

PROPUESTA DE DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS DE BAJO COSTE ENERGÉTICO EN EL PALMAR- BUENA VISTA, TENERIFE.



Trabajo Fin de Grado

Titulación: Grado en Ingeniería Química Industrial.

Autor: Juan Javier Méndez Sánchez.

Tutora: Dra. Luisa M^a Vera Peña.

MEMORIA

1.MEMORIA.

1. OBJETO.....	4
1. SUBJECT.....	6
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCION ADOPTADA.....	7
3. UBICACIÓN. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	13
3.1. Estudio de terreno.....	13
3.2 Climatología.....	14
3.3. Estudio de alternativas.....	15
3.4. Matriz de alternativas.....	20
4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	24
4.1. Trabajos previos.....	24
4.2. Movimientos de tierra.....	24
4.3. Albañilería.....	24
4.4. Pretratamiento. Proceso de desbaste.....	25
4.5. Impermeabilización.....	27
4.6. Tuberías.....	27
4.7. Sustratos.....	28
4.8. Plantación.....	28
4.9. Pavimentos en el acceso.....	28
4.10. Muros e instalación de conexión.....	29
4.11. Tapas de registro.....	29
5. IMPACTO ECOLÓGICO.....	30
6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	31
7. PRESUPUESTO.....	32
8. CRONOGRAMA DE OBRA.....	35
9. CONCLUSIÓN.....	36
9. CONCLUSION.....	37
10. BIBLIOGRAFIA.....	38
Anexo. Normativa consultada.....	40

2. ANEJOS.

Anejo 1. DOTACIÓN Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN.

Anejo 2. ANEJO DE ESTRUCTURAS.

Anejo 3. CÁLCULO IMPULSIÓN DE EFLUENTE TRATADO.

Anejo 4. RESIDUOS.

Anejo 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

3. PLANOS.

4. PRESUPUESTO.

1. OBJETO.

El objeto del presente proyecto ha sido elaborar un documento técnico con un contenido mínimo, para la planificación y proyección de una planta de depuración de aguas residuales urbanas en el entorno rural de El Palmar, en el término municipal de Buenavista del Norte, en la Isla de Tenerife.

La instalación de depuración se ha diseñado conforme a tecnologías de depuración natural o extensiva en que la principal tecnología de tratamiento implicada ha sido un **humedal artificial de flujo horizontal**. El sistema diseñado ha consistido:

- 1.- Pretratamiento por medio de una arqueta de recepción de desbaste.
- 2.- Tratamiento primario por medio de una fosa séptica para el tratamiento anaeróbico de estas aguas.
- 3.- Tratamiento secundario o tratamiento biológico mediante un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal.

Se ha establecido como objetivo, que el efluente tratado pueda ser apto para su reutilización según lo establecido en el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

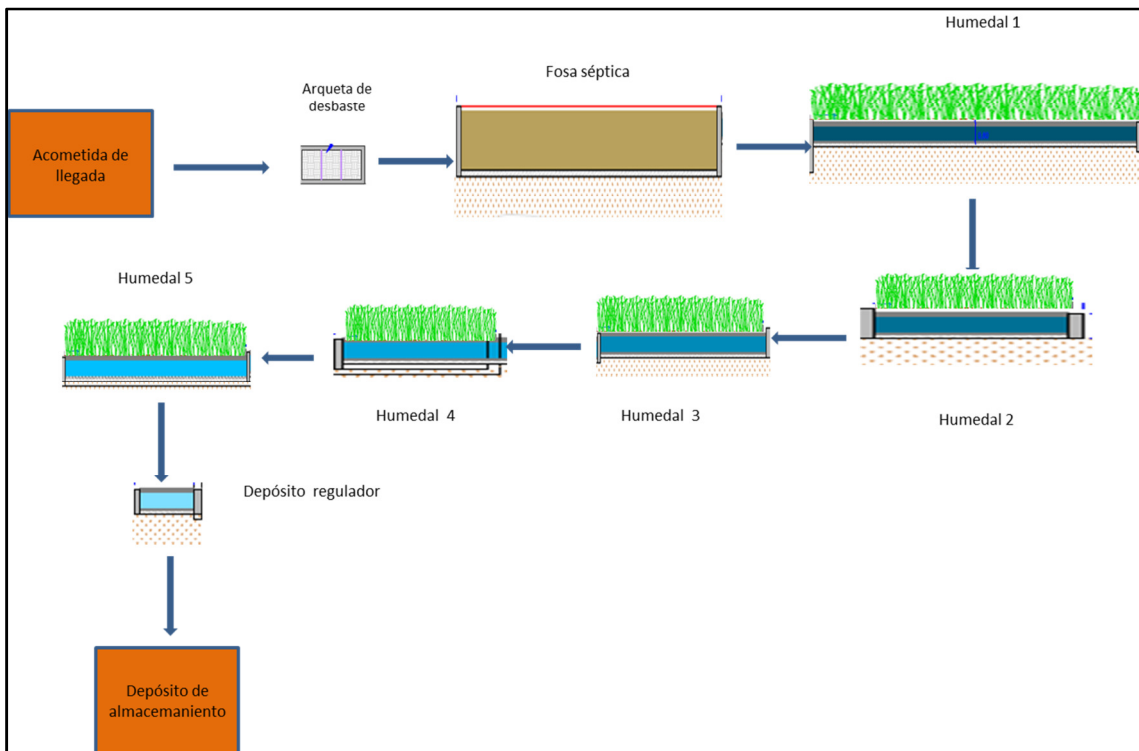


Diagrama de flujo del proceso de depuración. Elaboración Propia

1. SUBJECT.

The purpose of the current project is to elaborate a technical document with a minimum content, for the planning and design of a domestic wastewater treatment plant in the rural environment of El Palmar, in the municipality of Buenavista del Norte, on the island of Tenerife.

The treatment facility has been designed according to the so-called "natural or extensive technologies paradigm. The system consists of:

- 1.- Pretreatment with a roughing grid.
- 2.- A primary treatment consisting in a septic tank for the anaerobic treatment of these waters.
- 3.- A secondary or biological treatment including a horizontal sub-surface flow constructed wetland.

Once the target have been carried out, , the effluent should be suitable for reuse purposes as is established in RD 1620/2007, of December 7, which establishes the legal regime for the reuse of reclaimed water.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCION ADOPTADA.

La cantidad de tratamientos aplicables a la depuración de los vertidos generados en las pequeñas aglomeraciones urbanas es muy amplia, siendo objeto de este capítulo definir de forma breve, las principales tecnologías extensivas de bajo coste energético que se utilizan en el tratamiento de aguas residuales, así como la justificación de la solución adoptada para el enclave poblacional elegido.

Según nos indica el manual CEDAX (2010), las principales tecnologías usadas no convencionales o extensivas en el tratamiento de aguas residuales urbanas son:

1. *Los Humedales Artificiales.*

Son sistemas de depuración constituidos por lagunas o canales poco profundos (normalmente menos de 1 m), plantados con plantas propias de zonas húmedas (macrófitos acuáticos) y en los que los procesos de depuración se ejecutan de forma simultánea mediante acciones físicas, químicas y biológicas.

El influente que se aplica al sistema suele sufrir un desbaste y tratamiento primario (generalmente en Tanques Imhoff o Fosas Sépticas).

Tipos de humedales:

- Humedal Artificial de Flujo Libre (FL). Se suele emplear como Tratamiento Avanzado de las aguas residuales. Consta de un conjunto de balsas o canales paralelos, con vegetación emergente y niveles de agua poco profundos (0,1-0,6 m). Generalmente la alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Horizontal (FSH). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada y con Tratamiento Primario, fluye horizontalmente a través de un medio poroso (gravilla, grava), confinado en un canal impermeable, en el que se implanta vegetación emergente, preferentemente carrizo. La alimentación se realiza de forma continua.
- Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical (FSV). Puede emplearse como Tratamiento Secundario o Avanzado. El agua residual desbastada fluye verticalmente a través de un medio poroso (arena, gravilla), y se recogen en

una red de drenaje situada en el fondo del Humedal, que conecta con chimeneas de aireación

2. *Lagunaje.*

La tecnología de depuración de aguas residuales conocida con el nombre genérico de lagunaje, se caracteriza por reproducir en unas balsas construidas al efecto los fenómenos de autodepuración que se dan de forma natural en ríos y lagos.

Fundamentalmente son tres los tipos de lagunas existentes:

- **Lagunas Anaerobias.** Debido a la alta carga orgánica que soportan, imperan las condiciones de ausencia de oxígeno, por lo que los microorganismos que en ellas proliferan son casi exclusivamente bacterias anaerobias. Su profundidad oscila entre los 3 y 5 m.
- **Lagunas Facultativas.** Se caracterizan por presentar tres estratos claramente diferenciados: uno inferior anaerobio, el superior aerobio, y uno intermedio en el que se dan unas condiciones muy variables y en el que predominan bacterias de tipo facultativo, que son las que dan nombre a este tipo de lagunas. Su profundidad suele oscilar entre 1,5 y 2 m.
- **Lagunas de Maduración.** Al soportar bajas cargas orgánicas y darse en ellas condiciones propicias para la penetración de la radiación solar y adecuadas para el desarrollo de microalgas, predominan las condiciones de suficiencia de oxígeno y, en consecuencia, habitan microorganismos aerobios. Su profundidad suele estar comprendida entre 0,8-1 m.

El sistema de lagunaje, que pudiera catalogarse como clásico, se compone de un sistema de pretratamiento (rejas de desbaste, desarenador y desengrasador), al que siguen, en serie, los tres tipos de Lagunas antes expuestos: Anaerobias, Facultativas y de Maduración.

3. *Filtros de turba.*

Este sistema de depuración se fundamenta en la filtración del agua residual urbana a través de lechos que emplean turba como material filtrante. La turba es un tipo de

humus que se forma en las condiciones anaerobias propias de los medios saturados con agua.

Los filtros de turba están constituidos por recintos en los que se disponen una serie de capas filtrantes, cuya composición de arriba hacia abajo suele ser: turba, arena, gravilla y grava. La acción de depuración se realiza en la capa de turba, mientras que el resto de los estratos empleados no tienen más función que retener al inmediato superior.

El influente que se aplica a los filtros de turba debe someterse previamente a unos procesos de desbaste y eliminación de grasas. Asimismo, para evitar una rápida colmatación de los poros de la turba es conveniente que el influente pase previamente por unos tamices, o bien, sufran una decantación-digestión. Todas estas operaciones adquieren gran importancia al fundamentarse esta tecnología de depuración en procesos de filtración.

Tras el pretratamiento se efectúa la alimentación de los filtros mediante una serie de tuberías que reparten el agua, de la forma más homogénea posible, sobre la superficie de los lechos de turba.

Los filtros operan de forma secuencial, hallándose unos en funcionamiento y otros en regeneración, modificándose de forma periódica esta situación. La duración de los ciclos operativos oscila entre 10 y 12 días.

El influente tras su paso por la turba, arena, gravilla y grava, es recogido en unos canales o tuberías de drenaje, desde los que se evacuan hasta la obra de salida.

4. *Filtros verdes.*

La tecnología de depuración de aguas residuales conocida como filtro verde se basa en la utilización de una superficie de terreno, sobre la que se establece una especie forestal y a la que se aplica, generalmente por inundación o surcos, el agua residual a tratar.

La especie vegetal más comúnmente empleada en los filtro verde suele ser el chopo, si bien se comienza a trabajar también con eucaliptos.

Con esta tecnología de depuración, las aguas depuradas no son reutilizables de forma inmediata, sino que se infiltran en el terreno y se incorporan a los acuíferos. Para controlar la calidad de las aguas que se infiltran, se instalan dentro de la parcela en la que se implanta el filtro verde, una serie de lisímetros, que permiten la recogida de muestras a diferentes profundidades. El influente que se aplica al filtro verde debe someterse previamente, como mínimo, a un proceso de desbaste, de forma que se eviten obstrucciones en las tuberías de conducción y reparto.

El terreno en el que se implanta el filtro se subdivide en una serie de parcelas, que se riegan de forma rotativa, generalmente mediante riego a manta.

La selección de la tecnología a aplicar para el tratamiento de las aguas residuales generadas en las pequeñas aglomeraciones urbanas viene condicionada por una serie de factores, que posibilitan, limitan o impiden, su empleo en cada caso concreto.

El Tamaño de la población:

No existe una definición que delimite el número concreto de habitantes por debajo del cual una población se puede considerar pequeña. Sin embargo, en la Unión Europea cuando se habla de pequeñas aglomeraciones urbanas se suele hacer referencia a aquellas con una población inferior a los 2.000 habitantes equivalentes (h-e), coincidiendo con el límite establecido por la Directiva 91/271/CEE, por debajo del cual las aguas residuales requieren un tratamiento adecuado.

Por sus elevados requisitos de superficie, el ámbito habitual de aplicación de la mayoría de las tecnologías no convencionales o extensivas son los núcleos poblacionales de pequeño tamaño, si bien, esto no es óbice para que se encuentren operativas instalaciones de depuración basadas en este tipo de tecnologías en poblaciones grandes.

Condiciones climáticas de la zona donde se va a implantar:

Los filtros verdes, humedales artificiales y lagunaje, al basarse en procesos naturales, son las tecnologías que se ven más influenciadas por las condiciones climáticas imperantes.

Dado que la instalación se va a ubicar en un clima húmedo, propio de las zonas de medianías del norte de la Isla de Tenerife, es previsible por los datos históricos disponibles, que deberá hacer frente a una elevada pluviometría. Es por esta razón, que la tecnología de los filtros verdes, se debe descartar, debido a que puede afectar a la cantidad de agua residual que puede aportar a la plantación

Por otra parte, la radiación solar incidente es especialmente importante en los procesos de depuración mediante lagunaje, al afectar directamente a los procesos de fotosíntesis que llevan a cabo las microalgas en las lagunas facultativas y de maduración. Es por esta razón, que el lagunaje no trabajaría de forma idónea ya que la radiación solar no es elevada en la zona donde se va a ubicar la instalación.

Superficie disponible /impacto ambiental:

Dado que la población del núcleo de El Palmar está bastante dispersa y además, está surcada por una cuenca de un barranco, la superficie disponible adecuada para instalar el sistema de depuración es limitada. Por otra parte, es importante tener en cuenta que el impacto visual de la instalación está directamente relacionada con el tamaño de la superficie ocupada. Asimismo, debe prestarse especial atención a los posibles impactos ambientales (visuales, olfativos, sonoros, etc.), que la implantación de la estación depuradora puede originar.

Por esta razón, el espacio donde se vaya a ubicar, debe tener el menor impacto posible y afectar al menor número de viviendas que puedan estar próximas a la instalación. Esto se analizará en el capítulo posterior de alternativas.

Costes de explotación y mantenimiento:

En las tecnologías no convencionales de filtros verdes, humedales artificiales, lagunajes y filtros de turba, la simplicidad de las labores de explotación y mantenimiento, hace innecesaria la participación de personal cualificado, con el consiguiente abaratamiento en el coste.

Los costes de mantenimiento electromecánico son mínimos o casi nulos en los sistemas de filtros verdes, humedales artificiales y filtros de turba, al carecer los mismos de equipos electromecánicos; por lo que estas tecnologías son ideales para su implantación en lugares aislados y que el desplazamiento para su mantenimiento sea elevado.

Los costes de la energía eléctrica consumida son, conjuntamente con los de personal, los de mayor incidencia sobre el coste total de la explotación. Desde el punto de vista de los costes energéticos, si no es preciso bombear el agua residual y ésta llega por gravedad hasta la estación depuradora, los sistemas de filtros verdes, humedales artificiales, lagunajes y filtros de turba pueden operar sin consumo energético alguno. De ahí la importancia de ubicar la instalación depuradora en la cota más baja posible del núcleo población.

En lo referente al coste de los reactivos, este coste es nulo en el caso de las tecnologías no convencionales, al no ser necesaria la adición de ningún producto químico para lograr el correcto funcionamiento de las mismas.

Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la tecnología más adecuada para una estación depuradora en el entorno indicado es una instalación de bajo coste energético, tratándose en este caso, de un **humedal artificial sub-superficial** con un cribado a la entrada como tratamiento previo y un tratamiento primario por medio de una fosa séptica.

3. UBICACIÓN. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

Se ha procedido a realizar un estudio de las diferentes localizaciones posibles para la ubicación de la instalación, teniendo en cuenta que sea cual sea la localización final elegida, los cálculos de procesos, condiciones ambientales y unidades de obra, no variaran en base a los cálculos realizados en el anejo de cálculo hidráulico.

Independientemente de la ubicación final elegida se deberán identificar al menos los siguientes aspectos:

3.1. Estudio de terreno.

- Superficie disponible.
- Coste de los terrenos e identificación de la necesidad de realizar expropiaciones o servidumbres, tanto para la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) como para la implantación de los colectores de transporte del agua residual a ésta.
- Distancia a la red de colectores existentes y altimetría de los terrenos (ver necesidades de bombeo desde la red de colectores a la estación de tratamiento, al punto de vertido, o al punto de almacenamiento).
- Identificación de vías de acceso a los terrenos.
- Identificación de los puntos de enganche a la red eléctrica o coste de instalación autónoma.
- Características geotécnicas y topográficas de los terrenos.
- Determinación del nivel freático y de los niveles esperados de crecidas de cursos de agua cercanos.
- Posibles afecciones ambientales en el entorno:
 - Cercanía de zonas habitadas o espacio públicos a los terrenos de la EDAR (se deberá fijar los límites admisibles en cuanto a olores y ruidos).
 - Ubicación en zonas protegidas (se deberá analizar el grado de protección medioambiental de las masas de agua donde se vaya a realizar el vertido del agua tratada en caso de no poder reutilizarla).

- Impacto visual de las instalaciones (adecuando los tratamientos al paisaje y respetando el entorno).

Será necesario recopilar la información cartográfica básica y las fotografías aéreas de la zona. Una vez realizado el estudio comparativo de los terrenos disponibles, y seleccionado el más idóneo, se deberá realizar un estudio topográfico del mismo y definir los puntos límites de la obra:

- Punto de conexión con la red de colectores.
- Punto de vertido.
- Punto de conexión con el suministro eléctrico.

Uno de los objetivos de este proyecto es la reutilización del agua regenerada en la instalación de depuración, por lo que se tendrá que tener en cuenta también, un punto de entrega del agua tratada.

3.2 Climatología.

La climatología es un condicionante determinante para cualquier tipo de tratamiento, el cual puede ser un factor limitante para la implantación de una serie de tratamientos extensivos, que son típicos de pequeñas poblaciones.

Teniendo en cuenta que las diferentes alternativas de ubicación valoradas se encuentran en un piso bioclimático similar, los valores de la información climática a considerar como precipitación media mensual y anual, tormentas, temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales y la evapotranspiración, serán muy parecidos para todas las ubicaciones valoradas dentro de la zona establecida.

Los datos climáticos usados en este documento han sido obtenidos de las siguientes páginas web oficiales:

- Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio de Transición Ecológica y Demográfico.

- Sistemas de información agroclimática para el regadío. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

3.3. Estudio de alternativas.

Antes de la realización de un proyecto de ejecución, y en una primera etapa, en este documento se ha realizado lo que se denomina, “Estudio de Alternativas”, para determinar la ubicación más idónea.

Mediante este estudio de alternativas se persigue:

- Presentar con suficiente grado de detalle un conjunto de alternativas técnicas, económicas y ambientalmente viables.
- Valorar y comparar dichas alternativas bajo criterios representativos y objetivos.
- Seleccionar aquella alternativa “óptima” para la futura ejecución de la EDAR.

De los cálculos hidráulicos, realizados en el anexo 1, se obtiene la superficie necesaria para la construcción de la planta. Para el pretratamiento es necesaria una superficie de 6 m², para el tratamiento primario es necesaria una superficie de 243,3 m², y para el tratamiento secundario es necesaria una superficie de 1710 m². Así como una superficie de 8 m² para un depósito regulador en la salida de planta.

Hay que destacar que esto son las medidas realizadas de cada uno de los equipos necesarios para el sistema. Pero son medidas de interior del equipo. Para una valoración total de superficie necesaria, nos tendremos que guiar por las medidas exteriores indicadas en los planos.

- Primario + sistemas de humedales = $62 \cdot 33,05 = 2049,1 \approx 2050 \text{ m}^2$.
- Depósito regulador = $10,56 \approx 11 \text{ m}^2$.
- Pretratamiento = $8,16 \approx 9 \text{ m}^2$.

Esto nos da un total de 2070 m².

Dejando un margen de contorno disponible para accesos y vallado perimetral de unos 3 metros en forma de L, nos daría una superficie de $(62 \cdot 33,05) \cdot 3 = 285,15 \approx 286$ m², el sumatorio total de estas superficies nos daría 2356 m², de superficie total para el recinto.

A continuación se describen los diferentes puntos analizados en este documento, donde es posible la ubicación de la instalación.

Alternativa 1:

PERÍMETRO: 319 m.
ÁREA: 6138 m².



Imagen 1. Fuente: Elaboración propia a partir de Grafcan.

La alternativa 1 plantea ubicar la planta aguas abajo del núcleo poblacional de El Palmar, a una cota media de 420 msnm.

Si se eligiera esta propuesta, su emplazamiento final sería ubicado dentro de la zona marcada de 6138 m²

Alternativa 2:

PERÍMETRO: 486,63 m.
ÁREA: 12495,19 m².



Imagen 2. Fuente: Elaboración propia a partir de Grafcan.

En esta ubicación (alternativa 2) se instalaría la planta próxima al núcleo de El Palmar junto a la carretera TF- 436 y a una cota de 510 msnm. Su ubicación exacta se determinará en la zona propuesta de unos 12495 m².

Alternativa 3 :

PERÍMETRO: 528,99 m.
ÁREA: 16309,51 m.



Imagen 3. Fuente: Elaboración propia a partir de Grafcan.

En esta alternativa se pretende ubicar la planta aguas arriba de los núcleos poblacionales a una cota de 570 msnm. A determinar su ubicación en la zona propuesta de unos 16309 m².

Alternativa 4:

PERÍMETRO: 509 m.

ÁREA: 12900 m².

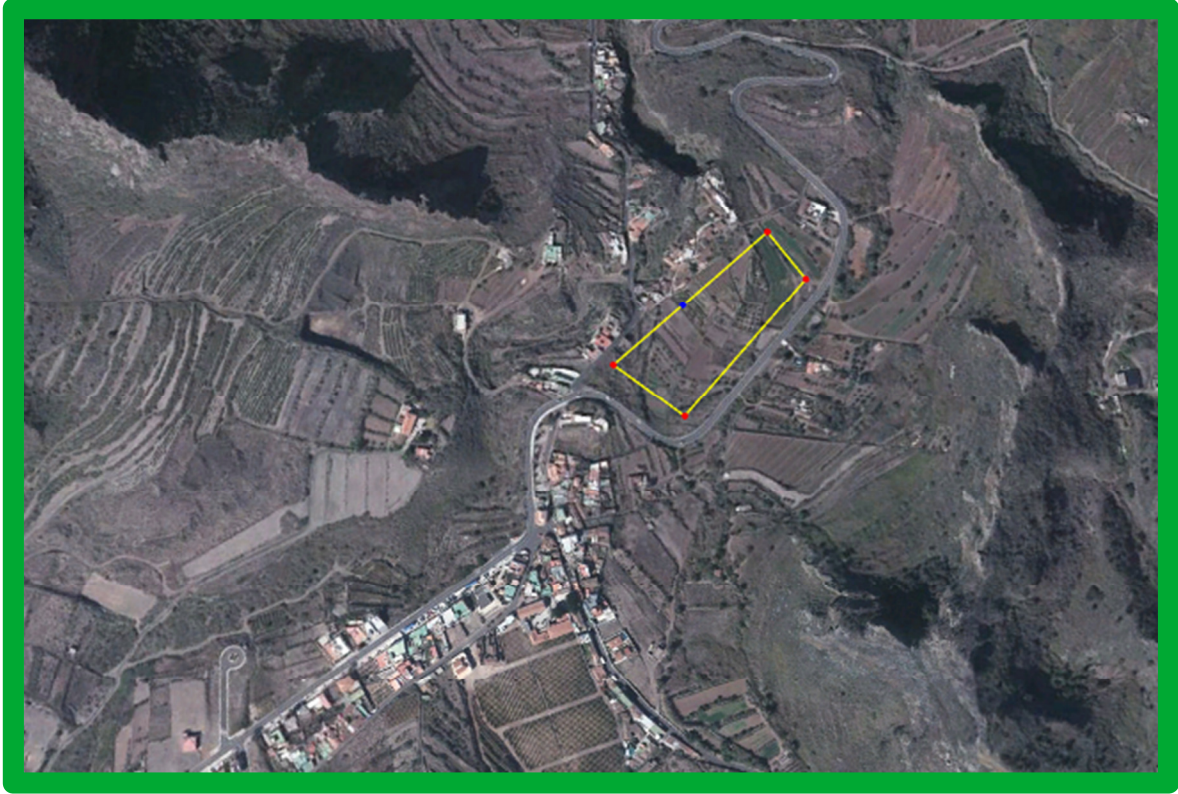


Imagen 4. Fuente: Elaboración propia a partir de Grafcan.

En esta alternativa se estudia ubicarla aguas abajo del núcleo poblacional a una cota de 481 msnm. A determinar su ubicación en la zona propuesta de unos 20155 m².

3.4. Matriz de alternativas.

Para valorar las alternativas de localización propuestas en el apartado anterior se va a realizar una Matriz de Selección de Alternativas. Se trata de un método de ponderación cuantitativa de alternativas en función de diferentes variables.

A continuación, se indican las variables que se van a tener en cuenta y que se ponderarán de 1 a 5*:

Variable 1 = Consumo energético/ coste

Variable 2 = Proximidad a viviendas/impacto visual / malos olores

Variable 3 = Superficie disponible.

Variable 4 = Expropiaciones de terreno/ servidumbres**

Variable 5 = Obras. Paso de carreteras o viales

Variable 6 = Proximidad a parajes naturales protegidos

Variable 7 = Superficie ocupada

*1 valor más desfavorable. 5 valor más favorable.

**dada la información valorada en este documento ponderamos esta variable con el mismo peso.

Alternativa Variable	1	2	3	4
1	4	2	1	4
2	4	2	2	3
3	3	3	3	3
4	2	2	2	2
5	3	3	3	3
6	2	2	2	2
7	4	3	3	3
Sumatorio	22	17	16	20

Tabla1. Matriz de estudio de alternativas. Elaboración propia.

A la vista del resultado de la matriz analizada, cuyos resultados se resumen en la tabla 1, se puede deducir que el lugar más adecuado para la ubicación de la instalación sería la contemplada en la alternativa 1.

La alternativa 4 es también una alternativa viable, pero se ha descartado debido a su proximidad al núcleo y que hay signos de actividad agrícola. Lo que hace sospechar una dificultad añadida a la hora de la adquisición de los terrenos.

La alternativa 2 ha sido descartada al considerar el número de cruces de viales necesarios para su conexión y las viviendas colindantes o próximas.

La alternativa 3 ha sido descartada por su elevado coste energético, ya que implica bombear las aguas a tratar por encima de la cota del núcleo de población.

Aunque el impacto visual de estas instalaciones es mínimo, es otro factor a tener en cuenta a la hora de elegir la ubicación.

Un factor de peso que ha decantado la decisión hacia la alternativa 1, ha sido que el terreno esté libre de edificaciones y aparentemente, no hay signos de explotación o de actividad en la zona.

La zona elegida podría ser objeto de un análisis posterior con una evaluación detallada y concreta in situ, y junto con las autoridades competentes de autorizar la instalación, si así se estima necesario.



Imagen 5. Alternativa óptima de ubicación y núcleo poblacional El Palmar. Elaboración propia a partir de Grafcan.



*Foto 1. Imagen que muestra el lugar óptimo de la instalación.
Esta imagen es la vista al Norte desde carretera TF-436.*



*Foto 2. Imagen que muestra el lugar óptimo de la instalación.
Esta imagen es la vista al Este desde carretera TF-436.*

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

4.1. Trabajos previos.

Sera necesaria una limpieza y desbroce mecánico de la superficie superior de la parcela elegida, previo al desmonte que se vaya a realizar.

4.2. Movimientos de tierra.

Será necesario hacer una excavación mecánica a cielo abierto en terreno compacto para la ubicación de la arqueta de desbaste, la fosa séptica y del humedal, variando la altura de la excavación dependiendo de las necesidades.

Además habrá que realizar:

- La selección de tierras, gravas y piedras procedentes del desmonte y demolición para rellenos y posibles chapados de los muros.
- La compactación de tierras por capas de 30 cm para recibir el hormigón de limpieza que lleva la losa armada inferior y otros componentes de la instalación.
- Excavaciones en zanjas para la construcción de la arqueta y la canalización de conexión de la planta con la red general.

4.3. Albañilería.

En cuanto a la albañilería, será necesario realizar diferentes trabajos de hormigón en masa para limpieza y nivelación de terreno. Se recomienda que el hormigón a utilizar sea de $f_{ck}=10\text{N/mm}^2$ y 10 cm de espesor medio en la base de las cimentaciones.

Será necesaria la realización de la cimentación del depósito (fosa séptica). Se ha propuesto que esta sea con una losa estructural de HA-25/B/20/IIIA armado con 100Kg/m^3 de acero B500S.

También será necesario realizar los muros de la fosa, que se ha propuesto sean en hormigón. Este hormigón debe ser armado HA-25/B/20/IIIA de 30 cm. de ancho, con 50Kg/m³ de acero B500S.

En el humedal se ejecutará un tabique de fábrica de bloque hueco de hormigón vibrado de 20cm de espesor tomada con mortero 1:6 de cemento y arena.

La fosa séptica se cubrirá con un forjado de plancha alveolar prefabricada, de 20 cm de espesor. El Hormigón a utilizar se ha propuesto que sea HA-25B/20/IIIA, armado con acero B500S., conforme a las especificaciones del fabricante.

Sera necesario también realizar una obra de fábrica de un depósito de salida de la depuradora. Será un pequeño depósito regulador, de al menos 9 m³ de volumen. Este servirá para alojar un volumen determinado de efluente tratado, para posteriormente realizar la transferencia a un depósito de almacenamiento mediante bombeo.

Si hay muros vistos de los depósitos, estos irán igualmente chapados con piedra basáltica irregular.

4.4. Pretratamiento. Proceso de desbaste.

El proceso de desbaste es el proceso previo a cualquier tratamiento, donde se eliminan los sólidos de mayor tamaño mediante unas rejillas que retienen los sólidos flotantes. De esta manera se consigue:

- La protección mecánica de los equipos.
- Evitar posibles alteraciones a la circulación del agua residual a través de la estación.
- Reducir la obstrucción de las líneas y canales de la planta.
- Evitar la deposición de estos residuos en los canales y equipos.

Se colocará una rejilla de gruesos en acero inoxidable, de 50 mm de luz y 16 mm de espesor ocupando una superficie de 2 x 2 m².

Posteriormente se colocara una reja de finos. El paso libre entre los barrotes será de 10 mm de luz y 10mm de espesor).

La arqueta de desbaste tendrá una superficie de 6 m² y una profundidad de 2 m. En esta obra de llegada, se diseña también un aliviadero conectado a la línea de by-pass general de barranco. Con la misión de evacuar el excedente de caudal cuando se supere el caudal máximo de diseño, y de by-passear la estación de tratamiento en caso necesario.

Será necesario realizar la cimentación y muro de la arqueta de entrada. Se propone sea con material estructural de HA-25/B/20/IIIA armado con 50Kg/m³ de acero B500S.



Foto 3. Imagen de posible arqueta de llegada.

4.5. Impermeabilización.

La impermeabilización de la fosa séptica, arqueta y depósito regulador será con mortero flexible impermeabilizante no tóxico. En cuanto a los humedales, la impermeabilización será con protección pesada realizada con colocación previa de geotextil 250 g, impermeabilización mediante lámina de EPDM (Elastómero de Polietileno Dieno Monómero) de 1,2 mm de espesor en rollos de 12 m de ancho y 30 m de largo, o similar, adherida a las paredes perimetrales por adhesivo y cinta de refuerzo y capa superior con geotextil 500 g.

4.6. Tuberías.

Se debe tener en cuenta que habrá que colocar tuberías de diferentes dimensiones:

- Tubería de PVC de 4 atm, D 300mm, serie B, s/ UNE en 1329-1, incluirá piezas especiales, pequeño material y sellado con masilla bituminosa en conexiones, para canalización de aguas negras en la fosa séptica y arqueta de recepción.
- Tubería de PVC de 4 atm D 160mm, serie B, s/ UNE en 1329-1, incluirá piezas especiales, pequeño material y sellado con masilla bituminosa en conexiones, para canalización de aguas negras en la arqueta de recepción, la fosa séptica y depósito regulador.
- Tubería de PVC de 4 Atm D 90 mm, serie B, s/UNE EN 1329- 1, de piezas especiales, pequeño material y sellado con masilla bituminosa en conexiones. Esta tubería servirá como elemento de entrada al Humedal Artificial (HA), y por consiguiente a los diferentes humedales numerados. Se perforará la tubería para que se distribuya de la manera más uniforme posible a través de la entrada al HA.
- Tubería de PE-100 pn 10, D50 mm para canalización de agua tratada hasta lugar de evacuación.

4.7. Sustratos.

El humedal, se rellenará con picón de 20 a 40 mm de diámetro con medios manuales y sin compactar. Este sustrato servirá de soporte a la vegetación, y permite la fijación de la población microbiana (en forma de biopelícula), que va a participar en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes.

En ese tipo de humedales el espesor del sustrato suele ser entre 0,4 - 0,6 m, si bien en nuestro caso, utilizaremos un espesor medio de 0,4 m.

4.8. Plantación.

En el humedal se plantarán ejemplares de *Phragmites australis* (carrizo) en bolsa, a pie de hoyo, a razón de 2 unidades por m² aproximado.



Foto 4. *Phragmites australis* (carrizo).Elaboración propia.

4.9. Pavimentos en el acceso.

Se necesitará crear un acceso al sector de construcción y un acceso perimetral para el paso de la maquinaria pesada. Se preparará la superficie sobre la cual se instalará el hormigón de firme mediante la demolición del pavimento deteriorado, conservando el que está en buen estado.

El pavimentado será de hormigón en masa y se realizará mediante firmes rígido formados construido en dos capas:

- Firme de hormigón 20N/mm². en capa base.
- HM-20/B/20/Hormigón HM-25/P/20/I en capa de rodadura.

4.10. Muros e instalación de conexión.

El muro de la fosa, y los diferentes trabajos de fábricas se calcularán mediante un anejo de estructuras. Debido al objeto del presente documento, este anejo queda pendiente de definir tras estudio geotécnico del terreno, haciendo uso del cumplimiento de la normativa vigente en estructuras para su proyecto definitivo.

El muro portante de la fosa y del humedal debe ir dispuesto a lo largo del perímetro de la parcela elegida. Parte del material del muro será de la piedra del entorno y la obtenida por la excavación realizada para el vaso.

Las instalaciones de depuración se podrán construir dentro del muro de contención, en la parcela elegida.

La acometida se realizará a la altura de la entrada a la arqueta.

4.11. Tapas de registro.

Será necesaria la colocación de tapas de registro en la arqueta de entrada y en la fosa séptica para su mantenimiento. Estas tapas puede ser de fundición dúctil circular de diámetro 800mm, para una fácil revisión.

5. IMPACTO ECOLÓGICO.

Dado el objeto y las características de la instalación propuesta, esta planta no se contempla en ninguno de los supuestos recogidos en los anexos I, II y III de la Ley 14/2014 (Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de **Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales**, Comunidad Autónoma de Canarias «BOC» núm. 2, de 5 de enero de 2015 «BOE» núm. 32, de 6 de febrero de 2015 Referencia: BOE-A-2015-1116).

Ahora bien, su ubicación dentro de un espacio perteneciente a la Red Natura 2000 hace que se le aplique el supuesto “b” contenido en el Grupo 10, “proyectos que se desarrollen en espacios naturales protegidos por la legislación internacional o nacional” del Anexo II “Proyectos sometidos a una evaluación de impacto ambiental simplificada” si se entiende por parte del Órgano Gestor que la futura actuación puede representar una afección ambiental considerable.

6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Cumpliendo con lo previsto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, Reglamento de Prevención en las Obras de Construcción se debe elaborar un Estudio Básico de Seguridad y Salud de la obra a realizar:

Según cita el Artículo 4, del ya mencionado Real Decreto: “Obligatoriedad del estudio de seguridad o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.”

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den algunos de los supuestos contemplados en el siguiente.

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Atendiendo a lo anterior, la obra sobre la que se elabora el presente documento se ajusta a la realización de un Estudio Básico de Seguridad y Salud, dado que el presupuesto de ejecución no supera los 450.759,08 €, en ningún momento se emplean simultáneamente más de 20 trabajadores, los días de trabajo total de los trabajadores no son superiores a 500 y no es una obra de pozo, galería, presa o conducción cuyo trabajo se realice de manera subterránea, es decir, bajo tierra.

7. PRESUPUESTO.

En este capítulo, se elabora un documento cuyo objetivo final es establecer una valoración aproximada para la realización de la instalación depuradora. Este presupuesto se va a dividir en varios capítulos, en función de las diferentes fases de ejecución.

Para presupuestar cada capítulo, se ha realizado una valoración económica que tiene un aporte de información de referencia, pero no se deben tomar como elemento definitivo.

Para hacer esta valoración aproximada, se han tomado las tarifas de la empresa pública del Grupo Tragsa. Publicadas en el BOE 27 de Abril de 2021.

Para realizar el presupuesto se determinan las siguientes suposiciones y aclaraciones, no siendo exhaustivas en este listado.

1. Superficie de excavación:

- Desbroce y Limpieza. Superficie total.
- Excavación = $9 \text{ m}^2 + 2050\text{m}^2 + 11\text{m}^2 = 2070 \text{ m}^2$ (superficie de arqueta + superficie de fosa + superficie de humedal+ superficie depósito)
- Volumen pretratamiento= $6 \cdot 2 = 12 \text{ m}^3$.
- Volumen tratamiento primario= $14,6 \cdot 18,4 \cdot 2 = 537,28 \approx 538 \text{ m}^3$.
- Volumen humedal = $1780,4 \cdot 0,4 = 712,2 \approx 713 \text{ m}^3$.
- Volumen depósito = $8 \cdot 1,2 = 9,6 \approx 10 \text{ m}^3$
- Volumen total desmonte= Volumen humedal + volumen Fosa+ volumen de arqueta + volumen depósito = 1318 m^3 .
- $1054,4 \text{ m}^3$ sin roca (80%).

2. Trabajos de albañilerías y estructuras:

- Medición de muros los muros en fosa. (lado de los muros) $\cdot 2 \cdot 0,3$. En volumen.

- Medición de muros los muros arqueta de desbaste. (lado de los muros) · 2 · 0,2. En volumen.
- Medición de muros los muros depósito. (lado de los muros)· 2 · 0,2. En volumen. En volumen.
- En chapado se valora sólo un frente de fosa y humedal. En superficie.
- Encofrados se valora muro de arqueta de desbaste, fosa séptica y depósito. En superficie.
- Muro de humedal, con tabiquería.
- Se valora división de fosa séptica en 2 compartimentos. Longitudinalmente.
- Forjado: se valora forjado de fosa séptica y forjado de depósito. En superficie.
- Medición de muro humedal. Lados de los muros x altura. En superficie.
- Se valora el acero necesario con una estimación de 50 kg de acero por m³ de hormigón.

3. Impermeabilización:

- Lados de muro x altura x margen de fijación + superficie de losa. En superficie.

4. Pavimentos:

- Se valora la superficie perimetral dividida por 2 x una profundidad de 0,2m.

Se redacta un resumen y un capítulo de presupuestos parciales en el documento Presupuesto (anexo).

La siguiente tabla indica el resumen de presupuesto:

Capítulos	Importe (€)
Capítulo 1 TRABAJOS PREVIOS	6.219,84
Capítulo 2 MOVIMIENTOS DE TIERRA	69.051,03
Capítulo 3 ALBAÑILERÍA Y ESTRUCTURAS	100.811,93
Capítulo 4 IMPERMEABILIZACIÓN	7.2946,30
Capítulo 5 CANALIZACIONES	8.949,90
Capítulo 6 PAVIMENTOS	10.052,12
Capítulo 7 VARIOS	15.608,65
Capítulo 8 SEGURIDAD Y SALUD	7.144,70
Capítulo 9 GESTIÓN DE RESIDUOS	2.136,75
Coste total	292.921,22
8 % costes indirectos	23.433,70
6% de beneficio industrial	22.144,84
Total Presupuesto de Ejecución Material	338.499,76
7% I.G.I.C.	23.694,98
Presupuesto de ejecución por contrata	362.194,74

Tabla 2. Resumen de la estimación del coste de la instalación.

8. CRONOGRAMA DE OBRA.

Aunque este capítulo puede ser más desarrollado en un futuro proyecto de ejecución, es interesante disponer de una herramienta que nos ayude a conocer los plazos que se disponen para la construcción de la instalación. El plazo de ejecución de los trabajos se ha establecido en 4 meses.

FASES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Mov. Tierras	■	■	■	
Cimentaciones		■	■	■
Estructuras		■	■	■
Albañilería			■	■
Impermeabilizac.			■	■
Instalaciones				■
Sustratos				■
Seguridad y S.	■	■	■	■

Tabla 3. Estimación de la duración de las obras.

9. CONCLUSIÓN.

En base a la información contenida en este documento técnico, memoria y anejos, planos y presupuesto. Se puede concluir lo siguiente:

- El conjunto de documentos recogidos en el documento técnico, sirven como base para la realización de un proyecto de una estación depuradora en el núcleo poblacional de El Palmar.
- Una vez seleccionada la ubicación definitiva, pueden variar aspectos de obra civil como desbroces, desmontes o estructuras de muros. Pero los cálculos de las dimensiones de los diferentes equipos para la depuración, basados en las ecuaciones aplicadas de la bibliografía seleccionada, cumplen con los requisitos establecidos para su viabilidad.
- No siendo un documento definitivo, el documento del presupuesto, da una idea general del coste de una instalación haciendo uso de esta técnica de depuración y de las dimensiones descritas.
- Si bien es cierto que no existe un documento general de pliego de prescripciones técnicas, este se debe concretar con un proyecto de ejecución, que contemple además toda parte contractual de las diferentes unidades de obra civil.
- El documento de planos establece de forma gráfica una comprensión visual suficiente de las diferentes partes de la instalación, y su mecanismo de transformación del efluente entrante.

9. CONCLUSION.

On the basis of the information contained in this technical document, report and annexes, plans and budget, it can be concluded:

- The set of documents contained in the technical document serve as a basis for the implementation of a project for a treatment plant in the village of El Palmar.
- Once the definitive location has been selected, aspects of civil works such as clearing, cuttings or wall structures may vary. However, the calculations of the dimensions of the different purification equipment, based on the equations applied in the selected bibliography, comply with the requirements established for their viability
- Not being a definitive document, the budget document gives a general idea of the cost of an installation using this purification technique and the dimensions described.
- Although it is true that there is no general document of technical specifications, this must be specified with an execution project, which also includes all the contractual parts of the different civil work units.
- The plans document graphically establishes a sufficient visual understanding of the different parts of the installation and its mechanism of transformation of the incoming effluent.

10. BIBLIOGRAFIA.

- Agencia estatal de Meteorología.2021.Ministerio de transición Ecológica y Demográfico. <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos>
- Aguilar Dorta, E.(2016). Aprovechamiento integral de aguas y lodos residuales domésticos. Trabajo final de Grado. S/C de Tenerife. *Universidad de La Laguna*.
- Aguirre Rubiano, M. (2019). Diseño de un sistema de filtros verdes dentro de la estación depuradora de aguas residuales en el Berrueco. Master universitario en Hidrología y recursos Hídricos. *Universidad de Alcalá de Henares*.
- Centro de Estudios Hidrográficos CEDEX, Fundación CENTA (2010). Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino*.
- Betancourt Rodriguez , J. (2006). Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. Mejora de la calidad de los efluentes. Canarias. *Instituto Tecnológico de Canarias*.
- Hernández Muñoz, A. (2015). Depuración y desinfección de aguas residuales. Madrid. *Garceta. Grupo Editorial*.
- Instituto Nacional de Estadística. Población del Padron Continuo por unidad Poblacional. Consultado el 12 de agosto de 2021.
[https://www.ine.es/nomen2/index.do?accion=busquedaRapida&subaccion=&numPag=0&ordenAnios=ASC&nombrePoblacion=palmar+\(el\)&botonBusquedaRapida=Consultar+selecci%F3n](https://www.ine.es/nomen2/index.do?accion=busquedaRapida&subaccion=&numPag=0&ordenAnios=ASC&nombrePoblacion=palmar+(el)&botonBusquedaRapida=Consultar+selecci%F3n)
- Metcalf & Eddy, 2000. Ingeniería de Aguas Residuales. *Mc Graw Hill*.
- Montobio Camprobí X.(2007). Proyecto constructivo de la estación depuradora de aguas residuales y colectores en la alta de Enveja. Proyecto de construcción. Madrid. *Acuamed*.

- Pizarro, F(1990). Riegos Localizados de alta frecuencia.. España. *Mundi-Prensa*.
- Proyecto de suministro de agua de riego con agua reutilizable en Algete. T.M Algete. Madrid. Anejo de impulsión. Madrid. *Canal de Isabel II*.
- Secretariado Alianza por el Agua. Ecología y Desarrollo (2008).Manual de depuración de aguas residuales urbanas. *Ideasmares*.
- Sistemas de información agroclimática para el regadío.2021. Ministerio de agricultura pesca y alimentación.
<https://eportal.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>
- Diseño de EDAR en pequeñas poblaciones. Academia INGINOVA. Formación Técnica y Universitaria.
https://academia.ingnova.es/recursos/apuntes_demo/EDAR.pdf
- Tragsa. 2021. Resolución de 27 de abril de 2021, por la que se publica el Acuerdo de la Comisión para la determinación de tarifas de Tragsa.
https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-7019#:~:text=Acuerdo%20de%20la%20Comisi%C3%B3n%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de,%20Porcentaje%20Gastos%20Generales.%20%20%206%2C25%20
- Tigre chile. SA. Polietileno de alta densidad. Catálogo técnico. Santiago.Chile.

Anexo. Normativa consultada.

- Decreto 174/1994, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Control de Vertidos para la Protección del Dominio Público Hidráulico (BOC nº 104, de 24 de agosto de 1994).
- Decreto 49/2000, de 10 de abril, por el que se determinan las masas de agua afectadas por la contaminación de nitratos de origen agrario y se designan las zonas vulnerables por dicha contaminación. (BOC nº 48, de 19.04.00).
- La Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, residuos que se genere en una obra de construcción o demolición.
- Ley 12/1990, de 26 de julio, de Aguas.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales
- Orden de 27 de octubre de 2000, por la que se establece el Programa de Actuación a que se refiere el artículo 6 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, con el objeto de prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario. (BOC nº 149, de 13.11.00).
- La Ley de Aguas 29/1985 de 2 de agosto, modificada por la Ley 46/1999 de 13 de diciembre, donde se protege el dominio público.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

- ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
- Real Decreto 2116/98 de 2 de octubre, que modifica el Real Decreto 509/96, en el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Documento Básico SE-A Seguridad estructural Acero. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008)
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios y sus instalaciones, y está definido en la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

ANEJOS

ANEJO 1.

DOTACIÓN Y CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA INSTALACIÓN

DOTACIÓN.

El asentamiento rural elegido se emplaza en la Isla de Tenerife, este está sujeto al planeamiento insular, que en este caso es el Plan Hidrológico de Tenerife (PHIT), de noviembre de 2018 siendo este quién determinará las dotaciones de cálculo.

Las aguas vertidas que entraran en la planta depuradora, son las procedentes del abastecimiento del núcleo poblacional de El Palmar, aguas abajo del núcleo poblacional, como se indica en los planos. Es por esta razón que en el documento normativo del PHIT (Plan Hidrológico Insular de Tenerife) en el Título XI: Disposiciones relativas al abastecimiento de agua a poblaciones en su art. 393º Criterios Técnicos para la gestión y operación de la captación y de la producción industrial del agua para abastecimiento (NAD), epígrafe 2. Las dotaciones mínimas, expresadas en litros/habitante/día, serán las siguientes en función de la población de hecho del municipio.

Número de habitantes	Doméstico (l/d)	Industrial (l/d)	Servicios municipales (l/d)	Pérdidas en la red (l/d)	Total (l/hab·d)
< 1000	60	5	10	25	100
1000-6000	70	30	25	25	150
6000-12000	90	50	35	25	200
12000-50000	110	75	40	25	250
50000-250000	125	100	50	25	300
>250000	165	150	60	25	400

Tabla 1. Dotaciones Mínimas. PHIT (2018).

La dotación seleccionada para el asentamiento rural depende de la población de hecho, que para el caso, es inferior a los 1000 habitantes, resultando una dotación total de **100 litros / habitante · día**.

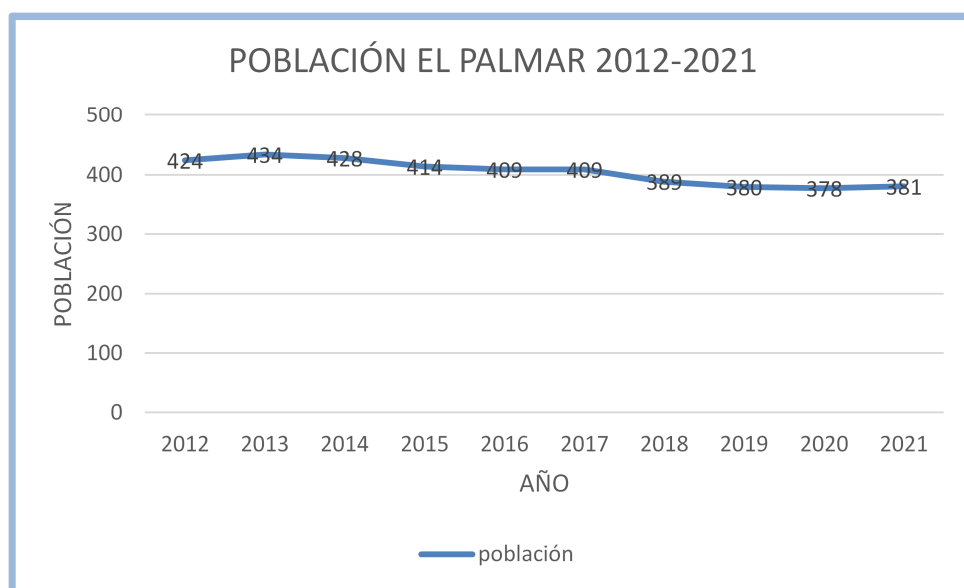
En el núcleo de El Palmar, la generación de aguas residuales fluctúa significativamente en función del número de habitantes estacionales. La tendencia de las últimas décadas ha sido la pérdida de población, (481 habitantes empadronados

INE año 2011 y 381 habitantes INE 2021) pero esto se refiere a la población residente empadronada, que sufre incrementos significativos periódicos en que los propietarios regresan a pasar el fin de semana a sus segundas residencias.

A esto se suma otros dos factores a considerar: su situación, próxima al centro de Buenavista, como vía obligada de paso y puerta de entrada al parque rural, junto con las actuaciones del Órgano de Gestión del Parque y del Ayuntamiento de Buenavista para el desarrollo de las actividades económicas en la zona, sobre la base del alojamiento rural y la hostelería.

Por lo anterior, es muy difícil obtener datos concretos de afluencia en estos períodos.

A continuación, se muestra la evolución de la población en el núcleo rural de El Palmar, según el **Instituto Canario de Estadística**.



Grafica 1. Evolución de habitantes de EL Palmar. INE.

Tras los datos consultados se ve una disminución progresiva en la población del asentamiento, y de una cierta estabilidad en los últimos años. Para realizar los cálculos se tomará la última conocida hasta el momento.

POBLACIÓN DE DERECHO Y POBLACIÓN ASIMILABLE	
Población El Palmar	381
5 alojamientos de ocupación media · 1 hab	5
20 servicios de restauración · 0.4 hab	8
Total h	394

Tabla 2. Cálculo de la población de derecho y asimilable. Elaboración propia.

CÁLCULOS CAUDALES Y RENDIMIENTOS.

POBLACIÓN DE DISEÑO	
Habitantes (h)	394
Dotación (l/h/día)	100
Habitante-equivalente(h-e)	328,33

Tabla 3. Población de diseño. Elaboración propia a partir de CEDAX (2010).

Siendo:

$$h - e = \frac{Q * (m^3/d) \cdot DBO_5(g/m^3)}{60 (g/h - e/día)}$$

$$Q_{medio} = \frac{Q \text{ diario}}{24}$$

Q_{pico} y Q_{medio} en l/s

$$Q_{pico} = Q_{medio} \cdot \left(\frac{1,5 + 2,5}{\sqrt{Q_{med}}} \right)$$

CAUDALES DE DISEÑO	
Caudal diario (m ³ /día)	39,4
Caudal medio (m ³ /h)	1,64
Caudal punta (m ³ /h)	8,47
Caudal punta (m ³ /día)	203,3

Tabla 4. Caudal de diseño. Elaboración propia.

$$Q_{max} = \text{Caudal diario} \cdot \text{factor por lluvia}$$

CAUDALES MÁXIMOS	
Factor por lluvia (FLL)	5
Caudal máximo admitido en planta (m ³ /d)	197

Tabla 5. Caudal máximo. Elaboración propia.

REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE.

La siguiente tabla expone los rangos medios orientativos de los principales parámetros que caracterizan las aguas residuales generadas en pequeñas poblaciones por aportaciones domésticas.

PARÁMETRO	RANGO HABITUAL (mg/l)
S.S.T	300-500
DBO ₅	400-600
DQO	800-1200
N	50-100
P	10-20
GRASAS	50-100
COLIFORMES TOTALES	$1 \cdot 10^7 - 1 \cdot 10^8$

Tabla 6. Calidad de agua en zonas rurales. CEDAX (2010).

Haremos uso de estos valores ya que son los recogidos en el Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones rurales medias de España. Son valores, a priori, más similares a la zona en que se desarrolla el proyecto. Los suministrados por el ISTAC(Instituto canario de Estadística), son globales y corresponden a valores medios de todas las aguas residuales de Canarias.

Utilizaremos los valores medios de los rangos aportados por el Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.

Es evidente que lo ideal es disponer de los datos exactos de las mediciones. Pero al no ser posibles realizarlos in situ. Podemos tomar esta suposición como válida para la realización del proyecto.

PARAMETRO	CONCENTRACION (mg/l)	CARGA DIARIA (kg/d)
S.S.T	400	15,76
DBO ₅	500	19,7
DQO	1000	39,4
N	75	2,95
P	15	0,59
GRASAS	75	2,95
COLIFORMES TOTALES	-	-

Tabla 7. Contaminante del efluente. Elaboración propia.

ARQUETA DE DESBASTE. PRETRATAMIENTO.

A su entrada a la estación de tratamiento, las aguas residuales desembocan en la obra de llegada, ejecutada en cabecera de la instalación.

Las aguas residuales, antes de su depuración propiamente dicha, se someten a una etapa de pretratamiento, que consta de una serie de operaciones físicas y mecánicas, que tienen por objeto separar la mayor cantidad posible de materias (sólidos gruesos, arenas, grasas) que, por su naturaleza o tamaño, pueden dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento.

Para realizar esta tarea se ha diseñado una arqueta de 6m de superficie x 2 metros de profundidad tal y como se describe en la memoria.

Esta arqueta dispone de 2 tipos de rejillas. Reja de gruesos y reja de finos. Estas rejillas van equipadas con un cestillo perforado para acumular los sólidos que son retirados de las rejillas mediante el empleo de un rastrillo. El cestillo permite el escurrimiento al canal de desbaste del exceso de agua, de modo que cuando se retiran los residuos, para su disposición final, la cantidad de agua en ellos sea la mínima posible.

Será necesaria una limpieza de las rejillas, y que consiste en este caso, en una limpieza manual.

Tras la bibliografía consultada se ha podido encontrar una reducción de entre un 5 y un 10% de materia orgánica referente a DBO_5 en un pretratamiento.

Haremos uso de los valores medios para empezar los cálculos de reducción en DBO_5

PARÁMETRO	RENDIMIENTO (%)	CONCENTRACIÓN DEL INFLUENTE (mg/l)	CONCENTRACIÓN DEL EFLUENTE (mg/l)	CARGA DEL EFLUENTE (kg/día)
DBO_5	5-10	500	462,5	18,22

Tabla 8. Contaminante del influente. Elaboración propia partir de los datos de Betancourt Rodríguez, J. (2006).

FOSA SÉPTICA. TRATAMIENTO PRIMARIO.

Para el diseño de las Fosas Sépticas se precisa conocer:

- Caudal medio diario y medio horario de las aguas a tratar ($Q_{m,d}$, m^3/d y $Q_{m,h}$, m^3/h).
- Caudal máximo de las aguas a tratar (Q_{max} , m^3/h), para el dimensionamiento del canal de desbaste y de los aliviaderos.

El principal objetivo de las Fosas Sépticas es lograr la reducción de los sólidos en suspensión (sedimentables y flotantes) por la acción de la gravedad. Es fundamental para conseguir la separación deseada en el mayor grado posible y mantener en su interior las condiciones de quietud precisas.

La fosa séptica se debe dotar de elevados tiempos de residencia hidráulica, para una mejor precipitación de sólidos. Este parámetro se ve afectado por el volumen y la

geometría de las fosas (configuraciones de las zonas de entrada y salida, relación longitud/anchura, profundidad, etc.).

Igualmente, la progresiva acumulación de fangos y flotantes va reduciendo progresivamente los tiempos de residencia de las aguas a tratar en el interior de las fosas. Por lo que se ha considerado en el diseño, un volumen sobrestimado para retrasar en el tiempo la recogida de los fangos que se van acumulando. Para los cálculos se ha considerado un tiempo de retención mayor del recomendado, y paralelamente, se ha planteado una recogida de lodos de aproximadamente cada 3 años, según lo recomendado en los diferentes manuales.

Esto implica 2 cuestiones a considerar:

- Alargar el mayor tiempo posible, la función mantenimiento de esta planta.
- Y en caso de un aumento de la demanda de la planta, por aumento de visitantes, población o actividad, valdría con aumentar la periodicidad de recogida de fangos pasándola a bianual o anual. Por lo que la fosa séptica no quedaría obsoleta, ni corta, en un plazo medio de tiempo.

Para dimensionar el volumen útil de la fosa séptica haremos uso de la siguiente ecuación:

$$V_{\text{útil}} = V_{\text{decantación}} + V_{\text{de almacenamiento}} + V_{\text{libre de resguardo}}$$

$$V_{\text{decantación}} (m^3) = Q_{\text{medio residual}} (m^3/d) \cdot TRH (días)$$

Siendo:

TRH= tiempo de retención hidráulico.

El volumen de almacenamiento cuantifica la pérdida de volumen efectivo de la fosa por la acumulación progresiva de fangos. Se ha considerado para los cálculos, una producción media de fangos de $0,15 \text{ m}^3$ /habitante ·año (Manual EDAR. INGNova), una cadencia en la limpieza de fosas sépticas de 3 años y un tiempo de retención de 5 días. El volumen viene dado por:

$V \text{ de almacenamiento} = 0,15 \text{ (m}^3/\text{hab} \cdot \text{año)} \cdot \text{Pob (hab)} \times \text{limpieza de fosa (años)}$.

$$V \text{ de almacenamiento} = 0,15 \cdot 394 \cdot 3 = 177,3 \text{ m}^3$$

$$V \text{ decantación} = 39,4 \cdot 5 = 197 \text{ m}^3$$

$$V \text{ útil} = 177,3 + 197 = 374,3 \text{ m}^3$$

El volumen libre o de resguardo es el que hay que dejar en la parte superior de la fosa. Se suele adoptar un resguardo de 30 cm mínimo y su volumen supone un 30% del volumen útil.

$$V \text{ útil} = 374,3 \cdot 1,3 \text{ (debe ser el 30\% del volumen útil)} = 486,6 \text{ m}^3$$

PARÁMETRO	RENDIMIENTO (%)	CONCENTRACIÓN DEL INFLUENTE (mg/l)	CONCENTRACIÓN DEL EFLUENTE (mg/l)	CARGA DEL EFLUENTE (kg/día)
S.S.T	55	400	180	7,1
DBO ₅	25	462,5	346,9	13,66
DQO	25	1000	750	29,6
N	15	75	63,75	2,5
P	2,5	15	14,65	0,56

Tabla 9. Carga contaminante esperada del efluente del pretratamiento. Elaboración propia.

TRATAMIENTO PRIMARIO	
Capacidad tratamiento primario (m ³)	486,6
THR (días)	5

Tabla 10. Tratamiento primario. Elaboración propia.

Una vez calculado el volumen necesario debemos determinar la superficie. La fosa tendrá una profundidad de 2 m dividida en 2 fosas en paralelo. De esta manera se puede controlar mejor el funcionamiento de la planta. De forma que cuando una fosa este en fase de mantenimiento la otra puede estar operativa.

Para la redacción de este documento, se ha intentado colocar cada uno de los equipos necesarios de tal forma que se optimice el espacio en la parcela elegida. Así que una vez realizado los cálculos hidráulicos, hay que ubicarlos en los planos para que se adapten a la superficie.

La superficie necesaria sería $486,6 / 2$ dando un valor de $243,3 \text{ m}^2$.

Tal y como se indica en los planos, las fosas tienen unas dimensiones de 17,8 m de largo por 7 m de ancho, siendo recomendable una relación longitud/ancho entre 2-3. En este caso tenemos una relación de 2,54.

Cada fosa se dividirá en 2 compartimentos, ocupando el primero el 2/3 del volumen total de la fosa y el segundo el tercio restante.

HUMEDAL. TRATAMIENTO SECUNDARIO.

Las variables de diseño de este tipo de humedales son: superficie necesaria, relación longitud/anchura, profundidad, pendiente del fondo y tipo de vegetación y sustrato a emplear.

En este apartado se presentan los métodos para el cálculo de la superficie necesaria del humedal y de la relación longitud/anchura.

Para el mismo haremos uso del **Método de Reed y colaboradores** desarrollado en 1995.

Este modelo parte de la base de considera el humedal artificial de Flujo Superficial como Sub-superficial Horizontal, como reactores de flujo pistón, que siguen cinéticas de primer orden para la eliminación de los distintos contaminantes.

$$\ln \frac{C_i}{C_e} = K_T \cdot t$$

Dónde:

C_i =concentración del contaminante en entrada (mg/l),

C_e = concentración del contaminante en salida (mg/l),

K_T = la constante de reacción (d^{-1})

t = el tiempo de residencia hidráulica (d).

$$t = \frac{V_f}{Q} = \frac{S \cdot h \cdot p_s}{Q}$$

Siendo:

V_f =el volumen efectivo del humedal (m^3),

Q = caudal de alimentación (m^3/d)

S = superficie del humedal (m^2),

h = la profundidad de la lámina de agua (m),

p_s = porosidad en tanto por 1.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES MEDIOS EMPLEADOS COMO SUSTRATOS EN LOS HAFSS			
Tipo de medio	Tamaño efectivo d10(mm)	Porosidad (ps)	Conductividad hidráulica (m/d)
Arena media	1	0,30	492
Arena gruesa	2	0,32	984
Arena pedregosa	8	0,35	4920
Grava mediana	32	0,40	9840
Grava gruesa	128	0,45	98400

Tabla 11. Características de los diferentes sustratos. Manual de depuración ARU. Alianza por el Agua (2008).

La dependencia de la constante de reacción K_T con la temperatura, viene dada por la expresión:

$$K_T = K_R \cdot \Phi_R^{T_w - T_r}$$

T_w =temperatura del agua considerada en el diseño (°C) .Se suele emplear la temperatura media del mes más frío,

T_r : temperatura de referencia a la que se ha calculado el coeficiente, que suele ser 20 °C.

Φ_R : coeficiente de temperatura (adimensional).

Los valores de K_R y Φ_R , para cada tipo de contaminante en cuestión, se muestran en la siguiente tabla:

VALORES DE K_R y Φ_R			
	DBO ₅	Nitrificación (NH ₄)	Desnitrificación (NO ₃)
Humedales artificiales de flujo superficial			
K_R (d ⁻¹)	0,678	0,2187	1
Φ_R	1,06	1,048	1,15
Humedales artificiales de flujo subsuperficial			
K_R (d ⁻¹)	1,104	$0,01854+0,3922(\text{hr})^{2,6077}$	1
Φ_R	1,06		1,15

hr=profundidad del lecho ocupado por la rizosfera

Tabla 12. Manual de depuración ARU. Alianza por el Agua (2008).

Combinando las tres ecuaciones anteriores, se obtiene la superficie necesaria del humedal artificial a construir:

$$S = L \cdot A = \frac{Q}{h \cdot p_s} = \frac{\text{Ln}\left(\frac{C_i}{C_e}\right) \cdot Q}{K_T \cdot h \cdot p_s}$$

Siendo:

$$K_A = K_T \cdot h \cdot p_s$$

CALCULO K_t	
T^o de trabajo (oC)	14
K_R	1,104
Φ_R	1,06
$T_w - T_r$	-6
$\Phi_R^{T_w - T_r}$	0,704
k_T	0,78

Tabla 13. Constante k_t . Elaboración propia.

PARAMETROS PARA CALCULO SUPERFICIE DEL HUMEDAL	
Q :caudal diario ($m^3/día$)	39,4
C_i : carga contaminante del afluente (mg/l)	346,9
C_e : carga contaminante del efluente salida(mg/l)	20 (deseado)
K_T : Coeficiente de T^a de trabajo del humedal (d^{-1})	0,78
h : Altura de la lámina de agua (m)	0,4*
K_s : Conductividad Hidráulica ($m^3/m^2 \cdot día$)	492
p_s : porosidad	0,3

*Se recomienda para humedales sub-superficiales una profundidad entre 0,4-0,6 según CENTAX (2010)

Tabla 14. Parámetros para calcular superficie de humedal. Elaboración propia.

$$S = L \cdot A = \frac{Q}{h \cdot p_s} = \frac{\ln\left(\frac{C_i}{C_e}\right) \cdot Q}{K_T \cdot h \cdot p_s}$$

$$S = L \cdot A = \frac{Q}{h \cdot p_s} = \frac{\ln\left(\frac{346,9}{20}\right) \cdot 39,4}{0,78 \cdot 0,4 \cdot 0,3}$$

Con :

$$K_A = 0,78 \cdot 0,4 \cdot 0,3$$

Hay que tener en cuenta que estos valores de K_A son de aplicación cuando las aguas a tratar, a la salida del tratamiento primario, presentan valores de DBO_5 menores a 250 mg/l, en caso contrario, se recomienda reducir en un 20% el valor de K_A por lo que la ecuación nos quedaría.

$$S = L \cdot A = \frac{Q}{h \cdot p_s} = \frac{\text{Ln}\left(\frac{346,9}{20}\right) \cdot 39,4}{(0,78 \cdot 0,4 \cdot 0,3) \cdot 0,8} = 1501,3 \text{ m}^2$$

Aproximando, $1501,3 \approx 1502 \text{ m}^2$

Por otro lado, tenemos:

$$\text{Ln} \frac{C_i}{C_e} = K_T \cdot t$$

$$\text{Ln} \frac{346,9}{20} = 0,78 \cdot t$$

Siendo $t = 3,666$

Relación longitud/ancho.

Una vez obtenida la superficie del humedal necesitamos conocer la relación de la longitud con la anchura.

Aplicando la Ley de Darcy, que describe el régimen de flujo en un medio poroso mediante la expresión:

$$Q_{max} = K_s \cdot A_s \cdot s$$

Siendo:

$Q_{\max,d}$ = caudal de alimentación (m^3/d). Tomaremos caudal máximo diario, para asegurar que el humedal absorberá bien esta punta.

k_s = conductividad hidráulica del medio filtrante en una sección perpendicular al flujo ($m^3/m^2 \cdot d$ ó m/d).

A_s = sección del Humedal Artificial perpendicular a la dirección del flujo (m^2).

s = pendiente del fondo del humedal (m/m), tomaremos valor de 0,01 (1%).

Dado que con el transcurso del tiempo la conductividad hidráulica del sustrato irá disminuyendo (crecimiento de la biopelícula, retención de partículas, etc.), tomaremos el factor de seguridad de 5. Es decir, se aplicará el valor de conductividad hidráulica, correspondiente al tamaño del árido empleado como sustrato en el humedal(tomaremos arena media), dividido por 5. A partir de la ecuación (2) se determina el área transversal del humedal:

$$A_s = \frac{Q_{max}}{\frac{K_s}{5} \cdot s}$$

$$A_s = \frac{203,3}{\frac{492}{5} \cdot 0,01}$$

Siendo:

$$A_s = 20,66 \text{ m}^2$$

Calculada la superficie transversal, y fijada la profundidad, se determina la anchura del humedal mediante la expresión:

$$W = \frac{A_s}{h}$$

$$W = \frac{20,66}{0,4} = 51,65$$

W=51,65 m.

W= anchura de humedal.

h= profundidad de humedal.

Finalmente, la longitud del humedal se determina en base a la superficie y anchura calculadas, mediante la expresión:

$$L = \frac{S}{W}$$

$$L = \frac{1502}{51,65}$$

L= 29,1 m.

Relación entre ambas dimensiones

Se procede a dividir la superficie total en varias celdas, de forma que cumplan un requisito aproximado de 1.1 y que además se aproveche mejor el espacio.

Se procederá a realizar una división del humedal en tramos (5). Tal y como indica el capítulo de los planos.

SUPERFICIE HUMEDAL	
Área Calculada (m ²)	1502
THR (días)	3,66
Anchura (m)	51,65
Longitud (m)	29,1

Tabla 15. Valores superficie de humedal. Elaboración propia.

REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE EN PLANTA.

La siguiente imagen expone los rangos medios orientativos de los principales rendimientos que se alcanzan con este tipo de sistemas:

RENDIMIENTO DE DEPURACIÓN EN HASS	
Parámetro	%
Sólidos en Suspensión	85-95
DBO5	85-95
DQO	80-90
N	20-40
P	15-30
Coliformes fecales	90-99

Tabla 16: Rendimiento en Humedales artificiales. Manual de depuración ARU. Alianza por el Agua (2008).

La siguiente tabla muestra los resultados aplicando la reducción media de la tabla anterior, tanto en la entrada como en la salida del humedal.

PARAMETRO	RENDIMIENTO (%)	CONCENTRACION DEL INFLUENTE (mg/l)	CONCENTRACION DEL EFLUENTE (mg/l)	CARGA EN LA ENTRADA kg/día	CARGA EN LA SALIDA kg/día
S.S.T	90	180	18	7,1	0,71
DBO5	90	346,9	34,9	13,66	1,37
DQO	85	750	112,5	29,6	4,44
N	30	63,75	44,62	2,5	1,75
P	22,5	14,65	11,35	0,56	0,43

Tabla 17. Valores previstos de entrada y salida del humedal. Elaboración propia.

Finalmente, calculada la superficie del humedal, debe comprobarse que la carga orgánica resultante sobre la entrada del humedal sea de $8 \text{g DBO}_5/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, en caso contrario, se incrementará la superficie para cumplir este requisito.

$$\text{Carga orgánica} = 39,4(\text{m}^3/\text{d}) \cdot 346,9 (\text{g}/\text{m}^3) / 1502 (\text{m}^2) = 9,09 > 8 \text{g DBO}_5 / \text{m}^2 \cdot \text{d}$$

Aunque nos ha dado un valor muy aproximado a 8, hay que aumentar la superficie para que se cumpla que la carga contaminante sea de $8 \text{g DBO}_5 / \text{m}^2 \cdot \text{d}$

Aumentamos la longitud para que se aproxime más a la relación 1:1

$$51,65 \cdot 33,1 = 1709,61 \text{m}^2 \approx 1710 \text{m}^2$$

$$\text{Carga orgánica} = 39,4(\text{m}^3/\text{d}) \cdot 346,9 (\text{g}/\text{m}^3) / 1709,61 (\text{m}^2) = 7,99 < 8 \text{g DBO}_5 / \text{m}^2 \cdot \text{d}$$

Finalmente nos quedará:

TRATAMIENTO SECUNDARIO	
Área del humedal (m^2)	1710
THR (días)	3,66
Anchura (m)	51,65
Longitud (m)	33,1

Tabla 18. Valores finales del tratamiento secundario. Elaboración propia.

REUTILIZACIÓN DEL AGUA TRATADA.

Entre los diferentes usos que se le pueden dar, se podría realizar para según normativa de *Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, sabiendo que existe una relación entre la DBO5 y los SS* y a falta de una analítica que establezca VMA (Valores Máximos Admisibles) precisos, al menos se puede considerar las siguientes salidas:

Calidad 5.3.

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
5.- USOS AMBIENTALES					
CALIDAD 5.1 a) Recarga de acuíferos por percolación localizada a través del terreno.	No se fija límite	1.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	N _T ¹ 10 mg N/L NO ₃ : 25 mg NO ₃ /L Art. 257 a 259 del RD 849/1986
CALIDAD 5.2 a) Recarga de acuíferos por inyección directa	1 huevo/10 L	0 UFC/100 mL	10 mg/L	2 UNT	
CALIDAD 5.3 a) Riego de bosques, zonas verdes y de otro tipo no accesibles al público. b) Silvicultura.	No se fija límite	No se fija límite	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs
CALIDAD 5.4 a) Otros usos ambientales (mantenimiento de humedales, caudales mínimos y similares).	La calidad mínima requerida se estudiará caso por caso				

¹ Nitrógeno total, suma del nitrógeno inorgánico y orgánico presente en la muestra.

Tabla 19. VMA de contaminantes en agua para su reutilización. Real Decreto 1620/2007.

ANEJO 2.

ANEJO DE ESTRUCTURAS

INTRODUCCIÓN.

Será necesario contemplar un estudio de estructuras con las características mínimas de los materiales a utilizar, donde se describan las bases de cálculo, materiales, hipótesis y medios empleados en el cálculo.

Como resumen, y a falta de un proyecto de ejecución, se describen las características y normas que se debe contemplar para la construcción de los diferentes equipos de la instalación: arqueta de recepción, fosa, humedal y depósito.

NORMATIVA NECESARIA.

Los cálculos se deben realizar siguiendo los principios de la Mecánica Racional y de la Normativa vigente apoyándose especialmente en las siguientes normas:

- Norma DB-SE-AE. Acciones en la edificación.
- Norma DB-SE-A. Estructuras de acero en edificación.
- EHE. Instrucción de Hormigón Estructural.
- NCSR 02. Norma de construcción Sismoresistente.
- Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE).

En los elementos singulares tales como zona de maquinaria, bancadas de bombas, tuberías, etc, se debe considerar sus sobrecargas de uso particulares.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

Hormigones

- Limpieza HL-150
- Tajamares y formación de pendientes HM-20
- En alzados de estructuras HA-30
- En cimientos HA-30
- En estructuras HA-25

Aceros

- Armadura pasiva B 500 S
- Acero laminado S-275 JR.

Acero pasivo: Las barras corrugadas cumplirán los requisitos técnicos establecidos en la UNE 36068:94. Se empleará acero soldable del tipo B 500 S

El módulo de elasticidad del acero se considera 200.000 N/mm².

Hormigón estructural: Como hormigón estructural se empleará hormigón HA-25/B/20/Qb.

Para los cálculos a realizar, se emplearán los siguientes valores característicos:

Designación	Clase de acero	Límite elástico f_y en N/mm ² No menor que	Carga unitaria de rotura f_s en N/mm ²	Alargamiento en rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación f_s / f_y en ensayo no menor que
B400S	SOLDABLE	400	440	14	1,05
B500S	SOLDABLE	500	550	12	1,05

Tabla 1. Elaboración propia a partir de la Norma DB-SE-A.

CRITERIOS DE ARMADO MÍNIMO:

Para las diferentes estructuras que se elaborarán para la construcción de los equipos se debería considerar el siguiente armado mínimo:

- Losas: $1.8 / 1000$ a repartir entre ambas caras, tanto de la armadura longitudinal como de la transversal.
- Muros: $0.9 / 100$ de armadura vertical para la cara traccionada. La otra cara dispondrá un mínimo del 30% de la cuantía anterior. $3.2 / 1000$ de armadura horizontal a repartir entre ambas caras. En el caso de que una de las caras sea vista, en esa cara se podrá disponer de hasta los $2/3$ de la armadura anterior.

ANEJO 3.

CÁLCULO IMPULSIÓN EFLUENTE TRATADO

Uno de los objetivos principales que se quiere alcanzar en este documento técnico, es el aprovechamiento del agua tratada para la posible reutilización de la misma. Por lo tanto, será necesario presentar un cálculo hidráulico de los elementos que componen la instalación. Pero para poder hacer un cálculo definitivo de la impulsión de la estación, es necesario definir la ubicación de la planta.

La alternativa elegida que se ha presentado en este documento, se ha colocado aguas abajo para que todas las aguas fecales lleguen a la estación por gravedad. Esto implicaría que el consumo energético en alimentación a planta sería despreciable.

Sin embargo, el efluente y la posible reutilización de las aguas, requiere de depósitos de transferencia o regulador.

Para realizar esta transferencia será necesaria la colocación de una bomba a la salida del humedal. Ya que se ha propuesto como depósito regulador, hacer uso de los diferentes tanques de agua que se encuentran en la zona. Para este documento, se ha elegido un depósito actualmente en desuso, próximo a la estación y que se encuentra a una cota aproximada de unos 18 m por encima de la estación depuradora.



Imagen 1. Posible ubicación de la instalación depuradora y del depósito de transferencia.

Dado el alcance de este documento, se realizará un cálculo aproximado de la propuesta seleccionada como alternativa 1, a una cota de 420 msnm y un traslado de las aguas de unos 100mL, con una diferencia de cota de unos 20m desde la cota de impulsión al lugar de almacenamiento.

Para iniciar los cálculos tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

- El material de la impulsión de las aguas tratadas será de PEAD.
- El bombeo se ha dimensionado para las expectativas de diseño, de manera que las aguas tratadas se eleven.
- El caudal de diseño que se tomará será el de 8,47 m³/h, caudal punta máximo de la planta. Debido a los valores estandarizados en la bomba y para redondear un caudal máximo, haremos una aproximación por encima a 9m³/h.

Para el cálculo hidráulico de la impulsión se ha recurrido a una hoja de cálculo de elaboración propia. Realizando una comparación entre los datos hidráulicos de la instalación y los datos que facilita el fabricante de la bomba seleccionada (IDEAL STE(200M)). Localizando el punto óptimo de funcionamiento.

Para determinar caudales y velocidades utilizaremos la ecuación de la continuidad para conducciones a presión a sección llena: $Q = V \cdot S$.

Q = Caudal (m^3/s)

V = Velocidad (m/s)

S = Sección (m^2)

Los cálculos hidráulicos en régimen permanente, se realizan mediante la ecuación de Bernouilli:

$$h_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + H_b = h_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + \Delta H$$

Dónde:

h_i = Altura del punto i respecto al plano de referencia (m).

P_i / γ = Altura de presión del agua en el punto i ($m.c.a.$).

V_i = Velocidad del agua en el punto i (m/s).

H_b = Altura de bombeo necesaria (m).

ΔH 1-2 = Pérdida de carga entre el punto 1 y 2 (m).

Se pueden computar las pérdidas de carga en línea mediante diversas expresiones, de las cuales la más recomendable es la de Darcy y Weisbach(CEDEX, 2003):

$$J = \frac{\Delta H_c}{L} = \frac{f \cdot (v)^2}{ID \cdot 2g}$$

Siendo:

J = pérdida de carga continua, por unidad de longitud, en m/m

ΔH_c = pérdida de carga continua, en m

L = longitud del tramo, en m

v = velocidad del agua, en m/s

g = aceleración de la gravedad, en m/s^2

f = coeficiente de pérdida de carga por unidad de longitud (o coeficiente de fricción), adimensional.

En general, el cálculo del coeficiente de pérdida de carga por unidad de longitud, f, puede realizarse mediante el diagrama de Moddy, pero para tuberías de plástico no es preciso, por lo que usaremos la expresión de Colebrook-White (1939):

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{K}{3,71 ID} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right) \right]^2} =$$

Esta expresión necesita de aproximaciones sucesivas para su resolución, pero la podemos transformar en:

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{K}{3,71 ID} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Con esta ecuación se cometen errores inferiores al 1% con respecto a la fórmula de Colebrook para las condiciones ($10^{-6} \leq k/D \leq 10^{-2}$ con $5000 \leq Re \leq 10^8$).

Siendo:

k= rugosidad absoluta de la tubería, en m

Re = número de Reynolds, adimensional:

$$Re = \frac{v \cdot ID}{\nu_c}$$

ν_c = viscosidad cinemática, en m^2/s ($1,177175 \cdot 10^{-6}$, para el agua a $15^\circ C$).

Calculamos las pérdidas de carga para k (rugosidad absoluta del PE (0,007)).

VALORES EN EL DEPÓSITO DE SALIDA.		
Variable	Valor	Unidades
Caudal a impulsar	9	m^3/h
Caudal a impulsar	0,0025	m^3/s

Tabla 1. Depósito a la salida de la planta. Elaboración propia.

VALORES ECUACIÓN COLEBROOK		
Variable	Valor	Unidades
Caudal a impulsar	0,0025	m ³ /s
ID	50	mm
Rugosidad absoluta	0,007	mm
T ^a	15	°C
Viscosidad	0,01177175	cm ² /s
Velocidad del fluido (v)	1,27	m/s
v ² /2g	0,146598553	m
Número de Reynolds (Re)	53943	adm
Coefficiente de fricción DARCY – WEISBACH (f)	0,021	adm

Tabla 2. Valores de fluido a la salida de la planta.

VALORES IMPULSIÓN		
Variable	Valor	Unidades
Longitud conducción impulsión	100	m
Material de la conducción	PEAD	-
Rugosidad de la conducción (Darcy)	0,021	adm
Diámetro de la conducción	50	mm
Diferencia entre la cota mínima impulsión y cota de vertido	20	m
Accesorios (válvula compuerta, valvula retención, codos..) *	-	ud

*Perdidas de carga.

Tabla 3. Valores de impulsión. Elaboración propia en función de datos de referencia.

Respecto a las pérdidas de carga de los accesorios, se deberían calcular de la siguiente manera:

$$h_c = K \cdot V^2/2g$$

Para poder hacer un cálculo de cuantos equipos de válvulas, codos y tes serían necesarios, para este tipo de instalaciones se suelen considerar en conjunto, como un porcentaje de las pérdidas de carga del tubo.

Se estima en un 15 % de las pérdidas de carga de la tubería. Por lo que normalmente no estaremos muy lejos de un número real.

Por lo que:

$$\Delta H = \Delta H_c + \Delta \text{accesorios}$$

Construiremos nuestra gráfica en función de la siguiente tabla:

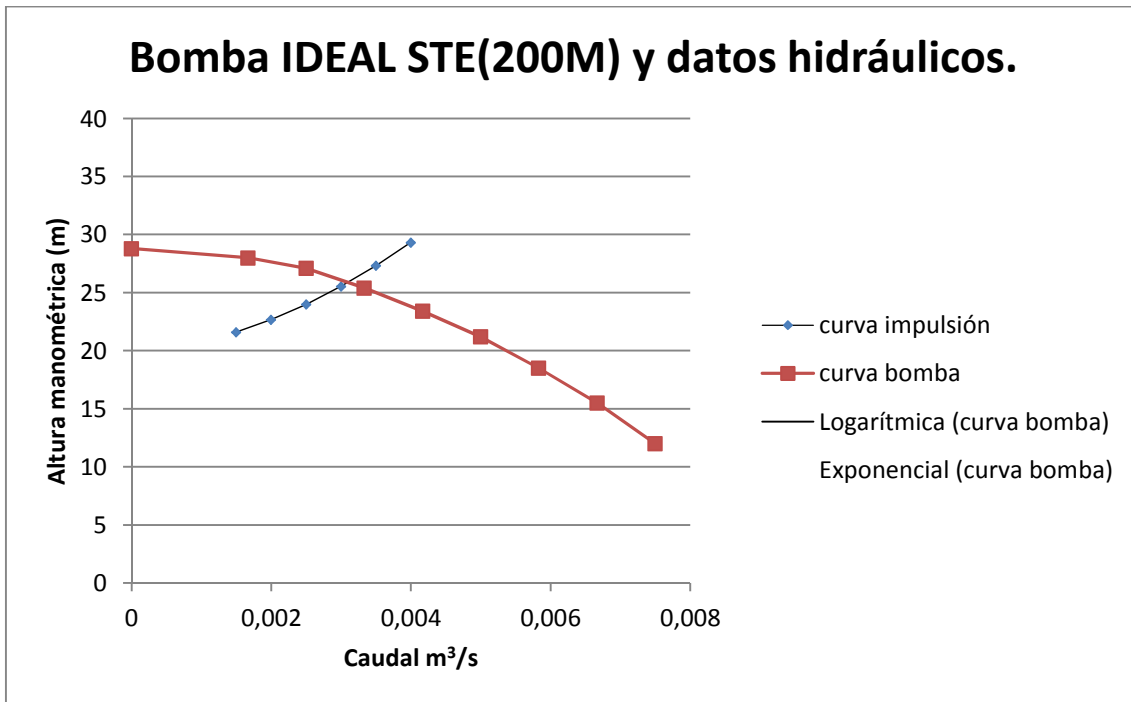
CURVA DE IMPULSIÓN	
Caudal (m ³ /s)	H _{manométrica} (m)
0,0015	21,5999759
0.002	22,6724779
0,0025	23,9875105
0,003	25,5377935
0,0035	27,3179683
0,004	29,3238967

Tabla 4. Curva de impulsión del efluente de salida de planta. Elaboración propia.

La curva de la bomba dada por el fabricante IDEAL STE(200M) de 1,5Kw de potencia se muestra en la siguiente tabla.

IDEAL STE 200M (1,5Kw-2HP)	
Caudal (m ³ /s)	H _{manométrica} (m)
0,0000	28,80
0.00167	28,00
0,00250	27,10
0,00333	25,40
0,00417	23,40
0,00500	21,20
0,00583	18,50
0,00667	15,50
0,00750	12,00

Tabla 5. Fabricante de IDEAL STE 200M (1,5Kw-2HP)



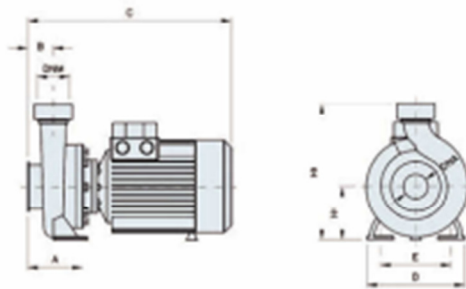
Gráfica 1. Representación de la curva del agua a tratar y de la bomba seleccionada.

El punto óptimo de funcionamiento es $0,0029 \text{ m}^3/\text{s}$ y $H_m = 25,8 \text{ m}$.

Electrobombas centrifugas monobloc gr an caudal



STE 200T



Dimensiones

Tipo	Dimensiones mm.										Peso kg.
	DNA	DNM	A	B	C	D	E	H1	H2		
STE 150T	2"	2"	105	48	370	200	160	110	280	22	
STE 150M	2"	2"	105	48	370	200	160	110	280	22	
STE 200T	2"	2"	105	48	370	200	160	110	280	24	
STE 200M	2"	2"	105	48	370	200	160	110	280	24	
STE 300T	2"	2"	105	48	410	200	160	110	280	26	

Prestaciones y características

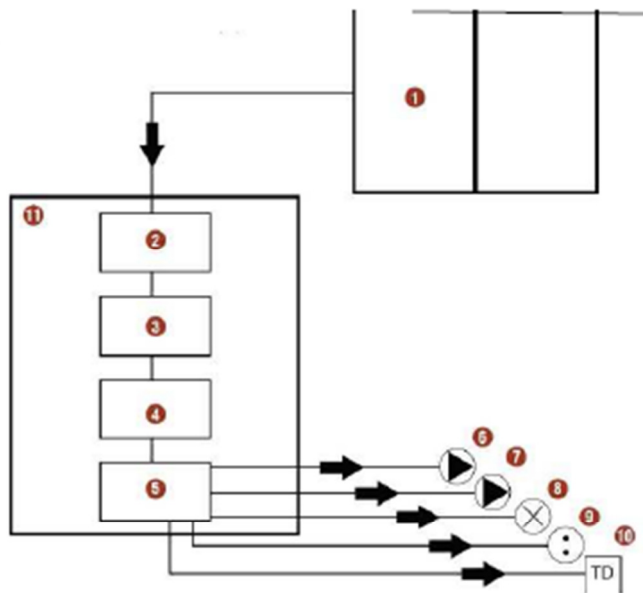
Tipo	Motor P2		l/min m ³ /h	0	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	kw	HP		0	6	9	12	15	18	21	24	27	30
STE 150T	1,1	1,5	m.c.a.	25	24,2	23,4	22	20,1	17,8	15	11,8	8,2	4
STE 150M	1,1	1,5		25	24,2	23,4	22	20,1	17,8	15	11,8	8,2	4
STE 200T	1,5	2		28,8	28	27,1	25,4	23,4	21,2	18,5	15,5	12	8
STE 200M	1,5	2		28,8	28	27,1	25,4	23,4	21,2	18,5	15,5	12	8
STE 300T	2,2	3		32,8	32	30,9	29,5	27,6	25,5	22,9	20	16,7	13,5

M: Monofásico T: Trifásico

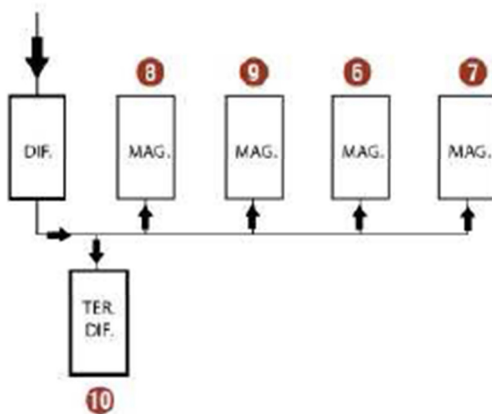
Imagen 1. Datos de la bomba a utilizar. IDEAL STE.

Se podría utilizar para nuestro caso la STE 200M.

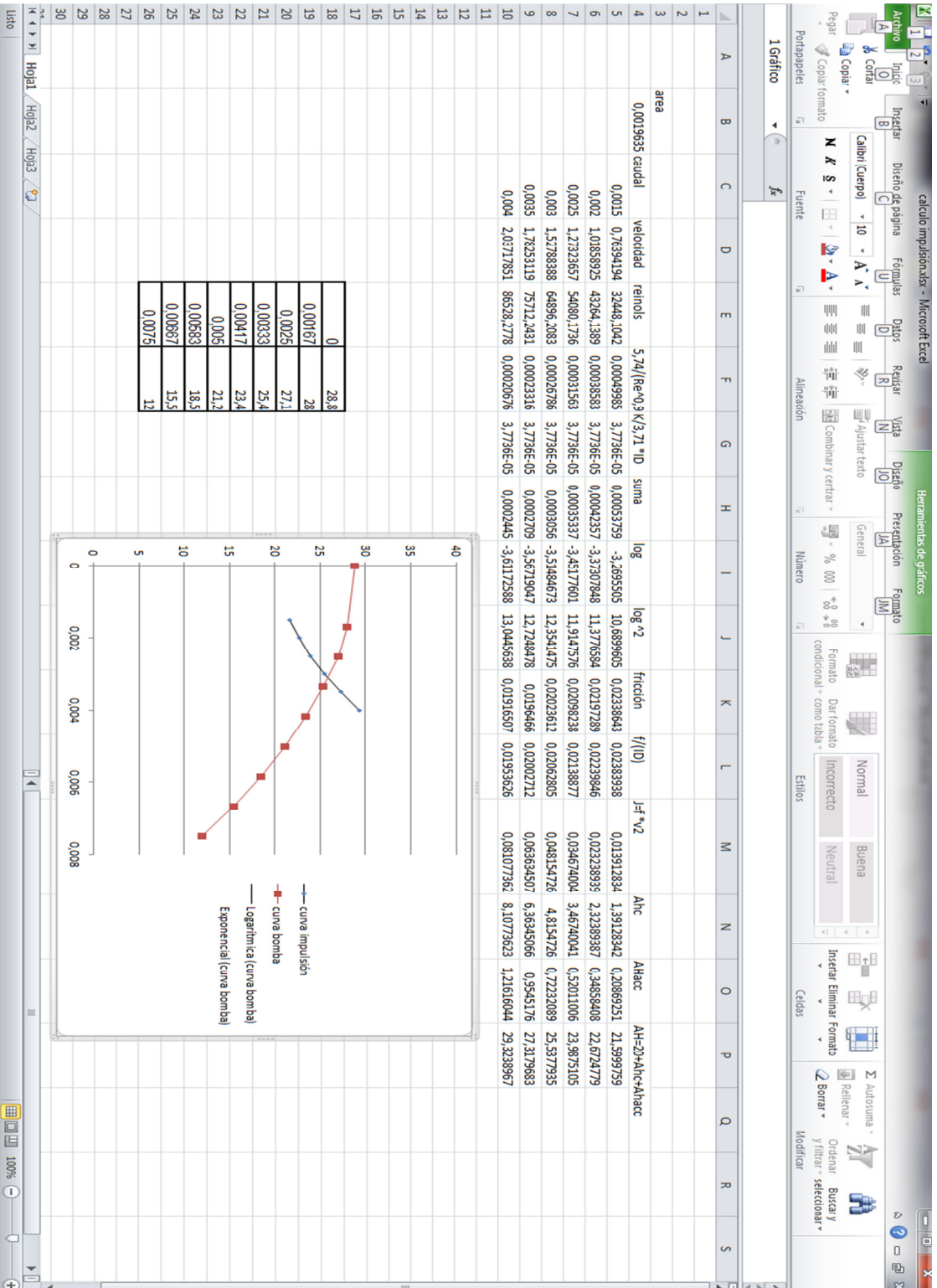
A continuación, se presentará un pequeño esquema eléctrico para su funcionamiento y su aparamenta necesaria para el uso de la bomba.



1. Instalación solar. Compuesto por dos paneles modelo, tipo P de 24 voltios y 150 W de potencia.
2. Regulador de carga de Batería.
3. Batería.
4. Inversor 24 v_{cc} a 230 va 50 hz.
5. Cuadro eléctrico.
6. Bomba de retorno.
7. Bomba de reserva.
8. Iluminación
9. Fuerza.
10. Termostato Diferencial.
11. Cuarto de electricidad



A continuación se presentan los cálculos realizados de las ecuaciones y la representación de la curva de impulsión.



ANEJO 4.

RESIDUOS

Este documento que debe formar parte de un proyecto de ejecución, debe redactarse para prever los residuos que se puedan generar a la hora de llevarse a cabo la construcción de la instalación.

En el alcance de este documento técnico, se puede adelantar que la mayor parte de los residuos procedentes de la construcción de esta EDAR, se pueden calificar como inertes, a excepción de una pequeña proporción de peligrosos y no inertes como, por ejemplo: los disolventes y algunos aditivos del hormigón, ciertas pinturas, resinas y plásticos, que no se generarán.

Aun así, se va a realizar una estimación económica del presupuesto necesario para esta partida de la actuación.

Según lo recogido en el R.D. 105/2008 se entiende por:

- Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.
- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Se consideran los residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 2 del R.D. 105/2008 con excepción de las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

El mayor volumen de residuo generado en la actuación es de tipología propia de la excavación, considerando que no se encuentran contaminadas por sustancias peligrosas. Por lo que entran dentro de la excepción mencionada.

Los residuos generados a considerar serán los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se han considerado incluidos en el cómputo general, los materiales que no superen 1 m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

A.1.: RCDs Nivel I	
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
A.2.: RCDs Nivel II	
RCD: Naturaleza no pétreo	
02 01 07	Residuos de silvicultura
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el 17 03 01.
17 02 01	Madera
20 01 01	Papel y cartón
RCD: Naturaleza pétreo	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06
RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos, ...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor, ...)
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes

Tabla 1. Código de residuos procedentes de construcción y demolición. Orden MAM/304/2002

A continuación se presenta el tipo de residuo que se estima generar en la construcción de la instalación:

- 02 01 07 Residuos de la silvicultura.

Se incluyen los restos vegetales de la operación de desbroces

- 17 05 04 “Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03”

Se incluye el producto del movimiento de tierras procedente de la excavación para la realización de desmontes y zanjas.

- 17 01 07 “Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que no contienen sustancias peligrosas”

Se incluye el producto de restos de obra de fábrica.

- 17 02 01 “Madera”

Se trata de la madera utilizada para la realización de encofrados de las obras de fábrica previstas, así como la proveniente del acopio de nuevos materiales. Además se los residuos generados directamente como resultado de la construcción, se consideran los residuos generados de forma indirecta, diferenciando los potencialmente no peligrosos:

- 20 01 01 “Papel y cartón”

y los potencialmente peligrosos:

- 15 02 02 “Absorbentes contaminados”
- 13 02 05 “Aceites usados”
- 15 01 10 “Envases vacíos de metal o plástico contaminado”
- 08 01 11 “Sobrantes de pintura o barnices”
- 14 06 03 “Sobrantes de disolventes no halogenados”

- 07 07 01 “Sobrantes de desencofrantes”

Para la obtención de las cantidades totales de cada uno de los residuos generados por la instalación propuesta, se ha realizado una estimación del residuo en base al presupuesto general del mismo para esta tipología de obra, aplicando un valor entre el 0,5-1% de proyecto de ejecución.

Se tomará un valor aproximado de 0,75%.

Valoración del Coste Previsto de la Gestión de los RCDs

Planta de Depuración de El Palmar				
PRESUPUESTOS PARCIALES				
Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO GR GESTIÓN DE RESIDUOS				
D37B0050N	m ³ Carga y transporte residuos a instalac. autorizada 42 km. Carga y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 42 km.			
		175,00	12,21	2.136,75
TOTAL CAPÍTULO GR				2.136,75

Tabla 2. Valoración de la unidad de gestión de residuo.

ANEJO 5.

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Ya se ha contemplado en el documento de la memoria descriptiva, cuando es necesario elaborar un Estudio de Seguridad y Salud (ESS) en un proyecto de ejecución, según lo indicado en Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (“B.O.E.” nº 255 de 25-10- 1.997).

En base a la normativa consultada y las características del presente documento técnico, una vez planificada la actuación de la obra, se debe redactar un Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS).

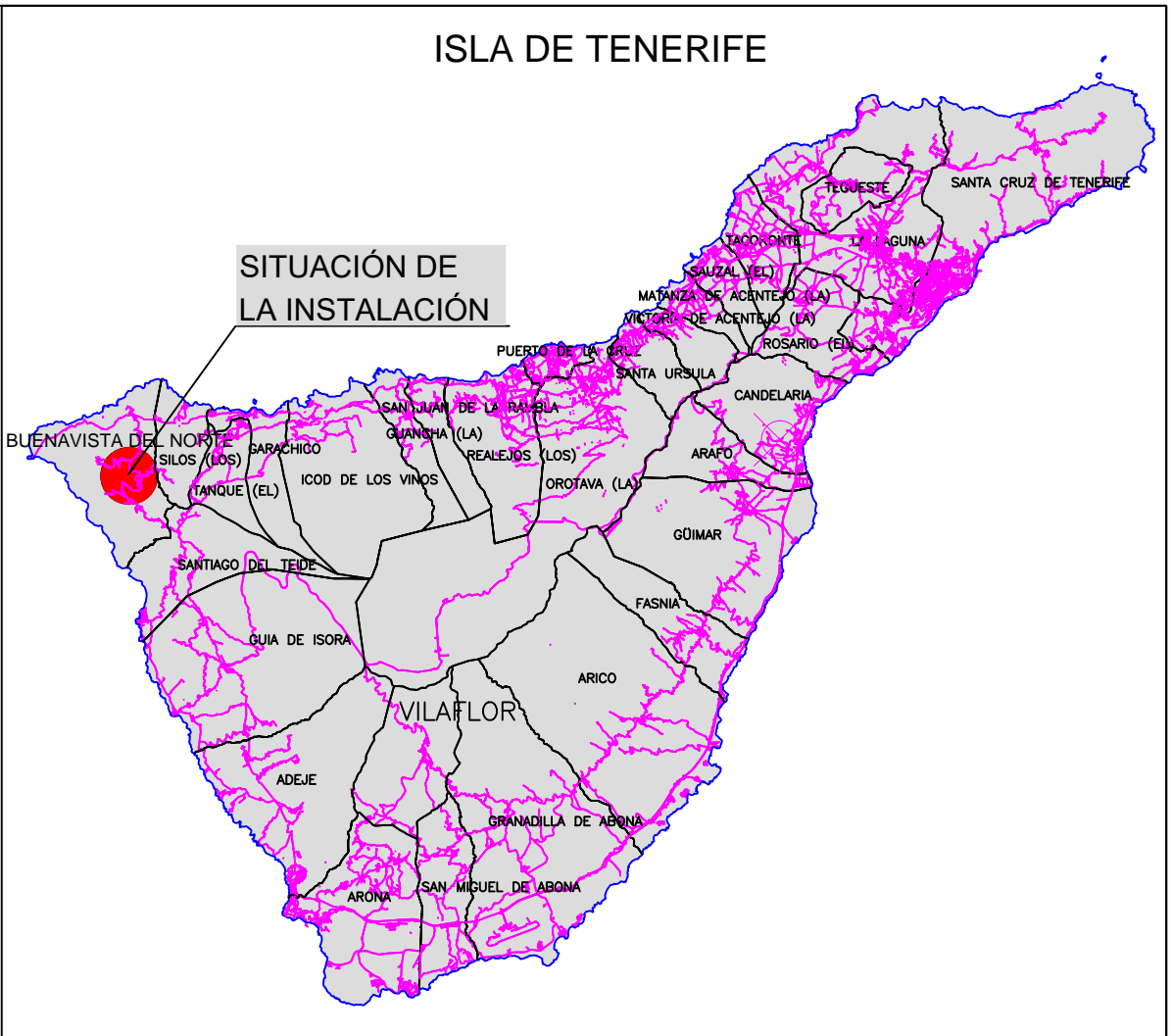
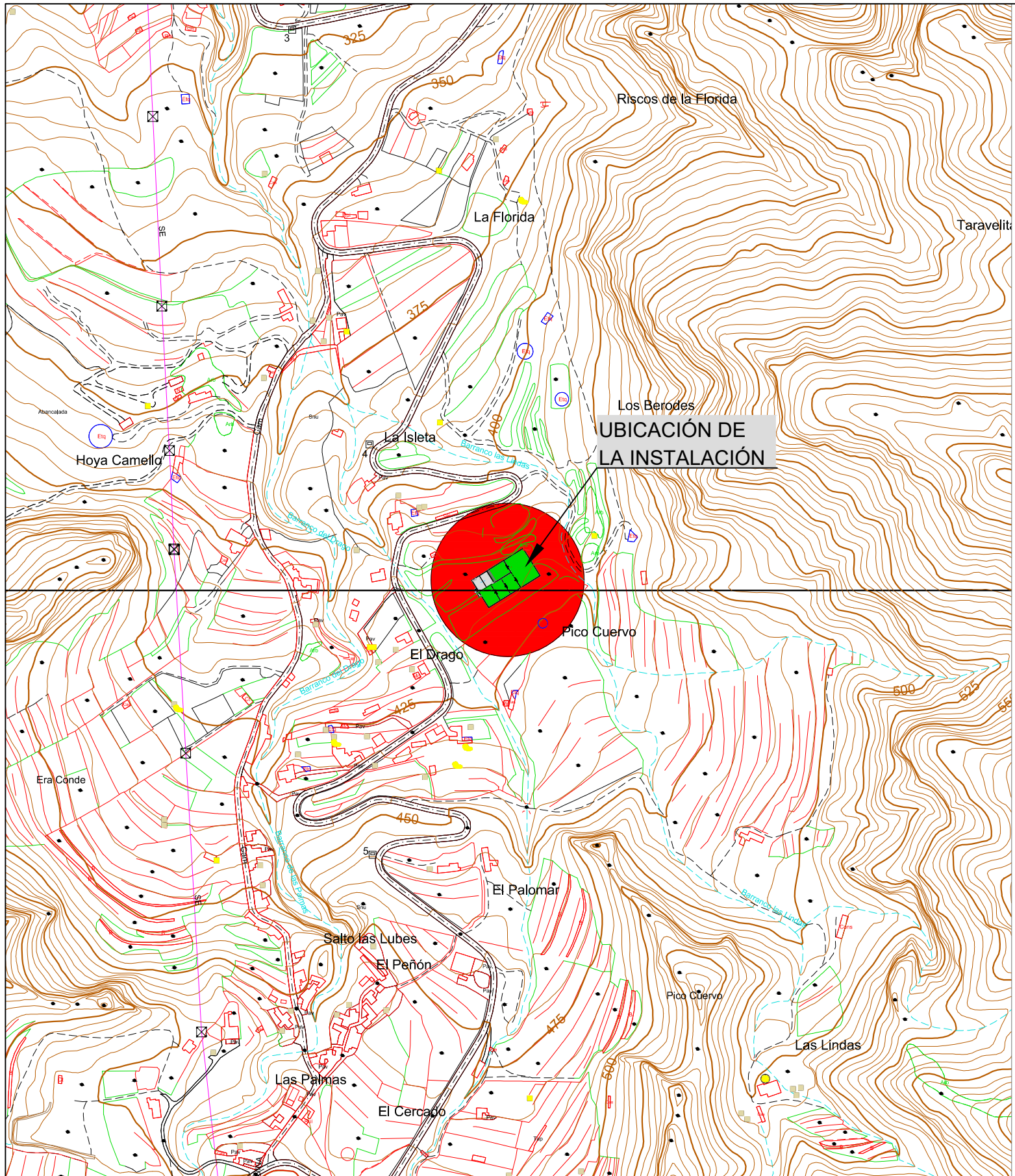
Este EBSS, tiene como objetivo establecer las previsiones necesarias para evitar o aislar los riesgos identificados como de probable aparición durante la ejecución de la obra, con el fin de evitarlos o proteger de sus efectos.

En el caso del EBSS, su realización se concreta en la redacción de una Memoria o Informe, sin que sea obligatorio incluir Planos, Mediciones, Presupuesto o Pliego de condiciones como si se contempla en un ESS. Aun así, este EBSS deberá ser en cualquier caso suficientemente detallado para permitir la posterior elaboración del Plan de Seguridad y Salud (PSS) en base a él, debiendo contemplar y desarrollar como mínimo:

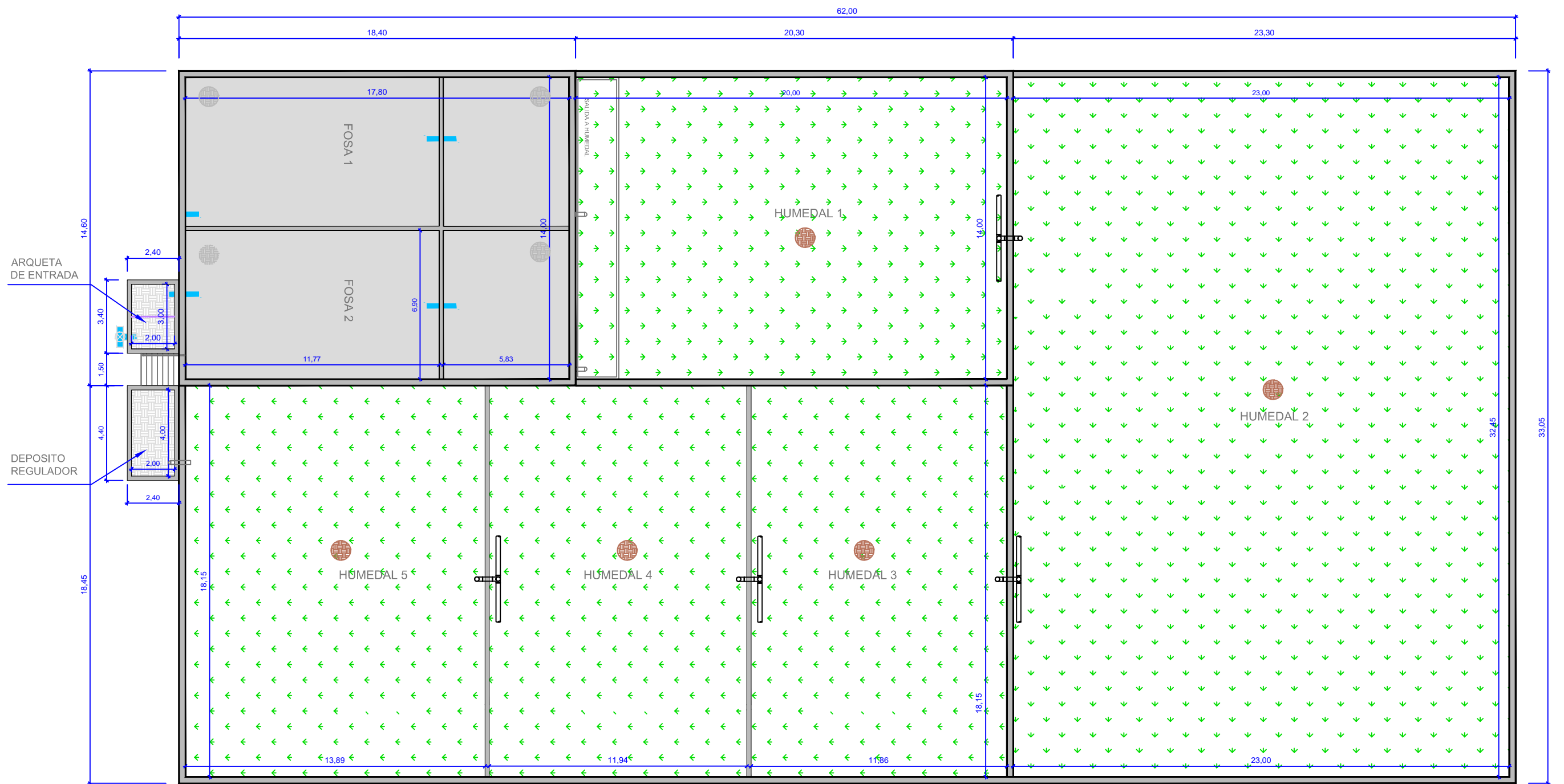
- Normativa de seguridad y salud aplicables a las obras.
- Identificación de los riesgos que pueden ser evitados, indicando las medidas para ello.
- Consideración particular a los riesgos incluidos en el Anexo II del R.D. 39/1997.
- Relación de los riesgos que no pueden eliminarse y propuesta de medidas preventivas y de protección para controlar y reducir dichos riesgos, valorando su eficacia.
- Normalización de protecciones mínimas exigibles en la ejecución de cada unidad de obra. Protecciones colectivas y Equipos de Protección Individual(EPI).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar trabajos posteriores


Por lo expuesto, se contempla que una vez determinada una planificación de la obra y definido un proyecto de ejecución, será necesario la redacción de un estudio Básico de Seguridad y salud que contemple lo ya indicado.

PLANOS

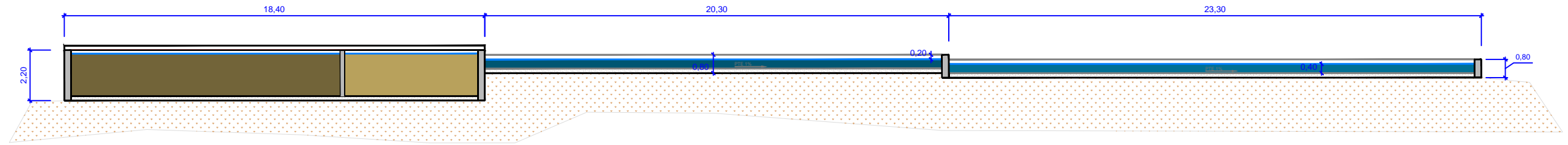


	Fecha	Nombre	Firmas	TRABAJO FIN DE GRADO. PROPUESTA DE DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS DE BAJO COSTE ENERGÉTICO EN EL PALMAR-BUENA VISTA, TENERIFE.
Dibujado	MARZO 2022	JUAN JAVIER MÉNDEZ SÁNCHEZ		
Escala	SITUACION			Número
1/5000				1
				Para: ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. ULL.

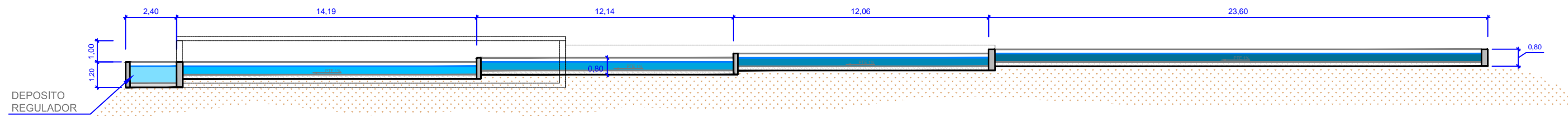


	Fecha	Nombre	Firmas	TRABAJO FIN DE GRADO. PROPUESTA DE DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS DE BAJO COSTE ENERGÉTICO EN EL PALMAR-BUENA VISTA, TENERIFE.
Dibujado	MARZO 2022	JUAN JAVIER MÉNDEZ SÁNCHEZ		
Escala	PLANTA			Número 2
1/200				Para: ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. ULL.

CORTE A - A'

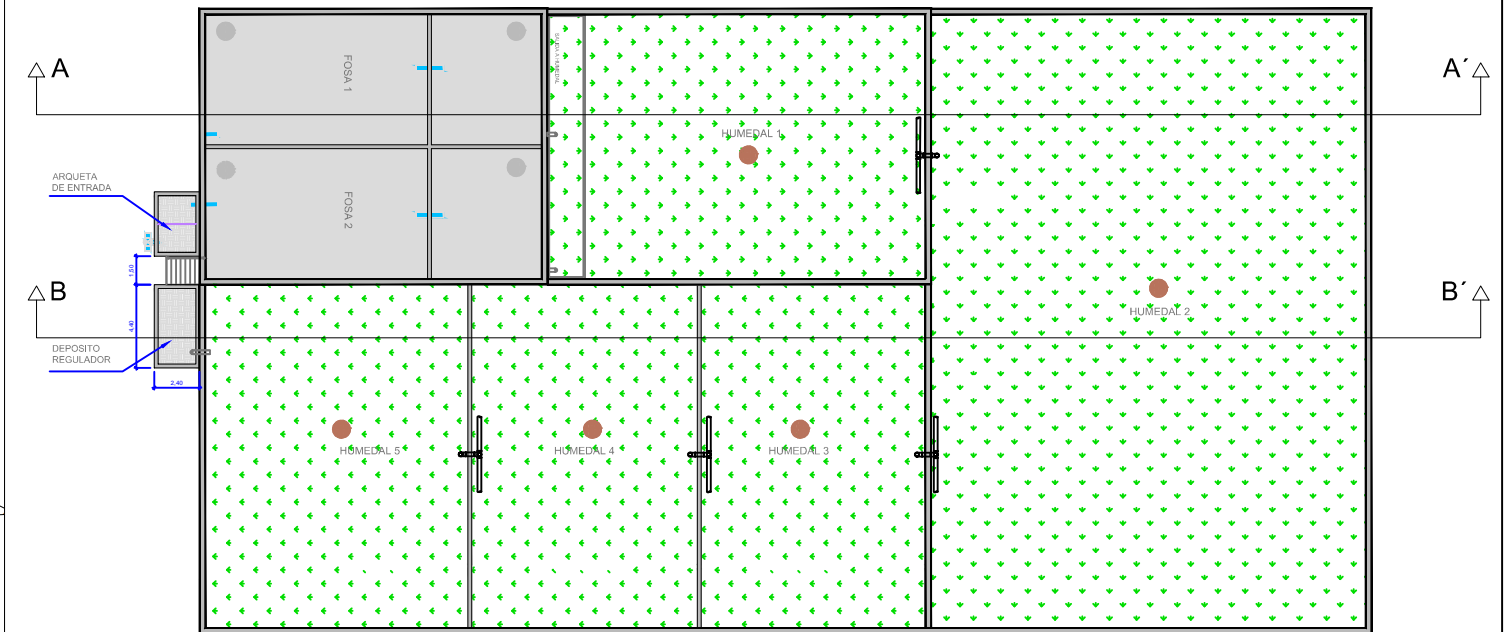
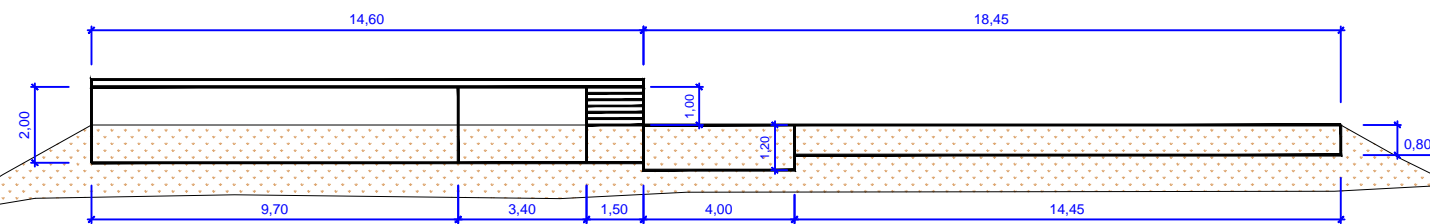


CORTE B - B'



E=1/200

ALZADO



E=1/400

E=1/200

	Fecha	Nombre	Firmas	TRABAJO FIN DE GRADO. PROPUESTA DE DISEÑO DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES URBANAS POR MEDIO DE TECNOLOGÍAS DE BAJO COSTE ENERGÉTICO EN EL PALMAR-BUENA VISTA, TENERIFE.
Dibujado	MARZO 2022	JUAN JAVIER MÉNDEZ SÁNCHEZ		
Escala	INDICADAS			Número 3
				Para: ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. ULL.

CORTE, PLANTA Y ALZADO

PRESUPUESTO

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
--------	-------------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

CD.0020_N m² Limpieza y desbroce

Limpieza y desbroce del terreno, de grosor variable, a máquina, No incluye el transporte a vertedero autorizado.

2.356,00 2,64 6.219,84

TOTAL CAPÍTULO 01..... 6.219,84

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 02 MOVIMIENTOS DE TIERRA				
JLF0030_N	m³ Excavación mecánica a cielo abierto, excepto roca Excavación mecánica a cielo abierto en cualquier tipo de terreno, excepto roca, y acopio a pie de máquina. Incluso demolición de muro de piedra seca. La medición se hará sobre perfil.	1.318,00	9,46	12.468,28
I02025_N	m³ Excavación roca masas continuas con medios mecánicos Excavación en terreno roca, con medios mecánicos especiales, para excavaciones en masas continuas, incluyendo extracción y acopio a pie de máquina, medido sobre perfil.	264,00	25,36	6.695,04
I02026d	m³ Carga mecánica, transporte D= 35 a 45 m Carga mecánica de tierra y materiales sueltos y/o pétreos de cualquier naturaleza, sobre vehículos o planta. Con transporte de tierras hasta una distancia máxima de 35 a 45 m.	1.318,00	0,96	1.265,28
JLF0032_N	m³ Selección de tierras, gravas Selección de tierras, gravas y piedras procedentes del desmonte, clasificándolas según su granulometría y características, para rellenos y uso en la construcción de los muros de mampostería, hormigón ciclópeo, incluye carga y transporte a lugar de selección dentro de la obra.	1.318,00	4,47	5.891,46
JLF0033_N	m³ Rellenos de trasdós de muros de contención Rellenos de trasdós de muros de contención, con material seleccionado procedente de la excavación, compactado por capas de 30 cm, al proctor modificado del 95 %, incluso riego.	58,20	10,22	594,80
A01004N	m³ Excavación mecánica zanja tuberías, cualquier terreno excepto roca Excavación mecánica de zanjas para tuberías hasta 4 m de profundidad, con retroexcavadora hasta 4 m de profundidad, en cualquier clase de terreno excepto roca, medido sobre perfil.	17,28	19,24	332,47
A01005N	m³ Excavación mecánica zanja tuberías, terreno roca Excavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora y martillo hidráulico, hasta 4 m de profundidad, en terreno roca, medido sobre perfil. Incluido extracción de los materiales excavados a pie de zanja.	4,40	42,07	185,11
ACRF020b_N	m³ Relleno de zanjas con suelo cemento tipo SC4 con medios mecánicos, y compactación . Relleno de zanjas con suelo cemento tipo SC4 con medios mecánicos, y compactación al 90% del Proctor Modificado con medios mecánicos. No se realizará aporte de material granular de cantera, sino que se utilizará el propio material extraído de la excavación.	17,00	21,95	373,15
ZAHORRA	m³ Zahorra artificial	684,00	17,40	11.901,60
JLF0034_N	m² Compactación mecánica de tierras por capas Compactación mecánica de tierras por capas de 30 cm, al 95% del Proctor modificado, con productos seleccionados procedentes del desmonte y excavación, para la formación de bancales para posterior colocación de lámina impermeabilizante de butilo. Incluso riego y aportación de finos y material de préstamo si fuera necesario.	1.710,00	3,49	5.967,90

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
I02026d_N	m³ Carga mecánica, transporte D<= 30 m, con minirretroexcavadora Carga mecánica de tierra y materiales sueltos y/o pétreos de cualquier naturaleza, sobre vehículos o planta. Con transporte de tierras hasta una distancia máxima de 30 m. Con minirretroexcavadora.	406,00	2,96	1.201,76
I02027_N	m³ Transporte materiales sueltos (obra), dumper D<=150 m Transporte de materiales sueltos en obra con dumper, en el interior de la obra a una distancia máxima de 150 m de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte.	406,00	3,67	1.490,02
JLF0036_N	m³ Extendido de picón manual Extendido de picón de 20-40 mm de diametro con medios manuales en filtro verde sin compactar	684,00	30,24	20.684,16
TOTAL CAPÍTULO 02.....				69.051,03

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 03 ALBAÑILERIA Y ESTRUCTURAS				
JLF0050_N	m³ Hormigón en masa de fck= 10 N/mm² Hormigón en masa de limpieza y nivelación, con hormigón de fck=10 N/mm², de 10 cm de espesor medio, en base de cimentaciones, paredes de bloques, zona de drenaje y muros, incluso elaboración, puesta en obra, curado y nivelación de la superficie.	231,00	131,24	30.316,44
I14013_N_TF	m³ Hormigón HA-25/spb/20/I-Ila, elaborado "in situ" Hormigón para armar HA-25 (25 N/mm² de resistencia característica), con árido de 20 mm de tamaño máximo, elaborado "in situ". Incluida puesta en obra.	53,16	165,08	8.775,65
I15004_TF	kg Acero corrugado, ø 16-20 mm, B-500S/SD, colocado Acero corrugado, diámetro 16 a 20 mm, B-500S/SD, colocado en obra.	14.218,00	1,48	21.042,64
I16002	m² Encofrado y desencofrado madera zapatas, vigas riostras y encepados Encofrado y desencofrado con madera en zapatas, zanjas, vigas y encepados de cimentación, considerando 4 posturas, incluyendo la aplicación de aditivo desencofrante, sin incluir medios auxiliares.	29,32	16,52	484,37
I16003	m² Encofrado y desencofrado muros, h <= 1,5 m Encofrado y desencofrado en muros, hasta 1,5 m de altura, considerando 40 posturas, sin incluir medios auxiliares.	136,00	13,95	1.897,20
I14031_N	m³ Puesta en obra hormigón con bomba estacionaria Mayor precio de puesta en obra de hormigón, impulsado por bomba de hormigonar 20 m³/h, para muros, losas, forjados, etc..., sin incluir encofrado, hormigones ni armaduras.	231,00	14,11	3.259,41
D07AA0020_N	m² Fábrica bl.hueco sencillo 20x25x50 cm Fábrica de bloques huecos de hormigón vibrado de 20 cm de espesor (20x25x50), con marcado CE, categoría I según UNE-EN 771-3, recibidos con mortero industrial M 2,5, con marcado CE s/UNE-EN 998-2, incluso, aplomado, nivelado, replanteo humedecido del bloque, grapas metálicas de unión a la estructura, ejecución de jambas y encuentros y parte proporcional de refuerzo con armaduras de acero B 400 S en esquinas y cruces.	68,00	29,71	2.020,28
I20023_N	m² Ejecución de chapado piedra espesor 10 cm Chapado de piedra de hasta 10 cm de espesor, con despiece natural de la misma, con mortero 1:5 de 290 kg de cemento. No se incluye el suministro ni el transporte de la piedra, ya que proviene del deribo de parte del muro existente en la entrada a la parcela. Hasta una altura máxima de 2 m.	32,00	53,31	1.705,92
JLFOO59_N	m² Forj.alveoplaca 20+10 cm luz 17 m carga 1000kg/m² HA-25/B/20/I. Forjado constituido por placa alveolar (alveoplaca), de canto 20+10 cm, para luces de hasta 7 m y carga total de 1000 kg/m², incluso relleno de juntas y hormigonado de capa de compresión con hormigón HA-25/B/20/I, colocación de conectores con acero B 400 S, malla de reparto, separadores, vertido, vibrado y curado del hormigón y montaje con grúa, s/EHE y EFHE.	261,00	84,73	22.114,53

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
D11BB0010_Nm	Peldaño hormigón visto i/zanquín			
	Peldaño de hormigón visto, en piezas de hasta 1 m de largo, recibido con mortero 1:6 de cemento y arena, incluso formación de peldaño con hormigón aligerado, zanquín del mismo material, rejuntado y limpieza.			
		10,50	98,85	1.037,93
D11PA0010_Nm²	Pavim continuo mort cem 1:3.			
	Pavimento continuo de mortero de cemento 1:3, de 5 cm de espesor, con superficie enlucida sin ruletear, incluso formación de maestras y juntas. Incluye mallazo y geotextil.			
		286,00	27,62	7.899,32
T90010	m² Malla de desbaste			
	Malla de desbaste formada			
		24,00	10,76	258,24
TOTAL CAPÍTULO 03.....				100.811,93

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
--------	-------------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 04 IMPERMEABILIZACION

JLF0070_N m² Impermeabilización de filtro verde

Impermeabilización de filtro verde con protección pesada realizada con lámina de PDM de 1,2 mm de espesor en rollos de 12.19m de ancho y 30m de largo, o similar, adherida a paredes perimetrales por adhesivo y cinta de refuerzo, según instrucciones de la casa suministradora. Incluso colocación del geotextil.

1.764,00 28,85 50.891,40

JLF0071_N m² Impermeab de fosa séptica y deposito

Impermeabilización de fosa septica mediane revestimiento impermeable cementoso dragoseal o similar en paredes, techo y suelo, dos manos, incluso p.p. de morteros especiales para preparación de soporte.

428,50 51,47 22.054,90

TOTAL CAPÍTULO 04..... 72.946,30

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 05 CANALIZACIONES				
JLF0082_N	n Tubería de saneamiento de PVC D 160 Tubería de saneamiento de PVC Canplástica o similar, de D 160 mm y 4,0 mm de espesor, con junta elástica, color teja, (s/UNE-EN 1401-1), enterrada en zanja (no incluye la excavación), con p.p. de piezas especiales. Totalmente instalada y probada.	56,00	26,79	1.500,24
JLF0080_N	n Colocación de tubería de PVC D 90mm Colocación de tubería de PVC D 90mm, serie B, s/UNE EN 1329-1, Uralita o similar, incluso p.p. de piezas especiales, pequeño material y sellado con masilla bituminosa en conexiones. Completamente Instalado y probado.	3,00	894,47	2.683,41
JLF0081_N	m Colocación de tubería de PVC D 315 mm, Colocación de tubería de PVC D 315mm, serie B, s/UNE EN 1329-1, Uralita o similar, incluso p.p. de piezas especiales, pequeño material y sellado con masilla bituminosa en conexiones. Completamente instalado y probado.	5,00	48,33	241,65
D29DBB0030_Nud	Pozo registro circular D=1,20 m horm., parte fija (sup e inf), tapa fund dúctil Pozo de registro circular (parte fija), prefabricado de hormigón armado, de diámetro interior 1,20 m, con marcado CE s/UNE-EN 1917 y UNE 127917, formado por pieza inferior constituida por base de pozo de 1200x1000 mm (Dxh) y pieza superior constituida por cono de 1200/625x1000 mm (D inf/sup x h), incluso pates montados en fábrica, registro reforzado D 400, s/UNE EN 124, de fundición dúctil , de D=600 mm, juntas de estanqueidad o material de sellado, conexión a conducciones. Totalmente terminado, según C.T.E. DB HS-5., No incluye excavación. Incluye relleno con material de la excavación.	4,00	776,91	3.107,64
D04BA0090_Nud	tapa fund. dúctil EJ-Norinco Arqueta de registro de 70x70x70 cm de dimensiones interiores, constituida por paredes de hormigón en masa de fck=15 N/mm ² de 12 cm de espesor, solera de hormigón de fck=10 N/mm ² de 10 cm de espesor, con aristas y rincones a media caña, y registro peatonal B-125 s/UNE EN 124, de fundición dúctil EJ-Norinco o equivalente, encofrado y desencofrado, acometida y remate de tubos, según C.T.E. DB HS-5. Incluso excavación y relleno de trasdós. No incluye la carga y el transporte de tierras sobrantes a vertedero,	1,00	449,96	449,96
D29BAB0050_N	Tub. abast. PE-100, AD, DN-50 mm, 16 atm., Canplástica Tubería de polietileno alta densidad PE-100, UNE-EN 12201, DN-50 mm, presión 16 kg/cm ² , Canplástica o similar, en red de abastecimiento, colocada en fondo de zanja, incluso lecho de arena de 15 cm de espesor, p.p. de juntas, piezas especiales, nivelación del tubo. No incluye la excavación, ni el relleno y compactación, ni la carga y transporte de tierras a vertedero, s/ NTE IFA-13. Totalmente instalada y probada.	100,00	9,67	967,00
TOTAL CAPÍTULO 05.....			9,67	8.949,90

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 06 PAVIMENTOS				
I14013_N_TF	m³ Hormigón HA-25/spb/20/l-Ila, elaborado "in situ" Hormigón para armar HA-25 (25 N/mm² de resistencia característica), con árido de 20 mm de tamaño máximo, elaborado "in situ". Incluida puesta en obra.	26,70	165,08	4.407,64
I14007_N_TF	m³ Hormigón en masa HM-20/spb/40/l, elaborado "in situ" Hormigón en masa HM-20 (20 N/mm² de resistencia característica) con árido machacado de 40 mm de tamaño máximo. Elaborado "in situ", incluida puesta en obra.	26,70	142,32	3.799,94
JUNTADILAT1m	Junta de dilatación c/betún conformado Junta de dilatación a base de cordón de betún conformado tipo Kuvjunt o similar sobre relleno de arena en solera de hormigón.	10,00	7,86	78,60
I17006_N	m² Construcción pavimento hormigón hasta 20 cm, pendiente 5-10% Construcción de pavimento de hormigón de hasta 20 cm de espesor, en caminos con pendiente media comprendida entre el 5 y el 10% incluyendo extendido del hormigón, compactación con regla vibrante, fratasado y remates, cepillado/ruleteado para textura superficial, curado con productos filmógenos y realización de juntas de contracción en duro; no se incluye encofrado, hormigones, armaduras ni productos de curado.	53,40	3,93	209,86
SUBBASE22_M³	Sub-base granular de zahorra artificial (10 <e <=20 cm) Sub-base granular de zahorra artificial de espesor <=20 cm. Totalmente terminada.	53,40	29,14	1.556,08
TOTAL CAPÍTULO 06.....				10.052,12

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO 07 VARIOS				
D25I0010_N	m Barandilla escalera h=1m, pasamanos y barrotes vert. de tubo negro Barandilla escalera de 1 m de altura, formada por pasamanos en tubo negro D 1 1/2", larguero de tubo D 3/4" y barrotes verticales de tubo D 1/2", incluso pequeño material, anclajes, mano de imprimación antioxidante, recibido y colocación.	73,80	139,63	10.304,69
D14EAB0030_ud	Grupo presión 'Nueva Spill' 7.200 l/h + bomba reserva 35 m.c.a. ULTRA UC2 2B 2 CV Grupo de presión para agua en edificios, ULTRA UC2 'Nueva Spill' o equivalente, formado por 2 electrobombas verticales multiturbinas de 2 CV, modelo U5 V200/7 o equivalente, para un caudal de 7.200 l/h por bomba a 35 m.c.a., cuadro eléctrico, presostato, manómetro, colector, válvulas de retención y corte, p.p. de tubería de D 1 1/4", accesorios y pequeño material. Instalado, s/ C.T.E. DB HS-4.	1,00	1.877,06	1.877,06
FOTOV01_N	ud Instalación fotovoltaica Instalación fotovoltaica para iluminación y conexión de pequeña herramienta incluso accesorios y montaje instalada y comprobada.	1,00	2.884,62	2.884,62
T90012	ud Pta metal. Puerta metálica de una hoja abatible, de medida nominal 960x2100 mm (ext. marco) y 52 mm de espesor, formada por hoja constituida por dos chapas de acero galvanizado de e=1,2 mm ensambladas entre sí, con simple embutición en relieve a 1 cara, lacadas en color blanco, relleno de poliuretano de alta densidad por inyección, tornillería métrica, 3 bisagras de acero latonado regulables en sus tres ejes y con embellecedores de nylon y dos bulones antipalanca, con marco de acero galvanizado tipo CR8 de e=1,5 mm, con garras de acero para fijación a obra y con burlete de goma perimetral, cerradura de seguridad embutida con cierre a un punto lateral, con escudo y manivela con llave en el interior y roseta con llave de seguridad antitaladro por el exterior, incluso ajuste y colocación.	1,00	542,28	542,28
TOTAL CAPÍTULO 07.....				15.608,65

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
CAPÍTULO SyS SEGURIDAD Y SALUD				
L01078	ud Mascarilla autofiltrante plegada, partículas, un uso, Clase FFP1 Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula de exhalación; de un sólo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas. Clase FFP1. 4,5xTLV. Norma UNE-EN 149.	5,00	0,44	2,20
L01073	ud Protector auditivo tapones con banda Protector auditivo de tapones con banda (que pueda colocarse sobre la cabeza), con tapones desechables. Atenuación media 25-30db. Norma UNE-EN 352-2.	10,00	0,95	9,50
L01066	ud Casco de seguridad ABS o PEAD con anagrama, blanco Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación, ruleta de ajuste y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	5,00	6,90	34,50
L01134	par Guantes piel protección riesgos mecánicos Guantes de protección contra riesgos mecánicos, en piel flor vacuno de primera y lona; resistencias mínimas: a la abrasión, 2; al corte, 1; al rasgado, 2; y a la perforación, 2. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.	10,00	1,35	13,50
L01135	par Guantes piel protección riesgos mecánicos, forrado en palma Guantes de protección contra riesgos mecánicos en piel flor vacuno de primera, forrado en palma; resistencias mínimas: a la abrasión, 3; al corte, 1; al rasgado, 2; y a la perforación, 2. Normas UNE-EN 388, UNE-EN 420.	5,00	1,88	9,40
L01198	par Bota de seguridad piel S3 Bota de seguridad en piel grabada, puntera 200J (SB) y plantilla de seguridad no metálica (P); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la penetración del agua (WRU); con membrana de tejido "tempor" o similar" sin partes metálicas. Categoría S3 (SB+A+E+WRU+P).	5,00	29,81	149,05
E38AD0040	ud Cinturón portaherramientas. Cinturón portaherramientas.	3,00	25,21	75,63
L01100	ud Chaleco alta visibilidad Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas. Norma UNE-EN 20471.	5,00	2,51	12,55
L01092	ud Chaquetilla y pantalón azul 100% algodón, con anagrama Ropa de trabajo: chaquetilla y pantalón color azul, 100 % algodón, chaquetilla con cremallera de aluminio o botones, con anagrama en 7 colores. Gramaje mínimo 280 gr/m2.	5,00	10,07	50,35
L01045	ud Valla autónoma metálica, colocada Valla autónoma metálica de 2,5 m de longitud, colocada.	190,00	7,95	1.510,50
L01031	m Barandilla protección huecos. Montaje y desmontaje Barandilla de protección de huecos con soporte tipo sargento, que incluye pasamanos, barra intermedia, rodapié, colocación y desmontaje.	10,00	7,50	75,00

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
L01047	ud Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocado Cartel indicativo riesgo sin soporte, colocada.	10,00	3,28	32,80
L01048	ud Cartel indicativo de riesgo con soporte, colocado Cartel indicativo de riesgo normalizado de 0,3 x 0,3 m, con soporte metálico 2.5 m, colocado.	10,00	4,67	46,70
L01049	m Cinta balizamiento, colocada Cinta de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocada	800,00	1,09	872,00
L01050	ud Cono balizamiento de plástico, colocado Cono de balizamiento de plástico de 75 cm, reflectante s/Norma 83 IC.MOPU, colocado	10,00	14,49	144,90
D32FS0010_Nm²	Protección de huecos con chapa de acero Protección de huecos y zanjas con chapa de acero de 10 mm (amortización = 100 %), incluso colocación y desmontaje.	12,00	81,90	982,80
L01052	ud Baliza luminosa intermitente, colocada Baliza luminosa intermitente para señalización, de color ámbar, con lámpara Led.	4,00	53,00	212,00
L01013	mesAlquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 m (18,40 m²) Alquiler caseta prefabricada para comedor en obra, de 7,87x2,33x2,30 (18,40) m²; instalación de electricidad y fuerza con toma exterior a 230 V; tubos fluorescentes y punto de luz exterior; ventana; Según R.D. 1627/1997.	8,00	171,67	1.373,36
L01204	mesAlquiler aseo portátil 1,20x1,20x2,35 m, sin conexiones. Alquiler aseo portátil, de 1,20x1,20x2,35 m, sin conexiones, con inodoro químico anaerobio con sistema de descarga de bomba de pie, espejo, puerta con cerradura y techo translúcido para entrada de luz exterior.	8,00	120,08	960,64
L01026	h Limpieza y conservación instalaciones bienestar Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal (se considera un peón, toda la jornada durante el transcurso de la obra).	6,00	11,26	67,56
I09004	ud Señal triangular tipo peligro, 70 cm, colocada Señal de peligro, sin reflectar, de forma triangular y 70 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	6,00	84,96	509,76
TOTAL CAPÍTULO SyS				7.144,70

PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
--------	-------------	----------	--------	---------

CAPÍTULO GR GESTIÓN DE RESIDUOS

D37B0050N m³ Carga y transporte residuos a instalac. autorizada 42 km.

Carga y transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 42 km.

175,00 12,21 2.136,75

TOTAL CAPÍTULO GR 2.136,75

TOTAL.....292.921,22

RESUMEN GENERAL

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE EUROS
01	TRABAJOS PREVIOS	6.219,84
02	MOVIMIENTOS DE TIERRA	69.051,03
03	ALBAÑILERIA Y ESTRUCTURAS.....	100.811,93
04	IMPERMEABILIZACION.....	72.946,30
05	CANALIZACIONES.....	8.949,90
06	PAVIMENTOS	10.052,12
07	VARIOS	15.608,65
SyS	SEGURIDAD Y SALUD	7.144,70
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS	2.136,75
	Costes Directos Totales	292.921,22
	8,00 % Costes Indirectos s/292.921,22	23.433,70
	7,00 % Gastos Generales s/316.354,92	22.144,84
	Total Presupuesto de Ejecución Material	338.499,76
	I.G.I.C.7,00% s/ 338.499,76.....	23.694,98
	Total Presupuesto de Ejecución por Administración	362.194,74

Asciende el presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y DOS MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Santa Cruz de Tenerife, a 20.01.22.

J.Méndez

