Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

COMUNIDAD DE REGANTES DE ALHAMA DE MURCIA

ANEJO Nº 9

CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DE LAS CONDUCCIONES.

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SOCIEDAD MERCANTIL ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
seiasa

COMUNIDAD DE REGANTES DE ALHAMA DE MURCIA

ANEJO Nº 9.

CÁLCULOS HIDRAULICOS y MECÁNICOS DE LAS CONDUCCIONES

Índice:

1. CONDUCCIÓN DE LLENADO EMBALSE “CASA DEL CAÑO”. 3
1.1. CAUDAL DE ENTRADA DEL EMBALSE. 3
1.2. DATOS DE LLENADO DEL EMBALSE 6
2. TUBERÍA DE CONEXIÓN DESEMBALSE REGIMEN FUNCIONAL. 8
3. ANCLAJE DE TUBERÍA. 11
4. DIMENSIONES DE VENTOSAS. 13
5. CÁLCULOS MECÁNICOS. 14
5.1. TIMBRAJE DE TUBERÍA. 14
5.2. COMPROBACIONES. 14

1. CONDUCCIÓN DE LLENADO EMBALSE “CASA DEL CAÑO”.

1.1. CAUDAL DE ENTRADA DEL EMBALSE.

La balsa “Casa del Caño” se alimentará con el agua procedente de la toma de la desaladora de Valdelentisco que se encuentra en el paraje próximo de Gañuelas, la cual abastece actualmente una conducción de PVC DN 400 mm (color rojo), donde entroncará la tubería de conexión proyectada (en azul) de una longitud de 1188 m equipada con 5 ventosas de 4” de triple efecto en su recorrido, según la figura nº 1.

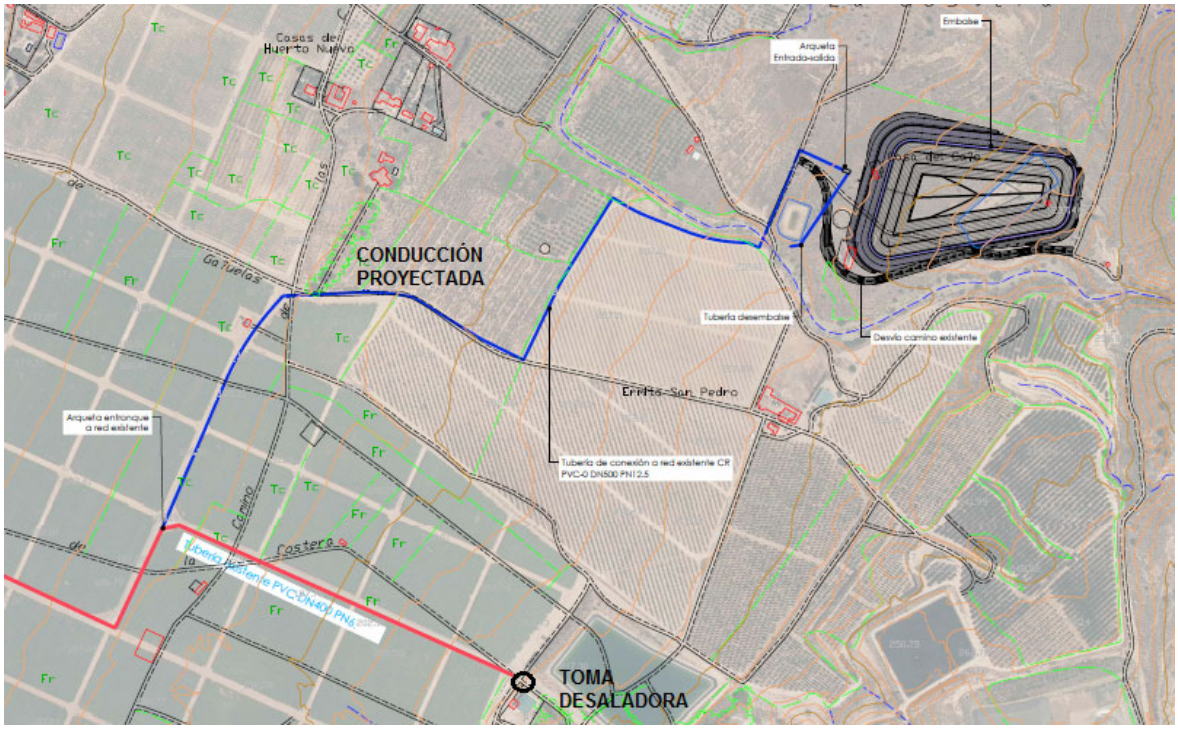


Fig nº 1. Abastecimiento del embalse.

La misma conducción proyectada (azul) es de alimentación y de abastecimiento del embalse para la red de riegos.

En la toma de la desaladora, la presión de entrada es de 6 atmósferas y mediante válvula de regulación, limita actualmente la salida a 2 atmósferas con un caudal de entrega de 100 l/s para el volumen anual que actualmente se suministra a la Comunidad de regantes.

En la toma de la desaladora, existen 2 conexiones de DN 200 mm que cuando se requieran vendrían a proporcionar el caudal limitado de los 200 l/s. Suponiendo que exista la limitación de salida regulada con las 2 atmósferas actuales (habría que ajustarla), el caudal de entrada en la balsa estaría en la altura del embalse hasta su nivel de explotación, con un caudal de 200 l/s (Fig nº 2). Al tener aguas arriba de la toma una presión de 60 m, regulado a 2,25 atmósferas de pasos con válvulas de regulación de presión y caudal,

permite el llenado del embalse.

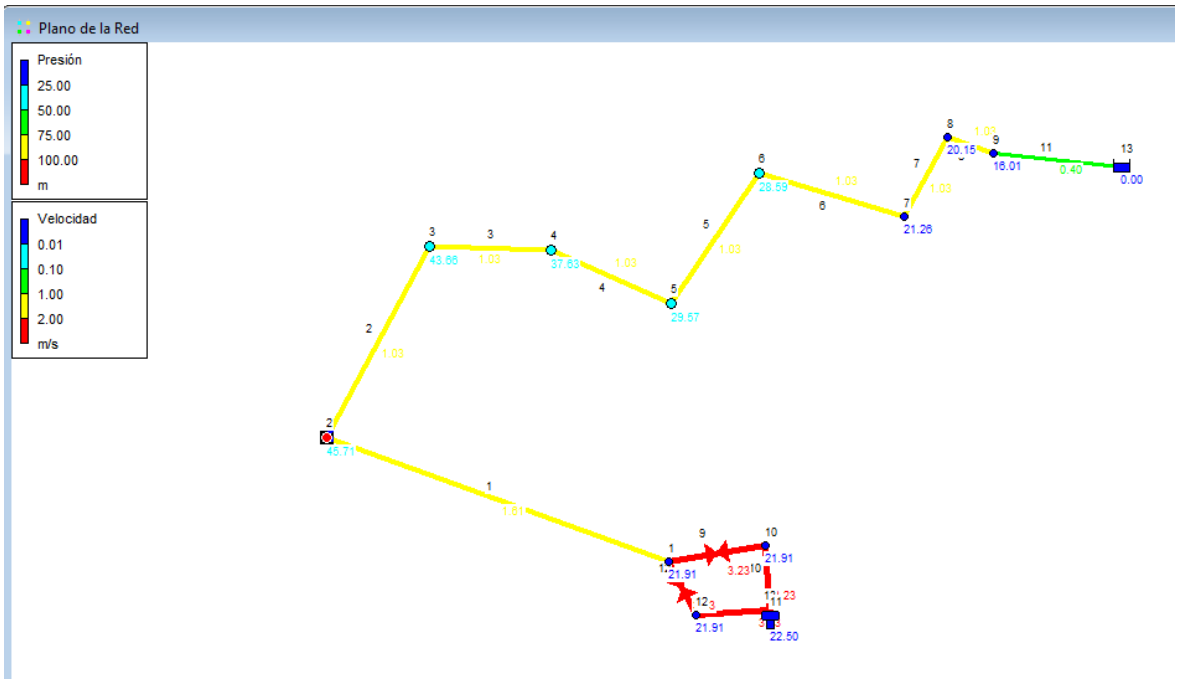


Fig nº 2-A. Cróquis del llenado desde toma de la desaladora.

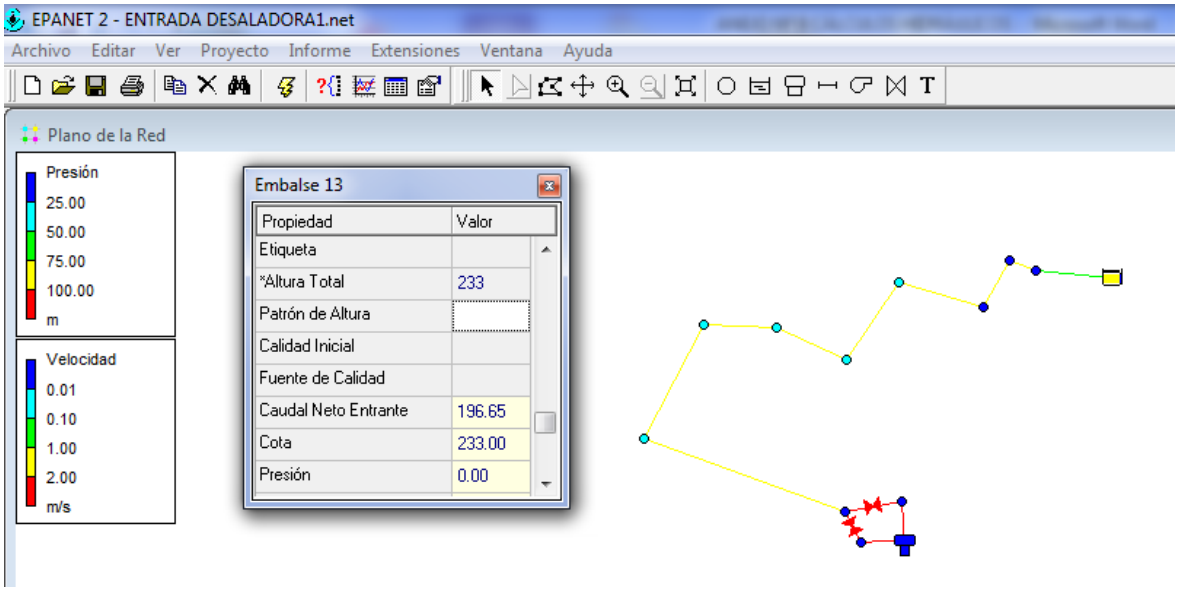


Fig nº 2-B. Llenado de la balsa.

Otra de las situaciones de análisis, es la derivada de la conexión a la red de riegos, la cual se abastece en su mayor demanda de la toma nº 1 del canal del trasvase, cuya cota de abastecimiento, se ha hecho coincidir con el umbral del aliviadero. Este hecho de coincidir con la cota de la toma nº 1 del trasvase, permite asegurar el abastecimiento de la zona de riegos con el diseño formulado en las obras llevadas a cabo en la modernización, cuya red se encuentra dimensionada para soportar la presión que le confiere esta balsa, coincidente

en su llenado máximo hasta el aliviadero y donde rebaja aún la presión en 1,3 bares con respecto a la toma nº 1 del canal del trasvase.

Dada la situación irrelevante del llenado de esta balsa desde el trasvase, dadas las necesidades de la demanda de riegos y puesto que el llenado de la balsa “Casa del Caño” corresponde con el agua de la desaladora, hacer constancia que a pesar de la distancia entre la toma nº 1 y la balsa, de 7 kms en línea recta, al equiparar el umbral del aliviadero con el de la toma y a pesar de la conducción de 12 Km con tuberías de dimensiones que van desde los diámetros de 1,2 m a 0,4 m, permite asegurar parcialmente su llenado desde la toma del trasvase, conforme a la simulación desarrollada con el programa Epanet.



Fig nº 3. Simulación de conexión con la toma nº 1 trasvase

Esta aportación de datos no constituye más que la simple comprobación de la posibilidad de estudiar la influencia desde la toma nº 1 del trasvase con la balsa, sin que el fin sea de llenados de la toma del trasvase, imposible conforme las necesidades hídricas que posee la Comunidad de esta toma y luego el “embudo” del tramo de la conducción con DN 400 mm que limita su paso eficaz (líneas rojas de la Fig nº 4).

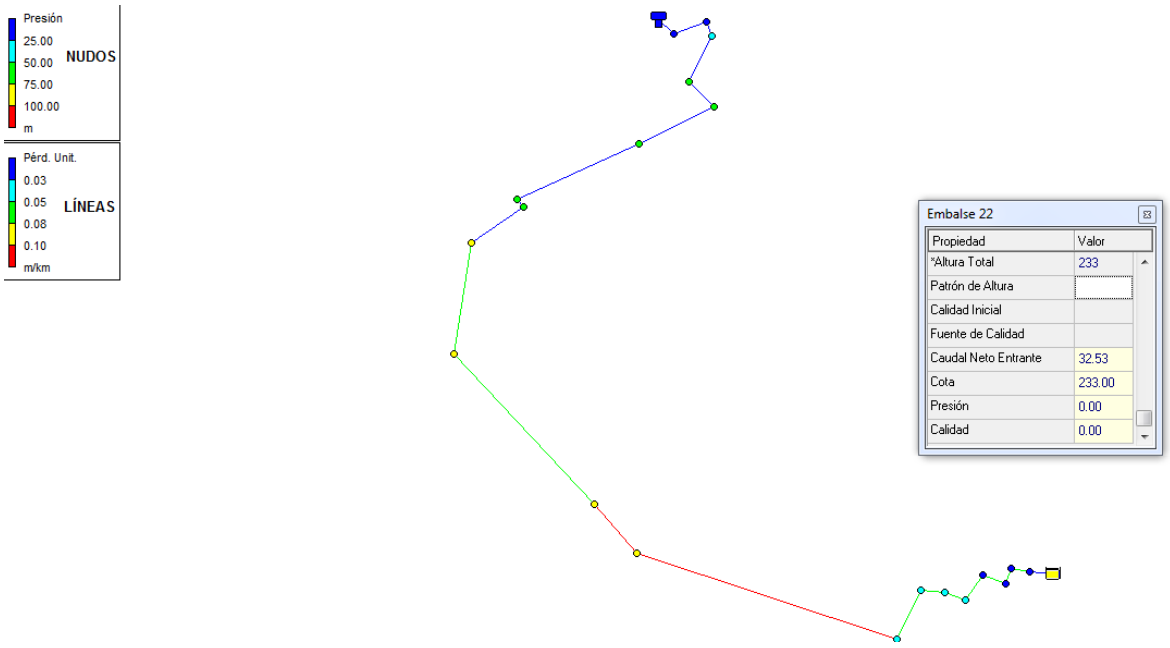


Fig nº 4. Caudal de 32,5 l/s cuando alcanza la cota 233 msnm.

Es por ello que el abastecimiento de la balsa “Casa del Caño” entrega en la red de riegos diseñada, el caudal con presión suficiente equiparable a la toma nº 1 y que permite su llenado desde la toma de la desaladora, augurando en el futuro otros abastecimientos como la desaladora de Águilas, en tramites de aumentar las actuales concesiones del agua desalada.

1.2. DATOS DE LLENADO DEL EMBALSE

Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Veloc. de Reacción mg/L /d	Calidad	Estado
Tubería 1	196.65	1.56	4.91	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 2	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 3	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 4	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 5	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 6	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 7	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 8	196.65	1.00	1.59	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 11	-196.65	0.39	0.15	0.016	0.00	0.00	Abierto
Tubería 10	198.33	6.31	174.60	0.017	0.00	0.00	Abierto
Tubería 13	-198.33	6.31	174.60	0.017	0.00	0.00	Abierto
Válvula 9	-98.33	3.13	0.00	0.000	0.00	0.00	Abierto
Válvula 12	98.33	3.13	0.00	0.000	0.00	0.00	Abierto

Tabla nº 1.

****

```
 *                      E P A N E T                              *
 *              Análisis Hidráulico y de Calidad                 *
 *               de Redes Hidráulicas a Presión                  *
 *                    Versión 2.0 Ve                            *
 *                                                              *
 *                     Traducido por:                           *
 *        Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos       *
 *            Universidad Politécnica de Valencia               *
 ***************************************************************

 Archivo de Entrada: ENTRADA DESALADORA1.net
```

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	
1	1	2	461	400	
2	2	3	325	500	
3	3	4	132	500	
4	4	5	156	500	
5	5	6	226	500	
6	6	7	138	500	
7	7	8	121	500	
8	8	9	84	500	
11	13	9	80	800	
10	11	10	2	200	
13	12	11	2	200	
9	1	10	No Disponible	200	Válvula
12	12	1	No Disponible	200	Válvula

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad	
1	0.00	237.41	21.91	0.00	
2	0.00	235.01	45.71	0.00	
3	0.00	234.46	43.66	0.00	
4	0.00	234.23	37.63	0.00	
5	0.00	233.97	29.57	0.00	
6	0.00	233.59	28.59	0.00	
7	0.00	233.36	21.26	0.00	
8	0.00	233.15	20.15	0.00	
9	0.00	233.01	16.01	0.00	
10	0.00	237.41	21.91	0.00	
12	0.00	237.41	21.91	0.00	
13	202.86	233.00	0.00	0.00	Embalse
11	-202.86	237.50	22.50	0.00	Depósito

Resultados de Línea:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Estado
1	202.86	1.61	5.21	Abierto
2	202.86	1.03	1.69	Abierto
3	202.86	1.03	1.69	Abierto
4	202.86	1.03	1.69	Abierto
5	202.86	1.03	1.69	Abierto
6	202.86	1.03	1.69	Abierto
7	202.86	1.03	1.69	Abierto
8	202.86	1.03	1.69	Abierto
11	-202.86	0.40	0.16	Abierto
10	101.43	3.23	46.69	Abierto
13	-101.43	3.23	46.69	Abierto
9	-101.43	3.23	0.00	Abierto Válvula
12	101.43	3.23	0.00	Abierto Válvula

2. REGIMEN TRANSITORIO.

El golpe de ariete o transitorio hidráulico, es el fenómeno que se produce en todas las instalaciones hidráulicas cuando algún evento modifica el régimen estacionario. Estos eventos producen variaciones en la inercia del fluido que se transmiten como ondas de soprepresión o depresión en el interior de las tuberías.

Estudiemos el corte durante el llenado sobre la válvula de seccionamiento en la arqueta de entronque.

En el tramo anterior de 1.188 m de tubería PVC-O DN 500 mm 1,25 MPa con una cota de desnivel máximo de 43,5 m (altura de toma), cuya cota en la válvula de mariposa de DN 400 mm que de modo manual, proporciona la comunicación desde la toma hacia el embalse, cota 189,5 msnm y la cota máxima hasta la línea hidráulica de entrada a la línea hidrulica 216 msnm (diferencia 26,5 m), por lo tanto la presión estática en este punto es de 43,5 m (la más desfavorable). La presión máxima asimilable en la conducción instalada posee un margen de 81,5 m.c.a.

El cierre de la válvula de la toma dejando de suministrar agua, produciría una sobrepresión en el punto bajo de la arqueta de entronque.

Cerrando la válvula se produce el acontecimiento del golpe de ariete en este punto bajo, conforme la fórmula de Michaud.

$$\Delta H = 2 \cdot L \cdot v / g \cdot t$$

ΔH .- Soprepresión del golpe de ariete en m.c.a = 81 = 40 m (seguridad para la tubería de conexión DN 400 mm 10 atm)

L.- Longitud = 1.188 m Tub DN 500 mm proyecto + 461 m Tub DN 400 mm existente = 1.649 m

V.- en llenado = 1,61 m/s

t. Tiempo en segundo.

Despejando t = 2·L·v / g·H = 5310 / 392 = 13,55 s.

Vemos que la válvula hidráulica del cierre de la toma de la desaladora (ajena a este proyecto), debería tabularse con un cierre elástico de al menos 45 segundo.

Las válvulas de seccionamientos del proyecto, tienen un retardo de un minuto de cierre, conforme petición en el reductor del par.

3. TUBERÍA DE CONEXIÓN DESEMBALSE REGIMEN FUNCIONAL.

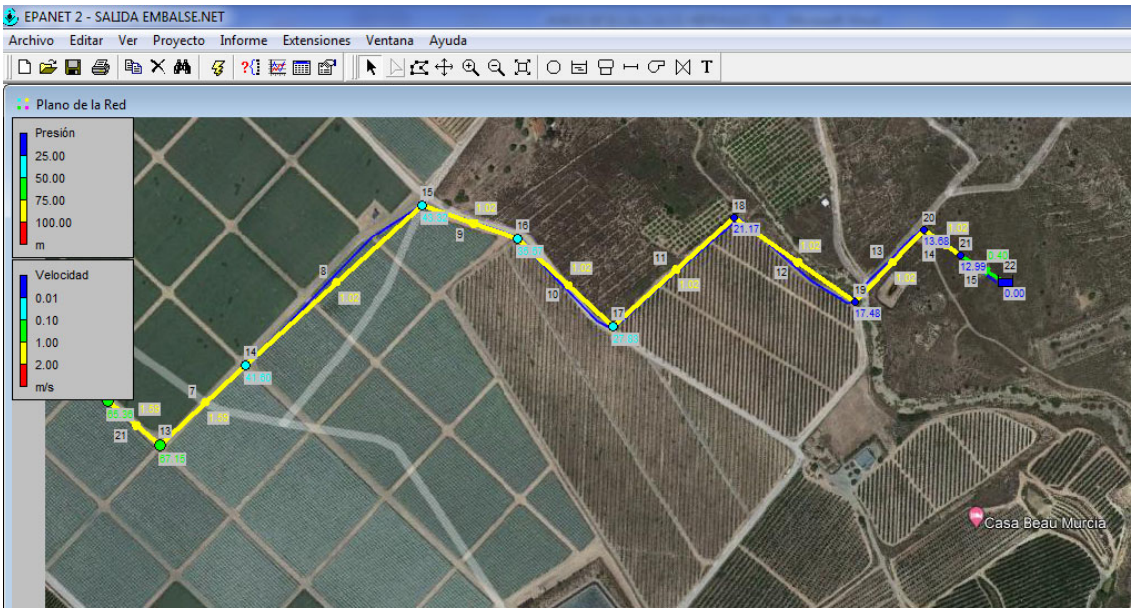


Fig nº 5.

Tabla de Red - Nudos

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 14	0.00	230.60	41.60
Conexión 15	0.00	231.32	43.32
Conexión 16	0.00	231.57	35.57
Conexión 17	0.00	231.83	27.83
Conexión 18	0.00	232.17	21.17
Conexión 19	0.00	232.48	17.48
Conexión 20	0.00	232.68	13.68
Conexión 21	0.00	232.99	12.99
Embalse 22	-200.00	233.00	0.00

Tabla nº 2.

Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería 7	-200.00	1.59	5.07	0.016
Tubería 8	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 9	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 10	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 11	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 12	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 13	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 14	-200.00	1.02	1.64	0.016
Tubería 15	-200.00	0.40	0.16	0.016
Tubería 21	-200.00	1.59	5.07	0.016

Tabla nº 3.

No posee ningún problema en el golpe de ariete.

4. DESCARGA DEL EMBALSE.

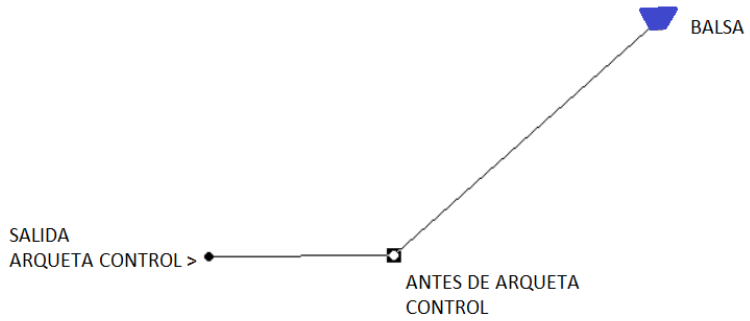


Fig. nº 6. Descarga del embalse.

Tabla Línea - Nudo:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
1	1	10	82	500
9	10	9	10	300

Resultados de Nudo:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
9	200.00	227.65	10.65	0.00

```
10                    0.00    227.87      9.87      0.00
1                  -200.00    228.00     10.00      0.00 Depósito

Resultados de Línea:
------------------------------------------------------------
ID                  Caudal Velocidad Pérd. Unit. Estado
Línea                  LPS       m/s       m/km
------------------------------------------------------------
1                   200.00      1.02       1.64   Abierto
9                   200.00      2.83      21.99   Abierto
```

5. ANCLAJE DE TUBERÍA.

Todos los componentes de la conducción que puedan estar sometidos a empujes por efecto de la presión hidráulica, tales como codos, derivaciones, conos de reducción y válvulas de de seccionamiento o de regulación, deberán anclarse a un macizo de hormigón que contrarreste el empuje y asegure la inmovilidad de los mismos. En este anejo nº 9, se consideran los codos y derivanciones, dado que los demás elementos están situados dentro de arquetas.

Para el dimensionamiento de los macizos de anclaje de codos horizontales o verticales sencillos con pendientes descendentes, se utiliza

Estos macizos de anclaje serán de hormigón y deben disponerse de tal forma que las uniones de las tuberías queden al descubierto.

El empuje debido a la presión hidráulica interior producido en los cambios de dirección en la tubería viene dado por la expresión:

$$E_b = 2 \cdot P \cdot A \cdot sen(\theta/_2)10^{-3}$$

E_b: empuje en la tubería, en kN

P: presión interior en la tubería, en N/mm^2

A: área interior de la tubería, en mm^2

θ: ángulo interior entre las alineaciones de la tubería

Además de la presión anterior, se produce otro empuje debido al agua en movimiento, si bien no suele considerarse en el cálculo ya que es mucho menor.

Para resistir el empuje Eb (kN) se dispone de macizos de anclaje de hormigó, los cuales suelen dimensionarse de manera que su peso iguale al empuje máximo a resistir.

Para la presión interior de la tubería se tomará el valor de MDP Presión máxima de diseño, en nuestro caso, no supera 1 MPa la conducción de conexión organizada con tubería de DN 500 mm.

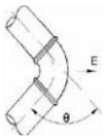
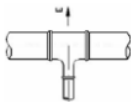
Componente	Empuje de la tubería
Codos 	$E_b = 2 \cdot P \left(\frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4}\right) sen\left(\frac{\theta}{2}\right) \cdot 10^{-3}$ P: Presión interior de la tubería, en N/mm² Ø: diámetro interior de la tubería, en mm θ: ángulo de desviación, en grados
Derivaciones 	$E_b = P \left(\frac{\pi \cdot \emptyset d^2}{4}\right) \cdot 10^{-3}$ P: Presión interior de la tubería, en N/mm² Ød: diámetro de la derivación, en mm

Tabla nº 4. Canal de Isabel II.

Para las necesidades de la instalación, con presiones máximas de 5 bares en tuberías de DN 500 mm PN 12,5 MPa, los esfuerzos esperados en los diferentes codos son, en toneladas:

Tubería	Codo	E (t*f*)
DN 500 mm	45	8,95
DN 500 mm	90	11,78
DN 500 mm	22,5	4,59

Tabla nº 5.

Las características del suelo, conforme el estudio geotécnico realizado y la experiencia previa en la instalación existente, son:

TIPO DE SUELO	γ (t/m³)	Φ (grados)	C (t/m²)	C (kg/cm²)
Arena compacta	1,90	35	20	2

Tabla nº 6.

El área (A) de los macizos de anclajes en contacto con el lateral de la zanja es igual a:

$$A = E / C$$

Tubería	Codo	E (t*f*)	C	A
DN 500 mm	45	8,95	20	0,4475
DN 500 mm	90	11,78	20	0,589
DN 500 mm	22,5	4,59	20	0,2295

Tabla nº 7.

El anclaje deberá dimensionarse de forma que cumpla con la siguiente expresión:

$$V * 2,3 * tg\ \varphi + C * A > 1,1 * E$$

Siendo C la capacidad portante del terreno, V el volumen de hormigón necesario.

Tubería	Codo	Volumen
DN 500 mm	45	0,56
DN 500 mm	90	0,73
DN 500 mm	22,5	0,29

Tabla nº 8.

El diseño mas necesitado es el codo de 90º, diseñándose todos ellos con el macizo de hormigón de 0,75 m^3. El macizo quedaría conformado con una profundidad de 70 cm incrustado en el rebaje de la zanja, conforme la siguiente figura nº 7.

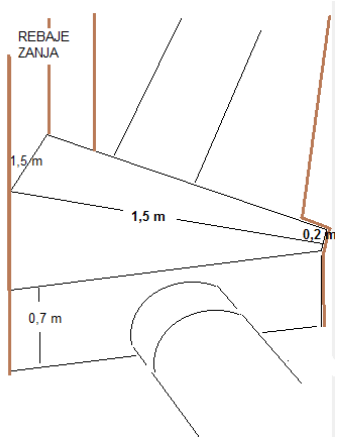


Fig nº 7. Anclaje de codo.

Los macizos de los anclajes se proyectan además, armados con mallazo en su base y en la parte superior de la cuña, cuya armadura supone el incremento de 15 kg/m^3 en oposición del empuje del peso de la cuña, por lo que los codos estarían todos ellos sobre-dimensionados.

Para los casos en derivaciones de las ventosas, de menores demandas, se organizan dados y protección de las tuberías de derivación con acompañamiento de una capa de hormigón de al menos 10 cms para evitar movimientos, siguiendo los criterios de las Normas del Canal Isabel II.

6. DIMENSIONES DE VENTOSAS.

El dimensionado de las ventosas responde a las recomendaciones de la Guía Técnica de Tuberías para Transporte de Agua a Presión del CEDEX, en su apartado 3.9.5, donde recomienda:

- Disponer ventosas en los puntos altos relativos de las tuberías, junto a válvulas importantes y en tramos largos de poca pendiente con una separación máxima de unos 500 metros en las impulsiones y de unos 1.500 metros en las conducciones por gravedad.

- Selección del DN de la ventosa en función del diámetro de la tubería:

Ø Tubería (mm)	Ø Ventosa (mm)
< 250	50, 60, 65
250 a 600	80, 100
600 a 1200	125, 150

Tabla nº 8. Criterio Canal Isabel II.

7. CÁLCULOS MECÁNICOS.

7.1. TIMBRAJE DE TUBERÍA.

El timbraje de La conducción, debe ser tal, que la tubería sea capaz de soportar las siguientes presiones:

- Presión de Funcionamiento Admisible (PFA): Es la presión máxima que la tubería es Capaz de resistir de forma permanente en servicio (UNE-EN 805). Corresponde con la Presión Nominal (PN).
- Presión Máxima Admisible (PMA): Es la presión máxima, incluido el golpe de ariete, que una tubería es capaz de soportar en servicio (UNE-EN 805).
- Presión de Prueba en Obra Admisible (PA): Es la presión hidrostática máxima que una tubería recién instalada es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y estanqueidad de la conducción.

- Conducción entrada embalse “Casa del Caño”.

Se adopta una presión nominal de 1 MPa, debido a que la presión de diseño, para ambos usos de la conducción, no superara en ningún punto de la conducción a la presión de funcionamiento admisible (PMA).

- Conducción salida embalse “Casa del Caño”.

Como se puede comprobar en el epígrafe 2, el timbraje de la tubería instalada en el tramo de conexión es válido, tanto para régimen permanente como variable.

7.2. COMPROBACIONES.

El cálculo mecánico de conducciones enterradas para el caso de tubos de materiales termoplásticos independientemente de su tipología (PVC-O o PE), se realizará conforme a lo especificado en la norma UNE 53.331:1997 IN (la cual sigue el conocido como método ATV), debiendo utilizar para su aplicación la ayuda de algún programa de ordenador desarrollado al respecto. Para el presente proyecto, se ha utilizado el Programa de Cálculo Mecánico TOM® desarrollado por Molecor Tecnología, S.L. El Programa es una aplicación

o software de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM® y está basado en las normas de referencia:

- ATV-DVWK-A 127E:2000: “Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos”
- UNE 53331:1997: “Tuberías de poli(cloruro de vinilo) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas”.

Este método de cálculo es uno de los más extendidos a nivel mundial, junto con el método AWWA. La experiencia a lo largo de los años ha demostrado que los resultados obtenidos con el mismo son fiables, siempre y cuando los parámetros de entrada se correspondan con la realidad del proyecto.

El Programa proporciona como resultados los distintos esfuerzos y solicitaciones que soportará la tubería así como sus coeficientes de seguridad a rotura y aplastamiento

Es importante realizar el cálculo mecánico de las conducciones enterradas para valorar los esfuerzos mecánicos que se transmiten a la tubería por la acción de las distintas cargas externas actuantes.

Los datos para el cálculo están clasificados en páginas dispuestas de la siguiente manera:

- Tipo de instalación (Crear nuevo cálculo)
- Diámetro y presión nominal necesarios para el cálculo (Dimensiones del tubo)
- Geometría de la zanja (Datos de zanja y presiones)
- Tipos de apoyo (Apoyo)
- Tipos de relleno y módulos de compresión (Relleno y terreno)

APÉNDICE

Información general sobre el informe abreviado	
Número de informe	2022_01_10_3944
Fecha de última modificación	10 de Enero de 2022 a las 08:51
Nombre del proyecto	Balsa Casa del Caño
A la atención de D./Dña.	
Dirección	Avda de Cartagena 19 Bajo
Ciudad / localidad / municipio	Alhama de Murcia
Provincia / región / estado	Murcia
País	España
Promotora	Seiasa
Ingeniería	Rdelossa
Constructora	
Dirección de obra	None

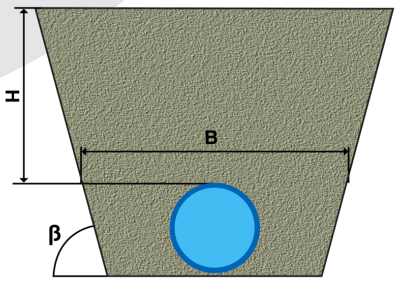
PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO

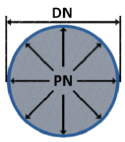
Este programa de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM®, está basado en las normas de referencia:

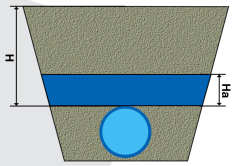
ATV-DVWK-A 127E:2000 "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

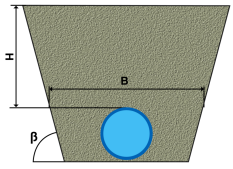
UNE 53331: 2020 "Tuberías de Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), Poli(cloruro de vinilo) orientado (PVC-O), Polietileno (PE) y Polipropileno (PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas"

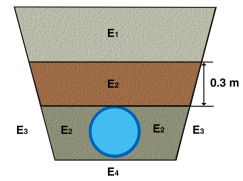
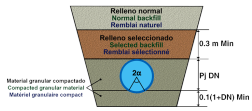
Resultados del cálculo
Clase de seguridad B (caso especial) - material PVC-O > 2
INSTALACIÓN VÁLIDA

Características del tubo y de la instalación		
Tipo de conducción	Agua a presión Especificaciones de tubería según: norma europea UNE-EN 17176 - norma internacional ISO 16422 - norma francesa NF T54-948 - norma sudafricana SANS 16422	
Aplicación	Riego	
Nombre de la instalación	Tubería PVC-O DN 500 mm	
Tipo de instalación	Instalación de un tubo TOM® en zanja	

Tubería				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Código del producto	-	-	**TOM50012B**	
Material del tubo	-	-	PVC-O Clase 500	
			C 1.4	
Presión nominal	PN	bar	12,5	
Diámetro nominal	DN	mm	500	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Largo plazo.	$E_{t(lp)}$	N/mm^2	2800,0	
Módulo de elasticidad en flexión transversal. Corto plazo.	$E_{t(cp)}$	N/mm^2	4000,0	
Peso específico	γ_t	kN/m^3	14,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Largo plazo.	$\sigma_{t(lp)}$	N/mm^2	70,0	
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexión-tracción. Corto plazo.	$\sigma_{t(cp)}$	N/mm^2	100,0	

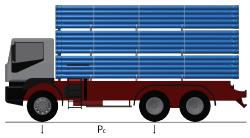
Presiones				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Presión interna de trabajo	P_i	bar	10,0	
Presión externa debido al agua	P_e	bar	0,0	
Nivel freático	H_a	m	0,0	

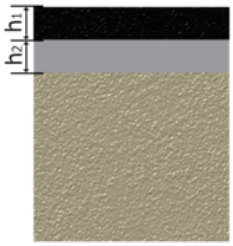
Geometría de la zanja				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de zanja	H	m	1,6	
Anchura de la zanja	B	m	1,4	
Ángulo de inclinación de las paredes de la zanja	β	°	78,7	

Apoyo y material de relleno				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Tipo de apoyo	-	-	A	 Apoyo Tipo A
Ángulo de apoyo	2α	°	60	
Módulo de compresión de E_1	E_1	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_1		%	95,0	
Grupo de suelo E_1		-	G2	
Módulo de compresión de E_2	E_2	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_2		%	95,0	
Grupo de suelo E_2		-	G2	
Módulo de compresión de E_3	E_3	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_3		%	95,0	
Grupo de suelo E_3		-	G2	
Módulo de compresión de E_4	E_4	N/mm^2	8,0	
Porcentaje proctor E_4		%	95,0	
Grupo de suelo E_4		-	G2	
Peso específico del relleno en zanja	-	kN/m^3	20,0	
Peso específico del relleno en terraplén	-	kN/m^3	-	

Tipo de relleno	
	Tubo 1
Tipo de relleno	Relleno por capas compactadas contra el suelo natural (sin verificación del grado de compactación), aplicable también para paredes soportadas por tablones (construcción Berlinesa).

Sobrecargas debido al trafico				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	

Símbolo del vehículo	-	t	-	
Número de ejes	-	-	-	
Distancia entre ruedas a	a	m	-	
Distancia entre ejes b	b	m	-	
Sobrecargas concentradas P_c	P_c	kN	-	
Sobrecargas distribuidas P_d	P_d	kN	-	
Coeficiente C_d	C_d	-	-	
Coeficiente de impacto Phi	Phi	-	-	

Pavimento				
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**	
Altura de la primera capa del firme	h1	m	-	
Altura de la segunda capa del firme	h2	m	-	
Módulo de compresión de la primera capa	E_{f1}	N/mm^2	-	
Módulo de compresión de la segunda capa	E_{f2}	N/mm^2	-	

Determinación de las acciones sobre el tubo. Corto plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	23,49
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		23,49
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	20,33
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,598
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,102924
En los riñones			-0,060250
En la base			0,261601
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			
En la clave	N	kN/m	233,5289
En los riñones			231,9332
En la base			232,9243
Tensiones circunferenciales máximas			

σ en clave	σ	N/mm^2	22,92
σ en riñones			21,10
σ en base			29,17
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	4,36
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			4,74
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			3,43
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	32,36

Determinación de las acciones sobre el tubo. Largo plazo.			
	Nome.	**Unidades**	**Tubo 1**
Presión vertical debida al suelo			
Presión vertical debida al suelo	q_v	kN/m^2	22,99
Presión vertical debida a las sobrecargas concentradas	P_{vc}		0,00
Presión vertical debida a las cargas distribuidas	P_{vr}		0,00
Presión vertical total sobre el tubo	q_{vt}		22,99
Presión lateral debida a la tierra			
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo	q_{ht}	kN/m^2	20,27
Deformación relativa (La deformación no puede ser superior al 5%)			
Deformación relativa	δ_v	%	0,666
Momentos flectores longitudinales			
Momento longitudinal total			
En la clave	M	kN·m/m	0,093791
En los riñones			-0,051012
En la base			0,249736
Fuerzas normales (axil circunferencial)			
Fuerza normal total			

En la clave	N	kN/m	233,5077
En los riñones			232,0564
En la base			232,9229
Tensiones circunferenciales máximas			
σ en clave	σ	N/mm^2	22,55
σ en riñones			20,74
σ en base			28,69
Coeficientes de seguridad a rotura			
Verificación de esfuerzos tangenciales en la clave	v	-	3,10
Verificación de esfuerzos tangenciales en riñones			3,38
Verificación de esfuerzos tangenciales en la base			2,44
Coeficientes de seguridad al aplastamiento			
η debido a la acción de la tierra y el agua	η_3	-	27,18

ADVERTENCIA IMPORTANTE: LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Molecor pone a disposición el Programa como una herramienta para facilitar su trabajo a los profesionales pero no asume ninguna responsabilidad como asesor o prestador de servicios. Los resultados del cálculo obtenidos deben considerarse orientativos y tienen una finalidad meramente informativa. El diseño de un proyecto y la ejecución de la obra son responsabilidad del proyectista del constructor respectivamente. El proyectista usuario del Programa será exclusivamente responsable de la decisión de utilizar el Programa como herramienta auxiliar en la prestación de sus servicios profesionales y del correcto calculo de los elementos proyectados, teniendo en último término la responsabilidad de los cálculos realizados en el diseño de la instalación. En particular, será entera y exclusivamente responsable de la corrección de los datos introducidos par el cálculo y sus correspondientes resultados. Aunque **Molecor** ha hecho todos los esfuerzos para que el Programa responda a sus finalidades y funcione de forma regular de acuerdo con sus especificaciones, en el estado de la técnica, no puede garantizar su funcionamiento continuo ni la total ausencia de posibles fallos o incidencias en el funcionamiento del Programa, en particular, por interacción con otros elementos (ordenadores, servidores, comunicaciones electrónicas, etc.) y con el propio usuario. En consecuencia, **Molecor** NO RESPONDERA DE NINGUN DAÑO DIRECTO O INDIRECTO, PREVISIBLE O IMPREVISTO DERIVADO DEL USO DEL PROGRAMA SALVO EN CASO QUE SE DEMUESTRE SU DOLO O NEGLIGENCIA GRAVE EN EL DISEÑO U OPERACIÓN DEL SOFTWARE. En particular, **Molecor** NO SE RESPONSABILIZA:

1. de los posibles resultados erróneos causados por errores, omisiones y/o inexactitudes en los datos introducidos por el usuario.

2. de la mala utilización no conforme con las especificaciones del Programa.

3. del uso que se haga de la información proporcionada por el Programa y no realización de razonables comprobaciones para verificar la corrección de la misma.