ÍNDICE

ANEJO Nº 5 - ESTUDIO DE DEMOGRAFÍA Y CAUDALES

1.- OBJETO DEL ESTUDIO

2.- DOTACIÓN

- **2.1.- VERTIDOS URBANOS**
- **2.2.- VERTIDOS INDUSTRIALES**
- **2.3.- AGUAS BLANCAS**

3.- DEMOGRAFÍA

4.- CAUDALES DE SANEAMIENTO

- **4.1.- CAUDALES URBANOS**
- **4.2.- CAUDALES INDUSTRIALES**
- **4.3.- CAUDAL URBANO MÁS INDUSTRIAL**

5.- CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES

6.- CAUDALES DE CÁLCULO

7.- HABITANTES EQUIVALENTES

1.- OBJETO DEL ESTUDIO

El objeto del estudio es la determinación de la población futura o de cálculo (año horizonte 2.031) a partir de los datos facilitados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Instituto Galego de Estadística (IGE) y el Ayuntamiento de Ribeira, así como la estimación de los caudales de diseño para el dimensionamiento de colectores generales, e impulsiones en el municipio de Ribeira.

2.- DOTACIÓN

2.1.- VERTIDOS URBANOS

Para este tipo de núcleos, y según las Normas para la redacción de Proyectos de Abastecimiento y Saneamiento de Poblaciones, la dotación actual es de 220 l/hab.día. Por otro lado, es habitual considerar una tasa de crecimiento de la dotación del 1%, por lo que en el año horizonte:

$$D_{2031} = D_{2006}\,(1+0{,}01)^{25} = 220 * 1{,}01^{25} \approx 285 \text{ l/hab.día}$$

Se considera que el caudal de residuales es el 100% de la dotación de abastecimiento, con lo que además se mantiene un adecuado margen de seguridad.

2.2.- VERTIDOS INDUSTRIALES

Para los vertidos industriales se tendrán en cuenta los valores recogidos en el Reglamento de Servicio de Vertidos a la Red de Saneamiento Municipal así como los datos procedentes del efluente de las industrias más representativas.

Por otro lado para el conjunto de actividades en polígonos industriales, así como para la estimación de futuras ampliaciones se tendrá en cuenta la recomendación recogida en la publicación "Tecnología de Aguas Residuales, Metcalf & Eddy", para zonas con desarrollo industrial medio, con un valor de 14 a 28 m³/Ha día, consideramos el valor máximo de la dotación industrial para este intervalo 28 m³/Ha día.

En el caso del Hospital del Barbanza se ha considerado una dotación de 785 l/cama día, que recoge recomendaciones de la anteriormente mencionada publicación y de la siguiente: "Saneamiento y Alcantarillado, Aurelio Hernández".

2.3.- AGUAS BLANCAS

Según indicaciones del Ayto. de Ribeira, el núcleo de Ribeira dispone en un 80% de la red de sistema separativo, con redes independientes de pluviales, además las redes municipales de saneamiento se están renovando y ampliando bajo el sistema separativo.

A ello hay que añadir el alto porcentaje de vivienda unifamiliar y de carácter rural que se encuentra al poco de alejarnos de los centros de núcleos de población, quedando la zona de edificación colectiva reducida al centro de Santa Uxía de Ribeira, Aguiño y al núcleo costero de Castiñeiras. Esto origina que la escorrentía superficial de importancia se reduzca a pocas Has. y ésta en muchas ocasiones acabe en el mar.

En los núcleos de la costa, Castiñeiras y Aguiño la red resulta ser unitaria por lo que se dispondrán los adecuados sistemas de control de reboses en redes unitarias por medio de tanques de tormentas.

Se estudiará en próximos apartados los caudales considerados para aguas pluviales.

3.- DEMOGRAFÍA

Para el análisis del estudio de población se han utilizado los datos facilitados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el Instituto Galego de Estadística (IGE) y el Ayuntamiento de Ribeira.

La evolución de la población de derecho del municipio de Ribeira, viene reflejada en el siguiente cuadro:

DATOS DE POBLACIÓN			
AÑO	**Ayto. Ribeira**	**AÑO**	**Ayto. Ribeira**
1920	15.834	1992	25.537
1930	16.870	1993	25.977
1940	18.760	1994	26.542
1950	18.280	1995	26.828
1960	20.697	1996	26.572
1970	21.716	1998	26.413
1981	23.081	1999	26451
1986	25.132	2000	26.478
1987	25.306	2001	26.434
1988	25.719	2002	26.343
1989	26.007	2003	26.589
1990	26.258	2004	26.623
1991	25.285	2005	26.884

La población actual de las parroquias de Palmeira, Ribeira, Castiñeiras, Carreira, Aguiño y Oleiros, viene reflejada en el siguiente cuadro:

DATOS DE POBLACIÓN 2005	
NÚCLEOS	**POBLACIÓN**
PALMEIRA	2805
RIBEIRA	13694
CASTIÑEIRAS	1393
AGUIÑO	2915
CARREIRA	2233
OLEIROS	1098

La población futura estimada, para un horizonte de 25 años, se obtiene mediante el Método Estadístico del Ministerio de Fomento ampliamente utilizado en este tipo de proyectos para determinar la proyección de la población en el año horizonte.

Dicho método toma como base las poblaciones del último censo realizado (2005) y las de los censos de 10 y 20 años antes, se calcularán las tasas de crecimiento anual acumulativo correspondientes a los intervalos entre cada uno de estos censos y el último realizado y se comprueba también con datos de censos intermedios.

$$P_a = P_{a-n} * (1 + r_n)^n$$

De dicha fórmula se obtiene el valor r_n.

Siendo:

P_a = Población del último censo.

r_n = Tasa de crecimiento entre censos.

Como tasa de crecimiento aplicable a la prognosis se adoptará el promedio ponderado (β) entre la tasa calculada en base a la población de hace 10 años y la población de hace 20 años según la fórmula:

$$\beta = \frac{2 \cdot \beta_{10} + \beta_{20}}{3}$$

Luego la población para el año horizonte, 2.031, vendrá dada por la expresión:

$$P_h = P_a * (1 + \beta)^t$$

donde "t" es el tiempo transcurrido desde el último censo hasta el año horizonte.

Utilizando los datos de las tablas de población y aplicando la formulación explicada anteriormente se obtiene un crecimiento anual acumulativo del 0,27 % para el Ayto. de Ribeira, valor en consonancia por exceso con la proyección demográfica del IGE para la comarca de Barbanza. Se considera finalmente una tasa de crecimiento del 0,5 % para la estimación de la población futura.

Aplicando dicho índice de crecimiento (0,5 %) se determinará la población futura o de cálculo.

Los datos aportados por el Ayto. de Ribeira indican un incremento estacional en época estival del 56%, dato tomado también en cuenta en la estimación de la población futura. Obteniendo como resultado para las distintas parroquias:

NÚCLEOS	POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN VERANO ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA
PALMEIRA	2805	4375	4982
RIBEIRA	13694	21362	24321
CASTIÑEIRAS	1393	2173	2474
AGUIÑO	2915	4547	5177
CARREIRA	2233	3483	3966
OLEIROS*	1373*	1988	2263
	TOTAL 24.413		TOTAL 43.183

- Se ha incluido en sus habitantes la población equivalente del Hospital de Barbanza (100 camas), según la dotación por cama indicada en el apartado correspondiente, tendremos 275 H.E. Esta parroquia actualmente no se encuentra conectada a la red de saneamiento de Ribeira en su totalidad.

4.- CAUDALES DE SANEAMIENTO

4.1.- CAUDALES URBANOS

Caudales medios (Q_m):

Será igual a la población futura * dotación futura (285 l/hab.día).

Se obtiene la siguiente tabla:

NÚCLEOS	POBLAC FUTURA HABIT EQUIV	DOTACIÓN l/habit dia	CAUDAL MEDIO m³/dia	CAUDAL MEDIO l/s	CAUDAL MEDIO m³/h
PALMEIRA	4982	285	1419,87	16,43	59,16
RIBEIRA	24321	285	6931,48	80,22	288,81
CASTIÑEIRAS	2474	285	705,09	8,16	29,37
AGUIÑO	5177	285	1475,44	17,07	61,47
CARREIRA	3966	285	1130,31	13,08	47,09
OLEIROS	2263	285	644,96	7,46	26,87
TOTAL	43183	285	12307	142,44	512,80

4.2.- CAUDALES INDUSTRIALES

En el Polígono de Xaras podemos destacar dos tipos de industrias, las que se dedican a la transformación de los productos del mar, cuyos vertidos a la red de saneamiento implican una gran carga contaminante, y las dedicadas a otras actividades (concesionarios, almacenes, ...) donde el efluente resulta menos contaminante.
Según actual información municipal la superficie del polígono se verá ampliada a 300.000 m², por lo que consideraremos un área de 30 ha.

La industria más significativa es FRINSA (cocción, envasado al vacío y conserva de túnidos) la cual se encuentra situada en el polígono de Xaras. Esta posee una planta de tratamiento pero no resulta completamente eficaz; en numerosas ocasiones el vertido parece estar fuera de los parámetros del reglamento municipal.

Cabe destacar también como industrias contaminantes algunas situadas fuera del polígono pero vertientes a la red de saneamiento, como son:

- CONGELADOS BARBANZA (actividades de transformación de la pota hasta su consumo)

- CONGALSA (Precocinados de todo tipo)
- CERQUEIRAS (conserva del mejillón)

Congelados Barbanza y Congalsa (actualmente forman grupo) y están progresivamente cesando su actividad en la zona de Ribeira, pues pretenden trasladar su producción al polígono de Puebla del Caramiñal. Otras empresas que ya han cesado su actividad conservera son Conresa, Fridega y Frigoríficos Docampo.

Conservas Castiñeiras, localizada en la costa de Castiñeiras vierte por un emisario al mar directamente.

Debido a la importancia de los caudales vertidos a la red por parte de las industrias conserveras, consideraremos sus caudales medios como una aportación a parte de la producida por el polígono.

INDUSTRIAS	CAUDAL m³/día
Frinsa	1025
Resto	200
Total	1225

Para el estudio de los caudales vertidos diariamente a la red de saneamiento por parte del polígono industrial consideramos una dotación en áreas industriales de 28 m³/ha día.

El caudal aportado por el conjunto de las industrias (a sumar a la anterior tabla) en un futuro será:

Caudal medio: 30 Ha x 28 m^3/Ha día = 840 m^3/día

Tendremos así un total de 2.065 m^3/día de caudal industrial.

4.3.- CAUDAL URBANO MÁS INDUSTRIAL

El caudal total medio urbano más industrial será:

Q_{total} = 512,80 m³/ h (caudal medio población) + 86,04 m³/ h (caudal medio industrial) = 598,84 m³/ h

5.- CAUDALES DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas pluviales se han computado en base al aguacero correspondiente a un periodo de retorno de 10 años.

Para determinar el caudal de aguas pluviales se ha utilizado la fórmula racional.

$$Q_{pluviales} = S \cdot I_c \cdot c_m$$

siendo:

Q_p: caudal de aguas pluviales (L/s)

S: superficie de área drenada (ha)

I_c: Intensidad media de precipitación para el periodo de retorno de proyecto y duración del aguacero igual al tiempo de concentración del área drenada (L/s.ha)

c_m: coeficiente medio de escorrentía

El tiempo de concentración será igual a:

$$t_c = t_e + t_r$$

siendo:

t_c: tiempo de concentración

t_e: tiempo de escorrentía

t_r: tiempo de recorrido en conductos

El valor de la intensidad media de precipitación para un periodo de retorno de 10 años y duración 20 minutos es de 74,75 mm/h ó 275 l/s ha (ver Anejo nº4: Estudio de Pluviometría).

Introduciendo estos valores en la formulación anterior se obtienen los siguientes caudales de aguas pluviales que se infiltra en la red para las cuencas en las que se realiza este estudio, necesario por disponer de redes unitarias y ser adecuado controlar el caudal aportado al colector general interceptor por medio de tanques de tormentas evitando reboses.

Como se aprecia en el plano de cuencas que acompaña este anejo, se han delimitado una serie de cuencas urbanas, se han cubierto la mayoría de las redes existentes, si bien no la totalidad ya que en éstas no existen grandes superficies impermeables y resultan áreas periurbanas no conectadas hidráulicamente, definiendo cuencas en las zonas de mayor densidad que aún así resulta en general baja en los núcleos que nos ocupan (ver fotografía aérea).

Cuenca de la red secundaria 1: Amexida

Se trata de 3,74 Has de superficie total drenada.
Se ha considerado un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,3 (valor medio para zona residencial de edificios aislados y zona residencial unifamiliar).

$$Q_{pluviales} = 3{,}74 \cdot 207{,}79 \cdot 0{,}3 = 837{,}8 \text{ m3/h}$$

Cuenca de la red secundaria 2: Punta Raia

Se trata de 4,321 Has de superficie total drenada.
Se ha considerado un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,3 (valor medio para zona residencial de edificios aislados y zona residencial unifamiliar).

$$Q_{pluviales} = 4{,}321 \cdot 207{,}79 \cdot 0{,}3 = 969{,}47 \text{ m3/h}$$

Cuenca de Castiñeiras

Se trata de 5,73 Has de superficie total drenada.
Se ha considerado un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,3 (valor medio para zona residencial de edificios aislados y zona residencial unifamiliar).

$$Q_{pluviales} = 5{,}73 \cdot 207{,}79 \cdot 0{,}3 = 1285{,}9 \text{ m3/h}$$

Cuenca de Areeiros

Recoge el entorno del bombeo de Areeiros (BP2) y parte de la entrada a Aguiño cuya red discurre hacia Areeiros.

Se trata de 8,16 Has de superficie total drenada.
Se ha considerado un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,1 (se trata de una zona suburbana poco poblada).

$$Q_{pluviales} = 8{,}16 \cdot 207{,}79 \cdot 0{,}1 = 610{,}4 \text{ m3/h}$$

Cuenca de Aguiño

La cuenca del conjunto de Aguiño se divide en tres subcuencas, una con la zona del puerto y zonas centrales más densamente poblada y otras dos que se pueden considerar suburbanas (ver plano de superficies).

Se trata de:
16,89 Has de superficie drenada con un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,3 (valor medio para zona residencial de edificios aislados y zona residencial unifamiliar).
28,17 Has de superficie drenada con un valor del coeficiente medio de escorrentía igual a 0,1 (zona suburbana poco poblada).

La superficie neta será entonces 7,88 Has

$$Q_{pluviales} = 7{,}88 \cdot 207{,}79 = 5894{,}6 \text{ m3/h}$$

6.- CAUDALES DE CÁLCULO

Consideraciones de caudales de aguas negras.

Caudal medio (Qm):
Será igual a la población futura *dotación futura (285 l/hab.día).

Caudal mínimo (Qmin):
Será igual al 50% del caudal medio (Qm).

Caudal punta (Qp):
Se obtiene en función de un coeficiente de punta (K) a partir del caudal medio:

$Qp = K * Q_m$

donde Q_m = Caudal medio

Para ciudades pequeñas y poblaciones rústicas se aconseja un factor punta mayor de 2,4.

Se tantearon diversas formulas ampliamente usadas para la estimación del caudal punta obteniendo los siguientes factores punta: K=2,54 (Harman, W.G.), K=2,53 (Fair y Geyer), K=2,90 (Babbitt y Baumann). En todas ellas interviene el número de habitantes de la población considerada.

Se tomará finalmente un factor de punta de 3 para absorber también las puntas industriales.

Estos valores se corresponden con caudales de residuales a enviar a tratamiento en la nueva depuradora a través del colector interceptor general y los bombeos, ya que, como se indicó, la red contará con los tanques de tormenta necesarios para la regulación de avenidas de tormenta y enviar al colector general el caudal punta de residuales.

Caudal a bombear desde la ubicación de la actual EDAR de Touro, BP1,

El caudal bombeado en este punto en dirección a la nueva planta se corresponde con el sumatorio de los que llegan de Palmeira, Ribeira y el polígono de Xaras. La zona de Ameixida, situada en la costa tras Touro también verterá a este bombeo, estando sus H.E. ya considerados en Ribeira pues así lo recogen los datos censales de partida.

Caudal medio población:	375 m^3/h
Caudal medio industria:	86,04 m^3/h
Caudal medio total:	461,04 m^3/h
Caudal de punta:	1.385 m^3/h
Caudal mínimo:	230,52 m^3/h

Caudales a lo largo de la costa Castiñeiras - Aguiño.

El caudal incorporado al colector a lo largo de la costa una vez superado el tramo en conducción forzada se corresponde con el de la parroquia de Castiñeiras. Este caudal se incorporará por intercepción con el nuevo colector y por pequeños bombeos paralelos, son 29,38 m^3/h que se suman al colector para obtener un total de:

Caudal mínimo:	245,21 m^3/h
Caudal medio:	490,42 m^3/h
Caudal de punta:	1.471,26 m^3/h

Caudales incorporados a través de la red paralela o secundaria,

Esta red secundaria recoge los influentes de la zona donde el colector discurre en conducción forzada, desde el final de la impulsión de Touro hasta llegar a Castiñeiras. Se divide en dos zonas cada una discurriendo hacia un tanque de tormentas y bombeo secundario:

Esta red de nueva creación se comportará en parte como unitaria, por lo que además de indicarse a continuación los caudales de residuales, se han de tener presentes los caudales de pluviales indicados en el apartado anterior para definir los colectores.

Tramos secundarios hacia bombeo secundario 1 (BS-1): Amexida

Tramo desde sentido Touro:

Qpunta: 6,72 m^3/h, Qmedio: 2,24 m^3/h y Qmínimo: 1,12 m^3/h.

Tramo desde Amexeida:

Qpunta: 4,8 m^3/h, Qmedio: 1,6 m^3/h y Qmínimo: 0,8 m^3/h.

Tramos secundarios hacia bombeo secundario 2 (BS-2): Punta Raia

Tramo desde final de la impulsión de BS-1:

Qpunta: 14,22 m^3/h, Qmedio: 4,74 m^3/h y Qmínimo: 2,37 m^3/h.

Tramo desde Castiñeiras:

Qpunta: 15,33 m^3/h, Qmedio: 5,11 m^3/h y Qmínimo: 2,05 m^3/h.

Caudales a bombear desde el bombeo de Areeiros, BP2,

Este caudal se corresponde con la incorporación de caudales de parte de la población en la zona de entrada a Aguiño al total procedente del colector de la costa. Tomamos un 10% de la población de Aguiño, valor suficientemente seguro y que genera un caudal medio de 6,15 m3/h. El caudal a bombear resulta:

Caudal mínimo:	248,29 m^3/h
Caudal medio:	496,57 m^3/h
Caudal de punta:	1.490 m^3/h

Caudal a bombear desde el puerto de Aguiño. BP3,

Este caudal se corresponde con el de la red de saneamiento existente en Aguiño y el proveniente del bombeo de Listre que recoge la parroquia de Carreira el cual se incorpora al colector existente en Aguiño,

Caudal medio colector central (Listre):	47,10 m^3/h
Caudal medio núcleo de Aguiño:	61,48 m^3/h

Caudal mínimo:	54,29 m^3/h
Caudal medio:	108,58 m^3/h
Caudal de punta:	325,74 m^3/h

Sumando el caudal bombeado desde Areeiros al caudal bombeado desde Aguiño tendremos el caudal total que alcanza la planta depuradora, que será:

caudal medio total : 496,57 m^3/h + 108,58 m^3/h : **605,15 m^3/h**

caudal punta total : 1.489,71 m^3/h + 325,74 m^3/h : **1815,45 m^3/h**

7.- HABITANTES EQUIVALENTES

Resulta necesario conocer los habitantes equivalentes por contaminación, H.E.(m.o.), para la definición de la capacidad de la nueva E.D.A.R. de Ribeira.

Los habitantes equivalentes de las poblaciones servidas para el año horizonte serán, como se vio en apartados anteriores, **43.183 H.E.**, a este valor hay que añadir el originado por la industria de Ribeira, en términos de contaminación, que se encuentra conectada a la red de saneamiento.

El reglamento de servicio de vertidos a la red del ayuntamiento de Ribeira establece un valor límite de DBO5 de 1.000 mg/l, suponiendo que las industrias viertan al límite de este valor podemos obtener su equivalencia en H.E. No obstante hemos considerado como caso particular

el efluente de la fábrica Frinsa por ser la de mayor importancia, por su gran producción y por encontrarse su efluente en ocasiones por encima de este valor.

Para evaluar la contaminación originada en vertidos industriales y expresarla en habitantes equivalentes, el Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas propone considerar como DBO5 media para la UE 60 gr/hab.día. Otra bibliografía indica para núcleos de características similares a los aquí existentes 55 gr/hab.día.

Aplicando el anterior cálculo al efluente de Frinsa de 1.025 m^3/día y con una DBO5 de 2.000 mgr/l, valor de contaminación para el efluente no tratado de industrias conserveras acorde con las analíticas realizadas y la bibliografía para este tipo de industrias, obtendríamos 34.167 H.E.:

$$H.E.(m.o.) = \frac{1025(m^3/d)\times 2000(l/m^3)\times 1(g/l)}{60(g/hab.d)} = 34.167\ hab$$

(Tomando este valor se está ampliamente del lado de la seguridad dado que si bien en ocasiones no se trata correctamente el vertido industrial en las fábricas, siempre se hará como mínimo un pretratamiento que reducirá esta carga contaminante)

Aplicando el mismo cálculo al resto de industrias conserveras y considerando para éstas el vertido siempre dentro de los 1000 mg/l, obtenemos la siguiente tabla:

INDUSTRIAS	CAUDAL m^3/día	DBO5	H.E. (m.o.)
Frinsa	1025	2000	34167
Resto	200	1000	3333
Total ind. conserveras	1225		37500

A los anteriores valores debemos sumar la contaminación del resto de caudales presentes en el polígono, suponemos que dadas las actividades que en el se desarrollan (concesionarios de vehículos, almacenes, etc.) el efluente se puede asimilar a un agua residual urbana. Por lo que los 840 m^3/día generan una contaminación de 2.948 H.E. (Nº Habit equiv = (840 m^3/día x 1000) /285 l/habit día = 2.948 H.E.)

Por lo que tendremos los siguientes valores si consideramos el conjunto de actividad del polígono:

3.333 (ind. conserveras en reglamento) + 34.167 (ind. conserveras con exceso de carga contaminante) + 2.948 (resto ind. polígono) = **40.448 H.E. (m.o.)**

Ha de tenerse presente que el término población equivalente industrial resulta en cierto modo no totalmente preciso, por existir otros parámetros que también intervienen en la caracterización de las aguas residuales, no sólo la DBO5. No obstante, en este caso, con vertidos con carga fundamentalmente orgánica, este resulta ser el parámetro más representativo de la carga contaminante.

Sumando a los 43.183 H.E. de vertidos urbanos los 40.448 H.E. industriales obtenidos anteriormente tendremos:

Población equivalente total en año horizonte = 43.183 + 40.448 = 83.631 H.E. (m.o.)

Ha de tenerse presente que la situación de los efluentes contaminantes de la industria debe mejorar **si se cumple la normativa de vertido a la red municipal**, ateniéndonos a esta condición y si las industrias trataran adecuadamente su efluente, no se debería sobrepasar nunca un valor de 1000 mgr/l de DBO5 en los vertidos, con lo que **obtendríamos un valor de 66.546 H.E.**

No obstante, dada la realidad existente, a pesar de que el reglamento de vertidos municipal lleva en vigor desde el año 2002 sin que se consiga cumplir de forma exhaustiva, y conocedores de la alta carga contaminante de los vertidos procedentes de la actividad conservera verificados en las analíticas realizadas, así como teniendo en cuenta la dificultad para controlar eficazmente el vertido de tales industrias, **se ha considerado un valor suficientemente seguro para dimensionar la E.D.A.R. los 80.000 H.E.**