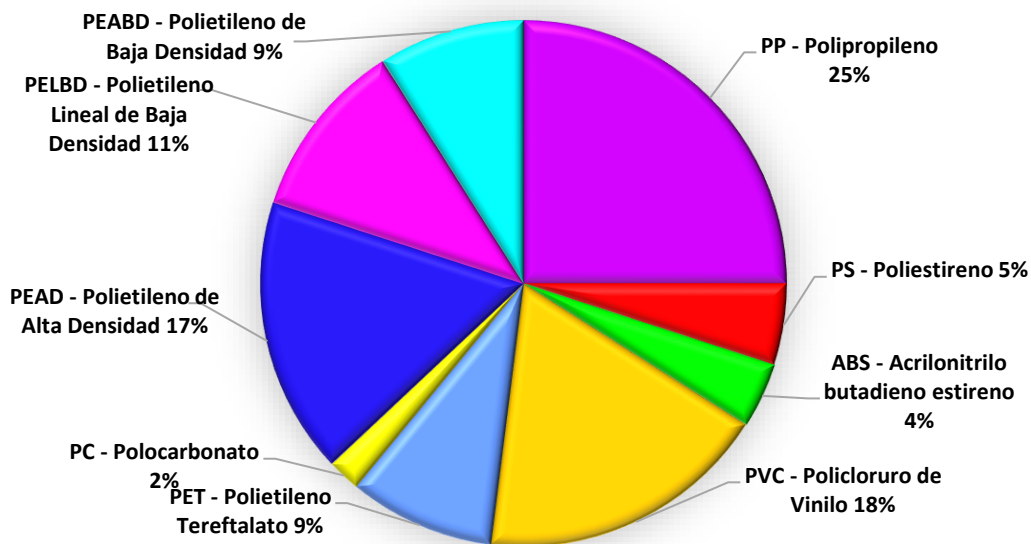


# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la tecnología existente para el desarrollo de tuberías plásticas avanzó hasta el punto en que se dispone de una amplia variedad de materiales que permiten cubrir un gran campo de aplicaciones, tanto industriales como domésticas. Los principales tipos de materiales plásticos utilizados para la producción de tuberías y accesorios son: Polietilenos, Polipropilenos, Polibutilenos y Policloruro de Vinilo. (Autoridad de fiscalización de empresas, 2017, pág. 5)

Los polietilenos están cobrando mayor demanda en el mercado mundial. En el 2013 la demanda mundial de polímeros fue de aproximadamente 216 millones de toneladas métricas. La Figura 1 muestra el porcentaje de consumo de los principales polímeros empleados a nivel mundial. El polietileno es el tipo de termoplástico de mayor consumo con una demanda de 76 Millones de toneladas métricas, lo cual lo constituye en el derivado del etileno de mayor demanda.

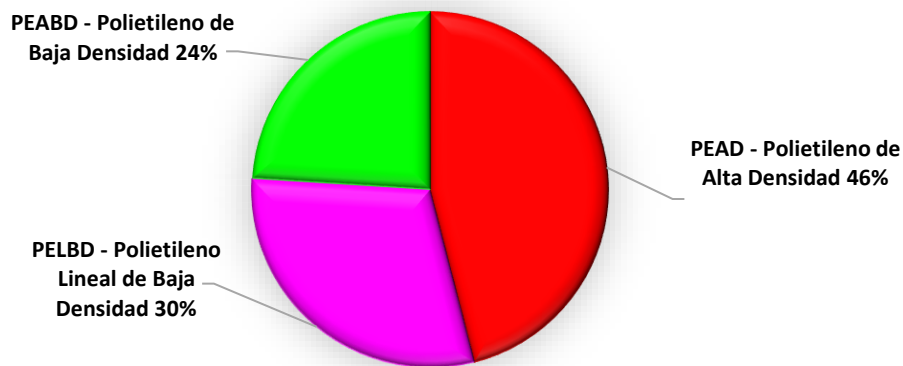


**Figura 1.** Demanda de polímeros en el año 2013

*Fuente: Salguero, y otros, 2015.*

En la figura 2, se muestra el 59% de etileno producido a nivel mundial se lo destina a la producción de polietileno, siendo el (PEAD)<sup>1</sup> uno de mayor consumo con un porcentaje del 46% del total de polietilenos producido. (Salguero, y otros, 2015, pág. 96)

<sup>1</sup> Polietileno de alta densidad



**Figura 2.** Consumo de etileno en el mundo  
*Fuente: Salguero, y otros, 2015.*

## 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día el método y forma de conducción del agua es a través de tubería, siendo este medio el que genera menores pérdidas y se adecua a las condiciones topográficas que en nuestro medio se presentan, es por eso que se fabrican y se tiene en el mercado una amplia gama de materiales que permiten cubrir diferente campo de aplicación, mismos que tienen funciones específicas. La existencia de diferentes materiales de tubería pone en descubierto el saber qué tipo de tubería utilizar en ciertas condiciones dadas.

A pesar de ser un tema relevante en el movimiento económico nacional actual, no se han realizado estudios referidos al planteamiento de nuevas tecnologías, con respecto a los materiales empleados en las instalaciones, es decir tuberías y accesorios; donde no solo se analice desde el punto de vista técnico, sino que este se asocie al aspecto económico, el cual en muchas oportunidades es el que determina la selección de los materiales a emplear; de esta manera se lograra tener una mayor perspectiva al momento de realizar y ejecutar un proyecto. El cambio de tuberías de polietileno de alta densidad PEAD frente a las tuberías de policloruro de vinilo PVC<sup>2</sup> en el sistema de agua potable (línea de conducción, línea de aducción y la red de distribución), que nos permita la mejor trabajabilidad y mejorar la dotación en el sistema de agua potable.

Podemos mencionar que en nuestro país generalmente se utilizan tuberías (PVC), en estos últimos años se vienen introduciendo los materiales PEAD que están cogiendo cierta

---

<sup>2</sup> Policloruro de vinilo

importancia en el rubro. Es de ahí que nace la necesidad de hacer este análisis técnico económico.

### **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué tipo de tubería (PVC o PEAD) ofrece mejores ventajas técnicas y económicas para una aducción en terreno de fuerte pendiente?

¿Qué sistema de regulación de presión entre CRP<sup>3</sup> y VRP<sup>4</sup> es recomendable técnica y económicamente para una aducción en terreno de fuerte pendiente?

### **1.4. HIPÓTESIS**

Mediante la realización de un análisis técnico económico de una aducción de agua potable en terreno con fuerte pendiente se podrá saber qué tipo de tubería y sistema de regulación de presión es recomendable utilizar en un sistema de aducción de agua potable por gravedad para lugares de características topografía similares.

### **1.5. OBJETIVOS**

#### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL:**

- Analizar técnica y económicamente una aducción a gravedad con topografía de la comunidad de Llanadas, para sistemas de agua potable a presión, en zonas de fuertes pendientes utilizando tubería PEAD vs PVC y considerando estaciones de reductoras de presión CRP vs VRP

#### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Recopilar información técnica de tuberías (PEAD y PVC), cámara rompe presión y válvula reductora de presión.
- Plantear 8 alternativas para el diseño de una aducción haciendo variar el tipo de tubería y sistema de regulación de presión.
- Elaborar el diseño hidráulico óptimo con su respectivo presupuesto económico para cada alternativa formulada.

---

<sup>3</sup> Cámara rompe presión

<sup>4</sup> Válvula reguladora de presión

- Efectuar un análisis técnico de las tuberías (PVC con PEAD) y de las estaciones reductoras de presión (VRP con CRP), e ítems de mayor incidencia de cada alternativa.
- Realizar un análisis económico de las 8 alternativas formulada e ítems de mayor incidencia de cada alternativa.
- Indicar cual es la alternativa más recomendable técnicamente y cuál es la más económica para cada caudal.

## **1.6. DELIMITACIONES**

### **1.6.1. DELIMITACIÓN DEL UNIVERSO**

Se presentará el diseño hidráulico óptimo de una aducción por gravedad de agua potable usando topografía de la comunidad de Llanadas, dos tipos de tuberías plásticas (PVC – PEAD), estaciones de regulación de presión (CRP-VRP) para dos caudales teóricos (5 l/s y 10 l/s), confeccionada en 8 alternativas de estudio.

### **1.6.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

#### ***1.6.2.1. Límite temporal***

Este proyecto se realizará tomando como base la topografía realizada en diciembre del año 2021, los trabajos de campo y gabinete se realizarán en los meses de mayo a noviembre del año 2022.

#### ***1.6.2.2. Límite geográfico***

El lugar de estudio del presente proyecto es en la comunidad de Llanadas, perteneciente a la provincia Cercado del Departamento de Tarija.

La provincia Cercado presenta los siguientes límites:

- Norte: Municipio de San Lorenzo y O’connor.
- Sud: Municipio de Padcaya y Uriondo
- Este: Municipio de O’connor.
- Oeste: Municipio de Uriondo y San Lorenzo

La comunidad de Llanadas presenta los siguientes límites:

- Norte: Comunidad Hoyadas

- Sud: Comunidad Alto España
- Este: Comunidad de Alto Cajas
- Oeste: Comunidad de Narváez

La comunidad de Llanadas se ubica geográficamente en las coordenadas 21°21'48.53" de Latitud Sud y 64°25'16.44" de Longitud Oeste, dentro la jurisdicción del Municipio de Cercado y a una altura promedio de 2750 m.s.n.m., pertenece a un clima fisiográfico de Valle con una temperatura media anual de 20°C.



**Figura 3.** Ubicación geográfica del proyecto  
*Fuente: Elaboración propia con apoyo del ArcGIS*

## **1.7. ALCANCE DEL TRABAJO**

El estudio de investigación comprende formular alternativas y realizar el diseño hidráulico con sus respectivos presupuestos económico de una aducción a gravedad para agua potable, que permita realizar un análisis técnico comparando dos tipos de tuberías (PVC con PEAD), cámaras rompe presión y válvulas reguladoras de presión. Determinar que alternativa es recomendable utilizar para la comunidad de Llanadas y pueda ser utilizado como referencia para posteriores proyectos de características topográficas similares.

## **1.8. JUSTIFICACIÓN**

La propuesta de análisis técnico económico utilizando dos tipos de tubería; policloruro de vinilo (PVC) de uso convencional frente a las de polietileno de alta densidad (PEAD), que en los últimos años se viene instaurando en el mercado nacional y mundial. tiene como propósito hacer uso de esta nueva tecnología innovadora con la finalidad de resolver problemas que aquejan a la población, en específico a la línea de aducción, que son los tramos en su mayoría que solo se los visita cuando se necesita reparar algún daño de consideración en los sistemas de agua potable rurales.

Conocer el tipo de tubería plástica (PVC y PEAD) que mejor se adecua para aducción de agua potable en terrenos de fuertes pendientes puede ayudar a realizar mejores diseños y construcciones mas duraderas a menor costo.

En las conducciones de agua potable a presión en terrenos de fuertes pendientes uno de los problemas que se debe tomar en cuenta es el sistema de reducción de presión, motivados en ello el presente trabajo permite recomendar que sistema de reducción de presión es recomendable técnica y económicamente para mencionadas condiciones topográficas.

Con el desarrollo de este trabajo pretende ayudar a la toma de decisiones sobre que tipo de tubería y con qué sistema de estación reductora de presión usar de acuerdo al alcance económico disponible.

Además, brindara criterios para la toma de decisiones al momento de escoger las tuberías y las estaciones reductoras de presión cuando se realiza un estudio o al momento de realizar un contrato modificadorio que podría ser para dar mayor alcance al proyecto.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1. MARCO HISTÓRICO**

#### **2.1.1. HISTORIA DE LAS CONDUCCIONES DE AGUA**

El desarrollo de los sistemas de conducción nace de la necesidad del ser humano, de ser capaz de transportar fluidos de un lugar a otro: abastecer, irrigar, evacuar, etc. En definitiva, ordenar y aprovechar los recursos disponibles de manera que cumplan unos objetivos o cubran unas necesidades mínimas entre las que se encuentra la más importante: el abastecimiento para el consumo humano.

En algunas partes del mundo, desde un principio estas redes fueron diseñadas para separar perfectamente el transporte de agua potable y la evacuación de aguas negras, mientras que otras regiones aún no habían diseñado esta diferenciación de redes.

Las primeras cloacas romanas formaron parte de complejos sistemas de transporte y suministro. A pesar de que inicialmente sólo las instalaciones y viviendas de la alta sociedad contaban con su propio suministro, el tejido de estas redes se fue ampliando primero hacia las instalaciones de saneamiento y baños de la época, y posteriormente se constituyó dentro de las ciudades.

Los acueductos romanos formaron parte fundamental de estas redes de abastecimiento, así como las acequias musulmanas, mientras las tuberías de arcilla o piedra formaban algunos de los primeros ductos de los que aún quedan restos en Roma, Egipto o Mesopotamia, y el bambú era utilizado en China. El cobre vivió su época de auge un poco más adelante, comenzando su implantación en la zona de Oriente Medio. Estas primeras conducciones supusieron el avance y desarrollo de la investigación de materiales y la organización de las ciudades.

A partir del siglo XVIII se desarrollan las primeras técnicas constructivas de los sistemas de saneamiento y abastecimiento modernos que conocemos hoy en día. Concretamente, el primer alcantarillado moderno data del siglo XIX y se encuentra en la ciudad alemana de Hamburgo. En esta época se empiezan a utilizar más materiales metálicos para las tuberías como el hierro y el plomo. Mientras que el hierro siguió investigándose y mejorando sus procesos productivos, así como su seguridad y calidad para el consumo humano, el plomo se prohibió.

Paralelamente, a lo largo del siglo XIX se implementa la tecnología de fabricación de tubería de acero en Estados Unidos con un método novedoso y de gran calidad para la producción de ductos. No obstante, esta tecnología sigue en continuo proceso de desarrollo e investigación durante todo el siglo XX hasta la actualidad, mejorando e innovando a nivel energético y de calidad para el consumo humano.

A lo largo del siglo XX van apareciendo otros materiales que van respondiendo sucesivamente a las necesidades que surgen con el desarrollo de las ciudades y las sociedades, encontrándonos con un abanico muy amplio de materiales, procesos y características para las conducciones: tubería de acero, fundición, fibrocemento, hormigón, materiales plásticos, etc. (Noksel, 2019, pág. 2)

Las tuberías son una de las mayores contribuciones para garantizar la pureza del recurso hídrico y la adecuada evacuación de aguas servidas de las poblaciones a lo largo de la historia. Desde la tubería de arcilla o cerámica de los tempranos días de Babilonia (4000 A.C.) ha existido un considerable esfuerzo para llegar al estado actual, una tubería que pudiera fabricarse económicamente y que mantuviese sus características estructurales bajo tierra durante un periodo de tiempo elevado. (Diez Costa y Muñoz Chacon, 2019, pag. 24)

### **2.1.2. HISTORIA DE LAS CONDUCCIONES CON TUBERÍAS PVC**

El PVC es uno de los materiales sintéticos más antiguos y con más historia en la producción industrial. El PVC nació de forma accidental, fruto de las investigaciones realizadas en el siglo XIX. De hecho, apareció al menos en dos ocasiones durante ese siglo. La primera en el año 1838, en las investigaciones del físico y químico francés Henry Victor Regnault y la segunda en 1872, con las investigaciones del alemán Eugen Baumann. En ambas ocasiones, el polímero apareció como un sólido blanco dentro de los frascos del recién descubierto gas de cloruro de vinilo, que se había dejado expuesto a la luz solar.

El material, por aquel entonces, era difícil de trabajar y además, nadie tenía ni idea de las aplicaciones. (Ferro Madrid, 2019, pág. 1)

Durante la segunda guerra mundial al ser destruidos todos los sistemas de agua y alcantarillados en Alemania, los científicos e ingenieros de este país decidieron crear la industria de PVC (Hermosa Altez, 2019, pág. 33)



### **2.1.3. HISTORIA DE LAS CONDUCCIONES CON TUBERÍAS PEAD**

La historia del Polietileno se remonta al año 1898 cuando Von Pechmann obtiene un polímero de estructura equivalente al Polietileno llamada Polimetileno. Esta síntesis se produjo accidentalmente a partir de diazometano, obteniendo un polímero de bajo peso molecular. En 1900, Bamberger y Tschirner analizaron un producto similar, encontrando que tenía la fórmula  $(CH_2)_n$ .

El Polietileno de baja densidad fue obtenido accidentalmente por los estudios de alta presión del etileno que Michaels realizó en Ámsterdam.

Este descubrimiento lo aprovechó Gibson para producir Polietileno, a partir de una mezcla de etileno y benzaldehído. En 1935, en Inglaterra, los químicos e ingenieros W. Faucett, G. Paton, W. Perrin y G. Williams, polimerizaron etileno utilizando altas presiones y temperaturas.

Este descubrimiento permitió a la Imperial Chemical Industries la fabricación del Polietileno en 1938 por medio de la primera planta piloto, iniciándose la producción comercial en 1939 en Northwich, Cheshire.

En 1953, Ziegler y sus colaboradores en el Instituto Max Planck, basándose en los trabajos iniciados por el italiano Natta, estudiaron el proceso de polimerización a baja presión.

La reacción con un complejo catalítico de alquil aluminio y tetracloruro de titanio daba lugar a la fabricación de un Polietileno de mayor densidad y temperatura de fusión, como consecuencia de su mayor regularidad. A este Polietileno se le denominó de alta densidad (PEAD o sus siglas en inglés PEAD), haciendo mención a sus propiedades, o de baja presión, debido a su método de obtención.

En 1955 se inauguró en Alemania la primera fábrica de este material. Simultáneamente la Phillips Petroleum Co. en USA, desarrollaba un proceso industrial de obtención de Polietileno de alta densidad, altamente cristalino utilizando presiones medias, y como catalizador óxido de cromo soportado sobre sílice. La primera planta industrial se montó en Pasadena en 1957. (Roca Girón, 2005, pág. 37)

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. ADUCCIÓN**

Se denomina aducción, al conjunto de tuberías, canales, túneles, dispositivos y obras civiles que permiten el transporte del agua, desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución. (Ministerio de servicios y obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2005, pág. 132)

### **2.2.2. TUBERÍAS PVC**

La Tubería de material plástico se fabrica mediante la plastificación de polímeros, siendo el policloruro de vinilo en forma granular, la materia prima utilizada para la fabricación de la tubería conocida como P.V.C. Existen otras clases de tuberías plásticas que deben su nombre a la materia prima utilizada, como ABS (Acrilonitrilo, butadieno, estireno) y a la H.D.P.E. La característica más importante de la tubería plástica (P.V.C.) es su considerable menor peso, respecto a cualquier otra (H. F., H.F.D., A.C.P., H.G.), lo cual reduce grandemente costos de transporte e instalación. Esta consideración es más valedera cuando situaciones de acceso difícil para el trazado de una línea de aducción costo de transporte e instalación muy elevados. “En general, la tubería de plástico tiene poca resistencia relativa a impactos, esfuerzos externos y aplastamiento, por lo cual su utilización es más conveniente enterrada en zanjas”. “Es una materia inerte a la corrosión, por lo cual su utilización no se ve afectada por la calidad del agua. Ofrece ventajas en cuanto a capacidad de coeficientes de rugosidad menor  $C = 140$ ” (Hermosa Altez, 2019, pág. 33)

#### ***2.2.2.1. Definición***

El policloruro de vinilo o PVC, resulta de la combinación química entre carbono, hidrógeno y cloro. Es un material termoplástico, es decir, que bajo la acción del calor se reblandece fácilmente; al enfriarse recupera la consistencia inicial y conserva la nueva forma.

Es ligero, inerte y completamente inocuo, resistente al fuego (no propaga llama), impermeable, aislante (térmico, eléctrico y acústico), resistente a la intemperie, y es un material económico en cuanto a su relación calidad-precio, fácil de transportar y es reciclable. (Industrias JQ S.A., 2005)

### 2.2.2.2. Accesorios

Entre los accesorios básicos de PVC encontramos.

Tabla 1. Accesorios PVC.

| PRINCIPALES ACCESORIOS DE PVC   |   |
|---|---|
|    | <b>Nombre: Tees</b><br><b>Uso:</b> Permite la unión de tres tuberías en forma de Tee.   |
|    | <b>Nombre: Codos 90°</b><br><b>Uso:</b> Permite la unión de dos tuberías en una posición de 90°.  |
|    | <b>Nombre: Codos 45°</b><br><b>Uso:</b> Permite la unión de dos tuberías en una posición de 45°.  |
|   | <b>Nombre: Cupla</b><br><b>Uso:</b> Permite la unión de dos tuberías o conectar dos accesorios.   |
|  | <b>Nombre: Niple</b><br><b>Uso:</b> Permite la conexión de tuberías o conectar dos accesorios.  |
|  | <b>Nombre: Unión universal</b><br><b>Uso:</b> Permite la conexión de tuberías o conectar dos accesorios y se usa generalmente para un fácil desmontaje de válvulas. |
|  | <b>Nombre: Tracarro</b><br><b>Uso:</b> Una tubería de tipo clase con accesorios rosca o tubería.  |
|  | <b>Nombre: Yee</b><br><b>Uso:</b> Sirve para unir tres tubos simultáneamente en orientación distinta a la Tee.  |

*Fuente: Elaboración propia.*

### **2.2.2.3. Clasificación**

Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U)<sup>5</sup> para conducción de agua potable, por la presión máxima de trabajo soportada, se clasifican en:

- Clase 6 (presión de una columna de agua de 60 m) =  $6 \times 10^5$  Pa.
- Clase 9 (presión de una columna de agua de 90 m) =  $9 \times 10^5$  Pa.
- Clase 12 (presión de una columna de agua de 120 m) =  $12 \times 10^5$  Pa.
- Clase 15 (presión de una columna de agua de 150 m) =  $15 \times 10^5$  Pa.
- Clase Ro (presión de una columna de agua de 100 m) =  $10 \times 10^5$  Pa.

Las presiones de trabajo indicadas se basan en agua a la temperatura de  $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$  y son las presiones máximas de trabajo para las cuales las tuberías son adecuadas en su uso. (Ministerio del agua viceministerio de servicios básicos, 2000, pág. 18)

### **2.2.2.4. Aplicaciones**

De acuerdo con las características de las tuberías de PVC estas se emplean en diversas instalaciones como:

- Redes de agua potable
- Sistemas de riego (aspersión, goteo)
- Conducciones de fluidos químicos.
- Conducciones de fluidos corrosivos.
- Conducciones de fluidos ácidos y alcalinos.
- Colectores de alcantarillado.
- Protección de conductos eléctricos.
- Protección de conductos telefónicos.
- Línea de proceso industrial.

Nota: No se permite el uso de tuberías de PVC en la conducción de gases. (Autoridad de fiscalización de empresas, 2017, pág. 8)

---

<sup>5</sup> Policloruro de vinilo no plástico.

### 2.2.2.5. *Ventajas*

Las ventajas que presentan las tuberías de PVC con relación a otras tuberías son:

- Livianas.
- Facilidad de instalación.
- Elevada resistencia Química.
- Gran durabilidad.
- Impide la formación de incrustaciones.
- Poca rugosidad.
- Línea completa de piezas.
- Menor costo.
- Hermeticidad.
- Atoxicidad. (No aporta ningún elemento extraño al agua)
- Flexibilidad de la tubería tanto longitudinalmente como transversal. (Autoridad de fiscalización de empresas, 2017, pág. 8)

### 2.2.2.6. *Características técnicas*

Las principales propiedades físicas de las tuberías de PVC son:

Tabla 2. Propiedades físicas del PVC.

| <b>PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC</b> |                             |
|---|-----------------------------|
| Peso específico                                   | 1,4 gr/cm <sup>3</sup>      |
| Coefficiente de dilatación térmica                | 0,08 mm/m/°C                |
| Conductividad térmica                             | 0,13 kcal/ml°C              |
| Módulo de elasticidad                             | 28,100 kg/cm <sup>2</sup>   |
| Resistencia superficial                           | > 1012 ohm                  |
| Tensión admisible                                 | 490-600 kg/ cm <sup>2</sup> |
| Resistencia a compresión                          | 760 kg/ cm <sup>2</sup>     |
| Resistencia a la flexión                          | 1097 kg/ cm <sup>2</sup>    |
| Tensión de diseño                                 | 100 kg/ cm <sup>2</sup>     |
| Coefficiente de fricción Manning                  | n = 0,009                   |
| Hazen-Williams C                                  | C = 140                     |

*Fuente:* Autoridad de fiscalización de empresas, 2017, pág. 8

### 2.2.2.7. *Métodos de unión*

#### 2.2.2.7.1. *Unión fija*

**Cementada.** - Esta unión se compone de espiga, casquillo o bocina. Es una unión monolítica de la tubería con otras tuberías (abocinadas) y con conexiones usando una sustancia cementante, cuya reacción química con el PVC provoca que las dos piezas cementadas queden soldadas entre sí.

La ventaja principal de este tipo de unión es que soporta la jueza axial lo que las hace muy útiles en estaciones de bombeo, cabezales de riego y unión a otros equipos que se encuentran en la superficie del terreno.

La principal desventaja es que requiere cierto tiempo de secado antes de ser sometidas a presión, lo cual demora la puesta en marcha del sistema después de una reparación.

#### 2.2.2.7.2. *Unión desmontable*

Los sistemas de tuberías generalmente se unen de la siguiente manera:

**Junta elástica.** - Esta unión también es conocida como unión espiga, los tubos por un lado tienen una campana conformada con un nicho donde se aloja un anillo empaque de material elastomérico el cual hace el sello hermético, por el otro lado tiene la espiga.

La unión elástica es la más utilizada en las tuberías de PVC, ya que ofrece variadas ventajas entre las que se encuentran:

- **Facilidad de instalación:** Para hacer la unión solamente se requiere de la utilización de un lubricante.
- **Unión flexible:** Permite movimiento relativo entre la espiga y la campana por lo que absorbe asentamientos sufridos en el suelo. Esta ventaja puede utilizarse cuando se tienen cambios de dirección con radios de curvatura muy grandes o pequeñas desviaciones.
- **Cámara de dilatación:** Absorbe la dilatación de la tubería debido a las variaciones de temperatura.
- **Anillo empaque:** Permite tener hermeticidad en la línea.

La desventaja mayor de este tipo de unión es que requieren muros de apoyo en los cambios de dirección y derivaciones.

**Rosca.** - La unión roscada es un sistema de unión desmontable basado en la combinación de dos piezas, en una de las cuales se ha labrado una rosca helicoidal por el exterior y en la otra una rosca helicoidal complementaria por el interior.

**Bridada.** - Es utilizada principalmente para hacer uniones con piezas de hierro fundido y otros materiales, además para unir a válvulas, medidores de flujo, bombas de agua, filtros etc.

**Rosca.** - La unión roscada es un sistema de unión desmontable basado en la combinación de dos piezas, en una de las cuales se ha labrado una rosca helicoidal por el exterior y en la otra una rosca helicoidal complementaria por el interior.

**Collarines.** - Se utiliza para la derivación de tuberías de menor diámetro y para la instalación de ventosas, válvulas de alivio, manómetros y otros equipos.

La transición de tuberías de PVC a polietileno se puede realizar en un accesorio, como válvulas, filtros etc. o utilizando dos piezas, un adaptador de PVC, macho o hembra y una pieza de compresión-rosca, hembra o macho.

### **2.2.3. TUBERÍAS PEAD**

Este nuevo material de construcción es innovador y está dirigido a obras de agua potable, como líneas de aducción y redes de distribución. Está fabricado con Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE por sus siglas en inglés), 100 % virgen de color celeste, diseñado para trabajar con agua a presión. Este producto es de fabricación nacional.

El uso de este material para la construcción de redes de agua potable es factible por sus buenas propiedades físicas, su larga vida útil y su facilidad de instalación y mantenimiento.

Las propiedades físicas de este material indicados por el proveedor son los siguientes:

- Flexible: Se puede enrollar, doblar y aplastar.
- Liviano: De bajo peso y fácil de transportar.
- Tenaz: Alta resistencia al impacto, golpes y maltrato.

- Resistencia a bajas temperaturas: No pierde sus propiedades a bajas temperaturas.
- Resistencia a la corrosión: resiste indefinidamente en terrenos húmedos, salinos o químicamente agresivos.
- Presiones máximas y mínimas: Diseñado para presiones de trabajo de 40 a 160 m.c.a. De acuerdo a normas internacionales.

### 2.2.3.1. Accesorios

Tabla 3. Tipos de accesorios

|   |   |
|---|---|
|    | <p><b>Nombre: Acople</b><br/> <b>Uso:</b> Unión de supertubo PEAD de la misma medida a partir de 20 a 110 mm en PN10 y PN16 también se usa para reparaciones. Equivale a una unión universal porque no es necesario hacer girar el tubo. Los accesorios de 20 - 63 mm (resisten 16 Bar) de 75 a 110 mm (10 Bar) en marca Plast Italia. Todos los accesorios son hasta 16 Bar.</p> |
|   | <p><b>Nombre: Reducción</b><br/> <b>Uso:</b> Unión de supertubo PEAD de medidas distintas. Equivale a una unión universal y una reducción porque no es necesario hacer girar el tubo.</p>   |
|  | <p><b>Nombre: Tee</b><br/> <b>Uso:</b> Bifurcaciones y ramales. Se puede instalar incluso cuando las tuberías ya están tendidas sin necesidad de uniones universales. También se usa en lugar de una Yee gracias a la flexibilidad del SUPERTUBO® PEAD.</p>   |
|  | <p><b>Nombre: Tee Reducción</b><br/> <b>Uso:</b> Bifurcaciones y ramales cuando el ramal es de un diámetro menor al de la matriz principal. Se puede instalar incluso cuando las tuberías ya están tendidas sin necesidad de uniones universales. También se usa en lugar de una Yee gracias a la flexibilidad del supertubo PEAD.</p>  |
|  | <p><b>Nombre: Adaptador Macho</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de supertubo PEAD con cualquier accesorio roscado (rosca en pulgadas) ya sea este de PVC, FG o bronce. También se usa para transición con otros materiales.</p>   |
|  | <p><b>Nombre: Codo Hembra</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de supertubo PEAD con cualquier accesorio con rosca macho (en pulgadas). Ideal para conectar alzadores de medidor o piletas</p>   |



|   |   |
|---|---|
|    | <p><b>Nombre: Codo</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de supertubo PEAD de la misma medida en un ángulo de 90°</p>   |
|    | <p><b>Nombre: Collar de derivación</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de acometidas a la matriz principal. El collar de derivación presenta rosca hembra en pulgadas. También se puede usar en lugar de una Tee para la conexión de ramales.</p>   |
|    | <p><b>Nombre: Collar de derivación doble cuña</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de acometidas a la matriz principal. Fabricados en Polipropileno (PP).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en Diámetros de 40 a 160 mm.</li> <li>• Collarines con trabas (sin pernos).</li> <li>• Collarín de arranque inyectado cuerpo único de PP.</li> </ul>                                      |
|    | <p><b>Nombre: Collar de derivación con racor de bronce incorporado</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de acometidas a la matriz principal. Fabricados en Polipropileno (PP).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibles en Diámetros de 40 a 110 mm.</li> <li>• Insertos metálicos inalterables a la corrosión</li> <li>• Patente de invención</li> <li>• Derivación PEAD Directa</li> </ul> |
|  | <p><b>Nombre: Adaptador toma en carga</b><br/> <b>Uso:</b> Conexión de acometidas de una red en funcionamiento sin necesidad de cortar el suministro de agua en la red. Se instala en combinación con un collar de derivación.</p>  |
|  | <p><b>Nombre: Adaptador con Brida</b><br/> <b>Uso:</b> Transición del supertubo PEAD con otros materiales o válvulas mediante una unión bridada. El adaptador viene con brida moldeada de polipropileno (PP) para una presión nominal PN 10. Con bridas metálicas la presión nominal del accesorio es PN16.</p>   |

*Fuente: Plastiforte, 2015, pág. 19*

### 2.2.3.2. Clasificación

Con base al certificado N° 5938/137 de uso del sello IBNORCA<sup>6</sup> para tubos de polietileno para conducción de agua tipo PE 100 se puede clasificar como se presenta en la tabla 4.

<sup>6</sup> Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Tabla 4. Clasificación de las tuberías PEAD

| <b>SDR</b> | <b>PN</b> |
|------------|-----------|
| 7,4        | 25        |
| 9          | 20        |
| 11         | 26        |
| 13,6       | 12,5      |
| 17         | 10        |
| 21         | 8         |
| 26         | 6         |

*Fuente: Certificado IBNORCA N° 5938/137*

### **2.2.3.3. Aplicaciones**

La tubería PEAD ha dado excelentes resultados en distintas aplicaciones mineras e industriales. Gracias a su alta resistencia a la abrasión y corrosión, facilidad de manejo e instalación y buena resistencia mecánica, son

utilizadas en aplicaciones como:

- Redes de agua potable
- Rociado de pilas de lixiviación
- Conducción de soluciones ácidas y alcalinas
- Conducción de concentrados
- Conducción de relaves
- Transporte de aire comprimido y ventilación
- Transporte de líquidos y gases a baja temperatura
- Protección de cables eléctricos
- Drenado de aguas subterráneas
- Sistema de combate contra incendios

### **2.2.3.4. Ventajas**

- No requiere cama de tierra cernida o arena
- Cuenta con protección UV resistente a la intemperie
- Presentación en barras de 12 m y rollos de 50 y 100 metros
- Resistencia extrema al impacto, golpes y terreno pedregoso.
- Menor peso
- Mayor vida útil (50-100) años
- Excelente flexibilidad
- Facilidad de instalación
- Uniones seguras, se evita pérdida de agua

- Se puede instalar en zanjas irregulares
- Características de fractura dúctil
- Se puede trabajar con tubo mojado o bajo el agua
- La tenacidad del material lo hace menos sensible a terrenos pedregosos
- Resistencia incluso a bajas temperaturas
- Buena resistencia química
- Atóxico
- Es soldable
- Económico

El polietileno está estabilizado en contra de los rayos ultravioletas mediante la adición de negro-carbono.

Las tuberías de PE no pueden unirse con los accesorios mediante encolado. El método de unión más apropiado para este material es la soldadura o accesorios especiales para hacerlo.

***Resistencia extrema al impacto, golpes y terreno pedregoso.*** - La tenacidad de la tubería derivada de las propiedades físicas tanto del material como del método de extrusión, le permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por los movimientos de terreno e imprevistos, la tubería puede deformarse sin daño permanente y sin causar efectos adversos sobre la vida útil. La resistencia a la ruptura por tensiones ambientales es muy alta, asegurando que no hay ningún efecto en el servicio a largo plazo si se producen rayas superficiales de una profundidad no mayor a 1/10 del espesor durante la instalación.

Esta resistencia extrema de las tuberías de PEAD es una de sus características excepcionales que permite innovar en el diseño de sistemas de tuberías. (Plastiforte, 2011, pág. 2).

***Flexibilidad.*** - La tubería PEAD es flexible por lo que puede curvarse y absorber cargas de impacto en un amplio rango de temperaturas. Se puede enrollar, aplastar, doblar y ser curvado así como también hacer elevaciones y cambios direccionales. Esto permite que sean instaladas sin problemas en terrenos con obstáculos facilitando el trabajo de instalación y evitando la necesidad de accesorios, ya que pueden colocarse en forma serpenteada, respetando ciertas tolerancias de curvatura (radios mínimos).

La resistencia y flexibilidad de la tubería le permite absorber sobrepresiones, vibraciones y tensiones causadas por movimientos del terreno. También se pueden colocar en zanjas estrechas, pues las uniones pueden efectuarse fuera de ellas. (Plastiforte, 2011, pág. 3).

**Resistencia a sustancias químicas.** - Los químicos naturales del suelo no producen degradación al material de ninguna forma. No es conductor eléctrico por lo que no es afectado por oxidación, corrosión o acción electrolítica. No permite el crecimiento ni es afectado por algas, bacterias u hongos. No pierde sus propiedades físicas a bajas temperaturas, puede ser sometido a temperaturas de hasta 20°C y aun así conservar las propiedades físicas y mecánicas que lo caracterizan. (Plastiforte, 2011, pág. 3).

**Servicio a largo plazo.** - La vida útil estimada tubería para las tuberías de PEAD es superior a 50 años para el transporte de agua a temperatura ambiente (20°C). Para cada aplicación en particular, las condiciones de operación interna y externa pueden alterar la vida útil o cambiar la base de diseño recomendada para alcanzar la misma vida útil. (Plastiforte, 2011, pág. 3).

**Estabilidad a la intemperie.** - La tubería cuenta con protección contra los rayos ultravioleta (UV) para minimizar la degradación producida por estos en el tiempo. La tubería contiene 2.5% de negro de humo, por lo que puede ser instalada y almacenada a la intemperie en la mayoría de los climas por tiempos prolongados sin que sufra ningún daño o pérdida de propiedades físicas por exposición a los rayos ultravioleta. El negro de humo es el aditivo más efectivo para aumentar las características de estabilidad a la intemperie de los materiales plásticos, la gran protección que le proporciona a los productos hace innecesario el uso de otros estabilizadores de luz o absorbedores UV. (Plastiforte, 2011, pág. 3).

**Bajo peso.** - La tubería PEAD es más liviana que la mayoría de las tuberías fabricadas con otros materiales. Flota en el agua y pesa entre 70-90% menos que el concreto, fierro o acero, haciendo más fácil su manejo e instalación, esto permite que sea fácil de transportar y manipular obteniendo importantes ahorros en mano de obra y requerimiento de equipos. (Plastiforte, 2011, pág. 4).

**Rápida instalación.** - La tubería PEAD en diámetros menores puede ser fabricada en rollos de hasta 100 metros de longitud dependiendo del diámetro, en consecuencia, requiere menor cantidad de uniones y reduce los costos de mano de obra para su instalación. Las tuberías de diámetros mayores a 160 mm. Se fabrican en tramos o barras de 12 metros para facilitar el transporte y reducir el número de uniones requeridas. Dependiendo la aplicación y el método de unión utilizado, la tubería PEAD puede instalarse para sistemas fijos o desmontables. El uso de accesorios desmontables permite obtener grandes ahorros en materiales y tiempos de armado y

desarmado de sistemas móviles. En estas aplicaciones se evita la necesidad de contar con equipo de termofusión. Teniendo estos accesorios además una muy buena relación costo beneficio. (Plastiforte, 2011, pág. 4).

**Resistencia a la abrasión.** - La tubería PEAD tiene un buen comportamiento en la conducción de materiales altamente abrasivos, como las colas o relaves mineros. Numerosos ensayos han demostrado que la tubería PEAD tiene un mejor desempeño en este tipo de servicio con una relación de 4:1. con respecto a la tubería de acero. Debido a su gran resistencia a la abrasión, las tuberías de PEAD mantienen excelentes propiedades de escurrimiento durante su vida útil. (Plastiforte, 2011, pág. 4).

**Atóxica.** - Ha sido probado el uso de tubos de polietileno (PE) en el transporte de agua potable por todas las normativas internacionales. Dicho material responde a todas las prescripciones higiénicas relacionadas a los acueductos como también a las normativas relacionadas a los materiales que vienen en contacto con alimentos; todo está favorecido por la completa ausencia de sabor y olor del material mismo. (Plastiforte, 2015, pág. 4)

### 2.2.3.5. Características técnicas

Tabla 5. Características técnicas de la tubería PEAD

| PROPIEDADES                       | PE100          | UNIDADES           |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|
| Presión de servicio               | de 4 a 25      | Bares              |
| Coefficiente de Hazen Williams    | C=150          |                    |
| Factor de seguridad               | 1,25           |                    |
| Longitud                          | 1              | Metro              |
| Densidad                          | 0,945 - 0,956  | gr/cm <sup>3</sup> |
| Índice de fluidez (MFR) 190°C/5Kg | 0,3            | gr/10 min          |
| Contenido negro de humo           | 2,0 - 2,5      | %                  |
| Resistencia a tracción            | 20 - 23        | MPa                |
| Resistencia a Flexión             | 18             | Mpa                |
| Modulo Tensil                     | 1000           | MPa                |
| Tensión de diseño                 | $\sigma = 6,3$ | MPa                |
| Mínimo esfuerzo requerido         | >8,0           | MPa                |
| Alargamiento de Rotura            | >600           | %                  |
| Coefficiente de dilatación lineal | 0,17 - 0,20    | mm/m°C             |
| Temperatura de fragilidad         | <-70           | °C                 |
| Dureza shore D a 20°C escala      | 61             | Escala D           |

*Fuente: Tigre S.A., 2016*

### 2.2.3.6. Métodos de unión

La tubería PEAD puede unirse mediante varios métodos de acuerdo a los requerimientos del sistema de tubería (fijo/desmontable).

#### 2.2.3.6.1. Unión fija

**Por termofusión** La unión por termofusión es el estándar para la instalación de tubería PEAD en calibres mayores a 110 mm. Con un equipo especial, la tubería se calienta hasta alcanzar su temperatura de fusión y ejerciendo una presión controlada se logra la unión de tubo a tubo. También llamada unión a tope.

La tubería y las conexiones a unir deben tener el mismo diámetro interior y exterior. Este sistema es reconocido en la industria como una unión de gran confiabilidad, de costo efectivo, no requiere coplas, no se producen filtraciones y las uniones son más resistentes que la tubería misma.

La soldadura por termofusión permite construir líneas de conducción muy seguras por tratarse de estructuras “monolíticas” (un solo cuerpo).

El punto de soldado es aún más resistente que el resto del tubo. (Plastiforte, 2015, pág. 15)



**Figura 4.** Equipo de unión por termofusión de tuberías PEAD.  
*Fuente: Plastiforte, 2015, pág. 15*

**Por electrofusión,** Es un sistema de unión que se utiliza para unir tubos y Accesorios Polivalentes de PEAD PE 100.

Resisten una presión nominal de 16 bar en conducciones de agua y de 10 bar en conducciones de gas. En el mercado también se pueden encontrar accesorios electrosoldables PN 25 bar. Suelen ser de color negro o azul para agua y de color negro o amarillo para gas y se sueldan con una tensión de entre 8 y 42 voltios según el modelo, aunque la tensión más común y actualmente más usada por los fabricantes es de 40 voltios. Los accesorios electrosoldables se suministran con etiquetas o tarjetas magnéticas en las que aparecen códigos de barras donde aparece toda la información relevante del producto, así como los datos de fusión.

Si el proceso de fusión se interrumpe por cualquier motivo (por ejemplo, debido a la falta de energía eléctrica) el proceso de fusión puede ser repetida después de la articulación enfriado adecuado. (Plastiforte, 2015, pág. 16).

Tabla 6. Relaciones dimensional mínimas (SDR) para soldadura por electrofusión.

| Diámetro (mm) | SDR Mínimo |
|---------------|------------|
| 20-32         | 11         |
| 40-110        | 17         |
| 125-1000      | 26         |

*Fuente: Plastiforte, 2015, pág. 16*



**Figura 5.** Unión por electrofusión.

*Fuente: Plastiforte, 2015, pág. 16*

#### 2.2.3.6.2. Unión desmontable

Los accesorios de compresión de Polipropileno (PP) son accesorios especialmente fabricados para la instalación de tubería de Polietileno de Alta Densidad PEAD diseñados para una vida útil igual al de la tubería



**Figura 6.** Uniones desmontables.  
*Fuente: Plastiforte, 2015, pág. 17*

#### 2.2.4. ESTACIONES REDUCTORA DE PRESIÓN (ERP)

Con el objetivo de reducir la altura de presión hasta un valor menor y establecer un nuevo nivel estático, debe emplearse una estación reductora de presión.

Una estación reductora de presión debe emplearse también cuando la calidad de las tuberías, válvulas y accesorios de la tubería de aducción no permite soportar altas presiones, así como para mantener las presiones máximas de servicio en una red de distribución dentro de los límites permisibles de presión.

Las estaciones reductoras de presión deben estar basadas en el uso de válvulas reductoras de presión o en el uso de cámaras rompe presión que permitan igualar la presión atmosférica correspondiente. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004)

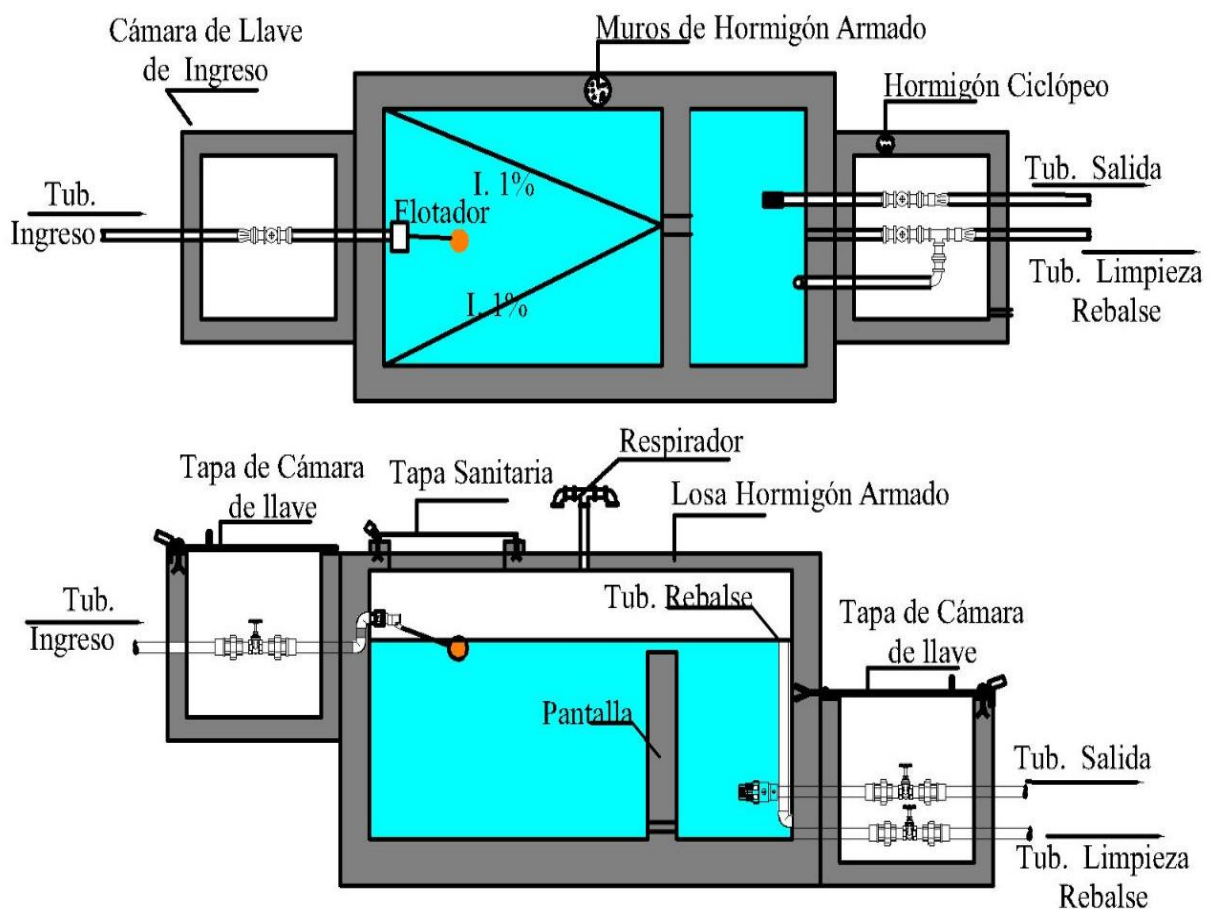
Existen distintos dispositivos para reducir la presión en una red como los son las válvulas reductoras de presión (VRP) y las cámaras rompe presión (CRP) estas últimas en sectores rurales son en muchos casos la solución más económica esto en razón a que presentan una mayor simplicidad operativa en cuanto a su funcionamiento lo que deriva en ser dispositivos menos vulnerables



teniendo como ventaja no requerir de una asistencia técnica especializada para su funcionamiento. (Calderón Pineda, 2016, pág. 30)

#### 2.2.4.1. Estación reductora de presión mediante cámara rompe presión

Las cámaras rompen presión o de quiebre son estructuras o pequeños depósitos que se colocan generalmente a lo largo de la conducción cuando la presión estática es mayor que la presión de trabajo de la tubería. La cámara de quiebre permite disipar la energía del fluido hasta la presión atmosférica a la salida de la cámara. (Martinez Ruiz, 2012, pág. 6)



**Figura 7.** Detalle de una cámara rompe presión.

*Fuente:* Elaboración propia con apoyo de AutoCAD.

Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase, reduciendo altos costos en las obras de abastecimiento de agua potable.



**Figura 8.** Cámara rompe presión comunidad de llanadas  
*Fuente: Fotografía del autor.*

#### ***2.2.4.1.1. Materiales y accesorios de construcción***

Las CRP hoy en día, son utilizadas en muchas líneas de aducción y conducción de agua, en parte por la topografía escarpada.

En la construcción de las CRP se usan los siguientes materiales.

- Hormigón armado
- Hormigón ciclópeo
- Mampostería de ladrillo

Generalmente cuentan con los siguientes accesorios o elementos ver figura 7-8.

- Cámara para válvula de cierre a la entrada y salida
- Tapa sanitaria
- Válvula de flotador para control del caudal de entrada
- Cámara de turbulencia y cámara de aguas tranquilas, separadas por un muro interior a media altura
- Accesorios de entrada, salida, rebose y limpieza

#### ***2.2.4.1.2. Ubicación***

Distintas entidades han realizado recomendaciones sobre la ubicación de las cámaras de quiebre de presión, por ejemplo, la federación nacional de cafeteros a utilizado con éxito los tanques de quiebre de presión y ha incluido dentro de sus normas de diseño “Cuando la presión estática en

el sistema de acueducto supere los esfuerzos de trabajo de los materiales se debe considerar la utilización de los tanques de quiebre de presión”.

Otras normas como las de presentación diagnóstico y diseño de sistemas de acueducto de INSFOPAL consideraban que se ubicara cámaras de quiebre de presión en los puntos altos del perfil topográfico, cuando sea necesario y económico reducir la presión estática para utilizar tuberías de clase más baja compatibles con la presión de trabajo.

El RAS 2010 establece “Para controlar las sobrepresiones en la red de distribución, especialmente en zonas de topografía pronunciada, se deben construir en la línea de conducción o en sus ramales, cámaras de quiebre de presión o instalar válvulas reductoras de presión. Esto con el fin de mantener sobre las viviendas más bajas, niveles piezométricos que no sobrepasen los 60 metros de cabeza hidráulica”.

De acuerdo al análisis de varios acueductos rurales CAMARGO concluye “el criterio de colocación de cámaras de quiebre depende mucho de la topografía del trazado de la tubería, cada caso es particular, por esto no es posible encontrar recomendaciones particulares” (Calderón Pineda, 2016)

#### 2.2.4.1.3. *Ventajas y desventajas*

Tabla 7. Ventajas y desventajas en una CRP

| <b>Ventajas</b>  | <b>Desventajas</b>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce la presión de salida a cero.</li> <li>• No necesitan mucho mantenimiento.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La CRP necesita generalmente una válvula de flotador o nivel, que controle el llenado de la cámara e impida el desbordamiento.</li> <li>• Una válvula de flotador para presiones mayores a 30 mca, al verter a la presión nula de la CRP, puede sufrir efectos de cavitación.</li> <li>• La CRP puede perder agua, difíciles de detectar por grietas en su estructura o asentamiento del terreno.</li> <li>• El agua en una CRP puede ser contaminada muy fácilmente.</li> <li>• Su ubicación está condicionada a la presión de trabajo e las tuberías y niveles requeridos.</li> </ul> |

*Fuente: (Mateos de Vicente , 2006)*

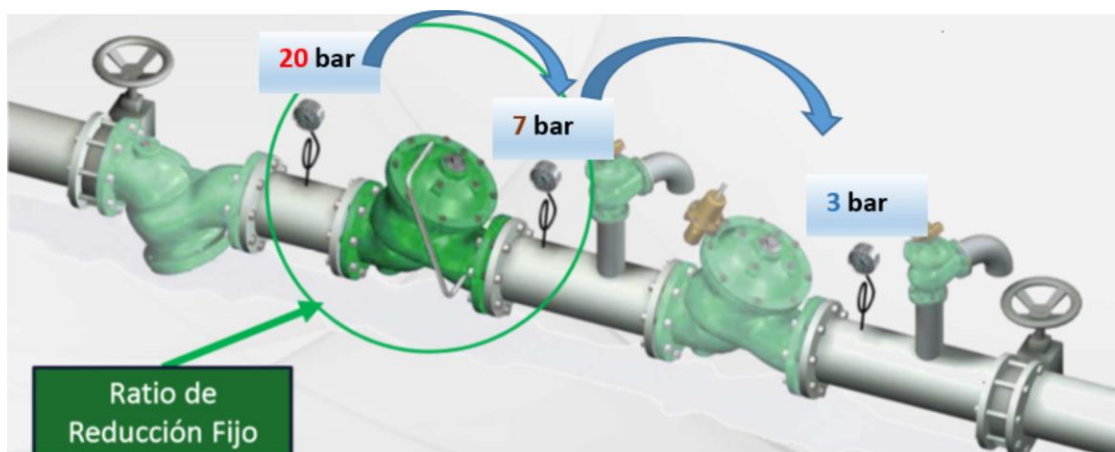
#### 2.2.4.1.4. Diseño

Las condiciones que deben tomarse en cuenta para el diseño son:

- Debe estar constituida por dos cámaras interconectadas por un vertedero sumergido. La primera cámara de disipación de energía debe ser igual a  $2/3$  de la longitud total de la cámara rompe presión.
- Las dimensiones de las cámaras deben ser calculadas para un tiempo de retención de 5 a 10 minutos.
- La profundidad de agua respecto a la tubería de salida, debe determinarse en función a las pérdidas de carga, garantizando una abertura necesaria que permita la circulación del caudal de diseño.
- El ingreso a la cámara se debe realizar mediante un chorro sumergido multidireccional.
- Debe instalarse una válvula a la salida y otra de limpieza. Asimismo, debe instalarse una tubería de rebose y otra de ventilación para evitar presiones negativas. (Magne Ayllón, 2008)

#### 2.2.4.2. Estación reductora de presión mediante válvula reductora de presión

El objetivo de una estación reductora de presión es reducir la presión mediante la colocación de una válvula que estrangula el escurrimiento, introduciendo una pérdida de carga variable en forma automática.

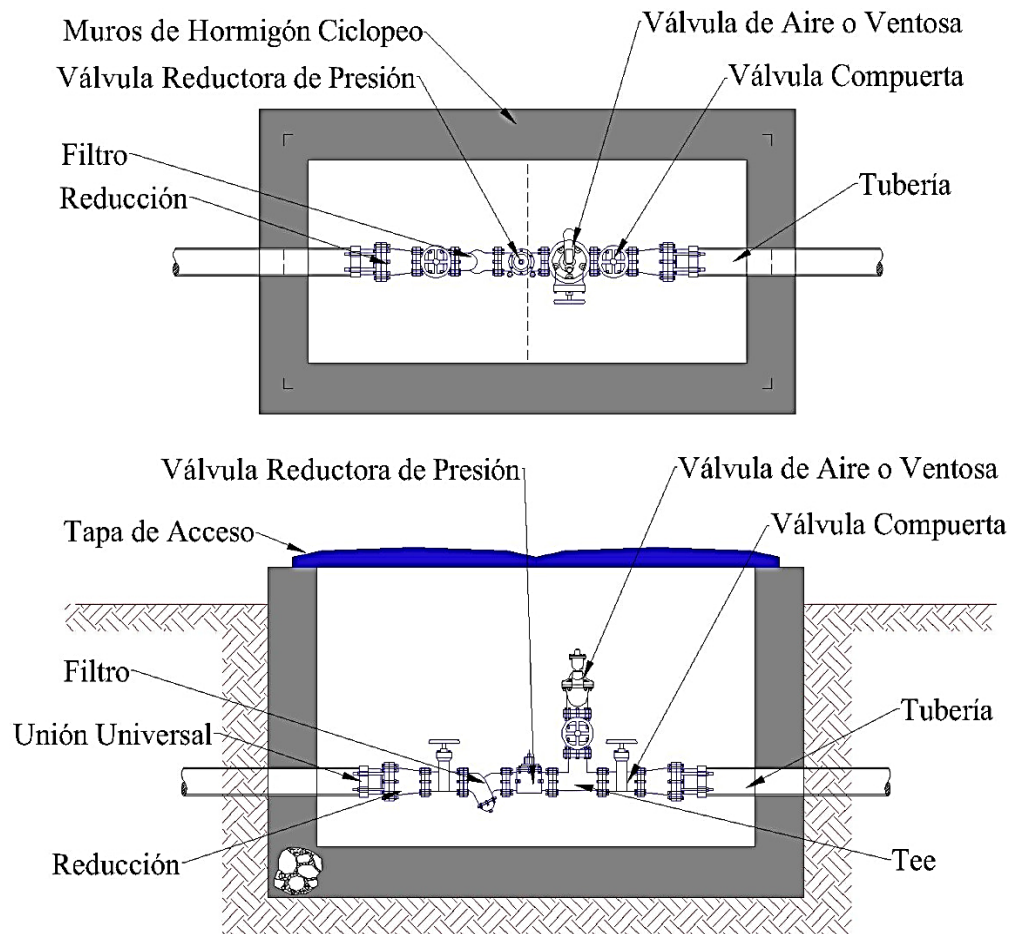


**Figura 9.** Esquema de válvulas reductoras de presión para zonas de fuertes pendientes

*Fuente:* ( Monge, 2018)

La instalación de Estaciones Reductoras de Presión se requiere en aquellas líneas de conducción o de alimentación de sistemas o sectores, en donde la presión disponible en la cabecera es superior a la presión de trabajo deseada. Normalmente, la presión se disminuye para proteger cañerías y arranques ubicados aguas abajo, para restringir la presión de servicio y la demanda de un sector, como monitoreo y prevención de roturas en algunos sectores propensos a fallas en la red, etc.

Las estaciones reductoras pueden tener control local o remoto. En este último caso, reportan a un centro de control distante las señales de estado y de presiones de entrada y salida de la estación, y al mismo tiempo desde el centro de control se pueden modificar las consignas de operación de la válvula. (Luna, 2015)



**Figura 10.** Válvula Reductora de Presión  
*Fuente: Elaboración propia con apoyo de AutoCAD*

**Válvula reguladora de presión:** Una válvula reductora o reguladora de presión es una válvula de precisión automática que reduce una presión alta de entrada, a una de salida menor y constante, cualquiera que sea la variación en el caudal y en la presión de entrada. El accionamiento es hidráulico y es controlada mediante una válvula auxiliar (piloto). (Corcho Romero & Duque Serna, 1993, pág. 248)

Son un elemento muy importante en el diseño de tuberías. usadas para regular el flujo y la presión, proteger las tuberías y bombas de sobrepresiones, prevenir contraflujos en las bombas, remover aire, entre otras varias funciones. (Martinez Ruiz, 2012, pág. 31)

**Funcionamiento:** La válvula reductora de presión está controlada por una válvula piloto (control reductor de presión). El control contiene un resorte ajustable el cual se coloca en un punto que garantice una presión constante de descarga de acuerdo con la presión de salida.

Cuando la presión de salida comienza a superar el punto de presión establecido, el control se mueve hacia la posición de cerrado, estrangulando el flujo por el canal que comunica el control con la válvula principal, lo que hace incrementar la presión en la cámara superior de la válvula, cerrándose ésta un poco hasta encontrar el punto que garantice la presión preseleccionada para la salida.

Si la presión de salida disminuye por debajo del límite, el control se mueve hacia la posición de abierta aumentando el flujo por el canal que comunica el control con la válvula principal, lo que origina una pérdida de presión en la cámara superior de la válvula principal, abriéndose ésta un poco para mantener la presión de salida constante igual a la preseleccionada.

La válvula de cierre está regulada por una válvula de aguja ajustable y la velocidad de apertura está regulada por un control de flujo ajustable. (Corcho Romero & Duque Serna, 1993, pág. 248)

#### ***2.2.4.2.1. Materiales de construcción***

Para un correcto funcionamiento de las válvulas reductoras de presión, éstas necesitan otras válvulas y accesorios que deben instalarse en una cámara.

Para efectos de mantenimiento, se instalan dos válvulas de cierre, pueden ser de compuerta o mariposa, un agua arriba y otra agua abajo de la válvula reductora de presión. Estas válvulas

son del mismo diámetro de la VRP. Además, deben proveerse dos llaves de incorporación para la instalación de manómetros aguas arriba y aguas abajo para el control de presiones.

Es aconsejable instalar un filtro colador aguas arriba de la VRP, aun cuando el agua sea filtrada, pues siempre hay arrastre de partículas que ocasionan desgaste a la válvula y dificultan su correcto funcionamiento (Ver Figura 9). (Corcho Romero & Duque Serna, 1993, pág. 255)

Las válvulas reguladoras de presión pueden estar fabricada de diferentes materiales los más habituales se presentan en la siguiente Tabla 8

Tabla 8. Materiales de fábrica de VRP

| Válvula   | Material                             | Aplicaciones   |
|---|--------------------------------------|--|
|    | Nylon reforzado con fibra de vidrio* | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego</li> <li>• Industrias livianas</li> <li>• Minería</li> <li>• Invernaderos</li> </ul>  |
|   | Plástico*                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego</li> <li>• Invernaderos</li> </ul>  |
|  | Hierro fundido*                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego</li> <li>• Construcción</li> <li>• Industria</li> <li>• Acueducto</li> <li>• Plantas de tratamientos</li> </ul>   |
|  | Hierro dúctil*                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acueductos</li> <li>• Construcción</li> <li>• Industria</li> </ul>  |
|  | acero inoxidable**                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aducciones</li> <li>• Conducción</li> <li>• Redes de distribución</li> <li>• Industrias</li> <li>• Fluidos líquidos o gases</li> </ul>                                    |
|  | Latón**                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones de acondicionamiento, sanitarias,</li> <li>• Distribución de aire comprimido, instalación antiincendios e distribución de agua en los edificios.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia.

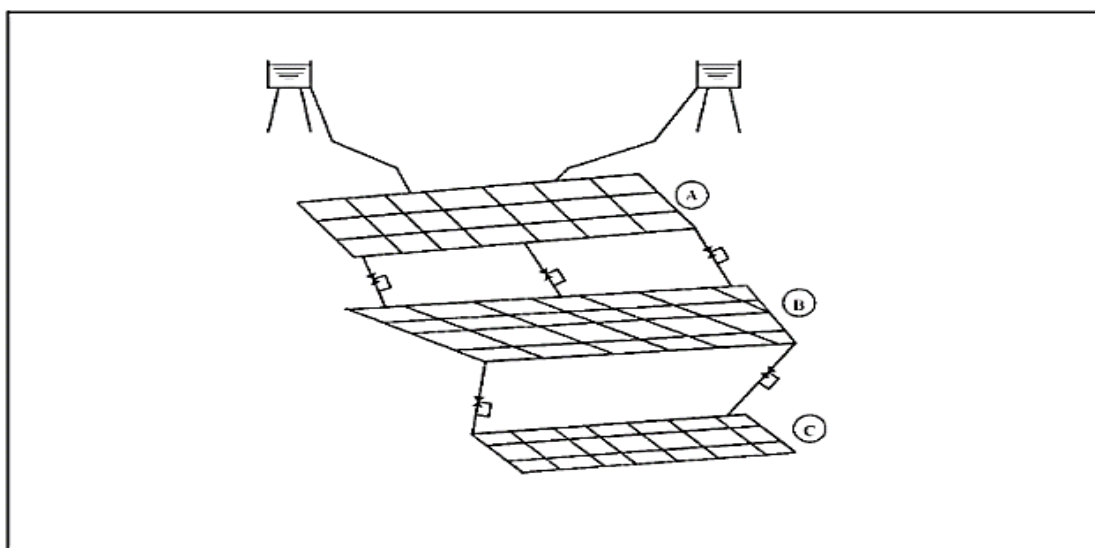
\* <https://www.youtube.com/watch?v=wZNBE0k5Lso&t=69s>

\*\* <https://www.genebre.es/38001-valvula-reductora-de-presion>

#### 2.2.4.2.2. Ubicación

Las válvulas reductoras de presión son utilizadas con frecuencia en todas aquellas situaciones en las que se dispone de un exceso de presión que pueda resultar perjudicial para los usuarios o para la propia instalación, bien sea por peligro de roturas, por incremento de las fugas en la red de distribución, por un excesivo consumo de caudal por parte de los usuarios ubicados en las cotas bajas de la red, etc.

A continuación, se presentan algunos ejemplos en los que el empleo de VRP es aconsejable.



**Figura 11.** Red de distribución urbana escalonada.

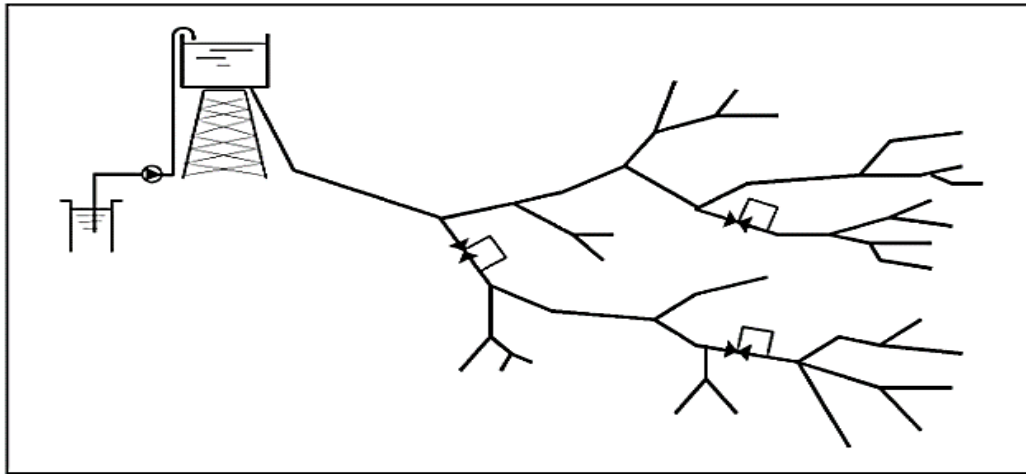
*Fuente: (Pérez García, 1993, pág. 6.20)*

La Figura 10 presenta el caso de una red urbana con grandes desniveles, donde se ha establecido una configuración con tres subredes escalonadas por cotas. Para mantener las presiones máximas en cada zona dentro de un rango aceptable, se realiza la transferencia de agua desde las zonas de cota alta a las de cota baja (de A hacia B y de B hacia C) con la intervención de válvulas reductoras de presión.

La Figura 11 representa una red de riego ramificada que suministra agua a una zona regable con unos desniveles muy acusados. Dado que la inversión en el sistema de alimentación (equipos de bombeo y depósito) suele ser bastante elevada, es habitual proyectar este tipo de red con un único punto de alimentación. Dicha instalación debe dimensionarse para garantizar las demandas de los puntos más desfavorables y por esta razón, en las zonas de cota más baja



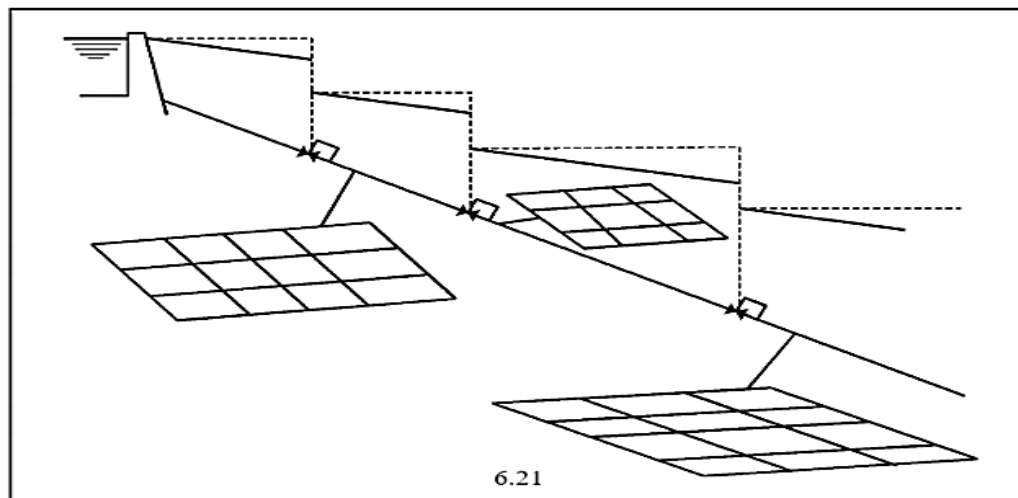
pueden presentarse presiones excesivas. Para reducir la presión en las citadas zonas es necesario disponer válvulas reductoras de presión. (Pérez García, 1993, pág. 6.20)



**Figura 12.** Red de riego ramificada escalonada.

*Fuente: (Pérez García, 1993, pág. 6.21)*

Finalmente, el sistema que presenta la Figura 12 consiste en una tubería aducción por gravedad que suministra agua desde un embalse a varias poblaciones de una zona donde existen grandes desniveles. (Pérez García, 1993, pág. 6.21)



**Figura 13.** Aducción para el suministro de varias poblaciones.

*Fuente: (Pérez García, 1993, pág. 6.21)*

Para evitar una presión excesiva en las poblaciones, y simultáneamente disminuirla presión en la tubería de aducción, se instalan válvulas reductoras en las intersecciones de la aducción con las tuberías de suministro a las poblaciones. (Pérez García, 1993, pág. 6.22)

### 2.2.4.2.3. Ventajas y desventajas

Tabla 9. Ventajas y desventaja de una VRP

| Ventajas  | Desventajas  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• La VRP adapta su apertura para que pase solamente el caudal necesario y así la presión aguas abajo se mantenga constante.</li><li>• Tiempo de instalación relativamente corto.</li><li>• Versátil en su ubicación ya que me permite regular la presión de salida.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Las VRP necesitan mantenimiento periódico.</li><li>• Costo inicial mayor que la cámara de quiebre.</li><li>• No permite reducir la presión de salida a la atmosférica.</li></ul> |

*Fuente: (Mateos de Vicente , 2006)*

### 2.2.4.2.4. Diseño

El diseño se basa en seleccionar el diámetro de la VRP, verificando condiciones de cavitación y velocidad máxima permitida. En la actualidad, se han desarrollado gráficas que permiten simplificar la verificación del efecto de la cavitación, por lo que un análisis extensivo no se hace necesario. Para tal efecto, se recomienda, estudiar este fenómeno en (Tullis, 1989).

Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los 8 kg/cm<sup>2</sup> o 7,85 bar se deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 o más.

Para el correcto diseño de una estación reguladora de presión deben conocerse los siguientes datos:

P<sub>1</sub>: Presión a la entrada de la válvula

P<sub>2</sub>: Presión necesaria a la salida de la válvula (reducida)

V = Velocidad del agua a través de la válvula suministrada por el fabricante

Q<sub>min</sub>: Caudal mínimo normal

Q<sub>máx</sub>: Caudal máximo normal.

Entre los pasos a seguir para el dimensionamiento de la válvula principal se tienen:

- Cálculo del tamaño según velocidad

$$D_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{máx}}}{V_{\text{máx}}}} * 0,64$$

Donde:

$Q_{\text{máx}}$ : Caudal Máximo normal (GPM)

$V_{\text{máx}}$ : Velocidad máxima en la válvula (fps)

Tener en cuenta que la velocidad máxima debe ser menor a los valores máximos recomendados, según el material de la válvula, como se ve en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores velocidad máxima recomendados en válvulas.

| Material | $V_{\text{máx}}$ |
|----------|------------------|
| Hierro   | 18 fps           |
| Acero    | 25 fps           |

Fuente: (Mateos de Vicente , 2006)

- Cálculo del tamaño según Cv mínimo

El factor Cv es el caudal por unidad de tiempo que fluye a través de la válvula cuando la pérdida de presión es unitaria. En el sistema internacional es el número de litros por segundo de agua a los 15°C que fluye a través de la válvula cuando la diferencia entre la presión de entrada y la presión de salida es de un kilo pascal. (Martinez Ruiz, 2012, pág. 36)

$$Cv_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{máx}}}{P1_{\text{mín}} - P2_{\text{máx}}}}$$

Donde:

$Q_{\text{máx}}$ : Caudal Máximo normal (GPM).

$P1_{\text{mín}}$ : Presión de entrada de la válvula (psi).

$P2_{\text{máx}}$ : Presión de salida de la válvula (psi).

Con el valor de Cv min, determinar el diámetro, según Tabla 11.

Tabla 11. Valores Cv máximo recomendados en válvulas.

| Diámetro (in) | 3  | 4   | 6   | 8   | 10   |
|---------------|----|-----|-----|-----|------|
| <b>CV</b>     | 14 | 220 | 460 | 840 | 1250 |

*Fuente: (Mateos de Vicente , 2006)*

- Seleccionar el diámetro que cumpla con Cv mín y que no exceda la velocidad correspondiente al material escogido, es decir, escoger el mayor diámetro de los cálculos según Cv mín y velocidad máxima. (Martinez Ruiz, 2012, pág. 36)
- Verificación de la cavitación.

La cavitación depende fundamentalmente de las presiones de entrada y salida

Si el fabricante no proporciona las curvas de los diferentes índices de cavitación con la vida probable de la válvula, se puede calcular el índice de cavitación con la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P_2 + P_{atm} - P_v}{P_1 - P_2 + \frac{V^2}{2g}}$$

Donde:

$\sigma$  = Índice de cavitación

$P_1$  = Presión de entrada

$P_2$  = presión de salida

$P_v$ = Presión de vapor de agua

$V.$  = Velocidad

Cuando se desee calcular la  $P_2$  admisible para un índice de cavitación previamente escogido los valores de  $P_v$  y  $P_{atm}$  se tomaran de la tabla correspondientes:

Tabla 12. Presión de vapor del agua a diferentes temperaturas

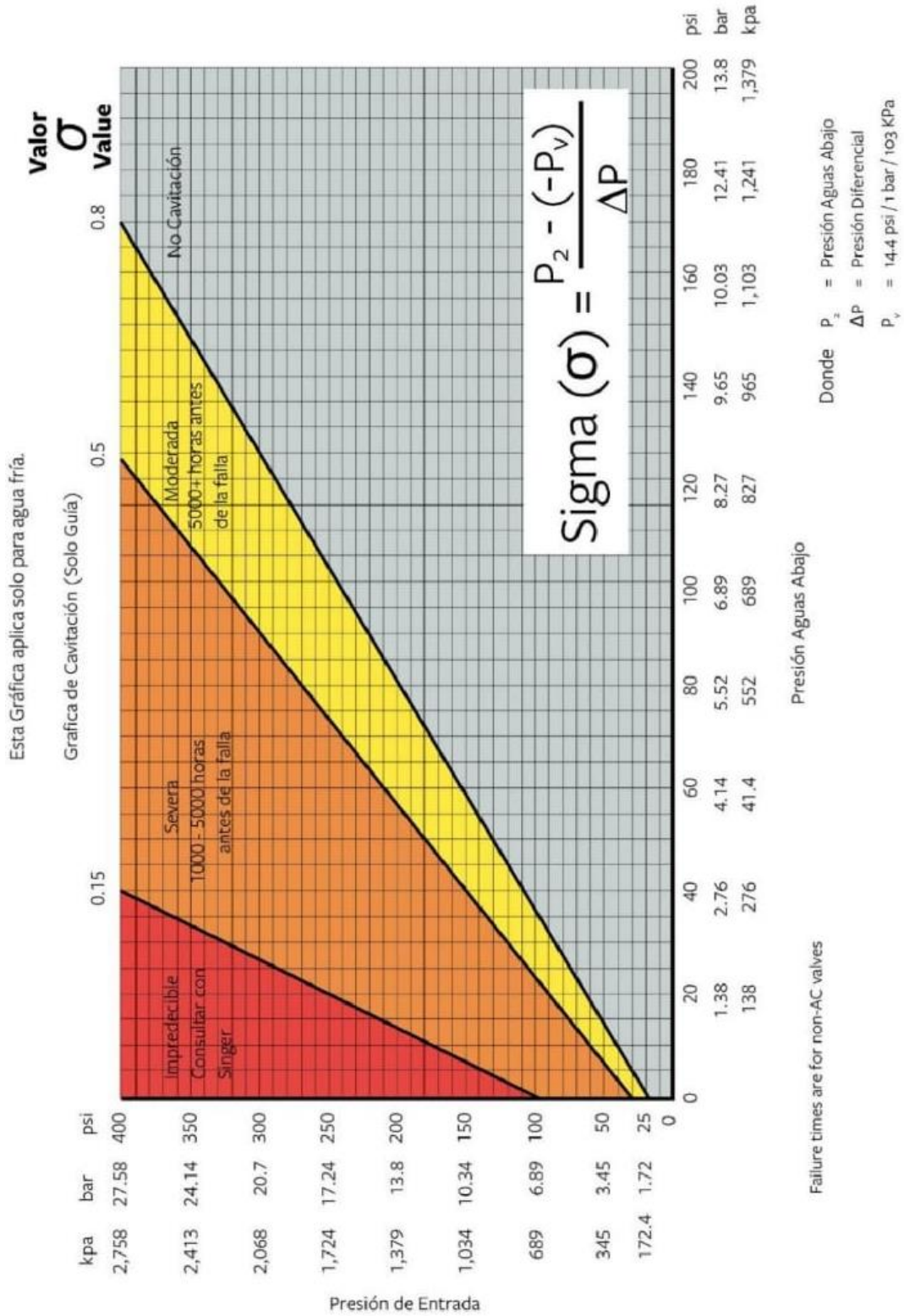
| T (°C)     | 20   | 24   | 28   | 32   | 36   | 40   |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| P (p.s.i.) | 0,34 | 0,43 | 0,55 | 0,69 | 0,86 | 1,07 |

*Fuente: (Corcho Romero & Duque Serna, 1993)*

Tabla 13. Valores de la presión atmosférica a diferentes alturas

| Altura (m.s.n.m)  | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| $P_{atm}$ (p.s.i) | 13,7 | 13,2 | 13   | 12,7 | 12,4 | 12   |

*Fuente: (Corcho Romero & Duque Serna, 1993)*



**Figura 14.** Gráfica de cavitación  
Fuente: (Singer, 2020)

Para calcular la velocidad primero se hace un predimensionamiento mediante el empleo de la tabla 14, conociendo los caudales máximo normal y máximo ocasional y eligiendo el diámetro de fabricación normal inmediatamente superior.

Tabla 14. Capacidad de la válvula

| Dimensiones de Válvula |      | Gasto Mínimo |     | Gasto Maximo |       | Gasto Intermitente |       |
|------------------------|------|--------------|-----|--------------|-------|--------------------|-------|
| mm                     | plg  | l/s          | GPM | l/s          | GPM   | l/s                | GPM   |
| 32                     | 1,25 | 0,9          | 15  | 6            | 93    | 7                  | 115   |
| 38                     | 1,5  | 0,9          | 15  | 8            | 125   | 10                 | 160   |
| 50                     | 2    | 0,9          | 15  | 13           | 208   | 16                 | 260   |
| 62,5                   | 2,5  | 1,2          | 20  | 19           | 300   | 22                 | 370   |
| 75                     | 3    | 1,9          | 30  | 29           | 460   | 34                 | 570   |
| 100                    | 4    | 3            | 50  | 50           | 800   | 63                 | 1000  |
| 150                    | 6    | 7            | 115 | 113,5        | 1800  | 158                | 2500  |
| 200                    | 8    | 13           | 200 | 195,5        | 3100  | 234                | 3900  |
| 250                    | 10   | 19           | 300 | 309          | 4900  | 378                | 6000  |
| 300                    | 12   | 25           | 400 | 442          | 7000  | 516                | 8600  |
| 350                    | 14   | 31,5         | 500 | 536          | 8500  | 630                | 10500 |
| 400                    | 16   | 41           | 600 | 694          | 11000 | 840                | 14000 |

*Fuente: (Corcho Romero & Duque Serna, 1993)*

Generalmente los fabricantes diseñan las reguladoras para trabajar con una velocidad máxima normal de 5 a 6 m/s y una velocidad máxima ocasional de 7 a 8 m/s (Corcho Romero & Duque Serna, 1993)

La vida útil para válvulas reductoras se puede establecer, en general, en 30 años. (Mateos de Vicente , 2006, pág. 81)

#### **2.2.4.3. Criterios de selección de estación reductora de presión**

Las estructuras de reducción de presión se utilizan cuando por las condiciones topográficas y de operación, se tiene una presión mayor a la presión de trabajo de la tubería, o por condiciones de servicio, como en redes de distribución, cuando existe un límite de la presión de entrega a las edificaciones.

Pero hoy en día estas estructuras se están utilizando por otras situaciones, que se deben más a malas prácticas de ingeniería.

- Por ahorro en el costo de las tuberías, se están usando tuberías con presiones de trabajo bajas, sin embargo, se deja a juicio del diseñador la relación diámetro espesor a utilizar, para el caso de aducciones y conducciones, se debería fijar como presión de trabajo mínima de 100 m.c.a, en zonas de pendientes abruptas.
- Las captaciones se están localizando muy altas y alejadas del sitio de tratamiento y distribución. Si bien con esta condición se quiere conseguir agua de mejor calidad, debe existir un equilibrio en la relación costo - beneficio. Hay que tener presente que entre más arriba se ubique la captación, hacia la parte alta de la cuenca, menos cantidad de agua se puede captar. Además, aguas de mediana calidad pueden mejorarse con una planta de tratamiento.

Si se tienen en cuenta las anteriores observaciones, muy seguramente serían menos las estructuras a implementar.

En la práctica, las CRP se utilizan generalmente en conducciones; las válvulas reductoras de presión en aducciones, conducciones y redes de distribución. (Martinez Ruiz, 2012, pág. 47)

## **2.2.5. ELEMENTOS BÁSICOS DE DISEÑOS PARA CONDUCTOS A PRESIÓN**

### ***2.2.5.1. TRAZADO DE LA ADUCCIÓN***

El trazado de la aducción debe realizarse, previo reconocimiento en campo del relieve topográfico, reconocimiento geológico y tipo de suelo, en lo posible paralelo a vías públicas y caminos de uso general de la población. Si se deben atravesar predios privados se debe establecer la correspondiente servidumbre. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 45)

En el trazado de la aducción se deben considerar además del caudal de diseño, vida útil y análisis económico, los siguientes factores:

- Que la conducción sea cerrada (en lo posible a presión).
- Que el trazado sea lo más directo posible de la fuente a la planta de tratamiento y/o tanque de almacenamiento o red de distribución.
- Que la línea evite, en lo posible, los tramos de difícil construcción o inaccesibles.

- Que esté siempre por debajo de la línea piezométrica a fin de evitar zonas de depresión que representan un peligro de aplastamiento de la tubería y posibilidad de cavitación (en tuberías a presión).
- Que se eviten presiones superiores a las máximas permisibles que afecten la seguridad de la aducción (en tuberías a presión).
- Que en lo posible sean paralelos a los caminos de acceso o vías férreas.
- Que la línea evite, en lo posible, zonas de deslizamiento e inundaciones.
- Que se eviten tramos de pendiente y contrapendiente que pueden causar bloqueos de aire en la línea.

#### **2.2.5.2. CAUDAL DE DISEÑO**

El caudal de diseño de las obras de aducción depende del sistema de abastecimiento de agua. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 45)

- Si el sistema es por gravedad y cuenta con un tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento la obra de aducción debe calcularse con el caudal máximo diario.
- Si el sistema es por gravedad y no cuenta con un tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento, y la aducción se efectúa directamente a la red, la obra de aducción debe calcularse con el caudal máximo horario.
- Si la aducción es por bombeo y el sistema incluye tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento debe estimarse en función al caudal máximo diario y el número de horas de bombeo; en cambio si el sistema no incluye tanque de almacenamiento y/o planta de tratamiento y el bombeo es directo a la red la capacidad debe ser igual al caudal máximo horario.

#### **2.2.5.3. PERÍODO DE DISEÑO**

El período de diseño es el número de años durante los cuales una obra determinada prestará con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada. Debe ser adoptado en función del componente del sistema, la característica de la población y las posibilidades de financiamiento, según lo indicado en la tabla 15.



Tabla 15. Período de diseño (años)

| Componente del sistema        | Población menor a 10000 habitantes |
|-------------------------------|------------------------------------|
| Obra de captación             | 10 - 20                            |
| Aducción                      | 20                                 |
| Pozos profundos               | 10                                 |
| Estaciones de bombeo          | 20                                 |
| Plantas de tratamiento        | 15 - 20                            |
| Tanques de almacenamiento     | 20                                 |
| Redes de distribución         | 20                                 |
| Equipamiento                  |                                    |
| Equipos eléctricos            | 5- 10                              |
| Equipos de combustión interna | 5                                  |

*Fuente:* (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 24)

#### **2.2.5.4. MATERIAL Y CLASE DE TUBERÍA**

La elección del material debe ser efectuada con base en:

- a) Las características topográficas.
- b) Calidad del agua.
- c) Tipo de suelo.
- d) Resistencia a la corrosión y agresividad del suelo.
- e) Resistencia a esfuerzos mecánicos producidos por cargas externas e internas.
- f) Características de comportamiento hidráulico (velocidades, presiones, golpe de ariete).
- g) Vida útil del proyecto.
- h) Costos de operación y mantenimiento.
- i) Análisis económico.

Para tuberías a presión, los materiales deben ser elegidos en función de la presión nominal y de trabajo, la cual debe ser proporcionada por el fabricante. El material utilizado debe contar con una certificación de calidad, o en su caso, cuando las certificaciones provengan de otros países, ésta debe ser homologada por el IBNORCA. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 46)

### 2.2.5.5. VELOCIDAD DE DISEÑO EN TUBERÍAS

La velocidad máxima debe ser considerada en función del tipo de material de la tubería, de acuerdo a la Tabla 16.

Tabla 16. Velocidad máxima permisible en tuberías (m/s)

| <b>Material</b>                      | <b>Velocidad máxima<br/>(m/s)</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Tubería revestida de hormigón simple | 3                                 |
| Tubería de hormigón centrifugado     | 3,5                               |
| Tubería de asbesto cemento           | 5                                 |
| Tubería de PVC                       | 5                                 |
| Tubería PEAD <sup>7</sup>            | 5                                 |
| Tubería de hierro fundido            | 5                                 |
| Tubería acero galvanizado            | 5                                 |
| Tubería de acero                     | 5                                 |

*Fuente: (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 47)*

### 2.2.5.6. DIÁMETROS MÍNIMOS

Para tuberías a presión la selección del diámetro de la tubería de aducción debe considerar:

- Presión disponible.
- Velocidad de escurrimiento.
- Longitud de la línea de aducción.

La elección del diámetro debe basarse en un estudio comparativo técnico económico. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 49)

### 2.2.5.7. CÁLCULO HIDRÁULICO Y PERDIDA DE CARGA

Para el cálculo hidráulico y la determinación de pérdidas de carga en tuberías a presión se utilizó la siguiente fórmula por ser la más empleada por su simplicidad y grado de exactitud y recomendada por el fabricante de tuberías PEAD.

---

<sup>7</sup> (Plastiforte, 2015)

Tabla 17. Planilla de cálculo hidráulico

| Cálculo Hidráulico "01-2-PEAD-CRP" |       |            |                        |               |                 |         |                     |                     |                        |                        |
|------------------------------------|-------|------------|------------------------|---------------|-----------------|---------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Descripción del tramo              | Prog. | Long. (m.) | Diámetro Interior (mm) | Caudal (l/s.) | Velocidad (m/s) | hf (m.) | P. Dinámica (m.c.a) | P. Estática (m.c.a) | Diámetro Nominal (plg) | Material de la tubería |

*Fuente:* (Reglamentos de Presentación de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento, 2004, pág. 36)

### 2.2.5.8. FÓRMULA DE HAZEN WILLIAMS

En 1906 una de las ecuaciones empíricas (independientes del análisis de Darcy) más exitosas fue la de Hazen Williams (desarrolladas por G. S. Williams y A. H. Hazen). Sirven para tuberías rugosas con régimen en transición o turbulento y agua a presión (Recomendada para diámetros cuyo valor oscila entre los 50 y 3500 mm). (Azebedo Netto & Fernández y Fernández, 2015, pág. 148)

$$J = 10,643 * \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,87}}$$

Donde:

J = Pérdida de carga unitaria o gradiente hidráulico en m/m

C = Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/s

D = Diámetro interno de la tubería en m

$$J = \frac{hf}{L}$$

hf = Pérdida de carga en m

L = Longitud de la tubería en m

El coeficiente C es función del material y la antigüedad de la tubería. En la Tabla 18 se presentan los valores más empleados.

Tabla 18. Valores del coeficiente C de Hazen-Williams

| Material   | C      |
|--|--------|
| Acero galvanizado                                | 125    |
| Acero soldado c/revestimiento                    | 130    |
| Asbesto cemento                                  | 120    |
| Hierro fundido nuevo                             | 100    |
| Hierro fundido usado (15 a 20 años)              | 60-100 |
| Hierro fundido dúctil c/revestimiento de cemento | 120    |
| Plástico PVC o Polietileno PE                    | 140    |
| Polietileno de alta densidad PEAD <sup>8</sup>   | 150    |

*Fuente: (Azebedo Netto & Fernández y Fernández, 2015, pág. 147)*

### 2.2.5.9. PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS

La presión estática máxima de la tubería de aducción no debe ser mayor al 80% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

La presión estática en la red, no debe ser superior a los 70 m.c.a. la presión debe estar referida al nivel máximo de agua.

Para el caso en el que se tiene altas presiones se debe efectuar un análisis comparativo técnico económico entre adoptar el uso de tubería de alta presión o utilizar estaciones reductoras de presión y tubería de menor presión. Para el último caso debe verificarse que la presión en el punto más alejado y elevado sea al menos la mínima especificada.

La presión mínima recomendable en cualquier punto de la tubería de aducción, en las condiciones más desfavorables de escurrimiento, debe ser de 2 m.c.a. Excepto en los puntos inicial y final de la aducción ligados a un tanque o cámara en contacto con la atmósfera.

Las presiones máximas y mínimas obtenidas se presentan en las planillas de cada alternativa de diseño en el capítulo de anexos. (Ministerio de servicios de obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2004, pág. 48)

<sup>8</sup> (Plastiforte, 2015)

### 2.2.5.10. PROFUNDIDAD Y ANCHO DE ZANJA

La profundidad y el ancho está en función con el diámetro de la tubería y del uso del suelo en el lugar de emplazamiento de la tubería. Los criterios para la construcción de las zanjas se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Profundidad y ancho de zanja

| Uso del suelo                                 | Profundidad (m) (1) | Ancho de Zanja (m)          |                             | Recomendación  |
|---|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
|   |                     | $\Theta = 12,7$ a 76 mm (2) | $\Theta = 100$ a 200 mm (2) |  |
| Calles área rural                             | 0,60                | 0,40                        | 0,50                        | En lugares donde la temperatura del ambiente es menor a 5° C debe incrementarse la profundidad |
| Áreas de cultivo y calles con tráfico liviano | 0,80                | 0,60                        | 0,70                        |  |
| Calles con tráfico pesado                     | 1,00                | 0,60                        | 0,70                        |  |

(1) Profundidad medida desde la clave de la tubería

(2) El diámetro de la tubería corresponde a diámetro nominal

*Fuente:* (Ministerio de servicios y obras públicas, Viceministerio de servicios básicos, 2005, pág. 189)

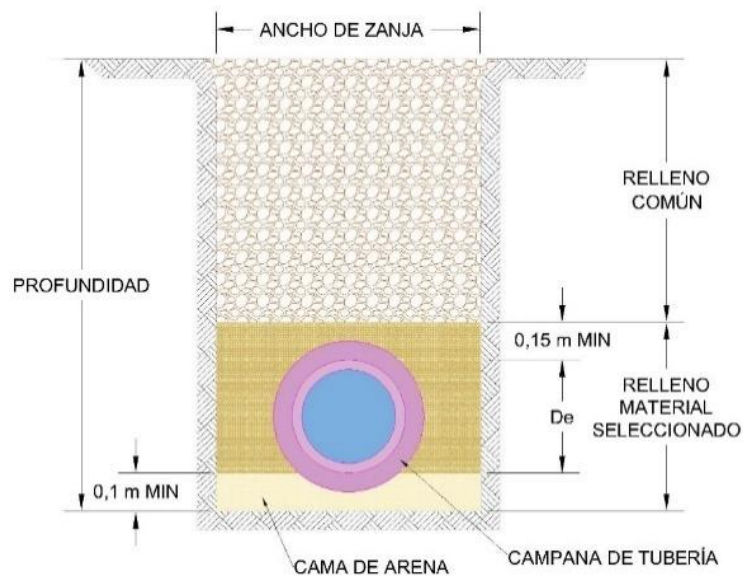
### 2.2.5.11. RELLENO DE ZANJA

Para el PVC es muy importante tener en cuenta que los materiales tanto de la base (encamado) como el material de relleno sean los adecuados, además de los procesos de compactación.

- La base de la instalación debe ser lo suficientemente estable y el fondo de la zanja donde se apoyará la tubería deberá ser plano y libre de elementos cortantes. Para esto se debe preparar un encamado de arena fina o material seleccionado, de tal manera que la tubería no entre en contacto con elementos cortantes o punzantes que puedan dañarlo. Se acepta como encamado el material cernido del suelo de excavación.
- Cuando la base de la zanja presenta arcilla saturada, fango o lodo, sin condiciones mecánicas mínimas para el asentamiento del tubo, se debe disponer una base de cascajo (gravilla en lo posible de canto rodado) bien asentada. Encima de la base de cascajo se debe colocar una cama de 15 cm de arena fina o material seleccionado.
- Una vez realizado el encamado, se extiende la tubería y se coloca el material de relleno lateral o acostillado. Este material puede ser el que se extrajo de la zanja, pero al igual que en el punto 1, el mismo debe ser seleccionado (cernido) evitando los elementos grandes o cortantes que puedan dañar el tubo. Este relleno debe estar compactado cada

15 cm a 20 cm en los laterales de la tubería hasta cubrir la corona y por lo menos 15 cm por encima de esta. La compactación debe realizarse de forma manual.

- El resto de la zanja puede ser relleno con material de la excavación y compactado cada 20 a 30 cm, utilizando saltarín. Se recomienda realizar la compactación de la zanja con tubo lleno y a presión, dejando las uniones libres para las pruebas hidráulica



**Figura 15.** Relleno de zanja

*Fuente: Elaboración propia con apoyo de AutoCAD.*

En el momento de desenrollar la tubería, una persona debe hacer girar el rollo, mientras otra persona jala un extremo a lo largo de la zanja. Cuando una persona jala un extremo del tubo sin hacer girar el rollo se corre el riesgo de que se formen espirales. Tender el SUPERTUBO en forma ondulada, en una zanja de 100 m. entra 101 m. de tubo. Es incorrecto el tendido del tubo en forma recta.

En el tendido de la tubería del HDPE, no requiere de una cama de arena o tierra cernida, simplemente se debe evitar que el tubo entre en contacto directo con piedras puntiagudas, para disminuir los riesgos, o rellenar con el mismo material excavado de la zanja, seleccionando las piedras. (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, 2010, pág. 231)

No es necesaria una cama de apoyo especial será suficiente colocarla sobre el terreno excavado para apoyar la tubería en forma continua en toda su longitud. (Plastiforte, 2015)

### 2.3. MARCO NORMATIVO

Las tuberías plásticas (PVC) deben cumplir la siguiente reglamentación en Bolivia:

- NB 689 reglamentos técnicos de diseño para sistemas de agua potable-Reglamento técnico de diseño de aducciones para sistemas de agua potable. Fija los parámetros y establece los criterios técnicos de condiciones mínimas que se deben cumplir en el diseño de aducciones de agua, utilizadas para sistemas de agua potable.
- NB 213 Tuberías plásticas - Tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) para conducción de agua potable. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado, usadas para la conducción de agua potable a temperatura ambiente, a las presiones indicadas y métodos de ensayos para la comprobación de estos requisitos.
- Norma Boliviana NB 646 Plásticos - Tubos de polietileno (PE) especificados por su diámetro interior (RDIE). Esta norma se aplica a la tubería de polietileno elaborada en base a las relaciones dimensionales estándar para tuberías termoplásticas y presiones establecidas para el agua.
- Guía Técnica de Diseño de Proyectos de Agua Potable para Poblaciones Menores a 10.000 Habitantes. La guía establece los criterios técnicos de diseño de sistemas de agua potable considerando los parámetros criterios y consideraciones establecidas por la norma y reglamentos de diseño para sistemas de agua potable vigentes.
- Guía Técnica de Diseño y Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento con Tecnologías Alternativas. En esta guía presentan las definiciones, características, y criterios básicos para el diseño hidráulico con tubería de polietileno de alta densidad
- ISO 4427-2 Sistemas de tuberías de plástico - Tuberías y accesorios de polietileno (PE) para suministro de agua. especifica los requisitos para un sistema de tuberías y sus componentes cuando están hechos de polietileno (PE). El sistema de tuberías está destinado a ser utilizado para el suministro de agua destinada al consumo humano, incluido el transporte de agua cruda antes del tratamiento y el de agua para fines generales.

## **CAPÍTULO III**

### **3.1. MEMORIA DESCRIPTIVA**

El proyecto consiste básicamente en un diseño hidráulico de una aducción de agua potable usando topografía de la comunidad de Llanadas, de acuerdo a las 8 alternativas planteadas a continuación; considerando tubería plástica (PVC-PEAD) y estación reductora de presión. desde la toma hasta el tanque de almacenamiento, con una longitud de 5720 metros, un desnivel máximo de 742,5 m y una pendiente media de la línea de aducción del 13%

La elaboración del presupuesto del proyecto general está conformada por tres módulos de acuerdo a una configuración donde se presentan las actividades indispensables para su análisis económico.

El análisis de precio unitario se realizó con el software prescom en un formato muy básico sin considerar las actividades preliminares como ser trazado, replanteo y ítems que no tienen variación en cantidad entre sí, debido a que son actividades que tienen el mismo costo para cualquier alternativa de mismo caudal.

Con la finalidad de poder realizar un mejor análisis se vio en la necesidad de conformar el presupuesto de acuerdo a los siguientes módulos:

M01 Actividades necesarias para emplazar la tubería.

M02 Actividades necesarias para la construcción de una estación reductora de presión.

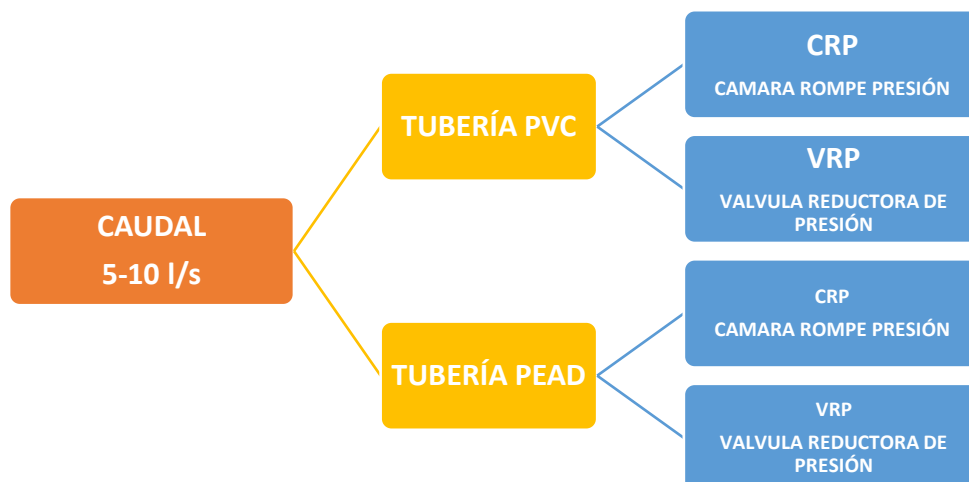
M03 Actividades indispensables para ejecución y construcción de pasos de quebrada, válvulas de purga de lodo y aire.

Para poder realizar un diseño óptimo y tener una adecuada distribución de las clases de tuberías plásticas por el elevado desnivel, se realizó el diseño hidráulico por tramos equivalentes a progresivas de cada 20 metros.

### **3.2. ALTERNATIVAS DE ESTUDIOS**

Con la finalidad de realizar un diseño óptimo y un análisis técnico-económico minucioso se tuvieron que adoptar dos caudales teóricos (5 l/s – 10 l/s) de diseño, se usaron las tuberías en el caso del PVC clase (6-9-12-15) y en PEAD presión nominal (6-8-10-12,5-16-20-25) en bares.





**Figura 16.** Alternativa de diseño  
Fuente: *Elaboración propia.*

Analizando lo planteadas anteriormente esquematizado en la figura 16 se configuraron cuidadosamente 8 alternativas de diseño.

### 3.3. CODIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS

El código de las alternativas se estableció considerando cuatro elementos: número correlativo, caudal de diseño, tubería y tipo de estación reductora de presión. Por ejemplo, la primera alternativa de diseño tiene un código de 01-5-PEAD-CRP.

Tabla 20. Codificación de alternativas

| Nº de alternativa<br>(01, 02, 03...) | Caudal de diseño l/s<br>(5-10) | Tubería<br>(PEAD- PVC) | Estación reductora de presión<br>(CRP-VRP) |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| 01                                   | 5                              | PEAD                   | CRP  |

*Fuente: Elaboración propia.*

Tabla 21. Alternativas de diseños

| Nº de alternativa | Caudal de diseño l/s | Tubería | Estación reductora de presión |
|-------------------|----------------------|---------|-------------------------------|
| 01                | 5                    | PEAD    | CRP                           |
| 02                | 5                    | PEAD    | VRP                           |
| 03                | 5                    | PVC     | CRP                           |
| 04                | 5                    | PVC     | VRP                           |
| 05                | 10                   | PEAD    | CRP                           |
| 06                | 10                   | PEAD    | VRP                           |
| 07                | 10                   | PVC     | CRP                           |
| 08                | 10                   | PVC     | VRP                           |

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.4. DISEÑO HIDRÁULICO**

Enmarcados en el objetivo principal, Para poder realizar los diseños hidráulicos se adoptaron dos caudales teóricos de diseño, 5 l/s y 10 l/s.

La vida útil se consideró de 20 años de acuerdo a la tabla 15 presentada en el capítulo 2 para aducciones de agua potable según lo que se estipula en la norma Boliviana.

En la norma NB 689 se presentan diferentes fórmulas para el cálculo de pérdida de cargas por fricción en las tuberías de las cuales se optó por utilizar la fórmula de Hazen Williams porque es una de las fórmulas más usadas por su simplicidad y su grado de exactitud y principalmente porque es la fórmula recomendada para diámetros entre un rango de 50 mm a 3500 mm

Los coeficientes (C) que se usaron para el cálculo de pérdida de carga en el caso del PVC 140 lo que recomienda la norma NB 689 y para la tubería PEAD 150 como se presenta en el Manual Técnico Tubería HDPE minería e industria en su página 21.

La velocidad máxima para la tubería PEAD se limitó a 2,5 m/s recomendada en la Guía Técnica de diseño y Ejecución de Proyectos de Agua y Saneamiento con Tecnologías Alternativas en su página 321. Para la tubería PVC de la misma manera se limitó a esa velocidad puesto que es menor a la máxima permitida en la norma NB 689 y recomendable usar velocidades bajas para sistemas de aducciones de fuertes pendientes, como velocidad mínima se consideró de 0,3 m/s en ambas tuberías para garantizar la autolimpieza.

La presión estática máxima según la norma NB 689 es de 70 m.c.a. la cual no se usó como límite puesto que demanda mayor recursos, en la tubería de aducción se consideró que las tuberías trabajen como máximo al 80 % de su capacidad nominal, y la presión mínima en cualquier punto de la aducción no sea menor a 2 m.c.a.

Se combinaron las diferentes clases de tuberías existente de acuerdo a su capacidad de resistencia en el diseño de cada alternativa.

A continuación, se presentan los 8 diseños hidráulicos de las alternativas con sus respectivos dimensionado de las estaciones reductoras de presión.

### 3.4.1. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 01-5-PEAD-CRP

Tabla 22. Planilla de diseño hidráulico alternativa 01 5 PEAD CRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO $\varnothing$<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL $\varnothing$<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|---|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA       | 0            | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 0,000                         | 0,000                          | 0,000                          | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+020 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 0,649                         | 4,268                          | 3,619                          | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+040 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 1,296                         | 8,135                          | 6,839                          | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+060 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 1,959                         | 14,148                         | 12,189                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+080 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 2,617                         | 19,653                         | 17,036                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+100 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 3,267                         | 23,994                         | 20,727                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+120 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 3,915                         | 28,144                         | 24,229                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+140 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 4,577                         | 34,039                         | 29,462                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+160 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 5,224                         | 38,023                         | 32,799                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+180 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 5,859                         | 37,988                         | 32,129                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+200 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 6,495                         | 39,022                         | 32,527                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+220 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 7,131                         | 40,472                         | 33,341                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+240 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 7,766                         | 40,895                         | 33,129                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+260 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 8,409                         | 44,088                         | 35,679                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+280 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 9,052                         | 47,295                         | 38,243                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+300 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 9,689                         | 48,921                         | 39,232                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+320 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 10,326                        | 50,692                         | 40,366                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+340 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 10,966                        | 53,071                         | 42,105                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+360 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 11,606                        | 55,677                         | 44,071                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+380 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 12,254                        | 59,739                         | 47,485                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+400 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                                     | 5                 | 1,41                 | 12,896                        | 62,698                         | 49,802                         | 2 1/2                                      | 8           | PEAD    |
| 0+420 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 13,631                        | 66,166                         | 52,535                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+440 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 14,363                        | 68,979                         | 54,616                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+460 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 15,091                        | 71,038                         | 55,947                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+480 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 15,817                        | 72,226                         | 56,409                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+500 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 16,544                        | 73,792                         | 57,248                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+520 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 17,271                        | 75,585                         | 58,314                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+540 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 18,002                        | 78,157                         | 60,155                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+560 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 18,886                        | 81,822                         | 62,936                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+580 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 19,770                        | 85,594                         | 65,824                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+600 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 20,655                        | 89,365                         | 68,710                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+620 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 21,524                        | 89,662                         | 68,138                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+640 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 22,394                        | 89,987                         | 67,593                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+660 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 23,263                        | 90,427                         | 67,164                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+680 | VÁVULA DE PURGA 01 | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 24,133                        | 90,825                         | 66,692                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+700 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 25,003                        | 90,053                         | 65,050                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+720 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 25,874                        | 88,590                         | 62,716                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+740 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 26,746                        | 87,032                         | 60,286                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+760 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 27,619                        | 85,182                         | 57,563                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+780 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 28,493                        | 83,206                         | 54,713                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+800 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 29,366                        | 81,227                         | 51,861                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 0+820 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 30,095                        | 78,980                         | 48,885                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+840 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 30,824                        | 76,778                         | 45,954                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+860 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 31,552                        | 74,855                         | 43,303                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+880 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 32,280                        | 72,931                         | 40,651                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+900 | VÁVULA DE AIRE 01  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 33,007                        | 71,497                         | 38,490                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+920 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 33,732                        | 72,438                         | 38,706                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+940 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 34,458                        | 73,667                         | 39,209                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+960 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 35,197                        | 77,618                         | 42,421                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 0+980 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 36,081                        | 81,417                         | 45,336                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+000 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 36,965                        | 85,019                         | 48,054                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+020 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 37,870                        | 90,833                         | 52,963                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+040 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 38,779                        | 96,944                         | 58,165                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+060 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                                     | 5                 | 1,73                 | 39,854                        | 101,321                        | 61,467                         | 2 1/2                                      | 16          | PEAD    |
| 1+080 | VÁVULA DE PURGA 02 | 20           | 60,60                                     | 5                 | 1,73                 | 40,906                        | 102,353                        | 61,447                         | 2 1/2                                      | 16          | PEAD    |
| 1+100 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 41,790                        | 98,583                         | 56,793                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+120 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 42,680                        | 94,285                         | 51,605                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+140 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 43,573                        | 89,529                         | 45,956                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+160 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                                     | 5                 | 1,6                  | 44,468                        | 84,659                         | 40,191                         | 2 1/2                                      | 12,5        | PEAD    |
| 1+180 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 45,215                        | 79,666                         | 34,451                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |
| 1+200 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                                     | 5                 | 1,49                 | 45,961                        | 74,751                         | 28,790                         | 2 1/2                                      | 10          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 46,708                        | 69,673                         | 22,965                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+240 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 47,446                        | 65,805                         | 18,359                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+260 | VÁVULA DE AIRE 02  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 48,092                        | 62,155                         | 14,063                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+280 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 48,727                        | 62,509                         | 13,782                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+300 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 49,362                        | 63,573                         | 14,211                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+320 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 50,105                        | 68,052                         | 17,947                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+340 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 50,864                        | 74,258                         | 23,394                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+360 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 51,769                        | 80,093                         | 28,324                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+380 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 52,704                        | 88,012                         | 35,308                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+400 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 53,681                        | 98,275                         | 44,594                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+420 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 54,852                        | 108,106                        | 53,254                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+440 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 55,988                        | 116,391                        | 60,403                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+460 | C.R.P. 01          | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 57,112                        | 123,986                        | 66,874                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+480 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,270                         | 5,976                          | 5,706                          | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+500 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,543                         | 12,792                         | 12,249                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+520 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,818                         | 19,831                         | 19,013                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+540 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,079                         | 22,706                         | 21,627                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+560 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,340                         | 25,439                         | 24,099                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+580 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,602                         | 28,387                         | 26,785                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+600 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,863                         | 31,245                         | 29,382                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+620 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 2,124                         | 33,819                         | 31,695                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+640 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 2,394                         | 39,684                         | 37,290                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+660 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 2,662                         | 45,207                         | 42,545                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+680 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 2,934                         | 51,566                         | 48,632                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+700 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 3,210                         | 59,171                         | 55,961                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+720 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 3,476                         | 63,664                         | 60,188                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+740 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 3,776                         | 65,489                         | 61,713                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+760 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 4,078                         | 67,935                         | 63,857                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+780 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 4,381                         | 70,593                         | 66,212                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+800 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 4,683                         | 73,162                         | 68,479                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+820 | VÁVULA DE PURGA 03 | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 4,985                         | 75,990                         | 71,005                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+840 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 5,286                         | 74,259                         | 68,973                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+860 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 5,586                         | 75,224                         | 69,638                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+880 | PUENTE L=75 m      | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 5,886                         | 76,084                         | 70,198                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+900 | PUENTE L=75 m      | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 6,186                         | 76,694                         | 70,508                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+920 | PUENTE L=75 m      | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 6,486                         | 77,059                         | 70,573                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+940 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 6,789                         | 73,790                         | 67,001                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+960 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 7,091                         | 71,578                         | 64,487                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 1+980 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 7,391                         | 70,627                         | 63,236                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 2+000 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 7,691                         | 69,982                         | 62,291                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 2+020 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 7,991                         | 69,339                         | 61,348                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 2+040 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 8,290                         | 68,735                         | 60,445                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 2+060 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 8,575                         | 59,551                         | 50,976                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 2+080 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 8,859                         | 50,424                         | 41,565                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 2+100 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 9,140                         | 41,984                         | 32,844                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 2+120 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 9,818                         | 34,536                         | 24,718                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+140 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 10,495                        | 27,096                         | 16,601                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+160 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 11,162                        | 20,677                         | 9,515                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+180 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 11,819                        | 15,309                         | 3,490                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+200 | VÁVULA DE AIRE 03  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 12,454                        | 14,614                         | 2,160                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+220 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,091                        | 15,950                         | 2,859                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+240 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,727                        | 17,222                         | 3,495                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+260 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,364                        | 18,863                         | 4,499                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+280 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,004                        | 21,443                         | 6,439                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+300 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,650                        | 25,192                         | 9,542                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+320 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,309                        | 30,803                         | 14,494                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+340 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,973                        | 36,943                         | 19,970                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+360 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,641                        | 43,430                         | 25,789                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+380 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,310                        | 50,137                         | 31,827                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+400 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,996                        | 58,291                         | 39,295                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+420 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 19,792                        | 67,418                         | 47,626                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+440 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 20,599                        | 77,237                         | 56,638                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+460 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 21,558                        | 86,543                         | 64,985                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 2+480 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 22,518                        | 95,907                         | 73,389                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 2+500 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 23,670                        | 104,926                        | 81,256                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 24,818                        | 113,740                        | 88,922                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 2+540 | C.R.P. 02          | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 25,965                        | 122,507                        | 96,542                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 2+560 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 0,672                         | 6,915                          | 6,243                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+580 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,320                         | 11,119                         | 9,799                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+600 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,973                         | 15,812                         | 13,839                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+620 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 2,625                         | 20,542                         | 17,917                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+640 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 3,272                         | 24,500                         | 21,228                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+660 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 3,916                         | 27,952                         | 24,036                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+680 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 4,555                         | 30,128                         | 25,573                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+700 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 5,190                         | 29,904                         | 24,714                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+720 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 5,825                         | 29,525                         | 23,700                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+740 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 6,460                         | 29,024                         | 22,564                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+760 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 7,095                         | 29,438                         | 22,343                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+780 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 7,730                         | 30,088                         | 22,358                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+800 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 8,367                         | 31,577                         | 23,210                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+820 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 9,005                         | 33,810                         | 24,805                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+840 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 9,649                         | 37,198                         | 27,549                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+860 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 10,289                        | 39,712                         | 29,423                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+880 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 10,930                        | 42,526                         | 31,596                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+900 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 11,577                        | 46,495                         | 34,918                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+920 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 12,222                        | 50,101                         | 37,879                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+940 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 12,858                        | 51,226                         | 38,368                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+960 | VÁVULA DE PURGA 04 | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,494                        | 52,436                         | 38,942                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+980 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,130                        | 51,254                         | 37,124                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+000 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,768                        | 49,360                         | 34,592                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+020 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,408                        | 46,692                         | 31,284                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+040 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,052                        | 43,315                         | 27,263                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+060 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,697                        | 39,766                         | 23,069                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+080 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,342                        | 36,173                         | 18,831                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+100 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,988                        | 32,472                         | 14,484                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+120 | VÁVULA DE AIRE 04  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,630                        | 29,316                         | 10,686                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+140 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 19,265                        | 29,867                         | 10,602                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+160 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 19,906                        | 32,533                         | 12,627                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+180 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 20,543                        | 34,180                         | 13,637                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+200 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 21,180                        | 35,860                         | 14,680                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+220 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 21,817                        | 37,438                         | 15,621                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+240 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 22,454                        | 39,286                         | 16,832                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+260 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 23,094                        | 41,644                         | 18,550                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+280 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 23,737                        | 44,931                         | 21,194                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+300 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 24,385                        | 48,984                         | 24,599                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+320 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 25,052                        | 55,407                         | 30,355                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+340 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 25,738                        | 63,663                         | 37,925                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+360 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 26,445                        | 73,477                         | 47,032                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+380 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 27,433                        | 84,244                         | 56,811                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+400 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 28,392                        | 93,564                         | 65,172                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+420 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 29,525                        | 101,675                        | 72,150                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+440 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 30,674                        | 110,545                        | 79,871                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+460 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 31,844                        | 120,362                        | 88,518                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+480 | C.R.P. 03          | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 32,970                        | 128,090                        | 95,120                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+500 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 0,681                         | 7,729                          | 7,048                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+520 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,375                         | 16,617                         | 15,242                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+540 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 2,064                         | 25,055                         | 22,991                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+560 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 2,740                         | 32,304                         | 29,564                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+580 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 3,415                         | 39,531                         | 36,116                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+600 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 4,088                         | 46,599                         | 42,511                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+620 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 4,761                         | 53,659                         | 48,898                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+640 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 5,433                         | 60,536                         | 55,103                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+660 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 6,199                         | 67,392                         | 61,193                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+680 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 6,964                         | 74,205                         | 67,241                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+700 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 7,873                         | 80,290                         | 72,417                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+720 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 8,776                         | 85,924                         | 77,148                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+740 | C.R.P. 04          | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 9,679                         | 91,558                         | 81,879                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+760 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 0,658                         | 5,480                          | 4,822                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+780 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,294                         | 6,474                          | 5,180                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+800 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,929                         | 7,403                          | 5,474                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+800 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 1,929                         | 7,403                          | 5,474                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+820 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 2,565                         | 8,095                          | 5,530                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+840 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 3,200                         | 8,568                          | 5,368                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+860 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 3,836                         | 9,862                          | 6,026                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+880 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 4,471                         | 10,821                         | 6,350                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+900 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 5,107                         | 11,776                         | 6,669                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+920 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 5,743                         | 12,700                         | 6,957                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+940 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 6,378                         | 13,349                         | 6,971                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+960 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 7,014                         | 11,894                         | 4,880                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+980 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 7,649                         | 12,458                         | 4,809                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+000 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 8,285                         | 13,203                         | 4,918                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+020 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 8,920                         | 13,955                         | 5,035                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+040 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 9,555                         | 14,707                         | 5,152                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+060 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 10,190                        | 15,230                         | 5,040                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+080 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 10,825                        | 15,714                         | 4,889                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+100 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 11,460                        | 16,198                         | 4,738                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+120 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 12,097                        | 17,682                         | 5,585                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+140 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 12,744                        | 21,670                         | 8,926                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+160 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,392                        | 25,792                         | 12,400                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+180 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,030                        | 27,787                         | 13,757                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+200 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,674                        | 31,132                         | 16,458                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+220 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,326                        | 35,817                         | 20,491                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+240 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,969                        | 39,092                         | 23,123                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+260 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,625                        | 44,223                         | 27,598                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+280 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,284                        | 49,844                         | 32,560                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+300 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,936                        | 54,483                         | 36,547                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+320 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,587                        | 59,067                         | 40,480                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+340 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 19,335                        | 64,171                         | 44,836                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+360 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 20,107                        | 71,488                         | 51,381                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+380 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 20,878                        | 78,760                         | 57,882                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+400 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 21,803                        | 86,033                         | 64,230                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+420 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 22,730                        | 93,469                         | 70,739                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+440 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 23,864                        | 101,588                        | 77,724                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+460 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 25,002                        | 109,969                        | 84,967                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+480 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 26,143                        | 118,414                        | 92,271                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+500 | C.R.P. 05          | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 27,285                        | 126,950                        | 99,665                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+520 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,281                         | 8,538                          | 8,257                          | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+540 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,567                         | 17,915                         | 17,348                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+560 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 0,859                         | 28,386                         | 27,527                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+580 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,151                         | 38,794                         | 37,643                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+600 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,449                         | 50,247                         | 48,798                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+620 | Línea de aducción  | 20           | 80,80                         | 5                 | 0,98                 | 1,742                         | 60,810                         | 59,068                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 4+640 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 2,074                         | 70,339                         | 68,265                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 4+660 | Línea de aducción  | 20           | 78,40                         | 5                 | 1,04                 | 2,395                         | 78,133                         | 75,738                         | 3                              | 10          | PEAD    |
| 4+680 | Línea de aducción  | 20           | 75,00                         | 5                 | 1,13                 | 2,782                         | 83,826                         | 81,044                         | 3                              | 12,5        | PEAD    |
| 4+700 | Línea de aducción  | 20           | 75,00                         | 5                 | 1,13                 | 3,168                         | 89,519                         | 86,351                         | 3                              | 12,5        | PEAD    |
| 4+720 | Línea de aducción  | 20           | 75,00                         | 5                 | 1,13                 | 3,555                         | 95,213                         | 91,658                         | 3                              | 12,5        | PEAD    |
| 4+740 | Línea de aducción  | 20           | 72,60                         | 5                 | 1,21                 | 4,009                         | 101,086                        | 97,077                         | 3                              | 16          | PEAD    |
| 4+760 | VÁVULA DE PURGA 05 | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 5,065                         | 103,121                        | 98,056                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+780 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 6,116                         | 102,185                        | 96,069                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+800 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 7,168                         | 101,249                        | 94,081                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+820 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 8,046                         | 98,329                         | 90,283                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+840 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 8,950                         | 92,675                         | 83,725                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+860 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 9,853                         | 87,020                         | 77,167                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+880 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 10,767                        | 80,533                         | 69,766                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+900 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 11,532                        | 73,747                         | 62,215                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+920 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 12,320                        | 65,205                         | 52,885                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+940 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,005                        | 57,143                         | 44,138                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+960 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 13,683                        | 49,571                         | 35,888                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+980 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 14,362                        | 41,980                         | 27,618                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+000 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,036                        | 34,917                         | 19,881                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+020 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 15,677                        | 32,040                         | 16,363                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+040 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,318                        | 29,164                         | 12,846                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+060 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 16,960                        | 26,287                         | 9,327                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+080 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 17,601                        | 23,411                         | 5,810                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+100 | VÁVULA DE AIRE 05  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,244                        | 20,310                         | 2,066                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 18,895                        | 24,869                         | 5,974                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+140 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 19,579                        | 32,888                         | 13,309                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+160 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 20,263                        | 40,906                         | 20,643                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+180 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 20,947                        | 48,925                         | 27,978                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+200 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 21,631                        | 56,943                         | 35,312                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+220 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 22,411                        | 64,962                         | 42,551                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+240 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 23,192                        | 72,980                         | 49,788                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+260 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 24,129                        | 80,998                         | 56,869                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+280 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 25,067                        | 89,122                         | 64,055                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+300 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 26,006                        | 97,286                         | 71,280                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+320 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 27,130                        | 104,946                        | 77,816                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+340 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 28,236                        | 111,516                        | 83,280                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+360 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 29,344                        | 118,208                        | 88,864                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+380 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 30,451                        | 124,900                        | 94,449                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+400 | Línea de aducción  | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 31,918                        | 131,592                        | 99,674                         | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+420 | Línea de aducción  | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 33,385                        | 138,285                        | 104,900                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+440 | VÁVULA DE PURGA 06 | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 34,853                        | 144,977                        | 110,124                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+460 | PUENTE L=75 m      | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 36,244                        | 144,579                        | 108,335                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+480 | PUENTE L=75 m      | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 37,636                        | 143,929                        | 106,293                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+500 | PUENTE L=75 m      | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 39,029                        | 143,037                        | 104,008                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+520 | Línea de aducción  | 20           | 57,20                         | 5                 | 1,95                 | 40,623                        | 131,873                        | 91,250                         | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+540 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 41,786                        | 122,346                        | 80,560                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+560 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 43,024                        | 109,854                        | 66,830                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+580 | Línea de aducción  | 20           | 60,60                         | 5                 | 1,73                 | 44,194                        | 100,051                        | 55,857                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+600 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 45,155                        | 90,633                         | 45,478                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+620 | Línea de aducción  | 20           | 63,00                         | 5                 | 1,6                  | 46,121                        | 80,931                         | 34,810                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+640 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 46,928                        | 71,155                         | 24,227                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+660 | Línea de aducción  | 20           | 65,40                         | 5                 | 1,49                 | 47,734                        | 61,379                         | 13,645                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+680 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 48,410                        | 54,095                         | 5,685                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+700 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 49,045                        | 53,226                         | 4,181                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+720 | Línea de aducción  | 20           | 67,20                         | 5                 | 1,41                 | 49,680                        | 53,616                         | 3,936                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |

## Diseño de la cámara rompe presión

CAUDAL Q= 5,00 l/s

### Dimensiones de la cámara datos adoptados

Base b= 1,20 m

Altura h= 1,10 m

Largo cámara disipación l= 1,20 m

### Verificación T>5min

Volumen  $Vol = b * h * l = 1,584 \text{ m}^3$

Velocidad  $Vel = \frac{Q}{b * h} = 0,23 \text{ m/min}$

Tiempo  $T = \frac{Vol}{Q} = 5,28 \text{ min}$

Se cumple la condición que el tiempo sea mayor a 5 minutos y menor a 10 minutos

### Dimensiones de la cámara rompe presión

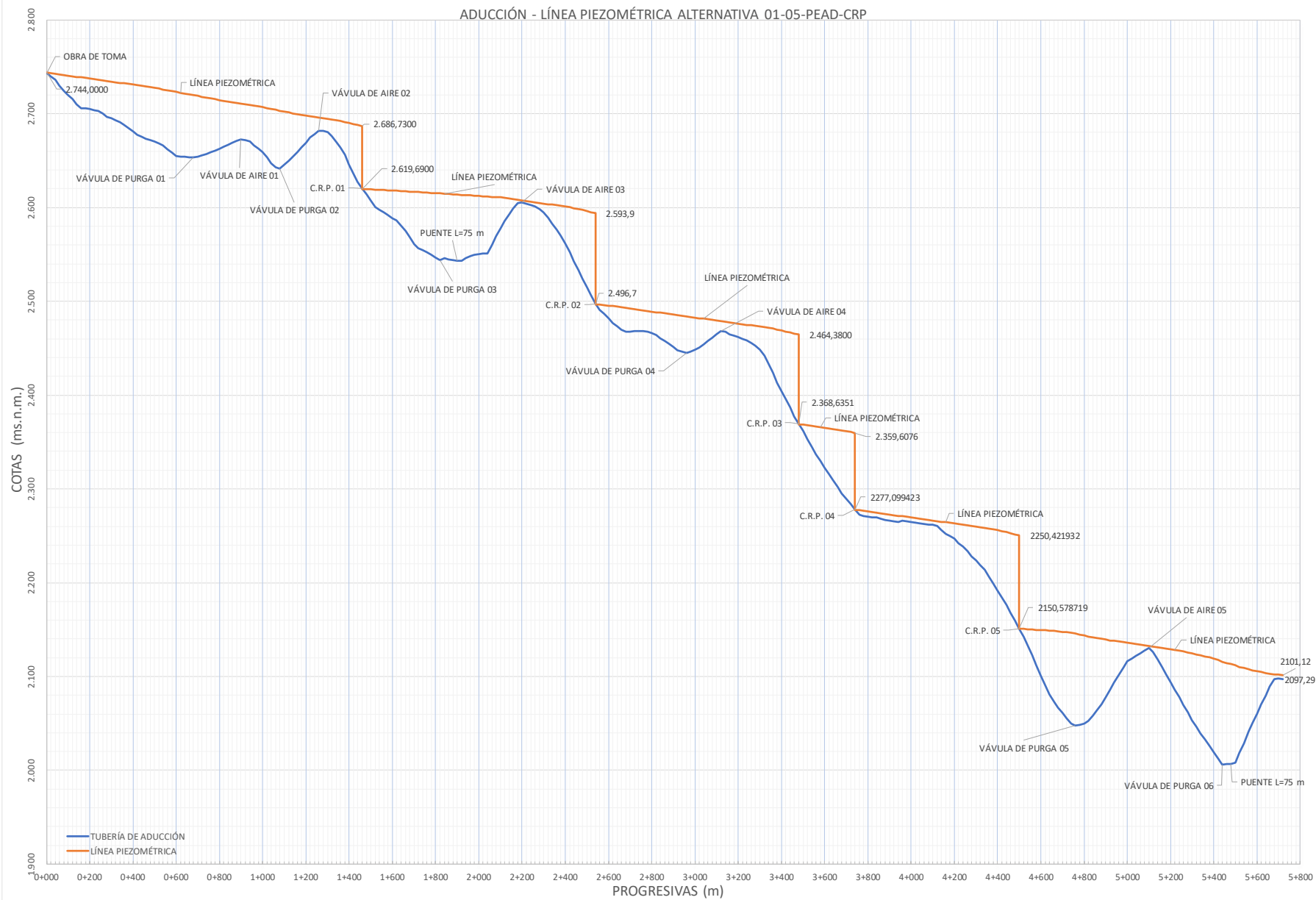
largo total CRP L=  $L = \frac{3 * l}{2} = 1,8 \approx 2,4 \text{ m}$

largo de la cámara de carga lc=lc=  $\frac{l}{3} = 0,60 \approx 0,6 \text{ m}$

Altura total H=  $H = h + 0,3 = 1,40 \approx 1,4 \text{ m}$

Ancho de la cámara b= **1,25 m**

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 01-05-PEAD-CRP





### 3.4.2. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 02-5-PEAD-VRP

Tabla 23. Planilla de diseño hidráulico alternativa 02-5-PEAD-VRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA        | 0            | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,000                         | 0,000                          | 0,000                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+020 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,571                         | 4,268                          | 3,697                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+040 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,140                         | 8,135                          | 6,995                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+060 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,724                         | 14,148                         | 12,424                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+080 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,303                         | 19,653                         | 17,350                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+100 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,875                         | 23,994                         | 21,119                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+120 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,446                         | 28,144                         | 24,698                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+140 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 4,028                         | 34,039                         | 30,011                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+160 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 4,598                         | 38,023                         | 33,425                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+180 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,156                         | 37,988                         | 32,832                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+200 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,716                         | 39,022                         | 33,306                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+220 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,276                         | 40,472                         | 34,196                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+240 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,835                         | 40,895                         | 34,060                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+260 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,401                         | 44,088                         | 36,687                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+280 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,966                         | 47,295                         | 39,329                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+300 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 8,527                         | 48,921                         | 40,394                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+320 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 9,088                         | 50,692                         | 41,604                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+340 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 9,650                         | 53,071                         | 43,421                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+360 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,214                        | 55,677                         | 45,463                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+380 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,784                        | 59,739                         | 48,955                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+400 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 11,349                        | 62,698                         | 51,349                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 0+420 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 11,996                        | 66,166                         | 54,170                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+440 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 12,640                        | 68,979                         | 56,339                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+460 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 13,281                        | 71,038                         | 57,757                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+480 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 13,920                        | 72,226                         | 58,306                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+500 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 14,559                        | 73,792                         | 59,233                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+520 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 15,200                        | 75,585                         | 60,385                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+540 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 15,843                        | 78,157                         | 62,314                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+560 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 16,620                        | 81,822                         | 65,202                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+580 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 17,399                        | 85,594                         | 68,195                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+600 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 18,177                        | 89,365                         | 71,188                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+620 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 18,942                        | 89,662                         | 70,720                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+640 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 19,708                        | 89,987                         | 70,279                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+660 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 20,473                        | 90,427                         | 69,954                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+680 | VÁLVULA DE PURGA 01 | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 21,238                        | 90,825                         | 69,587                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+700 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 22,004                        | 90,053                         | 68,049                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+720 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 22,771                        | 88,590                         | 65,819                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+740 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 23,538                        | 87,032                         | 63,494                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+760 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 24,306                        | 85,182                         | 60,876                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+780 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 25,075                        | 83,206                         | 58,131                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+800 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 25,844                        | 81,227                         | 55,383                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 0+820 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 26,485                        | 78,980                         | 52,495                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+840 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 27,127                        | 76,778                         | 49,651                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+860 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 27,768                        | 74,855                         | 47,087                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+880 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 28,408                        | 72,931                         | 44,523                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+900 | VÁLVULA DE AIRE 01  | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 29,048                        | 71,497                         | 42,449                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+920 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 29,686                        | 72,438                         | 42,752                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+940 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 30,325                        | 73,667                         | 43,342                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+960 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 30,975                        | 77,618                         | 46,643                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 0+980 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 31,754                        | 81,417                         | 49,663                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+000 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 32,531                        | 85,019                         | 52,488                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+020 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 33,328                        | 90,833                         | 57,505                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+040 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 34,128                        | 96,944                         | 62,816                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+060 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 35,074                        | 101,321                        | 66,247                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+080 | VÁLVULA DE PURGA 02 | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 35,999                        | 102,353                        | 66,354                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+100 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 36,778                        | 98,583                         | 61,805                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+120 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 37,560                        | 94,285                         | 56,725                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+140 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 38,347                        | 89,529                         | 51,182                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+160 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 39,134                        | 84,659                         | 45,525                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+180 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 39,791                        | 79,666                         | 39,875                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 40,448                        | 74,751                         | 34,303                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 40,448                        | 74,751                         | 34,303                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+220 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 41,106                        | 69,673                         | 28,567                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+240 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 41,755                        | 65,805                         | 24,050                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+260 | VÁLVULA DE AIRE 02  | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 42,323                        | 62,155                         | 19,832                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+280 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 42,882                        | 62,509                         | 19,627                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+300 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 43,442                        | 63,573                         | 20,131                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+320 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 44,095                        | 68,052                         | 23,957                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+340 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 44,763                        | 74,258                         | 29,495                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+360 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 45,560                        | 80,093                         | 34,533                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+380 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 46,382                        | 88,012                         | 41,630                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+400 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 47,242                        | 98,275                         | 51,033                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+420 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 48,272                        | 108,106                        | 59,834                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+440 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 49,273                        | 116,391                        | 67,118                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+460 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 50,261                        | 123,986                        | 73,725                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+480 | V.R.P. 01           | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 51,226                        | 129,962                        | 78,736                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 1+500 | Línea de aducción   | 20           | 80,8                          | 5                 | 0,98                 | 0,241                         | 21,816                         | 21,575                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+520 | Línea de aducción   | 20           | 80,8                          | 5                 | 0,98                 | 0,482                         | 28,855                         | 28,373                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+540 | Línea de aducción   | 20           | 80,8                          | 5                 | 0,98                 | 0,712                         | 31,730                         | 31,018                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+560 | Línea de aducción   | 20           | 80,8                          | 5                 | 0,98                 | 0,942                         | 34,463                         | 33,521                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+580 | Línea de aducción   | 20           | 80,8                          | 5                 | 0,98                 | 1,172                         | 37,411                         | 36,239                         | 3                              | 8           | PEAD    |
| 1+600 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,736                         | 40,269                         | 38,533                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+620 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,300                         | 42,843                         | 40,543                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+640 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,882                         | 48,708                         | 45,826                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+660 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,462                         | 54,231                         | 50,769                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+680 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 4,048                         | 60,590                         | 56,542                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 1+700 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 4,730                         | 68,195                         | 63,465                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+720 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 5,384                         | 72,688                         | 67,304                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+740 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 6,024                         | 74,513                         | 68,489                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+760 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 6,666                         | 76,959                         | 70,293                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+780 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 7,310                         | 79,617                         | 72,307                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 1+800 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 8,081                         | 82,186                         | 74,105                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+820 | VÁLVULA DE PURGA 03 | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 8,854                         | 85,014                         | 76,160                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+840 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 9,621                         | 83,283                         | 73,662                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+860 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 10,387                        | 84,248                         | 73,861                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+880 | PUENTE L=75 m       | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 11,153                        | 85,108                         | 73,955                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+900 | PUENTE L=75 m       | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 11,918                        | 85,718                         | 73,800                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+920 | PUENTE L=75 m       | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 12,684                        | 86,083                         | 73,399                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+940 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 13,459                        | 82,814                         | 69,355                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+960 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 14,229                        | 80,602                         | 66,373                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 1+980 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 14,867                        | 79,651                         | 64,784                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+000 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 15,505                        | 79,006                         | 63,501                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+020 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 16,143                        | 78,363                         | 62,220                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+040 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 16,781                        | 77,759                         | 60,978                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+060 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 17,483                        | 68,575                         | 51,092                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+080 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 18,097                        | 59,448                         | 41,351                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+100 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 18,703                        | 51,008                         | 32,305                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+120 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,299                        | 43,560                         | 24,261                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+140 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,895                        | 36,120                         | 16,225                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+160 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 20,482                        | 29,701                         | 9,219                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+180 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 21,061                        | 24,333                         | 3,272                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+200 | VÁLVULA DE AIRE 03  | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 21,620                        | 23,638                         | 2,018                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+220 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 22,180                        | 24,974                         | 2,794                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+240 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 22,739                        | 26,246                         | 3,507                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+260 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 23,300                        | 27,887                         | 4,587                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+280 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 23,863                        | 30,467                         | 6,604                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+300 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 24,432                        | 34,216                         | 9,784                          | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+320 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 25,012                        | 39,827                         | 14,815                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+340 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 25,596                        | 45,967                         | 20,371                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+360 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 26,184                        | 52,454                         | 26,270                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+380 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 26,773                        | 59,161                         | 32,388                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+400 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 27,462                        | 67,315                         | 39,853                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+420 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 28,163                        | 76,442                         | 48,279                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 2+440 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 29,015                        | 86,261                         | 57,246                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 2+460 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 29,859                        | 95,567                         | 65,708                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 2+480 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 30,879                        | 104,931                        | 74,052                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 2+500 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 31,893                        | 113,950                        | 82,057                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 32,903                        | 122,764                        | 89,861                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 2+540 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 34,266                        | 132,531                        | 98,265                         | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 2+560 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 35,583                        | 140,446                        | 104,863                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 2+580 | V.R.P. 02           | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 36,815                        | 142,650                        | 105,835                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 2+600 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,574                         | 19,693                         | 19,119                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+620 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,148                         | 24,423                         | 23,275                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+640 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,718                         | 28,381                         | 26,663                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+660 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,284                         | 31,833                         | 29,549                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+680 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,846                         | 34,009                         | 31,163                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+700 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,405                         | 33,785                         | 30,380                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+720 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,964                         | 33,406                         | 29,442                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+740 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 4,523                         | 32,905                         | 28,382                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+760 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,082                         | 33,319                         | 28,237                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+780 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,641                         | 33,969                         | 28,328                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+800 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,201                         | 35,458                         | 29,257                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+820 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,763                         | 37,691                         | 30,928                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+840 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,330                         | 41,079                         | 33,749                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+860 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,893                         | 43,593                         | 35,700                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+880 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 8,457                         | 46,407                         | 37,950                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+900 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 9,027                         | 50,376                         | 41,349                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+920 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 9,594                         | 53,982                         | 44,388                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+940 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,154                        | 55,107                         | 44,953                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+960 | VÁLVULA DE PURGA 04 | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,714                        | 56,317                         | 45,603                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 2+980 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 11,273                        | 55,135                         | 43,862                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+000 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 11,835                        | 53,241                         | 41,406                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+020 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 12,398                        | 50,573                         | 38,175                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+040 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 12,965                        | 47,196                         | 34,231                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+060 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 13,532                        | 43,647                         | 30,115                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+080 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 14,100                        | 40,054                         | 25,954                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+100 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 14,668                        | 36,353                         | 21,685                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+120 | VÁLVULA DE AIRE 04  | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 15,234                        | 33,197                         | 17,963                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+140 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 15,793                        | 33,748                         | 17,955                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+160 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 16,356                        | 36,414                         | 20,058                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+180 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 16,917                        | 38,061                         | 21,144                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+200 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 17,477                        | 39,741                         | 22,264                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+220 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 18,038                        | 41,319                         | 23,281                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+240 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 18,599                        | 43,167                         | 24,568                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+260 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,162                        | 45,525                         | 26,363                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+280 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,728                        | 48,812                         | 29,084                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+300 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 20,298                        | 52,865                         | 32,567                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+320 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 20,885                        | 59,288                         | 38,403                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+340 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 21,574                        | 67,544                         | 45,970                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+360 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 22,285                        | 77,358                         | 55,073                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+380 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 23,154                        | 88,125                         | 64,971                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+400 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 23,998                        | 97,445                         | 73,447                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+420 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 24,995                        | 105,556                        | 80,561                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+440 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 26,006                        | 114,426                        | 88,420                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+460 | V.R.P. 03           | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 27,036                        | 124,243                        | 97,207                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+480 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,599                         | 22,728                         | 22,129                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+500 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,198                         | 30,457                         | 29,259                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+520 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,809                         | 39,345                         | 37,536                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+540 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,416                         | 47,783                         | 45,367                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+560 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,010                         | 55,032                         | 52,022                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+580 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,604                         | 62,259                         | 58,655                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+600 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 4,280                         | 69,327                         | 65,047                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+620 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 4,957                         | 76,387                         | 71,430                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 3+640 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 5,766                         | 83,264                         | 77,498                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+660 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 6,574                         | 90,120                         | 83,546                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+680 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 7,382                         | 96,933                         | 89,551                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 3+700 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 8,349                         | 103,018                        | 94,669                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+720 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 9,309                         | 108,652                        | 99,343                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+740 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 10,269                        | 114,286                        | 104,017                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+760 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 11,228                        | 119,766                        | 108,538                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+780 | V.R.P. 04           | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 12,153                        | 120,760                        | 108,607                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 3+800 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,559                         | 15,929                         | 15,370                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,118                         | 16,621                         | 15,503                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+840 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,677                         | 17,094                         | 15,417                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+860 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,237                         | 18,388                         | 16,151                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+880 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,796                         | 19,347                         | 16,551                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+900 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,356                         | 20,302                         | 16,946                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+920 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 3,915                         | 21,226                         | 17,311                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+940 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 4,474                         | 21,875                         | 17,401                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+960 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,034                         | 20,420                         | 15,386                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 3+980 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 5,593                         | 20,984                         | 15,391                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+000 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,152                         | 21,729                         | 15,577                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+020 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 6,711                         | 22,481                         | 15,770                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+040 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,270                         | 23,233                         | 15,963                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+060 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 7,829                         | 23,756                         | 15,927                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+080 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 8,388                         | 24,240                         | 15,852                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+100 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 8,947                         | 24,724                         | 15,777                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+120 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 9,507                         | 26,208                         | 16,701                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+140 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,077                        | 30,196                         | 20,119                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+160 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 10,647                        | 34,318                         | 23,671                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+180 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 11,209                        | 36,313                         | 25,104                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+200 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 11,775                        | 39,658                         | 27,883                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+220 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 12,349                        | 44,343                         | 31,994                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+240 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 12,915                        | 47,618                         | 34,703                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+260 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 13,492                        | 52,749                         | 39,257                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+280 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 14,072                        | 58,370                         | 44,298                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+300 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 14,646                        | 63,009                         | 48,363                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+320 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 15,300                        | 67,593                         | 52,293                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+340 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 15,958                        | 72,697                         | 56,739                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+360 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 16,773                        | 80,014                         | 63,241                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+380 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 17,587                        | 87,286                         | 69,699                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+400 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 18,401                        | 94,559                         | 76,158                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+420 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 19,387                        | 101,995                        | 82,608                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+440 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 20,385                        | 110,114                        | 89,729                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+460 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 21,387                        | 118,495                        | 97,108                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+480 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 22,390                        | 126,940                        | 104,550                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+500 | V.R.P. 05           | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 23,722                        | 135,476                        | 111,754                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 4+520 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 0,607                         | 23,538                         | 22,931                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+540 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,225                         | 32,915                         | 31,690                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+560 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 1,855                         | 43,386                         | 41,531                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+580 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 2,485                         | 53,794                         | 51,309                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 4+600 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 3,220                         | 65,247                         | 62,027                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+620 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 3,941                         | 75,810                         | 71,869                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+640 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 4,788                         | 85,339                         | 80,551                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+660 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 5,609                         | 93,133                         | 87,524                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+680 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 6,405                         | 98,826                         | 92,421                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+700 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 7,366                         | 104,519                        | 97,153                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+720 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 8,327                         | 110,213                        | 101,886                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+740 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 9,290                         | 116,086                        | 106,796                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+760 | VÁLVULA DE PURGA 05 | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 10,219                        | 118,121                        | 107,902                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+780 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 11,145                        | 117,185                        | 106,040                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+800 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 12,070                        | 116,249                        | 104,179                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+820 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 13,004                        | 113,329                        | 100,325                        | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+840 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 13,965                        | 107,675                        | 93,710                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+860 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 14,925                        | 102,020                        | 87,095                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 4+880 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 15,730                        | 95,533                         | 79,803                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+900 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 16,537                        | 88,747                         | 72,210                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+920 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 17,369                        | 80,205                         | 62,836                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 4+940 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 18,057                        | 72,143                         | 54,086                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+960 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 18,739                        | 64,571                         | 45,832                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 4+980 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,336                        | 56,980                         | 37,644                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+000 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 19,929                        | 49,917                         | 29,988                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+020 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 20,493                        | 47,040                         | 26,547                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+040 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 21,058                        | 44,164                         | 23,106                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+060 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 21,622                        | 41,287                         | 19,665                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+080 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 22,187                        | 38,411                         | 16,224                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+100 | VÁLVULA DE AIRE 05  | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 22,752                        | 35,310                         | 12,558                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 23,325                        | 39,869                         | 16,544                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 23,927                        | 47,888                         | 23,961                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+160 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 24,529                        | 55,906                         | 31,377                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 67,2                          | 5                 | 1,41                 | 25,131                        | 63,925                         | 38,794                         | 2 1/2                          | 8           | PEAD    |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 25,818                        | 71,943                         | 46,125                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 26,505                        | 79,962                         | 53,457                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 27,329                        | 87,980                         | 60,651                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 28,153                        | 95,998                         | 67,845                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 29,151                        | 104,122                        | 74,971                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 30,149                        | 112,286                        | 82,137                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 31,139                        | 119,946                        | 88,807                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 32,112                        | 126,516                        | 94,404                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 33,403                        | 133,208                        | 99,805                         | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 34,694                        | 139,900                        | 105,206                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 35,986                        | 146,592                        | 110,606                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 37,277                        | 153,285                        | 116,008                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 38,568                        | 159,977                        | 121,409                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 39,793                        | 159,579                        | 119,786                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 41,018                        | 158,929                        | 117,911                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 42,244                        | 158,037                        | 115,793                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 43,646                        | 146,873                        | 103,227                        | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 57,2                          | 5                 | 1,95                 | 45,002                        | 137,346                        | 92,344                         | 2 1/2                          | 20          | PEAD    |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 46,092                        | 124,854                        | 78,762                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 47,121                        | 115,051                        | 67,930                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 60,6                          | 5                 | 1,73                 | 48,143                        | 105,633                        | 57,490                         | 2 1/2                          | 16          | PEAD    |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 48,993                        | 95,931                         | 46,938                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 63                            | 5                 | 1,6                  | 49,845                        | 86,155                         | 36,310                         | 2 1/2                          | 12,5        | PEAD    |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 50,555                        | 76,379                         | 25,824                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 51,233                        | 69,095                         | 17,862                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 51,872                        | 68,226                         | 16,354                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 65,4                          | 5                 | 1,49                 | 52,509                        | 68,616                         | 16,107                         | 2 1/2                          | 10          | PEAD    |

## Diseño de la válvula reductora de presión

Del diseño hidráulico de la aducción se escogió la estación más crítica en este caso es la estación número 2

### DATOS

$P_1 = 14,26 \text{ bar} \approx 206,97 \text{ p.s.i.}$  Presión a la entrada de la válvula

$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.}$  Presión a la salida de la válvula (reducida)

$V_{\max} = 5,00 \text{ m/s} \approx 16,40 \text{ fps}$  Velocidad del agua a través de la válvula del fabricante

$Q_{\max} = 5,00 \text{ l/s} \approx 79,26 \text{ GPM}$  Caudal máximo (redes de distribución caudal máximo diario)

### Cálculo del diámetro

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V_{\max}}} * 0,64 \quad 1,407$$

Diámetro adoptado  $1 \text{ 1/2 plg}$

### **Cálculo de las presiones de salida de cada válvula**

Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los 8 kg/cm<sup>2</sup> en cada derivación deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 ó más.

$$P_{salida} = \frac{P_{entrada}}{3}$$

$$P_1 = 14,26 \text{ bar} \approx 206,97 \text{ p.s.i.}$$

$$P_{12} = 4,75 \text{ bar} \approx 68,99 \text{ p.s.i.} \text{ Presión de salida de primera válvula}$$

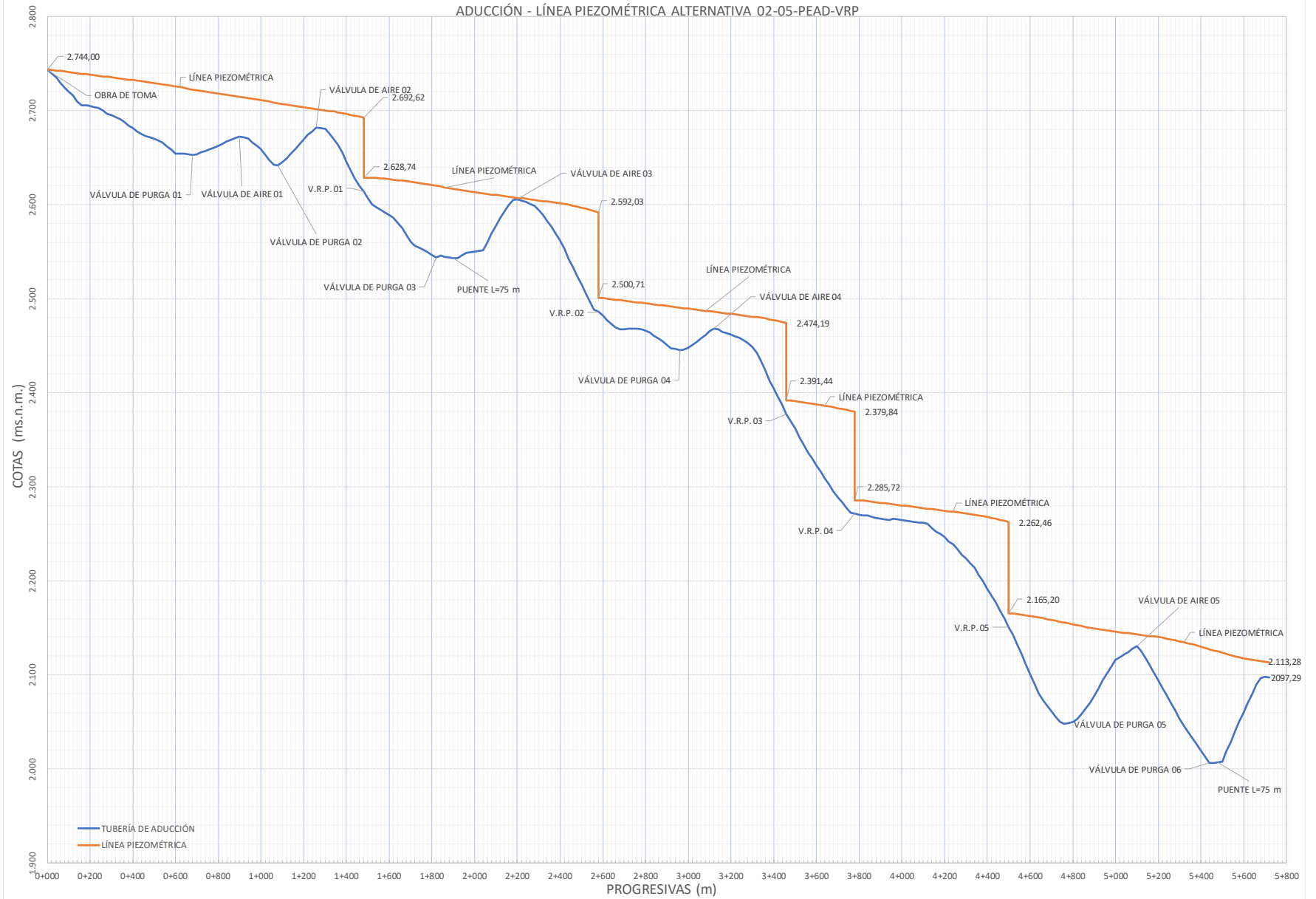
$$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.} \text{ Presión de salida de segunda válvula}$$

### **Verificación de la cavitación**

Del gráfico de cavitación figura 14 nos indica que las valvulas presentan una cavitación moderada.

Debido a que estos datos corresponden la estación más crítica y en vista a que presentan una cavitación moderada, ya que se consideran filtros se adoptará para la aducción dos válvulas reductoras de presión con un diámetro de 1 1/2 plg y presiones de salida de 68,99 p.s.i y 21,77 p.s.i.

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 02-05-PEAD-VRP



### 3.4.3. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 03-5-PVC-CRP

Tabla 24. Planilla de diseño hidráulico alternativa 03-5-PVC-CRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pulg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA        | 0            | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,000                         | 0,00                           | 0,00                           | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,675                         | 4,52                           | 3,84                           | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,346                         | 8,39                           | 7,04                           | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,033                         | 14,40                          | 12,37                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,716                         | 19,90                          | 17,19                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+100 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,390                         | 24,24                          | 20,85                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+120 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,062                         | 28,39                          | 24,33                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,748                         | 34,29                          | 29,54                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,420                         | 38,27                          | 32,85                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,078                         | 38,24                          | 32,16                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,737                         | 39,27                          | 32,53                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,397                         | 40,72                          | 33,32                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,056                         | 41,15                          | 33,09                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,722                         | 44,34                          | 35,62                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,389                         | 47,55                          | 38,16                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,050                        | 49,17                          | 39,12                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,711                        | 50,94                          | 40,23                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+340 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 11,374                        | 53,32                          | 41,95                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+360 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 12,038                        | 55,93                          | 43,89                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+380 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 12,709                        | 59,99                          | 47,28                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+400 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 13,375                        | 62,95                          | 49,57                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+420 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,043                        | 66,42                          | 52,37                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+440 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,708                        | 69,23                          | 54,52                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+460 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 15,370                        | 71,29                          | 55,92                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 0+480 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,129                        | 72,48                          | 56,35                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+500 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,889                        | 74,04                          | 57,15                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+520 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,650                        | 75,84                          | 58,18                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+540 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 18,414                        | 78,41                          | 59,99                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+560 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 19,185                        | 82,07                          | 62,89                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+580 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 19,956                        | 85,84                          | 65,89                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+600 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,727                        | 89,62                          | 68,89                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+620 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,485                        | 89,91                          | 68,43                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+640 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 22,243                        | 90,24                          | 67,99                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+660 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 23,001                        | 90,68                          | 67,68                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+680 | VÁLVULA DE PURGA 01 | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 23,759                        | 91,08                          | 67,32                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+700 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 24,517                        | 90,30                          | 65,79                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+720 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 25,277                        | 88,84                          | 63,56                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+740 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 26,038                        | 87,28                          | 61,24                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+760 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 26,799                        | 85,43                          | 58,63                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+780 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 27,560                        | 83,46                          | 55,90                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+800 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 28,322                        | 81,48                          | 53,16                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+820 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,084                        | 79,23                          | 50,15                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+840 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,847                        | 77,03                          | 47,18                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+860 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 30,608                        | 75,11                          | 44,50                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+880 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 31,369                        | 73,18                          | 41,81                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+900 | VÁLVULA DE AIRE 01  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 32,129                        | 71,75                          | 39,62                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+920 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 32,888                        | 72,69                          | 39,80                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+940 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 33,647                        | 73,92                          | 40,27                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+960 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 34,420                        | 77,87                          | 43,45                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 0+980 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 35,191                        | 81,67                          | 46,48                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+000 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 35,961                        | 85,27                          | 49,31                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+020 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 36,750                        | 91,08                          | 54,33                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+040 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 37,666                        | 97,19                          | 59,53                          | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+060 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 38,563                        | 101,57                         | 63,01                          | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+080 | VÁLVULA DE PURGA 02 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 39,440                        | 102,60                         | 63,16                          | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+100 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 40,332                        | 98,83                          | 58,50                          | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+120 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 41,107                        | 94,54                          | 53,43                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+140 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 41,886                        | 89,78                          | 47,89                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+160 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 42,666                        | 84,91                          | 42,24                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+180 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 43,447                        | 79,92                          | 36,47                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 44,228                        | 75,00                          | 30,77                          | 2 1/2                           | 12          | PVC     |



| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 44,907                        | 69,92                          | 25,02                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 45,577                        | 66,06                          | 20,48                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+260 | VÁLVULA DE AIRE 02  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 46,247                        | 62,41                          | 16,16                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 46,905                        | 62,76                          | 15,85                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 47,564                        | 63,82                          | 16,26                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 48,239                        | 68,30                          | 20,06                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 1+340 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 49,033                        | 74,51                          | 25,48                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+360 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 49,822                        | 80,34                          | 30,52                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+380 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 50,637                        | 88,26                          | 37,62                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+400 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 51,622                        | 98,53                          | 46,90                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 1+420 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 52,598                        | 108,36                         | 55,76                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 1+440 | C.R.P. 01           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 53,546                        | 116,64                         | 63,09                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 1+460 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 0,247                         | 7,59                           | 7,35                           | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+480 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 0,488                         | 13,57                          | 13,08                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+500 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 0,732                         | 20,39                          | 19,65                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+520 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 0,977                         | 27,43                          | 26,45                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+540 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 1,211                         | 30,30                          | 29,09                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+560 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 1,444                         | 33,03                          | 31,59                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+580 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 1,678                         | 35,98                          | 34,30                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+600 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 1,911                         | 38,84                          | 36,93                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+620 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 2,144                         | 41,41                          | 39,27                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+640 | Línea de aducción   | 20           | 82,70                         | 5                 | 0,93                 | 2,385                         | 47,28                          | 44,89                          | 3                              | 6           | PVC     |
| 1+660 | Línea de aducción   | 20           | 81,30                         | 5                 | 0,96                 | 2,645                         | 52,80                          | 50,16                          | 3                              | 9           | PVC     |
| 1+680 | Línea de aducción   | 20           | 81,30                         | 5                 | 0,96                 | 2,909                         | 59,16                          | 56,25                          | 3                              | 9           | PVC     |
| 1+700 | Línea de aducción   | 20           | 81,30                         | 5                 | 0,96                 | 3,177                         | 66,77                          | 63,59                          | 3                              | 9           | PVC     |
| 1+720 | Línea de aducción   | 20           | 81,30                         | 5                 | 0,96                 | 3,435                         | 71,26                          | 67,82                          | 3                              | 9           | PVC     |
| 1+740 | Línea de aducción   | 20           | 79,00                         | 5                 | 1,02                 | 3,724                         | 73,08                          | 69,36                          | 3                              | 12          | PVC     |
| 1+760 | Línea de aducción   | 20           | 79,00                         | 5                 | 1,02                 | 4,015                         | 75,53                          | 71,51                          | 3                              | 12          | PVC     |
| 1+780 | Línea de aducción   | 20           | 79,00                         | 5                 | 1,02                 | 4,307                         | 78,19                          | 73,88                          | 3                              | 12          | PVC     |
| 1+800 | Línea de aducción   | 20           | 79,00                         | 5                 | 1,02                 | 4,598                         | 80,76                          | 76,16                          | 3                              | 12          | PVC     |
| 1+820 | VÁLVULA DE PURGA 03 | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,363                         | 83,59                          | 78,22                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+840 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,124                         | 81,85                          | 75,73                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+860 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,883                         | 82,82                          | 75,94                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+880 | PUENTE L=75 m       | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,818                         | 83,43                          | 75,61                          | 2 1/2                          | 12          | FG      |
| 1+900 | PUENTE L=75 m       | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,753                         | 84,04                          | 75,29                          | 2 1/2                          | 12          | FG      |
| 1+920 | PUENTE L=75 m       | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 9,688                         | 84,65                          | 74,97                          | 2 1/2                          | 12          | FG      |
| 1+940 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 10,456                        | 81,39                          | 70,93                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+960 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 11,219                        | 79,17                          | 67,95                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 1+980 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 11,978                        | 78,22                          | 66,24                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+000 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 12,736                        | 77,58                          | 64,84                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+020 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 13,494                        | 76,93                          | 63,44                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+040 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 14,252                        | 76,33                          | 62,08                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,977                        | 67,15                          | 52,17                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 15,700                        | 58,02                          | 42,32                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+100 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 16,415                        | 49,58                          | 33,16                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+120 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,118                        | 42,13                          | 25,01                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,820                        | 34,69                          | 16,87                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,511                        | 28,27                          | 9,76                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,193                        | 22,90                          | 3,71                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+200 | VÁLVULA DE AIRE 03  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,852                        | 22,21                          | 2,36                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,512                        | 23,55                          | 3,03                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,171                        | 24,82                          | 3,65                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,832                        | 26,46                          | 4,63                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,496                        | 29,04                          | 6,54                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,166                        | 32,79                          | 9,62                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,849                        | 38,40                          | 14,55                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+340 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,538                        | 44,54                          | 20,00                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+360 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,230                        | 51,03                          | 25,79                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+380 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,925                        | 57,73                          | 31,81                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+400 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 26,636                        | 65,89                          | 39,25                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+420 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 27,469                        | 75,01                          | 47,54                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+440 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 28,313                        | 84,83                          | 56,52                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+460 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,149                        | 94,14                          | 64,99                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 2+480 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 30,116                        | 103,50                         | 73,39                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 2+500 | C.R.P. 02           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 31,077                        | 112,52                         | 81,44                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,719                         | 8,81                           | 8,09                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+540 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,438                         | 17,58                          | 16,14                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+560 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,135                         | 24,50                          | 22,36                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+580 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,808                         | 28,70                          | 25,89                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+600 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,484                         | 33,39                          | 29,91                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+620 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,160                         | 38,12                          | 33,96                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+640 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,832                         | 42,08                          | 37,25                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+660 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,500                         | 45,53                          | 40,03                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+680 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,162                         | 47,71                          | 41,55                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+700 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,820                         | 47,48                          | 40,66                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+720 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,479                         | 47,11                          | 39,63                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+740 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,137                         | 46,61                          | 38,47                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+760 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,796                         | 47,02                          | 38,22                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+780 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,455                         | 47,67                          | 38,21                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+800 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,115                        | 49,16                          | 39,04                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+820 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,777                        | 51,39                          | 40,61                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+840 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 11,445                        | 54,78                          | 43,33                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+860 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 12,108                        | 57,29                          | 45,18                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+880 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 12,773                        | 60,11                          | 47,33                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+900 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 13,445                        | 64,08                          | 50,63                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+920 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,113                        | 67,68                          | 53,57                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+940 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,773                        | 68,81                          | 54,03                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+960 | VÁLVULA DE PURGA 04 | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 15,432                        | 70,02                          | 54,58                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 2+980 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 16,092                        | 68,84                          | 52,74                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+000 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 16,753                        | 66,94                          | 50,19                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,417                        | 64,27                          | 46,86                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,085                        | 60,90                          | 42,81                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,754                        | 57,35                          | 38,59                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,423                        | 53,75                          | 34,33                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+100 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,092                        | 50,05                          | 29,96                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+120 | VÁLVULA DE AIRE 04  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,759                        | 46,90                          | 26,14                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,417                        | 47,45                          | 26,03                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,082                        | 50,11                          | 28,03                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,742                        | 51,76                          | 29,02                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,403                        | 53,44                          | 30,04                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,063                        | 55,02                          | 30,96                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,724                        | 56,87                          | 32,14                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,387                        | 59,22                          | 33,84                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 26,055                        | 62,51                          | 36,46                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 26,726                        | 66,57                          | 39,84                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+320 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 27,522                        | 72,99                          | 45,47                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+340 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 28,342                        | 81,24                          | 52,90                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+360 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,186                        | 91,06                          | 61,87                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+380 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 30,181                        | 101,83                         | 71,64                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+400 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 31,148                        | 111,15                         | 80,00                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+420 | C.R.P. 03           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 32,093                        | 119,26                         | 87,16                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+440 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,720                         | 8,87                           | 8,15                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+460 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,454                         | 18,69                          | 17,23                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+480 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,159                         | 26,42                          | 24,26                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+500 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,865                         | 34,14                          | 31,28                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+520 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,586                         | 43,03                          | 39,45                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+540 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,300                         | 51,47                          | 47,17                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+560 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,000                         | 58,72                          | 53,72                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+580 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,701                         | 65,95                          | 60,25                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+600 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,504                         | 73,01                          | 66,51                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+620 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,308                         | 80,07                          | 72,77                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+640 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,109                         | 86,95                          | 78,84                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+660 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,911                         | 93,81                          | 84,90                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 3+680 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,836                         | 100,62                         | 90,78                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+700 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,752                        | 106,71                         | 95,95                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+720 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 11,662                        | 112,34                         | 100,68                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+740 | C.R.P. 04           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,572                        | 117,97                         | 105,40                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 3+760 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,683                         | 5,48                           | 4,80                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+780 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,342                         | 6,47                           | 5,13                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+800 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,001                         | 7,40                           | 5,40                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,660                         | 8,09                           | 5,44                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+840 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,318                         | 8,57                           | 5,25                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+860 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,978                         | 9,86                           | 5,88                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+880 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,637                         | 10,82                          | 6,18                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+900 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,296                         | 11,78                          | 6,48                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+920 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,955                         | 12,70                          | 6,74                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+940 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,614                         | 13,35                          | 6,74                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+960 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,274                         | 11,89                          | 4,62                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 3+980 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,933                         | 12,46                          | 4,53                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+000 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,591                         | 13,20                          | 4,61                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,250                         | 13,95                          | 4,70                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,909                         | 14,71                          | 4,80                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,568                        | 15,23                          | 4,66                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 11,226                        | 15,71                          | 4,49                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+100 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 11,885                        | 16,20                          | 4,31                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+120 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 12,545                        | 17,68                          | 5,14                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 13,216                        | 21,67                          | 8,45                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 13,889                        | 25,79                          | 11,90                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 14,550                        | 27,79                          | 13,24                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 15,218                        | 31,13                          | 15,91                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 15,894                        | 35,82                          | 19,92                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 16,561                        | 39,09                          | 22,53                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,241                        | 44,22                          | 26,98                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,925                        | 49,84                          | 31,92                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,600                        | 54,48                          | 35,88                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,276                        | 59,07                          | 39,79                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+340 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,955                        | 64,17                          | 44,22                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+360 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,656                        | 71,49                          | 50,83                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+380 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,463                        | 78,76                          | 57,30                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+400 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 22,269                        | 86,03                          | 63,76                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+420 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 23,078                        | 93,47                          | 70,39                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+440 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 24,023                        | 101,59                         | 77,56                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+460 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 24,973                        | 109,97                         | 85,00                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+480 | C.R.P. 05           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 25,924                        | 118,41                         | 92,49                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+500 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,716                         | 8,54                           | 7,82                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+520 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,432                         | 17,07                          | 15,64                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+540 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,159                         | 26,45                          | 24,29                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+560 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,902                         | 36,92                          | 34,02                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+580 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,644                         | 47,33                          | 43,69                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+600 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,403                         | 58,78                          | 54,38                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+620 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,147                         | 69,35                          | 64,20                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+640 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,987                         | 78,88                          | 72,89                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+660 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,800                         | 86,67                          | 79,87                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+680 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,588                         | 92,36                          | 84,77                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+700 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 8,499                         | 98,05                          | 89,56                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+720 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,410                         | 103,75                         | 94,34                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+740 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,323                        | 109,62                         | 99,30                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+760 | VÁLVULA DE PURGA 05 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 11,203                        | 111,66                         | 100,45                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+780 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,080                        | 110,72                         | 98,64                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+800 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,957                        | 109,79                         | 96,83                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+820 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 13,843                        | 106,87                         | 93,02                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+840 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 14,753                        | 101,21                         | 86,46                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 4+860 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 15,541                        | 95,56                          | 80,02                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+880 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,337                        | 89,07                          | 72,73                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+900 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,138                        | 82,28                          | 65,15                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+920 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,962                        | 73,74                          | 55,78                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 4+940 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,672                        | 65,68                          | 47,01                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+960 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,376                        | 58,11                          | 38,73                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 4+980 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,080                        | 50,52                          | 30,44                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+000 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,778                        | 43,45                          | 22,67                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,443                        | 40,58                          | 19,13                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,108                        | 37,70                          | 15,59                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,773                        | 34,82                          | 12,05                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,439                        | 31,95                          | 8,51                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+100 | VÁLVULA DE AIRE 05  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,105                        | 28,85                          | 4,74                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | C.R.P. 06           | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,780                        | 33,40                          | 8,62                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,709                         | 8,02                           | 7,31                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,419                         | 16,04                          | 14,62                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,128                         | 24,06                          | 21,93                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,837                         | 32,07                          | 29,24                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,547                         | 40,09                          | 36,55                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,256                         | 48,11                          | 43,86                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,965                         | 56,13                          | 51,16                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,676                         | 64,25                          | 58,58                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,494                         | 72,42                          | 65,92                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,306                         | 80,08                          | 72,77                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,104                         | 86,65                          | 78,54                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,903                         | 93,34                          | 84,44                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,826                         | 100,03                         | 90,20                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,750                        | 106,72                         | 95,97                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 11,674                        | 113,42                         | 101,74                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,598                        | 120,11                         | 107,51                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 13,679                        | 119,46                         | 105,78                         | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 14,760                        | 118,81                         | 104,05                         | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 15,841                        | 118,17                         | 102,33                         | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 16,845                        | 107,00                         | 90,16                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 17,815                        | 97,48                          | 79,66                          | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 18,709                        | 84,99                          | 66,28                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 19,553                        | 75,18                          | 55,63                          | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,280                        | 65,76                          | 45,48                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,012                        | 56,06                          | 35,05                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,745                        | 46,29                          | 24,54                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,478                        | 36,51                          | 14,03                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,178                        | 29,23                          | 6,05                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,837                        | 28,36                          | 4,52                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,496                        | 28,75                          | 4,25                           | 2 1/2                          | 9           | PVC     |

## Diseño de la cámara rompe presión

CAUDAL Q= 5,00 l/s

### Dimensiones de la cámara datos adoptados

Base b= 1,20 m

Altura h= 1,10 m

Largo cámara disipación l= 1,20 m

### Verificación T>5min

Volumen  $Vol = b * h * l = 1,584 \text{ m}^3$

Velocidad  $Vel = \frac{Q}{b*h} = 0,23 \text{ m/min}$

Tiempo  $T = \frac{Vol}{Q} = 5,28 \text{ min}$

Se cumple la condición que el tiempo sea mayor a 5 min y menor a 10 min

### Dimensiones de la cámara rompe presión

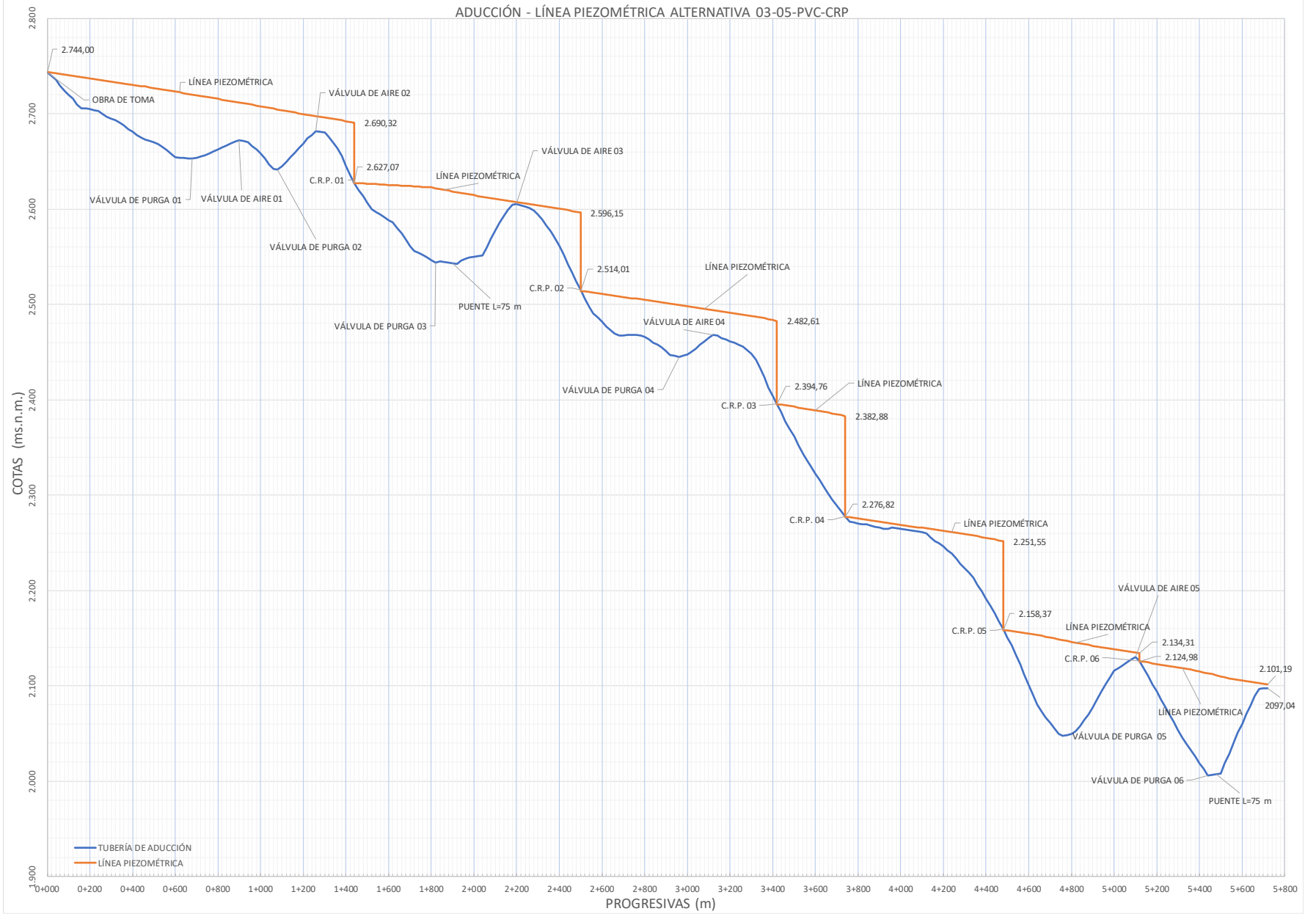
largo total CRP L=  $L = \frac{3*l}{2} = 1,8 \approx 2,4 \text{ m}$

largo de la cámara de carga lc=  $lc = \frac{2}{3}L = 0,60 \approx 0,6 \text{ m}$

Altura total H=  $H = h + 0,3 = 1,40 \approx 1,4 \text{ m}$

Ancho de la cámara b= 1,25 m

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 03-05-PVC-CRP



### 3.4.4. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 04-5-PVC-VRP

Tabla 25. Planilla de diseño hidráulico alternativa 04-5-PVC-VRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO $\varnothing$<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL $\varnothing$<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|---|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA        | 0            | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 0                             | 0,000                          | 0,000                          | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 0,68                          | 4,568                          | 3,893                          | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 1,35                          | 8,435                          | 7,089                          | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 2,03                          | 14,448                         | 12,415                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 2,72                          | 19,953                         | 17,237                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+100 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 3,39                          | 24,294                         | 20,904                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+120 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 4,06                          | 28,444                         | 24,382                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 4,75                          | 34,339                         | 29,590                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+160 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 5,42                          | 38,323                         | 32,903                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 6,08                          | 38,288                         | 32,210                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 6,74                          | 39,322                         | 32,584                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 7,4                           | 40,772                         | 33,374                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 8,06                          | 41,195                         | 33,139                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 8,72                          | 44,388                         | 35,665                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 9,39                          | 47,595                         | 38,205                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 10,05                         | 49,221                         | 39,171                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 10,71                         | 50,992                         | 40,281                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+340 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 11,37                         | 53,371                         | 41,997                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+360 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 12,04                         | 55,977                         | 43,939                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+380 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 12,71                         | 60,039                         | 47,329                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+400 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 13,38                         | 62,998                         | 49,623                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+420 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 14,04                         | 66,466                         | 52,422                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+440 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 14,71                         | 69,279                         | 54,571                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+460 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                                     | 5                 | 1,43                 | 15,37                         | 71,338                         | 55,968                         | 2 1/2                                      | 9           | PVC     |
| 0+480 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 16,13                         | 72,526                         | 56,397                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+500 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 16,89                         | 74,092                         | 57,202                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+520 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 17,65                         | 75,885                         | 58,235                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+540 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 18,41                         | 78,457                         | 60,042                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+560 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 19,19                         | 82,122                         | 62,937                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+580 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 19,96                         | 85,894                         | 65,938                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+600 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 20,73                         | 89,665                         | 68,938                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+620 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 21,49                         | 89,962                         | 68,477                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+640 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 22,24                         | 90,287                         | 68,044                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+660 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 23                            | 90,727                         | 67,726                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+680 | VÁLVULA DE PURGA 01 | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 23,76                         | 91,125                         | 67,366                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+700 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 24,52                         | 90,353                         | 65,835                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+720 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 25,28                         | 88,890                         | 63,612                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+740 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 26,04                         | 87,332                         | 61,294                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+760 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 26,8                          | 85,482                         | 58,683                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+780 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 27,56                         | 83,506                         | 55,945                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+800 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 28,32                         | 81,527                         | 53,205                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+820 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 29,08                         | 79,280                         | 50,195                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+840 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 29,85                         | 77,078                         | 47,231                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+860 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 30,61                         | 75,155                         | 44,547                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+880 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 31,37                         | 73,231                         | 41,861                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+900 | VÁLVULA DE AIRE 01  | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 32,13                         | 71,797                         | 39,667                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+920 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 32,89                         | 72,738                         | 39,850                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+940 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 33,65                         | 73,967                         | 40,319                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+960 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 34,42                         | 77,918                         | 43,498                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 0+980 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 35,19                         | 81,717                         | 46,525                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+000 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 35,96                         | 85,319                         | 49,357                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+020 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 36,75                         | 91,133                         | 54,382                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+040 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                                     | 5                 | 1,61                 | 37,67                         | 97,244                         | 59,577                         | 2 1/2                                      | 15          | PVC     |
| 1+060 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                                     | 5                 | 1,61                 | 38,56                         | 101,621                        | 63,057                         | 2 1/2                                      | 15          | PVC     |
| 1+080 | VÁLVULA DE PURGA 02 | 20           | 62,90                                     | 5                 | 1,61                 | 39,44                         | 102,653                        | 63,212                         | 2 1/2                                      | 15          | PVC     |
| 1+100 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                                     | 5                 | 1,61                 | 40,33                         | 98,883                         | 58,551                         | 2 1/2                                      | 15          | PVC     |
| 1+120 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 41,11                         | 94,585                         | 53,478                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+140 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 41,89                         | 89,829                         | 47,943                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+160 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 42,67                         | 84,959                         | 42,293                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+180 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 43,45                         | 79,966                         | 36,518                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                                     | 5                 | 1,52                 | 44,23                         | 75,051                         | 30,823                         | 2 1/2                                      | 12          | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pulg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 44,91                         | 69,973                         | 25,066                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+240 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 45,58                         | 66,105                         | 20,527                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+260 | VÁLVULADE AIRE 02  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 46,25                         | 62,455                         | 16,208                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+280 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 46,91                         | 62,809                         | 15,903                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+300 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 47,56                         | 63,873                         | 16,308                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+320 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 48,24                         | 68,352                         | 20,113                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+340 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 49,03                         | 74,558                         | 25,525                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+360 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 49,82                         | 80,393                         | 30,571                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+380 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 50,64                         | 88,312                         | 37,674                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+400 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 51,62                         | 98,575                         | 46,953                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+420 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 52,6                          | 108,406                        | 55,808                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+440 | V.R.P. 01          | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 53,55                         | 116,691                        | 63,144                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+460 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,7                           | 22,595                         | 21,891                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+480 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,39                          | 28,571                         | 27,180                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+500 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,09                          | 35,387                         | 33,300                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+520 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,78                          | 42,426                         | 39,641                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+540 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,45                          | 45,301                         | 41,851                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+560 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,11                          | 48,034                         | 43,920                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+580 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,78                          | 50,982                         | 46,202                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+600 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,44                          | 53,840                         | 48,395                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+620 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,11                          | 56,414                         | 50,305                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+640 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,79                          | 62,279                         | 55,484                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+660 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,48                          | 67,802                         | 60,324                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 1+680 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,27                          | 74,161                         | 65,888                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+700 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 9,08                          | 81,766                         | 72,682                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+720 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 9,86                          | 86,259                         | 76,398                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+740 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 10,62                         | 88,084                         | 77,462                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+760 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 11,39                         | 90,530                         | 79,145                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+780 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 12,15                         | 93,188                         | 81,038                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+800 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 12,91                         | 95,757                         | 82,843                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+820 | VÁLVULADE PURGA 03 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 13,8                          | 98,585                         | 84,786                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+840 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 14,68                         | 96,854                         | 82,176                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+860 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 15,55                         | 97,819                         | 82,264                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 1+880 | PUENTE L=75 m      | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 16,64                         | 98,379                         | 81,743                         | 2 1/2                           | 15          | FG      |
| 1+900 | PUENTE L=75 m      | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 17,72                         | 98,989                         | 81,272                         | 2 1/2                           | 15          | FG      |
| 1+920 | PUENTE L=75 m      | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 18,8                          | 99,654                         | 80,856                         | 2 1/2                           | 15          | FG      |
| 1+940 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 19,69                         | 96,385                         | 76,699                         | 2 1/2                           | 15          | FG      |
| 1+960 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,45                         | 94,173                         | 73,724                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 1+980 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,21                         | 93,222                         | 72,015                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+000 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,97                         | 92,577                         | 70,612                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+020 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 22,72                         | 91,934                         | 69,210                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+040 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 23,48                         | 91,330                         | 67,848                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+060 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 24,32                         | 82,146                         | 57,830                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+080 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 25,15                         | 73,019                         | 47,870                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+100 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,86                         | 64,579                         | 38,716                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+120 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 26,57                         | 57,131                         | 30,565                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+140 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 27,27                         | 49,691                         | 22,423                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+160 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 27,96                         | 43,272                         | 15,312                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+180 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 28,64                         | 37,904                         | 9,262                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+200 | VÁLVULADE AIRE 03  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 29,3                          | 37,209                         | 7,909                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+220 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 29,96                         | 38,545                         | 8,585                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+240 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 30,62                         | 39,817                         | 9,197                          | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+260 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 31,28                         | 41,458                         | 10,178                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+280 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 31,94                         | 44,038                         | 12,094                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+300 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 32,61                         | 47,787                         | 15,173                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+320 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 33,3                          | 53,398                         | 20,100                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+340 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 33,99                         | 59,538                         | 25,551                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+360 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 34,68                         | 66,025                         | 31,346                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+380 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 35,48                         | 72,732                         | 37,254                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+400 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 36,3                          | 80,886                         | 44,590                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+420 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 37,13                         | 90,013                         | 52,884                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+440 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 38,11                         | 99,832                         | 61,727                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 2+460 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 39,07                         | 109,138                        | 70,066                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 2+480 | V.R.P. 02          | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 40,04                         | 118,502                        | 78,463                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 2+500 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,72                          | 24,019                         | 23,297                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pulg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,44                          | 32,833                         | 31,391                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+540 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,16                          | 41,600                         | 39,439                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+560 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,86                          | 48,515                         | 45,658                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+580 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,53                          | 52,719                         | 49,189                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+600 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,21                          | 57,412                         | 53,206                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+620 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,88                          | 62,142                         | 57,259                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+640 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,55                          | 66,100                         | 60,546                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+660 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,22                          | 69,552                         | 63,330                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+680 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,88                          | 71,728                         | 64,844                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+700 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,54                          | 71,504                         | 63,962                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+720 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,2                           | 71,125                         | 62,924                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+740 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,86                          | 70,624                         | 61,764                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+760 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,52                          | 71,038                         | 61,520                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+780 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,18                         | 71,688                         | 61,511                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 2+800 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 10,94                         | 73,177                         | 62,240                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+820 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 11,7                          | 75,410                         | 63,711                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+840 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 12,47                         | 78,798                         | 66,330                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+860 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 13,23                         | 81,312                         | 68,080                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+880 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 14                            | 84,126                         | 70,129                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+900 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 14,77                         | 88,095                         | 73,325                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+920 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 15,54                         | 91,701                         | 76,161                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+940 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,3                          | 92,826                         | 76,527                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+960 | VÁLVULADE PURGA 04 | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,06                         | 94,036                         | 76,978                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 2+980 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,82                         | 92,854                         | 75,037                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+000 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 18,58                         | 90,960                         | 72,381                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+020 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 19,34                         | 88,292                         | 68,949                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+040 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,11                         | 84,915                         | 64,803                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+060 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,88                         | 81,366                         | 60,485                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+080 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,65                         | 77,773                         | 56,122                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+100 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 22,42                         | 74,072                         | 51,650                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+120 | VÁLVULADE AIRE 04  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,09                         | 70,916                         | 47,827                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+140 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,75                         | 71,467                         | 47,720                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+160 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 24,51                         | 74,133                         | 49,621                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+180 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 25,27                         | 75,780                         | 50,508                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+200 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 26,03                         | 77,460                         | 51,427                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+220 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 26,79                         | 79,038                         | 52,245                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+240 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 27,55                         | 80,886                         | 53,332                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+260 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 28,32                         | 83,244                         | 54,927                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+280 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,09                         | 86,531                         | 57,446                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+300 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 29,86                         | 90,584                         | 60,726                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+320 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 30,78                         | 97,007                         | 66,228                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+340 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 31,73                         | 105,263                        | 73,537                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+360 | V.R.P. 03          | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 32,7                          | 115,077                        | 82,375                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+380 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,75                          | 25,767                         | 25,019                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+400 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,47                          | 35,087                         | 33,613                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+420 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,18                          | 43,198                         | 41,014                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+440 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,9                           | 52,068                         | 49,163                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+460 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,64                          | 61,885                         | 58,247                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+480 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,34                          | 69,613                         | 65,269                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+500 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,16                          | 77,342                         | 72,186                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+520 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,99                          | 86,230                         | 80,244                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+540 | Línea de aducción  | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,81                          | 94,668                         | 87,860                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+560 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 7,74                          | 101,917                        | 94,177                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+580 | Línea de aducción  | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 8,67                          | 109,144                        | 100,472                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+600 | V.R.P. 04          | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,6                           | 116,212                        | 106,611                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 3+620 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,7                           | 22,060                         | 21,362                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+640 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,39                          | 28,937                         | 27,543                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+660 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,09                          | 35,793                         | 33,703                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+680 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,79                          | 42,606                         | 39,820                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+700 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,47                          | 48,691                         | 45,217                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+720 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,16                          | 54,325                         | 50,167                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+740 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,84                          | 59,959                         | 55,117                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+760 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,52                          | 65,439                         | 59,914                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+780 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,18                          | 66,433                         | 60,249                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+800 | Línea de aducción  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,84                          | 67,362                         | 60,519                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |



| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pulg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 7,5                           | 68,054                         | 60,552                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+840 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,16                          | 68,527                         | 60,367                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+860 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 8,82                          | 69,821                         | 61,001                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+880 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 9,48                          | 70,780                         | 61,301                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+900 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 10,14                         | 71,735                         | 61,597                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 3+920 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 10,9                          | 72,659                         | 61,762                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+940 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 11,66                         | 73,308                         | 61,653                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+960 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 12,41                         | 71,853                         | 59,438                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 3+980 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 13,17                         | 72,417                         | 59,244                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+000 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 13,93                         | 73,162                         | 59,231                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+020 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 14,69                         | 73,914                         | 59,224                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+040 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 15,45                         | 74,666                         | 59,218                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+060 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,21                         | 75,189                         | 58,983                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+080 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,96                         | 75,673                         | 58,709                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+100 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,72                         | 76,157                         | 58,434                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+120 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 18,48                         | 77,641                         | 59,159                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+140 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 19,26                         | 81,629                         | 62,374                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+160 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,03                         | 85,751                         | 65,722                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+180 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 20,79                         | 87,746                         | 66,955                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+200 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 21,56                         | 91,091                         | 69,532                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+220 | V.R.P. 05           | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 22,34                         | 95,776                         | 73,439                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,67                          | 18,275                         | 17,608                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,35                          | 23,406                         | 22,059                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,03                          | 29,027                         | 26,996                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,71                          | 33,666                         | 30,959                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+320 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,38                          | 38,250                         | 34,868                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+340 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,06                          | 43,354                         | 39,293                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+360 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,76                          | 50,671                         | 45,909                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+380 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 5,46                          | 57,943                         | 52,480                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+400 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 6,16                          | 65,216                         | 59,052                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+420 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,97                          | 72,652                         | 65,680                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+440 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,79                          | 80,771                         | 72,981                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+460 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,61                          | 89,152                         | 80,540                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+480 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,56                          | 97,597                         | 88,034                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+500 | V.R.P. 06           | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,52                         | 106,133                        | 95,618                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+520 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,72                          | 23,538                         | 22,822                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+540 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,44                          | 32,915                         | 31,472                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+560 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,19                          | 43,386                         | 41,200                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+580 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,93                          | 53,794                         | 50,866                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+600 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,69                          | 65,247                         | 61,560                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+620 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 4,54                          | 75,810                         | 71,266                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+640 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,38                          | 85,339                         | 79,956                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+660 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,2                           | 93,133                         | 86,936                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+680 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 7,11                          | 98,826                         | 91,718                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+700 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 8,02                          | 104,519                        | 96,500                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+720 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 8,93                          | 110,213                        | 101,284                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+740 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,84                          | 116,086                        | 106,244                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+760 | VÁLVULA DE PURGA 05 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,72                         | 118,121                        | 107,398                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+780 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 11,6                          | 117,185                        | 105,585                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+800 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,48                         | 116,249                        | 103,772                        | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+820 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 13,36                         | 113,329                        | 99,967                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+840 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 14,27                         | 107,675                        | 93,402                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+860 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 15,18                         | 102,020                        | 86,837                         | 2 1/2                           | 15          | PVC     |
| 4+880 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 15,98                         | 95,533                         | 79,553                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+900 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,78                         | 88,747                         | 71,967                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+920 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 17,6                          | 80,205                         | 62,601                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+940 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 18,42                         | 72,143                         | 53,722                         | 2 1/2                           | 12          | PVC     |
| 4+960 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,13                         | 64,571                         | 45,446                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 4+980 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,83                         | 56,980                         | 37,150                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+000 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,53                         | 49,917                         | 29,389                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+020 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,19                         | 47,040                         | 25,847                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+040 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,86                         | 44,164                         | 22,306                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+060 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,52                         | 41,287                         | 18,764                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+080 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,19                         | 38,411                         | 15,223                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |
| 5+100 | VÁLVULA DE AIRE 05  | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 23,85                         | 35,310                         | 11,455                         | 2 1/2                           | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 24,53                         | 39,869                         | 15,339                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,24                         | 47,888                         | 22,649                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+160 | V.R.P. 07           | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 25,95                         | 55,906                         | 29,958                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 0,71                          | 23,019                         | 22,310                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 1,42                          | 31,037                         | 29,618                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,13                          | 39,056                         | 36,928                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 2,84                          | 47,074                         | 44,237                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 3,55                          | 55,092                         | 51,545                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,26                          | 63,216                         | 58,959                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 4,97                          | 71,380                         | 66,412                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 5,78                          | 79,040                         | 73,260                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 6,58                          | 85,610                         | 79,033                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 7,38                          | 92,302                         | 84,925                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 8,18                          | 98,994                         | 90,818                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 9,1                           | 105,686                        | 96,586                         | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,02                         | 112,379                        | 102,356                        | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 10,95                         | 119,071                        | 108,124                        | 2 1/2                          | 15          | PVC     |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 12,03                         | 118,373                        | 106,345                        | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 13,11                         | 117,723                        | 104,613                        | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 14,19                         | 117,131                        | 102,940                        | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 62,90                         | 5                 | 1,61                 | 15,19                         | 105,967                        | 90,773                         | 2 1/2                          | 15          | FG      |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,03                         | 96,440                         | 80,406                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 64,80                         | 5                 | 1,52                 | 16,93                         | 83,948                         | 67,021                         | 2 1/2                          | 12          | PVC     |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 17,66                         | 74,145                         | 56,485                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 18,39                         | 64,727                         | 46,339                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,12                         | 55,025                         | 35,905                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 19,85                         | 45,249                         | 25,397                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 20,59                         | 35,473                         | 14,888                         | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,29                         | 28,189                         | 6,903                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 21,94                         | 27,320                         | 5,375                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 66,70                         | 5                 | 1,43                 | 22,6                          | 27,710                         | 5,107                          | 2 1/2                          | 9           | PVC     |

## Diseño de la válvula reductora de presión

Del diseño hidráulico de la aducción se escogió la estación más crítica en este caso es la estación número 2

### DATOS

$P_1 = 11,85 \text{ bar} \approx 171,99 \text{ p.s.i.}$  Presión a la entrada de la válvula

$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.}$  Presión a la salida de la válvula (reducida)

$V_{\text{máx}} = 5,00 \text{ m/s} \approx 16,40 \text{ fps}$  Velocidad del agua a través de la válvula del fabricante

$Q_{\text{máx}} = 5,00 \text{ l/s} \approx 79,26 \text{ GPM}$  Caudal máximo (redes de distribución caudal máximo diario)

### Cálculo del diámetro

$$D_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{Q_{\text{máx}}}{V_{\text{máx}}}} * 0,64 \quad 1,407$$

Diámetro adoptado  $1 \text{ 1/2 plg}$

### **Cálculo de las presiones de salida de cada válvula**

Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los 8 kg/cm<sup>2</sup> en cada derivación deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 o más.

$$P_{salida} = \frac{P_{entrada}}{3}$$

$$P_1 = 11,85 \text{ bar} \approx 171,99 \text{ p.s.i.}$$

$$P_{12} = 3,95 \text{ bar} \approx 57,33 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de primera válvula}$$

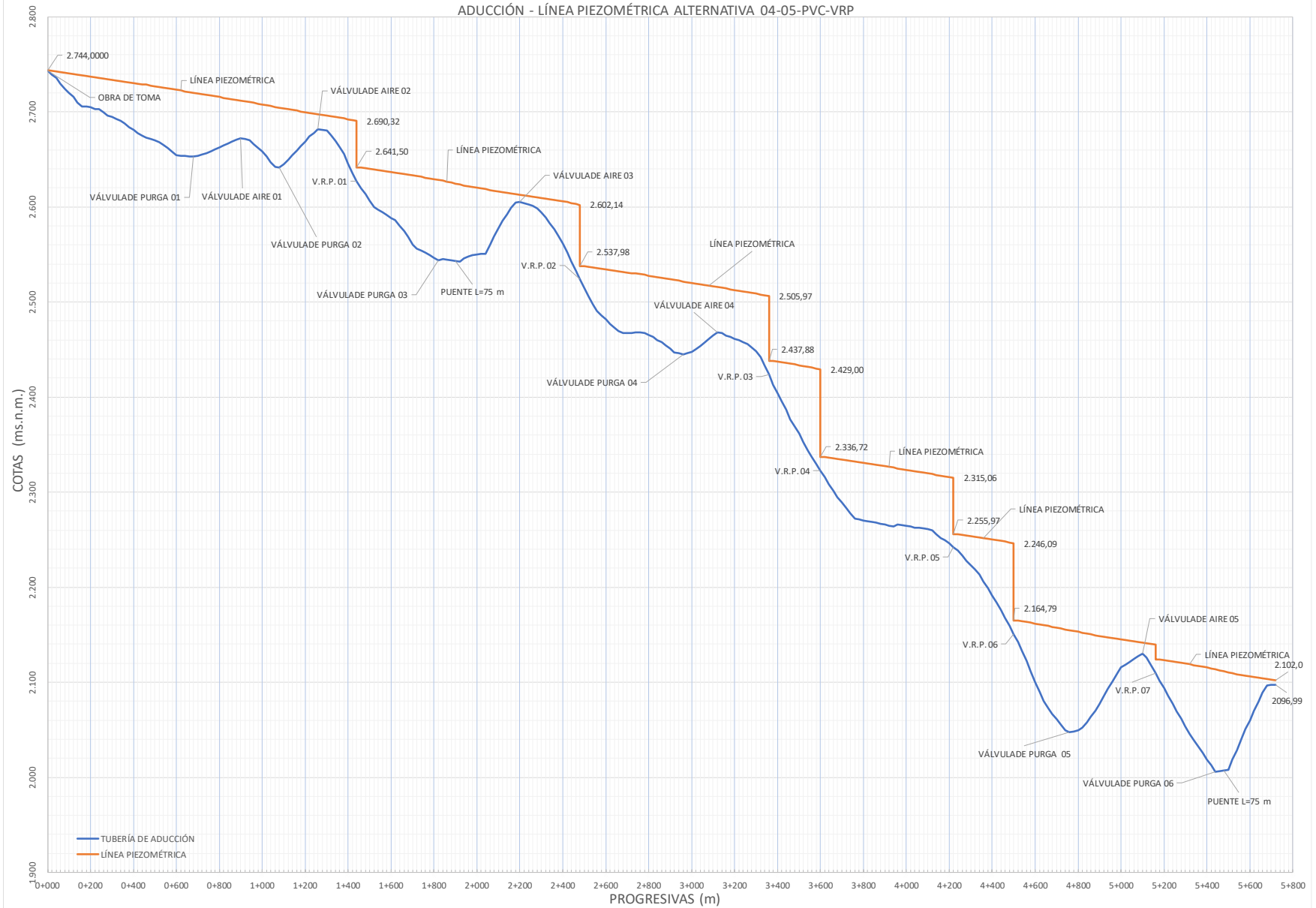
$$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de segunda válvula}$$

### **Verificación de la cavitación**

Del gráfico de cavitación figura 14 nos indica que las valvulas presentan una cavitación moderada

Debido a que estos datos corresponden la estación más crítica y en vista a que presentan una cavitación moderada, ya que se consideran filtros se adoptará para la aducción dos válvulas reductoras de presión con un diámetro de 1 1/2 plg y presiones de salida de 57,33 p.s.i y 21,77 p.s.i.

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 04-05-PVC-VRP



### 3.4.5. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 05-10-PEAD-CRP

Tabla 26. Planilla de diseño hidráulico alternativa 05-10-PEAD-CRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO $\varnothing$<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>$\varnothing$ (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|---|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA       | 0            | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 0                             | 0                              | 0                              | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+020 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 0,319                         | 4,268                          | 3,949                          | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+040 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 0,636                         | 8,135                          | 7,499                          | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 0,962                         | 14,148                         | 13,186                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+080 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 1,285                         | 19,653                         | 18,368                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+100 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 1,604                         | 23,994                         | 22,39                          | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+120 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 1,923                         | 28,144                         | 26,221                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+140 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 2,248                         | 34,039                         | 31,791                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+160 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 2,565                         | 38,023                         | 35,458                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+180 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 2,877                         | 37,988                         | 35,111                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+200 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 3,189                         | 39,022                         | 35,833                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+220 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 3,502                         | 40,472                         | 36,97                          | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+240 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 3,814                         | 40,895                         | 37,081                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+260 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 4,129                         | 44,088                         | 39,959                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+280 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 4,445                         | 47,295                         | 42,85                          | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+300 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 4,758                         | 48,921                         | 44,163                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+320 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 5,071                         | 50,692                         | 45,621                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+340 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 5,385                         | 53,071                         | 47,686                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+360 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 5,699                         | 55,677                         | 49,978                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+380 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 6,017                         | 59,739                         | 53,722                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+400 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                                      | 10                | 1,31                 | 6,332                         | 62,698                         | 56,366                         | 4  | 8           | PEAD    |
| 0+420 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 6,693                         | 66,166                         | 59,473                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+440 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 7,051                         | 68,979                         | 61,928                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+460 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 7,408                         | 71,038                         | 63,63                          | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+480 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 7,764                         | 72,226                         | 64,462                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+500 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 8,12                          | 73,792                         | 65,672                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+520 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 8,477                         | 75,585                         | 67,108                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+540 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 8,835                         | 78,157                         | 69,322                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+560 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 9,26                          | 81,822                         | 72,562                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+580 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 9,687                         | 85,594                         | 75,907                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+600 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 10,113                        | 89,365                         | 79,252                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+620 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 10,532                        | 89,662                         | 79,13                          | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+640 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 10,95                         | 89,987                         | 79,037                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+660 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 11,369                        | 90,427                         | 79,058                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+680 | VÁVULA DE PURGA 01 | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 11,788                        | 90,825                         | 79,037                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+700 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 12,207                        | 90,053                         | 77,846                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+720 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 12,627                        | 88,59                          | 75,963                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+740 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 13,047                        | 87,032                         | 73,985                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+760 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 13,468                        | 85,182                         | 71,714                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+780 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 13,889                        | 83,206                         | 69,317                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+800 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 14,31                         | 81,227                         | 66,917                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 0+820 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 14,667                        | 78,98                          | 64,313                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+840 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 15,024                        | 76,778                         | 61,754                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+860 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 15,381                        | 74,855                         | 59,474                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+880 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 15,738                        | 72,931                         | 57,193                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+900 | VÁVULA DE AIRE 01  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 16,094                        | 71,497                         | 55,403                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+920 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 16,449                        | 72,438                         | 55,989                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+940 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 16,805                        | 73,667                         | 56,862                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+960 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 17,167                        | 77,618                         | 60,451                         | 4  | 10          | PEAD    |
| 0+980 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 17,593                        | 81,417                         | 63,824                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+000 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 18,019                        | 85,019                         | 67                             | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+020 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 18,455                        | 90,833                         | 72,378                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+040 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 18,893                        | 96,944                         | 78,051                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+060 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                                      | 10                | 1,61                 | 19,424                        | 101,321                        | 81,897                         | 4  | 16          | PEAD    |
| 1+080 | VÁVULA DE PURGA 02 | 20           | 88,8                                      | 10                | 1,61                 | 19,944                        | 102,353                        | 82,409                         | 4  | 16          | PEAD    |
| 1+100 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 20,37                         | 98,583                         | 78,213                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+120 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 20,798                        | 94,285                         | 73,487                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+140 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 21,229                        | 89,529                         | 68,3                           | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+160 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                                      | 10                | 1,48                 | 21,66                         | 84,659                         | 62,999                         | 4  | 13          | PEAD    |
| 1+180 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 22,026                        | 79,666                         | 57,64                          | 4  | 10          | PEAD    |
| 1+200 | Línea de aducción  | 20           | 96  | 10                | 1,38                 | 22,391                        | 74,751                         | 52,36                          | 4  | 10          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 22,758                        | 69,673                         | 46,915                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+240 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 23,119                        | 65,805                         | 42,686                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+260 | VÁVULA DE AIRE 02  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 23,436                        | 62,155                         | 38,719                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+280 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 23,748                        | 62,509                         | 38,761                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+300 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 24,06                         | 63,573                         | 39,513                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+320 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 24,424                        | 68,052                         | 43,628                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+340 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 24,796                        | 74,258                         | 49,462                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+360 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 25,232                        | 80,093                         | 54,861                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 1+380 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 25,683                        | 88,012                         | 62,329                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 1+400 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 26,153                        | 98,275                         | 72,122                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 1+420 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 26,732                        | 108,106                        | 81,374                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 1+440 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 27,293                        | 116,391                        | 89,098                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 1+460 | C.R.P. 01          | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 27,849                        | 123,986                        | 96,137                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 1+480 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,325                         | 5,976                          | 5,651                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+500 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,655                         | 12,792                         | 12,137                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+520 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,985                         | 19,831                         | 18,846                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+540 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,3                           | 22,706                         | 21,406                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+560 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,615                         | 25,439                         | 23,824                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+580 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,93                          | 28,387                         | 26,457                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+600 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,245                         | 31,245                         | 29                             | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+620 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,559                         | 33,819                         | 31,26                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+640 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,884                         | 39,684                         | 36,8                           | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+660 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,207                         | 45,207                         | 42                             | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+680 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,534                         | 51,566                         | 48,032                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+700 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,868                         | 59,171                         | 55,303                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+720 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,188                         | 63,664                         | 59,476                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 1+740 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 4,544                         | 65,489                         | 60,945                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+760 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 4,902                         | 67,935                         | 63,033                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+780 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 5,26                          | 70,593                         | 65,333                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+800 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 5,618                         | 73,162                         | 67,544                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+820 | VÁVULA DE PURGA 03 | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 5,977                         | 75,99                          | 70,013                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+840 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 6,333                         | 74,259                         | 67,926                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+860 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 6,688                         | 75,224                         | 68,536                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+880 | PUENTE L=75 m      | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 7,044                         | 76,084                         | 69,04                          | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+900 | PUENTE L=75 m      | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 7,399                         | 76,694                         | 69,295                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+920 | PUENTE L=75 m      | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 7,754                         | 77,059                         | 69,305                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+940 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 8,114                         | 73,79                          | 65,676                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+960 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 8,471                         | 71,578                         | 63,107                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 1+980 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 8,827                         | 70,627                         | 61,8                           | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+000 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 9,182                         | 69,982                         | 60,8                           | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+020 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 9,537                         | 69,339                         | 59,802                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+040 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 9,892                         | 68,735                         | 58,843                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,235                        | 59,551                         | 49,316                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+080 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,578                        | 50,424                         | 39,846                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+100 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,916                        | 41,984                         | 31,068                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+120 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,249                        | 34,536                         | 23,287                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+140 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,582                        | 27,096                         | 15,514                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+160 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,909                        | 20,677                         | 8,768                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+180 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,232                        | 15,309                         | 3,077                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+200 | VÁVULA DE AIRE 03  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,544                        | 14,614                         | 2,07                           | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+220 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,856                        | 15,95                          | 3,094                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+240 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 13,169                        | 17,222                         | 4,053                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+260 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 13,481                        | 18,863                         | 5,382                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+280 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 13,796                        | 21,443                         | 7,647                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+300 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 14,113                        | 25,192                         | 11,079                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+320 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 14,437                        | 30,803                         | 16,366                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+340 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 14,763                        | 36,943                         | 22,18                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+360 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 15,091                        | 43,43                          | 28,339                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+380 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 15,419                        | 50,137                         | 34,718                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+400 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 15,756                        | 58,291                         | 42,535                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+420 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 16,146                        | 67,418                         | 51,272                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+440 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 16,542                        | 77,237                         | 60,695                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 2+460 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 17,004                        | 86,543                         | 69,539                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 2+480 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 17,466                        | 95,907                         | 78,441                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 2+500 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 18,036                        | 104,926                        | 86,89                          | 4                              | 16          | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 18,603                        | 113,74                         | 95,137                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 2+540 | C.R.P. 02          | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 19,169                        | 122,507                        | 103,338                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 2+560 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,33                          | 6,915                          | 6,585                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+580 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,648                         | 11,119                         | 10,471                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+600 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,969                         | 15,812                         | 14,843                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+620 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,289                         | 20,542                         | 19,253                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+640 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,607                         | 24,5                           | 22,893                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+660 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,923                         | 27,952                         | 26,029                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+680 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,237                         | 30,128                         | 27,891                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+700 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,548                         | 29,904                         | 27,356                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+720 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,86                          | 29,525                         | 26,665                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+740 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,172                         | 29,024                         | 25,852                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+760 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,484                         | 29,438                         | 25,954                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+780 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,796                         | 30,088                         | 26,292                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+800 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,108                         | 31,577                         | 27,469                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+820 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,422                         | 33,81                          | 29,388                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+840 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,738                         | 37,198                         | 32,46                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+860 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,052                         | 39,712                         | 34,66                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+880 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,367                         | 42,526                         | 37,159                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+900 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,685                         | 46,495                         | 40,81                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+920 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,002                         | 50,101                         | 44,099                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+940 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,314                         | 51,226                         | 44,912                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+960 | VÁVULA DE PURGA 04 | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,626                         | 52,436                         | 45,81                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 2+980 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,939                         | 51,254                         | 44,315                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+000 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,252                         | 49,36                          | 42,108                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+020 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,566                         | 46,692                         | 39,126                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+040 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,882                         | 43,315                         | 35,433                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,199                         | 39,766                         | 31,567                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+080 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,516                         | 36,173                         | 27,657                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+100 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,833                         | 32,472                         | 23,639                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+120 | VÁVULA DE AIRE 04  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,148                         | 29,316                         | 20,168                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+140 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,46                          | 29,867                         | 20,407                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+160 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,775                         | 32,533                         | 22,758                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+180 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,088                        | 34,18                          | 24,092                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+200 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,4                          | 35,86                          | 25,46                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+220 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,713                        | 37,438                         | 26,725                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+240 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,026                        | 39,286                         | 28,26                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+260 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,34                         | 41,644                         | 30,304                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+280 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,656                        | 44,931                         | 33,275                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+300 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,974                        | 48,984                         | 37,01                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+320 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,301                        | 55,407                         | 43,106                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+340 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,639                        | 63,663                         | 51,024                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+360 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 13,034                        | 73,477                         | 60,443                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 3+380 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 13,51                         | 84,244                         | 70,734                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 3+400 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 13,972                        | 93,564                         | 79,592                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 3+420 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 14,532                        | 101,675                        | 87,143                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 3+440 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 15,1                          | 110,545                        | 95,445                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 3+460 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 15,678                        | 120,362                        | 104,684                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 3+480 | C.R.P. 03          | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 16,234                        | 128,09                         | 111,856                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 3+500 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,334                         | 7,729                          | 7,395                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+520 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,675                         | 16,617                         | 15,942                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+540 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,014                         | 25,055                         | 24,041                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+560 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,345                         | 32,304                         | 30,959                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+580 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,677                         | 39,531                         | 37,854                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+600 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,007                         | 46,599                         | 44,592                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+620 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,338                         | 53,659                         | 51,321                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+640 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,668                         | 60,536                         | 57,868                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+660 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 3,043                         | 67,392                         | 64,349                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 3+680 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 3,418                         | 74,205                         | 70,787                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 3+700 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 3,856                         | 80,29                          | 76,434                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 3+720 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 4,291                         | 85,924                         | 81,633                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 3+740 | C.R.P. 04          | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 4,726                         | 91,558                         | 86,832                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 3+760 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,323                         | 5,48                           | 5,157                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+780 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,635                         | 6,474                          | 5,839                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+800 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,947                         | 7,403                          | 6,456                          | 4                              | 8           | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,259                         | 8,095                          | 6,836                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+840 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,571                         | 8,568                          | 6,997                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+860 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,884                         | 9,862                          | 7,978                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+880 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,196                         | 10,821                         | 8,625                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+900 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,508                         | 11,776                         | 9,268                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+920 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,82                          | 12,7                           | 9,88                           | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+940 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,132                         | 13,349                         | 10,217                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+960 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,444                         | 11,894                         | 8,45                           | 4                              | 8           | PEAD    |
| 3+980 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 3,756                         | 12,458                         | 8,702                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+000 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,068                         | 13,203                         | 9,135                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+020 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,38                          | 13,955                         | 9,575                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+040 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 4,692                         | 14,707                         | 10,015                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,004                         | 15,23                          | 10,226                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+080 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,316                         | 15,714                         | 10,398                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+100 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,628                         | 16,198                         | 10,57                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+120 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 5,94                          | 17,682                         | 11,742                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+140 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,258                         | 21,67                          | 15,412                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+160 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,576                         | 25,792                         | 19,216                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+180 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 6,89                          | 27,787                         | 20,897                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+200 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,206                         | 31,132                         | 23,926                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+220 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,526                         | 35,817                         | 28,291                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+240 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 7,842                         | 39,092                         | 31,25                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+260 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,164                         | 44,223                         | 36,059                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+280 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,487                         | 49,844                         | 41,357                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+300 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 8,807                         | 54,483                         | 45,676                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+320 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,127                         | 59,067                         | 49,94                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+340 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 9,494                         | 64,171                         | 54,677                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+360 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 9,872                         | 71,488                         | 61,616                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+380 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 10,25                         | 78,76                          | 68,51                          | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+400 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 10,695                        | 86,033                         | 75,338                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+420 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 11,142                        | 93,469                         | 82,327                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+440 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 11,702                        | 101,588                        | 89,886                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+460 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 12,265                        | 109,969                        | 97,704                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+480 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 12,828                        | 118,414                        | 105,586                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+500 | C.R.P. 05          | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 13,393                        | 126,95                         | 113,557                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+520 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,339                         | 8,538                          | 8,199                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+540 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 0,683                         | 17,915                         | 17,232                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+560 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,035                         | 28,386                         | 27,351                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+580 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,387                         | 38,794                         | 37,407                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+600 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 1,746                         | 50,247                         | 48,501                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+620 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 2,098                         | 60,81                          | 58,712                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+640 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 2,492                         | 70,339                         | 67,847                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+660 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 2,873                         | 78,133                         | 75,26                          | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+680 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 3,308                         | 83,826                         | 80,518                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+700 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 3,744                         | 89,519                         | 85,775                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+720 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 4,179                         | 95,213                         | 91,034                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+740 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 4,72                          | 101,086                        | 96,366                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+760 | VÁVULA DE PURGA 05 | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 5,242                         | 103,121                        | 97,879                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+780 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 5,761                         | 102,185                        | 96,424                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+800 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 6,281                         | 101,249                        | 94,968                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 4+820 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 6,704                         | 98,329                         | 91,625                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+840 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 7,139                         | 92,675                         | 85,536                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+860 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 7,575                         | 87,02                          | 79,445                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+880 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 8,015                         | 80,533                         | 72,518                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 4+900 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 8,39                          | 73,747                         | 65,357                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+920 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 8,776                         | 65,205                         | 56,429                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 4+940 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,112                         | 57,143                         | 48,031                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+960 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,445                         | 49,571                         | 40,126                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 4+980 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 9,779                         | 41,98                          | 32,201                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+000 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,109                        | 34,917                         | 24,808                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+020 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,424                        | 32,04                          | 21,616                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+040 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 10,739                        | 29,164                         | 18,425                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,054                        | 26,287                         | 15,233                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+080 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,369                        | 23,411                         | 12,042                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+100 | VÁVULA DE AIRE 05  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 11,685                        | 20,31                          | 8,625                          | 4                              | 8           | PEAD    |



| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,004                        | 24,869                         | 12,865                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+140 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,34                         | 32,888                         | 20,548                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+160 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 12,676                        | 40,906                         | 28,23                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+180 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 13,012                        | 48,925                         | 35,913                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+200 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 13,348                        | 56,943                         | 43,595                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+220 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 13,73                         | 64,962                         | 51,232                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 5+240 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 14,113                        | 72,98                          | 58,867                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 5+260 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 14,564                        | 80,998                         | 66,434                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 5+280 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 15,016                        | 89,122                         | 74,106                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 5+300 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 15,469                        | 97,286                         | 81,817                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 5+320 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 16,024                        | 104,946                        | 88,922                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+340 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 16,571                        | 111,516                        | 94,945                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+360 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 17,118                        | 118,208                        | 101,09                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+380 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 17,665                        | 124,9                          | 107,235                        | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+400 | Línea de aducción  | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 18,383                        | 131,592                        | 113,209                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+420 | Línea de aducción  | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 19,1                          | 138,285                        | 119,185                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+440 | VÁVULA DE PURGA 06 | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 19,818                        | 144,977                        | 125,159                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+460 | PUENTE L=75 m      | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 20,498                        | 144,579                        | 124,081                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+480 | PUENTE L=75 m      | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 21,179                        | 143,929                        | 122,75                         | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+500 | PUENTE L=75 m      | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 21,86                         | 143,037                        | 121,177                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+520 | Línea de aducción  | 20           | 84                            | 10                | 1,8                  | 22,639                        | 131,873                        | 109,234                        | 4                              | 20          | PEAD    |
| 5+540 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 23,214                        | 122,346                        | 99,132                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+560 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 23,826                        | 109,854                        | 86,028                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+580 | Línea de aducción  | 20           | 88,8                          | 10                | 1,61                 | 24,404                        | 100,051                        | 75,647                         | 4                              | 16          | PEAD    |
| 5+600 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 24,867                        | 90,633                         | 65,766                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 5+620 | Línea de aducción  | 20           | 92,8                          | 10                | 1,48                 | 25,332                        | 80,931                         | 55,599                         | 4                              | 13          | PEAD    |
| 5+640 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 25,728                        | 71,155                         | 45,427                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 5+660 | Línea de aducción  | 20           | 96                            | 10                | 1,38                 | 26,123                        | 61,379                         | 35,256                         | 4                              | 10          | PEAD    |
| 5+680 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 26,455                        | 54,095                         | 27,64                          | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+700 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 26,767                        | 53,226                         | 26,459                         | 4                              | 8           | PEAD    |
| 5+720 | Línea de aducción  | 20           | 98,6                          | 10                | 1,31                 | 27,078                        | 53,616                         | 26,538                         | 4                              | 8           | PEAD    |

## Diseño de la cámara rompe presión

CAUDAL Q: 10,00 l/s

### Dimensiones de la cámara datos adoptados

Base b= 1,50 m

Altura h= 1,50 m

Largo cámara disipación l= 1,50 m

### Verificación T<5min

Volumen  $Vol = b * h * l = 3,375 \text{ m}^3$

Velocidad  $Vel = \frac{Q}{b*h} = 0,27 \text{ m/min}$

Tiempo  $T = \frac{Vol}{Q} = 5,63 \text{ min}$

Se cumple la condición que el tiempo sea mayor a 5 min y menor a 10 min

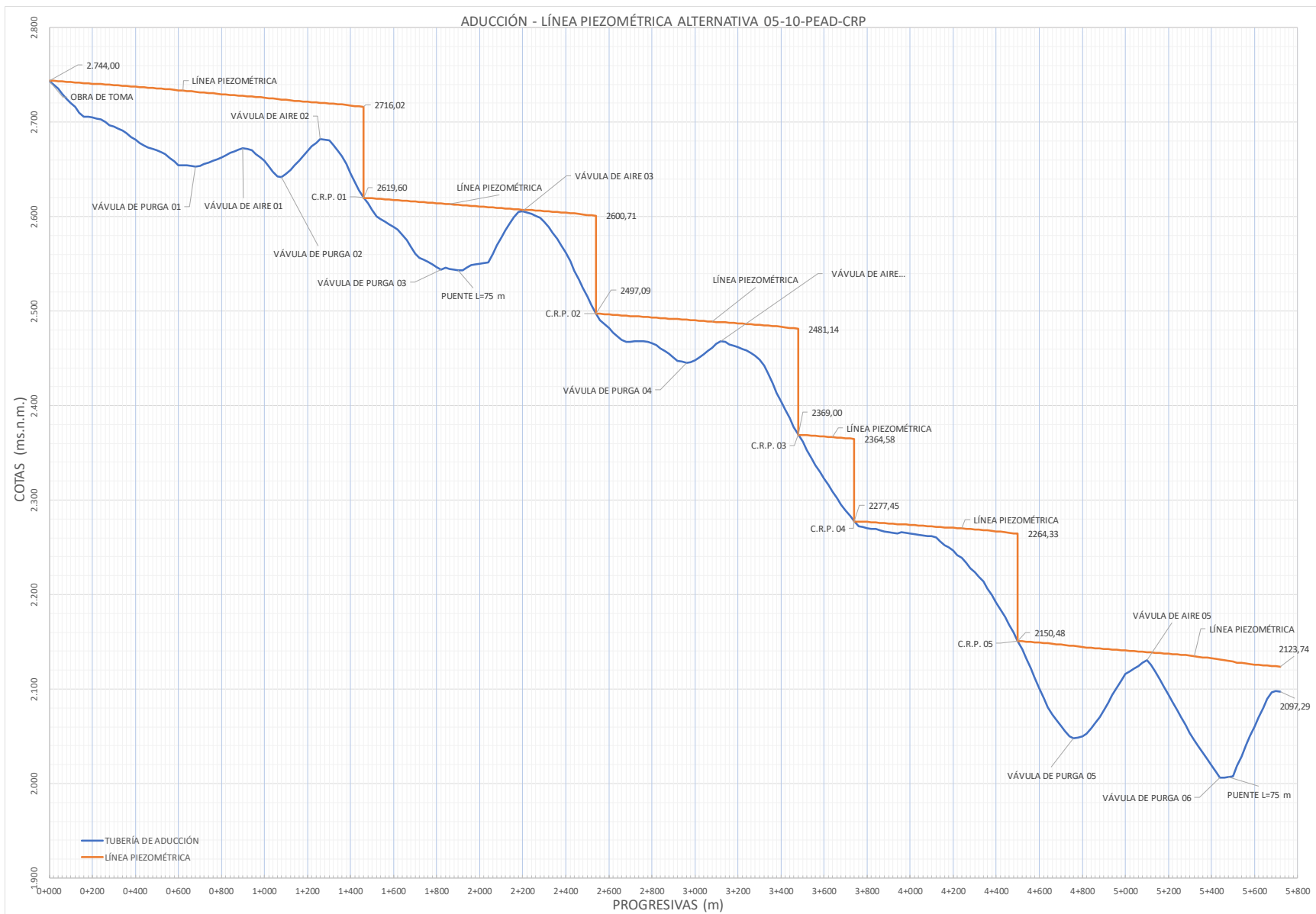
### Dimensiones de la cámara rompe presión

largo total L=  $L = \frac{3*l}{2} = 2,25 \approx 2,5 \text{ m}$

largo de la cámara de carga lc=  $lc = \frac{L}{3} = 0,75 \approx 0,6 \text{ m}$

Altura total H=  $H = h + 0,4 = 1,90 \approx 2 \text{ m}$

Ancho de la cámara b= 1,55 m



### 3.4.6. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 06-10-PEAD-VRP

Tabla 27. Planilla de diseño hidráulico alternativa 06-10-PEAD-VRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA        | 0            | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,000                         | 0,000                          | 0,000                          | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+020 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,319                         | 4,268                          | 3,949                          | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+040 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,636                         | 8,135                          | 7,499                          | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+060 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,962                         | 14,148                         | 13,186                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+080 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,285                         | 19,653                         | 18,368                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+100 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,604                         | 23,994                         | 22,390                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+120 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,923                         | 28,144                         | 26,221                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+140 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,248                         | 34,039                         | 31,791                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+160 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,565                         | 38,023                         | 35,458                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+180 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,877                         | 37,988                         | 35,111                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+200 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,189                         | 39,022                         | 35,833                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+220 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,502                         | 40,472                         | 36,970                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+240 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,814                         | 40,895                         | 37,081                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+260 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,129                         | 44,088                         | 39,959                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+280 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,445                         | 47,295                         | 42,850                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+300 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,758                         | 48,921                         | 44,163                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+320 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,071                         | 50,692                         | 45,621                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+340 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,385                         | 53,071                         | 47,686                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+360 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,699                         | 55,677                         | 49,978                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+380 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,017                         | 59,739                         | 53,722                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+400 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,332                         | 62,698                         | 56,366                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 0+420 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 6,693                         | 66,166                         | 59,473                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+440 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 7,051                         | 68,979                         | 61,928                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+460 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 7,408                         | 71,038                         | 63,630                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+480 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 7,764                         | 72,226                         | 64,462                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+500 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 8,120                         | 73,792                         | 65,672                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+520 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 8,477                         | 75,585                         | 67,108                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+540 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 8,835                         | 78,157                         | 69,322                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+560 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,260                         | 81,822                         | 72,562                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+580 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,687                         | 85,594                         | 75,907                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+600 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 10,113                        | 89,365                         | 79,252                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+620 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 10,532                        | 89,662                         | 79,130                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+640 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 10,950                        | 89,987                         | 79,037                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+660 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 11,369                        | 90,427                         | 79,058                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+680 | VÁLVULA DE PURGA 01 | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 11,788                        | 90,825                         | 79,037                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+700 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 12,207                        | 90,053                         | 77,846                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+720 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 12,627                        | 88,590                         | 75,963                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+740 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 13,047                        | 87,032                         | 73,985                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+760 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 13,468                        | 85,182                         | 71,714                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+780 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 13,889                        | 83,206                         | 69,317                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+800 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 14,310                        | 81,227                         | 66,917                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 0+820 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 14,667                        | 78,980                         | 64,313                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+840 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 15,024                        | 76,778                         | 61,754                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+860 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 15,381                        | 74,855                         | 59,474                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+880 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 15,738                        | 72,931                         | 57,193                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+900 | VÁLVULA DE AIRE 01  | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 16,094                        | 71,497                         | 55,403                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+920 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 16,449                        | 72,438                         | 55,989                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+940 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 16,805                        | 73,667                         | 56,862                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+960 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 17,167                        | 77,618                         | 60,451                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 0+980 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 17,593                        | 81,417                         | 63,824                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+000 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 18,019                        | 85,019                         | 67,000                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+020 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 18,455                        | 90,833                         | 72,378                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+040 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 18,893                        | 96,944                         | 78,051                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+060 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 19,424                        | 101,321                        | 81,897                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+080 | VÁLVULA DE PURGA 02 | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 19,944                        | 102,353                        | 82,409                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+100 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 20,370                        | 98,583                         | 78,213                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+120 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 20,798                        | 94,285                         | 73,487                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+140 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 21,229                        | 89,529                         | 68,300                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+160 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 21,660                        | 84,659                         | 62,999                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+180 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 22,026                        | 79,666                         | 57,640                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 22,391                        | 74,751                         | 52,360                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 22,758                        | 69,673                         | 46,915                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+240 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 23,119                        | 65,805                         | 42,686                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+260 | VÁLVULA DE AIRE 02  | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 23,436                        | 62,155                         | 38,719                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+280 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 23,748                        | 62,509                         | 38,761                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+300 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 24,060                        | 63,573                         | 39,513                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+320 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 24,424                        | 68,052                         | 43,628                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+340 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 24,796                        | 74,258                         | 49,462                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+360 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 25,232                        | 80,093                         | 54,861                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+380 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 25,683                        | 88,012                         | 62,329                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+400 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 26,153                        | 98,275                         | 72,122                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+420 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 26,732                        | 108,106                        | 81,374                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+440 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 27,293                        | 116,391                        | 89,098                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+460 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 27,849                        | 123,986                        | 96,137                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+480 | V.R.P. 01           | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 28,390                        | 129,962                        | 101,572                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 1+500 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,329                         | 21,816                         | 21,487                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+520 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,660                         | 28,855                         | 28,195                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+540 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,975                         | 31,730                         | 30,755                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+560 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,289                         | 34,463                         | 33,174                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+580 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,605                         | 37,411                         | 35,806                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+600 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,919                         | 40,269                         | 38,350                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+620 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,234                         | 42,843                         | 40,609                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+640 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,559                         | 48,708                         | 46,149                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+660 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,882                         | 54,231                         | 51,349                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+680 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,209                         | 60,590                         | 57,381                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 1+700 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 3,589                         | 68,195                         | 64,606                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+720 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 3,953                         | 72,688                         | 68,735                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+740 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 4,309                         | 74,513                         | 70,204                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+760 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 4,667                         | 76,959                         | 72,292                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+780 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 5,025                         | 79,617                         | 74,592                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 1+800 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 5,448                         | 82,186                         | 76,738                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+820 | VÁLVULA DE PURGA 03 | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 5,871                         | 85,014                         | 79,143                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+840 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 6,291                         | 83,283                         | 76,992                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+860 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 6,710                         | 84,248                         | 77,538                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+880 | PUENTE L=75 m       | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 7,129                         | 85,108                         | 77,979                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+900 | PUENTE L=75 m       | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 7,548                         | 85,718                         | 78,170                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+920 | PUENTE L=75 m       | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 7,967                         | 86,083                         | 78,116                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+940 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 8,392                         | 82,814                         | 74,422                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+960 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 8,813                         | 80,602                         | 71,789                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 1+980 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 9,169                         | 79,651                         | 70,482                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+000 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 9,524                         | 79,006                         | 69,482                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+020 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 9,879                         | 78,363                         | 68,484                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+040 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 10,234                        | 77,759                         | 67,525                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+060 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 10,625                        | 68,575                         | 57,950                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+080 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 10,968                        | 59,448                         | 48,480                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+100 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,306                        | 51,008                         | 39,702                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+120 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,639                        | 43,560                         | 31,921                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+140 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,971                        | 36,120                         | 24,149                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+160 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,299                        | 29,701                         | 17,402                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+180 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,621                        | 24,333                         | 11,712                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+200 | VÁLVULA DE AIRE 03  | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,933                        | 23,638                         | 10,705                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+220 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,246                        | 24,974                         | 11,728                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+240 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,558                        | 26,246                         | 12,688                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+260 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,871                        | 27,887                         | 14,016                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+280 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 14,185                        | 30,467                         | 16,282                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+300 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 14,502                        | 34,216                         | 19,714                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+320 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 14,826                        | 39,827                         | 25,001                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+340 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 15,152                        | 45,967                         | 30,815                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+360 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 15,480                        | 52,454                         | 36,974                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+380 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 15,809                        | 59,161                         | 43,352                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+400 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 16,192                        | 67,315                         | 51,123                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+420 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 16,583                        | 76,442                         | 59,859                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 2+440 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 17,049                        | 86,261                         | 69,212                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 2+460 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 17,511                        | 95,567                         | 78,056                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 2+480 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 18,084                        | 104,931                        | 86,847                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 2+500 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 18,654                        | 113,950                        | 95,296                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 19,221                        | 122,764                        | 103,543                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 2+540 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 19,978                        | 132,531                        | 112,553                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 2+560 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 20,710                        | 140,446                        | 119,736                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 2+580 | V.R.P. 02           | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 21,394                        | 142,650                        | 121,256                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 2+600 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,320                         | 19,693                         | 19,373                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+620 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,641                         | 24,423                         | 23,782                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+640 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,958                         | 28,381                         | 27,423                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+660 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,275                         | 31,833                         | 30,558                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+680 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,588                         | 34,009                         | 32,421                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+700 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,900                         | 33,785                         | 31,885                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+720 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,212                         | 33,406                         | 31,194                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+740 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,524                         | 32,905                         | 30,381                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+760 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,835                         | 33,319                         | 30,484                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+780 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,147                         | 33,969                         | 30,822                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+800 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,460                         | 35,458                         | 31,998                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+820 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,774                         | 37,691                         | 33,917                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+840 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,090                         | 41,079                         | 36,989                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+860 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,404                         | 43,593                         | 39,189                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+880 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,719                         | 46,407                         | 41,688                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+900 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,037                         | 50,376                         | 45,339                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+920 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,353                         | 53,982                         | 48,629                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+940 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,666                         | 55,107                         | 49,441                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+960 | VÁLVULA DE PURGA 04 | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,978                         | 56,317                         | 50,339                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 2+980 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,290                         | 55,135                         | 48,845                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+000 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,603                         | 53,241                         | 46,638                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+020 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,918                         | 50,573                         | 43,655                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+040 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,234                         | 47,196                         | 39,962                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+060 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,551                         | 43,647                         | 36,096                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+080 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,867                         | 40,054                         | 32,187                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+100 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 8,184                         | 36,353                         | 28,169                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+120 | VÁLVULA DE AIRE 04  | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 8,500                         | 33,197                         | 24,697                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+140 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 8,812                         | 33,748                         | 24,936                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+160 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 9,126                         | 36,414                         | 27,288                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+180 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 9,439                         | 38,061                         | 28,622                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+200 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 9,752                         | 39,741                         | 29,989                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+220 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 10,065                        | 41,319                         | 31,254                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+240 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 10,378                        | 43,167                         | 32,789                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+260 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 10,692                        | 45,525                         | 34,833                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+280 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,008                        | 48,812                         | 37,804                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+300 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,326                        | 52,865                         | 41,539                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+320 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,653                        | 59,288                         | 47,635                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+340 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 12,037                        | 67,544                         | 55,507                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 3+360 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 12,433                        | 77,358                         | 64,925                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 3+380 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 12,908                        | 88,125                         | 75,217                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 3+400 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 13,370                        | 97,445                         | 84,075                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 3+420 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 13,931                        | 105,556                        | 91,625                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+440 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 14,498                        | 114,426                        | 99,928                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+460 | V.R.P. 03           | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 15,077                        | 124,243                        | 109,166                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+480 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,334                         | 22,728                         | 22,394                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+500 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,668                         | 30,457                         | 29,789                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+520 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,010                         | 39,345                         | 38,335                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+540 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,348                         | 47,783                         | 46,435                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+560 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,679                         | 55,032                         | 53,353                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+580 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,011                         | 62,259                         | 60,248                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+600 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 2,388                         | 69,327                         | 66,939                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 3+620 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 2,764                         | 76,387                         | 73,623                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 3+640 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 3,207                         | 83,264                         | 80,057                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 3+660 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 3,650                         | 90,120                         | 86,470                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 3+680 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 4,092                         | 96,933                         | 92,841                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 3+700 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 4,635                         | 103,018                        | 98,383                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+720 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 5,174                         | 108,652                        | 103,478                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+740 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 5,713                         | 114,286                        | 108,573                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+760 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 6,251                         | 119,766                        | 113,515                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+780 | V.R.P. 04           | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 6,771                         | 120,760                        | 113,989                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 3+800 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,312                         | 15,929                         | 15,617                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,624                         | 16,621                         | 15,997                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+840 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,936                         | 17,094                         | 16,158                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+860 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,248                         | 18,388                         | 17,140                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+880 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,560                         | 19,347                         | 17,787                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+900 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,872                         | 20,302                         | 18,430                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+920 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,184                         | 21,226                         | 19,042                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+940 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,496                         | 21,875                         | 19,379                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+960 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 2,809                         | 20,420                         | 17,611                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 3+980 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,121                         | 20,984                         | 17,863                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+000 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,433                         | 21,729                         | 18,296                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+020 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 3,745                         | 22,481                         | 18,736                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+040 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,057                         | 23,233                         | 19,176                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+060 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,369                         | 23,756                         | 19,387                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+080 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,680                         | 24,240                         | 19,560                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+100 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 4,992                         | 24,724                         | 19,732                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+120 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,305                         | 26,208                         | 20,903                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+140 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,623                         | 30,196                         | 24,573                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+160 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 5,941                         | 34,318                         | 28,377                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+180 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,254                         | 36,313                         | 30,059                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+200 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,570                         | 39,658                         | 33,088                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+220 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 6,891                         | 44,343                         | 37,452                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+240 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,206                         | 47,618                         | 40,412                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+260 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,528                         | 52,749                         | 45,221                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+280 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 7,852                         | 58,370                         | 50,518                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+300 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 8,172                         | 63,009                         | 54,837                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+320 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 8,536                         | 67,593                         | 59,057                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+340 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 8,903                         | 72,697                         | 63,794                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+360 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,349                         | 80,014                         | 70,665                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+380 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,794                         | 87,286                         | 77,492                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+400 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 10,240                        | 94,559                         | 84,319                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+420 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 10,794                        | 101,995                        | 91,201                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+440 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 11,354                        | 110,114                        | 98,760                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+460 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 11,917                        | 118,495                        | 106,578                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+480 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 12,480                        | 126,940                        | 114,460                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+500 | V.R.P. 05           | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 13,220                        | 135,476                        | 122,256                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 4+520 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,339                         | 23,538                         | 23,199                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+540 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 0,683                         | 32,915                         | 32,232                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+560 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,035                         | 43,386                         | 42,351                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+580 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 1,387                         | 53,794                         | 52,407                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 4+600 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 1,796                         | 65,247                         | 63,451                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+620 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 2,197                         | 75,810                         | 73,613                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+640 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 2,661                         | 85,339                         | 82,678                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+660 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 3,111                         | 93,133                         | 90,022                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+680 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 3,546                         | 98,826                         | 95,280                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+700 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 4,086                         | 104,519                        | 100,433                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+720 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 4,625                         | 110,213                        | 105,588                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+740 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 5,166                         | 116,086                        | 110,920                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+760 | VÁLVULA DE PURGA 05 | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 5,688                         | 118,121                        | 112,433                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+780 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 6,208                         | 117,185                        | 110,977                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+800 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 6,727                         | 116,249                        | 109,522                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+820 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 7,252                         | 113,329                        | 106,077                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+840 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 7,791                         | 107,675                        | 99,884                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+860 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 8,331                         | 102,020                        | 93,689                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 4+880 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 8,771                         | 95,533                         | 86,762                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+900 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,213                         | 88,747                         | 79,534                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+920 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 9,669                         | 80,205                         | 70,536                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 4+940 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 10,051                        | 72,143                         | 62,092                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+960 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 10,431                        | 64,571                         | 54,140                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 4+980 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 10,765                        | 56,980                         | 46,215                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+000 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,095                        | 49,917                         | 38,822                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+020 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,410                        | 47,040                         | 35,630                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+040 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 11,725                        | 44,164                         | 32,439                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+060 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,040                        | 41,287                         | 29,247                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+080 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,355                        | 38,411                         | 26,056                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+100 | VÁLVULA DE AIRE 05  | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,670                        | 35,310                         | 22,640                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-----------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 12,990                        | 39,869                         | 26,879                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,326                        | 47,888                         | 34,562                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+160 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,662                        | 55,906                         | 42,244                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 98,6                        | 10                | 1,31                 | 13,998                        | 63,925                         | 49,927                         | 4,00                           | 8,0         | PEAD    |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 14,380                        | 71,943                         | 57,563                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 14,763                        | 79,962                         | 65,199                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 15,214                        | 87,980                         | 72,766                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 15,665                        | 95,998                         | 80,333                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 16,225                        | 104,122                        | 87,897                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 16,786                        | 112,286                        | 95,500                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 17,342                        | 119,946                        | 102,604                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 17,888                        | 126,516                        | 108,628                        | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 18,606                        | 133,208                        | 114,602                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 19,323                        | 139,900                        | 120,577                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 20,041                        | 146,592                        | 126,551                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 20,758                        | 153,285                        | 132,527                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 21,475                        | 159,977                        | 138,502                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 22,156                        | 159,579                        | 137,423                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 22,837                        | 158,929                        | 136,092                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 23,518                        | 158,037                        | 134,519                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 24,297                        | 146,873                        | 122,576                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 84                          | 10                | 1,8                  | 25,050                        | 137,346                        | 112,296                        | 4,00                           | 20,0        | PEAD    |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 25,662                        | 124,854                        | 99,192                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 26,240                        | 115,051                        | 88,811                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 88,8                        | 10                | 1,61                 | 26,814                        | 105,633                        | 78,819                         | 4,00                           | 16,0        | PEAD    |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 27,280                        | 95,931                         | 68,651                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 92,8                        | 10                | 1,48                 | 27,746                        | 86,155                         | 58,409                         | 4,00                           | 12,5        | PEAD    |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 28,141                        | 76,379                         | 48,238                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 28,519                        | 69,095                         | 40,576                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 28,874                        | 68,226                         | 39,352                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 96                          | 10                | 1,38                 | 29,229                        | 68,616                         | 39,387                         | 4,00                           | 10,0        | PEAD    |

## Diseño de la válvula reductora de presión

Del diseño hidráulico de la aducción se escogió la estación más crítica en este caso es la estación número 2

### DATOS

$P_1 = 14,26 \text{ bar} \approx 206,97 \text{ p.s.i.}$  Presión a la entrada de la válvula

$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.}$  Presión a la salida de la válvula (reducida)

$V_{\max} = 5,00 \text{ m/s} \approx 16,40 \text{ fps}$  Velocidad del agua a través de la válvula del fabricante

$Q_{\max} = 10,00 \text{ l/s} \approx 158,52 \text{ GPM}$  Caudal máximo (redes de distribución caudal máximo diario)

### Cálculo del diámetro

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V_{\max}}} * 0,64 \quad 1,990$$

Diámetro adoptado  $2 \frac{1}{2} \text{ plg}$

### **Cálculo de las presiones de salida de cada válvula**

Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los 8 kg/cm<sup>2</sup> en cada derivación deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 ó más.

$$P_{salida} = \frac{P_{entrada}}{3}$$

$$P_1 = 14,26 \text{ bar} \approx 206,97 \text{ p.s.i.}$$

$$P_{12} = 4,75 \text{ bar} \approx 68,99 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de primera válvula}$$

$$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de segunda válvula}$$

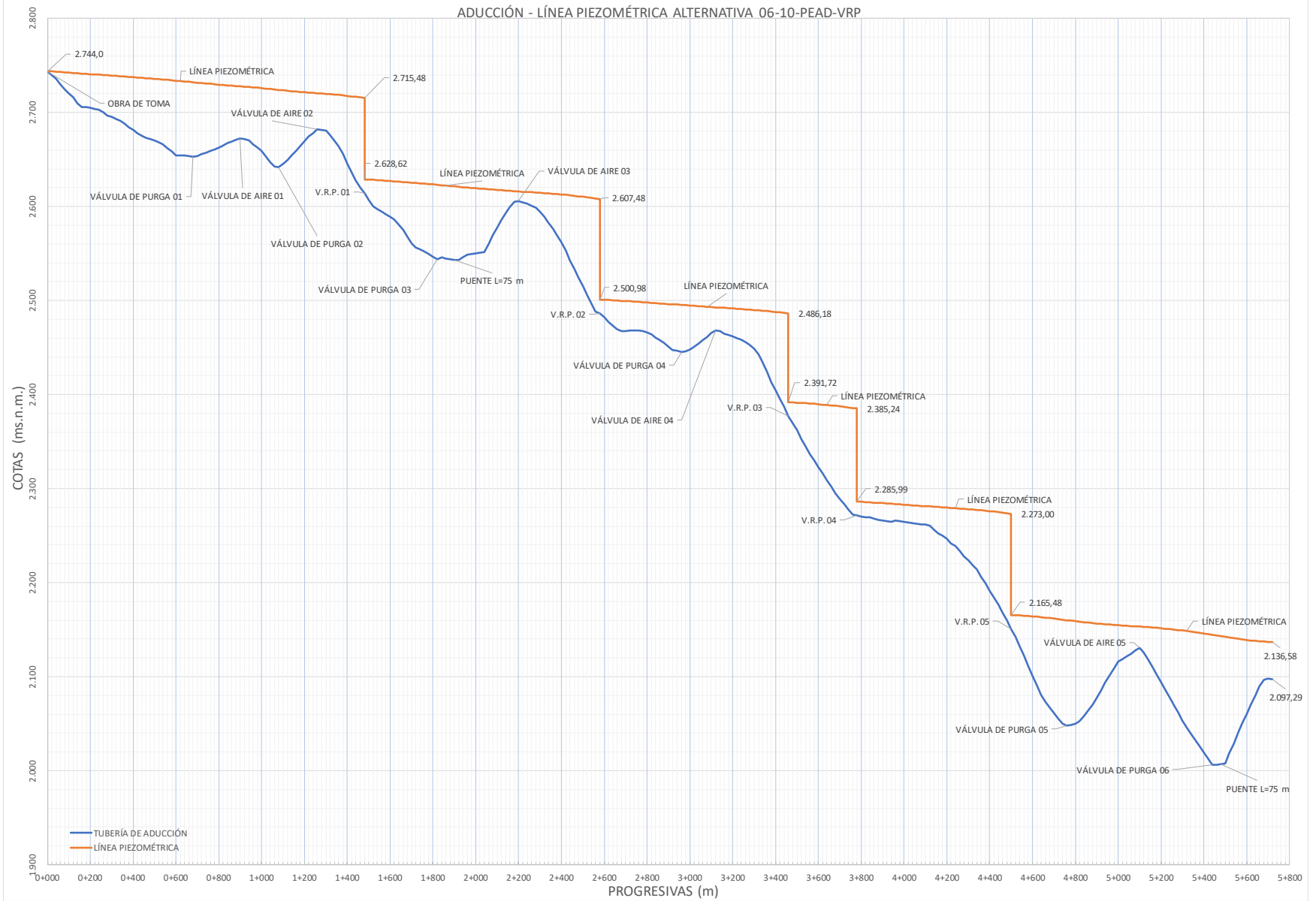
### **Verificación de la cavitación**

Del gráfico de cavitación figura 14 nos indica que las valvulas presentan una cavitación moderada

Debido a que estos datos corresponden la estación más crítica y en vista a que presentan una cavitación moderada, ya que se consideran filtros se adoptará para la aducción dos válvulas reductoras de presión con un diámetro de 2 1/2 plg y presiones de salida de 68,99 p.s.i y 21,77 p.s.i.



ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 06-10-PEAD-VRP



### 3.4.7. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 07-10-PVC-CRP

Tabla 28. Planilla de diseño hidráulico alternativa 07-10-PVC-CRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA        | 0            | 0,00                          | 10                | 0                    | 0,000                         | 0,00                           | 0,00                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+020 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,243                         | 4,52                           | 4,28                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+040 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,484                         | 8,39                           | 7,90                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+060 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,731                         | 14,40                          | 13,67                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+080 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,977                         | 19,90                          | 18,93                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+100 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,219                         | 24,24                          | 23,02                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+120 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,461                         | 28,39                          | 26,93                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+140 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,708                         | 34,29                          | 32,58                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+160 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,949                         | 38,27                          | 36,32                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+180 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,186                         | 38,24                          | 36,05                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+200 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,423                         | 39,27                          | 36,85                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+220 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,661                         | 40,72                          | 38,06                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+240 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,898                         | 41,15                          | 38,25                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+260 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,137                         | 44,34                          | 41,20                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+280 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,377                         | 47,55                          | 44,17                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+300 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,644                         | 49,17                          | 45,53                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+320 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,910                         | 50,94                          | 47,03                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+340 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,178                         | 53,32                          | 49,14                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+360 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,446                         | 55,93                          | 51,48                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+380 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,717                         | 59,99                          | 55,27                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+400 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,986                         | 62,95                          | 57,96                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+420 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,255                         | 66,42                          | 61,16                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+440 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,523                         | 69,23                          | 63,71                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+460 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,791                         | 71,29                          | 65,50                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+480 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,100                         | 72,48                          | 66,38                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+500 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,410                         | 74,04                          | 67,63                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+520 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,721                         | 75,84                          | 69,11                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+540 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,032                         | 78,41                          | 71,37                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+560 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,346                         | 82,07                          | 74,73                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+580 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,661                         | 85,84                          | 78,18                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+600 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,975                         | 89,62                          | 81,64                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+620 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,285                         | 89,91                          | 81,63                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+640 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,594                         | 90,24                          | 81,64                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+660 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,903                         | 90,68                          | 81,77                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+680 | VÁLVULA DE PURGA 01 | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,212                         | 91,08                          | 81,86                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+700 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,521                         | 90,30                          | 80,78                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+720 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,831                         | 88,84                          | 79,01                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+740 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,141                        | 87,28                          | 77,14                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+760 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,451                        | 85,43                          | 74,98                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+780 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,762                        | 83,46                          | 72,69                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+800 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,073                        | 81,48                          | 70,40                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+820 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,384                        | 79,23                          | 67,85                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+840 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,695                        | 77,03                          | 65,33                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+860 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,005                        | 75,11                          | 63,10                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+880 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,316                        | 73,18                          | 60,87                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+900 | VÁLVULA DE AIRE 01  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,625                        | 71,75                          | 59,12                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+920 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,935                        | 72,69                          | 59,75                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+940 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,245                        | 73,92                          | 60,67                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+960 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,560                        | 77,87                          | 64,31                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+980 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,874                        | 81,67                          | 67,79                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+000 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,188                        | 85,27                          | 71,08                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+020 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,510                        | 91,08                          | 76,57                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+040 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 14,880                        | 97,19                          | 82,31                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+060 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,243                        | 101,57                         | 86,33                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+080 | VÁLVULA DE PURGA 02 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,598                        | 102,60                         | 87,01                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+100 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,958                        | 98,83                          | 82,87                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+120 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,274                        | 94,54                          | 78,26                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+140 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,592                        | 89,78                          | 73,19                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+160 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,910                        | 84,91                          | 68,00                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+180 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 17,229                        | 79,92                          | 62,69                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+200 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 17,547                        | 75,00                          | 57,45                          | 4                              | 12          | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Pulg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 17,821                        | 69,92                          | 52,10                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+240 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,092                        | 66,06                          | 47,96                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+260 | VÁLVULA DE AIRE 02  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,362                        | 62,41                          | 44,04                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+280 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,627                        | 62,76                          | 44,13                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+300 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,894                        | 63,82                          | 44,93                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+320 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 19,166                        | 68,30                          | 49,14                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+340 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 19,489                        | 74,51                          | 55,02                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+360 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 19,811                        | 80,34                          | 60,53                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+380 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 20,144                        | 88,26                          | 68,12                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+400 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 20,542                        | 98,53                          | 77,98                          | 4                               | 15          | PVC     |
| 1+420 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 20,937                        | 108,36                         | 87,42                          | 4                               | 15          | PVC     |
| 1+440 | C.R.P. 01           | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 21,320                        | 116,64                         | 95,32                          | 4                               | 15          | PVC     |
| 1+460 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,253                         | 7,59                           | 7,34                           | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+480 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,500                         | 13,57                          | 13,07                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+500 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,751                         | 20,39                          | 19,64                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+520 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,002                         | 27,43                          | 26,42                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+540 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,241                         | 30,30                          | 29,06                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+560 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,480                         | 33,03                          | 31,55                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+580 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,719                         | 35,98                          | 34,26                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+600 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,958                         | 38,84                          | 36,88                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+620 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,197                         | 41,41                          | 39,22                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+640 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,444                         | 47,28                          | 44,83                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 1+660 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,720                         | 52,80                          | 50,08                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+680 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,998                         | 59,16                          | 56,16                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+700 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,283                         | 66,77                          | 63,48                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+720 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,555                         | 71,26                          | 67,70                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 1+740 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,865                         | 73,08                          | 69,22                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+760 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,177                         | 75,53                          | 71,35                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+780 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,488                         | 78,19                          | 73,70                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+800 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,800                         | 80,76                          | 75,96                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+820 | VÁLVULA DE PURGA 03 | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,112                         | 83,59                          | 78,47                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+840 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,422                         | 81,85                          | 76,43                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+860 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,732                         | 82,82                          | 77,09                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+880 | PUENTE L=75 m       | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,113                         | 83,43                          | 77,32                          | 4                               | 12          | FG      |
| 1+900 | PUENTE L=75 m       | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,495                         | 84,04                          | 77,54                          | 4                               | 12          | FG      |
| 1+920 | PUENTE L=75 m       | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,876                         | 84,65                          | 77,78                          | 4                               | 12          | FG      |
| 1+940 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,189                         | 81,39                          | 74,20                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+960 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,500                         | 79,17                          | 71,67                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 1+980 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,810                         | 78,22                          | 70,41                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+000 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,119                         | 77,58                          | 69,46                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+020 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,428                         | 76,93                          | 68,51                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+040 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,737                         | 76,33                          | 67,59                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+060 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,030                         | 67,15                          | 58,12                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+080 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,322                         | 58,02                          | 48,70                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+100 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,610                         | 49,58                          | 39,97                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+120 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,894                         | 42,13                          | 32,24                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+140 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 10,146                        | 34,69                          | 24,54                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+160 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 10,395                        | 28,27                          | 17,88                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+180 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 10,640                        | 22,90                          | 12,26                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+200 | VÁLVULA DE AIRE 03  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 10,877                        | 22,21                          | 11,33                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+220 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,114                        | 23,55                          | 12,43                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+240 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,352                        | 24,82                          | 13,47                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+260 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,589                        | 26,46                          | 14,87                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+280 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,828                        | 29,04                          | 17,21                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+300 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,069                        | 32,79                          | 20,72                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+320 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,315                        | 38,40                          | 26,08                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+340 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,563                        | 44,54                          | 31,98                          | 4                               | 6           | PVC     |
| 2+360 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 12,842                        | 51,03                          | 38,18                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+380 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 13,122                        | 57,73                          | 44,61                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+400 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 13,409                        | 65,89                          | 52,48                          | 4                               | 9           | PVC     |
| 2+420 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,749                        | 75,01                          | 61,26                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+440 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,093                        | 84,83                          | 70,74                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+460 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,434                        | 94,14                          | 79,70                          | 4                               | 12          | PVC     |
| 2+480 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 14,825                        | 103,50                         | 88,68                          | 4                               | 15          | PVC     |
| 2+500 | C.R.P. 02           | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,214                        | 112,52                         | 97,31                          | 4                               | 15          | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,259                         | 8,81                           | 8,56                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+540 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,517                         | 17,58                          | 17,06                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+560 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,768                         | 24,50                          | 23,73                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+580 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,010                         | 28,70                          | 27,69                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+600 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,253                         | 33,39                          | 32,14                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+620 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,496                         | 38,12                          | 36,63                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+640 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,738                         | 42,08                          | 40,34                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+660 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,978                         | 45,53                          | 43,55                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+680 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,216                         | 47,71                          | 45,49                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+700 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,453                         | 47,48                          | 45,03                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+720 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,690                         | 47,11                          | 44,42                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+740 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,927                         | 46,61                          | 43,68                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+760 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,164                         | 47,02                          | 43,86                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+780 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,401                         | 47,67                          | 44,27                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+800 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,667                         | 49,16                          | 45,49                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+820 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,934                         | 51,39                          | 47,46                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+840 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,204                         | 54,78                          | 50,58                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+860 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,472                         | 57,29                          | 52,82                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+880 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,740                         | 60,11                          | 55,37                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+900 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,011                         | 64,08                          | 59,07                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+920 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,281                         | 67,68                          | 62,40                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+940 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,547                         | 68,81                          | 63,26                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+960 | VÁLVULA DE PURGA 04 | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,813                         | 70,02                          | 64,20                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+980 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,079                         | 68,84                          | 62,76                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+000 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,346                         | 66,94                          | 60,60                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+020 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,614                         | 64,27                          | 57,66                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+040 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,883                         | 60,90                          | 54,01                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+060 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,153                         | 57,35                          | 50,19                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+080 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,423                         | 53,75                          | 46,33                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+100 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,693                         | 50,05                          | 42,36                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+120 | VÁLVULA DE AIRE 04  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,962                         | 46,90                          | 38,93                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+140 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,228                         | 47,45                          | 39,22                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+160 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,496                         | 50,11                          | 41,62                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+180 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,763                         | 51,76                          | 43,00                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+200 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,029                         | 53,44                          | 44,41                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+220 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,296                         | 55,02                          | 45,72                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+240 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,563                         | 56,87                          | 47,30                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+260 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,830                         | 59,22                          | 49,39                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+280 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,099                        | 62,51                          | 52,41                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+300 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,370                        | 66,57                          | 56,19                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+320 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,695                        | 72,99                          | 62,29                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+340 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,029                        | 81,24                          | 70,21                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+360 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,374                        | 91,06                          | 79,68                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+380 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 11,776                        | 101,83                         | 90,05                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+400 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 12,167                        | 111,15                         | 98,98                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+420 | C.R.P. 03           | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 12,549                        | 119,26                         | 106,71                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+440 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,259                         | 8,87                           | 8,61                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+460 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,523                         | 18,69                          | 18,16                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+480 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,777                         | 26,42                          | 25,64                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+500 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,031                         | 34,14                          | 33,11                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+520 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,290                         | 43,03                          | 41,74                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+540 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,578                         | 51,47                          | 49,89                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+560 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,861                         | 58,72                          | 56,86                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+580 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,143                         | 65,95                          | 63,80                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+600 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,471                         | 73,01                          | 70,54                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+620 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,799                         | 80,07                          | 77,28                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+640 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,126                         | 86,95                          | 83,83                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+660 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,452                         | 93,81                          | 90,35                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+680 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,826                         | 100,62                         | 96,79                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+700 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,197                         | 106,71                         | 102,51                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+720 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,565                         | 112,34                         | 107,77                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+740 | C.R.P. 04           | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,933                         | 117,97                         | 113,04                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+760 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,246                         | 5,48                           | 5,23                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+780 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,483                         | 6,47                           | 5,99                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+800 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,720                         | 7,40                           | 6,68                           | 4                              | 6           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,957                         | 8,09                           | 7,14                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+840 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,194                         | 8,57                           | 7,37                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+860 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,431                         | 9,86                           | 8,43                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+880 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,668                         | 10,82                          | 9,15                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+900 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,905                         | 11,78                          | 9,87                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+920 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,142                         | 12,70                          | 10,56                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+940 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,379                         | 13,35                          | 10,97                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+960 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,616                         | 11,89                          | 9,28                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+980 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,853                         | 12,46                          | 9,60                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+000 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,090                         | 13,20                          | 10,11                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+020 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,327                         | 13,95                          | 10,63                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+040 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,564                         | 14,71                          | 11,14                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+060 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,801                         | 15,23                          | 11,43                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+080 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 4,038                         | 15,71                          | 11,68                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+100 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 4,275                         | 16,20                          | 11,92                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+120 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 4,512                         | 17,68                          | 13,17                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+140 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 4,754                         | 21,67                          | 16,92                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+160 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 4,996                         | 25,79                          | 20,80                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+180 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 5,234                         | 27,79                          | 22,55                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+200 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 5,474                         | 31,13                          | 25,66                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+220 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 5,717                         | 35,82                          | 30,10                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+240 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 5,957                         | 39,09                          | 33,14                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+260 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 6,201                         | 44,22                          | 38,02                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+280 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,477                         | 49,84                          | 43,37                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+300 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,750                         | 54,48                          | 47,73                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+320 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,022                         | 59,07                          | 52,04                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+340 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,297                         | 64,17                          | 56,87                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+360 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,580                         | 71,49                          | 63,91                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+380 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,908                         | 78,76                          | 70,85                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+400 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,237                         | 86,03                          | 77,80                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+420 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,567                         | 93,47                          | 84,90                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+440 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 8,949                         | 101,59                         | 92,64                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+460 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 9,333                         | 109,97                         | 100,64                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+480 | C.R.P. 05           | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 9,718                         | 118,41                         | 108,70                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+500 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,257                         | 8,54                           | 8,28                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+520 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,515                         | 17,07                          | 16,56                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+540 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,776                         | 26,45                          | 25,67                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+560 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,044                         | 36,92                          | 35,88                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+580 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,343                         | 47,33                          | 45,99                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+600 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,649                         | 58,78                          | 57,13                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+620 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,950                         | 69,35                          | 67,40                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+640 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,292                         | 78,88                          | 76,58                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+660 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,624                         | 86,67                          | 84,05                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+680 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,945                         | 92,36                          | 89,42                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+700 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,314                         | 98,05                          | 94,74                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+720 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,682                         | 103,75                         | 100,07                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+740 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,051                         | 109,62                         | 105,57                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+760 | VÁLVULA DE PURGA 05 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,407                         | 111,66                         | 107,25                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+780 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,762                         | 110,72                         | 105,96                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+800 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,116                         | 109,79                         | 104,67                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+820 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,474                         | 106,87                         | 101,39                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+840 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,842                         | 101,21                         | 95,37                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+860 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,164                         | 95,56                          | 89,39                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+880 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,489                         | 89,07                          | 82,58                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+900 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,815                         | 82,28                          | 75,47                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+920 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,151                         | 73,74                          | 66,59                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+940 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,437                         | 65,68                          | 58,24                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+960 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,722                         | 58,11                          | 50,39                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+980 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,006                         | 50,52                          | 42,51                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+000 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,287                         | 43,45                          | 35,17                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+020 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,527                         | 40,58                          | 32,05                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+040 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,766                         | 37,70                          | 28,93                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+060 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,005                         | 34,82                          | 25,82                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+080 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,244                         | 31,95                          | 22,70                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+100 | VÁLVULA DE AIRE 05  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,484                         | 28,85                          | 19,36                          | 4                              | 6           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL<br>Ø (Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | C.R.P. 06           | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,727                         | 33,40                          | 23,68                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,255                         | 8,02                           | 7,76                           | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+160 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,510                         | 16,04                          | 15,53                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,765                         | 24,06                          | 23,29                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,021                         | 32,07                          | 31,05                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,276                         | 40,09                          | 38,82                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,562                         | 48,11                          | 46,55                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,848                         | 56,13                          | 54,28                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,135                         | 64,25                          | 62,12                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,469                         | 72,42                          | 69,95                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,800                         | 80,08                          | 77,28                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,125                         | 86,65                          | 83,52                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,451                         | 93,34                          | 89,89                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,824                         | 100,03                         | 96,21                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,198                         | 106,72                         | 102,53                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,571                         | 113,42                         | 108,84                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,945                         | 120,11                         | 115,16                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,382                         | 119,46                         | 114,08                         | 4                              | 15          | FG      |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,819                         | 118,81                         | 112,99                         | 4                              | 15          | FG      |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 6,257                         | 118,17                         | 111,91                         | 4                              | 15          | FG      |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 6,662                         | 107,00                         | 100,34                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 7,055                         | 97,48                          | 90,42                          | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,419                         | 84,99                          | 77,57                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,763                         | 75,18                          | 67,42                          | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,057                         | 65,76                          | 57,71                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,352                         | 56,06                          | 47,71                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,648                         | 46,29                          | 37,64                          | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,911                         | 36,51                          | 27,60                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,163                         | 29,23                          | 20,06                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,400                         | 28,36                          | 18,96                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9,637                         | 28,75                          | 19,11                          | 4                              | 6           | PVC     |

## Diseño de la cámara rompe presión

CAUDAL Q: 10,00 l/s

### Dimensiones de la cámara datos adoptados

Base b= 1,50 m

Altura h= 1,50 m

Largo l= 1,40 m

### Verificación T>5min

Volumen  $Vol = b * h * l = 3,15 \text{ m}^3$

Velocidad  $Vel = \frac{Q}{b*h} = 0,27 \text{ m/min}$

Tiempo  $T = \frac{Vol}{Q} = 5,25 \text{ min}$

Se cumple la condición que el tiempo sea mayor a 5 min y menor a 10 min

### Dimensiones de la cámara rompe presión

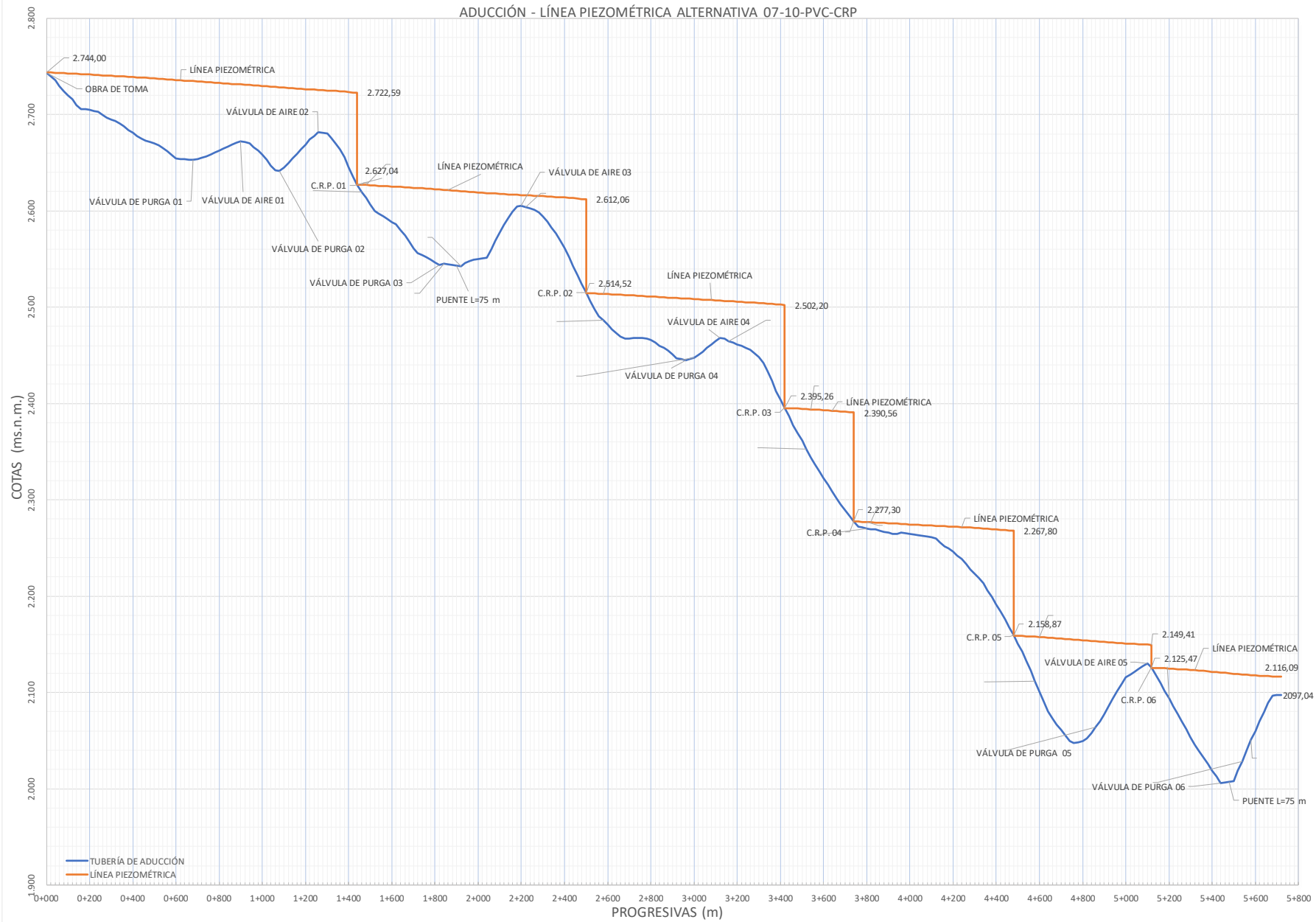
largo total L=  $L = \frac{3*l}{2} = 2,1 \approx 2,5 \text{ m}$

largo de la cámara de carga lc=  $lc = \frac{l}{3} = 0,70 \approx 0,6 \text{ m}$

Altura total H=  $H = h + 0,4 = 1,90 \approx 2 \text{ m}$

Ancho de la cámara b= 1,55 m

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 07-10-PVC-CRP



### 3.4.8. DISEÑO HIDRÁULICO ALTERNATIVA 08-10-PVC-VRP

Tabla 29. Planilla de diseño hidráulico alternativa 08-10-PVC-VRP

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 0+000 | OBRA DE TOMA       | 0            | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0                             | 0,000                          | 0,000                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+020 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,24                          | 4,568                          | 4,325                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+040 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,48                          | 8,435                          | 7,951                          | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+060 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,73                          | 14,448                         | 13,717                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+080 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,98                          | 19,953                         | 18,976                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+100 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,22                          | 24,294                         | 23,075                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+120 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,46                          | 28,444                         | 26,983                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+140 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,71                          | 34,339                         | 32,631                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+160 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,95                          | 38,323                         | 36,374                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+180 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,19                          | 38,288                         | 36,102                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+200 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,42                          | 39,322                         | 36,899                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+220 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,66                          | 40,772                         | 38,111                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+240 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 2,9                           | 41,195                         | 38,297                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+260 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,14                          | 44,388                         | 41,251                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+280 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 3,38                          | 47,595                         | 44,218                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 0+300 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,64                          | 49,221                         | 45,577                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+320 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,91                          | 50,992                         | 47,081                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+340 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,18                          | 53,371                         | 49,193                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+360 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,45                          | 55,977                         | 51,531                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+380 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,72                          | 60,039                         | 55,322                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+400 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,99                          | 62,998                         | 58,012                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+420 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,26                          | 66,466                         | 61,211                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+440 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,52                          | 69,279                         | 63,755                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+460 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,79                          | 71,338                         | 65,547                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 0+480 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,1                           | 72,526                         | 66,426                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+500 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,41                          | 74,092                         | 67,682                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+520 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,72                          | 75,885                         | 69,164                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+540 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,03                          | 78,457                         | 71,425                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+560 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,35                          | 82,122                         | 74,776                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+580 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,66                          | 85,894                         | 78,233                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+600 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,98                          | 89,665                         | 81,689                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+620 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,28                          | 89,962                         | 81,677                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+640 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,59                          | 90,287                         | 81,693                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+660 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,9                           | 90,727                         | 81,824                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+680 | VÁLVULADE PURGA 01 | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,21                          | 91,125                         | 81,913                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+700 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,52                          | 90,353                         | 80,832                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+720 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,83                          | 88,890                         | 79,059                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+740 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,14                         | 87,332                         | 77,191                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+760 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,45                         | 85,482                         | 75,030                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+780 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,76                         | 83,506                         | 72,744                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+800 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,07                         | 81,527                         | 70,454                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+820 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,38                         | 79,280                         | 67,896                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+840 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,69                         | 77,078                         | 65,383                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+860 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,01                         | 75,155                         | 63,150                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+880 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,32                         | 73,231                         | 60,915                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+900 | VÁLVULADE AIRE 01  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,63                         | 71,797                         | 59,171                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+920 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,94                         | 72,738                         | 59,803                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+940 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,24                         | 73,967                         | 60,722                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+960 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,56                         | 77,918                         | 64,358                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 0+980 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 13,87                         | 81,717                         | 67,843                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+000 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,19                         | 85,319                         | 71,131                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+020 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,51                         | 91,133                         | 76,623                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+040 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 14,88                         | 97,244                         | 82,363                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+060 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,24                         | 101,621                        | 86,378                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+080 | VÁLVULADE PURGA 02 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,6                          | 102,653                        | 87,055                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+100 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,96                         | 98,883                         | 82,925                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+120 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,27                         | 94,585                         | 78,310                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+140 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,59                         | 89,829                         | 73,237                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+160 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 16,91                         | 84,959                         | 68,049                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+180 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 17,23                         | 79,966                         | 62,737                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+200 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 17,55                         | 75,051                         | 57,504                         | 4                              | 12          | PVC     |



| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 1+220 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 17,82                         | 69,973                         | 52,152                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+240 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,09                         | 66,105                         | 48,013                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+260 | VÁLVULADE AIRE 02  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,36                         | 62,455                         | 44,093                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+280 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,63                         | 62,809                         | 44,181                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+300 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 18,89                         | 63,873                         | 44,979                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+320 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 19,17                         | 68,352                         | 49,186                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+340 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 19,49                         | 74,558                         | 55,068                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+360 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 19,81                         | 80,393                         | 60,582                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+380 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 20,14                         | 88,312                         | 68,168                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+400 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 20,54                         | 98,575                         | 78,033                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+420 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 20,94                         | 108,406                        | 87,469                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+440 | V.R.P. 01          | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 21,32                         | 116,691                        | 95,371                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+460 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,25                          | 22,595                         | 22,342                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 1+480 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,5                           | 28,571                         | 28,071                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 1+500 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,75                          | 35,387                         | 34,636                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 1+520 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1                             | 42,426                         | 41,424                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 1+540 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,24                          | 45,301                         | 44,060                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 1+560 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,51                          | 48,034                         | 46,525                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+580 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,78                          | 50,982                         | 49,204                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+600 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,05                          | 53,840                         | 51,794                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+620 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,31                          | 56,414                         | 54,100                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+640 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,59                          | 62,279                         | 59,688                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+660 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,87                          | 67,802                         | 64,936                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 1+680 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,19                          | 74,161                         | 70,970                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+700 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,52                          | 81,766                         | 78,245                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+720 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,84                          | 86,259                         | 82,421                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+740 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,15                          | 88,084                         | 83,936                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+760 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,46                          | 90,530                         | 86,070                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+780 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,77                          | 93,188                         | 88,416                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+800 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,08                          | 95,757                         | 90,674                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+820 | VÁLVULADE PURGA 03 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,44                          | 98,585                         | 93,144                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+840 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,8                           | 96,854                         | 91,057                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+860 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 6,15                          | 97,819                         | 91,668                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 1+880 | PUENTE L=75 m      | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 6,59                          | 98,379                         | 91,791                         | 4                              | 15          | FG      |
| 1+900 | PUENTE L=75 m      | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 7,03                          | 98,989                         | 91,964                         | 4                              | 15          | FG      |
| 1+920 | PUENTE L=75 m      | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 7,46                          | 99,654                         | 92,191                         | 4                              | 15          | FG      |
| 1+940 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 7,91                          | 96,385                         | 88,480                         | 4                              | 15          | FG      |
| 1+960 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,22                          | 94,173                         | 85,957                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 1+980 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,53                          | 93,222                         | 84,696                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+000 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,83                          | 92,577                         | 83,742                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+020 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,14                          | 91,934                         | 82,790                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+040 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,45                          | 91,330                         | 81,877                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+060 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,79                          | 82,146                         | 72,352                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+080 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,13                         | 73,019                         | 62,886                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+100 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,42                         | 64,579                         | 54,157                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+120 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,71                         | 57,131                         | 46,426                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+140 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,99                         | 49,691                         | 38,702                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+160 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,24                         | 43,272                         | 32,035                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+180 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,48                         | 37,904                         | 26,422                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+200 | VÁLVULADE AIRE 03  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,72                         | 37,209                         | 25,490                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+220 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 11,96                         | 38,545                         | 26,588                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+240 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,19                         | 39,817                         | 27,623                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+260 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,43                         | 41,458                         | 29,026                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+280 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,67                         | 44,038                         | 31,368                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+300 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 12,91                         | 47,787                         | 34,876                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+320 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 13,19                         | 53,398                         | 40,211                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+340 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 13,47                         | 59,538                         | 46,073                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+360 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 13,74                         | 66,025                         | 52,281                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+380 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,07                         | 72,732                         | 58,662                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+400 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,4                          | 80,886                         | 66,482                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+420 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 14,74                         | 90,013                         | 75,269                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+440 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,14                         | 99,832                         | 84,693                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 2+460 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,53                         | 109,138                        | 93,609                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 2+480 | V.R.P. 02          | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 15,92                         | 118,502                        | 102,582                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 2+500 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,26                          | 24,019                         | 23,759                         | 4                              | 6           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 2+520 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,52                          | 32,833                         | 32,314                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+540 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,78                          | 41,600                         | 40,823                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 2+560 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,06                          | 48,515                         | 47,457                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+580 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,33                          | 52,719                         | 51,389                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+600 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,6                           | 57,412                         | 55,809                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+620 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,88                          | 62,142                         | 60,266                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+640 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,15                          | 66,100                         | 63,954                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+660 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,42                          | 69,552                         | 67,136                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+680 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,68                          | 71,728                         | 69,045                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+700 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,95                          | 71,504                         | 68,555                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+720 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,21                          | 71,125                         | 67,910                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+740 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,48                          | 70,624                         | 67,144                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+760 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,75                          | 71,038                         | 67,292                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+780 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,01                          | 71,688                         | 67,676                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 2+800 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,32                          | 73,177                         | 68,855                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+820 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,63                          | 75,410                         | 70,777                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+840 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 4,95                          | 78,798                         | 73,852                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+860 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,26                          | 81,312                         | 76,054                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+880 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,57                          | 84,126                         | 78,556                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+900 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 5,89                          | 88,095                         | 82,210                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+920 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,2                           | 91,701                         | 85,502                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+940 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,51                          | 92,826                         | 86,317                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+960 | VÁLVULADE PURGA 04 | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,82                          | 94,036                         | 87,218                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 2+980 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,13                          | 92,854                         | 85,726                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+000 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,44                          | 90,960                         | 83,522                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+020 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 7,75                          | 88,292                         | 80,542                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+040 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,06                          | 84,915                         | 76,851                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+060 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,38                          | 81,366                         | 72,988                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+080 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 8,69                          | 77,773                         | 69,081                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+100 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,01                          | 74,072                         | 65,066                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+120 | VÁLVULADE AIRE 04  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,27                          | 70,916                         | 61,641                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+140 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,54                          | 71,467                         | 61,926                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+160 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 9,85                          | 74,133                         | 64,281                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+180 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,16                         | 75,780                         | 65,617                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+200 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,47                         | 77,460                         | 66,987                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+220 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 10,78                         | 79,038                         | 68,255                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+240 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,09                         | 80,886                         | 69,793                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+260 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,4                          | 83,244                         | 71,840                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+280 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 11,72                         | 86,531                         | 74,813                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+300 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 12,03                         | 90,584                         | 78,551                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+320 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 12,4                          | 97,007                         | 84,602                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+340 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 12,79                         | 105,263                        | 92,475                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+360 | V.R.P. 03          | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 13,18                         | 115,077                        | 101,894                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+380 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,27                          | 25,767                         | 25,498                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+400 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,53                          | 35,087                         | 34,557                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+420 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,79                          | 43,198                         | 42,412                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+440 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,08                          | 52,068                         | 50,992                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+460 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,37                          | 61,885                         | 60,513                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+480 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,66                          | 69,613                         | 67,956                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+500 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 1,99                          | 77,342                         | 75,354                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+520 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,33                          | 86,230                         | 83,903                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+540 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,66                          | 94,668                         | 92,006                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 3+560 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,04                          | 101,917                        | 98,878                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+580 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,42                          | 109,144                        | 105,728                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+600 | V.R.P. 04          | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,79                          | 116,212                        | 112,421                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 3+620 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,25                          | 22,060                         | 21,809                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+640 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,5                           | 28,937                         | 28,435                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+660 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,75                          | 35,793                         | 35,041                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+680 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1                             | 42,606                         | 41,604                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 3+700 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,28                          | 48,691                         | 47,411                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+720 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,56                          | 54,325                         | 52,769                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+740 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,83                          | 59,959                         | 58,127                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+760 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,11                          | 65,439                         | 63,332                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+780 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,37                          | 66,433                         | 64,060                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+800 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,64                          | 67,362                         | 64,723                         | 4                              | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN        | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Pig) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|--------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 3+820 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,91                          | 68,054                         | 65,149                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+840 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,17                          | 68,527                         | 65,356                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+860 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,44                          | 69,821                         | 66,384                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+880 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,7                           | 70,780                         | 67,077                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+900 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 3,97                          | 71,735                         | 67,766                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+920 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,23                          | 72,659                         | 68,424                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+940 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,5                           | 73,308                         | 68,807                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+960 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 4,77                          | 71,853                         | 67,086                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 3+980 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,03                          | 72,417                         | 67,384                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+000 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,3                           | 73,162                         | 67,863                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+020 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,56                          | 73,914                         | 68,349                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+040 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 5,83                          | 74,666                         | 68,836                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+060 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,1                           | 75,189                         | 69,093                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+080 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,36                          | 75,673                         | 69,311                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+100 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,63                          | 76,157                         | 69,529                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+120 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 6,89                          | 77,641                         | 70,747                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+140 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,16                          | 81,629                         | 74,464                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+160 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,44                          | 85,751                         | 78,315                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+180 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,7                           | 87,746                         | 80,043                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+200 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,97                          | 91,091                         | 83,118                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+220 | V.R.P. 05          | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,25                          | 95,776                         | 87,531                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+240 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,24                          | 18,275                         | 18,035                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+260 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,48                          | 23,406                         | 22,922                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+280 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,73                          | 29,027                         | 28,297                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+300 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,97                          | 33,666                         | 32,692                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+320 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,22                          | 38,250                         | 37,034                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+340 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,46                          | 43,354                         | 41,893                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+360 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,74                          | 50,671                         | 48,927                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+380 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 2,03                          | 57,943                         | 55,917                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+400 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,36                          | 65,216                         | 62,861                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+420 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,69                          | 72,652                         | 69,967                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+440 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,02                          | 80,771                         | 77,752                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+460 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,35                          | 89,152                         | 85,798                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+480 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,74                          | 97,597                         | 93,859                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+500 | V.R.P. 06          | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,12                          | 106,133                        | 102,010                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+520 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,26                          | 23,538                         | 23,281                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+540 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,52                          | 32,915                         | 32,396                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+560 | Línea de aducción  | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,79                          | 43,386                         | 42,600                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 4+580 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,09                          | 53,794                         | 52,708                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+600 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,39                          | 65,247                         | 63,855                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+620 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,69                          | 75,810                         | 74,118                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+640 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,03                          | 85,339                         | 83,304                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+660 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,37                          | 93,133                         | 90,767                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+680 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,69                          | 98,826                         | 96,138                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+700 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,06                          | 104,519                        | 101,463                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+720 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,42                          | 110,213                        | 106,789                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+740 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,79                          | 116,086                        | 112,292                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+760 | VÁLVULADE PURGA 05 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,15                          | 118,121                        | 113,971                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+780 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,5                           | 117,185                        | 112,681                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+800 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,86                          | 116,249                        | 111,390                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+820 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,22                          | 113,329                        | 108,112                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+840 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,59                          | 107,675                        | 102,090                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+860 | Línea de aducción  | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,95                          | 102,020                        | 96,067                         | 4                              | 15          | PVC     |
| 4+880 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,28                          | 95,533                         | 89,255                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+900 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,6                           | 88,747                         | 82,143                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+920 | Línea de aducción  | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,94                          | 80,205                         | 73,264                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 4+940 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,23                          | 72,143                         | 64,916                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+960 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,51                          | 64,571                         | 57,060                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 4+980 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,8                           | 56,980                         | 49,185                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+000 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,08                          | 49,917                         | 41,840                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+020 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,35                          | 47,040                         | 38,695                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+040 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,61                          | 44,164                         | 35,550                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+060 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,88                          | 41,287                         | 32,405                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+080 | Línea de aducción  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,15                          | 38,411                         | 29,260                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+100 | VÁLVULADE AIRE 05  | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,42                          | 35,310                         | 25,891                         | 4                              | 9           | PVC     |

| PROG. | DESCRIPCIÓN         | LONG.<br>(m) | DIÁMETRO<br>INTERNO Ø<br>(mm) | CAUDAL<br>Q (l/s) | VELOCIDAD<br>V (m/s) | PÉRDIDA<br>DE CARGA<br>hf (m) | PRESIÓN<br>ESTÁTICA<br>(m.c.a) | PRESIÓN<br>DINÁMICA<br>(m.c.a) | DIÁMETRO<br>NOMINAL Ø<br>(Plg) | PN<br>(Bar) | TUBERÍA |
|-------|---------------------|--------------|-------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|
| 5+120 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,69                          | 39,869                         | 30,177                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+140 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 9,98                          | 47,888                         | 37,910                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+160 | V.R.P. 07           | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 10,26                         | 55,906                         | 45,642                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+180 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,26                          | 23,019                         | 22,764                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+200 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,51                          | 31,037                         | 30,527                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+220 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 0,77                          | 39,056                         | 38,291                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+240 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 1,02                          | 47,074                         | 46,053                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+260 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,31                          | 55,092                         | 53,785                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+280 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,59                          | 63,216                         | 61,623                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+300 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 1,88                          | 71,380                         | 69,500                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+320 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,21                          | 79,040                         | 76,829                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+340 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,54                          | 85,610                         | 83,073                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+360 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 2,86                          | 92,302                         | 89,439                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+380 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 3,19                          | 98,994                         | 95,805                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+400 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,56                          | 105,686                        | 102,124                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+420 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 3,94                          | 112,379                        | 108,443                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+440 | VÁLVULA DE PURGA 06 | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,31                          | 119,071                        | 114,762                        | 4                              | 15          | PVC     |
| 5+460 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 4,75                          | 118,373                        | 113,627                        | 4                              | 15          | FG      |
| 5+480 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,18                          | 117,723                        | 112,539                        | 4                              | 15          | FG      |
| 5+500 | PUENTE L=75 m       | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 5,62                          | 117,131                        | 111,510                        | 4                              | 15          | FG      |
| 5+520 | Línea de aducción   | 20           | 98,60                         | 10                | 1,31                 | 6,12                          | 105,967                        | 99,846                         | 4                              | 15          | FG      |
| 5+540 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,46                          | 96,440                         | 89,977                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+560 | Línea de aducción   | 20           | 101,40                        | 10                | 1,24                 | 6,83                          | 83,948                         | 77,120                         | 4                              | 12          | PVC     |
| 5+580 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,12                          | 74,145                         | 67,021                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+600 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,42                          | 64,727                         | 57,310                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+620 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 7,71                          | 55,025                         | 47,312                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+640 | Línea de aducción   | 20           | 104,60                        | 10                | 1,16                 | 8,01                          | 45,249                         | 37,241                         | 4                              | 9           | PVC     |
| 5+660 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,27                          | 35,473                         | 27,201                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+680 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,52                          | 28,189                         | 19,665                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+700 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 8,76                          | 27,320                         | 18,559                         | 4                              | 6           | PVC     |
| 5+720 | Línea de aducción   | 20           | 107,10                        | 10                | 1,11                 | 9                             | 27,710                         | 18,712                         | 4                              | 6           | PVC     |

## Diseño de la válvula reductora de presión

Del diseño hidráulico de la aducción se escogió la estación más crítica en este caso es la estacion numero 2

### DATOS

$P_1 = 11,85 \text{ bar} \approx 171,99 \text{ p.s.i.}$  Presión a la entrada de la válvula

$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.}$  Presión a la salida de la válvula (reducida)

$V_{\max} = 5,00 \text{ m/s} \approx 16,40 \text{ fps}$  Velocidad del agua a través de la válvula del fabricante

$Q_{\max} = 10,00 \text{ l/s} \approx 158,52 \text{ GPM}$  Caudal máximo (redes de distribución caudal máximo diario)

### Cálculo del diámetro

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{Q_{\max}}{V_{\max}}} * 0,64 \quad 1,990$$

Diámetro adoptado  $2 \frac{1}{2} \text{ plg}$

### **Cálculo de las presiones de salida de cada válvula**

Cuando la presión en las líneas de alimentación supere los 8 kg/cm<sup>2</sup> en cada derivación deberá instalarse un tren de dos válvulas reductoras de presión con rango de 3 a 1 ó más.

$$P_{salida} = \frac{P_{entrada}}{3}$$

$$P_1 = 11,85 \text{ bar} \approx 171,99 \text{ p.s.i.}$$

$$P_{12} = 3,95 \text{ bar} \approx 57,33 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de primera válvula}$$

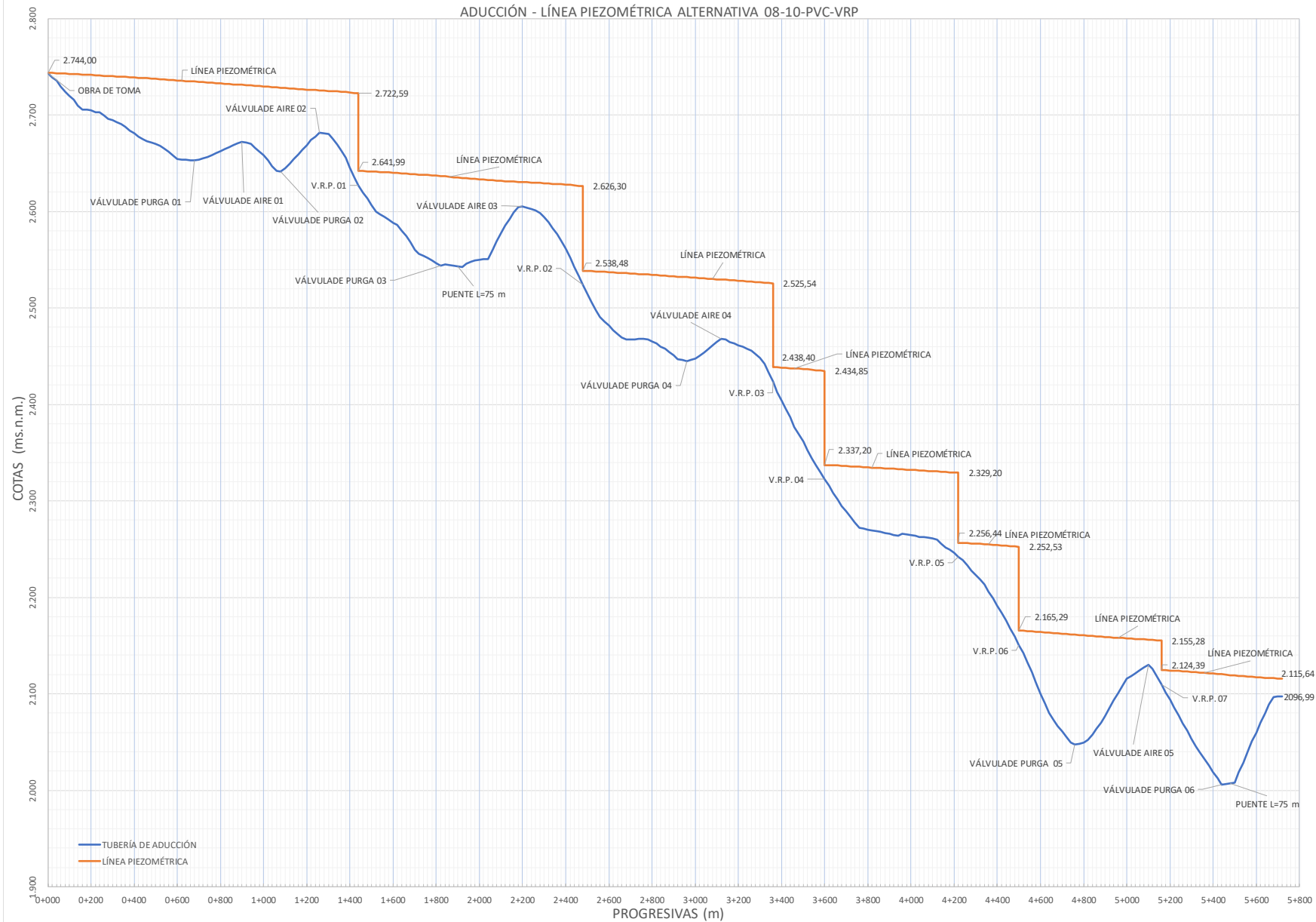
$$P_2 = 1,50 \text{ bar} \approx 21,77 \text{ p.s.i.} \quad \text{Presión de salida de segunda válvula}$$

### **Verificación de la cavitación**

Del gráfico de cavitación figura 14 nos indica que las valvulas presentan una cavitación moderada.

Debido a que estos datos corresponden la estación más crítica y en vista a que presentan una cavitación moderada, ya que se consideran filtros se adoptará para la aducción dos válvulas reductoras de presión con un diámetro de 2 1/2 plg y presiones de salida de 57,33 p.s.i y 21,77 p.s.i.

ADUCCIÓN - LÍNEA PIEZOMÉTRICA ALTERNATIVA 08-10-PVC-VRP



### 3.5. PRESUPUESTO GENERAL

Se realizó un presupuesto de acuerdo a los cálculos métricos que se presentan en anexos de los ítems considerados con mayores variaciones en cantidades y por ello en precio, para poder realizar un análisis que me permitirá ver la diferencia económica entre alternativas.

#### 3.5.1. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis de precio unitario detallado se presenta en los Anexos, la tabla siguiente solo presenta un resumen de los precios unitarios de los ítems considerados para realizar el análisis técnico económico de las tuberías, estaciones reductoras de presión y obras complementarias.

Tabla 30. Resumen de precios unitarios

| Nº | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario | Parcial (Bs) |
|----|---|------|----------|----------|--------------|
| >  | <b>M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>                                  |      |          |          |              |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                        | m³   | 1,00     | 74,02    | 74,02        |
| 2  | Cama de tierra cernida  | m³   | 1,00     | 60,25    | 60,25        |
| 3  | Relleno y compactado con tierra común cernida                   | m³   | 1,00     | 82,00    | 82,00        |
| 4  | Relleno y compactado con tierra común                           | m³   | 1,00     | 69,76    | 69,76        |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 2 1/2" clase 9 junta elástica | m    | 1,00     | 40,66    | 40,66        |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" clase 12 junta elástica | m    | 1,00     | 49,02    | 49,02        |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" Clase 15 junta elástica | m    | 1,00     | 58,58    | 58,58        |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 3" clase 6 junta elástica     | m    | 1,00     | 49,51    | 49,51        |
| 9  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 3" clase 9 junta elástica     | m    | 1,00     | 56,68    | 56,68        |
| 10 | Prov. y tendido de tubería PVC D=3" clase 12 junta elástica     | m    | 1,00     | 73,91    | 73,91        |
| 11 | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 6 junta elástica     | m    | 1,00     | 70,21    | 70,21        |
| 12 | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 9 junta elástica     | m    | 1,00     | 85,15    | 85,15        |
| 13 | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" clase 12 junta elástica     | m    | 1,00     | 108,45   | 108,45       |
| 14 | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" Clase 15 junta elástica     | m    | 1,00     | 126,97   | 126,97       |
| 15 | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN8)                | m    | 1,00     | 26,49    | 26,49        |
| 16 | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN10)               | m    | 1,00     | 32,19    | 32,19        |
| 17 | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN12,5)             | m    | 1,00     | 39,22    | 39,22        |
| 18 | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN16)               | m    | 1,00     | 47,78    | 47,78        |
| 19 | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20)               | m    | 1,00     | 55,53    | 55,53        |
| 20 | Provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN8)                    | m    | 1,00     | 39,94    | 39,94        |
| 21 | Provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN10)                   | m    | 1,00     | 47,12    | 47,12        |
| 22 | Provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN12,5)                 | m    | 1,00     | 57,80    | 57,80        |
| 23 | Provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN16)                   | m    | 1,00     | 67,32    | 67,32        |
| 24 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN8)                    | m    | 1,00     | 62,00    | 62,00        |
| 25 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN10)                   | m    | 1,00     | 73,33    | 73,33        |
| 26 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN12,5)                 | m    | 1,00     | 88,13    | 88,13        |
| 27 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN16)                   | m    | 1,00     | 104,30   | 104,30       |
| 28 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN20)                   | m    | 1,00     | 139,93   | 139,93       |

| Nº | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs) |
|----|---|------|----------|-----------|--------------|
| >  | <b>M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b>                           |      |          |           |              |
| 29 | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 1,00     | 74,02     | 74,02        |
| 30 | Hormigón pobre de limpieza  | m³   | 1,00     | 890,65    | 890,65       |
| 31 | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 1,00     | 1.166,16  | 1.166,16     |
| 32 | Hormigón armado   | m³   | 1,00     | 2.506,81  | 2.506,81     |
| 33 | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 1,00     | 920,36    | 920,36       |
| 34 | Revoque interior impermeable                                      | m²   | 1,00     | 138,63    | 138,63       |
| 35 | Revoque exterior  | m²   | 1,00     | 107,33    | 107,33       |
| 36 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2" PVC          | glb  | 1,00     | 8.843,38  | 8.843,38     |
| 37 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2-3" PVC        | glb  | 1,00     | 11.232,51 | 11.232,51    |
| 38 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 4" PVC              | glb  | 1,00     | 21.788,08 | 21.788,08    |
| 39 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2" PEAD         | glb  | 1,00     | 8.937,80  | 8.937,80     |
| 40 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2-3" PEAD       | glb  | 1,00     | 11.375,07 | 11.375,07    |
| 41 | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 4" PEAD             | glb  | 1,00     | 22.088,99 | 22.088,99    |
| 42 | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 4" PVC       | glb  | 1,00     | 54.559,23 | 54.559,23    |
| 43 | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 4" PEAD      | glb  | 1,00     | 55.146,08 | 55.146,08    |
| 44 | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 2 1/2" PVC   | glb  | 1,00     | 34.174,11 | 34.174,11    |
| 45 | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 2 1/2" PEAD  | glb  | 1,00     | 34.268,53 | 34.268,53    |
|    | <b>M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>                                |      |          |           |              |
| 46 | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 1,00     | 74,02     | 74,02        |
| 47 | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 1,00     | 1.166,16  | 1.166,16     |
| 48 | Prov. y tendido de tubería FG 2 1/2"                              | m    | 1,00     | 206,98    | 206,98       |
| 49 | Prov. y tendido de tubería FG 3"                                  | m    | 1,00     | 279,85    | 279,85       |
| 50 | Prov. y tendido de tubería FG 4"                                  | m    | 1,00     | 357,74    | 357,74       |
| 51 | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) FG (2"-4")   | pza  | 1,00     | 23.515,75 | 23.515,75    |
| 52 | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) PEAD (2"-4") | pza  | 1,00     | 34.145,06 | 34.145,06    |
| 53 | provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN12,5) para puente   | m    | 1,00     | 46,99     | 46,99        |
| 54 | provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20) para puente     | m    | 1,00     | 63,16     | 63,16        |
| 55 | provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN10) para puente         | m    | 1,00     | 56,69     | 56,69        |
| 56 | provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN10) para puente         | m    | 1,00     | 84,62     | 84,62        |
| 57 | provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN12,5) para puente       | m    | 1,00     | 99,42     | 99,42        |
| 58 | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN20) para puente         | m    | 1,00     | 149,82    | 149,82       |
| 59 | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 1,00     | 920,36    | 920,36       |
| 60 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PVC             | pza  | 1,00     | 1.629,44  | 1.629,44     |
| 61 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=3" PVC                 | pza  | 1,00     | 1.925,85  | 1.925,85     |
| 62 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PVC                 | pza  | 1,00     | 2.519,21  | 2.519,21     |
| 63 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PEAD            | pza  | 1,00     | 1.476,84  | 1.476,84     |
| 64 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=3" PEAD                | pza  | 1,00     | 1.701,45  | 1.701,45     |
| 65 | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PEAD                | pza  | 1,00     | 2.297,33  | 2.297,33     |
| 66 | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 2 1/2"                      | pza  | 1,00     | 778,06    | 778,06       |
| 67 | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 4"                          | pza  | 1,00     | 806,05    | 806,05       |



Tabla 31. Presupuesto general alternativa 01-5-PEAD-CRP

| Nº   | Descripción   | Und.           | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|----------------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |                |          |           | <b>285.672,20</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                          | m <sup>3</sup> | 668,40   | 74,02     | 49.474,97         |
| 2  | Relleno y compactado con tierra común                             | m <sup>3</sup> | 668,40   | 69,76     | 46.627,58         |
| 3  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN8)                      | m              | 2.660,00 | 26,49     | 70.463,40         |
| 4  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN10)                     | m              | 680,00   | 32,19     | 21.889,20         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN12,5)                   | m              | 840,00   | 39,22     | 32.944,80         |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN16)                     | m              | 520,00   | 47,78     | 24.845,60         |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20)                     | m              | 65,00    | 55,53     | 3.609,45          |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PEAD 3" (PN8)                          | m              | 440,00   | 39,94     | 17.573,60         |
| 9  | Prov. y tendido de tubería PEAD 3" (PN10)                         | m              | 285,00   | 47,12     | 13.429,20         |
| 10   | Prov. y tendido de tubería PEAD 3" (PN12,5)                       | m              | 60,00    | 57,80     | 3.468,00          |
| 11   | Prov. y tendido de tubería PEAD 3" (PN16)                         | m              | 20,00    | 67,32     | 1.346,40          |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |                |          |           | <b>151.522,71</b> |
| 12   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m <sup>3</sup> | 62,09    | 74,02     | 4.595,62          |
| 13   | Hormigón pobre de limpieza  | m <sup>3</sup> | 1,13     | 890,65    | 1.010,33          |
| 14   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m <sup>3</sup> | 7,42     | 1.166,16  | 8.649,99          |
| 15   | Hormigón armado   | m <sup>3</sup> | 18,81    | 2.506,81  | 47.153,10         |
| 16   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m <sup>2</sup> | 17,25    | 920,36    | 15.876,21         |
| 17   | Revoque interior impermeable                                      | m <sup>2</sup> | 76,60    | 138,63    | 10.619,06         |
| 18   | Revoque exterior  | m <sup>2</sup> | 130,95   | 107,33    | 14.054,86         |
| 19   | Prov. y inst. accesorios camara rompe presión 2 1/2" PEAD         | glb            | 3,00     | 8.937,80  | 26.813,40         |
| 20   | Prov. y inst. accesorios camara rompe presión 2 1/2-3" PEAD       | glb            | 2,00     | 11.375,07 | 22.750,14         |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |                |          |           | <b>125.067,82</b> |
| 21   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m <sup>3</sup> | 24,38    | 74,02     | 1.804,31          |
| 22   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m <sup>3</sup> | 19,62    | 1.166,16  | 22.884,72         |
| 23   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) PEAD (2"-4") | pza            | 2,00     | 34.145,06 | 68.290,12         |
| 24   | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20) para puente     | m              | 75,00    | 63,16     | 4.737,00          |
| 25   | Provisión y tendido de tubería PEAD 3" (PN10) para puente         | m              | 75,00    | 56,69     | 4.251,75          |
| 26   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m <sup>2</sup> | 11,00    | 920,36    | 10.123,96         |
| 27   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PEAD            | pza            | 5,00     | 1.476,84  | 7.384,20          |
| 28   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=3" PEAD                | pza            | 1,00     | 1.701,45  | 1.701,45          |
| 29   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 2 1/2"                      | pza            | 5,00     | 778,06    | 3.890,30          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |                |          |           | <b>562.262,73</b> |

Tabla 32. Presupuesto general alternativa 02-5-PEAD-VRP

| Nº   | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |      |          |           | <b>284.829,70</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                          | m³   | 668,40   | 74,02     | 49.474,97         |
| 2  | Relleno y compactado con tierra común                             | m³   | 668,40   | 69,76     | 46.627,58         |
| 3  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN8)                      | m    | 2.560,00 | 26,49     | 67.814,40         |
| 4  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN10)                     | m    | 980,00   | 32,19     | 31.546,20         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN12,5)                   | m    | 985,00   | 39,22     | 38.631,70         |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN16)                     | m    | 740,00   | 47,78     | 35.357,20         |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20)                     | m    | 205,00   | 55,53     | 11.383,65         |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PEAD 3" (PN8)                          | m    | 100,00   | 39,94     | 3.994,00          |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |      |          |           | <b>182.624,08</b> |
| 10   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 11,40    | 74,02     | 843,83            |
| 11   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 6,60     | 1.166,16  | 7.696,66          |
| 12   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 1,70     | 920,36    | 1.564,61          |
| 13   | Revoque exterior  | m²   | 10,96    | 107,33    | 1.176,34          |
| 14   | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 2 1/2" PEAD  | glb  | 5,00     | 34.268,53 | 171.342,65        |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |      |          |           | <b>124.115,71</b> |
| 15   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 24,38    | 74,02     | 1.804,31          |
| 16   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 19,62    | 1.166,16  | 22.884,72         |
| 17   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) PEAD (2"-4") | pza  | 2,00     | 34.145,06 | 68.290,12         |
| 18   | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN12,5) para puente   | m    | 75,00    | 46,99     | 3.524,25          |
| 19   | Provisión y tendido de tubería PEAD 2 1/2" (PN20) para puente     | m    | 75,00    | 63,16     | 4.737,00          |
| 20   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 11,00    | 920,36    | 10.123,96         |
| 21   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PEAD            | pza  | 6,00     | 1.476,84  | 8.861,04          |
| 22   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 2 1/2"                      | pza  | 5,00     | 778,06    | 3.890,30          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |      |          |           | <b>591.569,49</b> |

Tabla 33. Presupuesto general alternativa 03-5-PVC-CRP

| Nº   | Descripción   | Und.           | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|----------------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |                |          |           | <b>516.464,32</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                        | m <sup>3</sup> | 1.782,40 | 74,02     | 131.933,25        |
| 2  | Cama de tierra cernida  | m <sup>3</sup> | 222,80   | 60,25     | 13.423,70         |
| 3  | Relleno y compactado con tierra común cernida                   | m <sup>3</sup> | 557,00   | 82,00     | 45.674,00         |
| 4  | Relleno y compactado con tierra común                           | m <sup>3</sup> | 1.002,60 | 69,76     | 69.941,38         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 2 1/2" clase 9 junta elástica | m              | 3.160,00 | 40,66     | 128.485,60        |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" clase 12 junta elástica | m              | 1.405,00 | 49,02     | 68.873,10         |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" Clase 15 junta elástica | m              | 645,00   | 58,58     | 37.784,10         |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 3" clase 6 junta elástica     | m              | 200,00   | 49,51     | 9.902,00          |
| 9  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 3" clase 9 junta elástica     | m              | 80,00    | 56,68     | 4.534,40          |
| 10   | Prov. y tendido de tubería PVC D=3" clase 12 junta elástica     | m              | 80,00    | 73,91     | 5.912,80          |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |                |          |           | <b>177.770,34</b> |
| 11   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m <sup>3</sup> | 74,50    | 74,02     | 5.514,75          |
| 12   | Hormigón pobre de limpieza                                      | m <sup>3</sup> | 1,36     | 890,65    | 1.212,40          |
| 13   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m <sup>3</sup> | 8,90     | 1.166,16  | 10.379,99         |
| 14   | Hormigón armado   | m <sup>3</sup> | 22,56    | 2.506,81  | 56.553,63         |
| 15   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m <sup>2</sup> | 20,70    | 920,36    | 19.051,45         |
| 16   | Revoque interior impermeable                                    | m <sup>2</sup> | 91,92    | 138,63    | 12.742,87         |
| 17   | Revoque exterior  | m <sup>2</sup> | 157,14   | 107,33    | 16.865,84         |
| 18   | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2" PVC        | glb            | 5,00     | 8.843,38  | 44.216,90         |
| 19   | Prov. y inst. accesorios cámara rompe presión 2 1/2-3" PVC      | glb            | 1,00     | 11.232,51 | 11.232,51         |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |                |          |           | <b>128.962,62</b> |
| 20   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m <sup>3</sup> | 29,13    | 74,02     | 2.156,05          |
| 21   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m <sup>3</sup> | 21,38    | 1.166,16  | 24.937,17         |
| 22   | Prov. y tendido de tubería FG 2 1/2"                            | m              | 150,00   | 206,98    | 31.047,00         |
| 23   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) FG (2"-4") | pza            | 2,00     | 23.515,75 | 47.031,50         |
| 24   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m <sup>2</sup> | 11,00    | 920,36    | 10.123,96         |
| 25   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PVC           | pza            | 6,00     | 1.629,44  | 9.776,64          |
| 26   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 2 1/2"                    | pza            | 5,00     | 778,06    | 3.890,30          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |                |          |           | <b>823.197,28</b> |

Tabla 34. Presupuesto general alternativa 04-5-PVC-VRP

| Nº   | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |      |          |           | <b>518.539,72</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                        | m³   | 1.782,40 | 74,02     | 131.933,25        |
| 2  | Cama de tierra cernida  | m³   | 222,80   | 60,25     | 13.423,70         |
| 3  | Relleno y compactado con tierra común cernida                   | m³   | 557,00   | 82,00     | 45.674,00         |
| 4  | Relleno y compactado con tierra común                           | m³   | 1.002,60 | 69,76     | 69.941,38         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 2 1/2" clase 9 junta elástica | m    | 2.640,00 | 40,66     | 107.342,40        |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" clase 12 junta elástica | m    | 2.240,00 | 49,02     | 109.804,80        |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PVC D=2 1/2" Clase 15 junta elástica | m    | 690,00   | 58,58     | 40.420,20         |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |      |          |           | <b>270.362,09</b> |
| 8  | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m³   | 15,96    | 74,02     | 1.181,36          |
| 9  | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m³   | 9,24     | 1.166,16  | 10.775,32         |
| 10   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m²   | 11,90    | 920,36    | 10.952,28         |
| 11   | Revoque exterior  | m²   | 76,72    | 107,33    | 8.234,36          |
| 12   | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 2 1/2" PVC | glb  | 7,00     | 34.174,11 | 239.218,77        |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |      |          |           | <b>128.962,62</b> |
| 13   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m³   | 29,13    | 74,02     | 2.156,05          |
| 14   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m³   | 21,38    | 1.166,16  | 24.937,17         |
| 15   | Prov. y tendido de tubería FG 2 1/2"                            | m    | 150,00   | 206,98    | 31.047,00         |
| 16   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) FG (2"-4") | pza  | 2,00     | 23.515,75 | 47.031,50         |
| 17   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m²   | 11,00    | 920,36    | 10.123,96         |
| 18   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=2 1/2" PVC           | pza  | 6,00     | 1.629,44  | 9.776,64          |
| 19   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 2 1/2"                    | pza  | 5,00     | 778,06    | 3.890,30          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |      |          |           | <b>917.864,43</b> |

Tabla 35. Presupuesto general alternativa 05-10-PEAD-CRP

| Nº   | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |      |          |           | <b>504.027,05</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                          | m³   | 668,40   | 74,02     | 49.474,97         |
| 2  | Relleno y compactado con tierra común                             | m³   | 668,40   | 69,76     | 46.627,58         |
| 3  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN8)                          | m    | 3.080,00 | 62,00     | 190.960,00        |
| 4  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN10)                         | m    | 985,00   | 73,33     | 72.230,05         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN12,5)                       | m    | 900,00   | 88,13     | 79.317,00         |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN16)                         | m    | 540,00   | 104,30    | 56.322,00         |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN20)                         | m    | 65,00    | 139,93    | 9.095,45          |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |      |          |           | <b>261.321,33</b> |
| 8  | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 86,18    | 74,02     | 6.378,67          |
| 9  | Hormigón pobre de limpieza  | m³   | 1,49     | 890,65    | 1.324,29          |
| 10   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 10,48    | 1.166,16  | 12.218,44         |
| 11   | Hormigón armado   | m³   | 28,94    | 2.506,81  | 72.547,08         |
| 12   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 21,95    | 920,36    | 20.201,90         |
| 13   | Revoque interior impermeable                                      | m²   | 126,25   | 138,63    | 17.502,04         |
| 14   | Revoque exterior  | m²   | 192,90   | 107,33    | 20.703,96         |
| 15   | Prov. y inst. accesorios camara rompe presión 4" PEAD             | glb  | 5,00     | 22.088,99 | 110.444,95        |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |      |          |           | <b>152.694,78</b> |
| 16   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m³   | 38,24    | 74,02     | 2.830,23          |
| 17   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m³   | 24,93    | 1.166,16  | 29.067,70         |
| 18   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) PEAD (2"-4") | pza  | 2,00     | 34.145,06 | 68.290,12         |
| 19   | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN10) para puente         | m    | 75,00    | 84,62     | 6.346,50          |
| 20   | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN20) para puente         | m    | 75,00    | 149,82    | 11.236,50         |
| 21   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m²   | 18,59    | 920,36    | 17.109,49         |
| 22   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PEAD                | pza  | 6,00     | 2.297,33  | 13.783,98         |
| 23   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 4"                          | pza  | 5,00     | 806,05    | 4.030,25          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |      |          |           | <b>918.043,16</b> |

Tabla 36. Presupuesto general alternativa 06-10-PEAD-VRP

| Nº   | Descripción   | Und.           | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)      |
|--|---|----------------|----------|-----------|-------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |                |          |           | <b>525.561,65</b> |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                          | m <sup>3</sup> | 668,40   | 74,02     | 49.474,97         |
| 2  | Relleno y compactado con tierra común                             | m <sup>3</sup> | 668,40   | 69,76     | 46.627,58         |
| 3  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN8)                          | m              | 2.660,00 | 62,00     | 164.920,00        |
| 4  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN10)                         | m              | 980,00   | 73,33     | 71.863,40         |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN12,5)                       | m              | 985,00   | 88,13     | 86.808,05         |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN16)                         | m              | 740,00   | 104,30    | 77.182,00         |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PEAD 4" (PN20)                         | m              | 205,00   | 139,93    | 28.685,65         |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |                |          |           | <b>303.275,03</b> |
| 8  | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m <sup>3</sup> | 15,18    | 74,02     | 1.123,62          |
| 9  | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m <sup>3</sup> | 8,34     | 1.166,16  | 9.725,77          |
| 10   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m <sup>2</sup> | 10,00    | 920,36    | 9.203,60          |
| 11   | Revoque exterior  | m <sup>2</sup> | 69,80    | 107,33    | 7.491,63          |
| 12   | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 4" PEAD      | glb            | 5,00     | 55.146,08 | 275.730,40        |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |                |          |           | <b>153.804,78</b> |
| 13   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                                | m <sup>3</sup> | 38,24    | 74,02     | 2.830,23          |
| 14   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                       | m <sup>3</sup> | 24,93    | 1.166,16  | 29.067,70         |
| 15   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) PEAD (2"-4") | pza            | 2,00     | 34.145,06 | 68.290,12         |
| 16   | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN12,5) para puente       | m              | 75,00    | 99,42     | 7.456,50          |
| 17   | Provisión y tendido de tubería PEAD 4" (PN20) para puente         | m              | 75,00    | 149,82    | 11.236,50         |
| 18   | Provisión y colocado de tapa metálica                             | m <sup>2</sup> | 18,59    | 920,36    | 17.109,49         |
| 19   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PEAD                | pza            | 6,00     | 2.297,33  | 13.783,98         |
| 20   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 4"                          | pza            | 5,00     | 806,05    | 4.030,25          |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |                |          |           | <b>982.641,46</b> |

Tabla 37. Presupuesto general alternativa 07-10-PVC-CRP

| Nº   | Descripción  | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)        |
|--|--|------|----------|-----------|---------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |  |      |          |           | <b>784.631,65</b>   |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                         | m³   | 1.893,80 | 74,02     | 140.179,08          |
| 2  | Cama de tierra cernida   | m³   | 222,80   | 60,25     | 13.423,70           |
| 3  | Relleno y compactado con tierra común cernida                    | m³   | 668,40   | 82,00     | 54.808,80           |
| 4  | Relleno y compactado con tierra común                            | m³   | 1.002,60 | 69,76     | 69.941,38           |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 6 junta elástica      | m    | 1.980,00 | 70,21     | 139.015,80          |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 9 junta elástica      | m    | 1.460,00 | 85,15     | 124.319,00          |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" clase 12 junta elástica      | m    | 1.485,00 | 108,45    | 161.048,25          |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" Clase 15 junta elástica      | m    | 645,00   | 126,97    | 81.895,65           |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |  |      |          |           | <b>312.558,25</b>   |
| 9  | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                               | m³   | 103,41   | 74,02     | 7.654,41            |
| 10   | Hormigón pobre de limpieza                                       | m³   | 1,78     | 890,65    | 1.589,14            |
| 11   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                      | m³   | 12,57    | 1.166,16  | 14.662,13           |
| 12   | Hormigón armado  | m³   | 34,73    | 2.506,81  | 87.061,51           |
| 13   | Provisión y colocado de tapa metálica                            | m²   | 27,18    | 920,36    | 25.015,38           |
| 14   | Revoque interior impermeable                                     | m²   | 151,50   | 138,63    | 21.002,45           |
| 15   | Revoque exterior   | m²   | 231,48   | 107,33    | 24.844,75           |
| 16   | Prov. y inst. accesorios camara rompe presión 4" PVC             | glb  | 6,00     | 21.788,08 | 130.728,48          |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |  |      |          |           | <b>172.638,65</b>   |
| 17   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                               | m³   | 44,42    | 74,02     | 3.288,23            |
| 18   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                      | m³   | 27,79    | 1.166,16  | 32.402,92           |
| 19   | Prov. y tendido de tubería FG 4"                                 | m    | 150,00   | 357,74    | 53.661,00           |
| 20   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) FG (2" -4") | pza  | 2,00     | 23.515,75 | 47.031,50           |
| 21   | Provisión y colocado de tapa metálica                            | m²   | 18,59    | 920,36    | 17.109,49           |
| 22   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PVC                | pza  | 6,00     | 2.519,21  | 15.115,26           |
| 23   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 4"                         | pza  | 5,00     | 806,05    | 4.030,25            |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |  |      |          |           | <b>1.269.828,55</b> |

Tabla 38. Presupuesto general alternativa 08-10-PVC-VRP

| Nº   | Descripción   | Und. | Cantidad | Unitario  | Parcial (Bs)        |
|--|---|------|----------|-----------|---------------------|
| <b>&gt; M01 - LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>          |   |      |          |           | <b>809.258,65</b>   |
| 1  | Excavación de zanja 0-2 m suelo semiduro                        | m³   | 1.893,80 | 74,02     | 140.179,08          |
| 2  | Cama de tierra cernida  | m³   | 222,80   | 60,25     | 13.423,70           |
| 3  | Relleno y compactado con tierra común cernida                   | m³   | 668,40   | 82,00     | 54.808,80           |
| 4  | Relleno y compactado con tierra común                           | m³   | 1.002,60 | 69,76     | 69.941,38           |
| 5  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 6 junta elástica     | m    | 1.080,00 | 70,21     | 75.826,80           |
| 6  | Prov. y tendido de tubería PVC D= 4" clase 9 junta elástica     | m    | 1.900,00 | 85,15     | 161.785,00          |
| 7  | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" clase 12 junta elástica     | m    | 1.920,00 | 108,45    | 208.224,00          |
| 8  | Prov. y tendido de tubería PVC D=4" Clase 15 junta elástica     | m    | 670,00   | 126,97    | 85.069,90           |
| <b>&gt; M02 - ESTACIÓN REDUCTORA PRESIÓN</b> |   |      |          |           | <b>420.477,09</b>   |
| 9  | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m³   | 21,25    | 74,02     | 1.573,07            |
| 10   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m³   | 11,68    | 1.166,16  | 13.616,08           |
| 11   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m²   | 14,00    | 920,36    | 12.885,04           |
| 12   | Revoque exterior  | m²   | 97,72    | 107,33    | 10.488,29           |
| 13   | Prov. y inst. accesorios cámara reductora de presión 4" PVC     | glb  | 7,00     | 54.559,23 | 381.914,61          |
| <b>&gt; M03 - OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>      |   |      |          |           | <b>172.638,65</b>   |
| 14   | Excavación de 0-2 m suelo semiduro                              | m³   | 44,42    | 74,02     | 3.288,23            |
| 15   | Hormigón ciclopeo muros (1:2:4- 50% piedra)                     | m³   | 27,79    | 1.166,16  | 32.402,92           |
| 16   | Prov. y tendido de tubería FG 4"                                | m    | 150,00   | 357,74    | 53.661,00           |
| 17   | Prov. y inst. accesorios puente colgante (l=75+/-2m) FG (2"-4") | pza  | 2,00     | 23.515,75 | 47.031,50           |
| 18   | Provisión y colocado de tapa metálica                           | m²   | 18,59    | 920,36    | 17.109,49           |
| 19   | Prov. y coloc. acces. cámara purga lodos d=4" PVC               | pza  | 6,00     | 2.519,21  | 15.115,26           |
| 20   | Prov. y coloc. acces. cámara ventosas 4"                        | pza  | 5,00     | 806,05    | 4.030,25            |
| <b>Total presupuesto:</b>                    |   |      |          |           | <b>1.402.374,40</b> |

### 3.5.2. RESUMEN DE PRESUPUESTOS ECONÓMICOS POR ALTERNATIVAS

Tabla 39. Resumen de costo por alternativa en moneda Nacional (bs) boliviano y (\$) Dólar Estadounidense (6,96 bs = 1 \$)

| ALTERNATIVA    | COSTO (bs)   | COSTO (\$) |
|----------------|--------------|------------|
| 01 5 PEAD CRP  | 562.262,73   | 80.784,88  |
| 02 5 PEAD VRP  | 591.569,49   | 84.995,62  |
| 03 5 PVC CRP   | 823.197,28   | 118.275,47 |
| 04 5 PVC VRP   | 917.864,43   | 131.877,07 |
| 05 10 PEAD CRP | 918.043,16   | 131.902,75 |
| 06 10 PEAD VRP | 982.641,46   | 141.184,12 |
| 07 10 PVC CRP  | 1.269.828,55 | 182.446,63 |
| 08 10 PVC VRP  | 1.402.374,40 | 201.490,57 |



## CAPÍTULO IV

### 4.1. ANÁLISIS TÉCNICO

Tabla 40. Comparación de las consideraciones técnicas de las tuberías

| <b>Términos De Comparación</b>   | <b>Tubería PVC</b>  | <b>Tubería PEAD</b>  | <b>Comentario</b>  |
|----------------------------------|---|--|--|
| <b>Presentación</b>              | Tramos de 6 m   | Tramos de 12 m en diámetros de 160 mm a 1000 mm, rollos de 50 m en diámetros de 90 mm a 110 mm y rollos de 100 m en diámetros de 20 mm a 75 mm | Los rollos son más ventajosos porque requiere menos espacios para su traslado y almacenamiento como también con ello se requiere menores uniones                                       |
| <b>Vida útil</b>                 | 20 años   | 50 - 100 años  | Las tuberías PEAD puede durar más de 100 años si no se lo expone a condiciones críticas  |
| <b>Período de diseño</b>         | Habitualmente y por recomendación de la norma NB 689 las aducciones se diseñan para un período de 20 años mínimamente | Habitualmente y por recomendación de la norma NB 689 las aducciones se diseñan para un período de 20 años mínimamente                          | Usando las tuberías PEAD la aducción tendrá una vida útil de 50 años, condicionada por las estructuras complementarias y accesorios  |
| <b>Procesos constructivos</b>    | Proceso constructivo tedioso  | Proceso constructivo práctico  | Mientras menos uniones, material (pegamento, limpiador, accesorios, etc) se necesite el proceso constructivo se lo realiza en menor tiempo   |
| <b>Adaptabilidad al terreno</b>  | Se requiere nivelar el terreno y colocar cama de arena  | Se ajusta al contorno del terreno y no requiere cama de arena  | Es una ventaja que las tuberías PEAD se adapten al terreno   |
| <b>Manejo de la tubería</b>      | Muy ligero y maniobrable  | Muy ligero y maniobrable para presentaciones en rollo  | La tubería en rollos es ventajoso para su traslado en campo con terreno de topografía sinuosa, con las tuberías PVC se debe tener mucho cuidado en su manejo porque estas son frágiles |
| <b>Impacto durante el manejo</b> | Es frágil y se fractura con cualquier impacto   | Soporta impactos y golpes durante el manejo  | Se reduce el riesgo de fracturas por deslizamiento usando tuberías PEAD al momento del traslado y tendido de las tuberías dentro de la zanja   |

| <b>Términos De Comparación</b>                    | <b>Tubería PVC</b>   | <b>Tubería PEAD</b>   | <b>Comentario</b>  |
|---|--|---|--|
| <b>Resistencia a la intemperie</b>                | No contienen protectores UV, no puede estar expuestos a los rayos ultravioleta   | Contiene protectores UV, puede estar almacenado hasta un año antes de su instalación. En servicio el sol no lo hace nada por contener en su composición negro de humo | Es muy importante que las tuberías tengan la protección a los rayos solares puesto que en cualquier momento pueden estar expuestas a ellos por diferentes factores como derrumbes, crecidas, etc             |
| <b>Cambio de dirección durante su instalación</b> | Requiere codos para realizar los cambios de dirección debido a su rigidez  | Requiere codos para realizar cambio de direcciones cuando no se tiene espacios  | En aducciones siempre se presentan los cambios de direcciones, gracias a su flexibilidad y su radio de curvatura las tuberías PEAD requieren menores espacios para poder realizar estos cambios de dirección |
| <b>Unión de la tubería</b>                        | La unión se lo debe realizar dentro de la zanja con lubricante o pegamento, no se garantiza una unión adecuada   | La unión se realiza fuera de la zanja con accesorios a compresión, por termofusión o electrofusión garantizando una unión perfecta en un tiempo reducido              | Al realizar las uniones fuera de la zanja me permite tener la comodidad para realizar la unión y percatarme de cualquier anomalía en la unión  |
| <b>Instalación</b>                                | Es necesario esperar que la zanja esté terminada y colocada la cama de arena para realizar dentro de la zanja la unión tramo a tramo por lo que la instalación es muy lenta. | Debido a que la unión se realiza fuera de la zanja el proceso de instalación es muy rápido, mientras se realiza la excavación se unen las tuberías                    | El hecho que la union se realice fuera de la zanja garantiza de alguna manera que se tenga el espacio y se realice una unión segura que no sufra pérdidas.   |

*Fuente: Elaboración propia*

El sistema de conducción con tubería PEAD es muy ventajoso en la comparación técnica realizada, generando una gran expectativa para su uso, aplicación y funcionamiento en sistemas de agua potable para terrenos de cambiantes pendientes.

Tabla 41. Comparación de las consideraciones técnicas de las ERP.

| <b>Términos De Comparación</b>   | <b>Estacion reductora de presión con válvula reductora de presión</b>                                     | <b>Estacion reductora de presión con cámara rompe presión</b>  | <b>Comentario</b>   |
|----------------------------------|---|--|---|
| <b>Presión de salida</b>         | Se puede regular la presión de salida a una presión requerida, pero no se iguala a la presión atmosférica | La presión de salida es igual a la presión atmosférica   | Una de las ventajas al usar las VRP es que se puede regular la presión de salida permitiendo ubicar la cámara en un punto adecuado cosa que no se puede hacer con una CRP   |
| <b>Operación y mantenimiento</b> | Necesitan mantenimiento periódico con personal capacitado o especialista                                  | No necesitan mucho mantenimiento y lo puede realizar cualquier plomero   | En una CRP es difícil detectar las filtraciones, muchas veces se las detecta cuando el daño es grande que para solucionarlo implica reconstruir, encambio en una VRP esto se lo puede detectar y solucionar oportunamente |
| <b>Instalación de accesorios</b> | Para su instalación de los componentes y regulación se necesita de asistencia técnica especializada       | Los accesorios y válvulas lo pueden instalar cualquier plomero   | La instalación de una VRP requiere de personal capacitado para su instalación y calibración para correcto su funcionamiento.  |
| <b>Estabilidad</b>               | Presenta un comportamiento más estable que una válvula flotadora  | La válvula flotadora presenta un comportamiento inestable a causa del oleaje provocado por el flujo de descarga en la cámara.  | El comportamiento de una CRP es inestable por el cierre y apertura brusco de la válvula flotador accionada por el oleaje del agua dentro de la cámara.  |
| <b>Cavitación</b>                | El riesgo de cavitación es menor puesto que nunca tiene una descarga libre                                | Al actuar en una descarga libre, el riesgo de cavitación es elevado  | Una válvula flotador esta sujeta a apertura y cierre bruscos por los oleajes dentro de la cámara lo que incrementa la cavitación  |
| <b>Condiciones sanitarias</b>    | Todo el sistema esta presurizado es imposible la contaminación del agua.                                  | Al quedar expuesta a la atmosfera, el agua puede ser contaminada fácilmente por la entrada de cualquier vertido o filtraciones | Es viable usar la VRP en sistemas de agua potable porque mediante este sistema se evita el riesgo de la contaminación del agua  |
| <b>Detección de fugas</b>        | Las pérdidas de agua pueden ser fácilmente detectadas   | Las pérdidas de agua por filtraciones por los muros son de difícil detección   | El poder detectar la filtraciones oportunamente es una ventaja que me permitirá solucionarla y evitar daños a consecuencia  |
| <b>Riesgo de helada</b>          | Al estar al nivel de la tubería y bajo tierra sufre menos los efectos de las heladas                      | En zonas frías las válvulas de flotador pueden quedar bloqueadas por el congelamiento del agua                                 | En lugares donde se corre el riesgo de congelamiento es recomendable usar las estaciones reductoras de presión mediante valvulas reductora de presión   |

| <b>Términos De Comparación</b> | <b>Estación reductora de presión con válvula reductora de presión</b>  | <b>Estacion reductora de presión con cámara rompe presión</b>   | <b>Comentario</b>   |
|--------------------------------|--|---|---|
| <b>Estética</b>                | No produce impacto estético alguno en ningún tipo de entorno puesto que se trata de instalaciones pequeñas y enterradas. | Requiere una mayor extensión de terreno accesible y convenientemente señalizado   | En cuanto a lo estetico no se tendria problema al tratarse de una aducción para agua potable puesto que esta se encuentra en el campo. Cuando se trate de instalaciones que estan dentro de una zona urbana lo recomendable seria una VRP |
| <b>Acústico</b>                | Su funcionamiento provoca ruidos moderados   | La válvula flotadora debido a su descarga libre es muy ruidosa  | Debido al ruido que produce en su funcionamiento las CRP deberan estar ubicadas en un lugares alejados de viviendas   |
| <b>Vida útil</b>               | Regularmente se puede establecer en 30 años  | Su vida útil depende de diferentes factores: Calidad del agregado, accesorios, grado de exposición, mantenimiento ,etc. | La vida útil de una CRP depende de diferentes factores, tanto de la cámara como de sus accesorios si uno de estos elementos presenta problema se vera comprometido su funcionamiento.   |

*Fuente: Elaboración propia*

En la comparación que se presentó permite notar las ventajas técnicas que tiene una estación reductora de presión mediante valvular reductora de presión frente a las CRP lo cual hace que sea necesario considerar en estudios puesto que genera buenas expectativas para su utilización.

#### 4.1.1. ANÁLISIS DE LAS CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO

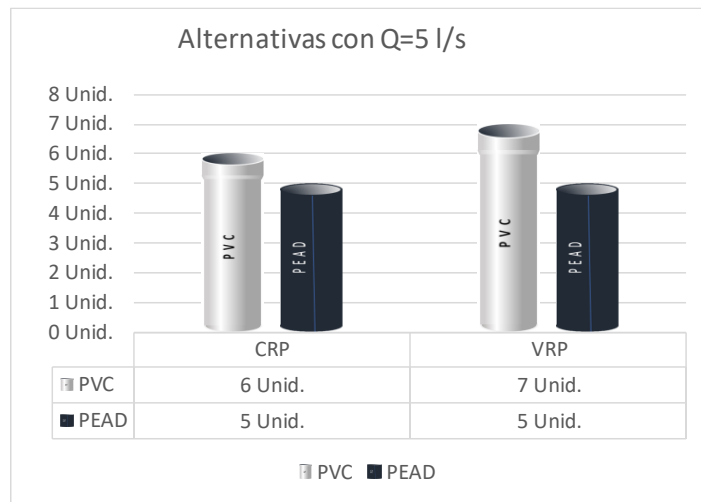
Tabla 42. Comparación técnica de las tuberías instaladas

| <b>Términos De Comparación</b>                      | <b>Tubería PVC</b>  | <b>Tubería PEAD</b>  | <b>Comentario</b>   |
|---|---|--|---|
| <b>Mano de obra</b>                                 | Requiere de personal capacitado, mano de obra menos experta   | Requiere de personal capacitado para tuberías mayores a 4 plg  | Cuando se usa una mano de obra capacitada los trabajos se realicen garantizado.                                     |
| <b>Cantidad de estaciones reductoras de presión</b> | Proyección de mayor cantidad de estaciones reguladoras de presión   | Menor cantidad de estaciones reductoras de presión debido a que posee altos estándares de resistencia a la presión | Contar con menor cantidad de estaciones reductoras de presión reduce el costo y tiempo de operación y mantenimiento |
| <b>Movimiento de tierra</b>                         | Demanda excavaciones anchas que incrementan notablemente los costos de construcción   | No requiere de excavaciones anchas debido a que su instalación se lo realiza fuera de la zanja                     | El movimiento de tierra es uno de los items que demanda mayor recurso donde se economiza al usar tuberías PEAD      |
| <b>Tiempo de construcción</b>                       | Tiempos de construcción prolongados por requerimiento de material seleccionado, mayores volúmenes de movimiento de tierra y estaciones reductoras | Periodos de tiempos para su construcción relativamente cortos  | El requerimiento de material seleccionado demanda mayor tiempo de ejecución   |
| <b>Tapado de zanja</b>                              | Requiere de mayor cantidad de material seleccionado   | No requiere material seleccionado  | se optimiza recursos económico en el tapado de la zanja puesto que las tuberías PEAD no requiere material cernido   |

Tabla 43. Comparación técnica de las estaciones reductoras de presión

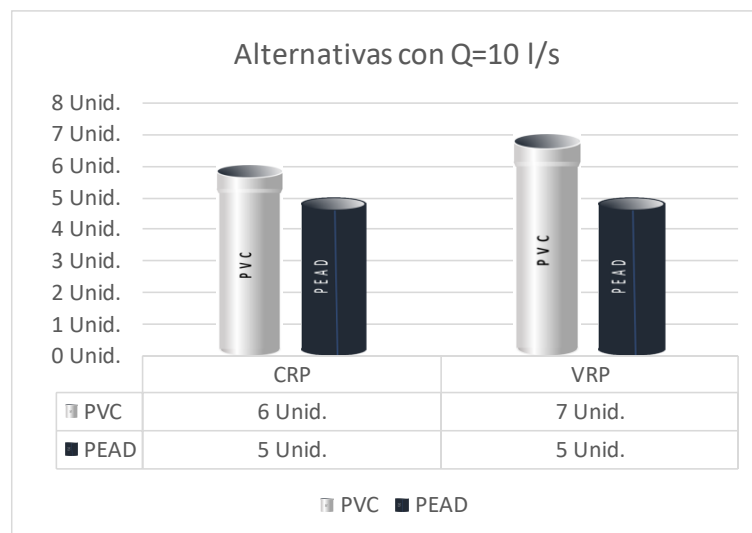
| <b>Términos De Comparación</b> | <b>Estación reductora de presión con valvula reductora de presión</b>                              | <b>Estacion reductora de presión con cámara rompe presión</b>  | <b>Comentario</b>  |
|--------------------------------|--|--|--|
| <b>Obra civil</b>              | Requiere menores volúmenes y espacios para su construcción   | Requiere mayor volumen y por otro lado la superficie ocupada puede requerir la expropiación de terrenos en consecuencia un costo elevado         | En cuanto a la obra civil las válvulas reductoras de presión requieren poco espacio para su instalación, son mas practicas al momento de su mantenimiento porque todos sus componentes estan en una sola cámara.         |
| <b>Instalación en general</b>  | La instalación completa puede resultar más cara en inicio y para pequeñas reducciones de presiones | En principio puede resultar económica, pero con el paso del tiempo hay que cargar los costos de cambio de las válvulas flotador y mantenimientos | Las cámara rompe presión requiere mantenimientos en algunos caso tiene que ser reparaciones de la estructura ó reconstruida.   |
| <b>Mano de obra</b>            | Para su instalación requiere de personal capacitado y experto                                      | requiere de personal capacitado, mano de obra menos experta  | la ventaja de usar mano de obra capacitado y experto garantiza el trabajo, el problema se presenta cuando se nesecita reparar alguna falla y la estación se encuentra en el campo el tiempo de reparación es prolongado. |
| <b>Tiempo de ejecución</b>     | periodos de tiempos para su construcción relativamente cortos.                                     | Debido al mayores volúmenes necesarios (excavación hormigones, revoques, etc.), los tiempos de construcción son más prolongados.                 | una estación reductora de presión puede requerir menor tiempo de ejecución puesto la mayoría de componentes son prefabricados, salvo la cámara que aloja a los accesorios.   |

#### 4.1.2. COMPARACIÓN DEL NÚMERO DE ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESIÓN



**Figura 17.** Comparación de número de ERP para alternativas con caudal de 5 l/s

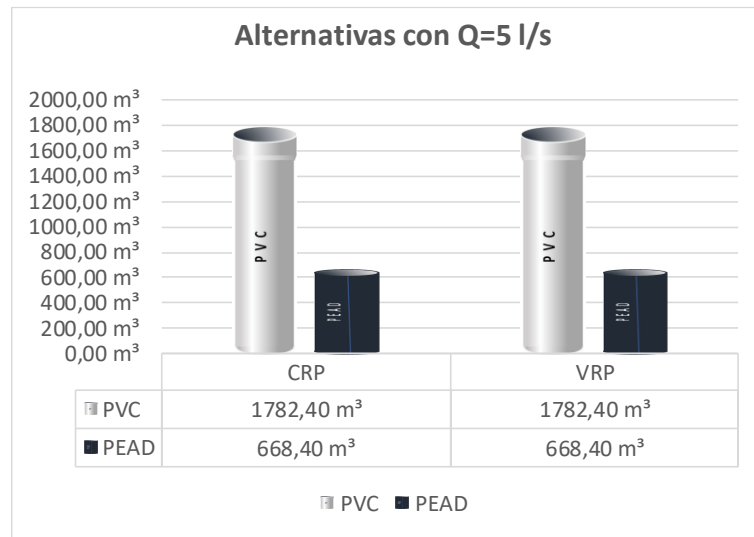
En el gráfico presentado se puede interpretar, para las alternativas con caudal de 5 l/s usando tuberías PVC se requiere mayores números de sistemas de regulación de presión independiente del tipo de estación reductora de presión.



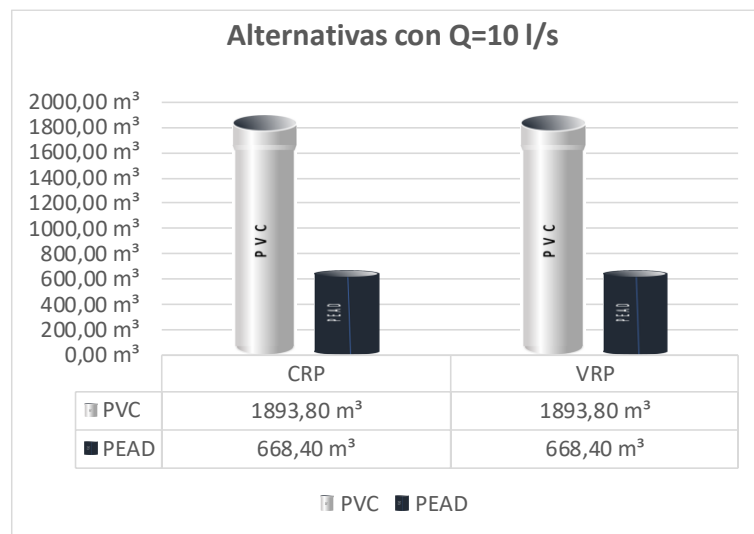
**Figura 18.** Comparación de número de ERP para alternativas con caudal de 10 l/s

En las alternativas usando caudal de 10 l/s se puede reconfirmar que definitivamente los sistemas de aducción de agua con tuberías PEAD requieren menor ERP lo que suma puntos a favor de estas tuberías.

### 4.1.3. COMPARACIÓN DE VOLÚMENES DE EXCAVACIÓN



**Figura 19.** Comparación del volumen excavación de zanjas para alternativas con caudal de 5 l/s. Se puede verificar que las alternativas de diseño donde se usaron tuberías PEAD requieren un 62,5 % menor volumen de excavación respecto de las alternativas con PVC esto se debe a que las excavaciones de las zanjas para PEAD son de 30 cm de ancho y 40 de profundidad.

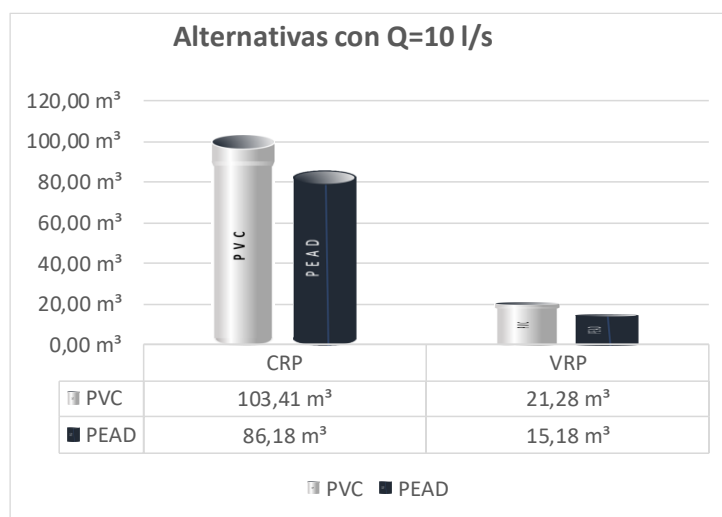


**Figura 20.** Comparación del volumen excavación de zanja para alternativas con caudal 10 l/s. De acuerdo a la figura 20 de volúmenes de excavación se puede apreciar que las alternativas con tubería PVC de uso convencional tienen mayor volumen de excavación frente a las alternativas con tuberías PEAD que representa en un 64,70 % menos de excavación.

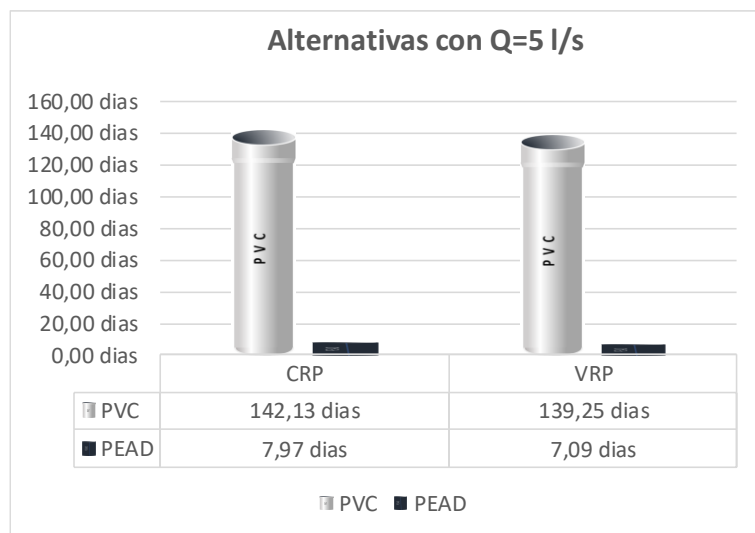




**Figura 21.** Volumen de excavación en partida de ERP para alternativas con caudal 5 l/s  
 Las tuberías PVC y CRP de uso convencional demanda mayor volumen de movimiento de excavación, se reduciría en un 16,66 % usando CRP con tubería PEAD y en un 78,58 % - 84,70 % usando VRP.

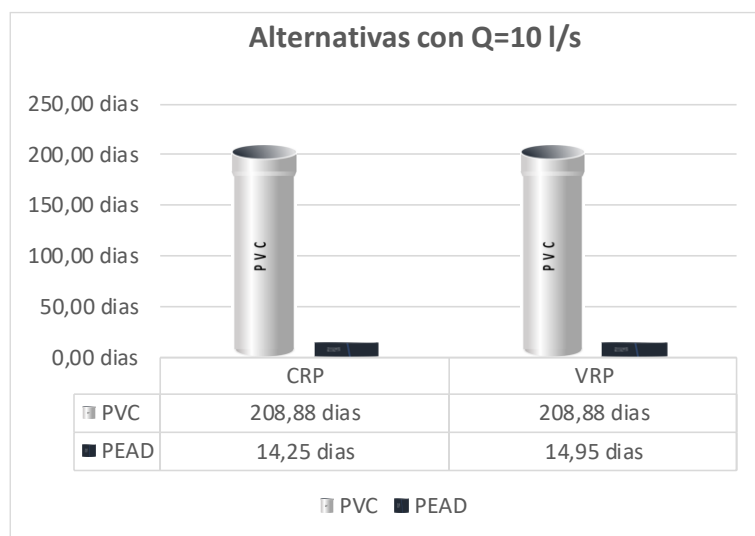


**Figura 22.** Volumen de excavación en partida de ERP para alternativas con caudal 10 l/s  
 Las tuberías PVC y CRP de uso convencional demanda mayor volumen de movimiento de excavación, se reduciría en un 16,66 % usando CRP con tubería PEAD y en un 79.42 % - 85.32 % usando VRP. De manera general las VRP tienen menor volumen de excavación usando tuberías PEAD.



**Figura 23.** Tiempo de ejecución para alternativas de caudal 5 l/s

En la Figura 23 se observa los tiempos para la provisión y tendido de las tuberías para cada alternativa de diseño, donde se puede optimizar en un 94.39% PEAD. Esto significa que en las alternativas con tuberías PVC (CRP ó VRP) requieren más tiempo para su instalación.

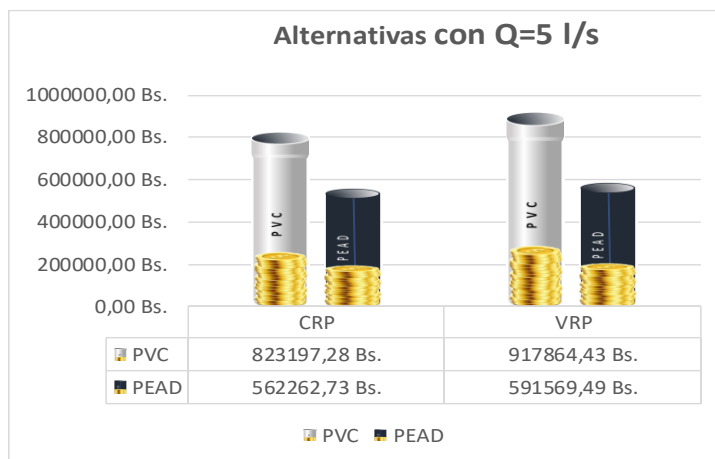


**Figura 24.** Tiempo de ejecución para alternativas de caudal 10 l/s

En la Figura 24 se observa los tiempos para la provisión y tendido de las tuberías para cada alternativa de diseño, donde se puede optimizar en un 93.18% al usar tubería PEAD. Esto significa que de manera general en las alternativas con tuberías PVC (CRP o VRP) requieren mucho más tiempo para la instalación de tuberías.

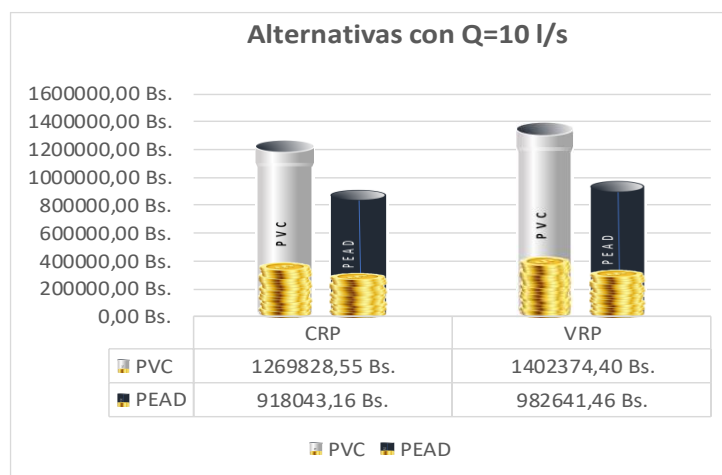
## 4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 4.2.1. COMPARACIÓN ECONÓMICA GENERAL



**Figura 25.** Comparación de presupuesto general para alternativas con un caudal de 5 l/s

La Figura 25 muestra las inversiones que corresponden a cada alternativa, donde se observa un ahorro del 31,70% usando tubería PEAD y CRP. Esto significa que la alternativa 01-5-PEAD-CRP es más eficiente técnica y económicamente ante las demás.



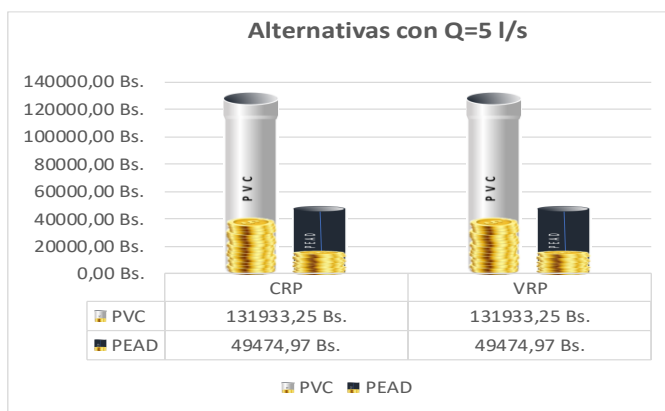
**Figura 26.** Comparación de presupuesto general para alternativas con un caudal de 10 l/s

Según la Figura 26 se muestra las inversiones que corresponden a cada alternativa, se puede observar un ahorro del 27,70% usando tubería PEAD y CRP. Esto significa que la alternativa 04 10 PEAD CRP es la más eficiente técnica y económicamente con respecto a las demás.

Finalmente, de los análisis en las Figuras 25 y 26 que corresponde al presupuesto general para la conducción de caudales de 5 l/s y 10 l/s respectivamente se evidencia que las alternativas con tubería PEAD y CRP son las más económicas.

#### 4.2.2. COMPARACION DE COSTO EN MOVIMIENTOS DE TIERRA

Para la instalación de las tuberías PEAP se excavaron zanjas de 0,4 metros de altura por 0,3 metro de ancho para ambos caudales, mientras que para las alternativas con tuberías PVC para un caudal de 5 l/s 0,4 x 0,8 metros y para el caudal de 10 l/s 0,4 x 0,85 metros.



**Figura 27.** Comparación de excavación de zanja para alternativas de caudal 5 l/s  
 Conforme a la Figura 27 se muestra las inversiones en excavación que corresponden a cada alternativa de la línea de aducción, se tiene un ahorro del 62.50% usando tubería PEAD con cualquier ERP comparado con las tuberías PVC que se usó convencionalmente.



**Figura 28.** Comparación de excavación de zanja para alternativas de caudal 10 l/s  
 En la Figura 28 se muestra las inversiones de acuerdo a cada alternativa en excavación en la línea de aducción, en la que se tiene un ahorro del 64.70% usando tubería PEAD vs PVC.

En las excavaciones de zanjas para tuberías PVC resulta caro económicamente ya que la norma exige profundidades mínimas de 0,6 m sobre la clave para la protección de la tubería, lo que no

ocurre en las tuberías PEAD ya que estas se pueden instalar a la intemperie según las especificaciones técnicas del fabricante.



**Figura 29.** Comparación de relleno de zanja para alternativas de caudal 5 l/s

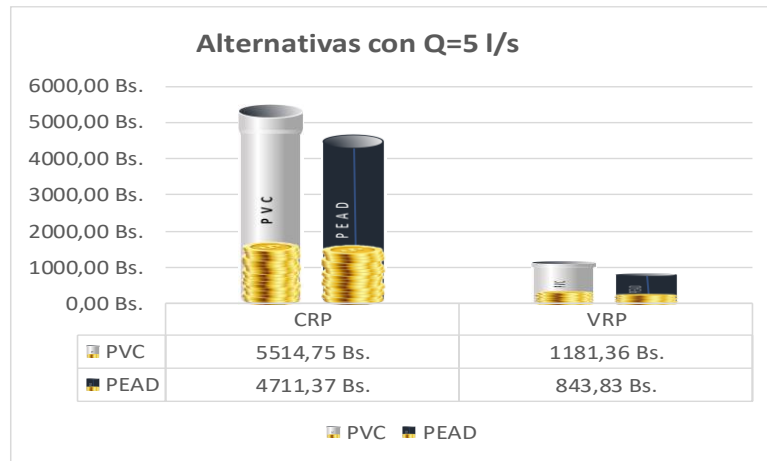
De la Figura 29 se muestra las inversiones de acuerdo a cada alternativa de relleno en la línea de aducción, en la que se tiene un ahorro del 63.87% usando tubería PEAD. Esto significa que tienen un costo menor en relleno con respecto a las alternativas con PVC.



**Figura 30.** Comparación de relleno de zanja para alternativas de caudal 10 l/s

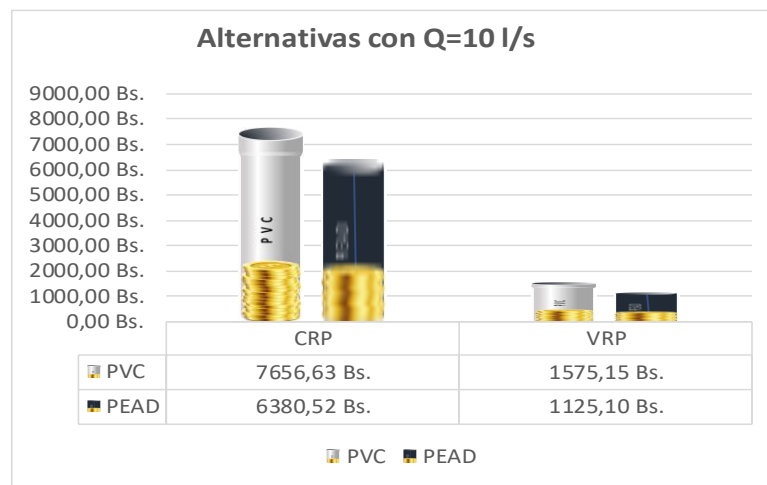
Si observamos la Figura 30 se muestra las inversiones de acuerdo a cada alternativa de relleno en la línea de aducción, en la que se tiene un ahorro del 66.25% usando tubería PEAD, con respecto a las alternativas con tuberías PVC.

En conclusión, los rellenos de zanjas para tuberías PVC resultan antieconómicas principalmente porque requieren de material seleccionado, lo que no ocurre en las tuberías PEAD ya que estas no se las puede tapar con el material natural sin zarandear.



**Figura 31.** Comparación de excavación para ERP por alternativas de caudal 5 l/s

Conforme a la Figura 31 se detalla las inversiones que corresponden a cada alternativa de excavación en las estaciones reductoras de presión, se tiene un ahorro del 84,70 % usando estaciones reductoras de presión con VRP. Con referencia a la alternativa de mayor demanda.

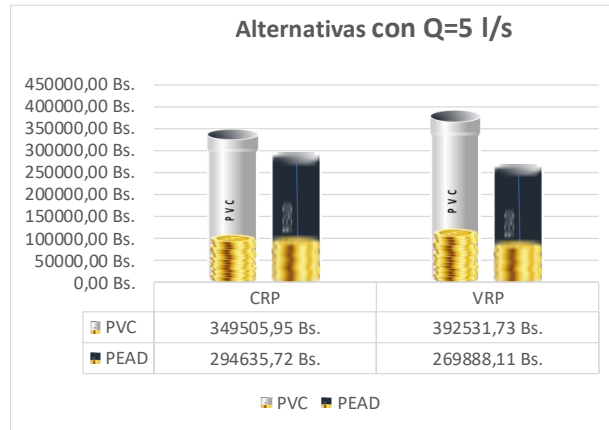


**Figura 32.** Comparación de excavación para ERP por alternativas de caudal 10 l/s

La Figura 32 se detalla las inversiones que corresponden la excavación de ERP donde se puede ahorrar un 85.30% usando estaciones reductoras de presión con VRP. Esto significa que en las alternativas 02 5 PEAD VRP y 04 5 PVC VRP tienen un costo menor en excavación con respecto a las alternativas con CRP.

En fin, se puede evidenciar que los diseños con tuberías PEAD resultan considerablemente más económicos ya demanda menores volúmenes de movimiento de tierra y estaciones reductoras de presión.

### 4.2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESIÓN PARA LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO



**Figura 33.** Análisis económico de las ERP para los 20 años de vida útil del proyecto para alternativa con Q= 5 l/s

La figura 33 muestra un análisis económico utilizando el método valor presente neto que, para la vida útil del proyecto, las válvulas reductoras de presión resultan más económicas en un 22,78% usando tubería PEAD comparando con la alternativa 03-5-PVC- CRP de uso convencional.



**Figura 34.** Análisis económico de las ERP para los 20 años de vida útil del proyecto para alternativa con Q= 10 l/s

En la figura 34 muestra un análisis económico utilizando el método valor presente neto, para la vida útil del proyecto, las válvulas reductoras de presión resultan más económicas en un 22,68% usando tubería PEAD comparando con la alternativa 07-10-PVC- CRP de uso convencional.

De manera general de acuerdo a los gráficos presentado se evidencia que las estaciones reductoras de presión usando válvulas reductoras de presión son más económicas esto principalmente porque se requiere menos inversión en operación y mantenimiento.

## CONCLUSIONES

Del diseño hidráulico óptimo se puede concluir que para las alternativas con caudales de 5 l/s se usaron diámetros de 2 ½ y 3 plg, mientras que para las alternativas con caudal de 10 l/s se colocaran tuberías de 4 pulgadas. para cada alternativa se usan tuberías de diferentes presiones nominales de acuerdo al requerimiento del cálculo hidráulico.

Del análisis técnico realizado se puede concluir que las tuberías PEAD y las estaciones reductoras de presión mediante válvulas reductora de presión son más ventajosas para una aducción de agua potable principalmente porque las tuberías tienen mayor vida útil, resiste a la intemperie no requiere material cernido, las VRP se requiere menor presupuesto para sus mantenimientos, se evita contaminación del agua y de manera general se requieren menores volúmenes de excavaciones.

Las tuberías PEAD según sus características y especificaciones técnicas de los fabricantes pueden ser instaladas a la intemperie, cuando son instaladas bajo tierra estas se acomodan fácilmente al terreno por lo que no requiere de una nivelación de la base, tampoco requiere de material cernido para el tapado de zanja.

De las alternativas analizadas se pudo concluir que la aducción que demanda mayor requerimiento económico son las alternativas usando tubería PVC y estación reductora de presión mediante VRP, con un costo de:

- 917967,84 bs Para un caudal de 5 l/s donde se usaron diámetros de 2 ½ plg con 7 estaciones reductoras de presión
- 1402470,15 bs Para un caudal de 10 l/s se usó un diámetro de 4 plg con 7 estaciones reductoras de presión

La alternativa más económica corresponde a la utilización de tuberías PEAD con estación reductora de presión mediante CRP con un costo de:

- 561785,98 bs Para un caudal de 5 l/s donde se usaron diámetros de 2 ½ plg y 3 plg con 5 estaciones reductoras de presión



- 1402470,15 bs Para un caudal de 10 l/s se usó un diámetro de 4 plg con 5 estaciones reductoras de presión

Se pudo verificar que las conducciones de agua bajo presión usando tuberías PEAD requieren menores tiempo en provisión y tendido de tuberías, bajos volúmenes de movimiento de tierras en excavación de zanjas, relleno y compactado haciendo que sea más ventajosas tanto económica como técnicamente respecto de la tubería PVC.

La alternativa recomendable técnicamente para aducciones de agua potable en terrenos de fuertes pendientes de acuerdo a su codificación es:

- 02-5-PEAD-VRP para un caudal de 5 l/s
- 06-10-PEAD-VRP para un caudal de 10 l/s

La alternativa recomendable más económica para aducciones de agua potable en terrenos de fuertes pendientes de acuerdo a su codificación es:

- 01-5-PEAD-CRP para un caudal de 5 l/s
- 05-10-PEAD-CRP para un caudal de 10 l/s

El costo económico de un metro de tubería enterrada de cada alternativa considerando los ítems del módulo línea de aducción son:

| <b>ALTERNATIVA</b> | <b>COSTO POR METRO (bs)</b> |
|--------------------|-----------------------------|
| 01 5 PEAD CRP      | 51,29                       |
| 02 5 PEAD VRP      | 51,14                       |
| 03 5 PVC CRP       | 92,72                       |
| 04 5 PVC VRP       | 93,10                       |
| 05 10 PEAD CRP     | 90,49                       |
| 06 10 PEAD VRP     | 94,36                       |
| 07 10 PVC CRP      | 140,87                      |
| 08 10 PVC VRP      | 145,29                      |

## **RECOMENDACIONES**

En lugares de topografías sinuosas se recomienda enterrar la tubería PEAD para evitar roturas ocasionadas por impactos de rocas, caída de árboles y con el fin de proteger de posibles incendios forestales.

Para todo diseño de conducción de agua a presión se debe considerar una estación reductora de presión a partir de los 100 m.c.a como mínimo para zonas de fuertes pendientes topografías.

Se recomienda que los diseños de conducciones de agua potable a presión se realicen con tuberías de polietileno de alta densidad y ERP mediante válvulas reductoras de presión, de acuerdo al análisis realizado es la alternativa técnica y económicamente viable para la zona de estudio.

Promover el uso de la tubería PEAD en zonas rurales con cualquier tipo de topografía por su bajo costo y su fácil instalación entre otras ventajas.

Integrar la tecnología PEAD en la nueva norma boliviana para el diseño de sistemas de agua potable.

Las válvulas reductoras de presión no deben ser necesariamente del mismo diámetro que la tubería de la aducción estas se deben de reducir de acuerdo a la velocidad máxima de trabajo que proporciona el fabricante.