



4 CAPÍTULO: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL – ESTUDIO DE LA OFERTA

4.1 Introducción

Desde que se creó la Cooperativa de Agua Obra y Servicios Públicos Unquillo Mendiolaza Ltda. hasta el año 2004 las localidades de Río Ceballos, Unquillo y Mendiolaza se abastecían a partir de un sistema de distribución con toma en el Dique La Quebrada próximo a Río Ceballos, desde el embalse el agua cruda se conducía a la Planta Potabilizadora “La Quebrada” ubicada en la ciudad de Río Ceballos donde era tratada y distribuida a las localidades mencionadas anteriormente mediante un acueducto que corriendo paralelo al río abastecía una serie de cisternas ubicadas en las zonas altas del valle que distribuían el agua por gravedad aprovechando los importantes desniveles topográficos existentes.

Tanto el Dique “La Quebrada” como la “Planta Potabilizadora “La Quebrada” y el acueducto hasta las cisternas de almacenamiento fueron proyectados y construidos en la década de 1970, habiendo cumplido ya el período de vida útil prevista en los proyectos, y si bien todas las unidades no presentan problemas estructurales serios tienen su capacidad agotada y no se prevén posibilidades de expansión y/o mejoras para satisfacer la creciente demanda debido a la consolidación de estas áreas urbanas.

Esta circunstancia se puso de manifiesto durante el año 2004 cuando una disminución en el régimen pluvial de la cuenca puso el sistema en crisis debiendo recurrirse a medidas emergencia tales como la restricción del consumo y la habilitación de antiguas perforaciones próximas al río que estuvieron en servicio previo a la construcción del sistema descrito.

Los pronósticos desalentadores para los próximos años que involucraban un bajo régimen pluvial junto al continuo crecimiento de estas poblaciones llevo a considerar una alternativa para la demanda solicitada en un futuro cercano.

Por ese entonces las localidades de Villa Allende, Saldán y La Calera se abastecían a partir de las aguas del Río Suquía mediante una toma superficial aguas abajo del Dique San Roque, la potabilización se realizaba en una planta de tratamiento ubicada en la localidad de La Calera que mediante un acueducto hacía llegar el vital elemento a estas tres localidades, la capacidad de abastecimiento de la misma se encontraba limitada por los diámetros finales del acueducto, lo que no permitía abastecer en forma integral a Villa Allende la que debía completar su demanda mediante perforaciones.

Analizando ambos sistemas se notó que la fuente del Sistema Río Ceballos Unquillo Mendiolaza tenía su capacidad totalmente comprometida no permitiendo la expansión de la oferta para satisfacer la demanda originada por el crecimiento demográfico, entrando en crisis cuando se producía una temporada con lluvias inferiores a la media. Por otro lado el sistema desde el Río Suquía que abastecía La Calera, Saldán y Villa Allende poseía una fuente que en cantidad y calidad cubría sin limitaciones las demandas actuales y futuras de la región, pero tenía limitada su capacidad de transporte.

Ante este escenario resulto indispensable estudiar alternativas de obra tendientes fundamentalmente a desfragilizar el abastecimiento a la cuenca de Sierras Chicas (Río Ceballos Unquillo y Mendiolaza) concluyéndose en que la alternativa más conveniente



consistía en establecer la interconexión de los sistemas de Río Suquía y de Sierras Chicas.

De esta forma el sistema de Sierras chicas operaría en la forma habitual para abastecimiento normal. De entrar en crisis las reservas del Dique La Quebrada, parte del las localidades de Unquillo, y la totalidad de Mendiolaza serían abastecidas desde el sistema del Río Suquía mediante un acueducto de interconexión que partiría desde Villa Allende y conectaría con la principal cisterna que abastece a Unquillo y Mendiolaza, la cisterna “C”.

Este nuevo acueducto permitiría abastecer en forma permanente a todo Villa Allende, permitiendo sacar de servicio las actuales perforaciones, y en el caso de Emergencia Hídrica del Sistema de Sierras Chicas, podría abastecer a todo Mendiolaza y el 60% de la demanda de Unquillo, pudiendo de esta forma aliviar en casi un 45% la demanda total sobre el Dique la Quebrada

Como dato importante se destacaba por ese entonces que de haber existido esta interconexión en el año 2004 durante la crisis producida, se hubiera podido abastecer normalmente a las localidades involucradas garantizando la calidad y la cantidad de los caudales suministrados.

Ante esta situación, se proyectó y construyó el acueducto Sierras Chicas entre las localidades de Unquillo, Mendiolaza y Villa Allende que funciona en la actualidad abasteciendo a la Cisterna Malvinas o Cisterna “C” ubicada en la localidad de Unquillo. Como se mencionó anteriormente este sistema funciona de manera inversa a la concepción del proyecto original por lo que para poder abastecer cada uno de los puntos de almacenamiento debieron disponerse dos sistemas de bombeo, uno ubicado en la Cisterna Malvinas que recibe los caudales que llegan desde Villa Allende y otro ubicado en la Cisterna “C” de Unquillo para alimentar las Cisternas “A” y “B” situadas en los puntos más elevados del sector.

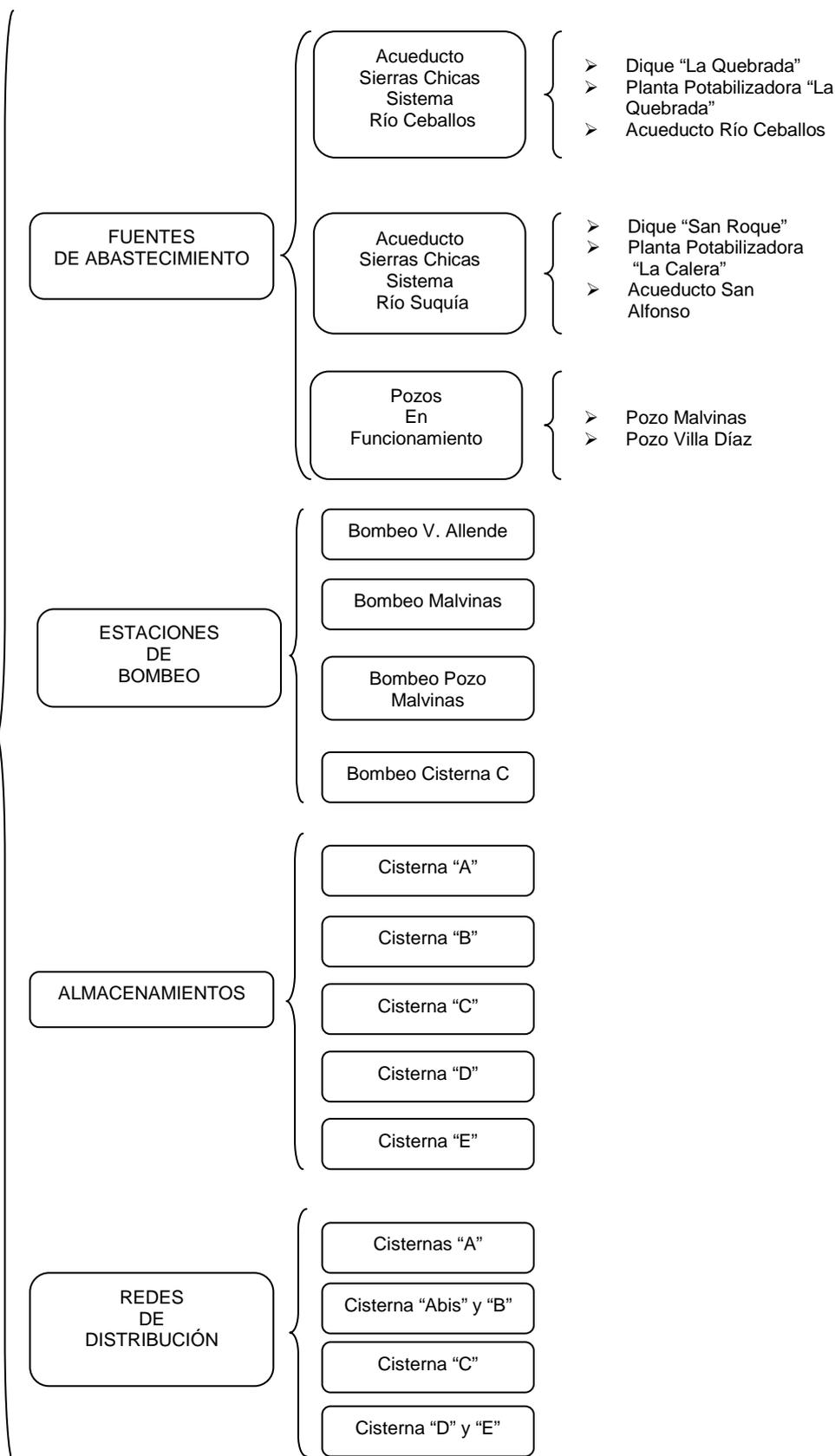
De esta manera llegan, mediante el acueducto mencionado, a cisterna Malvinas los caudales asignados para las localidades de Mendiolaza y Unquillo por la Dirección de Recursos Hídricos de la Provincia los cuáles son hasta el año 2014:

- Unquillo: 255m³/h
- Mendiolaza: 109m³/h

A continuación se analizan los elementos que componen el sistema de agua potable para el abastecimiento y distribución de agua potable que se resumen en el siguiente cuadro sinóptico.



SISTEMA ACTUAL
DE ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN
DE AGUA POTABLE





4.2 Fuentes de abastecimiento

La red de agua potable para las localidades de Río Ceballos, Unquillo y Mendiolaza fue concebida para recibir los caudales provenientes de la planta potabilizadora La Quebrada; Como se ha mencionado, la crisis hídrica sufrida en los últimos años junto a una combinación de factores generó la necesidad de buscar otras fuentes para abastecer de agua potable estas poblaciones.

Según los datos que maneja la Cooperativa en un futuro cercano la Planta Potabilizadora La Quebrada solo alcanzará para suministrar el servicio a la Ciudad de Río Ceballos, situación que queda de manifiesto en ciertas épocas del año, incluso con la necesidad de recibir agua potable desde la Planta Potabilizadora La Calera.

A continuación se describirán las distintas fuentes que posee la Cooperativa para suministrar el servicio a todos sus asociados. Según lo visto en todo este tiempo de trabajo se sobreentiende que no puede prescindirse de ninguna de ellas, dado a que cada día plantea un escenario distinto al cual deben adaptarse los distintos miembros del sistema por lo que deben aprovecharse al máximo cada uno de estos aportes.

Se consideró el Acueducto Sierras Chicas (Río Ceballos-Unquillo-Mendiolaza), Sistema Río Ceballos, debido a que cuando existe disponibilidad la planta La Quebrada abastece a la cisterna A, Abis y B de la Ciudad de Unquillo gracias a un acuerdo existente entre ambas cooperativas. De esta forma se ahorran los costos de bombeo que ocasiona abastece a los depósitos anteriores desde la Cisterna C, permitiendo además tareas de mantenimiento.

Además se estudio la fuente principal de donde provienen los caudales asignados por la provincia desde la Planta La Calera, y se terminará mencionando los pozos que se utilizan en la actualidad y que se disponen como alternativa ante situaciones críticas.

4.2.1 Acueducto Sierras Chicas (Río Ceballos- Unquillo - Mendiolaza). Sistema La Quebrada

El acueducto Sierras Chicas (Villa Allende- Unquillo- Mendiolaza), “Sistema Suquía”, tuvo como objetivo desfragilizar el sistema “La Quebrada”, considerando que a largo plazo, esté último solo tendrá capacidad para abastecer a la localidad de Río Ceballos. No obstante, cuando existe la posibilidad, la Cooperativa utiliza los caudales remanentes provenientes de la planta potabilizadora “La Quebrada”, almacenando estos caudales en las cisternas A, Abis y B ubicadas en la localidad de Unquillo de manera tal que bajo estas circunstancias el sistema funciona como fue pensado originalmente, es decir se abastece directamente del Dique La Quebrada tomando los caudales provenientes de la Planta homónima ubicada en la Ciudad de Río Ceballos. De esta manera las cisternas se llenan por gravedad y se distribuye el agua potable a la red de cada cisterna.

En la actualidad las cisternas A, Abis y B reciben únicamente los caudales provenientes de la planta “La Quebrada” debido a fallas en el funcionamiento del equipo de bombeo de la cisterna C y modificaciones realizadas que detallaremos más adelante. Cabe destacar que si bien esta opción representa una alternativa interesante aumentando las reservas cuando existe disponibilidad, solo debe considerarse como un paliativo a recurrir ante situaciones críticas.



A continuación se hace una breve descripción de la planta potabilizadora “La Quebrada” y su funcionamiento.

- **Planta Potabilizadora “La Quebrada”**

La planta potabilizadora (Foto 1), ubicada en el departamento Colón, en el faldeo occidental de las Sierras Chicas a 7 km de la ciudad de Río Ceballos, trata el agua que se extrae del embalse que da nombre a la planta, La Quebrada. Dicho dique, ubicado a 750 m sobre el nivel del mar, se alimenta de los arroyos “Los Hornillos” y “Colanchanga”. La misma fue concebida para abastecer de agua potable a las localidades de Río Ceballos, Unquillo y Mendiolaza y desde sus inicios se opera y administra en conjunto con las Cooperativas de Unquillo-Mendiolaza y Río Ceballos.

Foto 1: Planta Potabilizadora “La Quebrada”



La tarea de gestión del lugar demanda una serie de gastos compartidos proporcionalmente a la cantidad de usuarios del servicio de cada institución. Si bien la planta fue pensada para abastecer de agua potable a las tres localidades involucradas, se presentan dos situaciones de acuerdo a la relación oferta-demanda que posee la planta para la ciudad de Río Ceballos y la proyección a futuro de la interconexión prevista para el Sistema Suquía y Sistema La Quebrada.

En la actualidad las cisternas A, Abis y B se llenan a partir de los ingresos que aporta la Planta La Quebrada debido a que el sistema de bombeo ubicado en la cisterna C proyectado para abastecer con los ingresos provenientes de la Planta Potabilizadora La Calera, a estas cisternas y a la cisterna 11 ubicada en barrio Loza de Río Ceballos nunca logró impulsar los caudales proyectados. Debido a esta interconexión de los servicios el caudalímetro que se encuentra en la frontera de las ciudades de Río Ceballos y Unquillo se encuentra fuera de funcionamiento aunque no esté funcionando el bombeo desde la cisterna C, motivo por el cual no se cuentan con registros de consumos para estas cisternas.

Cabe destacar que hoy por hoy la planta puede disponer de un volumen de agua para abastecer esta demanda en la localidad de Unquillo, pero ante una situación que disminuya los niveles en el Dique La Quebrada la Planta potabilizadora homónima solo abastecerá a la ciudad de Río Ceballos quedando estos almacenamientos fuera de funcionamiento. Ante este escenario resulta fundamental un correcto funcionamiento del equipo de bombeo en la cisterna C que permita alcanzar los caudales provenientes desde la Planta La Calera.



Por su parte, en condiciones normales, la planta La Quebrada puede tratar un caudal de 240 m³/h (mínimo recomendado) hasta un máximo de 450m³/h. El agua cruda proveniente del Embalse del Dique La Quebrada llega a la planta por gravedad a través de una cañería de 400mm de diámetro. El agua que ingresa a la planta es sometida a un proceso de prefloración, luego del mismo se le agrega sulfato de aluminio y cal. A partir de allí pasa por una cámara de mezclado rápido y llega a los floculadores donde se produce la unión y aglomeración de las partículas coloidales (Flóculos) causantes de la turbidez. Esta mezcla pasa a los decantadores, en esta etapa la mayor parte de los flóculos formados es removida por gravedad. Posteriormente, el agua pasa a los filtros donde se eliminan las partículas que no han podido sedimentar. El agua filtrada se colecta en una canal que lleva a una cisterna con una capacidad de 830m³. Allí se realiza la desinfección final (poscloración) y en caso de ser necesario se ajusta el PH con posalcalinización.

4.2.2 Acueducto Sierras Chicas (Villa Allende-Unquillo-Mendiolaza). Sistema Suquía.

Como se mencionó en el punto anterior este sistema tuvo como objetivo desfragilizar el sistema Sierra “La Quebrada” (Río Ceballos, Unquillo, Mendiolaza) garantizando la posibilidad de satisfacer en cantidad y calidad la mayor demanda originada en el crecimiento poblacional de la zona abasteciendo permitiendo el abastecimiento desde la planta potabilizadora “La Calera”.

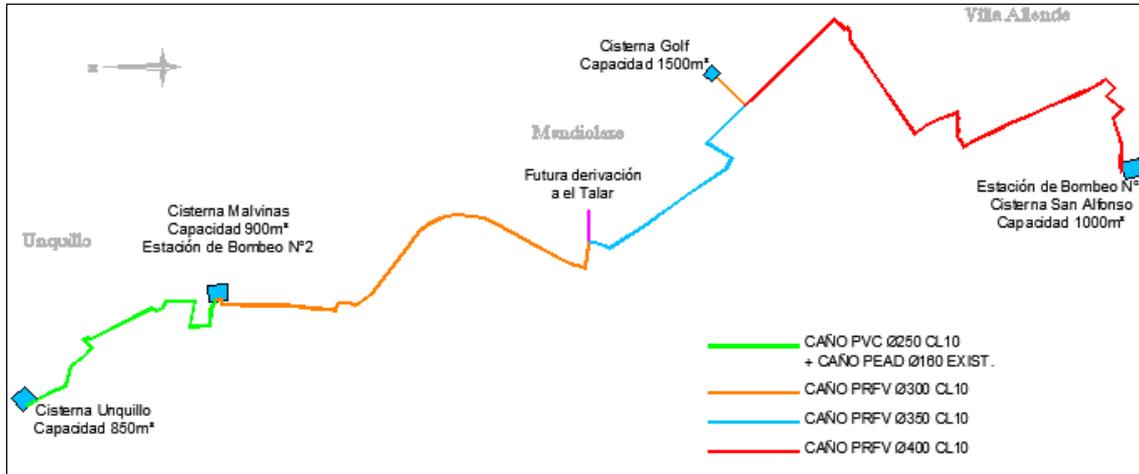
En una primera etapa las inversiones necesarias resultaban de la construcción del acueducto de interconexión entre los sistemas Sierras Chicas y Sistema Río Suquía. Para ello el proyecto original contemplaba una traza, en el Ejido de la Ciudad de Villa Allende, que partiendo desde un predio muy próximo a la cisterna existente en el barrio San Alfonso, se desarrollaba por la calle Bella Vista hasta Hugo Wast, y por esta hasta Av. Goycochea, por esta Avenida hacia el S.E. hasta el Pje. Córdoba, por donde corre hasta interceptar y cruzar la Calle Río de Janeiro y Ruta Intermunicipal Padre Luchesse, desde este punto tomaba por la calle El Dorado hasta Av. Argentina. Al llegar a este punto subía por Av. Argentina, continuando por Antártida Argentina y Malvinas Argentinas, bordeando el Golf Club de Villa Allende, hasta la salida del Ejido Municipal de Villa Allende, donde continua por calle Dorrego hasta Mendiolaza. Debido por ese entonces a la reciente pavimentación con carpeta asfáltica de la Av. Argentina en todo su desarrollo hasta la calle San Lorenzo, en el Barrio Golf, fue necesario proyectar una nueva traza para el acueducto en el sector afectado, a los fines de no romper el pavimento recién realizado.

Con esa finalidad los proyectistas a cargo plantearon una traza que partiendo de la nueva cisterna a realizarse, en terrenos que dan sobre la calle Pablo Cabrera, la conducción partiría desde este punto por esta calle hasta la calle Manuel Pizarro, y por esta hasta la intersección por Hugo Wast, luego bajando por esta hasta Av. Goycochea, por la avenida hacia el S.E. hasta Pje Córdoba y tomando este hasta la calle Río de Janeiro, luego por Río de Janeiro (colectora oeste de la Ruta Intermunicipal) hasta la finalización de la misma, en este punto cruzaría la rotonda en dirección al Polideportivo Municipal, correría por este hacia el norte hasta la altura de la calle V. Rodríguez, donde tomaría esta calle cruzando la calle Río de Janeiro, por esta hasta la intersección con calle Colon, por donde subiría en dirección al Golf Club hasta calle Salamanca, por Salamanca hasta calle Madrid y por esta última hasta calle San Lorenzo, por la cual bajaría hacia el oeste hasta encontrarse con la Av. Malvinas Argentinas en cuya intersección retomarí la traza original del proyecto.



La Figura 1 muestra la traza del acueducto proyectado con las cisternas y derivaciones previstas.

Figura 1: Acueducto Sierras Chicas



Este acueducto está conformado por cuatro tramos:

1. Impulsión desde Nueva Cisterna a Cisternas Existentes en San Alfonso:

Comprende una impulsión de aproximadamente 230 metros de longitud, cañería de PRFV diámetro 300 mm clase 10 entre la nueva cisterna a construir en San Alfonso y las cisternas ya existentes en dicho lugar.

2. Tramo San Alfonso-Malvinas:

Este tramo consta de aproximadamente 9720 metros de longitud, cañería de PRFV clase 10 en diámetros 400, 350 y 300 mm, entre la Estación de Bombeo N°1 ubicada en el predio de la nueva cisterna a construir en San Alfonso y la nueva cisterna a construir en Malvinas.

3. Derivación Cisterna del Golf:

Comprende la derivación desde el acueducto principal a la altura de la progresiva 4620, mediante una cañería de PRFV diámetro 300 mm clase 10 de aproximadamente 310 metros de longitud, cuya finalidad es abastecer a la cisterna del Golf.

4. Tramo Malvinas-Cisterna "C":

Este tramo va desde la Estación de Bombeo N°2 ubicada en el predio de la nueva cisterna en Malvinas hasta la Cisterna "C" en Unquillo, y tiene la particularidad de que está formado por dos conductos, uno de ellos existente de PEAD diámetro 160 mm clase 10 y uno nuevo a colocar de PVC termofusión diámetro 250 mm clase 10.

Sobre el tramo de cañería diámetro 160 mm a colocar para conectar la salida de la Estación de Bombeo N°2 con el caño de diámetro 160 mm existente, se colocará una Válvula Reductora de Presión, tipo DOROT o similar, que limite la misma a un valor menor o igual a 10 kg/cm².



A continuación se transcriben los cálculos hidráulicos de la cañería y estaciones de bombeo, a excepción del diámetro de la conducción y la capacidad de las cisternas, valores preestablecidos en el proyecto original, estos se han realizado para la dotación correspondiente al año 2015 (establecidos en el proyecto original) y el año 2025.

❖ **Cálculo Hidráulico de la Conducción Acueducto Sierras Chicas-Suquía**

Año de diseño 2015

➤ **Impulsión desde Nueva Cisterna a Cisternas Existentes en San Alfonso:**

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	230,00	Cisternas exist. Va. Allende	230,00	62,92	300	0,0021	0,48	0,89	525,09	550,40	554,61	4,21

H bombeo= 30 m

➤ **Tramo San Alfonso-Malvinas:**

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	500,00		500,00	155,42	400	0,003	1,37	1,24	523,35	532,12	623,98	91,86
500,00	574,63	Válvula Aire	74,63	155,42	400	0,003	0,21	1,24	532,12	535,38	623,77	88,39
574,63	913,86	Válvula Aire	339,23	155,42	400	0,003	0,93	1,24	535,38	534,54	622,84	88,30
913,86	1000,00		86,14	155,42	400	0,003	0,24	1,24	534,54	532,01	622,60	90,59
1000,00	1500,00		500,00	155,42	400	0,003	1,37	1,24	532,01	528,59	621,23	92,64
1500,00	1685,40	Válvula Aire	185,40	155,42	400	0,003	0,51	1,24	528,59	532,51	620,72	88,21
1685,40	2000,00		314,60	155,42	400	0,003	0,86	1,24	532,51	534,04	619,85	85,81
2000,00	2500,00		500,00	155,42	400	0,003	1,37	1,24	534,04	554,71	618,48	63,77
2500,00	2546,27	Válvula Aire	46,27	155,42	400	0,003	0,13	1,24	554,71	557,62	618,35	60,73
2546,27	2856,48	Válvula Aire	310,21	155,42	400	0,003	0,85	1,24	557,62	559,68	617,50	57,82
2856,48	3000,00		143,52	155,42	400	0,003	0,39	1,24	559,68	558,06	617,10	59,04
3000,00	3500,00		500,00	155,42	400	0,003	1,37	1,24	558,06	557,13	615,73	58,60
3500,00	3666,77	Válvula Aire	166,77	155,42	400	0,003	0,46	1,24	557,13	565,07	615,27	50,20
3666,77	3789,20	Válvula Aire	122,43	155,42	400	0,003	0,34	1,24	565,07	564,55	614,93	50,38
3789,20	4000,00		210,80	155,42	400	0,003	0,58	1,24	564,55	563,18	614,35	51,17
4000,00	4161,03	Válvula Aire	161,03	155,42	400	0,003	0,44	1,24	563,18	568,12	613,91	45,79
4161,03	4465,00	Válvula Aire	303,97	155,42	400	0,003	0,84	1,24	568,12	570,15	613,07	42,92
4465,00	4500,00		35,00	155,42	400	0,003	0,10	1,24	570,15	569,04	612,98	43,94
4500,00	4620,00	Derivación Cisterna Golf	120,00	155,42	400	0,003	0,33	1,24	569,04	570,79	612,65	41,86
4620,00	4649,75	Válvula Aire	29,75	92,50	350	0,002	0,06	0,96	570,79	571,35	612,59	41,24
4649,75	4930,76	Válvula Aire	281,01	92,50	350	0,002	0,57	0,96	571,35	569,92	612,02	42,10
4930,76	5000,00		69,24	92,50	350	0,002	0,14	0,96	569,92	565,39	611,88	46,49
5000,00	5177,74	Válvula Aire	177,74	92,50	350	0,002	0,36	0,96	565,39	567,56	611,52	43,96
5177,74	5500,00		322,26	92,50	350	0,002	0,65	0,96	567,56	556,84	610,88	54,04
5500,00	6000,00		500,00	92,50	350	0,002	1,01	0,96	556,84	559,88	609,87	49,99
6000,00	6322,86	Válvula Aire	322,86	92,50	350	0,002	0,65	0,96	559,88	565,99	609,22	43,23
6322,86	6500,00		177,14	92,50	350	0,002	0,36	0,96	565,99	564,80	608,86	44,06
6500,00	6550,04	Desvío Mend.-El Talar	50,04	92,50	350	0,002	0,10	0,96	564,80	564,60	608,76	44,16
6550,04	7000,00		449,96	73,28	300	0,003	1,25	1,04	564,60	564,18	607,51	43,33
7000,00	7307,97	Válvula Aire	307,97	73,28	300	0,003	0,85	1,04	564,18	568,05	606,66	38,61
7307,97	7500,00		192,03	73,28	300	0,003	0,53	1,04	568,05	572,15	606,12	33,97
7500,00	7801,52	Válvula Aire	301,52	73,28	300	0,003	0,84	1,04	572,15	576,28	605,29	29,01
7801,52	8000,00		198,48	73,28	300	0,003	0,55	1,04	576,28	577,56	604,74	27,18
8000,00	8500,00		500,00	73,28	300	0,003	1,39	1,04	577,56	582,16	603,35	21,19
8500,00	8581,64	Válvula Aire	81,64	73,28	300	0,003	0,23	1,04	582,16	582,85	603,12	20,27
8581,64	9000,00		418,36	73,28	300	0,003	1,16	1,04	582,85	587,38	601,96	14,58
9000,00	9496,47	Válvula Aire	496,47	73,28	300	0,003	1,38	1,04	587,38	594,40	600,59	6,19
9496,47	9660,11	Válvula Aire	163,64	73,28	300	0,003	0,45	1,04	594,40	595,49	600,13	4,64
9660,11	9790,17	Bombeo Perf. Malvinas	130,06	73,28	300	0,003	0,36	1,04	595,49	592,91	599,77	6,86

Estación de Bombeo N°1: al inicio (Prog.0.00). Altura de Bombeo: 102m



➤ Derivación Cisterna del Golf:

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	310,00	Cisterna Golf	310,00	62,92	300	0,0021	0,65	0,89	570,79	579,40	612,00	32,60

➤ Tramo Malvinas-Cisterna “C”:

DIAMETRO 160 mm (PEAD CL10 existente)													
Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)	
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante			
9790,17	9927,41	Válvula Aire	137,24	17,29	160	0,004	0,56	0,86	592,91	594,14	687,35	93,21	
9927,41	10000,00		72,59	17,29	160	0,004	0,30	0,86	594,14	595,78	687,05	91,27	
10000,00	10283,07	Válvula Aire	283,07	17,29	160	0,004	1,16	0,86	595,78	601,97	685,90	83,93	
10283,07	10500,00		216,93	17,29	160	0,004	0,89	0,86	601,97	599,87	685,01	85,14	
10500,00	11000,00		500,00	17,29	160	0,004	2,04	0,86	599,87	623,29	682,97	59,68	
11000,00	11161,36	Válvula Aire	161,36	17,29	160	0,004	0,66	0,86	623,29	638,71	682,31	43,60	
11161,36	11500,00		338,64	17,29	160	0,004	1,38	0,86	638,71	663,32	680,92	17,60	
11500,00	11585,29	Válvula Aire	85,29	17,29	160	0,004	0,35	0,86	663,32	666,16	680,57	14,41	
11585,29	11764,63	Cisterna Unquillo	179,34	17,29	160	0,004	0,73	0,86	666,16	673,75	679,84	6,09	
								HF total=	8,07				

DIAMETRO 250 mm (PVC CL10 a colocar)													
Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)	
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante			
9790,17	9927,41	Válvula Aire	137,24	55,99	250	0,004	0,56	1,14	592,91	594,14	687,35	93,21	
9927,41	10000,00		72,59	55,99	250	0,004	0,30	1,14	594,14	595,78	687,05	91,27	
10000,00	10283,07	Válvula Aire	283,07	55,99	250	0,004	1,16	1,14	595,78	601,97	685,89	83,92	
10283,07	10500,00		216,93	55,99	250	0,004	0,89	1,14	601,97	599,87	685,00	85,13	
10500,00	11000,00		500,00	55,99	250	0,004	2,05	1,14	599,87	623,29	682,96	59,67	
11000,00	11161,36	Válvula Aire	161,36	55,99	250	0,004	0,66	1,14	623,29	638,71	682,30	43,59	
11161,36	11500,00		338,64	55,99	250	0,004	1,39	1,14	638,71	663,32	680,91	17,59	
11500,00	11585,29	Válvula Aire	85,29	55,99	250	0,004	0,35	1,14	663,32	666,16	680,56	14,40	
11585,29	11764,63	Cisterna Unquillo	179,34	55,99	250	0,004	0,73	1,14	666,16	673,75	679,83	6,08	
								HF total=	8,08				

C=150; Hbombee=95m.

Q total=	73,3	l/s
Q 160=	17,3	l/s
Q 250=	56,0	l/s

Estación de Bombeo N°2: en Malvinas (prog. 9720), altura de bombeo: 95 m

Año de Diseño 2025

➤ Impulsión desde Nueva Cisterna a Cisternas Existentes en San Alfonso:

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	230,00	Cisternas exist. Va. Allende	230,00	84,58	300	0,0036	0,83	1,20	525,09	550,40	554,26	3,86

H=30m



➤ Tramo San Alfonso-Malvinas:

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	500,00		500,00	230,42	400	0,006	2,85	1,83	523,35	532,12	650,50	118,38
500,00	574,63	Válvula Aire	74,63	230,42	400	0,006	0,43	1,83	532,12	535,38	650,07	114,69
574,63	913,86	Válvula Aire	339,23	230,42	400	0,006	1,93	1,83	535,38	534,54	648,14	113,60
913,86	1000,00		86,14	230,42	400	0,006	0,49	1,83	534,54	532,01	647,65	115,64
1000,00	1500,00		500,00	230,42	400	0,006	2,85	1,83	532,01	528,59	644,80	116,21
1500,00	1685,40	Válvula Aire	185,40	230,42	400	0,006	1,06	1,83	528,59	532,51	643,74	111,23
1685,40	2000,00		314,60	230,42	400	0,006	1,79	1,83	532,51	534,04	641,95	107,91
2000,00	2500,00		500,00	230,42	400	0,006	2,85	1,83	534,04	554,71	639,10	84,39
2500,00	2546,27	Válvula Aire	46,27	230,42	400	0,006	0,26	1,83	554,71	557,62	638,84	81,22
2546,27	2856,48	Válvula Aire	310,21	230,42	400	0,006	1,77	1,83	557,62	559,68	637,07	77,39
2856,48	3000,00		143,52	230,42	400	0,006	0,82	1,83	559,68	558,06	636,25	78,19
3000,00	3500,00		500,00	230,42	400	0,006	2,85	1,83	558,06	557,13	633,40	76,27
3500,00	3666,77	Válvula Aire	166,77	230,42	400	0,006	0,95	1,83	557,13	565,07	632,45	67,38
3666,77	3789,20	Válvula Aire	122,43	230,42	400	0,006	0,70	1,83	565,07	564,55	631,75	67,20
3789,20	4000,00		210,80	230,42	400	0,006	1,20	1,83	564,55	563,18	630,55	67,37
4000,00	4161,03	Válvula Aire	161,03	230,42	400	0,006	0,92	1,83	563,18	568,12	629,63	61,51
4161,03	4465,00	Válvula Aire	303,97	230,42	400	0,006	1,73	1,83	568,12	570,15	627,90	57,75
4465,00	4500,00		35,00	230,42	400	0,006	0,20	1,83	570,15	569,04	627,70	58,66
4500,00	4620,00	Derivación Cisterna Golf	120,00	230,42	400	0,006	0,68	1,83	569,04	570,79	627,01	56,22
4620,00	4649,75	Válvula Aire	29,75	145,83	350	0,005	0,14	1,52	570,79	571,35	626,88	55,53
4649,75	4930,76	Válvula Aire	281,01	145,83	350	0,005	1,32	1,52	571,35	569,92	625,56	55,64
4930,76	5000,00		69,24	145,83	350	0,005	0,32	1,52	569,92	565,39	625,24	59,85
5000,00	5177,74	Válvula Aire	177,74	145,83	350	0,005	0,83	1,52	565,39	567,56	624,40	56,84
5177,74	5500,00		322,26	145,83	350	0,005	1,51	1,52	567,56	556,84	622,89	66,05
5500,00	6000,00		500,00	145,83	350	0,005	2,34	1,52	556,84	559,88	620,55	60,67
6000,00	6322,86	Válvula Aire	322,86	145,83	350	0,005	1,51	1,52	559,88	565,99	619,04	53,05
6322,86	6500,00		177,14	145,83	350	0,005	0,83	1,52	565,99	564,80	618,21	53,41
6500,00	6550,04	Desvío Mend.-El Talar	50,04	145,83	350	0,005	0,23	1,52	564,80	564,60	617,98	53,38
6550,04	7000,00		449,96	109,17	300	0,006	2,61	1,54	564,60	564,18	615,37	51,19
7000,00	7307,97	Válvula Aire	307,97	109,17	300	0,006	1,79	1,54	564,18	568,05	613,58	45,53
7307,97	7500,00		192,03	109,17	300	0,006	1,11	1,54	568,05	572,15	612,47	40,32
7500,00	7801,52	Válvula Aire	301,52	109,17	300	0,006	1,75	1,54	572,15	576,28	610,72	34,44
7801,52	8000,00		198,48	109,17	300	0,006	1,15	1,54	576,28	577,56	609,56	32,00
8000,00	8500,00		500,00	109,17	300	0,006	2,90	1,54	577,56	582,16	606,66	24,50
8500,00	8581,64	Válvula Aire	81,64	109,17	300	0,006	0,47	1,54	582,16	582,85	606,19	23,34
8581,64	9000,00		418,36	109,17	300	0,006	2,43	1,54	582,85	587,38	603,76	16,38
9000,00	9496,47	Válvula Aire	496,47	109,17	300	0,006	2,88	1,54	587,38	594,40	600,88	6,48
9496,47	9660,11	Válvula Aire	163,64	109,17	300	0,006	0,95	1,54	594,40	595,49	599,93	4,44
9660,11	9790,17	Bombeo Perf. Malvinas	130,06	109,17	300	0,006	0,75	1,54	595,49	592,91	599,18	6,27

Estación de Bombeo N°1: al inicio (Prog. 0,00), altura de bombeo: 130 m

➤ Derivación Cisterna del Golf:

Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
0,00	310,00	Cisterna Golf	310,00	84,58	300	0,0036	1,12	1,20	570,79	579,40	625,89	46,49

➤ Tramo Malvinas-Cisterna "C":

DIAMETRO 160 mm (PEAD CL10 existente)												
Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel.(m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
9790,17	9927,41	Válvula Aire	137,24	19,65	160	0,005	0,71	0,98	592,91	594,14	692,20	98,06
9927,41	10000,00		72,59	19,65	160	0,005	0,38	0,98	594,14	595,78	691,82	96,04
10000,00	10283,07	Válvula Aire	283,07	19,65	160	0,005	1,47	0,98	595,78	601,97	690,36	88,89
10283,07	10500,00		216,93	19,65	160	0,005	1,12	0,98	601,97	599,87	689,24	89,87
10500,00	11000,00		500,00	19,65	160	0,005	2,59	0,98	599,87	623,29	686,65	63,86
11000,00	11161,36	Válvula Aire	161,36	19,65	160	0,005	0,84	0,98	623,29	638,71	685,81	47,10
11161,36	11500,00		338,64	19,65	160	0,005	1,75	0,98	638,71	663,32	684,06	20,74
11500,00	11585,29	Válvula Aire	85,29	19,65	160	0,005	0,44	0,98	663,32	666,16	683,62	17,46
11585,29	11764,63	Cisterna Unquillo	179,34	19,65	160	0,005	0,93	0,98	666,16	673,75	682,69	8,94



DIAMETRO 250 mm (PVC a colocar)												
Tramo		Descripción (Pto. Adel.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Diám. (mm)	J (m/m)	Hf (m)	Velocidad (m/s)	Cota (m)		Piezom. adel. (m)	H disp. adel.(m)
Prog. Atrás	Prog. Adel.								Atrás	Adelante		
9790,17	9927,41	Válvula Aire	137,24	89,51	250	0,010	1,34	1,82	592,91	594,14	696,57	102,43
9927,41	10000,00		72,59	89,51	250	0,010	0,71	1,82	594,14	595,78	695,86	100,08
10000,00	10283,07	Válvula Aire	283,07	89,51	250	0,010	2,76	1,82	595,78	601,97	693,10	91,13
10283,07	10500,00		216,93	89,51	250	0,010	2,12	1,82	601,97	599,87	690,98	91,11
10500,00	11000,00		500,00	89,51	250	0,010	4,88	1,82	599,87	623,29	686,10	62,81
11000,00	11161,36	Válvula Aire	161,36	89,51	250	0,010	1,58	1,82	623,29	638,71	684,52	45,81
11161,36	11500,00		338,64	89,51	250	0,010	3,31	1,82	638,71	663,32	681,22	17,90
11500,00	11585,29	Válvula Aire	85,29	89,51	250	0,010	0,83	1,82	663,32	666,16	680,38	14,22
11585,29	11764,63	Cisterna Unquillo	179,34	89,51	250	0,010	1,75	1,82	666,16	673,75	678,63	4,88

C=150; H₁₆₀=100m; H₂₅₀=105m

Q total=	109,2	l/s
Q 160=	19,6	l/s
Q 250=	89,5	l/s

Estación de Bombeo N°2: en Malvinas (prog. 9720), altura de bombeo: 105 m

- Planta Potabilizadora “La Calera”- Cupos de Agua Potable

El 29 de Diciembre del año 2010 la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia firmo la resolución N°806 que se adjunta en el ANEXO F, en la cual se tramita la asignación de los cupos de agua potable a distintas localidades del sistema de distribución de agua potable Sierras Chicas, descripto anteriormente, considerando al mismo integrado por las localidades de La Calera, Saldan, Villa Allende, Unquillo, Mendiolaza y Río Ceballos y teniendo en cuenta que la Provincia de Córdoba había ejecutado las Obras denominadas “Ampliación de la Planta Potabilizadora La Calera” y “Acueducto Sierras Chicas” con la finalidad de aportar un importante volumen de agua al mencionado sistema entre otras cuestiones, de la cuáles se resalta que la asignación de los cupos se realizó función de la cantidad de habitantes de cada una de las localidades que conforman el “Sistema Sierras Chicas”, el consumo per cápita de cada una de ellas y tomando en cuenta la población y demanda de agua existente al año 2008.

En estas condiciones se aprobó el cronograma de asignación de cupos de agua potable hasta el año 2028 para las municipalidades de La Calera, Saldan, Villa Allende, Unquillo, Mendiolaza y Río Ceballos. **De esta manera hasta el 31 de Diciembre de 2014 los cupos asignados fueron:**

- ✓ LA CALERA: 377m³/h
- ✓ VILLA ALLANDE: 336m³/h
- ✓ SALDÁN: 129m³/h
- ✓ MENDIOLAZA: 109m³/h
- ✓ UNQUILLO: 255m³/h
- ✓ RÍO CEBALLOS: 274m³/h (En concepto de Cupo de agua potable proveniente del Embalse “La Quebrada” y de la “Planta Potabilizadora La Quebrada”)



En el Capítulo 8: "Diagnóstico de la situación actual" se analizarán los cupos asignados en función de la demanda actual y futura que se estudia en el Capítulo 5: "Estudio de la demanda"

Para poder afrontar estos cupos, la Planta Potabilizadora La Calera en conjunto con el acueducto San Alfonso necesitan una serie de obras que permitan aumentar su capacidad de producción y transporte respectivamente. **Estas obras deberán ir de la mano con la asignación prevista de manera escalonada para llegar a los cupos finales adoptados para el año 2028**, que para las localidades de Unquillo y Mendiolaza son de 428m³/h y 244m³/h respectivamente. Se espera que la ampliación aumente la capacidad de producción de la planta de 650m³/h (900m³/h en condiciones límites) a 2100m³/h para el año 2028.

Las obras previstas según el Ministerio de Agua, Ambiente y Energía provincial algunas de las cuáles ya se encuentran en licitación son:

1. Reemplazo de la cañería de aducción de asbesto cemento de 600mm. de diámetro que toma el agua del conducto existente de 3.000mm de diámetro que conduce el vital elemento desde el azud el Diquecito hasta la usina hidroeléctrica de La Calera. El nuevo conducto será de PRFV (Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio) de 800mm de diámetro, clase 10 y tendrá 2730m de longitud. El tendido incluye las obras de toma al canal, con anclajes y piezas especiales que correspondan, de igual manera a la estación de bombeo en Booster y obras particulares. Esta obra demandará una inversión de 16,8 millones de pesos y estará lista en 210 días luego de la apertura de sobres que se realizó el 23 de agosto de 2012.
2. Reemplazo del tramo entre el arroyo Saldan y la cisterna de Villa Allende del acueducto Sierras Chicas. Los 2125m existentes de diámetro 400mm. serán reemplazados por un conducto de mayor diámetro de PRFV que permitirá aumentar al menos un 40% el caudal que actualmente se envía desde la Planta Potabilizadora La Calera. Además, se prevé el reemplazo de un tramo de cañería de acero de 400mm. de diámetro que alimenta a la cisterna de Saldan desde el acueducto existente, ya que el mismo presenta continuas roturas por su antigüedad. Esta obra estima una inversión provincial de 8.557.721 pesos y un plazo de ejecución de 180 días. La recepción de sobres del llamado a licitación de la misma está prevista para el 14 de febrero del año 2013.
3. La cuarta obra prevista, de manera extraoficial, contemplaría la repotenciación de la estación de bombeo en la cisterna San Alfonso, en Villa Allende, lo que permitiría suministrar los caudales asignados por la provincia a las localidades de Unquillo y Mendiolaza.

4.2.3 Pozos en funcionamiento

Como se menciona en el Capítulo 3 existen dos pozos disponibles en la actualidad, que son el pozo Malvinas y pozo Villa Díaz de los cuales solo el primero se encuentra en funcionamiento y alimenta diariamente a la cisterna C.



- Pozo Malvinas:

Se encuentra a la vera de Calle Malvinas en el punto de nacimiento del Arroyo Unquillo. (Foto 2)

Foto 2: Pozo Malvinas



La toma en pozo Malvinas es una captación subálvea del arroyo Saldán formado por la unión de los cauces de los arroyos Río Ceballos y Unquillo. Este pozo posee una capacidad de $100\text{m}^3/\text{h}$ aproximadamente, dicho caudal es impulsado a la cisterna C por un equipo de bombeo de tipo 1+1 conformado por dos bombas KDN65-250 salvando un desnivel entre ambos puntos de 80m.

Actualmente esta bomba funciona 18 horas/día por lo que esta fuente aporta $1800\text{m}^3/\text{día}$ que se mezclan directamente con los caudales provenientes de la Planta “La Calera” en la cisterna C.

En el Anexo B se encuentra un informe técnico de los estudios realizados en el Centro de Química Aplicada de la Facultad de Ciencias Químicas a una muestra obtenida del mismo, años atrás.

- Pozo Villa Díaz:

El pozo se encuentra ubicado sobre calle Belgrano de Unquillo, a la vera del Arroyo Cabana. El mismo se abastece de una galería filtrante del arroyo como se indica en la Figura 2. En el predio se encuentra además una cisterna, sala de bombeo y una casilla de cloración.

**Figura 2: Pozo Villa Díaz**

Según datos de la Cooperativa el pozo dispone un caudal de 25m³/h, este se utilizó en época de crisis conectando directamente a la red perteneciente a la cisterna B.

Actualmente tanto el pozo, bomba y cisterna se encuentran fuera de funcionamiento y es uno de los puntos a tener en cuenta al analizar las posibles alternativas que se piensen para solucionar las presiones altas en determinados sectores de la red mencionada anteriormente.

4.2.4 Fuentes utilizadas actualmente – Resumen de los ingresos al sistema.

En la actualidad el suministro de agua para la distribución a las localidades de Unquillo y Mendiolaza se realiza a través de 3 fuentes:

1. Planta Potabilizadora “La Calera”
2. Planta Potabilizadora “La Quebrada”
3. Pozo Malvinas.

1. Ingresos provenientes de planta “La Calera”

- Origen: Cisterna San Alfonso en Villa Allende.
- Llegada: Cisterna Malvinas o “Parquecito”
- Abastecimiento por: Sistema de impulsión-Equipo de bombeo Villa Allende.
- Aportes al sistema: 364m³/h.(100L/s)
- Equipo de medición de ingresos: No.
- Acueducto: Sierras Chicas.

Debido a la inexistencia de macromedidores que permitan relevar los ingresos a la cisterna Malvinas resulta complicado determinar que caudal llega a la cisterna Malvinas en la actualidad. Teniendo en cuenta el proyecto “Acueducto Sierras Chicas” y los cupos asignados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia se tiene:

- a) Según Acueducto Sierras Chicas.

**Tabla 1: Ingresos S/Acueducto Sierras Chicas**

LUGAR	Año 2015(L/s)	Año 2025(L/s)
(Salida)Cisterna San Alfonso	155,42	230,42
Derivación Golf	62,92	84,59
Derivación Talar	19,22	36,66
(Llegada) Malvinas	73,28	109,17

b) Según Cupos asignados:

Tabla 2: Ingresos S/ Cupos Asignados por la Provincia

LUGAR	Año 2014 (L/s)	Año 2028(L/s)
Unquillo	70,83	67,78
Mendiolaza	30,27	118,89
Total	101,10	186,67

Los cupos asignados están en función de proyecciones demográficas para las distintas localidades de manera que los caudales que egresan hacia el Golf y Talar se restan al cupo asignado para Villa Allende y Mendiolaza respectivamente.

Se nota que la capacidad máxima del acueducto Sierras Chicas es de 109,17L/s por lo que será necesaria una repotenciación del sistema de bombeo ubicado en la ciudad de Villa Allende que permita poder transportar los caudales asignados como cupos.

Ante este escenario, considerando las consultas realizadas al personal técnico de la Cooperativa y teniendo en cuenta que el equipo de bombeo en la cisterna Villa Allende se proyecta para el año de diseño 2015, se considera para la elaboración de la propuesta del Plan Director un ingreso a la cisterna Malvinas de 73,28L/s (teórico), existente en la cisterna San Alfonso de Villa Allende.

2. Ingresos provenientes de planta “La Quebrada”

- Origen: Planta Potabilizadora “La Quebrada”
- Llegada: Cisterna A, Abis y B.
- Abastecimiento por: Gravedad
- Aportes al sistema: a demanda.
- Equipos de Medición de ingresos: No existen.
- Acueducto: Se utiliza el acueducto La Quebrada, Río Ceballos-Unquillo.

Nota: Se recuerda que el tramo del acueducto comprendido entre las cisterna C en Unquillo y la cisterna 11 ubicada en barrio Loza de Río Ceballos se utiliza en ambos sentidos, permitiendo abastecer a las cisternas A, Abis, B y 11 desde la cisterna C. Se supone que debe existir alguna válvula de cierre que anule el suministro desde la Planta Potabilizadora La Quebrada en algún punto de la red, información que resta suministrar.

3. Ingresos provenientes de Pozo Malvinas:

- Origen: Toma Captación subálvea en el nacimiento del Arroyo Unquillo.
- Abastecimiento por: Sistema de impulsión, equipo de bombeo 1+1 Bombas KDN65-250



- Desnivel a salvar: 80m.
- Horas de bombeo/día: 18 Hs.
- Aportes al Sistema: 1800m³/día.

4. Resúmenes de los ingresos al Sistema:

En la Tabla 3 se resumen los ingresos disponibles al sistema.

Tabla 3: Ingresos al Sistema

LOCALIDAD	INGRESO	CAUDALES		
		[m ³ /h]	[m ³ /día]	[L/s]
UNQUILLO	Planta La Calera - Villa Allende- Acueducto San Alfonso	255	6120	70,83
	Pozo Malvinas	100	1800	20,83
MENDIOLAZA	Planta La Calera - Villa Allende- Acueducto San Alfonso	109	2616	30,28
UNQUILLO Y MENDIOLAZA	TOTAL	464	10536	121,94

4.3 Almacenamientos

El sistema de almacenamiento para los caudales provenientes de las fuentes descritas anteriormente está conformado por ocho cisternas ubicadas en la localidad de Unquillo en los sectores que se muestran en la Figura 3, ellas son, las cisternas A, Abis, B, C, D, E, Parquecito o Malvinas y Villa Díaz. De estos depósitos la Cisterna E y Villa Díaz se encuentran fuera de servicio en forma total mientras que la cisterna B funciona solo en forma parcial debido al bypass existente que vincula a esta con la cisterna Abis.

La cisterna Malvinas y la cisterna C, integrante del acueducto Sierras Chicas, son los depósitos principales que reciben los caudales provenientes de la cisterna San Alfonso ubicado en la Ciudad de Villa Allende y del pozo Malvinas.

Desde la cisterna C se llenan por gravedad la cisterna D y por bombeo, cuando este funciona, las cisternas A, Abis y B. La cisterna E por su parte se abastecía por gravedad desde la Cisterna D.



Foto 3: Cisterna Malvinas



La Tabla 4 muestra las principales características de este almacenamiento.

Tabla 4: Características de la Cisterna Malvinas

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
"Malvinas"	(21,00x15,00)	2,00	600	607

4.3.2 Cisterna A y Abis

Estas Cisternas se encuentran ubicadas al Norte de la localidad de Unquillo sobre la calle Gabriela Mistral en barrio San Miguel. Inicialmente el sistema contaba solo con la cisterna A, la cual posee un volumen de 15m³ con lo que abastece 67 conexiones. (Foto 4)

Foto 4: Cisternas "A y Abis"



La gran explosión demográfica que vienen manifestando estas localidades durante los últimos años trajo aparejado un aumento en el número de pedidos para conectarse a la red en los barrios colindantes a estos depósitos que en su mayoría eran abastecidos por la cisterna B; por este motivo y debido a que las futuras conexiones pertenecían a barrios sobre sectores elevados del sector, la Cooperativa pensó que la mejor opción para cubrir la nueva demanda era construir una nueva cisterna en el mismo predio de la cisterna A, a la cual se conectaría la red perteneciente a la cisterna B, permitiendo de esta manera llegar a los sectores elevados con presiones superiores a las mínimas establecidas por los organismos de control, sin considerar que el bypass entre ambos



depósitos además de brindar el servicio a aquellas conexiones alejadas y con cota de terreno elevada aumentaba la presión en todos los puntos de la red, razón por la cual, hoy por hoy, se presentan graves problemas debido a la rotura de los conductos, en su mayoría de PVC Clase 6, que no soportan las altas presiones que se generadas en distintas zonas críticas. La nueva cisterna se construyó de planta circular con un volumen de 120m³ a la que se denominó Abis. (Tabla 5)

Tabla 5: Características Cisterna A y Abis

CISTERNA	DIÁMETRO[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Cisterna "A"	3,70	2,00	15	744
Cisterna "Abis"	10,00	2,00	120	744

4.3.3 Cisterna B

La cisterna B se encuentra sobre la calle Juan de Ibarborou en barrio San Miguel de Unquillo. (Foto 5)

Foto 5: Cisterna "B"



Debido al bypass que mencionamos anteriormente esta cisterna funciona dependiendo del nivel de líquido en la cisterna Abis, debido a que el manejo de la vinculación entre ambas cisternas es totalmente manual y solo cuenta con una válvula mariposa de mando manual.

Según la información con que se cuenta, mientras la cisterna Abis tiene un nivel de líquido superior al punto de descarga, la red B se abastece únicamente de esta cisterna. Cuando esta cisterna se vacía la red se abastece desde la cisterna B y los puntos más alejados y altos del sector quedan sin servicio. (Tabla 6)

Tabla 6: Características Cisterna B

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Cisterna "B"	(9,00X13,60)	3,50	350	708



4.3.4 Cisterna C

La cisterna C (Foto 6) se encuentra ubicada sobre calle Entre Ríos en barrio Progreso de la ciudad de Unquillo, tiene un volumen de 800m³ y almacena los caudales que ingresan desde cisterna Parquecito y pozo Malvinas.

Foto 6: Cisterna "C"



La misma tiene una cota de 685msnm y desde esta cisterna se abastece mediante bombeo las cisternas A, Abis (744msnm) y B (708msnm) (Bombeo que hoy se encuentra sin funcionamiento) y por gravedad la cisterna D (666msnm). (Tabla 7)

Tabla 7: Características Cisterna C

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Cisterna "C"	(16,10X18,00)	3,50	800	686,00

4.3.5 Cisterna D

La cisterna D (Foto 7) se encuentra ubicada en calle Caseros, en barrio Progreso de Unquillo. Esta cisterna rectangular presentaba el inconveniente que se llenaba a partir del bombeo de la cisterna C lo que resultaba totalmente inadecuado si se consideraba que el desnivel topográfico entre ambos depósitos permitía abastecer esta cisterna desde la C por gravedad.

Foto 7: Cisterna " D"





Ante esta situación, personal de la Cooperativa vinculo ambas cisternas con un conducto de acero diámetro 6” que baja desde la cisterna C por las calles Entre Ríos, Vélez Sarsfield y Caseros con una salida por detrás de la cisterna C como se muestra en la Foto 8.

Foto 8: Vinculación Cisterna C y E



La Tabla 8 muestra las principales características de este depósito.

Tabla 8: Características Cisterna D

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Cisterna "D"	(13,70X9,80)	3,50	350	666,00

4.3.6 Cisterna E

Esta cisterna se encuentra ubicada sobre calle Los Pinos de barrio Villa Forchieri en la localidad de Unquillo. (Foto 9)

Foto 9: Cisterna "E"



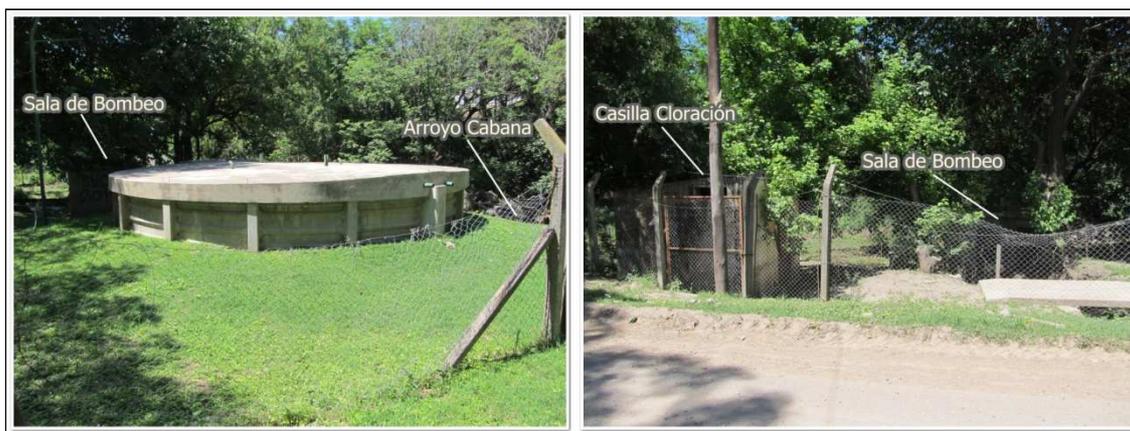
Actualmente este depósito se encuentra fuera de servicio debido a un bypass existente en la esquina de las calles Los Pinos y los Espinillos, esta vinculación ejecutada por la Cooperativa se realizó para suministrar el servicio a las conexiones más lejanas en su mayoría pertenecientes a la localidad de Mendiolaza, aprovechando la mayor elevación que cuenta la cisterna D. (Tabla 9)

**Tabla 9: Características Cisterna E**

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Cisterna "E"	(4,00x10,00)	3,50	100	615,00

4.3.7 Cisterna Villa Díaz

Esta se encuentra en el predio del pozo Villa Díaz que se mencionó en el análisis de las fuentes disponibles, ubicado sobre calle Belgrano de Unquillo. Es un depósito tipo tanque australiano de 90m³ que se muestra en la Foto 10.

Foto 10: Cisterna "Villa Díaz"

CISTERNA	DIÁMETRO[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
Villa Díaz	9,00	1,50	90	600

4.3.8 Resumen de la cisterna existentes

CISTERNA	DIMENSIONES[m]	ALTURA[m]	CAPACIDAD[m ³]	COTA[m.s.n.m]
"Malvinas"	(21,60X15,00)	2,00	600	607
"A"	3,70	2,00	15	744
"Abis"	10,00	2,00	120	744
"B"	(9,00X13,60)	3,50	350	708
"C"	(16,10X18,00)	3,50	800	686,00
"D"	(13,70X9,80)	3,50	350	666,00
"E"	(4,00x10,00)	3,50	100	615,00
Villa Díaz	9,00	1,50	90	600

4.4 Estaciones de Bombeo y Conductos de Impulsión

El abastecimiento de las cisternas integrantes de la red de agua potable a través de la Planta Potabilizadora "La Calera" modificó el funcionamiento original del sistema que aprovechaba la topografía del sector, suministrando los caudales a los diferentes depósitos por gravedad desde la Planta Potabilizadora "La Quebrada". Esta readecuación ocasionó que se necesite de estaciones de bombeo y conductos de impulsión que permitan elevar los caudales requeridos a los distintos niveles de los depósitos que conforman el sistema.



Las estaciones de bombeo son:

1. Bombeo Cisterna San Alfonso (Villa Allende)
2. Bombeo Cisterna Malvinas (Unquillo)
3. Bombeo Pozo Malvinas (Unquillo)
4. Bombeo Cisterna C (Unquillo)
5. Bombeo Pozo Villa Díaz.(Unquillo)

De estos bombeos, los dos primeros se operan desde Villa Allende por un sistema de telemetría y se han detallado en el punto 4.2. Los demás bombeos se encuentran a cargo de la Cooperativa, y carecen de sistemas de automatización que mejoren la operación de los mismos realizándose de forma manual basándose en la experiencia de los empleados de la Cooperativa que día a día conviven con estos inconvenientes.

A Continuación se enumeran las distintas estaciones de bombeo y conductos de impulsión con sus principales características:

4.4.1 Estación de bombeo Cisterna “San Alfonso”

Se ubica en el Barrio San Alfonso de la Ciudad de Villa Allende, en un predio perteneciente a la Municipalidad.

Está compuesta por:

- Equipos de Bombeo
- Casilla para alojar los equipos de bombeo, tablero eléctrico y de comando, equipo de mantenimiento
- Cisterna de Hormigón Armado de 1.000 m³ de capacidad

EQUIPOS DE BOMBEO

Los Equipos de Bombeo están compuestos por dos grupos de bombas, de accionamiento independiente:

1.- Las que impulsan el agua de la nueva cisterna a las dos cisternas existentes en San Alfonso (Villa Allende)

El sistema está compuesto por una bomba de velocidad fija con capacidad de impulsar el total de caudal de diseño para el año 2015 a las cisternas existentes, más una de reserva, las que funciona en forma alternada a los fines de equilibrar el desgaste y programar adecuadamente el mantenimiento de ambas.

Las características de estas bombas son:

2 bombas (1+1) marca GRUNDFOS Modelo NK 80-160/173
Motor Siemens - Q: 230m³/h - H: 28 m

2.- Las que impulsan el agua de la nueva cisterna a las cisternas del Golf (Villa Allende), futura derivación a El Talar (Mendiolaza) y Cisterna Malvinas (Unquillo).

El sistema está compuesto por tres bombas con capacidad de impulsar el total del caudal de diseño a las los puntos arriba indicados, mas una de reserva, las que



funcionaran en forma alternada a los fines de equilibrar el desgaste y programar adecuadamente el mantenimiento de ambas.

El sistema se completa con un variador de velocidad el que actúa sobre cualquiera de las bombas en función de los distintos requerimientos de caudal y presión que presente el sistema en su normal funcionamiento.

Los parámetros de estas bombas fueron los correspondientes al año de diseño 2015, según proyecto acueducto Sierras Chicas.

$Q_t = 559.5 \text{ m}^3/\text{h}$

$H_t = 102 \text{ m}$.

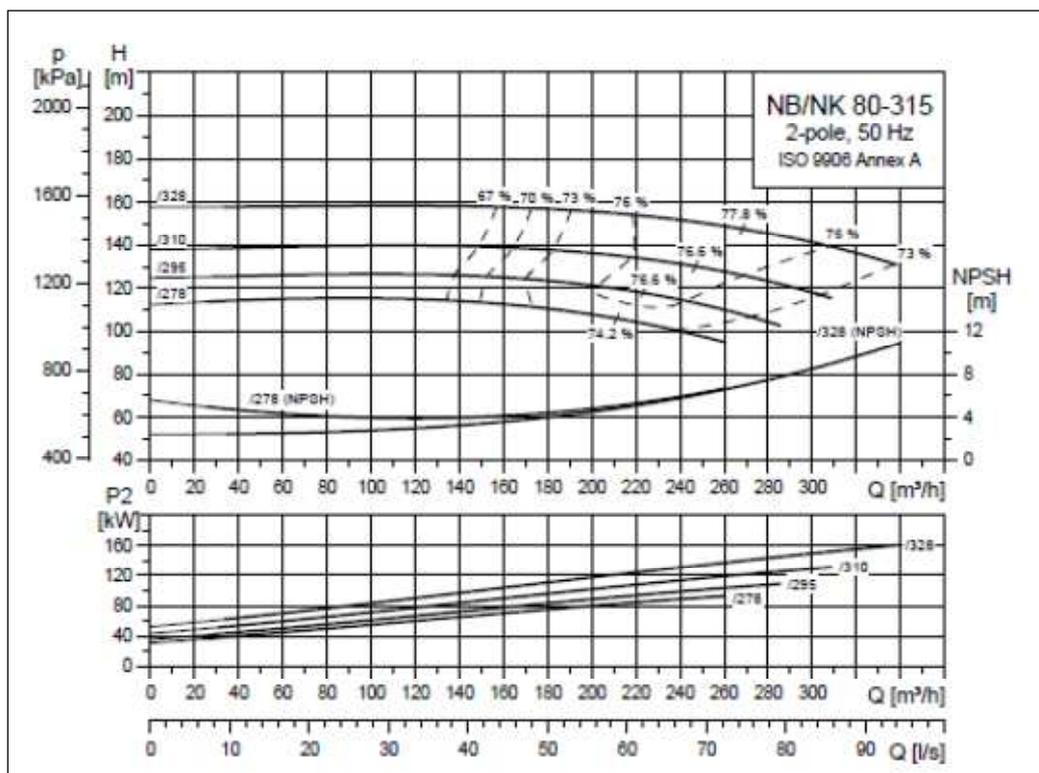
Las características de estas bombas son:

4 bombas (3+1) marca GRUNDFOS Modelo NK 80-315/292

Motor Siemens: $Q: 280\text{m}^3/\text{h} - H: 102 \text{ m}$

1 Variador de Velocidad

Figura 4: Curva característica Bombas San Alfonso



4.4.2 Estación de bombeo Cisterna “Malvinas”

Esta estación de bombeo se encuentran en inmediaciones del pozo Malvinas, en un predio perteneciente a la Municipalidad de Unquillo, está compuesta por:

- ✓ Equipos de bombeo: tres bombas de velocidad fija con capacidad de impulsar el total del caudal de diseño a la cisterna existente en Unquillo



(cisterna C), más una de reserva, las que funcionarían en forma alternada a los fines de equilibrar el desgaste y programar adecuadamente el mantenimiento de ambas.

Los parámetros de diseño se ajustaron, según proyecto “Acueducto Sierras Chicas” con los correspondientes al año de diseño 2015. ($Q_t = 264 \text{ m}^3/\text{h}$; $H_t = 95 \text{ m}$). Por lo que se seleccionaron:

4 bombas (3+1) marca GRUNDFOS Modelo CR 90-50-2
 Motor Siemens - $Q: 90 \text{ m}^3/\text{h}$ - $H: 98.7 \text{ m}$

Estas se operan por telemetría desde Villa Allende.

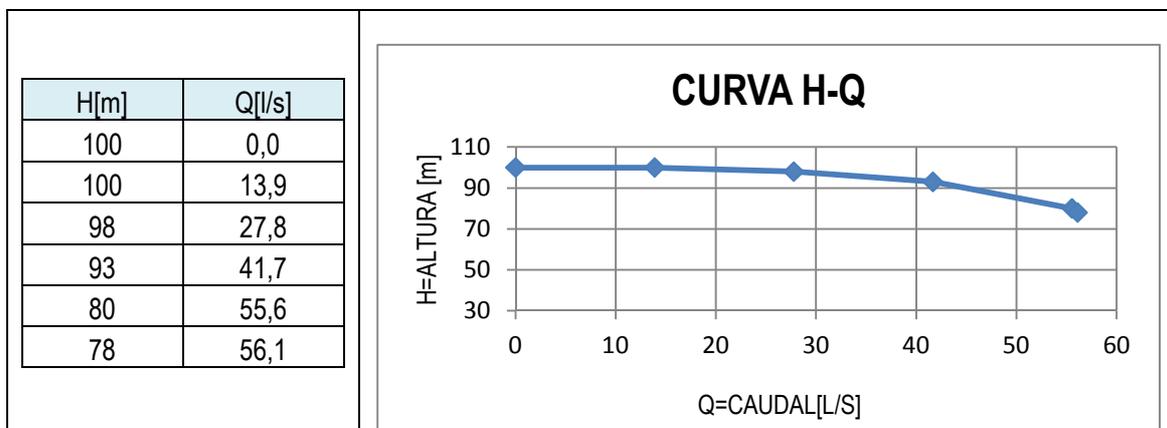
- Casilla para alojar los equipos de bombeo, tablero eléctrico y de comando, equipo de mantenimiento.
- Cisterna Malvinas descrita anteriormente.

Foto 11: Equipo de Bombeo Cisterna Malvinas



La *Figura 5* muestra la curva característica del equipo de bombeo que se utilizó en la modelación hidráulica del sistema.

Figura 5: Curva H-Q Sistema de Bombeo Cisterna Malvinas





4.4.3 Estación de bombeo e Impulsión en Pozo Malvinas.

El sistema está compuesto por dos bombas Marca DAB – Modelo KDN 65-250/263 que se muestran en la Foto 12, de tipo 1+1. Los motores son Marca Weg, Modelo W22 de 75 HP.

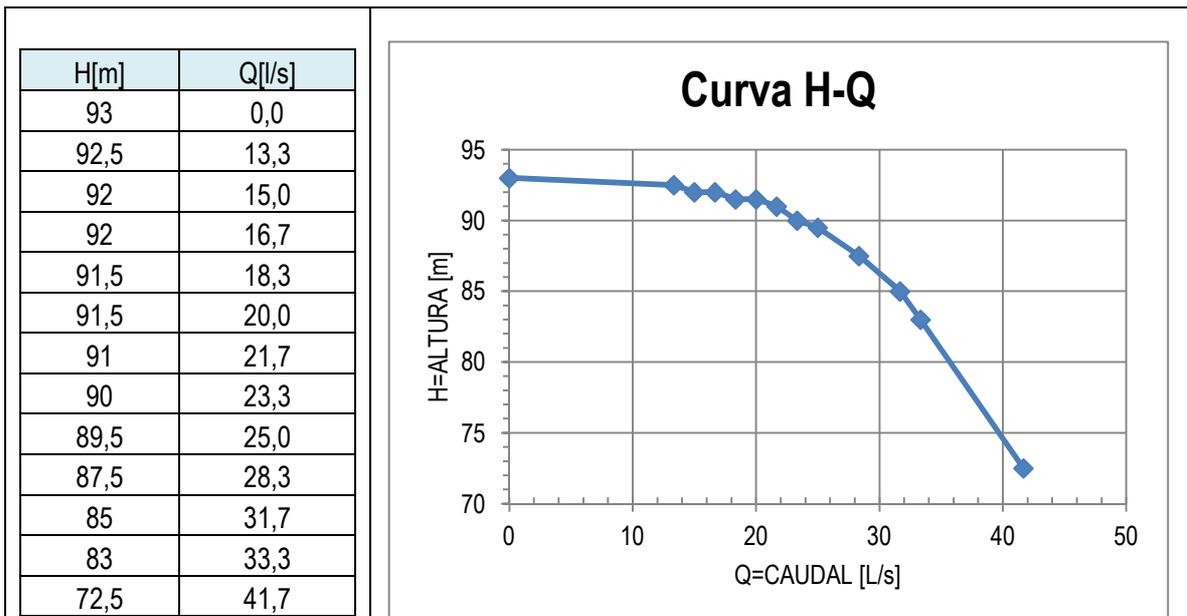
Foto 12: Bombeo Malvinas



Estos dispositivos funcionan 18 horas por día, la Figura 6 muestra la curva característica de las bombas existentes, que se utilizaron en la elaboración del modelo hidráulico.

El conducto de impulsión es un caño de PEAD diámetro 160mm. CL10 que abastece a la cisterna C. Cuando se proyectó el acueducto Sierras chicas se consideró que este conducto se conectaría en paralelo al conducto PVC diámetro 250 que vincula a la cisterna Malvinas o Parquecito y la Cisterna C. Debido a que hasta el día de la fecha el pozo dispone agua en cantidad y calidad esta conexión nunca se realizó y continúa transportando los caudales del Pozo Malvinas hasta la cisterna C.

Figura 6: Curva H-Q bomba existente pozo Malvinas





4.4.4 Estación bombeo e impulsión Cisterna “C”

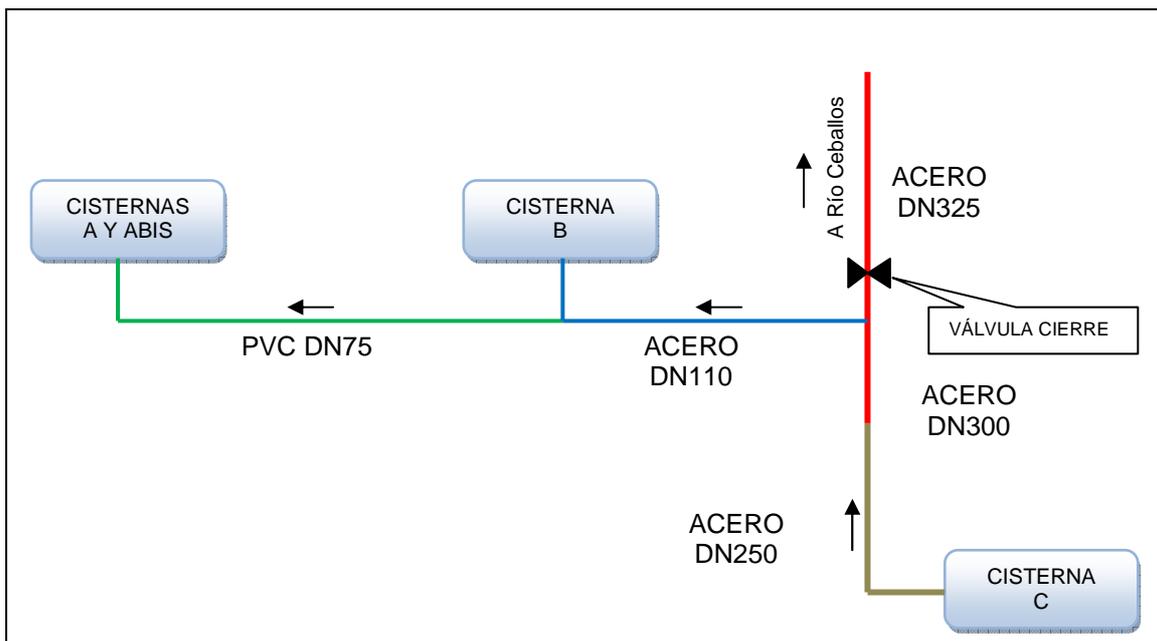
El equipo de bombeo instalado en la Cisterna C, permite abastecer a las cisternas A, Abis y B.

La impulsión se realiza utilizando el antiguo acueducto (1991) que suministraba los caudales provenientes de la Planta Potabilizadora Río Ceballos – Sistema La Quebrada. Este acueducto está formado por una tubería telescópica que ingresa a la ciudad de Unquillo con conductos de acero diámetro 300mm y llega a la cisterna C con un diámetro nominal 250mm. Las derivación a la cisterna B está ejecutada con un conducto de acero diámetro 110, continuando un conducto de PVC DN75 hasta las cisternas A y Abis, tal como se muestra en Figura 7.

De esta manera el conducto de impulsión a partir de la cisterna C está formado por los siguientes tramos:

1. 867,38m Caño Acero DN300mm.
2. 1667.77m Caño Acero DN250mm.
3. 510.74m Caño Acero DN110mm.
4. 427.96m Caño PVC DN75mm

Figura 7: Impulsión Cisterna C a Cisternas A y B.



La bomba es Marca Mark-Modelo 80-25. Los motores Marca Weg, modelo W22 de 100HP, elementos que se observan en la Foto 13.

Este equipo presenta problemas de instalación por lo que actualmente se están realizando modificaciones, principalmente en la cañería de aducción.

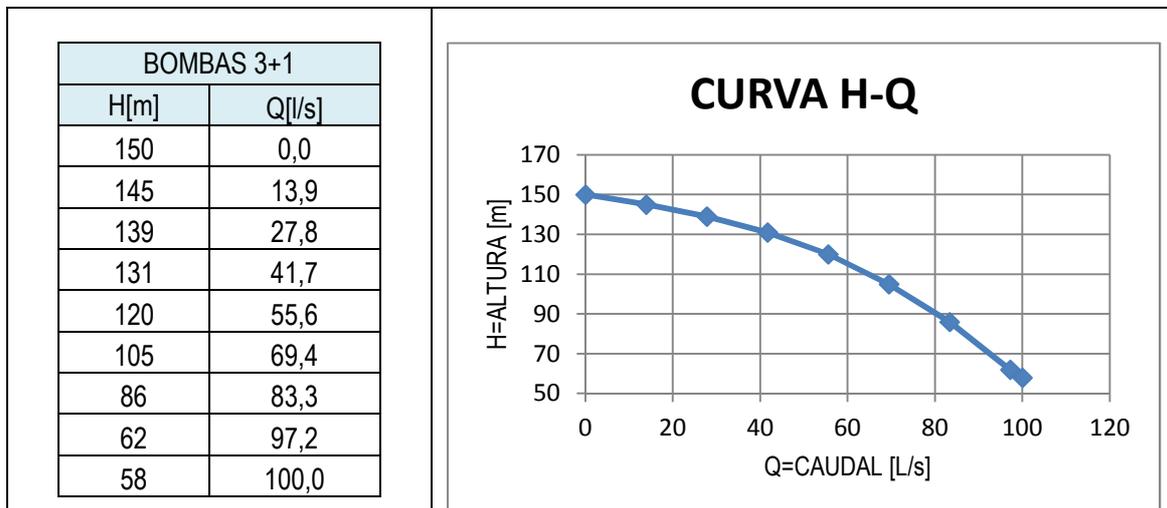


Foto 13: Bombeo Cisterna “C”



La curva característica que se utilizó en la modelación hidráulica del sistema se muestra en la Figura 8.

Figura 8: Curva H-Q bomba cisterna “C”



4.4.5 Estación de bombeo en Pozo “Villa Díaz”

No se cuenta con datos del equipo de bombeo instalado. Actualmente no se utiliza.

4.5 Red de distribución

El suministro del servicio de agua potable cubre a una parte de la población total estimada para Unquillo y Mendiolaza. En el estudio de la demanda que se verá más adelante se nota que no coincide el número total de conexiones con la población estimada al año 2012. Por los datos relevados se supone que esta parte de los habitantes se abastece de perforaciones propias u otro tipo de conexiones que no se encuentran en los registros de la cooperativa.

4.5.1 Acueducto Sierras Chicas y vinculaciones entre cisternas



A manera de resumen se repasa las interconexiones entre cada una de las cisternas del sistema a partir de las cuales se abastece a cada una de las redes de distribución.

Como se ha mencionado anteriormente, el acueducto Sierras Chicas o San Alfonso nace en la ciudad de Villa Allende, parte de la cisterna San Alfonso con un conducto de PRFV Ø400mm y llega a la cisterna parquecito con Ø300mm. Esta cisterna abastece a la cisterna C mediante los bombeos descriptos anteriormente a través de un conducto de PVC Ø250, CL10 con tramos unidos mediante termofusión a tope.

Además a la cisterna C también llegan los caudales provenientes del pozo Malvinas a través de la impulsión con cañerías de PVC Ø160 CL10.

En la Cisterna C encontramos además el ingreso desde el Dique “La Quebrada” correspondiente al sistema original el cuál se encuentra materializado de la siguiente manera, desde este depósito sube un conducto de ACERO DN250, hasta la intersección con la calle Caseros donde luego de una caja con válvula esclusa la tubería se divide en dos ramales, por un lado por calle Caseros continua un conducto de ACERO DN100 que llega a la cisterna D y el otro ramal sigue hasta calle Jujuy, continua hacia el Norte hasta calle Almirante Brown, desde aquí continua hasta el límite de la localidades de Unquillo y Río Ceballos con un conducto de acero diámetro 300mm. En este último trayecto en calle Leopoldo Lugones baja un conducto de ACERO DN100 hasta la cisterna B y desde aquí continúa con PVC DN75 para finalmente abastecer a la cisterna A. Este tramo descripto desde Unquillo hacia Río Ceballos pertenece al acueducto “La Quebrada” y forma parte del tramo que se utiliza en ambos sentidos.

Desde la cisterna D que se abastece por gravedad desde la cisterna C a través de un conducto de ACERO Ø100, parte un conducto de ASBESTO CEMENTO DN300 que baja por las calles Caseros, Vélez Sarsfield y Sarmiento hasta llegar a calle Colón, luego continua con conductos de PVC Ø225 CL10, por calle Sarmiento, Vélez Sarsfield, sube por Costanera, y se dirige hacia el Sur por calle 17 de Octubre hasta calle Esteban Echeverría, donde baja con Ø160 hasta abastecer la cisterna “E”.

4.5.2 Red de distribución

Las redes de distribución de cada una de las cisternas se actualizaron y digitalizaron lo que permitió luego la elaboración del modelo hidráulico. Según los planos elaborados se cómputo la longitud de las tuberías según los materiales utilizados que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Longitud de redes por cisterna según materiales utilizados [metros]

RED	TUBERÍA										TOTAL/Red	
	PVC DN63	A ^o DN63,5	PVC DN 75	PVC DN 90	PVC DN 110	AS DN110	PVC DN 160	PVC DN225	PVC DN300	AS DN300		Polietileno
CISTERNA "A"	1708.53											1708.53
CISTERNA "B"	13208.84		1327.86	328.29	1032.90		2777.89	2101.88				20777.66
CISTERNA "C"	29808.40	957.81	2214.34	1051.62	494.14	105.93	2617.52	3546.27	1065.07		321.13	42182.23
CISTERNA "D"	12752.23		3530.92	497.79			5242.94	177.66		1061.4733		23263.01
CISTERNA "E"	19221.99		1699.37	988.76	846.70		2660.22241					25417.04
TOTAL S/Tipo	76699.98	957.81	8772.49	2866.45	2373.74	105.93	13298.57	5825.81	1065.07	1061.47	321.13	113348.46

Del cómputo realizado se nota que la cisterna C es la que posee mayor longitud en sus redes de distribución representando un 37,21% de la longitud total de las redes de distribución. Además es la que presenta mayor variedad en los materiales que la componen. De estos materiales se tiene que un 97,84% de la red está construida de PVC de los cuáles un 67,67% posee el diámetro mínimo aconsejado por las normas



vigentes. Estos valores se muestran en la Tabla 11. La diversidad de materiales en conjunto de la disposición de las mallas tipo abiertas complica la posibilidad de homogenizar presiones, independizar sectores y evitar “puntos negros”.

Tabla 11: Longitud de redes por cisterna

RED	LONGITUD[m]	Totales en %
CISTERNA "A"	1708.53	1.51%
CISTERNA "B"	20777.66	18.33%
CISTERNA "C"	42182.23	37.21%
CISTERNA "D"	23263.01	20.52%
CISTERNA "E"	25417.04	22.42%
Total	113348.46	100.00%

PVC DN63	A° DN63,5	PVC DN 75	PVC DN 90	PVC DN 110	AS DN110	PVC DN 160	PVC DN225	PVC DN300	AS DN300	Polietileno	Total
67.67%	0.85%	7.74%	2.53%	2.09%	0.09%	11.73%	5.14%	0.94%	0.94%	0.28%	100.00%

Por otro lado se analizó el área de servicio actual, la Tabla 12 muestra las áreas brutas de servicio de cada cisterna, considerando que el área de la planta urbana actual de ambas localidades cubre un total de 2065,4Ha, la red de cobertura del servicio abarca un 50% de misma, estos espacios se muestran en la Figura 9. El Porcentaje restante se abastece de manera indirecta o gracias a recursos propios, entre los cuáles se pueden mencionar:

- ✓ Country 4 Hojas: Se abastece con una dotación menor una cisterna existente al ingreso del barrio.
- ✓ Talar de Mendiolaza: Derivación acueducto San Alfonso (A cargo de la Municipalidad)
- ✓ Barrio “Corral de Barrancas”: Pozo propio.
- ✓ Barrio “La Bancaria”: Pozo Propio.

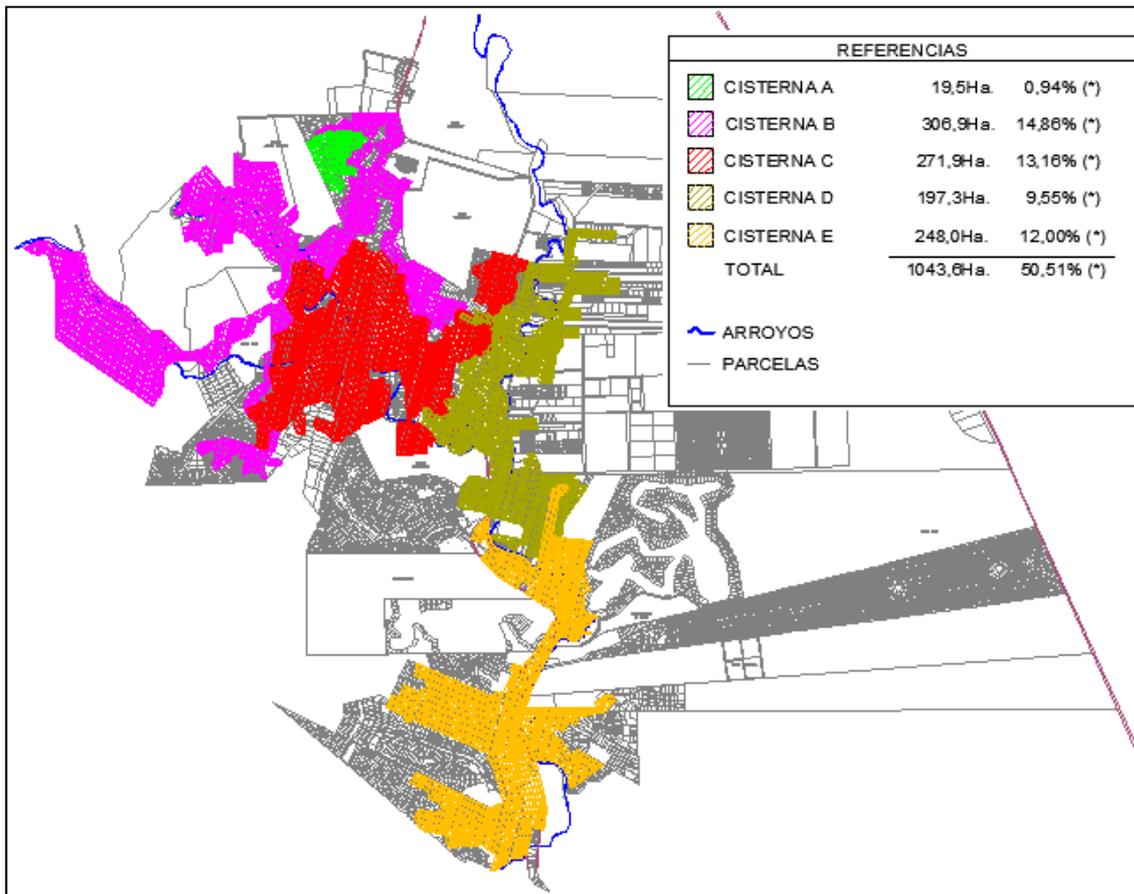
Tabla 12: Área (Bruta) de servicio actual de cada cisterna

Área de Servicio Actual	Área [Ha]
Cisterna A	19,5
Cisterna B	270,7
Cisterna C	271,9
Cisterna D	197,3
Cisterna E	248,0
Total	1007,3

Considerando además que el área neta urbana es aproximadamente un 65% del área bruta se tiene una superficie neta igual a 654,75m², teniendo en cuenta que el lote tipo promedio en las ciudades en estudio posee una superficie de 600m², se obtiene un valor aproximado de 10 conexiones/ha. Esta aproximación nos sirve para considerar la cantidad de conexiones que pueden esperarse en los espacios disponibles a urbanizar en el ejido de ambas ciudades.



Figura 9: Áreas con servicio de agua potable



Debido a que no existen planos actuales de las redes existentes se elaboraron las planimetrías de cada una de las redes de distribución, en estas se indicaron luego los resultados obtenidos en el modelo hidráulico realizado.

4.5.3 Conducciones

Debido a los distintos materiales que se encuentran en las redes existentes se hace un breve repaso de las características de los distintos conductos a fin de determinar cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno de ellos para tener en cuenta en la utilización de los mismos de aquí en adelante ya sea para reemplazar aquellos que han cumplido su vida útil y sufren roturas de manera constante como así también los que se utilizarán en los proyectos futuros.

Las conducciones constituyen un componente indispensable en las obras de acueductos a presión ya que serán las encargadas de conducir el agua entre la obra de toma y la reserva final y entre esta y cada una de las conexiones. En general en obras nuevas constituyen no menos del 60% del costo total de la obra, por lo que es muy importante su estudio.

La elección del material está regida por varios factores:

- Presión de trabajo: es la presión interna producida por el agua en reposo o en régimen permanente y define la "clase". Se deben tener en cuenta también las solicitaciones producidas por "golpe de ariete".



- Presión externa: son aquellas cargas producidas por el relleno de la zanja y por el Tránsito.
- Características del terreno: en lo que respecta a la topografía y la agresividad del mismo hacia el material de los tubos.
- Costo del material.
 - Materiales utilizados
 - ✓ Hormigones armados y pretensados o postesados, con o sin alma de acero:

Las cañerías ejecutadas en hormigón han sido tradicionalmente utilizadas en los sistemas de abastecimiento de agua, especialmente en las aducciones de agua bruta y tratada, de gran diámetro.

Las de hormigón simple (HS) no resultan aconsejables para conducciones a presión, ya que soportan presiones menores a 1 atm. Los diámetros que se fabrican son menores a 0,60 m y de longitudes que van de 2 a 4 m

Las de hormigón armado (H^ºA^º) se fabrican en diámetros menores o iguales a 1,2 m, con longitudes que van de 2 a 4 m, siendo la presión de trabajo de 3 a 10 atm (baja a media). Pueden ser de simple armadura o de doble armadura para soportar mayores presiones. El recubrimiento interno depende de la agresividad de las aguas pero en general es de 0,015 m.

Las de hormigón pretensado se fabrican de 0,5 a 2 m de diámetro y de 3 a 6 m de longitud. Se comportan bien en terrenos con grandes asentamientos, tienen la ventaja de que si se fisura el hormigón, el acero cierra herméticamente la fisura y se evitan las pérdidas.

Las uniones entre tramos se realizan por juntas espiga-enchufe con aro de goma.

Sus desventajas pasan por el elevado peso de cada tramo de conducto, la necesidad de posible instalación de protección catódica para prevenir la corrosión por la acción de corrientes vagabundas y alta celeridad.

Los diámetros para HS son: 65, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000 y 1100 mm Para H^ºA^º: 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400 y 1500 mm

- ✓ Metálicas:

Las propiedades de las tuberías de acero que las hacen útiles son: gran resistencia; capacidad de flexionarse bajo carga; capacidad de doblarse sin romperse y por último, su resistencia al impacto. A estas cuatro ventajas deben sumarse la durabilidad y el bajo peso en función del diámetro.

Las desventajas son: necesidad de recubrimiento interno y externo, con su influencia en el costo; dada su gran esbeltez, función de sus propiedades mecánicas, hace que en muchos diseños se deba considerar un mayor espesor que el necesario por presión



interior para así considerar posibles colapsos por pandeo o inestabilidad elástica, conductor de la electricidad, alta conductividad térmica y alta celeridad.

Las cañerías de acero, se fabrican con longitudes de 12.00 m, con presiones de trabajo del orden de las 20 atm. su utilización es muy limitada por los problemas de corrosión que presentan.

La serie de diámetros normales comprende (en pulgadas): 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1, 1 ¼, 1 ½, 2, 2 ½, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y luego cada dos pulgadas (DN pares).

Las tuberías de Hierro Fundido (HF) son fabricadas a partir de aleaciones de hierro y carbono, tienen muy buen comportamiento al ataque de terreno o del agua que transportan. De acuerdo al proceso de fabricación, (centrifugado o colado vertical) los diámetros irán desde 0,05 a 0,65 m, con longitudes de 3 a 6 m. La presión de trabajo que pueden soportar es menor o igual a 10 atm.

La serie de diámetros normales comprende DN 60, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, y 1200 donde el DN coincide con el diámetro interior.

Las tuberías con comportamiento “rígido” frente al suelo de apoyo (tuberías de acero y hormigón), permiten un diseño de zanja menos exigente, puesto que no deben evitar la ovalización del conducto. Si bien la celeridad de onda por sobrepresiones es del orden de 1000 m/s, y por lo tanto las magnitudes de presiones internas son mayores, no presentan peligro de aplastamiento por depresiones sumadas a la acción de cargas externas. Su elevada resistencia al aplastamiento les dará una ventaja relativa en el rango de presiones bajas, cuando se hace importante la acción de cargas externas.

✓ Tuberías plásticas

Las tuberías de Polietileno se fabrican en diámetros que no superan los 0,20 m, su resistencia mecánica es baja y se deforman ante la acción de una carga. Tienen buena resistencia a la corrosión.

Las cañerías de Policloruro de Vinilo (PVC), tienen una muy buena resistencia y son económicas en el rango de diámetros entre 63 y 500 mm. Su bajo peso, facilidad de transporte y manipuleo constituyen una importante propiedad a ser evaluada en el análisis de costos. Son frágiles con temperaturas bajas, protege a los líquidos transportados de las variaciones de temperaturas debido a su baja conductividad térmica. Las pérdidas de carga son bajas respecto a otros materiales, por su gran lisura interna. Presentan cierta resistencia al ataque de agentes corrosivos, y se debe tener en cuenta la dilatación lineal con las variaciones de temperatura ya que presentan un elevado coeficiente de dilatación lineal. (Variación de temperatura de 10° C., produce una dilatación de 0.15 m aproximadamente).

Los diámetros nominales de fabricación local son: 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 200, 250, 315, 350, 400 y 500 mm. Se hace notar que el DN coincide con el diámetro exterior por lo que la sección hidráulica neta de pasaje disminuye con el aumento de clase. Se producen en clase 6, 10 y 16 bar (Kg/cm²).

Las de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), se fabrican en diámetros mayores a 300 mm, y longitudes de tubería de 14 m, lo lleva a una cantidad menor de uniones. No necesitan protecciones especiales para la corrosión, el peso de los tubos



es 1/4 del hierro y 1/10 del Hormigón, lo que se traduce en un menor costo de transporte y manipulación. Su superficie interior lisa disminuye las pérdidas por fricción y mejora las condiciones de escurrimiento en conducciones por gravedad. Como desventaja se debe mencionar su elevado costo y la necesidad de utilización de mano de obra especializada.

Los diámetros normales de fabricación son: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 y 2400 mm, en las clases 4, 6, 10, 16, 20 y 25 bar (Kg/cm²). Se hace notar que el DN coincide con el diámetro interior por lo que el aumento de clase no modifica la sección hidráulica de cálculo.

Las de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), entre sus ventajas pueden señalarse la preservación del medio ambiente, ser reciclables, no contaminantes, no transferir sabor a los fluidos que transportan, químicamente inertes, no se incrustan ni corroen, no son atacadas por aguas duras, algas, hongos, bacterias ni la mayoría de los ácidos, poseen muy bajo coeficiente de fricción y elevada resistencia mecánica y ductilidad, presentan resistencia a la abrasión (fluidos con partículas en suspensión), baja conductibilidad térmica y elevada elasticidad que protegen a los fluidos del congelamiento y se evitan roturas por dichas causas, no son conductores de la electricidad y tienen bajo valor de la celeridad

La serie de diámetros nominales, que coincide con el diámetro exterior son: 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1200, 1400, y 1600 mm. En cuanto a las clases o presión nominal de trabajo son 3,2; 4; 6; 8; 10; 12,5 y 16 bar (Kg/cm²).

Otras características destacables de estas tuberías son su inercia química al ataque corrosivo de los suelos y que posibilitan un atenuamiento de las presiones por golpe de ariete, debido a la baja celeridad de transmisión de las ondas de sobrepresión y depresión consecuencia de su elasticidad. (Celeridad de onda por sobrepresiones es del orden de 300-600 m/s). En la Tabla 13 se destacan algunas aplicaciones de las tuberías plásticas.

Tabla 13: Tuberías Plásticas, aplicaciones recomendadas

Material	Saneamiento	Presión	
	DN(mm)	DN(mm)	PN (bar)
PVC	110-630	63-630	<10
PRFV	700-2400	500-800	<10
PEAD	no recomendado	63-90	>10

Aquellas tuberías que se comportan como “flexibles” (tuberías plásticas), una vez instaladas en la zanja, tienen una elevada resistencia a la tracción, lo que las hace sumamente resistentes a las solicitaciones debidas a la presión interna, requiriendo para ello pequeños espesores. Esta propiedad implica una baja resistencia a las cargas externas, puesto que frente a las mismas la tubería tiende a ovalizarse dando lugar a reacciones laterales que deben ser resistidas por los laterales de la zanja con un debido compactado. En la Tabla 14 se presentan las ventajas y desventajas en cada una de las etapas de obra para las tuberías de material plástico.



Tabla 14: Ventajas y desventajas de los conductos plásticos

Acción	INSTALACION		
	PVC	PRFV	PEAD
Zanja y tapada	Normal	Mayor Cuidado	Mayor Cuidado
Juntas	Rápido	Herram. Especiales	Fusión/Electrofusión
Prueba Hidráulica	Segura (con Agua)	Segura (con aire)	Segura (con aire)
Manipuleo	A mano (largo 6m)	Con Equipo (largo 14m)	Con Equipo (largo 12m)
Rectificación de traza	Posible	Difícil p/gran radio	Posible
Mantenimiento	Simple y Rápido	Mano de Obra Especializada	Mano de Obra y Equipos Esp.

Los principales elementos geométricos de la sección transversal de una tubería son:

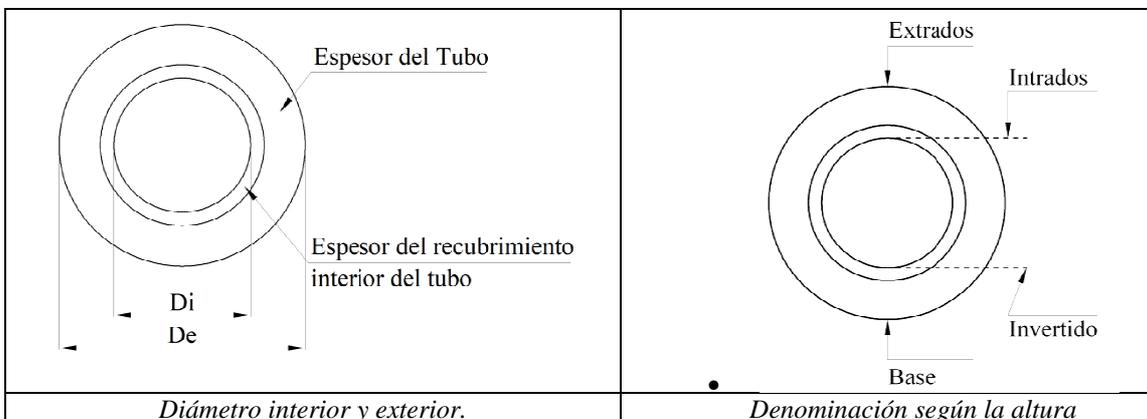
DN: Diámetro nominal. Corresponde al diámetro con que son habitualmente designadas las tuberías, tanto técnicamente como en el comercio.

DE: Diámetro exterior. Es el máximo de la sección normal de la tubería.

DI: Diámetro interior. Es el mínimo de la sección normal de la tubería. Corresponde al diámetro neto de la sección para aquellos materiales que no emplean un recubrimiento protector interno y el hidráulicamente aprovechable en los que utilizan un recubrimiento protector interior.

En la Figura 10 se hallan indicadas las denominaciones de los diferentes diámetros y posiciones en altura de la sección normal.

Figura 10: Diámetros y Posiciones en altura de la sección normal de un conducto



Diámetro interior y exterior.

Denominación según la altura



Para las tuberías fabricadas con acero (con DN mayor o igual de 356 mm = 14 pulgadas), P.E.A.D., P.R.F.V. y P.V.C. el diámetro nominal DN coincide con el diámetro exterior DE. Esto significa que con el aumento de la presión de diseño (ó “clase”), que ocasiona la necesidad de aumentar el espesor, la sección hidráulica de pasaje del líquido disminuye.

- Condiciones a cumplir por las conducciones

- ✓ *Condiciones Primarias*

Resistencia estructural.

- Presión Interna (Máxima carga piezométrica, golpe de ariete)
- Presión Externa (tránsito, etc.)
- Golpes

Impermeabilidad.

Resistencia a la corrosión.

- Aire
- Agua
- Suelo

- ✓ *Condiciones Secundarias*

- Lisura interior.
- Duración.
- Facilidad de transporte y colocación.

Conclusión

Analizando todos los aspectos antes mencionados, es posible concluir que las tuberías que más se adaptan a los requerimientos técnicos y económicos son las tuberías plásticas y dentro de estas las de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) para los acueductos y las de Policloruro de Vinilo (PVC), para la red de distribución.

Esta elección se basa fundamentalmente en la disponibilidad de material, bajos costos de mano de obra y equipos, mantenimiento casi nulo, facilidad de manipuleo además de sus características hidráulicas como ser resistencia al golpe de ariete, bajas pérdidas por fricción, flexibilidad para salvar desniveles, movimientos de suelo, etc.

- Golpe de Ariete

- ✓ *Introducción*

El golpe de ariete es un fenómeno hidráulico que se presenta en las tuberías cuando se tiene un cambio brusco del régimen o la velocidad del flujo, por ejemplo cierre de válvulas o una parada rápida de equipos de bombeo.

La energía cinética que contiene el fluido debido a la velocidad de conducción, se transforma en energía potencial, que a su vez, dará origen a un incremento de la carga



piezométrica original, llevándose a cabo un trabajo elástico de deformación en las paredes del conducto y el agua.

En el diseño de líneas de conducción de agua resulta muy importante considerar el fenómeno del golpe de ariete con el fin de evitar roturas en la tubería que podrían provocar daños personales, daños a las instalaciones hidráulicas y por ende, pérdidas económicas.

Al cerrarse rápidamente la válvula, se reduce el flujo al paso por la misma, lo que incrementa la carga corriente arriba de la válvula, iniciándose un pulso de alta presión que se propaga en dirección contraria al flujo. La presión en el lado corriente debajo de la válvula se reduce y la onda de presión disminuida viaja en el sentido del flujo. Si el cierre es rápido y la presión original es baja, se puede formar una bolsa de vapor corriente abajo, la que puede reducirse en forma violenta y producir una onda de presión elevada que se propaga corriente abajo.

✓ Fenómeno de Golpe de Ariete

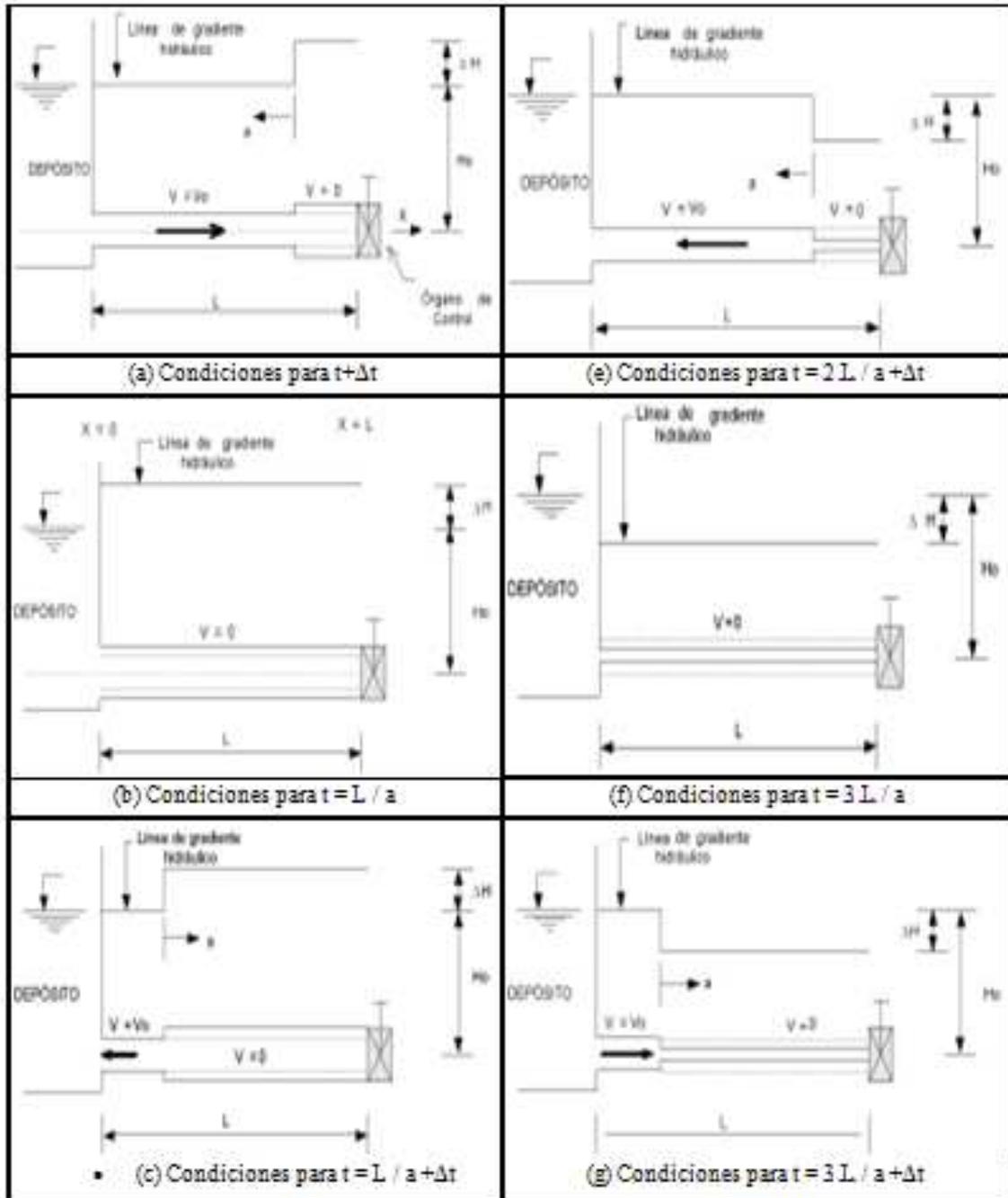
En el caso de un depósito conteniendo una gran cantidad de agua, en el instante del cierre del órgano de control (válvula) aguas abajo del depósito con una longitud "L" (Figura 11a), se genera una onda de presión positiva que viaja aguas arriba con una velocidad o celeridad "a", además se provoca una deformación del conducto debido a la compresión del líquido. Una vez que la onda llega al depósito en un tiempo $t = L / a$ (Figura 11 b), el depósito funciona como pantalla por lo que la onda regresa hacia el órgano de control aguas abajo como onda de presión negativa por lo que el conducto se contrae a su forma original (Figura 11c) en un tiempo $t = 2 L / a$ (Figura 11d). Esta fase se conoce como fase directa del golpe de ariete.

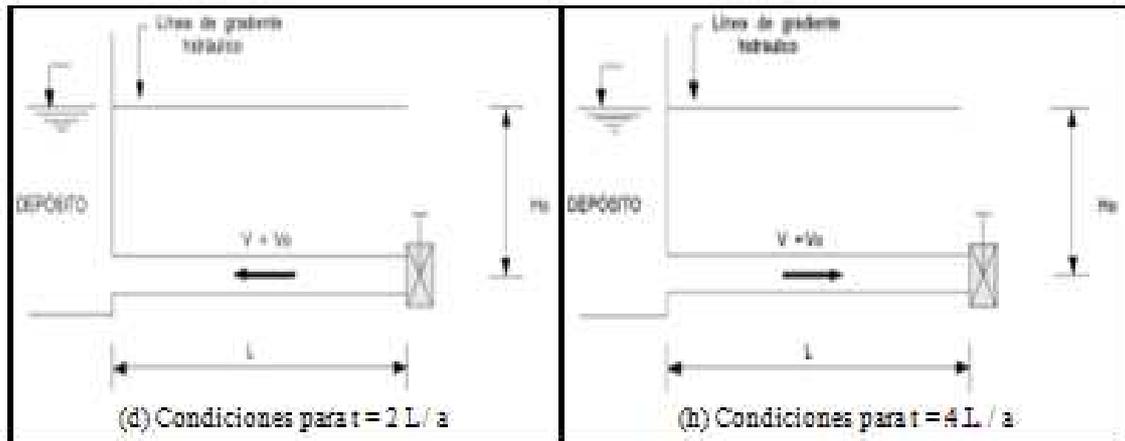
Como se puede observar en las figuras, al detenerse el líquido en el órgano de control la velocidad en esta zona se hace $V = 0$, teniéndose al principio del conducto la velocidad original $V = V_0$ (Figura 11 a,b), la cual se iguala a cero al llegar la onda de presión al tanque. Al regresar la onda aguas abajo se provoca un movimiento del fluido hacia el depósito con una velocidad $V = V_0$, hasta que la onda de presión llega al órgano de control (Figura 11 c,d). Este flujo hacia el depósito origina una caída de carga y una contracción de las paredes del conducto a dimensiones inferiores a las originales (Figura 11 e) , la onda viaja nuevamente aguas arriba llegando al depósito en un tiempo $t = 3 L / a$ (Figura 11af), el depósito funciona nuevamente como pantalla reflejando la onda como onda de presión positiva hacia el órgano de control (Figura 11 g) hasta llegar al final en un tiempo $t = 4 L / a$ (Figura 11 h) recuperando el conducto su forma original. Esta segunda fase se conoce como fase inversa del golpe de ariete.

Si no existiese el efecto de la fricción que transforma la energía en calor, este fenómeno se repetiría indefinidamente, sin embargo, ya que prácticamente todos los conductos son hidráulicamente rugosos, la variación de la carga decrece con el tiempo.



Figura 11: Propagación de la onda por Golpe de Ariete





✓ **Consecuencias:**

Las causas enunciadas anteriormente, producen en la tubería:

- **Sobrepresiones:** que llevan a posibles roturas de los conductos.
- **Vaporización:** producida por presiones menores a la presión de vapor, lo que hace que el agua forme burbujas que colapsan aguas abajo provocando desprendimiento del recubrimiento interior o el aplastamiento del conducto (en el caso de materiales flexibles).
- **Vibraciones:** llevan a posibles roturas de los conductos por fatiga.

Sobrepresiones debidas al Golpe de Ariete

Para determinar el golpe de ariete en las impulsiones, se define al T_c (tiempo crítico de una instalación), como el tiempo que tarda la onda de sobrepresión en ir y volver de una extremidad a la otra de la cañería. Resulta necesario entonces, determinar el tiempo de cierre de la misma y compararlo al tiempo crítico, para definir si se trata de un cierre lento, crítico o brusco. El tiempo de cese de la circulación no es lo mismo que el tiempo de parada de la bomba, ya que la circulación del agua cesa una vez que se han reducido aproximadamente un 15 % el número de revoluciones de la bomba.

$$T_c = \frac{2 \times L}{a} = \text{Tiempo crítico};$$

$$a = \left[\frac{K/\rho}{1 + (K/E) \times (D/e)} \right]^{0.5} =$$

Donde:

a = celeridad, o sea la velocidad de propagación de las ondas de presión en el agua (m/s).

L = Longitud de la conducción (m).

D = Diámetro de la conducción (m).

e = Espesor de la conducción (m).

En caso de una cañería de impulsión en donde se paran bruscamente las electrobombas (como consecuencia de un corte de energía, por ejemplo), es necesario conocer cuál será el tiempo de cierre de esa instalación para saber si se trata de un cierre lento ($T_{cl} < T_c$), crítico ($T_c = T_c$) o brusco ($T_{cb} > T_c$).



Según Mendiluce (1987), el tiempo de cierre cuando se detienen las electrobombas es:

$$T = \frac{(K \times L \times V)}{(g \times H_m)} =$$

K, tiene en cuenta el efecto de inercia de la bomba estando sus valores en función de la longitud de la cañería. Cuando la longitud es muy grande, la inercia de la bomba es insignificante y la energía cinética adquiere mayor importancia, por lo que el valor de K es pequeño. En cañerías cortas, K es grande.

K = 2 para L < 500m

K = 1,5 para 500 < L < 1500m

K = 1 para L > 1500m

V = Velocidad del flujo (m/s).

g = aceleración de la gravedad (m/s²).

H_m = Altura manométrica de la bomba (m).

Método Práctico

Se calcula el tiempo de parada según la fórmula de Mendiluce:

$$T = \frac{(K \times L \times V)}{(g \times H_m)} =$$

Se determina la celeridad de onda "a"

$$a = \frac{9900}{(48,3 + K \times (\frac{D}{e}))^{0,5}} =$$

Se establecen las sobrepresiones "ΔH" (m) en función del tiempo de cierre crítico T_c = (2 x L)/a, comparado con el tiempo de parada de la instalación "T", pudiendo ser:

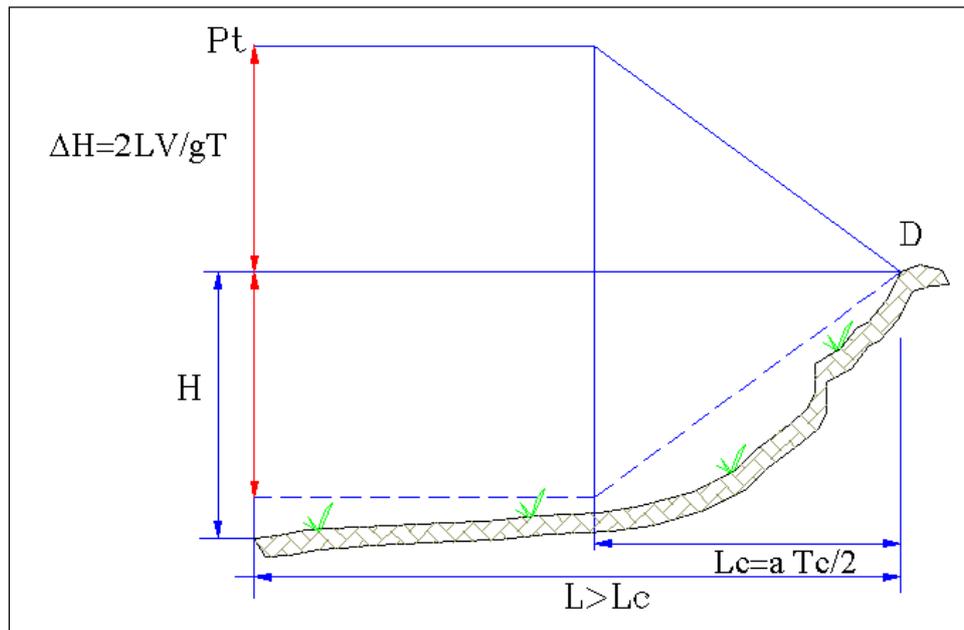
Para T_c < T, se utiliza la fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{(2 \times L \times V)}{g \times T} =$$

En este caso, la sobrepresión máxima se encuentra a la salida de la bomba y decrece hasta cero en el punto de llegada (cañería corta). La longitud crítica L_c es mayor que la longitud de la cañería. Figura 12.



Figura 14: Variación de la sobrepresión por golpe de ariete en cañerías largas



4.5.4 Accesorio utilizados en Acueducto y Redes

✓ Introducción

Son piezas especiales que se colocan en las cañerías ya sean de distribución o impulsión, para mejorar su funcionamiento, evitar roturas y facilitar el mantenimiento de la misma.

✓ Tipos de Válvulas

VÁLVULAS DE CIERRE

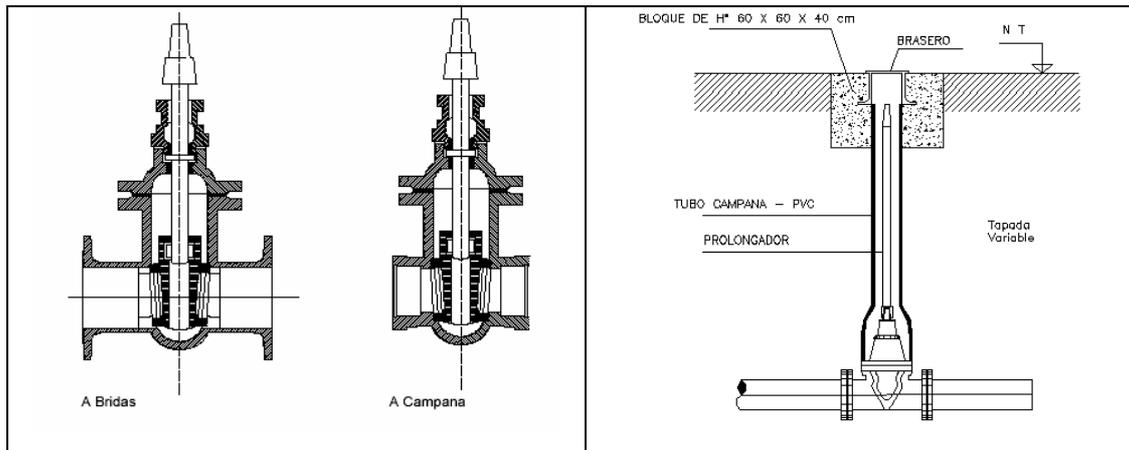
a) Válvulas Esclusas

Se utilizan para independizar los distintos tramos cañerías, tratando de afectar un mínimo de conexiones durante la interrupción del servicio por alguna rotura, reparación, etc. Se colocan en los nudos de las cañerías maestras y en los extremos de conexión de cañerías secundarias. Funcionan mediante un diafragma que al bajar interrumpe la circulación de líquido. Constan de un cuerpo exterior que generalmente se une a las cañerías con bridas, aunque también existen otros tipos de uniones (Figura 15).

Para su colocación se debe tener en cuenta su costo, ya que es elevado, para esto habrá que comparar el costo de instalación respecto del costo de dejar sin servicio a un área de la población.



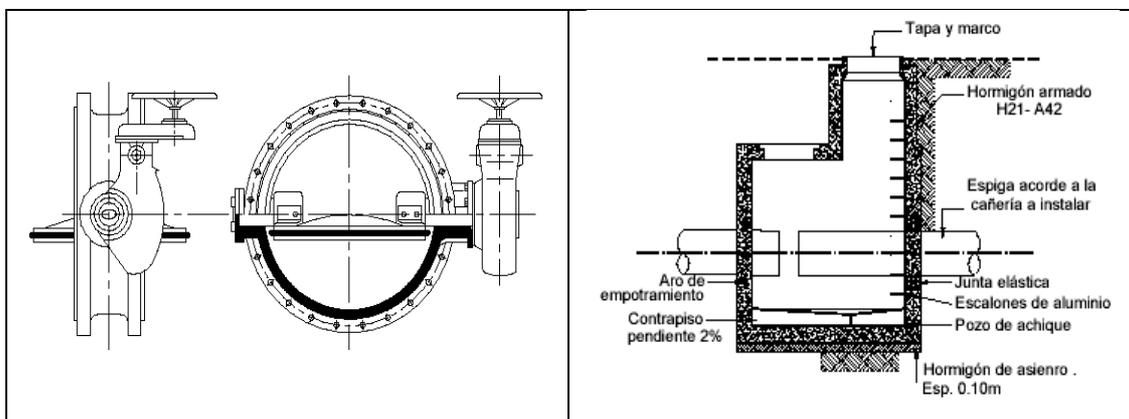
Figura 15: Válvula esclusa y Cámara



b) Válvulas Mariposa

Funciona mediante un diafragma que gira alrededor de un eje y permite o detiene la circulación de agua. Se colocan entre bridas y tienen un aro de elastómero que asegura la estanqueidad (Figura 16). El accionamiento puede ser manual, neumático o eléctrico. Las válvulas deben ubicarse en cámaras (Figura 16). Las válvulas mariposas son menos voluminosas y de menor peso, lo que permite alojarlas en cámaras de menores dimensiones a las de las válvulas esclusas. Se aconseja su uso para diámetros superiores a los 300 mm, en razón de su costo en relación a las de tipo esclusa.

Figura 16: Válvula Mariposa y Cámara



VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

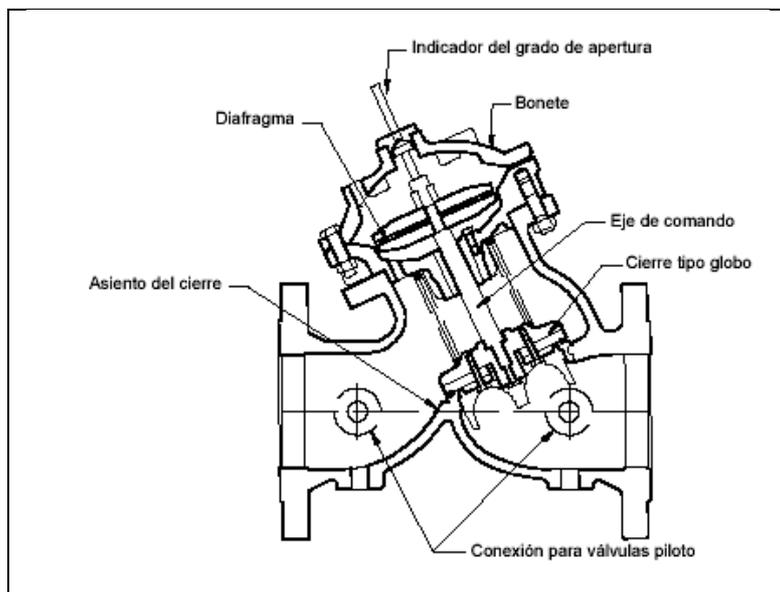
a) Válvulas reductoras

Su misión es reducir la presión aguas abajo de las mismas a un valor determinado aceptable para la línea de conducción o la red de distribución. Se puede con ellas mantener regulada la presión en sitios en que podrían existir valores de sobrepresiones inaceptables, como por ejemplo en lugares que la topografía presente acusados desniveles. La diferencia importante con las válvulas de cierre, tipo esclusa o mariposa, es que estas reducen la presión estando parcialmente cerradas, con una pérdida de carga singular, tanto mayor cuanto mayor sea el cierre de la válvula.



Las válvulas reductoras de presión se ajustan automáticamente, a cualquier caudal, de forma que la presión agua abajo se mantenga dentro de los rangos programados. El funcionamiento se consigue mediante sensores, que regulan la apertura o cierre de la misma en función de la presión aguas abajo, materializados por una válvula tipo piloto de una vía para la ubicación en líneas a gravedad y de dos vías en las impulsiones (Figura 17).

Figura 17: Válvula reductora de presión



Funciones de las válvulas reductoras de presión Figura 18 y Figura 19.

Figura 18: Reducción de la presión aguas abajo y mantenimiento de la misma

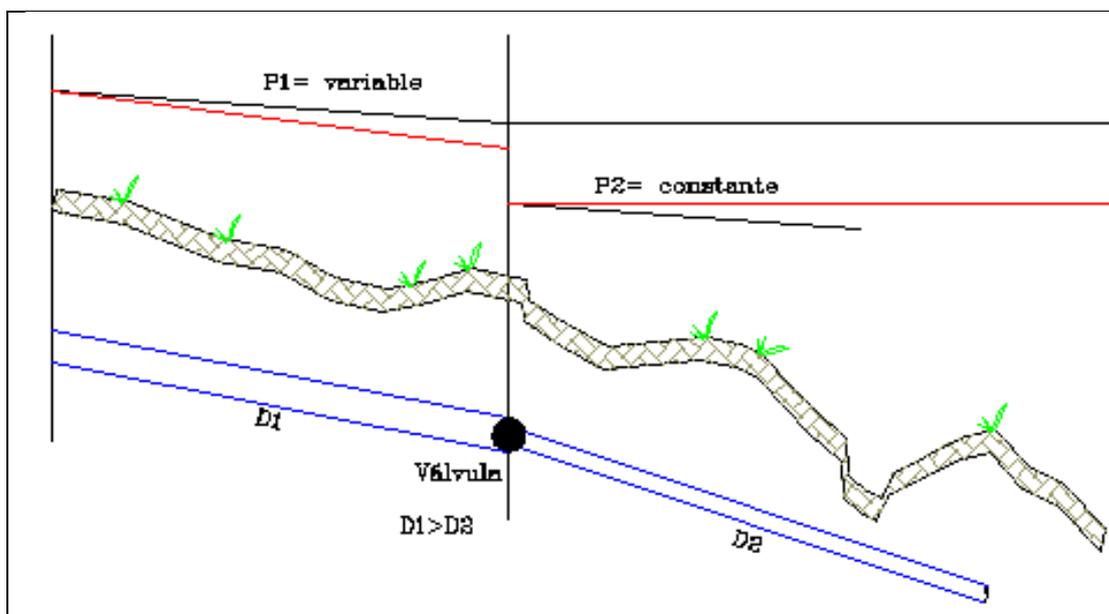
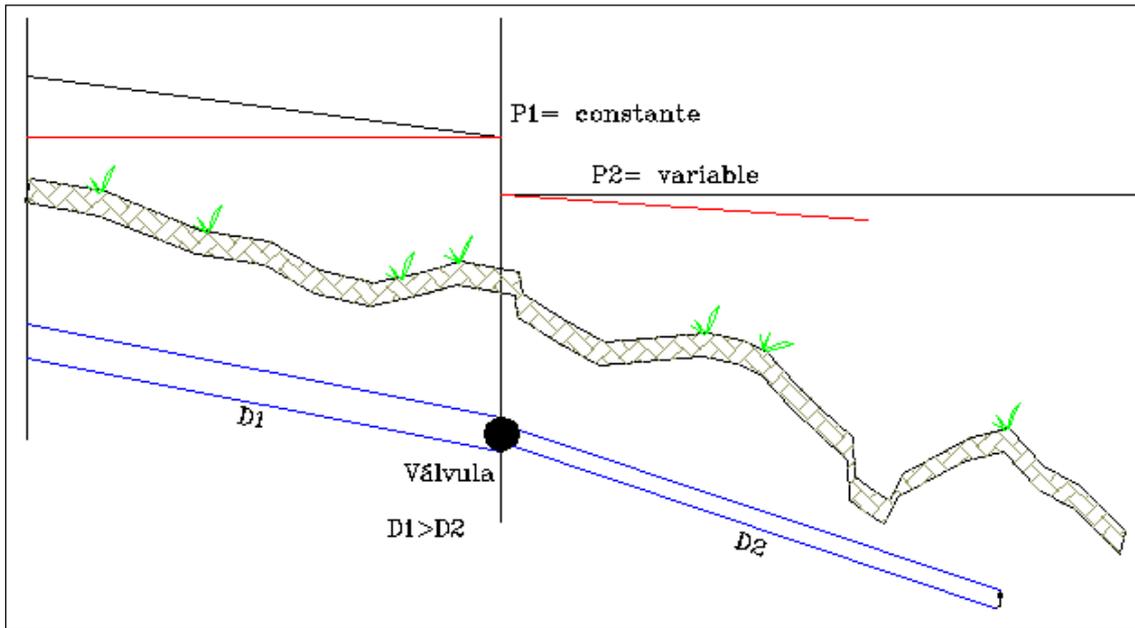




Figura 19: Mantenimiento de la presión aguas arriba y reducción de la presión aguas abajo

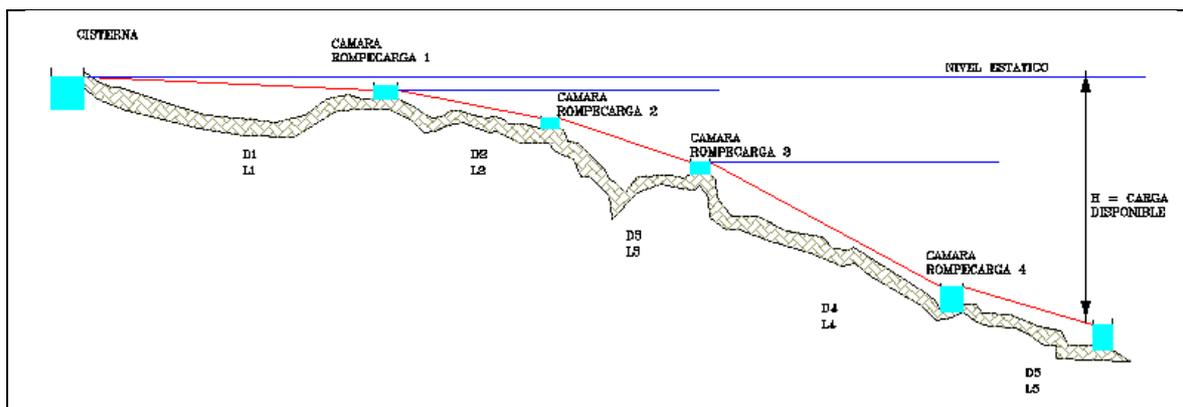


b) Cámaras rompecargas:

Respecto a sus características más relevantes podemos mencionar:

- Necesitan una topografía adecuada, lo cual condiciona la ubicación de las mismas.
- implican “saltos” que comienzan en $P_r = P_a = 0$.
- Implican un importante número de válvulas y sensores de nivel.
- Implican un estudio cuidadoso antiarriete.
- Correctamente diseñadas resultan muy costosas.

Figura 20: Cámaras rompecargas reductoras de presión



VÁLVULAS DE AIRE

El agua lleva aire disuelto y burbujas que tiende a concentrarse en puntos altos de la conducción formando bolsones que disminuyen la sección útil de la cañería, pudiendo generar pérdidas de carga adicionales y originar oscilaciones de caudal y de presión.



También permiten el ingreso del mismo antes situaciones especiales, como son el vaciado de una cañería, o una rotura súbita.

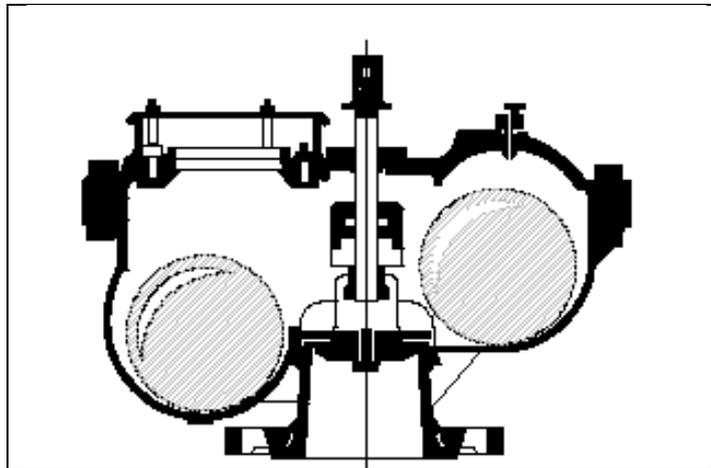
Se colocan en los puntos altos de la cañería comprendidos entre dos bajos con el objeto de eliminar el aire introducido en las redes, este puede producir golpes de ariete o incluso paralizar la circulación del agua. Además una válvula al menos cada kilómetro (si bien lo recomendado es colocar una cada 500 metros).

Tienen tres funciones:

- Permiten la salida del aire que se acumula en la cañería.
- Permiten la entrada del aire cuando hay que vaciar la cañería.
- Permiten la salida del aire cuando se debe llenar la cañería.

Las que cumplen con las tres funciones se denominan válvulas triple efecto (Figura 21).

Figura 21: Válvula de aire triple efecto

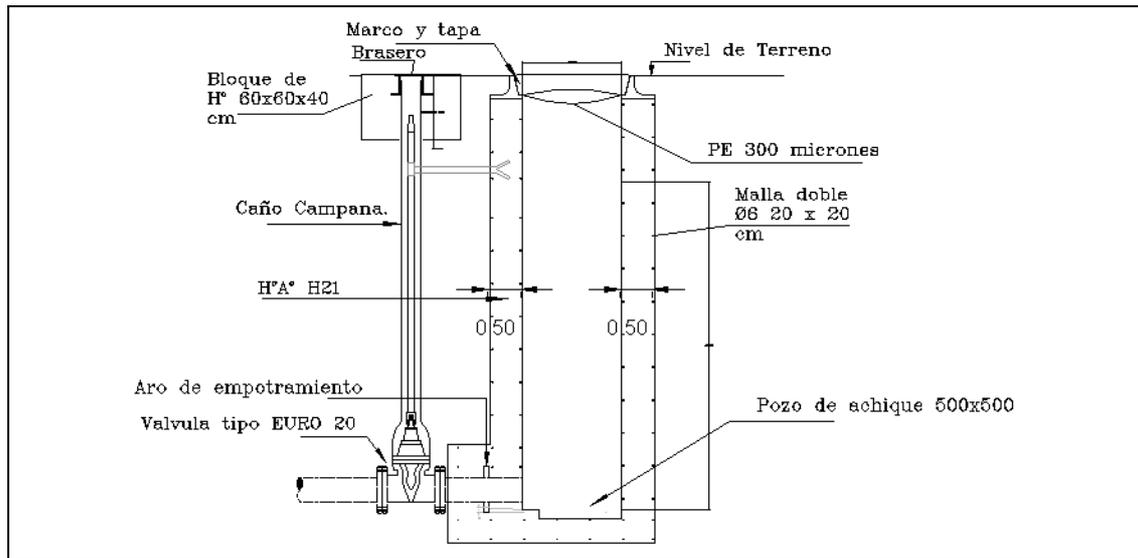


CÁMARAS DE DESAGÜE Y LIMPIEZA

Son derivaciones que se instalan en las partes bajas de las cañerías con el objeto de vaciar la misma ya sea por motivos de limpieza o por mantenimiento preventivo o correctivo de la misma (Figura 22).



Figura 22: Cámara de desagüe y limpieza



VÁLVULAS ANTIARIEETE

Como ya se mencionó, el fenómeno del Golpe de Ariete genera sobrepresiones importantes en las tuberías que lo sufren. Estas sobrepresiones, cuando están dentro de valores razonables pueden enfrentarse dimensionando adecuadamente el espesor de la tubería (a veces engrosándolas un poco respecto de lo que necesitan para el funcionamiento en régimen permanente). Pero, cuando la longitud de la tubería es muy grande las sobrepresiones alcanzan valores muy altos y se debería sobredimensionar demasiado las tuberías para que puedan soportarlas con una razonable seguridad.

Por ello, se recurre a métodos de atenuación de estas presiones mediante dispositivos especialmente diseñados para tal objetivo. A continuación se detallan algunos de los métodos existentes en la actualidad.

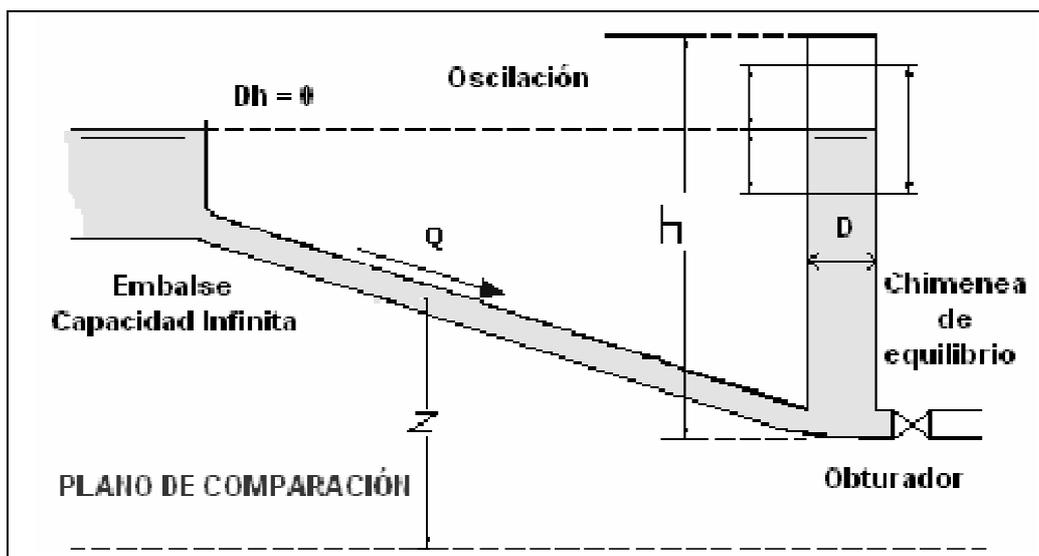
Para proteger bombas e impulsiones del fenómeno transitorio por variación de presión denominado "Golpe de Ariete" se utilizan válvulas protectoras. Las funciones requeridas de estas válvulas son las que se enuncian a continuación:

- Inicio bombeo contra válvula cerrada para proteger a la instalación de la onda positiva de presión y apertura continua y lenta minimizando efectos.
- Cierre paulatino para atenuar el efecto de aplastamiento por onda negativa.
- Atenuación y acotamiento de $\Delta h_{\text{máx}}$ y $\Delta h_{\text{mín}}$ para interrupción involuntaria del bombeo (corte de energía)

Por ejemplo, para proteger a una conducción puede disponerse antes del obturador, de un reservorio que posibilite transformar el "golpe de ariete" originado en la maniobra de cierre en una "oscilación de masa", acotada en el reservorio, el que recibe el nombre de "chimenea de equilibrio" (Figura 23).



Figura 23: Chimenea de equilibrio



En los casos de una impulsión, muchas veces resulta impracticable la protección con una "chimenea de equilibrio" debido a sus elevados costos, ya que la altura h de la misma debería superar convenientemente la altura manométrica H_m provista por la bomba. Como en la mayoría de los casos esto resulta impracticable, la chimenea puede ser reemplazada por una cámara cerrada, de dimensiones reducidas, que disponga de un cierto volumen de aire que haga las veces de amortiguador (Figura 24).

Figura 24: Tanque de aire

