.070
QDm, total (m³/día)	1364,83	2058,76
QDp, total (m³/día)	1548,22	2366,17
QHp, total (m³/h)	127,64	191,02
CpH, global	2,24	2,23
Qmáx (l/s)	85	85
QD, min (m³/día)	1022,65	1221,13
Cdm (mg/L)	NO ESTACIONAL	ESTACIONAL
DBO5 (mg/L)	265	294
DQO (mg/L)	430	478
SST (MES) (mg/L)	184	205
NTK (mg/L)	38,0	42,2
PT (mg/L)	5,2	5,8
Cargas contaminantes medias (kg/día)	NO ESTACIONAL	ESTACIONAL
DBO5	361	605
DQO	588	985
SST (MES)	251	421
NTK	52	87
PT	7	12
Coefficientes punta	NO ESTACIONAL	ESTACIONAL
DBO5	1,2	1,2
SST (MES)	1,2	1,2
Amonio	1,2	1,2

Tabla 24. Parámetros de diseño propuestos para la EDAR.

Con estos valores, se obtienen los siguientes coeficientes globales punta.

- Coeficiente global punta tiempo seco: $C_{p, global} = 2,23$.
- Coeficiente global punta tiempo húmedo ($3QD_{p, total} / QD_{m, total}$): $C_{p, global} = 3,45$.

Como temperaturas en el agua para el diseño del tratamiento biológico, se consideran las siguientes:

- Temperatura mínima del agua en época no estacional: 13 °C.
- Temperatura máxima del agua para diseño de la aireación: 25 °C.
- Temperatura media del agua en época estacional: 20 °C.

10. PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO EXTERIOR

El alcance de los trabajos a realizar en la estación de bombeo existente se reduce a la implantación de un sistema de transmisión de esta información de funcionamiento a la EDAR

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Qmáx, EDAR	7.344 m³/día 306 m³/h	Diseño ambiental del	Es el valor del caudal máximo instantáneo que es admitido por la EDAR y que debe	SI

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
		sistema de saneamiento.	impulsarse para garantizar un régimen de alivios compatible con el buen estado del medio receptor y sus usos.	
Comunicación		Augas de Galicia	Se instalará un sistema GPRS para conocer en la Edar el caudal bombeado en cada momento.	SI

Tabla 25. Parámetros de diseño de la estación de bombeo.

11. PARÁMETROS DE DISEÑO DE IMPULSIONES

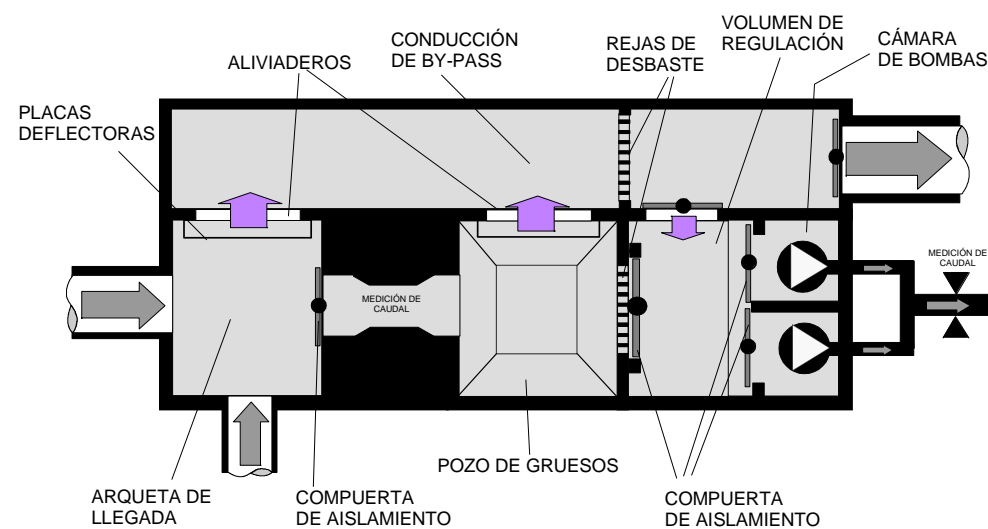
Para el diseño de las impulsiones de nueva ejecución se tendrán en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Diámetro mínimo	150 mm	ITOHG-SAN-2/1	Diámetro mínimo para impulsiones de agua residual.	SI
Pendiente mínima	0,1 %	ACE	Pendiente mínima en perfil longitudinal para colocación de tubería.	SI
Velocidad mínima	>0,50 m/seg.	ACE	Velocidad mínima para evitar sedimentaciones. Se comprobará a caudal mínimo.	SI
Velocidad máxima	≤ 1,50 m/seg.	ACE	Velocidad máxima para evitar erosiones en la tubería	SI
Material de la conducción	Fundición Dúctil	ACE	Elección del material en función del diámetro definitivo y de las presiones de trabajo.	SI
Profundidad mínima a generatriz superior	>1,0 m.	ACE		SI
Disipación de transitorios		ITOHG-SAN-1/6	Realizado estudio de transitorios para identificar los puntos sensibles de la instalación y adoptar, en su caso, las medidas correctoras pertinentes.	SI

Tabla 26. Parámetros de diseño de impulsiones.

12. PARÁMETROS DE DISEÑO EN LOS PROCESOS UNITARIOS DE LA EDAR

12.1. Obra de llegada



PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Q _{máx} ,EDAR (m3/h)	306 m³/h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.	Es el caudal máximo de entrada en la EDAR.	SI
Q _{Dm} , total (m3/h)	85,79 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal medio diario en época estival futura.	SI
Q _D , min (m3/h)	50,88 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal mínimo diario estimado en época estacional.	SI
Número de líneas de pozos de gruesos	1	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Velocidad ascensional máxima en pozo de gruesos (m3/m2 y h)	300	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Tiempo de retención en pozo de gruesos a Q _{max} (segundos)	>60	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Relación longitud/anchura	<=3	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Tamiz de alivio en by-pass	1 ud. /paso <6 mm.	ACE		SI
Número de rejas de desbaste	≥2 automáticas.	ACE		SI
Luz máxima de paso (mm) si cuenta con pozo de gruesos	40	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Luz máxima de paso (mm) si no cuenta con pozo de gruesos	20	ITOHG-EDAR-2/1/2		SI

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Volumen de residuos generados por 1.000 m3 de agua bruta en pozo de gruesos	0,55	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
TRH máximo en pozo de bombeo (minutos)	60	ITOHG-EDAR-2/1/1		SI
Caudal máximo de bombeo (m3/h)	306 m³/h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.		SI

Tabla 27. Parámetros de diseño Obra de llegada.

La capacidad de la cuchara bivalva será entre 100 y 500 l. El número de unidades de bombeo se determinará en función de las variaciones de caudal diarias que se prevean, siendo obligatoria la inclusión de una bomba de reserva, al menos.

Todas las compuertas serán motorizadas.

12.2. Pretratamiento

12.2.1. Desbaste y tamizado

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Número de líneas automáticas	≥2+1 Reserva	ITOHG-EDAR-2/1/2		SI
Velocidad máxima de paso (m/seg.) a 30 % colmatación	<1,2	ITOHG-EDAR-2/1/2		SI
Tipo de tamiz	Deslizante	ITOHG-EDAR-2/1/2		SI
Luz máxima de paso (mm)	3	ITOHG-EDAR-2/1/2		SI
Kg de residuos generados por m3 de agua de llegada	0,0018	Según datos de explotación de la EDAR		SI

Tabla 28. Parámetros de diseño Desbaste y tamizado.

Las compuertas de aislamiento de canales serán motorizadas. Se instalarán sistemas de compactación de residuos externos (prensas) a continuación del transporte del tamizado.

12.2.2. Desarenado-desengrasado

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Caudal máximo de llegada (m3/h)	306 m³/h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.	Es el caudal máximo de entrada en la EDAR, y viene determinado por el proyecto de mejora de los colectores y el estudio ambiental realizado.	SI
Q _{máx} ,EDAR (m3/h)	85,79 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal medio diario en época estival futura.	SI
Q _{Dm} , total (m3/h)	50,88 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal mínimo diario estimado en época estacional.	SI

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Rendimiento de eliminación de arenas	> 90 %	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Número de líneas	> =2	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Velocidad ascensional a Qmax (m/h)	≤ 25	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Velocidad de paso a Qmax (m/seg.)	≤ 0,15	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Tiempo de retención (TRH) a Qmax (minutos)	≥9	ACE		SI
Profundidad (m)	De 2 a 5 m.	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Resguardo mínimo (cm)	50	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Relación longitud-anchura	3:1 a 5:1	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Caudal de aire (m3/h y m2)	12	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Capacidad del sistema de extracción de arena-agua (l/m3). Sistema unitario	50	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI
Número de clasificadores de arenas	≥ 1	ACE		SI
Dotación de grasas en agua bruta (gr/hab-e y día)	10	UTE AYESA-EIC		SI
TRH en concentrador de grasas (minutos)	≥ 5	ITOHG-EDAR-2/1/3		SI

Tabla 29. Parámetros de diseño Desarenado-desengrasado.

Se dividirá el desarenado-desengrasado en 2 tramos: la primera con burbuja gruesa y la segunda con microburbuja para mejorar la eliminación de flotantes.

12.3. Tratamiento biológico

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Qmáx,EDAR (m3/h)	306 m³/h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.	Es el valor del caudal máximo instantáneo que es admitido en el tratamiento secundario de la EDAR.	
QDm, total (m3/h)	85,79 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal medio diario en época estival futura.	
QD, min (m3/h)	50,88 m³/h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal mínimo diario estimado en época estacional.	
Número de líneas	≥2			
Carga másica (kg DBO5/kg SSLM y día)	<0,070	ITOHG-EDAR-2/3/1		
Concentración del licor mixto (mg/l)	< 3.000	ITOHG-EDAR-2/3/1		

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIOS	APROBACION ACUAES
Edad del fango (días)	> 16	UTE AYESA-EIC		
Tiempo de retención hidráulico a QDm total (horas)	> 24	UTE AYESA-EIC		
Profundidad (m)	< 6 m.	UTE AYESA-EIC		
Resguardo mínimo (cm)	50	UTE AYESA-EIC		
Necesidades de oxígeno a carga media (kg O2/kg DBO5 eliminada)	≥2	UTE AYESA-EIC		
Necesidades de oxígeno a carga punta (kg O2/kg DBO5 eliminada)	≥ 2,5	UTE AYESA-EIC		
Temperatura media mínima del agua para cálculo del tratamiento (°C)	13	Estudio realizado sobre los datos de explotación. Para época no estival.		
Temperatura media máxima del agua para cálculo del tratamiento (°C)	20	Estudio realizado sobre los datos de explotación. Época estival.		
Temperatura máxima del agua para cálculo de la aireación (°C)	25	De acuerdo a revisión de Augas de Galicia		
Humedad máxima del aire para cálculo de la aireación (%)	90	UTE AYESA-EIC		

Tabla 30. Parámetros de diseño Tratamiento Biológico.

El valor de la Carga Másica se podrá variar en función de la estacionalidad de la población según la siguiente Tabla:

Estacionalidad (%)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 40
CM (d ⁻¹)	0.070	0.076	0.083	0.090

Tabla 31. Carga másica en función de la estacionalidad de la población.

Dado que se produce una estacionalidad del orden del 30 % se considera una carga másica de diseño máxima de 0,083.

De cara al cálculo y teniendo en cuenta estacionalidad, se realiza el dimensionamiento para periodo estacional (con temperatura mínimas (18 °C) y máximas de periodo estival (25,5 °C) y una comprobación del dimensionamiento para el resto del año con rango de temperaturas entre 11,2 °C y 19,9 ° C.

12.4. Decantación secundaria

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Q _{máx} ,EDAR (m ³ /h)	306 m ³ /h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.	Es el valor del caudal máximo instantáneo que es admitido en el tratamiento secundario de la EDAR.	SI
Q _{Dm} , total (m ³ /h)	85,79 m ³ /h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal medio diario en época estival futura.	SI
Q _D , min (m ³ /h)	50,88	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal mínimo diario estimado en época estacional	SI
Número de líneas	≥2	UTE AYESA-EIC		SI
Velocidad ascensional a Q _{Dm} ,total (m/h)	≤ 0,40	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Velocidad ascensional a Q _{max} (m/h)	≤ 0,80	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Carga de Sólidos a Q _{Dm} ,total(kg/m ² y h)	≤3,0	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Carga de Sólidos a Q _{max} (kg/m ² y h)	≤ 6,0	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Carga sobre vertedero CHv a Q _{max} (m ³ /h y m)	≤ 10,0	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Concentración del fango (mg/l)	6.000	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Índice Volumétrico de Fangos (IVF)	150 ml/g	ACE		SI
TRH a Q _{max} (h)	> 3	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Diámetro máximo en circulares (m)	30	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Longitud máxima en rectangulares (m)	30	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Calado mínimo para decantadores entre 12 y 21 m.	4 m.	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI

Tabla 32. Parámetros de diseño Decantación secundaria.

La pendiente de la solera o fondo para facilitar el barrido y arrastre de lodos hacia la poceta será la siguiente:

- Circulares: 10 %

El tiempo de permanencia de los fangos en la poceta será menor de 3 horas.

12.5. Desinfección

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Q _{máx} ,EDAR (m ³ /h)	306 m ³ /h	Diseño ambiental del sistema de saneamiento.	Es el valor del caudal máximo instantáneo que es admitido en el tratamiento secundario de la EDAR. Representa el caudal de diseño del sistema de desinfección.	SI
Q _{Dm} , total (m ³ /h)	85,79 m ³ /h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal medio diario en época estival futura.	SI
Q _D , min (m ³ /h)	50,88 m ³ /h	B03-INFO_EST_ALT-001. ANEJO 1.	Es el caudal mínimo diario estimado en época estacional	SI
Concentración de los SST de entrada (mg/l)	<35	ACE		SI
Transmitancia UV (254 nm)	> 50%	ACE	El sistema contará con sistema de limpieza automático.	SI
Dosis validada (mJ/cm ²)	30	ACE	Incorporará sistema de control de dosis	SI
Desinfección 100 mL:	100 C. Fecales Percentil 90	AG	Valores provisionales adelantados por Augas e Galicia	SI
	500 C. Totales	AG	Valores provisionales proporcionados por Augas e Galicia	SI
	100 E. Fecales	AG	Valores provisionales adelantados por Augas e Galicia	SI

Tabla 33. Parámetros de diseño Desinfección.

12.6. Recirculación y purga de fangos

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Número de horas máximo de purga (h)	4	ITOHG-EDAR-2/3/1		SI
Porcentaje de recirculación de fangos a Q _{medio} (%)	150	UTE AYESA-EIC		SI

Tabla 34. Parámetros de diseño Recirculación y purga de fangos.

Se dotará a la recirculación de variadores de frecuencia y secuencialidad de bombas para trabajar entre el 100 y el 150 % del caudal medio de diseño.

12.7. Espesamiento de fangos biológicos por gravedad

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Carga de Sólidos a Q _{Dm} ,total(kg/m ² y día)	≤25	UTE AYESA-EIC		SI
Carga de Sólidos a Q _{max} (kg/m ² y día)	≤ 35	UTE AYESA-EIC		SI
Carga hidráulica (m/h)	≤ 0,30	UTE AYESA-EIC		SI
TRH (h)	> 24	UTE AYESA-EIC		SI

Concentración de fango espesado	2 %	UTE AYESA-EIC		SI
---------------------------------	-----	---------------	--	----

Tabla 35. Parámetros de diseño Espesamiento de fangos biológicos por gravedad.

12.8. Acondicionamiento, secado y almacenamiento de fangos biológicos

ARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Número de equipos	1+1	ACE	Se diseñarán 2 líneas (1+1) completamente independientes para que puedan operar si es el caso en un 2+0. Esto es, cada línea dispondrá de bomba a deshidratación, bomba de poli,etc	SI
Dosis máxima de polielectrolito (kg/ tn MS)	<14	UTE AYESA-EIC		SI
Días de secado a la semana	6	UTE AYESA-EIC		SI
Horas de secado al día	16	UTE AYESA-EIC		SI
Sequedad mínima (%)	> 20	UTE AYESA-EIC		SI

Tabla 36. Parámetros de diseño Acondicionamiento, secado y almacenamiento de fangos biológicos.

La deshidratación de fangos se realizará por medio de tornillos deshidratadores y se utilizará polielectrolito líquido para el acondicionamiento del fango.

12.9. Almacenamiento de fangos

PARÁMETRO O REQUISITO DE DISEÑO	DATO DE DISEÑO ADOPTADO	ORIGEN	COMENTARIO	APROBACION ACUAES
Autonomía mínima de almacenamiento de fangos (días)	> 3,0	ACE		SI

Tabla 37. Parámetros de diseño almacenamiento de fangos.

El almacenamiento se realizará por medio de silos de fangos.

12.10. Desodorización

Además de la sala de deshidratación, se procederá a la desodorización del edificio de pretratamiento y del aire proveniente del espesador y el almacenamiento de fangos.

La metodología para el cálculo de la desodorización es la siguiente:

1. Listar los focos de emisión reuniéndolos por salas, considerando la superficie de emisión y el volumen afectado.
2. Identificación del flujo superficial de cada área de emisión, para los contaminantes principales (sulfhídrico, mercaptanos, y amonio).
3. Cálculo de los flujos máxicos de emisión.

4. Determinar la concentración máxima admisible para cada foco de emisión. Para ello nos basamos en la tabla anterior que especifica los parámetros de diseño y los valores mínimos admisibles.
5. Cálculo de los caudales mínimos de extracción para respetar las concentraciones máximas admisibles.
6. Revisión del número de renovaciones resultante para cada sala y corrección al alza para cumplir los criterios mínimos siguientes (Zonas accesibles con contacto directo con el agua 8 renovaciones/h, resto de zonas 3 renovaciones/h).
7. Comprobación de que los valores de inmisión de olores al exterior cumplen con lo establecido.

De este modo se obtendrá el caudal de aire a extraer de cada zona, y el global de aire a desodorizar, así como la carga que ingresará en el sistema de desodorización.

Los parámetros de diseño, así como los valores considerados para los cálculos que no se deberán superar se detallan en la siguiente tabla:

Parámetros de diseño		Valores
Límites para salas accesibles a personas	Sulfhídrico (SH ₂)	< 7 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 1 mg/m ³
	Amoniac (NH ₃)	< 18 mg/m ³
Zonas no accesibles (depósitos cubiertos)	Sulfhídrico (SH ₂)	< 25 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 2,5 mg/m ³
	Amoniac (NH ₃)	< 50 mg/m ³
Garantías en el aire desodorizado	Sulfhídrico (SH ₂)	< 0,1 mg/m ³
	Mercaptanos (CH ₃ SH)	< 0,1 mg/m ³
	Amoniac (NH ₃)	< 0,2 mg/m ³
	Aminas (CH ₃ NH ₂)	< 0,2 mg/m ³

Tabla 38. Parámetros de diseño Desodorización.

Se proyectan las conexiones necesarias y tuberías del mismo modo que se harán las previsiones de espacio ocupado por los equipos para su instalación.

Para el diseño definitivo de las conducciones interiores, puntos de toma de aire, así como la posibilidad de entrada de aire, se ha realizado una modelización mediante software de dinámica de fluidos computacional (de sus siglas inglés CFD). El software CFD, consiste en una potente herramienta de cálculo en fluidodinámica capaz de modelizar el comportamiento de los fluidos, contaminantes y partículas, tanto en el exterior como en el interior de edificios, permitiendo evaluar y cuantificar aspectos tan importantes como renovación de aire en el interior de la instalación, eficacia del sistema de extracción, patrones de flujo de aire, dispersión de contaminantes, perfiles de temperaturas, etc.

En la realización de estos cálculos se tienen en cuenta aspectos como: influencia de las condiciones externas (meteorología), aperturas (puertas y ventanas) en la estructura, geometrías (incluyendo tabiques, muros y obstáculos), focos de calor, tipo y ubicación de entradas y salidas de aire, etc.

En cuanto a tipología de sistema de desodorización, se ha optado por la vía biológica en coherencia con lo desarrollado en el Estudio de alternativas.

ANEXO 1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO DE LA NUEVA EDAR DE A ILLA DE AROUSA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 25

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA. 25

3. REGIMEN DE ALIVIOS..... 25

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO 25

5. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE ENTRADA DE AGUA BRUTA A LA EDAR 28

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es el de analizar la información disponible para establecer el caudal máximo de entrada de agua bruta a la nueva EDAR en condiciones compatibles con el buen estado ecológico del medio receptor.

2. DOCUMENTACIÓN ANALIZADA

La documentación base para el desarrollo del presente documento ha sido:

- Informe “ESTUDIO AMBIENTAL DE LA UBICACIÓN DE UN NUEVO VERTIDO EN LA RÍA DE AROUSA: COMPROBACIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO” realizado por la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria.
- Documento “Apéndice 1. Cálculos hidráulicos. Simulaciones para distintos escenarios. Avance PROXECTO CONSTRUCTIVO DAS OBRAS DE MELLORA DO SISTEMA DE SANEAMENTO NO CONCELLO DE A ILLA DE AROUSA” del entregable “Diseño ambiental del sistema de saneamiento. Estudio de los Regímenes de Alivio del Sistema de Colectores. C-02-REG ALIV COL”. Este apéndice es el documento que el equipo redactor del citado proyecto ha enviado a ACUAES con las simulaciones de alivio para los escenarios del diseño ambiental.

3. REGIMEN DE ALIVIOS

En el “Apéndice 1. Cálculos hidráulicos. Simulaciones para distintos escenarios. Avance PROXECTO CONSTRUCTIVO DAS OBRAS DE MELLORA DO SISTEMA DE SANEAMENTO NO CONCELLO DE A ILLA DE AROUSA” del entregable “Diseño ambiental del sistema de saneamiento. Estudio de los Regímenes de Alivio del Sistema de Colectores. C-02-REG ALIV COL” se recogen simulaciones de alivio para dos escenarios de caudal máximo que se corresponden con valores de 65 y 85 l/s.

Estas condiciones de alivio son las que se han incorporado estudio ambiental desarrollado por el IH Cantabria. De no resultar compatibles ninguna de ellas con el buen estado del medio receptor, sería necesario plantear un incremento del caudal máximo derivado a la EDAR para generar nuevas simulaciones con un menor número de alivios. Sin embargo, y tal y como se verá posteriormente, las condiciones de la Simulación 1 ($Q_{max}= 85$ l/s) aportada por Augas de Galicia resultarán compatibles con el buen estado del medio y los usos que en él se desarrollan. En virtud de lo anterior, no se realizará ninguna solicitud para la modificación de las condiciones de alivio ya simuladas dentro del *Proxecto de mellora do sistema de saneamento no Concello de A Illa de Arousa*.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA COMPROBACIÓN AMBIENTAL DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO

El caudal máximo de entrada a la nueva EDAR se determina a partir del análisis de los efectos sobre el medio receptor de los regímenes de alivio aportados por las distintas simulaciones de la nueva red de colectores y del vertido de agua tratada en la nueva EDAR.

Los escenarios elegidos pretendían:

- Buscar un compromiso óptimo entre el caudal derivado a la EDAR y los efectos que sobre el medio receptor generan los regímenes de alivio asociados y verificar si existían diferencias significativas entre las dos alternativas de ubicación propuestas.

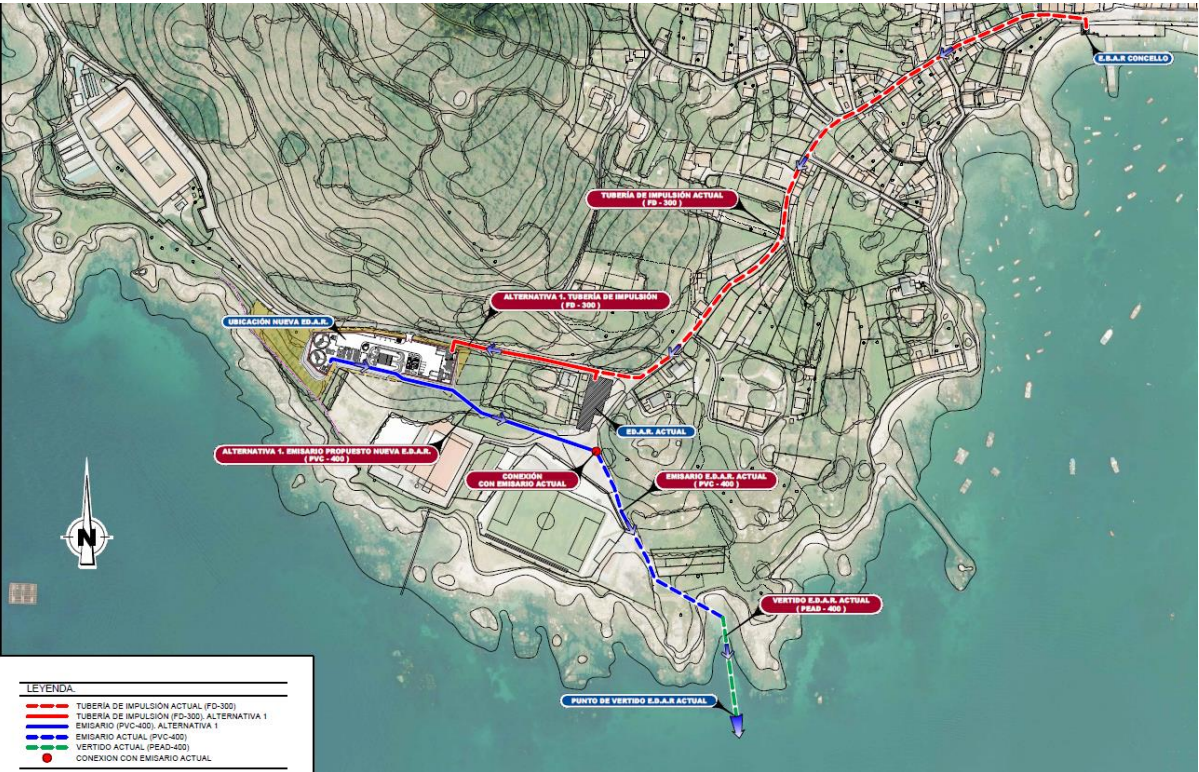


Figura 1. Planta general Alternativa 1

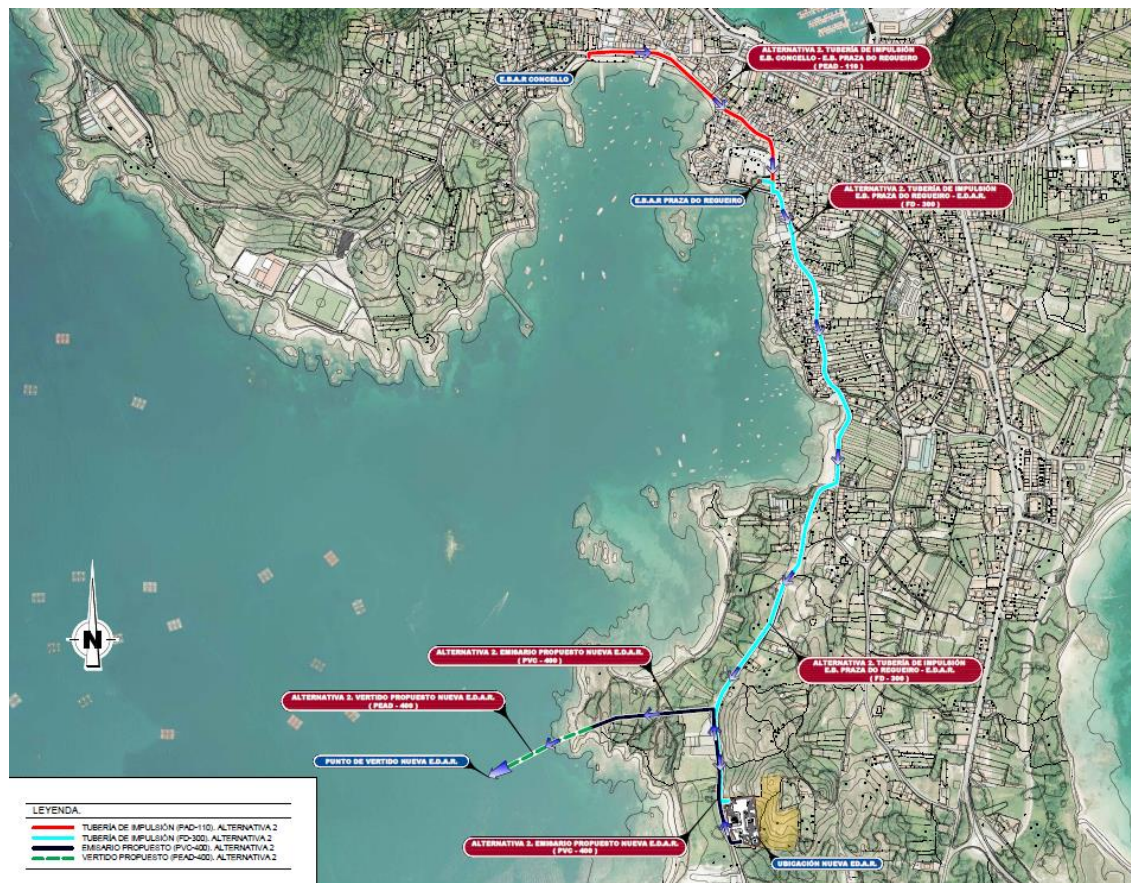


Figura 2. Planta general Alternativa 2

En este sentido se comprobó que el efecto sobre el medio receptor de los alivios es cualitativamente mucho más relevante que el del vertido de la EDAR sea cual sea su ubicación en tanto que, por tratarse de un vertido desinfectado, sus efectos sobre el medio son prácticamente despreciables. Es por ello que los escenarios 1 y 2 serán válidos para ambas alternativas de ubicación.

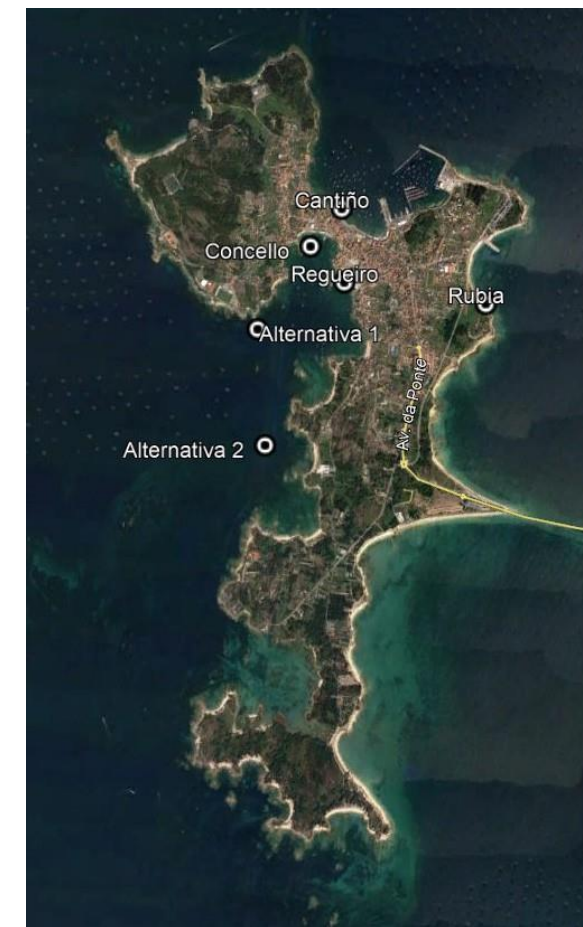


Figura 3. Localización de las ubicaciones del vertido continuo de la EDAR en los escenarios 1 y 2 (Alternativa 1) y en el escenario 3 (Alternativa 2), así como de los alivios del sistema de saneamiento (Rubia, Catiño, Praza do Regueiro y Concello).

2. Evaluar si alguna de las alternativas de ubicación propuestas para la EDAR admite un vertido a través de un emisario submarino.

Ante la singular ubicación de la alternativa 1 (EDAR Isla Arousa en la figura anterior), totalmente rodeada de polígonos marisqueros, el estudio de un vertido mediante emisario submarino (Escenario 3) estará unívocamente vinculado a la alternativa de ubicación en la zona de Gradín (Alternativa 2 EDAR).

Como resultado del planteamiento anterior, en el informe realizado por la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria, se definieron los siguientes escenarios de estudio:

Escenario 1: Funcionamiento del sistema de saneamiento de la Isla de Arousa con caudal máximo de vertido continuo de la EDAR de 65 l/s y situado en la ubicación de descarga de la actual conducción de vertido de la EDAR existente en ETRS89 –29N (UTMX 509960.71; UTM Y: 4711666.77), que se corresponde a la ubicación de vertido de la nueva EDAR denominada en este estudio Alternativa 1. Cabe señalar que, además del vertido continuo, se han considerado los alivios de los bombeos de Rubia, Catiño, Praza do Regueiro y Concello (Figura 1). El vertido continuo de la EDAR presenta desinfección, siendo su carga bacteriológica de 100 E.coli/100ml. Por otro lado, los alivios consideran una carga contaminante de 5-105 E.coli/100ml.

Escenario 2: Similar al Escenario 1 salvo que los vertidos del sistema de saneamiento se deben a un funcionamiento con un caudal máximo en el vertido continuo de la EDAR de 85 l/s.

Escenario 3: Similar al Escenario 2 en cuanto a régimen de caudales, pero con vertido continuo sin desinfección de la nueva EDAR en la posición denominada Alternativa 2 a través de un emisario submarino con tramo difusor con 3 elevadores en T (dos bocas por elevador de 8 cm de diámetro) separados 5 m, elevados 1.5m sobre el fondo (profundidad en el área de vertido de 15m) y situado en ETRS89 –29N (UTMX 509311.5; UTM Y: 4711785.5), ubicación denominada Alternativa 2 en este estudio. El emisario utilizado se ha optimizado de acuerdo a cumplir con los requisitos recogidos en la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar (1993).

Se recoge a continuación un resumen de los caudales anuales, y carga bacteriológica asociada a cada uno de ellos, considerados para cada escenario; Caudal de entrada=Caudal de Salida y Caudales de alivio en bombeos, junto con el número de episodios de alivio. Ver documento “Diseño ambiental del sistema de saneamiento. Estudio de los Regímenes de Alivio del Sistema de Colectores C-02-REG ALIV COL”.

Caudales aliviados según simulación	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	Caudal máximo de entrada a la EDAR de 65 l/s. Simulación 3		Caudal máximo de entrada a la EDAR de 85 l/s. Simulación 1		Caudal máximo de entrada a la EDAR de 85 l/s. Simulación 1	
	Caudal anual (m3)	Número de Episodios Anuales de Alivio (Uds.)	Caudal anual (m3)	Número de Episodios Anuales de Alivio (Uds.)	Caudal anual (m3)	Número de Episodios Anuales de Alivio (Uds.)
Total Entrada EDAR = Total Salida EDAR	671.203	N.A.	676.855	N.A.	676.855	N.A.
Alivios en bombeo de Concello	262	4	917	11	917	11
Alivios en bombeo praza do Regueiro	14.857	49	6.030	26	6.030	26
Alivios en bombeo de Porto Cantíño	2.083	13	2.087	13	2.087	13
Alivios en bombeo de Rubia	2.560	15	31	12	31	12
Total ALIVIOS	19.762	81	9.065	62	9.065	62

Calidad Agua Salida EDAR	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	100 E.coli/100ml		100 E.coli/100ml		5·105 E.coli/100ml	
	5·105 E.coli/100ml		5·105 E.coli/100ml		5·105 E.coli/100ml	

Tabla 1. Resumen caudales anuales y carga bacteriológica asociada considerados para cada escenario.

Los resultados de la modelización de los distintos escenarios se han analizado mediante la aplicación de la Ley 9/2010 de calidad de las aguas de las rías gallegas y la Directiva 2006/113/CE de producción de moluscos durante el año promedio hidrodinámico. De este modo se obtuvo la distribución espacial del tiempo de superación del cumplimiento de los criterios de calidad de las aguas de la ría (Ley 9/2010) y de zonas de producción de moluscos (Directiva 2006/113/CEE) en la capa pésima (capa superficial) y en la capa situada en el fondo, así como su probabilidad de rechazo considerando la toma de 12 muestras al año para ambas normativas.

Además, se ha analizado en detalle el efecto de cada uno de los escenarios sobre las bateas (Figura 2) que se localizan cercanas a los vertidos del sistema de saneamiento en la zona de estudio. En el caso de los puntos de control de bateas se ha considerado un área alrededor de los mismos marcada por un radio de 100m.



Figura 4. Localización de las bateas (áreas naranjas) y de los puntos de control de bateas (círculos).

Del análisis de los resultados obtenidos para los distintos escenarios pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Respecto a los criterios de la Ley 9/2010, en los escenarios 1 y 2 la superficie afectada en las bateas de la zona de estudio es nula. Por otro lado, la batea GAL 22/02 es afectada en el Escenario 3 en un 6.3 y 4% del área total de dicha batea en las capas de superficie y fondo, respectivamente.

Es decir, el cumplimiento de Ley de aguas es total para los escenarios 1 y 2 y razonablemente bueno para el escenario 3.

- Respecto a los criterios de la Directiva 2006/113/CE, la superficie afectada en porcentaje respecto del total (criterios de incumplimiento con un tiempo de superación mayor que cero) son los siguientes para los distintos polígonos afectados:

		ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
POLÍGONO DE BATEAS GAL 21/01	CAPA SUPERFICIAL	1,2 %	1,2 %	1,2 %
	CAPA DE FONDO	1,4 %	1,5 %	1,5 %
POLÍGONO DE BATEAS GAL 22/01	CAPA SUPERFICIAL	1,1 %	NO APLICA	37,9 %
	CAPA DE FONDO	0,0 %	NO APLICA	50,9 %
POLÍGONO DE BATEAS GAL 22/02	CAPA SUPERFICIAL	3,7 %	1,2 %	55,2 %
	CAPA DE FONDO	4,2 %	0,5 %	62,5 %

Tabla 2. Superficie afectada en porcentaje respecto del total para los distintos polígonos afectados.

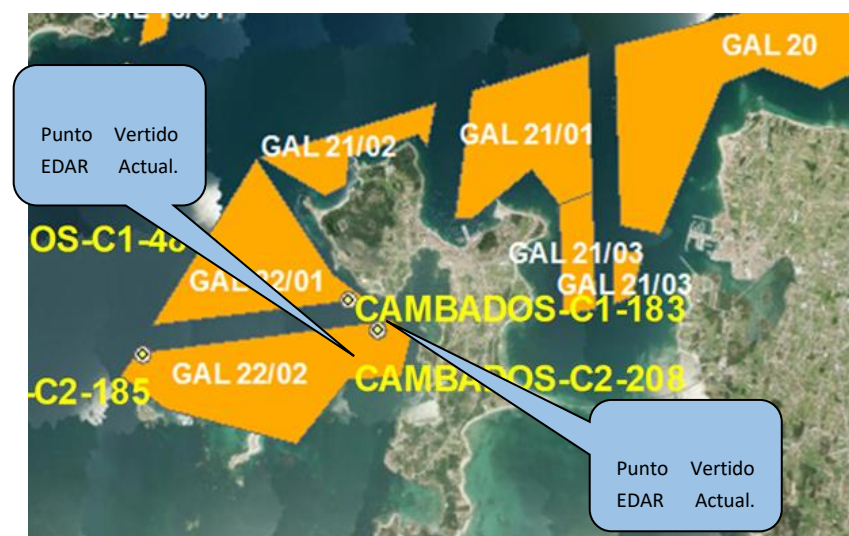


Figura 5. Localización de las bateas según cuadro superior.

A la vista de estos resultados cabe concluir que el escenario que mejor se comporta respecto a este criterio de calidad es el número 2, en el que se simula un caudal máximo de entrada a la EDAR adoptado es de 85 l/s.

- Cabe señalar que, de acuerdo a los resultados del modelado numérico, en el caso de contar con un tratamiento con desinfección UV en el vertido continuo de la nueva EDAR, su efluente no genera incumplimiento de las normativas comentadas anteriormente en el área de estudio. Este hecho confirma que, en consecuencia, su ubicación no sea significativa de acuerdo a que pudiera afectar con su descarga al cumplimiento de la Ley 9/2010 y la Directiva 2006/113/CE. En este sentido debe de hacerse hincapié en que, en caso de disponer de un vertido continuo de la nueva EDAR con desinfección, la afección sobre las normativas de calidad en agua y en moluscos está dominada por los alivios introducidos en el sistema.
- La disminución del número de alivios en el Escenario 2 respecto del Escenario 1 reduce el área afectada en las bateas en un 80%.
- Por otro lado, el escenario con vertido a través de emisario con efluente sin desinfección presenta peores resultados que los escenarios 1 y 2, aumentando en 23 veces el área de afección en las bateas generada en el Escenario 1 y en 139 veces la generada en el Escenario 2.

Es decir, ante los malos resultados obtenidos en la simulación del escenario 3 se considera necesario contar con un tratamiento con desinfección UV en la línea de procesos, lo que obliga a desestimar la

implantación de un emisario submarino. Además, resulta reseñable la importante reducción del área afectada en los polígonos de bateas que introduce el escenario 2 frente al escenario 1.

5. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO DE ENTRADA DE AGUA BRUTA A LA EDAR

A la vista de los resultados de los estudios de comprobación realizados, y resumidos en el apartado anterior, se concluye que la opción que presenta una mayor compatibilidad con el buen estado ambiental del medio receptor y los usos que en él se desarrollan es la representada en el escenario 2.

Este escenario contempla un **vertido continuo de la EDAR de 85 l/s** que se realiza en la ubicación en ETRS89 – 29N (UTMX 509960.71; UTM Y: 4711666.77) mediante un colector de descarga que presenta desinfección, siendo su carga bacteriológica de 100 E.coli/100ml. Por otro lado, este escenario considera el efecto sobre el medio de los alivios asociados a este caudal de diseño y sobre los que se considera una carga contaminante de $5 \cdot 10^5$ E.coli/100ml

ANEXO 2. GRÁFICAS ENVOLVENTES DE CARGAS Y CAUDALES DE EXPLOTACIÓN

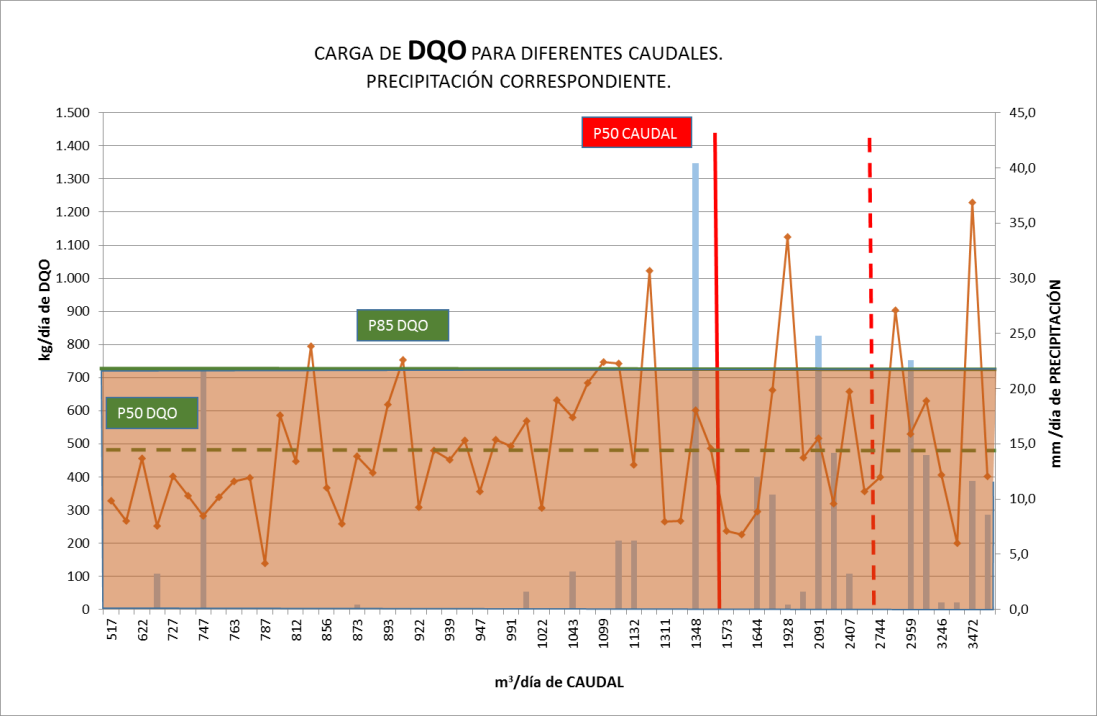


Gráfico 8. Carga de DQO para diferentes caudales. Precipitación correspondiente.

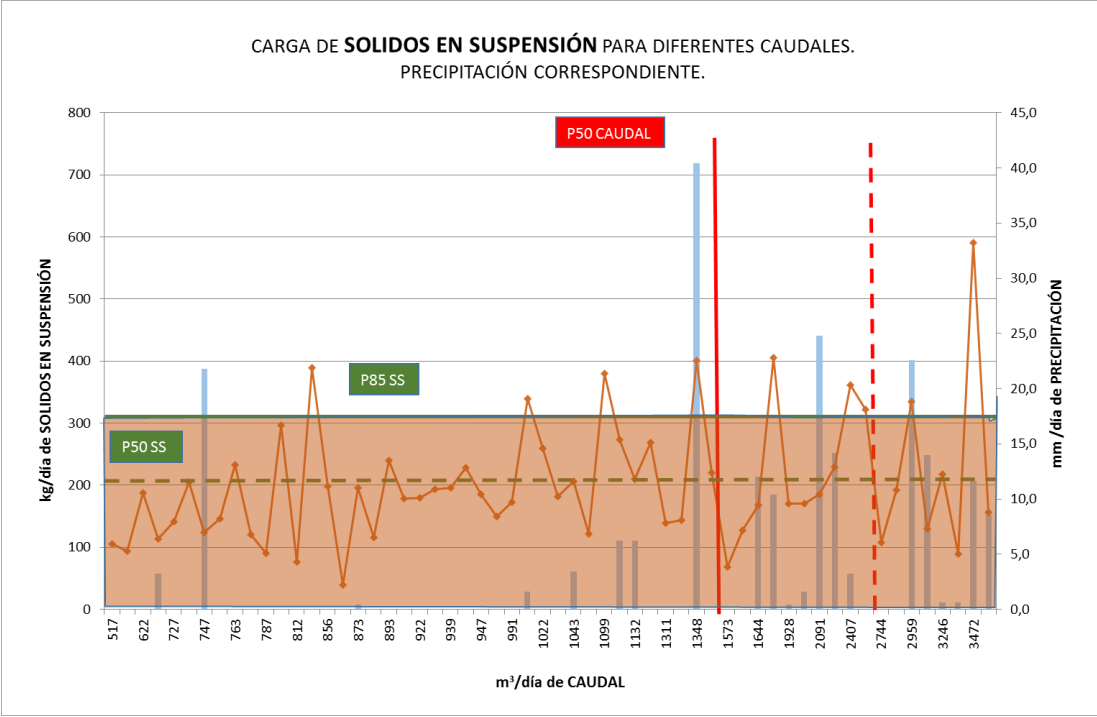


Gráfico 10. Carga de sólidos en suspensión para diferentes caudales. Precipitación correspondiente.

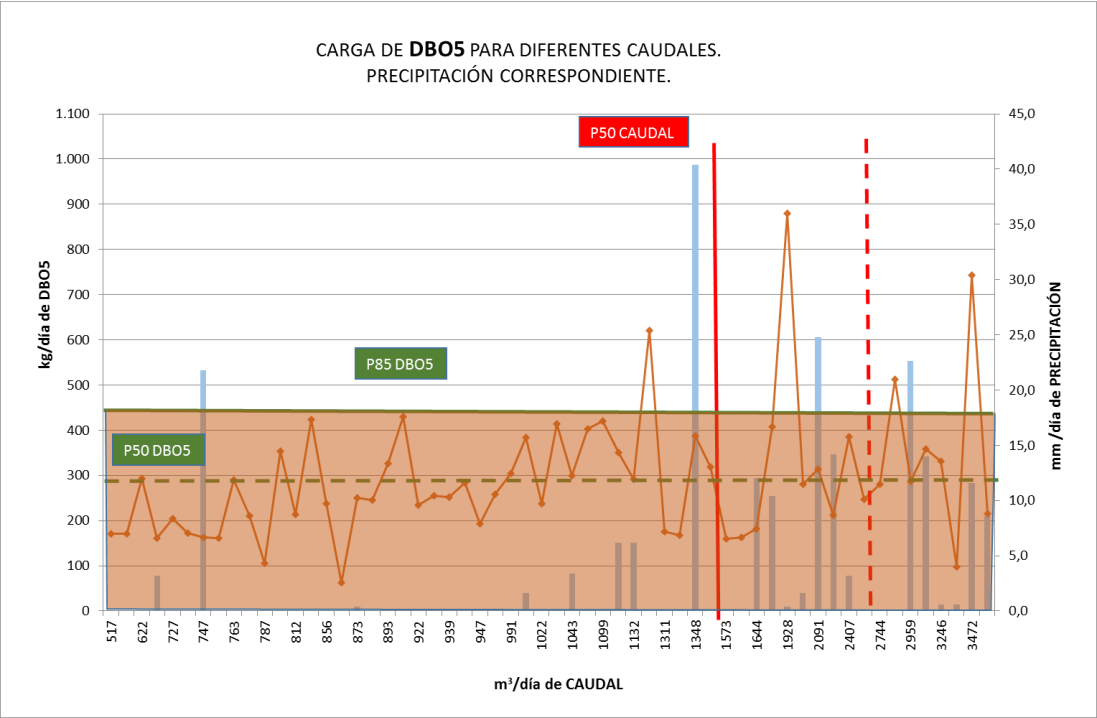


Gráfico 9. Carga de DBO5 para diferentes caudales. Precipitación correspondiente.

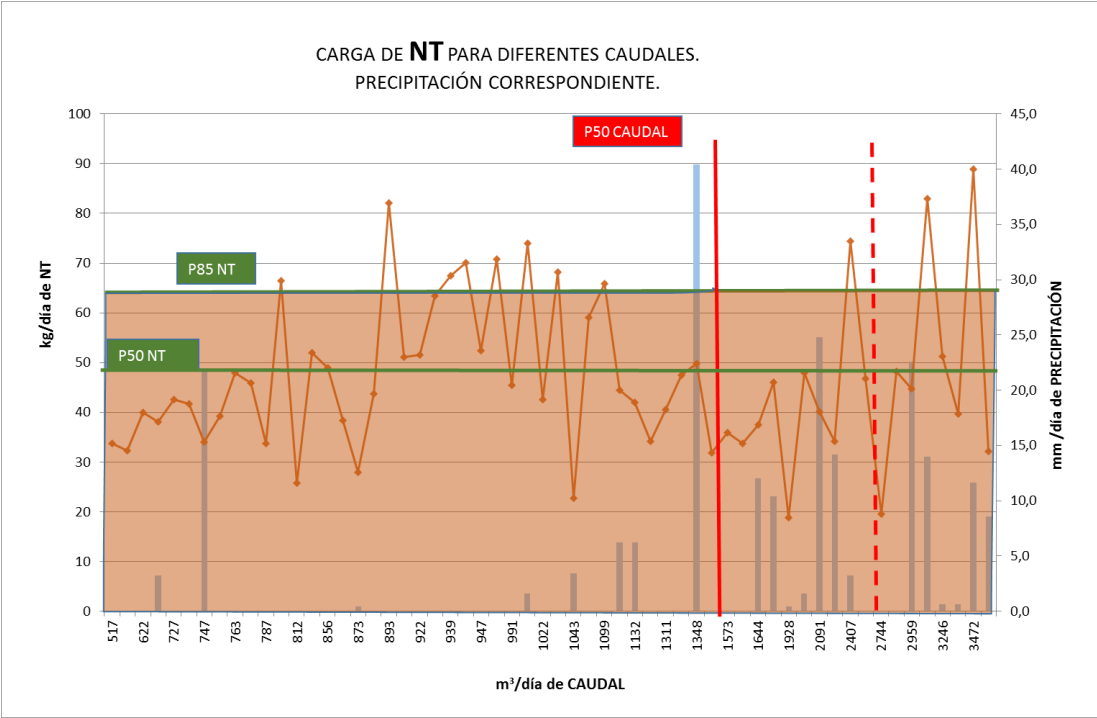


Gráfico 11. Carga de NT para diferentes caudales. Precipitación correspondiente.