



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



TRABAJO DE FIN DE GRADO

**Proyecto básico de emisario submarino para la ampliación de la
desaladora de Al-Gubrah (Omán)**

Presentado por

García García, Bruno

Para la obtención del

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2017/2018

Fecha: Marzo 2018

Tutor: María Esther Gómez Martín



ÍNDICE

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

- Memoria
- ANEJO I. Batimetría
- ANEJO II. Geología y Geotecnia
- ANEJO III. Clima marítimo
- ANEJO IV. Climatología y condiciones físicas locales
- ANEJO V. Análisis de alternativas
- ANEJO VI. Cálculo de estabilidad
- ANEJO VII. Cálculo estructural
- ANEJO VIII. Cálculo hidráulico
- ANEJO IX. Proceso constructivo
- ANEJO X. Replanteo de dragado de zanja
- ANEJO XI. Plan de obra

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

- Plano 1. Estado actual
- Plano 2. Batimetría
- Plano 3. Alzado tubería en zanja
- Plano 4. Replanteo de dragado
- Plano 5. Vista de zanja en planta (1)
- Plano 6. Vista de zanja en planta (2)
- Plano 7. Vista de zanja en planta (3)
- Plano 8. Vista de zanja en planta (4)
- Plano 9. Vista de tubería en planta
- Plano 10. Perfil longitudinal de trazado
- Plano 11. Disposición de difusores en planta
- Plano 12. Detalle de estrechamiento
- Plano 13. Detalle de estrechamiento B
- Plano 14. Detalle de tapa ciega tramo difusor
- Plano 15. Detalle de unión de tramo mediante bridas



- Plano 16. Detalle de válvula de difusores
- Plano 17. Detalle de tipologías de lastre.

DOCUMENTO Nº3. VALORACIÓN ECONÓMICA

Documento nº1. Memoria y anejos

Proyecto básico de emisario submarino para la ampliación de la
desaladora Al-Gubrah (Omán)



ÍNDICE

1. Objeto del proyecto	4
2. Localización	5
3. Antecedentes y estado actual	6
4. Estudios previos	7
4.1. Topografía y batimetría.....	7
4.2. Geología y geotecnia.....	7
4.2.1. Acciones sísmicas	8
4.3. Clima marítimo	8
4.4. Climatología y condiciones físicas locales.....	9
4.5. Estudio de alternativas y solución adoptada.....	9
4.6. Definición de la tubería.....	10
4.6.1. Longitud.....	10
4.6.2. Diámetro.....	10
4.6.3. Tramo difusor	10
4.6.4. Válvula difusora.....	11
4.6.5. Lastres	11
5. Dimensionamiento de la tubería. Métodos de cálculo.....	12
5.6. Diseño de estabilidad.....	12
5.6.1. Lastre necesario	12
5.7. Diseño estructural.....	12
5.8. Diseño hidráulico	13
5.8.1. Presión.....	14
5.8.2. Velocidad.....	14
6. Proceso constructivo	16
6.6. Dragado	16
6.7. Montaje de la tubería	16
6.8. Hundimiento de la tubería	17
6.8.1. Transporte.....	17
6.8.2. Hundimiento	17



6.8.3. Operaciones de ajuste.....	18
7. Plan de obra y plazos de ejecución.....	19
8. Valoración económica	20
9. Documentos del proyecto	21
Bibliografía.....	22



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Ubicación desaladora.....	5
Figura 2:Batimetría	7
Figura 3: Sección tramo difusor	11
Figura 4: Válvula pico de pato.....	11
Figura 5: Sección reducción tramo difusor	14
Figura 6:Simulación EPANET	15
Figura 7:Sección zanja.....	16
Figura 8:Sección unión soldadura a tope	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2: Características difusores	10
Tabla 3: Fuerzas hidrodinámicas de cálculo.....	12
Tabla 4: Volumen calculado de lastres.....	12
Tabla 5: Resultados calculo estructural Ø1200	13
Tabla 6: Resultados calculo estructural Ø900	13
Tabla 7: Resultados calculo estructural Ø500	13
Tabla 8: Resultados calculo Rmin.....	13
Tabla 9: Volumen de dragado	16



1. Objeto del proyecto

El objeto del siguiente proyecto básico es llevar a cabo el desarrollo de una propuesta de diseño y construcción del emisario submarino para vertido de salmueras ante una posible ampliación de la desaladora de Al-Gubrah, Omán.

La propuesta se realiza para una ampliación de la desaladora que suponga un incremento del 100% de la producción de agua potable de la que actualmente produce, con el correspondiente incremento de vertido de salmueras.

El presente proyecto contempla el diseño de estabilidad, estructural e hidráulico del emisario submarino, así como su montaje en taller y puesta en obra, con las obras complementarias correspondientes, tales como el dragado de la zanja.



2. Localización

La obra que se proyecta se encuentra ubicada en el municipio Al Ghubrah perteneciente a la capital de Omán, Muscat.

Las coordenadas geográficas de su localización se corresponden con los siguientes datos:

Latitud	23° 36' 12" Norte
Longitud	58° 24' 36" Este

La obra proyectada se encuentra al oeste del dique mostrado en la Figura 1.



Figura 1: Ubicación desaladora



3. Antecedentes y estado actual

La desaladora de Al Gubrah, comenzó su construcción a finales del año 2002, para el que se construyó un canal de captación de aguas protegido por dos diques orientados de forma propicia para la entrada de agua, dada la dirección del oleaje. Las obras llegaron a su fin a principios del año 2005, comenzando el servicio a principios de mayo del mismo año.

El sistema de desalación de esta región era explotada por la empresa local “*Al Ghubrah power & desalination company SAOC*” que ofrecía agua potable a la población de la zona colindante así como un suministro energético.

En el año 2012, se decidió realizar una ampliación y remodelación del sistema de desalación, optando por la tecnología de la ósmosis inversa, dejando fuera de servicio algunas instalaciones antiguas que ya no eran eficientes o de escasa fiabilidad.

La desaladora se puso en marcha a finales de 2015, continuando su servicio hasta actualmente, ofreciendo un volumen de $191.000 \text{ m}^3/\text{dia}$ de agua potable a una población de hasta 600.000 personas.

No obstante, como se explica en el anejo IV. *Climatología y condiciones físicas locales*, la región está caracterizada con un clima desértico, cuya carencia de precipitaciones exige medios tecnológicos para la obtención de agua potable.

Por otro lado, Muscat es una ciudad que se encuentra en auge tecnológicamente hablando y cuya demografía es muy elevada en comparación con la década anterior. Además de este incremento, se prevé un aumento de la presencia de industrias, por lo que, teniendo en cuenta las valoraciones mencionadas, es importante plantear una nueva planificación de los recursos hídricos necesarios, teniendo en cuenta los disponibles.

En la planificación mencionada se plantea como solución, entre otras, la ampliación de la desaladora de Al-Gubrah, para cubrir la necesidad de recursos hídricos que, como se ha mencionado anteriormente, aumentará en los años venideros.



4. Estudios previos

4.1. Topografía y batimetría

Para obtener la batimetría, se han tenido en cuenta tres posibles fuentes, las cuales se describen en el Anejo I. *Topografía y Batimetría*.

Para empezar, se dispuso de la documentación del proyecto de “*Diseño y construcción de los emisarios submarinos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nueva Darsait y de la estación de bombeo de Auzaibah*” que, estando emplazado a una distancia de 5 km al oeste de la desaladora de Al-Gubrah, contenía un plano relativo a la batimetría de la zona.

En segundo lugar, se dispuso de la información obtenida de la aplicación *Google earth (2018)*, y, aunque no se empleara para determinar la batimetría definitiva, se tuvo en cuenta para el desarrollo de este proyecto.

Por otro lado, se consideraron los datos proporcionados por la aplicación *Navionics (2018)*.

Finalmente, Teniendo en cuenta las fuentes mencionadas, se ha podido obtener una aproximación de la batimetría real de la zona, representada en el plano 2. Batimetría. (Ver figura 2).

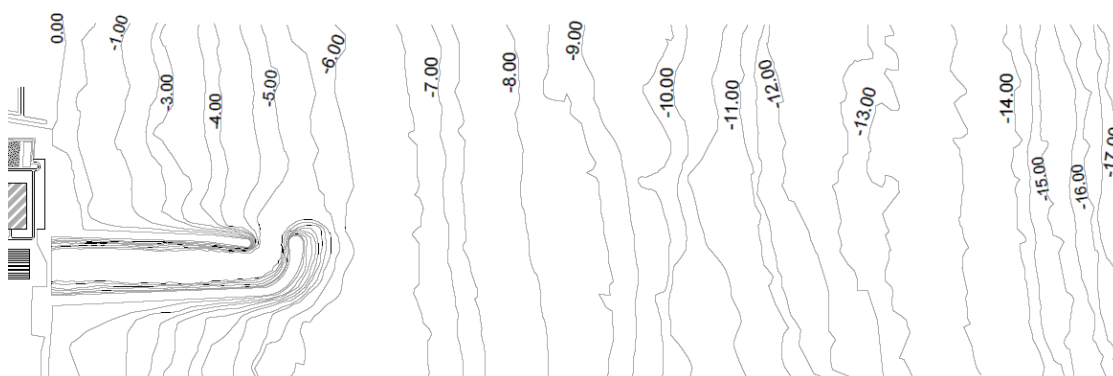


Figura 2: Batimetría

4.2. Geología y geotecnia

En el Anejo 2. *Geología y geotecnia*, se pretende dar una visión general del entorno geotécnico de la zona donde se van a realizar las obras. Para su realización, y



debido a la proximidad existente entre las áreas, se consideran adecuados los datos y resultados obtenidos en el estudio geotécnico realizado para el “*Diseño y construcción de los emisarios submarinos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nueva Darsait y de la estación de bombeo de Auzaibah*” ya que, al tratarse de un trabajo académico, no se dispone de los medios necesarios para realizar los ensayos requeridos.

En el mencionado informe, se hace referencia a la realización de diferentes ensayos geotécnicos tales como:

- La prueba de penetración estándar
- Ensayo de permeabilidad
- Ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas del terreno así como su análisis granulométrico.

En cuanto a la geología se determinan las propiedades geológicas de la zona así como los materiales presentes, también obtenidas del documento citado anteriormente.

4.2.1. Acciones sísmicas

Tal como se menciona en el anejo II. *Geología y geotecnia*, Muscat está expuesto a un riesgo sísmico inducido por la actividad sísmica de la costa iraní.

La obra proyectada está ubicada en la Península Arábiga, identificada como la placa de Arabia rígida, que es una zona sin importancia sísmica a nivel local. No obstante, puede ser necesario el diseño sísmico de estructuras no enterradas en el estado de servicio para un nivel de actividad sísmica baja.

4.3. Clima marítimo

El Anejo III. *Clima marítimo*. tiene por objeto la caracterización del clima marítimo en la zona donde se va a desarrollar el proyecto.

Para llevar a cabo esta caracterización, tanto para oleaje como para vientos, se ha tomado como base el estudio de clima marítimo “*wave climate study*” realizado para el “*diseño y construcción de los emisarios submarinos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nueva Darsait y de la estación de bombeo de Auzaibah*”.

No obstante, Aunque la obra no se encuentre en el litoral español, se han tomado como referencia las recomendaciones de la ROM 0.3-91 a nivel conceptual.

En el anejo mencionado, se determinan las características del oleaje en aguas profundas en las direcciones más significativas, obteniéndose los valores de cálculo extremos asociados a los periodos de retorno descritos de 1 y 200 años, así como el régimen medio.



4.4. Climatología y condiciones físicas locales

Como se ha mencionado al inicio de esta memoria, el presente proyecto se desarrolla en Omán, sultanato ubicado en el medio oriente, zona desértica en su mayoría. Por este motivo es necesario realizar un estudio de las condiciones ambientales en que se van a desarrollar las obras.

En el Anejo IV. *Climatología y condiciones físicas locales*, se lleva a cabo el estudio mencionado. De la información relativa al anejo, cabe destacar la presencia regular de temperaturas muy altas de hasta 45º C, principalmente en época estival. Respecto a las precipitaciones, destacan por su ausencia, al igual que el viento.

En ausencia de una base de datos propia de la administración local, los datos para el análisis se han obtenido de publicaciones por parte de *wisuki (2018)* y *meteoblue (2018)*.

4.5. Estudio de alternativas y solución adoptada.

Para desarrollar el emisario submarino relativo al presente proyecto, en primer lugar se han estudiado las diferentes alternativas en lo que al material de la tubería respecta, ya que a lo largo de los años, las tuberías de los emisarios submarinos se han construido en tuberías diferentes materiales como PVC, PEAD, acero u hormigón.

Tal como se muestra en el Anejo V. *Análisis de alternativas*, para llevar a cabo este análisis, se ha empleado como referencia la “*guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*” del CEDEX (2008).

El material más adecuado para la construcción del emisario submarino para este proyecto se ha considerado el Polietileno de alta densidad (PEAD). Se ha elegido este material debido a sus propiedades tanto físicas como químicas.

- Se trata de un material muy flexible, por lo que soportará perfectamente las tensiones a las que será sometido durante el proceso de hundimiento.
- La resistencia a corrosión y agentes químicos es muy elevada, lo que, en nuestro caso hace del PEAD un material idóneo.
- No admite incrustaciones
- Es un material muy ligero, por lo que su transporte será más sencillo que si se tratase de otro material.



4.6. Definición de la tubería

4.6.1. Longitud

Posteriormente al estudio de alternativas, en el Anejo V. *Análisis de alternativas*, se especifican las dimensiones de la tubería relativas a la longitud, trazado y diámetro de la tubería, en base a los cálculos realizados en el Anejo VIII. *Cálculo hidráulico*.

De acuerdo con los estudios de oleaje incluido en el Anejo III. *Clima marítimo*, la longitud definitiva de la tubería será de 2.590 metros, donde la profundidad es de 17 metros.

4.6.2. Diámetro

El diámetro para la tubería se ha seleccionado para el caudal de diseño, 2.400 l/s, teniendo en cuenta la velocidad mínima exigible del fluido, para auto limpieza de 0,6m/s y una velocidad máxima de 2,5 m/s; velocidad a partir de la cual, debido a las pérdidas energéticas, deja de ser rentable.

Teniendo en cuenta los parámetros explicados, se especifica que el diámetro de la tubería es variable. Los primeros 2.430 metros el diámetro de la tubería es de 1.200mm. En el PK 2+430, se produce un estrechamiento a una tubería de 900 mm de diámetro, donde, 110 metros a continuación se produce otro estrechamiento a una tubería de 500mm de diámetro, cuya longitud es de 55 metros.

Al ser un emisario submarino, el fluido sale de la tubería, lo que provoca una disminución del caudal circulante y, en consecuencia, una disminución de la velocidad del fluido. Por este motivo, para mantener la condición de velocidad mínima en todo el trazado, se ha optado por disminuir la sección en dos puntos.

4.6.3. Tramo difusor

El vertido de salmuera desde el emisario se produce a lo largo del tramo difusor, correspondiente a los últimos 275 metros de tubería. El tramo difusor consiste en la presencia de 25 tuberías salientes de la tubería principal (con un ángulo de 45 grados variando de lado alternativamente), que en su extremo tienen una válvula difusora. En la tabla 2 se resumen los detalles del tramo difusor, mostrado en la figura 3.

	Tramo difusor A	Tramo difusor B	Tramo difusor C
Diámetro	Ø1200	Ø900	Ø500
Longitud	110m	110m	55m
Diámetro difusor	Ø90	Ø110	Ø140

Tabla 1: Características difusores

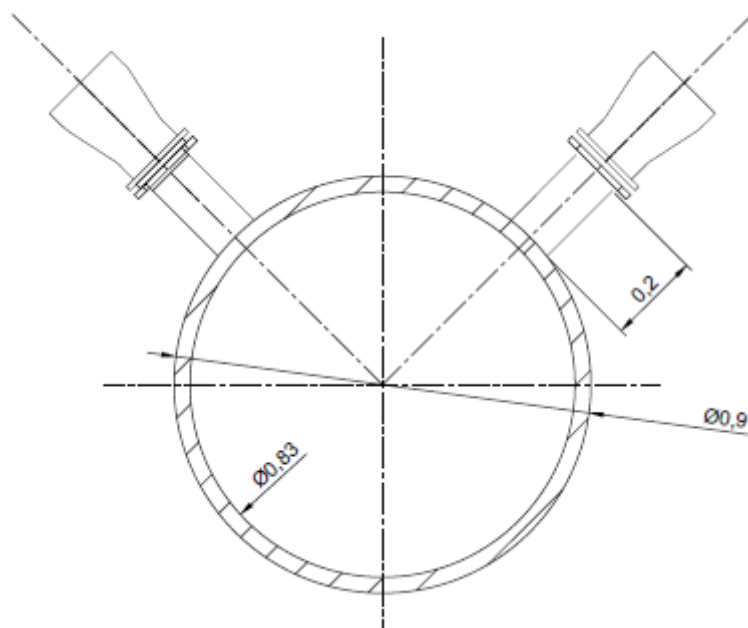


Figura 3: Sección tramo difusor

4.6.4. Válvula difusora

La válvula difusora es una válvula de caucho con forma de pico de pato que impide la entrada de agua al sistema y que, para la salida, requiere de presión mínima, ofreciendo, además, velocidad al fluido saliente facilitando su dilución inicial. (Ver figura 4)

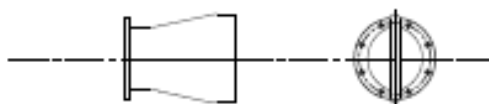


Figura 4: Válvula pico de pato

4.6.5. Lastres

Tal como se explica en el apartado de cálculo de estabilidad en el Anejo VI. *Cálculo de estabilidad*, el emisario submarino, es una tubería de transporte de vertido cuya trayectoria en perfil es, hasta el PK 1+500 por una zanja, a partir de donde está apoyado sobre el lecho marino.

Para hacer posible la estabilidad de la tubería apoyada en el lecho marino, a lo largo de la tubería se habilitan lastres de hormigón armado que envuelven la tubería ofreciendo un soporte para evitar que salgan a flote.

En el anejo mencionado, se muestra el cálculo del volumen requerido de los lastres, asumiendo una separación de 5.5m entre ellos, para asegura la estabilidad requerida.



5. Dimensionamiento de la tubería. Métodos de cálculo.

5.6. Diseño de estabilidad

Según lo explicado relativo a los lastres de la tubería, en el apartado de cálculo de estabilidad en el “Anejo VI. Cálculo”, se realiza una estimación de las fuerzas actuantes sobre la tubería proveniente de las corrientes marinas así como del oleaje. Para realizar esta estimación se emplea como referencia la recomendación de procedimiento DNV RP-109 “*On-Bottom Stability Design of submarine Pipelines*” perteneciente a la asociación *Det Norske Veritas*.

Según lo explicado en el anejo en cuestión, las fuerzas hidrodinámicas se calculan para un periodo retorno 1 y 200 años, para tres puntos de la tubería, tres puntos con diferente sección. Las fuerzas actuantes resultantes son:

Fy (N)	1052,84	692,55	384,75
Fz (N)	557,20	316,05	175,58

Tabla 2: Fuerzas hidrodinámicas de cálculo

5.6.1. Lastre necesario

Teniendo en cuenta las fuerzas actuantes sobre la tubería, se ha determinado el volumen de cada lastre de hormigón necesario para cada tramo suponiendo una distribución de un lastre cada 5.5 metros:

lastre	A	B	C
Volumen	1,9m ³	0,95m ³	0,6m ³

Tabla 3: Volumen calculado de lastres

Las dimensiones de cada lastre se pueden ver en los planos.

Los lastres de la tubería previamente calculados, tienen forma trapezoidal, sin embargo, no son una única pieza, están separados por un plano horizontal que atraviesa la circunferencia de la tubería por su vértice. Las dos partes de cada lastre están sujetas entre sí mediante tornillos.

Los tornillos a disponer, en los muertos de todas las secciones, serán 2 tornillos M12 5.6 de acero inoxidable

5.7. Diseño estructural

En el apartado de cálculo estructural perteneciente al Anejo VII. *Cálculo estructural*, para garantizar un correcto funcionamiento a lo largo de su vida útil, se



realizan los cálculos para las comprobaciones y verificaciones exigibles a la tubería de acuerdo a la “*Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*”

Es el cálculo desarrollado sirve para determinar el margen de seguridad entre la carga crítica y la carga realmente existente. Se realiza teniendo en cuenta las influencias de la presión del terreno, presión exterior del agua y la acción simultánea de ambas presiones. Las condiciones exigibles son que:

$$\eta_1, \eta_2 \text{ y } \eta_3 \geq 2.5$$

Ø1200

η_1	η_2	η_3
17,65	3,277	2,764

Tabla 4: Resultados calculo estructural Ø1200

Ø900

η_2
3,324

Tabla 5: Resultados calculo estructural Ø900

Ø500

η_2
3,296

Tabla 6: Resultados calculo estructural Ø500

En este apartado también se realiza el cálculo del radio mínimo tolerable por la tubería en el proceso de hundimiento. Este apartado se ha calculado considerando como referencia el libro “*Marine wastewater outfalls and treatment systems*”

Rmin Ø1200	Rmin Ø900	Rmin Ø500
53,87m	40,44m	22,48m

Tabla 7: Resultados calculo Rmin

5.8. Diseño hidráulico

El diseño del emisario submarino proyectado, debe satisfacer unas condiciones mínimas, mencionadas previamente, que se explican en el apartado de cálculo hidráulico en el Anejo VIII. *Cálculo hidráulico*. Se ha creado un modelo mediante EPANET para simular las condiciones y obtener las medidas de las condiciones a satisfacer. Las condiciones en cuestión son las limitaciones que debe cumplir el sistema respecto a:



5.8.1. Presión

Las limitaciones de presión vienen dadas por la tubería seleccionada, ya que por fabricación tiene una PN que equivale a la presión admisible.

La presión interna de la tubería debe ser menor en todo momento a 65 mca aproximadamente. En la vida útil, asumiendo una impulsión de 10 mca, la presión máxima equivale a 17,47 mca

También se debe tener en cuenta la posibilidad de una sobrepresión durante el proceso de construcción debido al golpe de ariete. Esta sobrepresión se presenta con un valor máximo de 47 mca sobrepresión asumible por la tubería dispuesta.

5.8.2. Velocidad

El objetivo del diseño hidráulico es obtener un sistema de tuberías con un rango de velocidades entre 0,6 y 2,5 m/s. como se ha explicado anteriormente, para ello se han habilitado dos estrechamientos en la tubería tal como se muestra Figura 3.

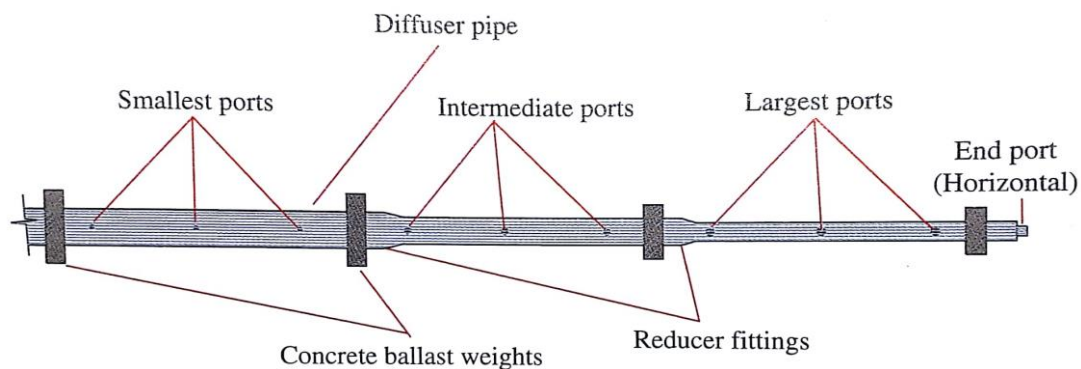


Figura 5: Sección reducción tramo difusor

En los estrechamientos la velocidad se excede en un leve porcentaje hasta un máximo de 2,81 m/s, en el resto de sistema se cumplen los máximos recomendados.

Respecto al mínimo, existe un punto del sistema en la tubería 24 en el que la velocidad del fluido es de 0,49 m/s, ligeramente por debajo del mínimo recomendado para autolimpieza de la conducción.

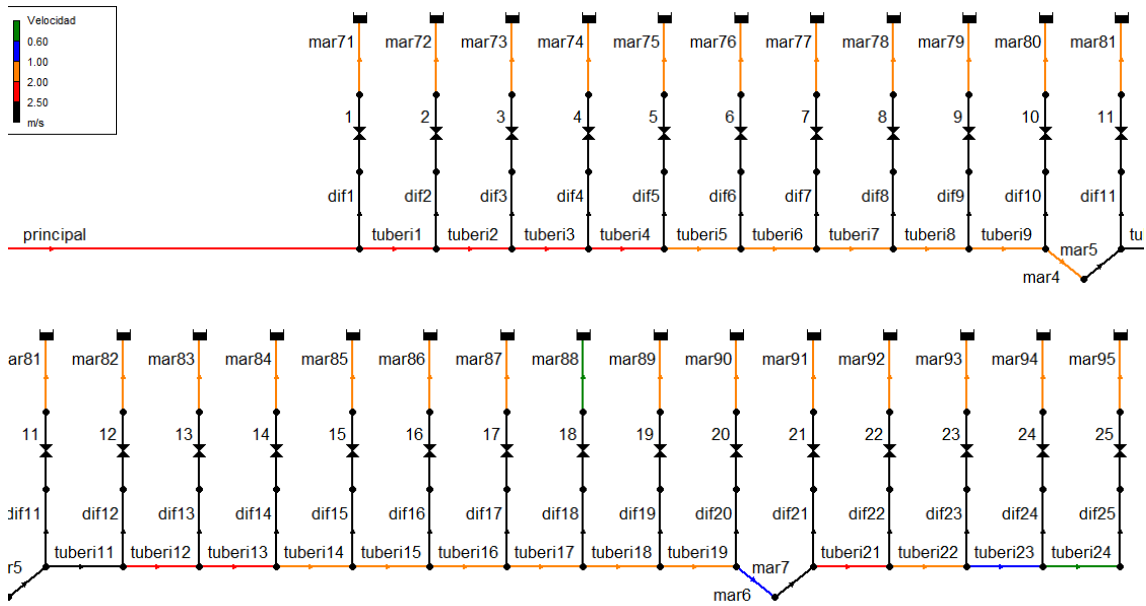


Figura 6: Simulación EPANET

Pese a estas dos excepciones, se concluye que la distribución de velocidades a lo largo del trazado es aceptable, ya que el margen de error no es significativo.



6. Proceso constructivo

6.6. Dragado

La habilitación del emisario submarino, consiste en la colocación bajo el lecho marino hasta el PK 1+500 y apoyado sobre el lecho marino hasta el fin del trazado.

En el Anejo IX. *Proceso constructivo*, se explica que, para la colocación de la tubería bajo el lecho marino, se llevará a cabo un dragado de zanja desde la playa empleando una draga de pala. La sección tipo de la zanja se muestra en la Figura 5.

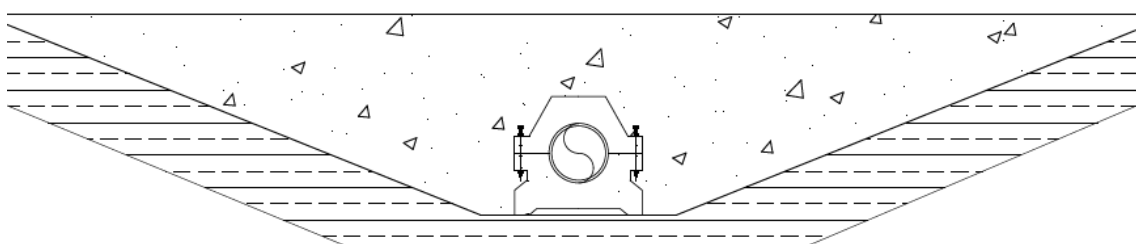


Figura 7: Sección zanja

Los volúmenes totales se muestran en la tabla 9 y están recogidos y calculados en el Anejo VII. *Proceso constructivo*:

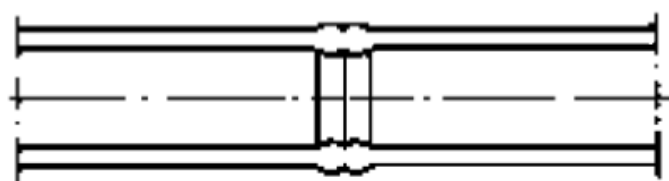
Tramo en P.K	Volumen a extraer
0 - 288	7.974,72
288 - 576	6.512,48
576 - 864	5.434,8192
864 - 1152	7.303,824
1152 - 1440	5.880,78
total	33.619,224 m3

Tabla 8: Volumen de dragado

6.7. Montaje de la tubería

Previamente al hundimiento del emisario en su emplazamiento definitivo, se lleva a cabo su montaje por tramos en dique seco. Este proceso se explica detalladamente en el Anejo VII. *Proceso constructivo*. El proceso de montaje se puede separar en fases:

- Unión por soldadura de la tubería suministrada, en unidades de 18 metros de longitud, para obtener tramos de 288 metros.



Soldadura a TOPE

Figura 8: Sección unión soldadura a tope

- Montaje de los lastres alrededor de la tubería soldada. Se preparan previamente para colocar la tubería sobre las bases de los lastres, procediéndose a continuación al montaje de la corona de los mismos, realizando la unión entre lastres mediante pernos. Además se colocan dos ánodos de sacrificio de zinc para evitar la corrosión de la tornillería.
- Colocación de las tapas en los extremos para asegurar la estanqueidad ofreciendo flotabilidad al emisario construido y lanzamiento al mar por una rampa.

6.8. Hundimiento de la tubería

Tal y como se detalla en el Anejo VII. *Proceso constructivo*, el proceso de hundimiento abarca desde el transporte del emisario, desde el punto de montaje al punto de hundimiento, hasta la colocación y ajuste de la tubería en el fondo marino.

El proceso se puede separar en las siguientes fases:

6.8.1. Transporte

Esta fase implica el arrastre del emisario flotante desde el punto de montaje hasta el punto de hundimiento.

6.8.2. Hundimiento

El hundimiento de la tubería es llevada a cabo por llenado de agua de ésta a través de una válvula situada en la tapa. El accionamiento de la válvula se realiza manualmente por submarinistas al tiempo que es sujeta por una grúa colocada en una pontona.

En el extremo opuesto del emisario, el barco de arrastre ejercerá una presión de tiro para aliviar tensiones en la tubería a lo largo del proceso. También se pueden emplear boyas de flotación para facilitar el proceso de hundimiento.



6.8.3. Operaciones de ajuste

Tras el hundimiento de la tubería, se debe realizar la unión entre tramos. Esta unión se realiza mediante bridas colocadas en los extremos de cada tramo.

Además se ajustará tanto la trayectoria del emisario, como la profundidad de cada punto de apoyo empleando una draga de succión manual.



7. Plan de obra y plazos de ejecución

El plan de obra viene recogido en el Anejo XI. *Plan de obra*. En el Apéndice de éste se muestra un diagrama de Gantt donde se aprecian todas las duraciones y fechas estimadas de cada actividad.

Una vez comenzada la obra, la duración de cada actividad se ha estimado teniendo en cuenta las diferentes ventanas de trabajo condicionadas por el clima marítimo.

La duración total de la obra será de aproximadamente seis meses. Esta duración está totalmente condicionada por el dragado y la velocidad de relleno de la zanja.



8. Valoración económica

A continuación se muestra un cuadro resumen De la valoración económica ordenado por unidades de obra:

Unidad de obra	medición	Precio unitario (€)	Importe (€)
Replanteo inicial (ud)	1	2.600	2.600,00
Movimiento de equipos (ud)	1	900	900,00
Montaje de instalaciones (ud)	1	2.900	2.900,00
Ataguía (m)	100	27,96	2.796,00
Excavación de la playa (m3)	1.700	0.504	858,00
Dragado (m3)	33.619	6,09	174.818,80
Relleno (m3)	33.619	4,78	204.739,71
Unión de soldadura (m)	2589	418,54	1.082.630,80
Montaje de tubería (m)	2589	213,85	553.667,60
Hundimiento de tubería (m)	2589	79,06	240.608,61
Operaciones de ajuste (m)	2589	60.496	156.608,60
Importe total			3.628.233,06€



9. Documentos del proyecto

El proyecto comprende los siguientes documentos:

- Documento nº 1. Memoria y anejos
 - Anejo I. Batimetría
 - Anejo II. Geología y Geotecnia
 - Anejo III. Clima marítimo
 - Anejo IV. Climatología y condiciones físicas locales
 - Anejo V. Análisis de alternativas y definición de tubería
 - Anejo VI. Calculo de estabilidad
 - Anejo VII. Cálculo estructural
 - Anejo VIII. Calculo hidráulico
 - Anejo IX. Proceso constructivo
 - Anejo X. Replanteo de dragado de zanja
 - Anejo XI. Plan de Obra

- Documento nº2. Planos
 - Plano 1. Estado actual
 - Plano 2. Batimetría
 - Plano 3. Alzado tubería en zanja
 - Plano 4. Replanteo de dragado
 - Plano 5. Vista de zanja en planta (1)
 - Plano 6. Vista de zanja en planta (2)
 - Plano 7. Vista de zanja en planta (3)
 - Plano 8. Vista de zanja en planta (4)
 - Plano 9. Vista de tubería en planta
 - Plano 10. Perfil longitudinal de trazado
 - Plano 11. Disposición de difusores en planta
 - Plano 12. Detalle de estrechamiento
 - Plano 13. Detalle de estrechamiento B
 - Plano 14. Detalle de tapa ciega tramo difusor
 - Plano 15. Detalle de unión de tramo mediante bridas
 - Plano 16. Detalle de válvula de difusores
 - Plano 17. Detalle de tipologías de lastre

- Documento nº3. Valoración económica



Bibliografía

- AENOR (1973). *Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares*. 53020
- AENOR (1990). *Plásticos. Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Características y métodos de ensayo*. 53131.
- AENOR (1990). Tubos de polietileno pigmentado (no negros para conducciones subterráneas, empotradas u ocultas de agua a presión. Características y métodos de ensayo. 53490
- AENOR (1991). *Plásticos. Materiales termoplásticos a base de polietileno y copolímeros de etileno. Parte 1: Designación*. 53188
- AENOR (1997) *Plásticos. Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) no plastificado y polietileno (PE9 de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas (UNE IN)*. 53331
- AENOR (1999). *Plásticos. Compuestos de PE 80 y PE 100 para la fabricación de tubos y accesorios. Características y métodos de ensayo. Parte 1. Compuestos y accesorios para la conducción de agua (UNE EX)*. 53965.
- AENOR (2001). *Plásticos. Tubos de PE para conducciones de agua a presión. Características y métodos de ensayo (UNE EX)*.
- AL GUBRAH POWER & DESALINARION. COMPANY
SAOC<<http://www.gpdco.co.om/photopost.php>> [Consulta: Febrero 2018]
- ANÁLISIS TENSIONAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE EMISARIOS FLOTADOS Y FONDEADOS<<http://oa.upm.es/311/1/04200426.pdf>>[Consulta: Febrero 2018]
- Boe.es. (2018). *BOE.es - Documento BOE-A-1993-19593*. [online] Available at: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1993-19593> [Consulta: Enero 2018]
- CADAGUA.ES<http://www.cadagua.es/pdf/cadagua_edar_es.pdf> [Consulta: Enero 2018]
- CEDEX. 2002. Capítulo 3.6 Tubos de polietileno, Capítulo 4 Dimensionamiento de la tubería. “*Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*”.
- CEDEX. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- CLIMATE-DATA <<https://es.climate-data.org/location/749232/>> [Consulta: Febrero 2018]
- CONSORCIO DE AGUAS<http://www.consorciodeaguas.com/Web/GestionAmbiental/documentos/varios/Anejo_8.pdf> [Consulta: Febrero 2018]
- CONSORCIO DE AGUAS<http://www.consorciodeaguas.org/web/GestionAmbiental/documentos/varios/Anejos_9_17.pdf> [Consulta: Febrero 2018]
- DIMENSIONAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE EMISARIOS SUBMARINOS DE LA EMPRESA AGUAS CHAÑAR S.A. PROCESO TARIFARIO PERIODO<<http://infota.siss.cl/concesiones/empresas/AguasCha%C3%B1ar/18%20Estudio%20Final/03%20Anexos/Anexo%20PTAS%20y%20Emisarios%20Sub/Informe%20Final%20Emisarios%20Submarinos%20Aguas%20Cha%C3%B1ar/INFORME/A>



- NEXO%20%20-
%20MODELACION%20EMISARIOS%20SUBMARINOS%20AGUAS%20CHA%3%91AR
%20FINAL.pdf>[Consulta: Febrero 2018]
- DIRECTRICES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL DRAGADO Y SU REUBICACIÓN EN AGUAS DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE<http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/directrices2015_tcm7-325119.pdf [Consulta: Febrero 2018]
 - España. Ley de Costas 22/1988, de 28 de julio.
 - España. Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece en la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.
 - ESTEBAN CHAPAPRÍA, V (2014). Obras marítimas.
 - ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y PROYECTO DEL SISTEMA DE EBAR, PRETRATAMIENTO Y EMISARIO DEL LITORAL DE ARICO.
<<https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/264/ESTUDIODEALTERNATIVASYPROYECTODELSISTEMADEEBAR%2CPRETRATAMIENTOYEMISARIODELLITORALDEARICO..pdf?sequence=1&isAllowed=y>> [Consulta: Febrero 2018]
 - INCREA.EU <http://www.increa.eu/gestor/recursos/archivos/1-av13_emisarios_pe_r0b.pdf> [Consulta: Febrero 2018]
 - INCREA.EU<http://www.increa.eu/gestor/recursos/archivos/conducc_submarinas_para_desaladoras.pdf> [Consulta: Febrero 2018]
 - INCREA.EU<http://www.increa.eu/gestor/recursos/archivos/esubmarinos_saneamiento_y_ssubmarinas_desaladoras_r0b.pdf> [Consulta: Enero 2018]
 - METEO
BLUE<https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/modelclimate/mascate_om%c3%a1n_287286> [Consulta: Febrero 2018]
 - NAVIONICS (2018) <<https://webapp.navionics.com>> [Consulta: Marzo 2018]
 - PHILIP J., W. ROBERTS, HENRY J. SALAS, FRED M. REIFF, MENAHEM LIBHABER, AEJANDRO LABBE, AND JAMES C. THOMSON. 2010, Capítulo 9 Design of polyethylene outfalls. “*Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems*”.
 - PIPELIFE NORGE AS. PE MANUAL EMISARIOS SUBMARINOS<<http://tuberias.info/template/pdf/manual-pipelife.pdf>> [Consulta: Febrero 2018]
 - RIUNET (2014). Proyecto de ampliación del puerto deportivo del Perelló (T.M Sueca).
 - RIUNET (2015). Proyecto básico de ampliación y mejora del Puerto Deportivo de “La Goleta” (T.M Oliva, Valencia).
 - TABLA DE MAREAS Y SOLUNARES
MASQAT<<http://www.tablademareas.com/as/oman/masqat>> [Consulta: Febrero 2018]
 - TÉCNICAS DE
DRAGADO<<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5971/04.pdf?sequence=5>>[Consulta: Febrero 2018]
 - THE PERSIAN GULF REGION. A CLIMATOLOGICAL
STUDY.<<https://fas.org/irp/doddir/usmc/gulfclimate.pdf>> [Consulta: Febrero 2018]



- UPCOMMONS.UPC.EDU<URL:https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5971/04.pdf?sequence=5- > [Consulta: Enero 2018]
- WISUKI<http://es.wisuki.com/spot/486/al-zaiba-beach> [Consulta: Febrero 2018]

En Valencia a 15 de marzo de 2018

Fdo. Bruno García