



# ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

Autor:

Miriam Mena Muñoz

Director:

Iñaki Tejero Monzón

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil (Hidrología)

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO

## ÍNDICE

### ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE INGENIO

1. <u>Introducción</u>	5
2. <u>Objetivos del trabajo</u>	5
3. <u>Estudio de la situación actual</u>	6
4. <u>Problemática asociada</u>	8
5. <u>Estudio de la situación futura</u>	9

### ANTEPROYECTO DE LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

#### Memoria

1. <u>Introducción y objetivos del estudio</u>	15
2. <u>Ubicación</u>	15
3. <u>Antecedentes</u>	16
4. <u>Descripción de alternativas</u>	18
5. <u>Comparación de alternativas</u>	19
6. <u>Concepto global de la alternativa escogida</u>	21
7. <u>Descripción general de las obras</u>	21
8. <u>Estudio básico de Impacto Ambiental</u>	23
9. <u>Estudio de seguridad y salud</u>	24
10. <u>Presupuesto</u>	24
11. <u>Documentos que integran el anteproyecto</u>	25
<u>DOC 1. – Memoria y anejos</u>	26
1. <u>Memoria</u>	27
2. <u>Anejos</u>	27
<u>Anejo 1 – Antecedentes</u>	27
<u>Anejo 2 – Estudio y justificación de caudales</u>	27
<u>Anejo 3 – Definición de la solución escogida</u>	29
<u>Anejo 4 – Cálculos hidráulicos</u>	30



<u>Anejo 5 – Servicios afectados</u>	41
<u>Anejo 6 – Evaluación básica de impacto ambiental</u>	41
<u>Anejo 7 – Estudio de seguridad y salud</u>	43
<u>DOC 2.- Planos</u>	44
1. <u>Situación y emplazamiento</u>	45
2. <u>Planos de obra civil</u>	47
<u><a href="#">2.1</a> Estado actual</u>	47
<u><a href="#">2.2</a> Estado futuro</u>	49
3. <u>Plano de instalaciones</u>	51
<u><a href="#">3.1</a> Definición geométrica</u>	51
<u><a href="#">3.2</a> Equipamiento mecánico</u>	53
<u><a href="#">3.3</a> Urbanización exterior</u>	55
4. <u>Impulsión</u>	57
<u>DOC 3.- Presupuesto</u>	59



ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE  
LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE  
SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO  
DE INGENIO**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO



## **1 INTRODUCCIÓN**

El creciente desarrollo urbanístico experimentado en numerosos municipios de cualquier punto de la geografía española, suele generar que gran parte de las redes de saneamiento existentes hayan quedado infradimensionadas, con el consiguiente perjuicio para las futuras necesidades en dichas zonas. Esto genera una gran problemática en las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR).

Por un lado el aumento de la población genera mayores caudales de entrada a la EBAR con lo que se puede dar el caso de cámaras de bombeo de dimensiones insuficientes o de equipos de bombeo inadecuados.

Por otro lado, la diversificación de las actividades económicas suele generar residuos que antes no llegaban a la EBAR, que ante la ausencia de una reja de desbaste pueden provocar atascos en los grupos de bombeo o colmatado en las cámaras.

Como consecuencia de todo lo anterior, se puede producir reboses en las EBAR, con el consiguiente vertido, bien por una capacidad de bombeo inferior al caudal entrante, o bien por una parada de los equipos de bombeo.

Por último, la propia ubicación puede generar problemas. Una EBAR situada inicialmente en un lugar aislado, como consecuencia del crecimiento urbanístico puede quedar ubicada en medio de una urbanización, bien residencial o industrial, ocasionando molestias por ruido y olores.

En el presente Trabajo de Fin de Grado se presente desarrollar las distintas actuaciones que se pueden llevar a cabo para ampliar y mejor las condiciones de servicios en las estaciones de bombeo de aguas residuales, con el fin de evitar los inconvenientes citados y garantizar el correcto funcionamiento de las mismas, teniendo en cuentas las necesidades futuras.

## **2 OBJETIVOS DEL TRABAJO**

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo del presente Trabajo de Fin de Grado es desarrollar las distintas actuaciones encaminadas a ampliar y mejorar las condiciones de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales, con el fin de evitar los posibles inconvenientes mencionados en la introducción y satisfacer las necesidades futuras.



### **3 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El sistema de saneamiento del municipio de Ingenio consta de cuatro estaciones de bombeo estratégicamente colocadas, ya que recogen el agua residual de los barrios de Las Majoreras, Las Puntillas, Malfú Bajo, Lomo Ortega, El burrero y gran parte del núcleo central de Carrizal.

A continuación se expone la situación actual de cada una de las estaciones de bombeo:

- **EBAR Las Majoreras**

La estación de bombeo está ubicada en el Polígono Industrial de Las Majoreras. Recoge el agua residual de toda esta zona y es impulsada a través de una conducción de fundición dúctil de 125mm de diámetro y aproximadamente 700m de longitud hasta un pozo de saneamiento existente en el polígono, a partir del cual las aguas discurren por gravedad hasta alcanzar la E.B.A.R. Las Puntillas.

Para el dimensionamiento de esta EBAR se tomaron como datos de partida en su día:

- Caudal ..... 20 m<sup>3</sup>/Ha·día.
- Superficie del polígono .....9,20 Ha.
- Coeficiente de simultaneidad..... 2,4.

Resultando así un caudal de 18,4 m<sup>3</sup>/h.

- **EBAR Las Puntillas**

Ubicada en Las Puntillas. Además de recoger el agua residual procedente de la estación antes citada, recibe por gravedad el agua procedente de los barrios de Las Majoreras y Las Puntillas. Toda el agua recogida por esta estación es impulsada hacia la E.B.A.R. La Jurada, empleándose para ello una conducción de PVC de 150 mm de diámetro y aproximadamente 1.900 metros de longitud.

En el año 1998 fue reformada, instalándose dos bombas con una capacidad de elevación de 40 m<sup>3</sup>/h cada una de ellas. Posteriormente en el año 2002 con objeto de mejorar las condiciones de trabajo, se introdujo una bomba con una capacidad de elevación de 70 m<sup>3</sup>/h, para las horas de punta y llano.



- **EBAR El Burrero**

El agua residual de El Burrero es impulsada a través de una conducción de fibrocemento de 100 mm de diámetro hasta una estación de bombeo intermedia situada junto a la carretera GC-192, desde donde vuelve a ser bombeada hasta un pozo de saneamiento existente en el barrio de La Jurada, discurriendo entonces por gravedad hasta la propia E.B.A.R. La Jurada.

Posee dos bombas que trabajan alternativamente durante cuatro horas y veinticuatro minutos para bombear un caudal de 180 m<sup>3</sup>/día.

- **EBAR La Jurada – Nueva EBAR Guayadeque**

La estación de bombeo de la Jurada hace de centro neurálgico puesto que a ella llega toda el agua residual generada en la zona, siendo posteriormente bombeada hasta la arqueta situada en el Badén de Agüimes.

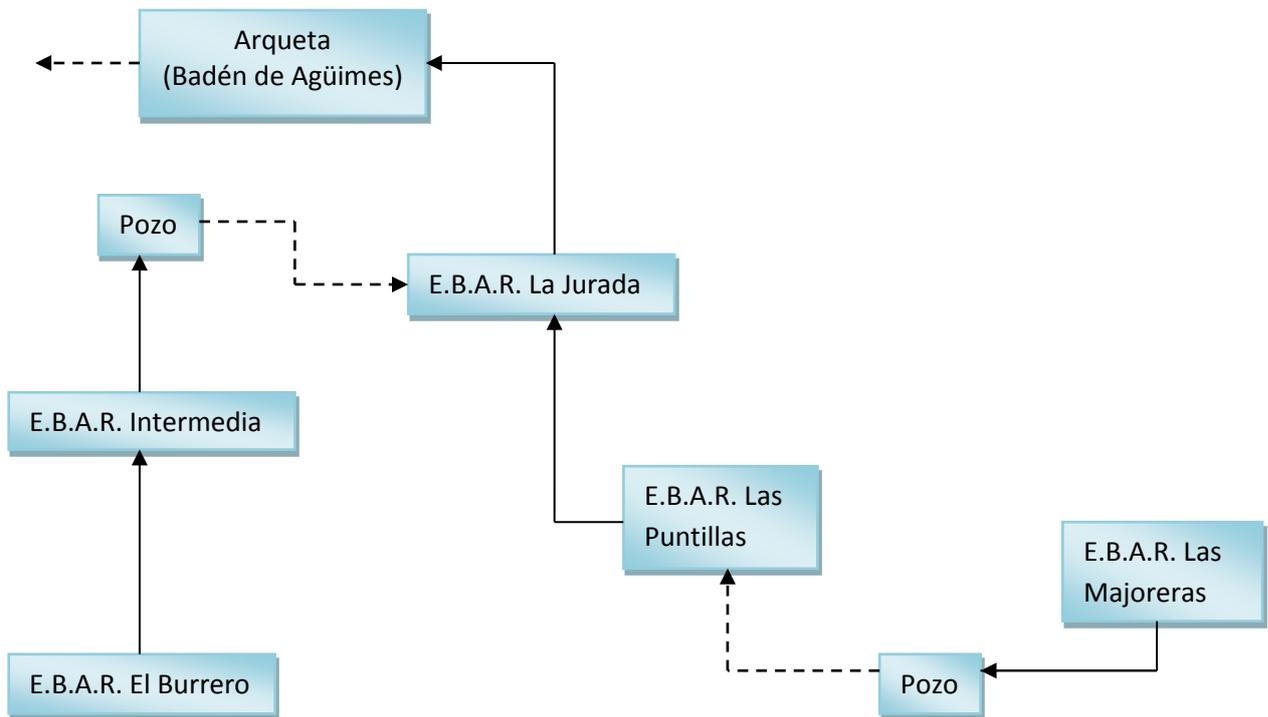
Consta de una conducción de fibrocemento de 250 mm de diámetro hasta una arqueta situada en el Badén de Agüimes, a partir de la cual discurre por gravedad hacia la E.D.A.R del Sureste. Esta estación dispone actualmente de unas bombas con una potencia de 75 Kw cada una y una capacidad de elevación de 176 m<sup>3</sup>/h. Funcionan entre 13 y 15 horas, por lo que diariamente estas bombas elevan 2.300 m<sup>3</sup>.

Esta estación de bombeo presenta dos problemas:

- Está situada en una zona de previsible expansión y próxima a un Centro de Salud, con el consiguiente problema sanitario por la emisión de olores
- Se encuentra al borde de su capacidad.

Por ello, se prevé dejar fuera de servicio esta estación, de modo que la totalidad del volumen de agua residual que actualmente recibe se recoja en una nueva E.B.A.R. junto a la carretera GC-192, entre la GC-1 y El Burrero.

A continuación se muestra el funcionamiento actual que presenta la red de saneamiento objeto del estudio:



#### **4 PROBLEMÁTICA ASOCIADA**

Existe una problemática asociada al conjunto de las estaciones de bombeo de la red de saneamiento, ya que todas se encuentran al límite de su capacidad actual y se prevé para el futuro un aumento tanto poblacional como industrial.

A continuación se detallan los motivos de aumento de caudal a la entrada de cada una de las estaciones:

- **EBAR Las Majoreras**

Se prevé que a corto plazo la posibilidad de que la E.B.A.R. tenga que recoger el agua residual procedente del Centro Logístico de Mercadona y de las nuevas viviendas o naves en construcción. Por lo tanto, surge la necesidad de ampliar la capacidad de bombeo de la misma, puesto que en la actualidad está obsoleta y al borde de su capacidad.



- **EBAR Las Puntillas**

Se prevé para el futuro un aumento de caudal de entrada en esta E.B.A.R tanto por el desarrollo urbanístico de los barrios como por el aumento de caudal previsto para la E.B.A.R. Las Majoreras.

Por ello, es necesario procedes a la ampliación de la actual capacidad de bombeo de la estación.

- **EBAR El Burrero**

Se prevé ejecutar una nueva E.B.A.R. en el entorno comprendido entre El Burrero y la GC-192, permitiría elevar el agua residual desde la E.B.A.R. El Burrero directamente hasta la nueva estación, dejando fuera de servicio la estación de bombeo intermedia.

Asimismo, se prevé un desarrollo urbanístico en la zona, con el consiguiente aumento del caudal de agua residual que llega a la estación de bombeo. Dicho desarrollo urbanístico viene dado por:

- SUNCO Vista Alegre ..... 430 viviendas.
- SUCO Burrero Norte..... 86 viviendas.

- **EBAR La Jurada – Nueva EBAR Guayadeque**

Debido a los problemas comentados con anterioridad, se prevé dejar fuera de servicio esta estación, de modo que la totalidad del volumen de agua residual que actualmente recibe se recoja en una nueva E.B.A.R. junto a la carretera GC-192, entre la GC-1 y El Burrero.

## **5 ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Partiendo de los problemas expuestos con anterioridad, se desarrollan a continuación los cálculos necesarios para estimar el caudal futuro para el redimensionamiento de cada uno de las estaciones:

- **EBAR Las Majoreras**

A corto plazo se prevé que a la E.B.A.R. Las Majoreras se incorporen los siguientes caudales:

- Caudal procedente de Mercadona..... 6 m<sup>3</sup>/día.
- Caudal de nuevas naves y viviendas..... 4 m<sup>3</sup>/día.



Además del aumento de caudales previstos, se considera una mayoración del 15 % en concepto de imprevistos, resultando así un caudal total de:

$$Q = 18,4 + 6,0 + 4,0 + 0,15 \times (18,4 + 6,0 + 4,0) = 32,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Según los datos anteriores, hoy en día la estación de bombeo impulsa 18,4 m<sup>3</sup>/h, siendo realmente su capacidad de elevación necesaria actual y futura de 32,7 m<sup>3</sup>/h.

- **EBAR Las Puntillas**

A corto plazo se prevé que a la E.B.A.R. Las Majoreras se incorporen los siguientes caudales:

- Caudal procedente de Mercadona..... 6 m<sup>3</sup>/día.
- Caudal de nuevas naves y viviendas..... 4 m<sup>3</sup>/día.

Además del aumento de caudales previstos, se considera una mayoración del 15 % en concepto de imprevistos, resultando así un caudal total de:

$$Q = 70,0 + 6,0 + 4,0 + 0,15 \times (70,0 + 6,0 + 4,0) = 92,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

A más largo plazo se prevé un desarrollo urbanístico que supondría un caudal futuro  $Q = 83 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Con todo ello resulta la siguiente capacidad de elevación futura necesaria:

$$Q = 92,0 + 83,0 = 175,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

El servicio técnico del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Ingenio cuantifica en 175 - 200 m<sup>3</sup>/h la capacidad de elevación de la E.B.A.R. Las Puntillas.

- **EBAR El Burrero**

El número total de viviendas previsto para la zona es de 516. Para estimar el volumen de agua residual generado por estas viviendas se considera:

- Dotación .....200 litros/hab.·día.
- Ocupación .....4 habitantes/vivienda.
- Coeficiente de simultaneidad..... 2,4.



Operando con los datos anteriores resulta el siguiente caudal punta de aguas residuales generado por las nuevas viviendas:

$$Q = 2,4 \times \frac{516 \times 200 \times 4}{24 \times 1000} = 41,3 \frac{m^3}{h}$$

En resumen, la capacidad de bombeo actual necesaria de la E.B.A.R. El Burrero es de 40,9 m<sup>3</sup>/h, mientras que la capacidad futura necesaria será igual a 82,2 m<sup>3</sup>/h.

- **EBAR La Jurada – Nueva EBAR Guayadeque**

Se analiza seguidamente la capacidad de elevación necesaria en esta nueva estación, tanto a corto como a largo plazo:

- Para el cálculo de la capacidad actual necesaria se considera un coeficiente de simultaneidad de 2,4, resultando así:

$$Q = \frac{2300 \times 2,4}{24} = 230m^3/h$$

- A corto plazo el aumento de caudal previsto vendrá dado por el estimado para el Polígono Industrial Las Majoreras, es decir, por un caudal de 6 m<sup>3</sup>/h, y por un caudal de 4 m<sup>3</sup>/h generado por las naves y viviendas de nueva ejecución. El volumen de agua resultante se incrementa en un 15 % en concepto de imprevistos, con lo que resulta la siguiente capacidad de elevación actual necesaria:

$$Q = 230,0 + 6,0 + 4,0 + 0,15 \times (230,0 + 6,0 + 4,0) = 276 \text{ m}^3/h$$

- Si tenemos en cuenta el aumento de caudal a largo plazo en las estaciones de bombeo de Las Puntillas y El Burrero, obtenemos para la nueva E.B.A.R. la siguiente capacidad de impulsión futura necesaria:

$$Q = 276,0 + 83,0 + 41,3 \approx 400,0 \text{ m}^3/h$$

El servicio técnico del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Ingenio cuantifica en 300-500 m<sup>3</sup>/h la capacidad de elevación de la nueva E.B.A.R.

A continuación se muestra un resumen de caudales de todas las estaciones de bombeo:



<b>RESUMEN DE CAUDALES</b>			
<b>E.B.A.R.</b>	<b>Capacidad actual (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Capacidad actual necesaria (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Capacidad futura necesaria (m<sup>3</sup>/h)</b>
Las Majoreras	18,4	32,7	32,7
Las Puntillas	70	92,0	175,0 (175-200)(*)
El Burrero	40,9	40,9	82,2
La Jurada (Nueva EBAR Guayadeque)	176,0	276,0	400,0 (300-500)(*)

(\*) Según Datos del servicio técnico del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Ingenio



ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE  
LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**ANTEPROYECTO DE LA ESTACIÓN  
DE BOMBEO DE AGUAS  
RESIDUALES GUAYADEQUE**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO



ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE  
LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**MEMORIA**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO



## **1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El creciente desarrollo que ha experimentado el Término Municipal de Ingenio ha provocado que parte de su red de saneamiento haya quedado infradimensionada, con el consiguiente perjuicio para las futuras necesidades de las zonas.

Dada la falta de capacidad de las estaciones existentes, se prevé la necesidad de ampliar y mejorar las mismas, así como dejar fuera de funcionamiento la E.B.A.R. La Jurada, al estar próximo a un Centro de Salud, y en una zona de previsible expansión urbanística, para lo cual se plantea construir una nueva estación de bombeo con objeto de sustituirla.

En la actualidad la E.B.A.R. La Jurada hace de centro neurálgico puesto que a ella llega toda el agua residual generada en el municipio, siendo posteriormente bombeada hasta la arqueta situada en el Badén de Agüimes.

Debido al consiguiente problema sanitario por la emisión de olores, y por encontrarse al límite de su capacidad debido al gran volumen de agua que recibe, resulta necesario sustituirla por otra nueva lejos del Centro de Salud.

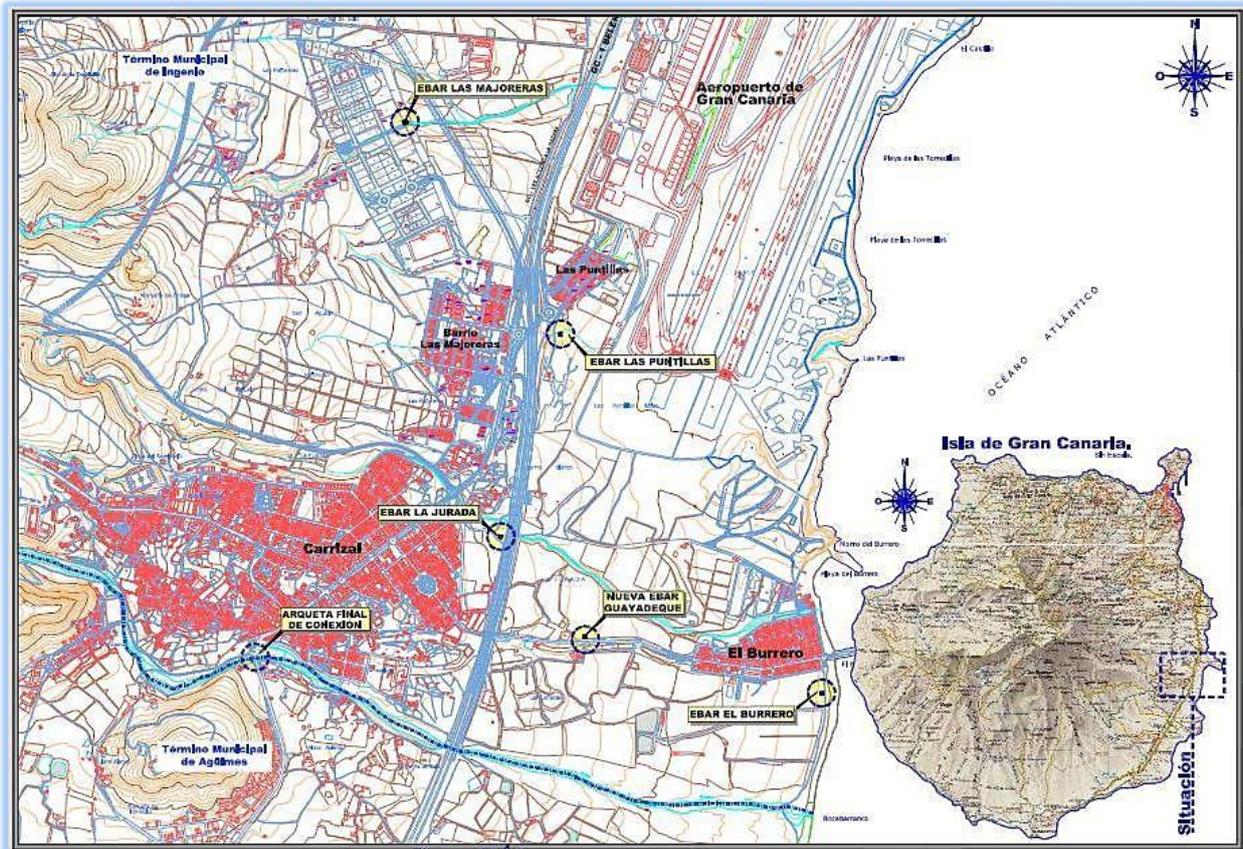
El objeto del presente anteproyecto es cubrir las siguientes necesidades:

- Calcular un importe parcial de lo que supondría la ejecución de las obras, indicando las unidades que intervienen.
- Servir de base para la realización del proyecto.

## **2 UBICACIÓN**

El Área de ubicación del proyecto en estudio, se encuentra en el Término Municipal de Ingenio, a unos 32 kilómetros al sur de Las Palmas de Gran Canaria, por la GC-1.

En la Figura 1-1 se puede observar el área de estudio general.



### **3 ANTECEDENTES**

En la actualidad parte de la red de saneamiento del municipio de Ingenio se encuentra al borde de su capacidad, motivo por el cual se pretende acometer su mejora.

La red de saneamiento afectada principalmente comprende los barrios de Las Majoreras, Las Puntillas, Malfú Bajo, Lomo Ortega, El Burrero, y gran parte del núcleo urbano de Carrizal.

La problemática que presenta parte de la red de saneamiento del municipio de Ingenio viene dada por la falta de capacidad de una serie de estaciones de bombeo situadas en los puntos bajos de la red, las cuales recogen por gravedad el agua residual generada en las zonas residenciales e industriales, para posteriormente impulsarla hasta una arqueta situada en el Badén de Agüimes, a partir de la cual el agua discurre por gravedad hacia la E.D.A.R. del Sureste.



Con este documento lo que se presente es presentar la situación actual y la necesidad futura de infraestructura, para poder acometer con garantía el crecimiento previsto en la zona de actuación.

Actualmente, la E.B.A.R La Jurada recoge toda el agua residual procedente de la E.B.A.R. Las Puntillas, y por lo tanto de la E.B.A.R. Las Majoreras, y de la E.B.A.R. El Burrero. Además recoge por gravedad el agua residual procedente de la red de saneamiento de los barrios de Carrizal y Barrio Nuevo.

El agua residual que llega a la E.B.A.R La Jurada es bombeada a través de una conducción de fibrocemento de 250 mm de diámetro hasta una arqueta existente en la zona conocida como el Badén de Agüimes, a partir de la cual discurre por gravedad hasta la E.D.A.R. del Sureste.

Esta estación dispone actualmente de unas bombas con una potencia de 75 Kw cada una y una capacidad de elevación de 176 m<sup>3</sup>/h a 37 m.c.a. Diariamente estas bombas elevan 2.300 m<sup>3</sup>, para lo cual deben funcionar entre 13 y 15 horas.

Esta estación de bombeo presenta principalmente dos problemas:

- Está situada en una zona de previsible expansión y próxima a un Centro de Salud, con el consiguiente problema sanitario por la emisión de olores.
- Se encuentra al borde de su capacidad debido al gran volumen de agua que recibe.

Como la estación hace de centro neurálgico, se hace necesario construir una nueva estación de bombeo situada lejos del Centro de Salud, la que será la nueva E.B.A.R. Guayadeque.

Dado que la E.B.A.R. La Jurada se encuentra próxima al margen oeste de la GC-1, en una zona de previsible expansión urbanística, se considera adecuado situar la nueva estación en los terrenos existentes al otro lado de la carretera, junto a la carretera GC-192.

Se propone para ello aprovechar la existencia de un cruce de calzada bajo la GC-1, próximo a la E.B.A.R. La Jurada constituido por un tubo de fibrocemento de 1.200 mm de diámetro con pozos de saneamiento en ambos extremos, para conducir al otro lado de la autovía las aguas residuales que actualmente llegan por gravedad a la estación de bombeo de La Jurada.

Se estudió topográficamente por parte del Consejo Insular de Aguas de Gran

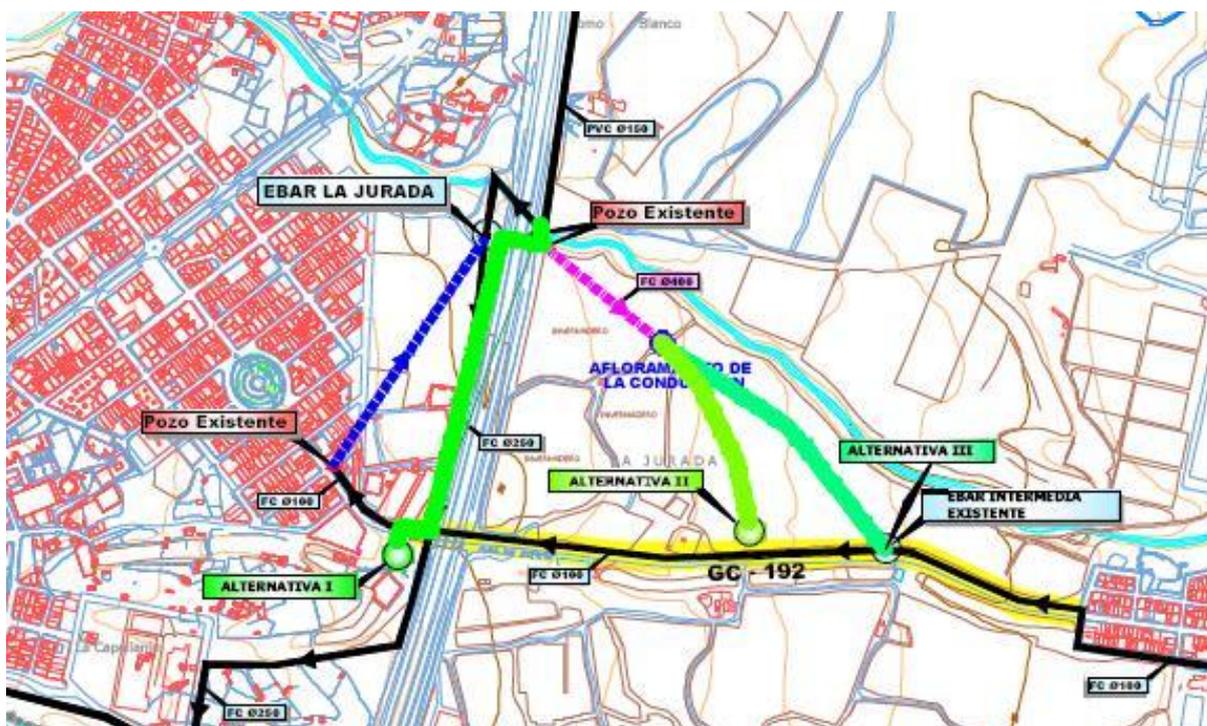


Canaria la posibilidad de conectar por gravedad el pozo de saneamiento con los terrenos previstos para la nueva estación de bombeo. La existencia de invernaderos entre la autovía y dichos terrenos obliga a bordearlos, comprobándose que las diferencias de cotas existentes impiden llevar a cabo una conexión en gravedad.

La única solución posible, a fin de evitar un nuevo bombeo, es aprovechar la existencia de una tubería de fibrocemento de 400 m. de diámetro que, partiendo del pozo de saneamiento situado en el lado este del cruce de calzada, atraviesa los invernaderos para aparecer aguas abajo de los mismos.

#### **4 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Tal y como se puede observar en el Plano 0- Planteamiento de Alternativas, se plantean tres alternativas:



- Alternativa I

Se estudia la posibilidad de cambiar la tubería ya existente en el tramo que parte desde la E.B.A.R. La Jurada hasta lo que sería la nueva E.B.A.R. Guayadeque con el fin de satisfacer las necesidades futuras.



Además, se tendría que realizar un nuevo tramo de tubería que cruzaría la GC-192 con el fin de conectar con la nueva E.B.A.R.

Se observa que se dispone de área suficiente para la nueva instalación, pero si en un futuro hubiese que hacer alguna ampliación, ésta sería imposible.

- Alternativa II

Partiendo de un tramo de tubería ya existente de PVC  $\varnothing$ -400, se plantea la posibilidad de continuar el tramo de tubería hasta llegar a nueva estación. Esto supondría la realización de una nueva zanja para la colocación de la tubería y llevar a cabo la construcción por completo de la nueva estación.

A la hora de llevar a cabo las obras, no se observa ningún inconveniente de ampliación futura. Las obras se situarían en terreno de invernadero, quedando la nueva estación próxima a la GC-192.

- Alternativa III

Al igual que la alternativa II, se plantea aprovechar el tramo de tubería de PVC  $\varnothing$ -400 ya existente.

A su vez, se plantea se posibilidad de reconstruir y mejor la estación intermedia ya existente con el fin de satisfacer las necesidades futuras.

## **5 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Resumen de alternativas:

- Alternativa I

Cambio de tubería existente, colocación de una nueva tubería cruzando la calzada y construcción de la nueva estación.

- Alternativa II

Aprovechamiento de una tubería existente, colocación de una nueva tubería y construcción de la nueva estación.

- Alternativa III

Aprovechamiento de una tubería existente, colocación de una nueva tubería, y mejora de una estación intermedia existente.



Con lo anteriormente descrito, se puede observar que todas las alternativas requieren, en menor o mayor alcance, la construcción de la nueva estación y la colocación de una tubería tal que satisfaga las necesidades futuras.

Comparando las alternativas desde el punto de vista de la conducción:

- La alternativa I ya aprovecharía la zanja existente y solo requeriría la apertura de una nueva zanja que atravesaría la carretera GC-192.

Para colocar ese tramo de conducción sería necesario cortar el tráfico en la carretera GC-192, lo cual conllevaría colapsos a la entrada y salida de El Burrero, ya que es la única vía de acceso. Para prevenir esta situación, se plantea crear un carril adicional con el fin de poder llevar a cabo las obras con la menor interrupción del tráfico posible.

- La alternativa II aprovecharía una conducción ya existente de PVC  $\varnothing$ -400. A esta tubería se le añadiría una nueva con las mismas características a través de un invernadero, con el objetivo de llegar al área donde se construiría la nueva estación.
- La alternativa III en cuanto a conducción cuenta con las mismas ventajas y desventajas que la alternativa I. Se aprovecha la tubería ya existente a la cual se le conectara una nueva en terreno de invernadero.

Haciendo una comparativa de las tres alternativas, podemos deducir que todas requieren de la creación de una nueva zanja que albergara la conducción futura, con la diferencia de que la alternativa I tendrá como problemática el corte del tráfico durante las obras, y la alternativa III representa un mayor coste de construcción por su mayor longitud. Por lo tanto, **en cuanto a la conducción**, se elige la **alternativa II**.

Comparando las alternativas desde el punto de vista de la construcción de la nueva E.B.A.R.:

- La alternativa I propone la construcción de una nueva estación localizado en un terreno próximo a la GC-1. La construcción estaría limitada por la carretera GC-192 que conecta con El Burrero y un polideportivo.
- La alternativa II propone la construcción de una nueva estación en un terreno próximo a la GC-192.



- La alternativa III propone la mejora y ampliación de una estación intermedia ya existente localizada próxima a la GC-192.

Basándonos en lo anteriormente descrito: la alternativa I vera limitada su ampliación en un futuro por infraestructuras ya existentes; la alternativa II no generaría ningún problema ya que los terrenos colindantes son invernaderos y no se prevé ninguna ampliación urbanística dado a la cercanía y posible expansión del aeropuerto; la alternativa III supondría la remodelación por completo de una estación ya construida. Esto supondría un mayor coste y además es una de las más próximas al pueblo colindante.

Por lo tanto, **desde el punto de vista de la construcción de la nueva estación**, se prefiere la **alternativa II** ya que no está localizada en área de futura ampliación urbanística, además de encontrarse lejos de los pueblos de El Burrero y Carrizal.

## **6 CONCEPTO GLOBAL DE LA ALTERNATIVA ESCOGIDA**

Tal y como se ha expuesto en los apartados anteriores, se opta por la Alternativa II.

Esta alternativa supondrá:

- Instalación de una conducción de impulsión desde la nueva E.B.A.R. Guayadeque hasta el Bandén de Agüimes.
- Instalación de un nuevo tramo de red en gravedad para llevar el agua residual que recibe la E.B.A.R. La Jurada hasta la nueva E.B.A.R. Guayadeque
- Construcción de una nueva estación de bombeo (E.B.A.R. Guayadeque) con el fin de dejar fuera de servicio la E.B.A.R. La Jurada.

## **7 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS**

A continuación se detalla un resumen de las obras que se llevarán a cabo:

### **Impulsión desde la nueva estación Guayadeque:**

La nueva estación de bombeo que se proyecta construir se ubicara junto a la carretera GC-192, desde la cual se podrá acceder, quedando delimitada al Este por El Burrero y al Oeste por la autopista GC-1.



A esta estación llegarán las aguas residuales impulsadas por la E.B.A.R. Las Puntillas y por la E.B.A.R. El Burrero. Además, el agua residual que llegaba por gravedad a la estación La Jurada será desviada hacia la nueva estación. Posteriormente, todas las aguas residuales serán impulsadas hasta una arqueta situada en Agüimes, a partir de la cual discurrirá por gravedad hasta la E.D.A.R. del Sureste.

Actualmente la E.B.A.R. La Jurada impulsa un volumen de agua residual de 2.300 m<sup>3</sup> para lo cual las bombas tienen que trabajar entre 13 y 15 horas, resultando así un caudal de impulsión de 176m<sup>3</sup>/h.

A corto plazo el aumento del caudal previsto vendrá dado por el estimado para el Polígono Industrial de Las Majoreras, siendo un total de 10m<sup>3</sup>/h.

Considerando los posibles imprevistos, se prevé un incremento del volumen de agua resultante del 15%, con lo que resulta una capacidad de elevación actual necesaria de 276,0 m<sup>3</sup>/h.

A largo plazo, el aumento de caudal vendrá dado por las nuevas necesidades en las estaciones de bombeo de Las Puntillas y El Burrero, resultando una capacidad futura de 400 m<sup>3</sup>/h.

Se prevé un colector de impulsión de fundición dúctil de 400 mm de diámetro inicial nominal, tendrá una longitud de 1.808 m.

A continuación se comprueba el comportamiento de dicha fundición para la capacidad actual (276,0 m<sup>3</sup>/h) y la capacidad futura (400 m<sup>3</sup>/h):

- Capacidad actual necesaria (276,0 m<sup>3</sup>/h):
  - $V \text{ (m/s)} = 0,60$
- Capacidad futura necesaria (400,0 m<sup>3</sup>/h)
  - $V \text{ (m/s)} = 0,87$

Como se puede observar, la conducción propuesta es adecuada.

#### **Nuevo tramo de red en gravedad:**

Para poder dejar fuera de servicio la E.B.A.R. La Jurada se hace necesario desviar por gravedad las aguas residuales que llegan a ella hacia la nueva estación.

Para ello se aprovecha un colector de fibrocemento de 1.200 mm de diámetro y dos pozos de registro situados a ambos lados de la autovía. Del pozo parte una conducción de fibrocemento de 400 mm de diámetro que cruza con los invernaderos.



Se prevé aprovechar el colector para no afectar a los invernaderos, para posteriormente conectarlo a un colector de 400 mm de diámetro de PVC y pozos de registro situados a distancias no superiores a 50 m, tal y como se puede observar en el Plano 3.

#### **Nueva E.B.A.R. Guayadeque:**

La estación contara con un pozo de bombeo con un volumen acorde a los caudales que recibirá. Junto al pozo se sitúa una cámara donde se instalaran en seco los nuevos grupos motobombas.

Se dotara a la estación de un recinto para alojar un equipo de pretratamiento de desbaste, el cual realizara un tamizado de los sólidos gruesos, para posteriormente realizar un desarenado y desengrasado. Tanto los sólidos como las arenas serán descargados a contenedores mediante tornillos sin fin, mientras que las grasas se descargarán directamente a una arqueta prevista para tal fin, siendo posteriormente bombeadas a un colector.

La estación de bombeo contara con una dependencia en la que se centralizara la instalación eléctrica, evitando así el deterioro de la misma por agentes corrosivos, y con otro recinto en el que se alojara un grupo electrógeno que permitirá el funcionamiento de los equipos en caso de interrupción del suministro eléctrico.

Se dotara a la instalación de una urbanización exterior para facilitar el acceso a la misma y las operaciones de mantenimiento.

## **8 ESTUDIO BÁSICO DE IMPACTO AMBIENTAL**

El “Anteproyecto de la Estación de Aguas Residuales de Guayadeque” no afecta a ningún Espacio Natural Protegido (ENP) ni ningún Áreas de Sensibilidad Ecológica (A.S.E.) de Gran Canaria.

Los Espacios Naturales Protegidos son áreas que contiene elementos o sistemas naturales de especial interés o valor, según dicta el artículo 48.1 del Decreto 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias (BOC núm. 60, de 15 de mayo de 2000).

La legislación autonómica en materia de protección del medio ambiente califica ciertas zonas de las Islas Canarias como Áreas de Sensibilidad Ecológica (A.S.E.). El artículo 23.1 de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico (BOC núm. 92, de 23 de julio de 1990), las define como "aquellas que por sus valores



naturales, culturales o paisajísticos intrínsecos, o por la fragilidad de los equilibrios ecológicos existentes o que de ellas dependan, son sensibles a la acción de factores de deterioro o susceptibles de sufrir ruptura en su equilibrio o armonía de conjunto".

Tampoco está incluido en ningún anexo de la Ley 11/1990, quedando por tanto sujeto a Evaluación Básica de Impacto Ecológico según el artículo 5 (por razón de la financiación) de la misma.

En el Anejo nº 6 se adjunta la referida Evaluación Básica de Impacto Ecológico, cuya valoración final determina que "contempladas y llevadas a término todas las medidas apuntadas en este Estudio de Impacto Ecológico, así como los condicionantes que deriven de su Calificación Territorial, el impacto final del ANTEPROYECTO DE SANEAMIENTO E.B.A.R. GUAYADEQUE, TT. MM. DE INGENIO Y AGÜIMES (GRAN CANARIA), resultará POCO SIGNIFICATIVO".

## **9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el Anejo nº 7 se adjunta el Estudio de Seguridad y Salud en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Al mismo tiempo se justifica el importe estimado a seguridad y salud.

## **10 PRESUPUESTO**

De acuerdo a las obras propuestas, resultan los siguientes presupuestos:

Presupuesto de **EJECUCION SIN IGIC** que asciende a la cantidad de **UN MILLÓN TREINTA Y OCHO MIL CUATROCIENTAS TREINTA Y NUEVE CON CUATRO CÉNTIMOS (1.038.439,4€)**.

El IGIC aplicable es del 5% que supone la cantidad de CINCUENTA Y UN MIL NOVECIENTOS VEINTI DOS (21.992,0€), quedando el presupuesto de **EJECUCIÓN CON IGIC INCLUIDO** en **UN MILLÓN NOVENTA MIL TRESCIENTAS SESENTA Y UNO CON TRES CÉNTIMOS (1.090.361,3€)**.



## **11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ANTEPROYECTO**



ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO  
DE LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**DOC 1.- MEMORIA Y ANEJOS**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO

## **1 MEMORIA**

## **2 ANEJOS**

### **ANEJO 1 – ANTECEDENTES**

La estación de bombeo de la Jurada hace de centro neurálgico puesto que a ella llega toda el agua residual generada en la zona, siendo posteriormente bombeada hasta la arqueta situada en el Badén de Agüimes.

Consta de una conducción de fibrocemento de 250 mm de diámetro hasta una arqueta situada en el Badén de Agüimes, a partir de la cual discurre por gravedad hacia la E.D.A.R del Sureste. Esta estación dispone actualmente de unas bombas con una potencia de 75 Kw cada una y una capacidad de elevación de 176 m<sup>3</sup>/h. Funcionan entre 13 y 15 horas, por lo que diariamente estas bombas elevan 2.300 m<sup>3</sup>.

Esta estación de bombeo presenta dos problemas:

- Está situada en una zona de previsible expansión y próxima a un Centro de Salud, con el consiguiente problema sanitario por la emisión de olores
- Se encuentra al borde de su capacidad.

Por ello, se prevé dejar fuera de servicio esta estación, de modo que la totalidad del volumen de agua residual que actualmente recibe se recoja en una nueva E.B.A.R. junto a la carretera GC-192, entre la GC-1 y El Burrero.

### **ANEJO 2 – ESTUDIO Y JUSTIFICACIÓN DE CAUDALES**

Parte de la infraestructura de saneamiento de la Villa de Ingenio se encuentra obsoleta o al borde de su capacidad. A esta situación hay que añadirle el desarrollo creciente tanto residencial como urbanístico, con el consiguiente aumento de caudal de agua residual generado.

En particular, la E.B.A.R. La Jurada precisa de un acondicionamiento y mejora de la misma. Sin embargo, por encontrarse cerca de un Centro de Salud y próximo a una carretera, se ve inviable su aumento. Es por ello por lo que se prevé la realización de una E.B.A.R. nueva.



Con objeto de realizar un correcto dimensionamiento de la nueva infraestructura, se lleva a cabo en este anejo un estudio de los causales actuales en la E.B.A.R. La Jurada, como el previsible aumento y futuro caudal de la E.B.A.R. Guayadeque.

A la E.B.A.R. La Jurada llega por gravedad un importante volumen de agua residual procedente del núcleo urbano de Carrizal, Las Puntillas y el Burrero. Posteriormente toso ese caudal de agua es bombeado hasta un pozo localizado en el Badén de Agüimes, a partir del cual discurre por gravedad hasta la E.D.A.R. del Sureste.

Actualmente, la estación cuenta con un sistema de bombeo capaz de elevar 2300m<sup>3</sup> entre 13-15h, resultando así un caudal de 176m<sup>3</sup>/h.

Se prevé dejar fuera de servicio esta estación, de modo que el volumen de agua se recoja en la nueva E.B.A.R.

Se analiza seguidamente la capacidad de elevación necesaria en esta nueva estación, tanto a largo como a corto plazo, utilizando un coeficiente de simultaneidad de 2,4:

$$Q = \frac{2300}{24} \times 2,4 = 230,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

A corto plazo el aumento de caudal vendrá dado por el crecimiento del Polígono Industrial de Las Majoreras; es decir, se prevé un caudal total de 10m<sup>3</sup>/h proveniente de Las Majoreras.

El volumen de agua resultante se incrementara en un 15% por imprevistos, resultando así la capacidad de elevación:

$$Q = 230,0 + 10,0 + 0,15 \times (230,0 + 10,0) = 276,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Teniendo en cuenta el aumento de caudal a largo plazo, la capacidad de impulsión futura será:

$$Q = 276,0 + 83,0 + 41,3 \approx 400,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

RESUMEN DE CAUDALES			
E.B.A.R.	Capacidad actual (m <sup>3</sup> /h)	Capacidad actual necesaria (m <sup>3</sup> /h)	Capacidad futura necesaria (m <sup>3</sup> /h)
La Jurada (nueva E.B.A.R. Guayadeque)	176,0	276,0	400,0



### **ANEJO 3 – DEFINICIÓN DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA**

La estructura de la estación de bombeo se compone básicamente de los siguientes elementos:

- Forjado de canto 25+5 y 71 cm.
- Pórtico de hormigón armado compuesto por pilares de 25x25 cm y vigas de ancho variable y 30 cm de canto.
- Zapatas de 50 cm de canto como cimentación en aquellos pilares en los que no recaen los muros perimetrales de contención.

La estructura de los pozos de bombeo se componen básicamente de:

- Losa de cimentación de hormigón armado de 60 cm de espesor.
- Muros perimetrales de contención de hormigón armado de 40 cm de espesor.
- Forjado de losa maciza de hormigón armado de 30 cm de espesor.

Esta nueva estación contará con un pozo de bombeo con un volumen acorde a los caudales que recibirá. Junto al pozo de bombeo se sitúa una cámara donde se instalarán en seco los nuevos grupos motobombas. Además, se dotará a la estación de un recinto para alojar un equipo de pretratamiento compacto de desbaste, el cual realizará un tamizado de los sólidos gruesos que contenga el agua, para posteriormente realizar un desarenado y desengrasado. Tanto los sólidos como las arenas serán descargadas mediante tornillos sin fin, mientras que las grasas serán descargadas directamente a una arqueta dispuesta para tal fin, siendo posteriormente bombeadas a un contenedor.

La conducción empleará un colector de 400 mm de diámetro de PVC y una conducción de fundición dúctil de 400 mm de diámetro nominal, que llegará hasta la arqueta del Badén de Agüimes.

Las principales unidades constructivas que componen la obra son:

- Despeje y desbroce del terreno.
- Demolición de pavimento.
- Excavación en zanja.
- Relleno y compactación.
- Pavimentación.
- Albañilería y acabados.



- Instalaciones hidráulicas: conducciones y bombas.
- Instalaciones eléctricas.
- Encofrados.
- Armados.
- Labores de hormigonado.

En cuanto a la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la futura estación contara con 3 motobombas de 70kw (2+1), se prevé dotar a la estación de bombeo con una dependencia en la que se centralizara la instalación eléctrica, evitando así el deterioro de la misma por los agentes corrosivos, y con otro recinto en el que se alojara un grupo electrógeno que permitirá el funcionamiento de los equipos en caso de interrupción del suministro eléctrico.

## **ANEJO 4 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

### **1. LÍMITE DE VELOCIDADES**

En conducciones forzadas y para caudal medio se considera que las velocidades deben mantenerse entre 0,75 y 1,50 m/seg, aunque los límites máximos admisibles pueden establecerse entre 0,50 y 3,00 m/seg. (*Colección Señor Nº6. Abastecimiento y Distribución de Agua. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos*).

Por otra parte, la Norma Europea UNE-EN 805:2000, recoge con carácter informativo en su Anexo A lo siguiente: *“En la práctica es deseable evitar velocidades indebidamente altas o bajas. El rango de 0,5 m/seg a 2 m/seg puede considerarse apropiado. Sin embargo en circunstancias especiales pueden ser aceptables velocidades superiores a 3,5 m/seg. En estaciones de bombeo se recomienda considerar una evaluación económica para determinar el diámetro económico de la impulsión para minimizar el capital y gastos de bombeo. La velocidad resultante se situará normalmente en el rango de 0,8 m/seg a 1,4 m/seg”*.

Atendiendo a la bibliografía anterior se decide adoptar un rango normal de velocidades **entre 0,8 y 1,4 m/seg**, admitiéndose un **límite máximo superior de 2,0 m/seg**.



## 2. PÉRDIDAS DE CARGA

En el presente proyecto se adopta tubería de fundición dúctil con revestimiento interior de mortero de cemento centrifugado, que crea una superficie lisa y regular. Para el cálculo de las pérdidas de carga se utiliza la fórmula general de Darcy, con coeficiente de pérdida de carga determinado mediante la fórmula de Colebrook – White. La experiencia ha demostrado que un coeficiente de rugosidad ( $k$ ) de 0,1 mm, a emplear en ésta última fórmula.

Se considera adicionalmente una relación máxima admisible entre la pérdida de carga total y la altura geométrica de una impulsión (J/Hg) del 20%, por tratarse éste de un valor límite que no se debe superar por condicionantes económicas y de eficiencia energética.

## 3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS CONDUCCIONES DE IMPULSIÓN

La nueva E.B.A.R. se situará en una parcela anexa a la carretera GC-192, a la altura del P.K. 0+980 aproximadamente.

La E.B.A.R. Guayadeque actuará como centro neurálgico recibiendo toda el agua residual generada en la zona, que posteriormente será impulsada a través de una conducción de fundición dúctil de 400 mm de diámetro nominal hasta una arqueta existente en el Badén de Agüimes.

Seguidamente se muestran los cálculos hidráulicos realizados para comprobar la idoneidad de dicha conducción. Los cálculos se han realizado para la capacidad de bombeo actual necesaria (276,0 m<sup>3</sup>/h), para la capacidad futura necesaria calculada (400,0 m<sup>3</sup>/h) y para la capacidad futura máxima estimada por el servicio técnico del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Ingenio (500 m<sup>3</sup>/h).

<b>(capacidad actual necesaria; FD DN400 mm)</b>	
<u>Características generales de la conducción:</u>	
Caudal de impulsión	Q: 276,0 m <sup>3</sup> /h
Longitud de impulsión	L: 1.808 m
Cota inicial	z <sub>0</sub> : 35,48
Cota final	z <sub>F</sub> : 85,07
Desnivel geométrico	Hg: 49,59 m
Diámetro interior del tubo	D: 402,8 mm
Espesor de la pared del tubo	e: 13,1 mm
Área de la sección del tubo	S: 0,127 m <sup>2</sup>
Velocidad del líquido	v: 0,602 m/seg
<u>Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica</u>	
Viscosidad cinemática del líquido	u: 1,310 (*10 <sup>-6</sup> ) m <sup>2</sup> /seg



Numero de Reynolds	Re: 184.993
Tipo de régimen	Régimen turbulento
Rugosidad absoluta	k: 0,100 mm
Coefficiente de rozamiento	l: 0,0176
Pérdida de carga unitaria por rozamiento	jr: 0,00081 m.c.a./m
Pérdida de carga total por rozamiento	Jr: 1,46 m.c.a.
Pérdida de carga localizada	Jl: 0,00 m.c.a.
Pérdida de carga total	J: 1,46 m.c.a.
Altura manométrica	Hman: 51,05 m.c.a.
Relación	J/Hg: 2,94%

<b>(capacidad futura necesaria; FD DN400 mm)</b>	
<b>Características generales de la conducción:</b>	
Caudal de impulsión	Q: 400,0 m <sup>3</sup> /h
Longitud de impulsión	L: 1.808 m
Cota inicial	z0: 35,48
Cota final	zF: 85,07
Desnivel geométrico	Hg: 49,59 m
Diametro interior del tubo	D: 402,8 mm
Espesor de la pared del tubo	e: 13,1 mm
Área de la sección del tubo	S: 0,127 m <sup>2</sup>
Velocidad del liquido	v: 0,872 m/seg
<b>Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica</b>	
Viscosidad cinemática del liquido	u: 1,310 (*10 <sup>-6</sup> ) m <sup>2</sup> /seg
Numero de Reynolds	Re: 268.106
Tipo de régimen	Régimen turbulento
Rugosidad absoluta	k: 0,100 mm
Coefficiente de rozamiento	l: 0,0168
Pérdida de carga unitaria por rozamiento	jr: 0,00162 m.c.a./m
Pérdida de carga total por rozamiento	Jr: 2,92 m.c.a.
Pérdida de carga localizada	Jl: 0,00 m.c.a.
Pérdida de carga total	J: 2,92 m.c.a.
Altura manométrica	Hman: 52,51 m.c.a.
Relación	J/Hg: 5,90%

<b>(capacidad futura necesaria(*); FD DN400 mm)</b>	
<b>Características generales de la conducción:</b>	
Caudal de impulsión	Q: 500,0 m <sup>3</sup> /h
Longitud de impulsión	L: 1.808 m
Cota inicial	z0: 35,48
Cota final	zF: 85,07
Desnivel geométrico	Hg: 49,59 m



Diámetro interior del tubo	D: 402,8 mm
Espesor de la pared del tubo	e: 13,1 mm
Área de la sección del tubo	S: 0,127 m <sup>2</sup>
Velocidad del líquido	v: 1,090 m/seg
<b>Cálculo de pérdidas de carga y altura manométrica</b>	
Viscosidad cinemática del líquido	u: 1,310 (*10 <sup>-6</sup> ) m <sup>2</sup> /seg
Numero de Reynolds	Re: 335,133
Tipo de régimen	Régimen turbulento
Rugosidad absoluta	k: 0,100 mm
Coefficiente de rozamiento	l: 0,0164
Pérdida de carga unitaria por rozamiento	j <sub>r</sub> : 0,00247 m.c.a./m
Pérdida de carga total por rozamiento	J <sub>r</sub> : 4,46 m.c.a.
Pérdida de carga localizada	J <sub>l</sub> : 0,00 m.c.a.
Pérdida de carga total	J: 4,46 m.c.a.
Altura manométrica	H <sub>man</sub> : 54,05 m.c.a.
Relación	J/Hg: 9,0%

Como se puede observar la velocidad y la pérdida de carga obtenidas para los distintos regímenes de funcionamiento de la conducción son aceptables, confirmando la idoneidad de la conducción propuesta para la impulsión.

#### **4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS CONDUCCIONES EN GRAVEDAD**

Con el objetivo de dejar fuera de funcionamiento la E.B.A.R. La Jurada, el agua será desviada a dos pozos de registro localizados a ambos lados de la autovía, unidos por un colector de fibrocemento de 1200 mm de diámetro.

A partir del pozo de registro parte un colector de fibrocemento de 400 mm de diámetro, que discurre bajo los invernaderos. Se proyecta aprovechar este colector para salvar los invernaderos y posteriormente ejecutar una red de saneamiento constituida por un colector de PVC DN400 mm y pozos de registro situados a distancias no mayores a 50 m, y en cada cambio de dirección y de pendiente. Éste último tramo de la red se prolongará hasta la nueva estación de bombeo proyectada, tal y como se puede apreciar en el Plano 3.

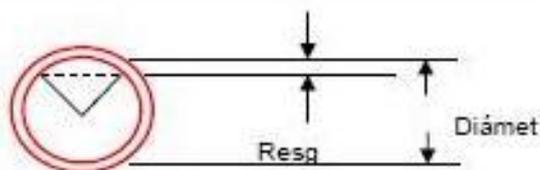
Por tanto, se comprobará que tanto el colector de fibrocemento existente como el colector de PVC corrugado proyectado son capaces de evacuar en adecuadas condiciones los caudales previstos para las capacidades actuales y futuras necesarias.

Seguidamente se adjuntan los cálculos correspondientes al colector de fibrocemento, en los cuales se ha considerado un resguardo del 25 %.



**TIPO DEL CAÑO: FIBROCEMENTO DN 400 mm.**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CAÑO.**



Diámetro = 0,400 m.  
 Radio = 0,200  
 Resguardo = 0,100 m.  
 Ángulo del resguardo mínimo,  $\alpha = 2,09$  rad.

**CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS DEL CAÑO, CON RESGUARDO.**

Area mojada (S) = 0,101 m<sup>2</sup>.  
 Perímetro mojado (P) = 0,838 m.  
 Radio Hidráulico (R<sub>h</sub>) = 0,121 m.  
 Coeficiente Rugosidad (K) = 85

$$R_h = \frac{S}{P}$$

$$Q = k * S + R_h^{2/3} * J^{1/2}$$

**CAUDAL QUE ES CAPAZ DE DESAGUAR EL CAÑO CON RESGUARDO.**

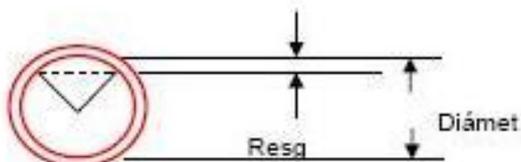
J (%)	J (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /sg)	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/sg)
1%	0,010	0,210	755,44	2,076
2%	0,020	0,297	1.068,36	2,935
3%	0,030	0,363	1.308,46	3,595
4%	0,040	0,420	1.510,88	4,151
5%	0,050	0,469	1.689,22	4,641
6%	0,060	0,514	1.850,45	5,084
7%	0,070	0,555	1.998,71	5,492
8%	0,080	0,594	2.136,71	5,871

Se estima que la conducción de fibrocemento tiene una pendiente del 1,65 %, y el caudal de agua residual que se prevé que por ella circule para la capacidad actual y futura necesaria es de 235,10 y 317,80 m<sup>3</sup>/h respectivamente. Por lo tanto, la conducción de fibrocemento es capaz de evacuar el caudal previsto.



**TIPO DEL CAÑO: PVC CORRUGADO DN 400 mm.**

**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL CAÑO.**



Diámetro = 0,362 m.  
 Radio = 0,181  
 Resguardo = 0,091 m.  
 Ángulo del resguardo mínimo,  $\alpha$  = 2,09 rad.

**CARACTERÍSTICAS HIDRAÚLICAS DEL CAÑO, CON RESGUARDO.**

Area mojada (S) = 0,083 m<sup>2</sup>.  
 Perímetro mojado (P) = 0,758 m.  
 Radio Hidráulico (R<sub>h</sub>) = 0,109 m.  
 Coeficiente Rugosidad (K) = 125

$R_h = \frac{S}{P}$

$Q = k \cdot S + R_h^{2/3} \cdot J^{1/2}$

**CAUDAL QUE ES CAPAZ DE DESAGUAR EL CAÑO CON RESGUARDO.**

J (%)	J (m/m)	Q (m <sup>3</sup> /sg)	Q (m <sup>3</sup> /h)	V (m/sg)
1%	0,010	0,236	851,31	2,856
2%	0,020	0,334	1.203,94	4,039
3%	0,030	0,410	1.474,51	4,947
4%	0,040	0,473	1.702,62	5,712
5%	0,050	0,529	1.903,59	6,386
6%	0,060	0,579	2.085,28	6,996
7%	0,070	0,626	2.252,36	7,556
8%	0,080	0,669	2.407,87	8,078

Los resultados obtenidos reflejan que el colector de PVC proyectado es capaz de evacuar el caudal dado por las necesidades actual y futura, para una pendiente mínima del 1,00 %.



## 5. GRUPOS DE BOMBEO

Las motobombas se alojarán en una cámara anexa al pozo de bombeo de aguas residuales, es decir, se instalarán en seco. Serán tres las motobombas de la nueva E.B.A.R. Guayadeque, trabajando inicialmente en un sistema 1+1, y en el futuro 2+1.

Se recoge en la tabla siguiente las características de las motobombas que se instalarán en cada estación de bombeo, cuyas curvas características se adjuntan como Anexo I.

E.B.A.R.	Configuración de trabajo	Q (l/s)	Hman (m.c.a.)	Potencia (KW)
Guayadeque	1+1	82,4	58,1	70,0
	2+1	126,1	62,3	

## 6. GOLPE DE ARIETE

El cálculo del golpe de ariete para cada una de las conducciones en presión se realizará para las condiciones de funcionamiento previstas para el caso de la capacidad futura necesaria (también se considerará la capacidad futura necesaria estimada por el servicio técnico del Ilustre Ayuntamiento de la Villa de Ingenio (500 m<sup>3</sup>/h)), pues en este caso se tendrán mayores valores de sobrepresión.

Una vez obtenidos los resultados se establecerán medidas a tener en cuenta en la instalación, a fin de evitar el efecto negativo del golpe de ariete.

Seguidamente se adjuntan las tablas correspondientes a los resultados de los cálculos del golpe de ariete.

<b>(capacidad futura necesaria; FD DN400 mm.)</b>	
<u>Cálculo del Golpe de Ariete</u>	
Tiempo de maniobra	Maniobra lenta → Fórmula de Michaud
Incremento de presión por golpe de ariete	DH: 69 m.c.a.
Longitud de la zona de Michaud	1,080m
Golpe de ariete positivo	119 m.c.a.
Golpe de ariete negativo	-20 m.c.a.

<b>(capacidad futura(*) necesaria; FD DN400 mm.)</b>	
<u>Cálculo del Golpe de Ariete</u>	
Tiempo de maniobra	Maniobra lenta → Fórmula de Michaud
Incremento de presión por golpe de ariete	DH: 74 m.c.a.



Longitud de la zona de Michaud	1,080m
Golpe de ariete positivo	124 m.c.a.
Golpe de ariete negativo	-25 m.c.a.

## 7. COLOCACIÓN EN PENDIENTE

Por encima de cierta pendiente no son suficientes los rozamientos entre la conducción y las tierras para mantener la estabilidad de la tubería. Para equilibrarlo utilizaremos macizos de hormigón o juntas acerrojadas, pudiéndose asociar incluso ambas técnicas.

Como regla general conviene anclar una tubería cuando la pendiente supera un 20% en el caso de tubería aérea y un 25% para tubería enterrada.

## 8. EMPUJES HIDRÁULICOS

En los cambios de dirección de una conducción aparecen fuerzas de empuje hidráulico que se deben equilibrar con el fin de evitar que la junta se desenchufe. Dicho equilibrio se consigue mediante dispositivos de acerrojado apropiados o por medio de macizos de hormigón.

Existen dos posibilidades a la hora de diseñar y calcular los macizos de hormigón: por un lado considerando el peso de las tierras por encima del macizo, caso de realizar la prueba de carga de la tubería con la zanja abierta; y por otro lado considerando dicho peso de las tierras, caso de realizar la prueba de carga de la tubería con la zanja cubierta.

En este proyecto el cálculo de los macizos de hormigón ha sido realizado por la empresa Saint-Gobain, para lo cual se han seguido las siguientes premisas:

- No se ha considerado el peso de las tierras por encima del macizo.
- No se ha considerado la presencia de capa freática.
- Se han considerado las siguientes densidades (t/m<sup>3</sup>) del terreno:
  - Seco / húmedo: 2
  - Sumergido: 1,1

Los ángulos de rozamiento considerados (en grados), según las densidades del terreno son:

- Seco / húmedo: 30
- Sumergido: 25

Al final del presente anejo se adjunta como Anexo II el cálculo de los macizos de hormigón realizado para cada una de las conducciones de impulsión.



El acerrojado de las juntas con enchufes es una técnica alternativa a los macizos de hormigón para soportar los efectos de los empujes hidráulicos. Se emplea esencialmente cuando existen condicionantes de dimensiones, en zonas urbanas por ejemplo, o en terrenos poco estables. Esta técnica consiste básicamente en acerrojar las juntas en una longitud suficiente a cada lado de un codo para utilizar las fuerzas de rozamiento terreno-tubo como equilibrantes frente a la fuerza del empuje hidráulico.

Esta técnica se utilizará entre otros casos cuando la conducción tenga que ir adosada a una obra de fábrica, correspondiente a la Impulsión entre el P.K. 1+780 y el 1+805

## **9. VENTOSAS**

Las ventosas son elementos capaces de expulsar o introducir aire en las conducciones y por lo tanto son de aplicación general para la adecuada explotación de cualquier sistema hidráulico, llenado o vaciado de tuberías, eliminación del aire disuelto, etc.

Se ha contemplado instalar ventosas de triple efecto (trifuncionales). Son elementos hidromecánicos que, conectados a la tubería en los puntos altos relativos de su trazado, realiza de forma automática alguna de las siguientes funciones:

- Entrada de aire en la conducción durante los procesos de vaciado → válvula de admisión de aire
- Expulsión del aire almacenado en la tubería durante el proceso de llenado → válvula de expulsión de aire
- Expulsión continua del aire procedente de la desgasificación del agua → purgado

La instalación de las ventosas se ha realizado teniendo en cuenta las recomendaciones siguientes:

- Después de una bomba.
- En los puntos altos relativos de una impulsión.
- Cada 600 m si no hay ningún punto singular.

En la Impulsión E.B.A.R. Guayadeque además de colocar una ventosa después de las bombas, se han instalado tres más en puntos altos relativos, localizados en P.K. 0+257, P.K. 1+097 y P.K. 1+780.



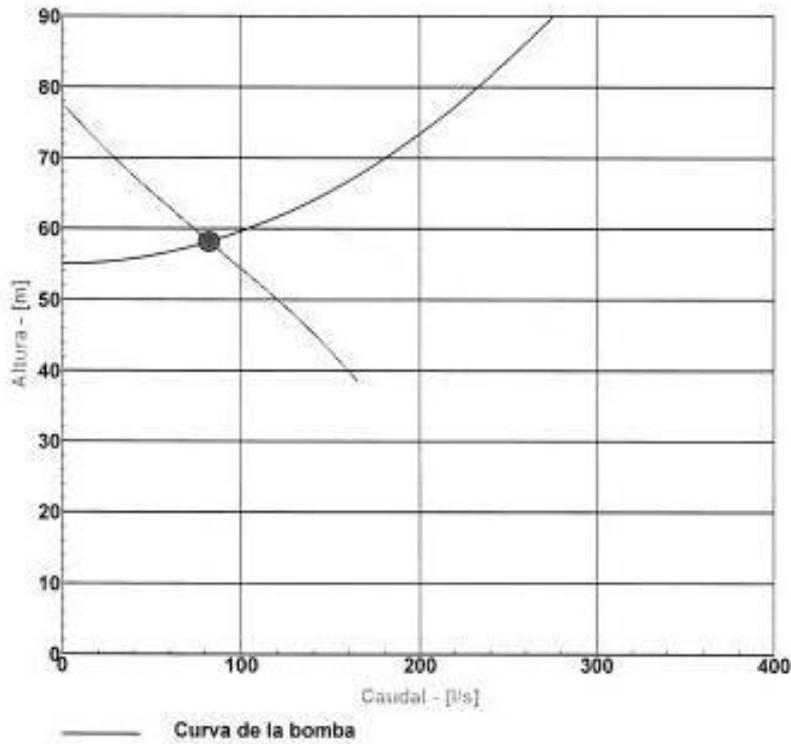
## **ANEXO I – CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS GRUPOS DE BOMBEO**



**FLYGT** **Punto de trabajo - Condiciones de trabajo**

Proyecto: **Majoreras-puntilla-guayadeque**

Propietario: .



**1 NP 3301 53-450-00-1150**

**DATOS DEL PRODUCTO**

Rango pot.: 70 kw  
Diam. imp.: 430 mm  
Álabes: 2

**CONDICIONES DE TRABAJO**

Nº de bombas: 1  
Caudal: 82.4 l/s  
Altura: 58.1 m  
Potencia hidráulica: 68.0 kw  
Rdto. hidráulico: 69.0 %  
Ener.especifica: 0.2478 kWh/m<sup>3</sup>  
(NPSHR): 4.0 m

## **ANEJO 5 – SERVICIOS AFECTADOS**

La nueva estación se ubicara en una parcela situada en el margen derecho de la carretera GC-192, quedando delimitada al sur por la CG-192, al este por El Burrero y al oeste por la CG-1.

En la Disposición Transitoria Segunda del Reglamento de Carreteras de Canarias se recogen los anchos, en metros, de las franjas de servidumbre, afección y distancia de la línea límite de edificación a la arista exterior de la calzada, en función de la calificación de la carretera. Debido a que la GC-192 es una carretera de ámbito local, la nueva estación se prevé ser situada a una distancia superior a los 12 m fijados como línea límite de edificación en la citada Disposición.

De la E.B.A.R. Guayadeque partirá una nueva conducción de fundición dúctil de 400 mmm de diámetro nominal, llegando hasta la arqueta del Badén de Agüimes.

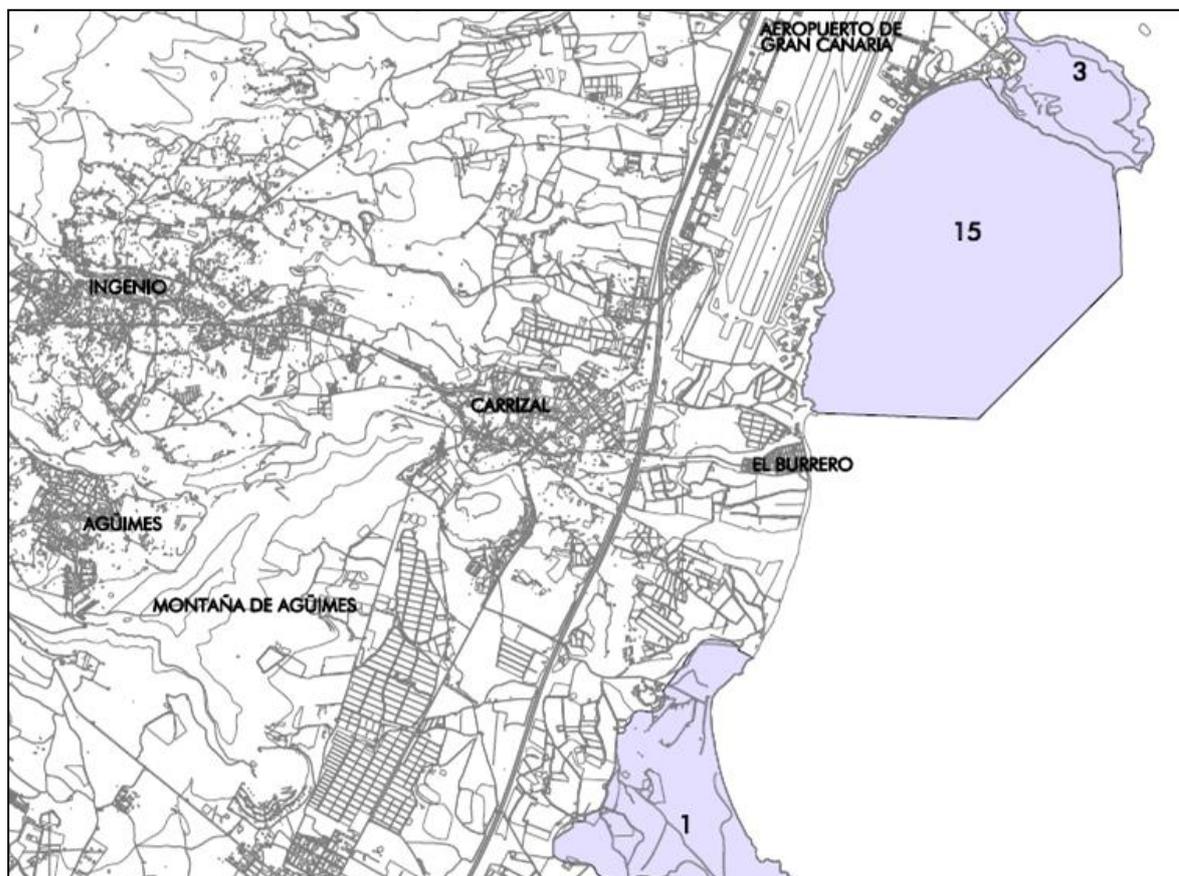
En la solución del trazado elegida se propone sustituir la conducción de fibrocemento que parte de la E.B.A.R. de El Burrero por una de fundición dúctil de 200 mm de diámetro, para la cual se aprovechara el trazado existente. Esta sustitución afectara a la carretera entre los P.K. 0+957 y el P.K. 1+391.

A su vez, se prevé instalar un colector de fundición dúctil de 400 mm de diámetro nominal que afectara aproximadamente entre el P.K. 0+538 y el P.K. 0+947 de la GC-192.

En resumen, el tramo de afección se localiza entre los P.K. 0+538 y el P.K. 1+391. Con objeto de minimizar la afección al tráfico, se procurara disponer las tuberías lo más alejadas posible de los carriles destinados a la circulación de vehículos y de sus elementos funcionales, ya que la solución adoptada no afecta por completo al tráfico de la CG-192.

## **ANEJO 6 – EVALUACIÓN BÁSICA DE IMPACTO AMBIENTAL**

Se somete el proyecto a Evaluación Básica de Impacto Ecológico para demostrar la compatibilidad del mismo con la conservación del medio natural y cultural, su grado de afección y/o proximidad a zonas frágiles y áreas protegidas, a cambios en la morfología y dinámica natural, y a los niveles de emisión de contaminantes.



Áreas de sensibilidad ecológicas declaradas por el Plan Insular de Gran Canaria.

El “Anteproyecto de la Estación de Aguas Residuales de Guayadeque” no afecta a ningún Espacio Natural Protegido (ENP) ni ningún Áreas de Sensibilidad Ecológica (A.S.E.) de Gran Canaria.

Los Espacios Naturales Protegidos son áreas que contiene elementos o sistemas naturales de especial interés o valor, según dicta el artículo 48.1 del Decreto 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias (BOC núm. 60, de 15 de mayo de 2000).

La legislación autonómica en materia de protección del medio ambiente califica ciertas zonas de las Islas Canarias como Áreas de Sensibilidad Ecológica (A.S.E.). El artículo 23.1. de la Ley 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico (BOC núm. 92, de 23 de julio de 1990), las define como "aquellas que por sus valores naturales, culturales o paisajísticos intrínsecos, o por la fragilidad de los equilibrios ecológicos existentes o que de ellas dependan, son sensibles a la acción de factores de deterioro o susceptibles de sufrir ruptura en su equilibrio o armonía de conjunto".

Atendiendo al área en el que se centra la nueva estación, se puede observar que:



- No afecta a ninguna ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves) de Gran Canaria. Hay que señalar que las ZEPAs están consideradas como zonas especialmente sensibles a los proyectos.
- No afecta a ninguna ÁREA IMPORTANTE PARA LAS AVES (IBAs).
- No afecta a ninguno de los Lugares de Importancia Comunitaria de Gran Canaria, declarados como tal por albergar hábitats y especies prioritarias para su conservación. Hay que señalar que los LICs están considerados como lugares especialmente sensibles a los proyectos.

Por lo que respecta a las áreas con protección ambiental, se considera que el proyecto presenta un impacto **NULO**. Las actuaciones del Proyecto se localizarán a mucha distancia de los espacios, zonas y áreas con protección ambiental o importantes para la avifauna.

Si se llevan a cabo medidas correctoras y protectoras, el impacto final del PROYECTO SANEAMIENTO E.B.A.R. GUAYADEQUE, TT. MM. DE INGENIO Y AGÜIMES (GRAN CANARIA), resultará **POCO SIGNIFICATIVO**.

### **ANEJO 7 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Se prevé destinar un importe de **CATORCE MIL OCHENTA Y UNO CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS (14.081'37€)** a la prevención de riesgos profesionales, entendiendo como tal:

- Protección individual
- Protección colectiva
- Protección a terceros

El importe se estima en función de un máximo de 15 operarios durante la realización de las obras.



ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE  
LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**DOC 2.- PLANOS**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO



## **1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

### **Plano 1.1.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





## **2 PLANOS DE OBRA CIVIL**

### **Plano 2.1.- ESTADO ACTUAL**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





## **Plano 2.2.- ESTADO FUTURO**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





### **3 PLANO DE INSTALACIONES**

#### **Plano 3.1.- DEFINICIÓN GEOMÉTRICA**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





## **Plano 3.2.- EQUIPAMIENTO MECÁNICO**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





## **Plano 3.3.- URBANIZACIÓN EXTERIOR**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





## **4 IMPULSIÓN**



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**





ANÁLISIS DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DEL  
MUNICIPIO DE INGENIO Y ANTEPROYECTO DE  
LA E.B.A.R. GUAYADEQUE

**DOC 3.- PRESUPUESTO**

Santander, Septiembre 2014

TRABAJO FINAL DE GRADO