

Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales



Práctica Supervisada

Proyecto de Provisión de agua potable para la
comuna de Dique Chico.

ALUMNO: WALTER JULIAN VILLALBA ARCE

TUTOR INTERNO: ING. HECTOR ARAUJO

TUTOR EXTERNO: ING. JUAN NESTOR VALLEJOS

AÑO 2018

NDICE DE CONTENIDO

NDICE DE CONTENIDO	1
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	4
INDICE DE TABLAS	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
1. CAPITULO I: INTRODUCCION Y RESUMEN.....	6
2. CAPITULO II: CARACTERISTICAS DE LA COMUNA DE DIQUE CHICO.....	7
2.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	7
2.2. VIAS DE COMUNICACIÓN.....	7
2.3. ASPECTOS FISICOS.....	7
2.4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	8
2.4.1. Etapa de Reconocimiento	8
2.4.2. Etapa de Relevamiento	8
2.4.3. Etapa de Procesamiento	9
3. CAPITULO III: SISTEMA ACTUAL DE PROVISION DE AGUA.....	10
3.1. RELEVAMIENTO DE LA SITUACION EXISTENTE.....	10
4. CAPITULO IV: PARÁMETROS BÁSICOS DEL PROYECTO	13
4.1. PERIODO DE DISEÑO.....	13
4.2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	13
4.2.1. Hipótesis de Crecimiento Adoptada:	13
4.2.1.1. Método de la tasa geométrica decreciente.....	13
4.2.1.2 Método de la relación – tendencia	15
4.2.1.3. Método de los incrementos relativos	20
4.2.1.4. Método de Saturación.....	23

4.3. CAUDALES DE CÁLCULO	25
4.4. VOLUMEN DE CALCULO DE CISTERNA	26
4.4.1. Volumen de Operación:	26
4.4.2. Volumen de Incendio:	27
4.4.3. Volumen de Emergencia:	27
4.4.4. Volumen Total de Cisterna:.....	27
5. CAPITULO V: PLANTEO GENERICO DE ALTERNATIVAS.....	28
5.1. DISCUSIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO	28
5.2. DISCUSIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA PRESURIZACION DE LA RED.	31
6. CAPITULO VI: RED DE DISTRIBUCION	33
6.1 GENERALIDADES.....	33
6.2. MATERIALES. GENERALIDADES.	33
6.3. CALCULO HIDRAULICO DE LAS MALLAS	34
6.3.1. Metodología de cálculo de la red de distribución.....	34
6.3.2. Planteo de mallas e premisa de distribución y elección de tipo de red.....	34
6.3.3. Cálculo de las mallas.	35
6.3.3.1. Calculo por Metodo Stadart Mejorado.	35
6.3.3.2. Verificación por EPANET 2.0.....	36
6.4. COLOCACION DE CAÑERÍAS Y PRUEBA HIDRAULICA.....	41
7. CAPITULO VII: POZO DE BOMBEO	42
7.1. GENERALIDADES.....	42
7.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPO A UTILIZAR.....	42
7.2.1. Calculo de altura manométrica necesaria.....	42
7.2.1.1. Pérdidas de Carga por Fricción (Tramo Pozo - Cisterna)	42

7.2.1.2. Pérdidas de Carga por Singularidades (Tramo Pozo - Cisterna)	43
7.2.1.3. Desnivel Topográfico.	44
7.2.1.4. Altura Manométrica	44
7.2.1.5. Parámetros para selección de los equipos de bombeo.....	44
7.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	46
7.3.1. De la bomba	46
7.3.2. Del tablero Eléctrico	46
8. CAPITULO VIII: IMPULSION.....	48
8.1. CALCULO DE SOBRE PRESION POR GOLPE DE ARIETE.....	48
8.1.1. Cálculo del Tiempo de Parada de la Instalación:.....	48
8.1.2. Cálculo de la Celeridad de Onda.	48
8.1.3. Cálculo del Tiempo de Cierre Crítico	48
8.1.4. Cálculo de la Sobrepresión y Depresión Máxima.....	48
9. CAPITULO IX: DESINFECCION.	50
9.1. DESCRIPCIÓN Y MÉTODO DE DESINFECCIÓN ADOPTADO.	50
9.2. CALCULO DE VOLUMEN NECESARIO DE ALMACENAMIENTO DE HIPOCLORITO.	50
10. CAPITULO X: EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS.	51
10.1 PRESUPUESTO INTEGRAL DE LAS OBRAS.	51
11. CAPITULO XI: CONCLUSION.....	57
12. CAPITULO XII: BIBLIOGRAFIA.....	58
13. CAPITULO XIII: ANEXOS.	59

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de la Comuna de Dique Chico.....	7
Ilustración 2: GPS RTK Utilizado.	8
Ilustración 3: Estación Trimble M3 Utilizada	9
Ilustración 4: Tanque 5m ³ "El Bajo"	10
Ilustración 5: Pozo N°3 y cloración.....	11
Ilustración 6: Tendido actual de red de agua potable.	11
Ilustración 7: Zonificación Adoptada	12
Ilustración 8: Proyección según "Tasa Geométrica Decreciente."	15
Ilustración 9: Proyección según "Relación Tendencia".....	19
Ilustración 10: Proyección según "Incrementos relativos".	22
Ilustración 11: Comparación de métodos.....	23
Ilustración 12: Parcelario de la Comuna de Dique Chico	24
Ilustración 13: Zonificación.....	30
Ilustración 14: Sistema de Bombeo con Pulmón Hidroneumático.	31
Ilustración 15: Características Técnicas Sistema Hidroneumático.....	32
Ilustración 16: Sistema de Bombeo con Velocidad Variable.	32
Ilustración 17: Características Técnicas Sistema de Velocidad Variable.....	32
Ilustración 18: Modelado de Red "Centro".	36
Ilustración 19: Modelado red "El Bajo".....	37
Ilustración 20: Modelado red "Alrededores" Parte 1.	38
Ilustración 21: Modelado red "Alrededores" Parte 2.	39
Ilustración 22: Modelado red "Alrededores" Parte 3.	40
Ilustración 23: Programa de Pre dimensionado de Groundfos.	44
Ilustración 24: Bomba para pozo SP-46-3-BB.	45
Ilustración 25: Curva de Bomba.....	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coeficientes de ponderación.....	17
Tabla 2: Tabla resumen de comparación de métodos.....	24
Tabla 3: Valores de Dotación sugeridos por ENOHSa.	25
Tabla 4: Valores tipo de pico según ENOHSa.	25
Tabla 5: Cálculo de Caudales	26
Tabla 6: Cálculo de Volumen de operación.	26
Tabla 7: Calculo de volumen para incendios.	27
Tabla 8: Cálculo de Volumen de Emergencias.....	27
Tabla 9: Calculo de Volumen Total de Cisterna.....	27
Tabla 10: Calculo de mallas por Método Standart Mejorado.....	35
Tabla 11: Datos de Proyecto de red.	35
Tabla 12: Coeficientes de Hazen-Williams.	42
Tabla 13: Valores de Perdida local.	43
Tabla 14: Almacenamiento de Hipoclorito.	50

AGRADECIMIENTOS

Creo que esta es la sección más difícil de escribir de este informe final, la complejidad se debe a la cantidad de gente que ha formado parte de este camino largo y complicado, pero no así imposible, y es por estas personas que esto ha llegado a ser posible.

En primer lugar quiero agradecer a mi padre Mario Villalba, quien además de mi padre, es mi mejor amigo; quien me presiona para que no me deje estar y siempre me mantenga en movimiento, quien me contuvo en mis momentos de crisis. Aquella persona que no tiene miedo ni vergüenza de reconocer sus errores, y compartirme su experiencia en todo momento. Gracias Viejo.

A mi hermanita menor, Carolina, quien fue siempre mi inspiración para poder lograr todo lo que me propongo, por el simple hecho de que quiero ser el ejemplo de ella, y demostrarle que si soñás algo, con sacrificio, y esfuerzo todo se puede lograr.

Quiero agradecer a toda la familia Flores, quienes me adoptaron en mi estadía en Córdoba, y quienes son los principales partícipes de este logro, pues, sin ellos esto no habría sido posible. Esta familia que tomo a un total desconocido le brindo un hogar, contención, amor, confianza, y soporte a alguien que, aunque nunca lo aparentaba, siempre lo necesito. Me hicieron parte de la familia y lo seguirán siendo por muchísimo tiempo más, hoy no habría Ing. Villalba de no ser por ellos, "Tata", Graciela, Luis, Marcos, Martín, Azucena, Sebastián, Paula, Belén, Azul, Juan Cruz, Julieta, y el más chiquito Facundo.

A todos mis amigos, quienes fueron quienes me aguantaron, en mis momentos de tensión, y me calmaron, quienes siempre me ayudaron a seguir adelante a pesar de las adversidades, aquellos que me vieron llorar de emoción, de nervios, y de tristeza. Enumerarlos es imposible, pues en este grupo están incluidas las familias de todos ellos que siempre me han recibido con los brazos abiertos y me hicieron sentir amado y querido, no cabe duda que en sus corazones habita mi agradecimiento y mi amor eterno, así como en el mío habita su recuerdo.

A todos los profesores de la FCEFyN, quienes me han acompañado en este camino largo y extenso que es una carrera universitaria. El agradecimiento es merecido gracias a su capacidad para compartir todos sus años de experiencias, a su deseo de que podamos ser más y mejores profesionales. A todos mis nuevos colegas, gracias.

Me parece pertinente agradecer además a la Cooperativa CEICIN "la Coope", un espacio creado por los estudiantes para los estudiantes gracias al cual pude costear mis estudios y al final recibirme, un lugar donde se crea un ambiente amigable de contención para todos los estudiantes como uno, que la luchan día a día para lograr el tan ansiado título. Esperemos que espacios como estos permanezcan por mucho tiempo más y sigan ayudando a alumnos como yo.

1. CAPITULO I: INTRODUCCION Y RESUMEN

El presente informe describe la experiencia adquirida durante el desarrollo de las Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS) las cuales fueron llevadas a cabo en la Secretaría de Servicios Públicos, perteneciente al Ministerio de Agua Ambiente y Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba, conforme a las disposiciones establecidas por el reglamento en el que se encuentran enmarcadas las prácticas profesionales durante los meses de diciembre de 2017 y Enero de 2018. La obra "Provisión de Agua potable para la Comuna de Dique Chico 1º Etapa", localidad Ubicada al sur de la Ciudad Capital, en el Departamento Santa María. Durante el desarrollo de la misma, la tutoría de las P.P.S. estuvo a cargo del Ing. Juan Vallejos quien actualmente desarrolla la directora General de Operaciones en la Secretaría.

Este trabajo surge a partir de la necesidad de dicha localidad de contar con un sistema de distribución eficiente que brinde una solución a la situación actual. Indudablemente, el nivel de vida que caracteriza a una población está ligado, en gran parte, al agua, las condiciones de presión y calidad del suministro varían en él espacio y en el tiempo, y factores como el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial influyen en la dinámica de crecimiento de la red de abastecimiento de una población. Las consecuencias de estas variaciones deben poder preverse con el objetivo de implantar las soluciones técnicas necesarias a tiempo a fin de que la demanda quede satisfecha.

Objetivos generales de la práctica:

Al realizar las PPS se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

- Aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas durante el cursado de la carrera
- Demostrar capacidad para el análisis de problemas, formulación de alternativas, propuestas de resolución, organización y dirección de tareas profesionales aplicadas a la ingeniería
- Reconocer la trascendencia social de la profesión del ingeniero y la importancia de la inserción de la universidad en el medio
- Adquirir conocimientos relacionados proyecto de una obra, desde un organismo público.
- Desarrollar habilidades en el trabajo multidisciplinario.

Realizándose de la siguiente manera:

1. Una descripción del sistema actual, un estudio y relevamiento de la localidad.
2. El cálculo y obtención de parámetros básicos, como población, caudales, y volúmenes necesarios.
3. Planteo y selección de alternativas, tanto de almacenamiento como de presurización de la red.
4. Cálculo de las alternativas seleccionadas en todos sus elementos componentes
5. Y finalmente, un presupuesto integral de las obras discriminado en 2 partes, una que es la que realizara la provincia con fondos propios, y otra que quedara completa para que el jefe comunal pueda buscar el financiamiento con algo concreto, esto sucede porque el gobierno de la provincia financia y ejecuta la obra básica y fuerte del sistema, dejando la red a cargo de la comuna.

Se trata de un proyecto de beneficio social, dispuesto para cubrir la demanda de agua potable, tanto en cantidad como en calidad, considerando el crecimiento poblacional hasta el año 2040. La ejecución de la cisterna nueva, garantizará una reserva de agua potable suficiente para abastecer a la comunidad en caso de contingencias además de asegurar calidad y disponibilidad constante.

El hecho de tratarse de una toma subterránea, permite el aprovechamiento del recurso incluso en épocas de sequía debido al poco aporte de lluvias, permitiendo así una provisión segura de manera más regular del servicio.

2. CAPITULO II: CARACTERISTICAS DE LA COMUNA DE DIQUE CHICO.

2.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

Dique Chico es una comuna ubicada al Sur de la Provincia de Córdoba, a 50 km de la capital, en el Departamento Santa María, República Argentina. La misma cuenta con una población estimada en 269 habitantes; según el Censo del INDEC 2.010 y se encuentra a 491 m sobre el nivel del mar latitud: 31° 44' 44" Sur; longitud: 64° 21' 57" Oeste.

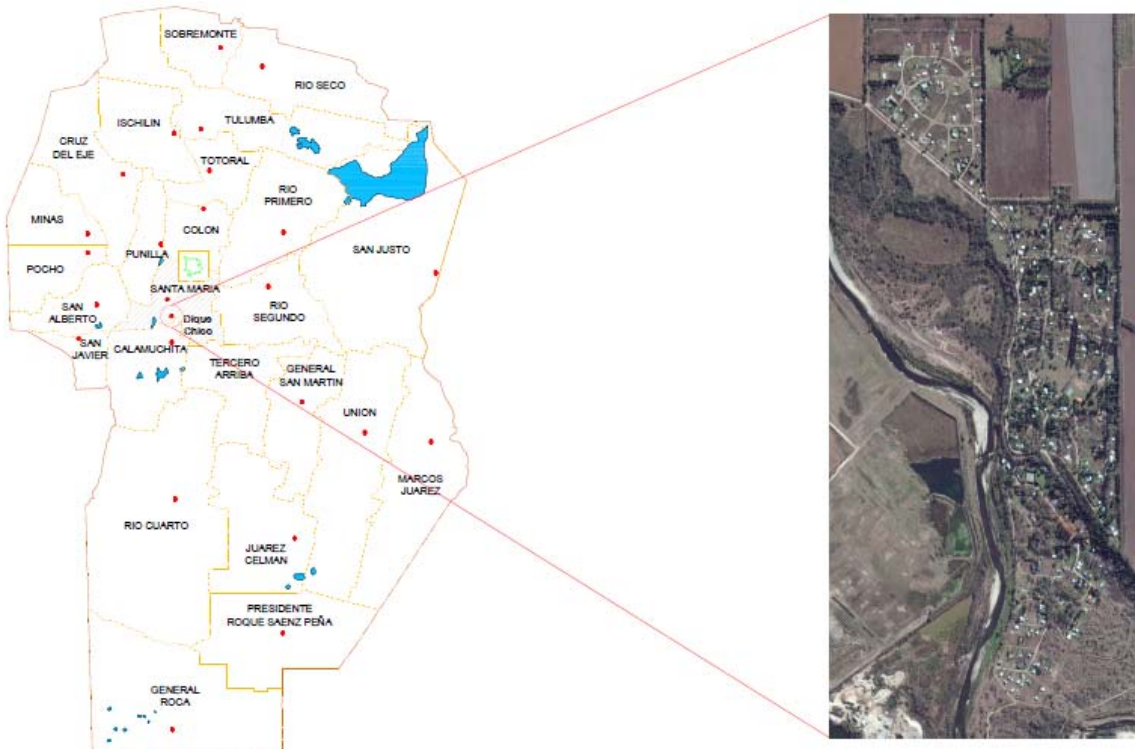


Ilustración 1: Ubicación de la Comuna de Dique Chico

2.2. VIAS DE COMUNICACIÓN

Se accede a la misma desde la capital provincial viajando hacia el sur por ruta Provincial N° 5. De allí mediante un camino de tierra de 3km, hasta llegar a la comuna.

2.3. ASPECTOS FISICOS.

La localidad de Dique chico por estar enclavada en la región conocida como llanura Pampeana, presenta un clima cálido y templado; con un período de lluvias que se extiende prácticamente a lo largo de todo el año.

El verano se presenta cálido y con aumento en la humedad relativa mientras que el invierno se presenta seco y no muy riguroso.

En otoño y primavera en general se presenta buen tiempo, con marcada amplitud térmica, lo que produce una sensación agradable durante el día y un poco fresco durante la noche y las primeras horas de la mañana.

En lo referido a la topografía se caracteriza por ser una zona plana sin serranías ni montañas. Siendo la principal fuente de ingresos la agricultura y la ganadería.

Se presentan precipitaciones de 661 mm anuales. La temperatura en enero es en promedio de 24,0 °C y de 10,7 °C en promedio en junio que es el mes más frío del año.

2.4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Con el fin de realizar el estudio topográfico de la Comuna de Dique Chico, se llevaron a cabo etapas de Reconocimiento, Relevamiento y Procesamiento de Datos.

2.4.1. Etapa de Reconocimiento

En primera instancia, se analizaron distintas fuentes de información como imágenes satelitales proporcionadas por la empresa Google, mapas de rutas, planos catastrales y planos de amanzanamiento con edificaciones. Luego de tomar conocimiento de la problemática a estudiar se realizó la inspección ocular, a fin de conocer su ubicación geográfica, espacios públicos, y demás circunstancias que, directa o indirectamente, pudieran influir al normal desarrollo de las tareas de Relevamiento.

2.4.2. Etapa de Relevamiento

Para la ejecución de esta etapa, se utilizó un GPS TOPCON de Doble Frecuencia RTK cuyas mediciones pueden tener error máximo (tolerancia) estimado en $\pm 0.05\text{m}$ en sentido horizontal y $\pm 0.01\text{m}$ en sentido vertical. Con el GPS, se relevaron los puntos del terreno que permitieran representar el modelo de alturas de cada sector, llevando a cabo la medición de los desniveles de las calles, tanto en intersecciones, como en perforaciones, cisternas existentes, así como también en los terrenos destinados para el emplazamiento de la cisterna. Para este último se utilizó una estación total Rumble M3, Precisión angular: Mínima lectura angular: 1", Precisión en distancia (sin prisma): 3 mm + 2 ppm, Precisión en distancia (con prisma): 2 mm + 2 ppm, Con ella se determinaron las áreas y cotas del terreno destinado por la comuna para el emplazamiento de la cisterna y sala química.



Ilustración 2: GPS RTK Utilizado.



Ilustración 3: Estación Trimble M3 Utilizada

2.4.3. Etapa de Procesamiento

Primero, se procedió a la extracción y procesamiento de los datos brutos de campo. Para ello se utilizó el software provisto por los fabricantes de los equipos utilizados. Paso siguiente se efectuó la corrección, ajuste y control de los datos obtenidos con la finalidad de asegurar la calidad de los mismos, tanto en posición planialtimétrica, como en la descripción del detalle topográfico. Las correcciones pueden tener su origen en un ingreso incorrecto de altura instrumental, de señal, coordenadas de estación, o código del punto, los que previamente han sido registrados en formato papel o digital a los fines de realizar la modificación en esta etapa de procesamiento. Luego se traza la planimetría uniendo los puntos de todos los elementos que permiten visualizar el contexto en el cual se va a diagramar el proyecto en cuestión.

3. CAPITULO III: SISTEMA ACTUAL DE PROVISION DE AGUA.

3.1. RELEVAMIENTO DE LA SITUACION EXISTENTE.

En la actualidad la comuna se abastece de dos perforaciones, el pozo N°1 ubicada en el predio del tanque de agua, que es el más reciente, con una antigüedad de 50 años, el misma se encuentra ejecutada a una profundidad de 22 m, estando la bomba sumergible instalada aproximadamente a 20 m y el pozo N°2 se encuentra en el mismo predio distante a 5 mts aprox. del pozo N°1, y ejecutada a una profundidad de 22m. El pozo N°1 es capaz de proveer un caudal de 20 m³/h (Datos Provistos por la Comuna), actualmente el pozo N°1 no se encuentra en servicio, ya que la bomba sumergible requiere un cambio debido a su vida útil agotada, en este pozo es también donde se encuentra el agua de mejor calidad. A su vez cuenta con un tercer pozo (pozo N°3) en la zona del bajo, esto es la parte sur del pueblo a -20 mts con respecto al resto del pueblo, a las costas del Rio Anisacate. Este último pozo se encuentra a una cota de 4 mts aprox. extrayendo agua de la napa freática, lo cual representa un riesgo potencial teniendo en cuenta que la zona no cuenta con red de cloacas, por lo que se utilizan pozo ciego con cámara séptica, filtrando este efluente hacia la napa.

En cuanto a almacenaje, la comuna cuenta con 2 tanques elevados, el principal en la cima del edificio comunal con una capacidad de 60 m³, abastecido desde el pozo N°2, previa cloración. La elevación cota de fondo de este tanque se encuentra aprox a 6 mts sobre TN, desde el cual se distribuye a toda la zona céntrica y alrededores.

En la zona del bajo existe otra cisterna de 5 m³ aprox. En un estado de conservación deplorable utilizada para abastecer esta zona, previa cloración, la altura aproximada de este tanque es de 5 mts sobre TN, desde el cual se distribuye el agua, esta escasa altura de ambas cisterna obliga a los habitantes a la instalación de bombas elevadoras para elevar el agua hasta sus tanques.



Ilustración 4: Tanque 5m³ "El Bajo"



Ilustración 5: Pozo N°3 y cloración.

Actualmente la red se encuentra materializada con cañerías de fibro - cemento incompleto, causando inconvenientes en cuanto a taponamiento por raíces, como roturas por flexión, sobrepresión, asentamientos, etc., un problema expresado por la comuna.

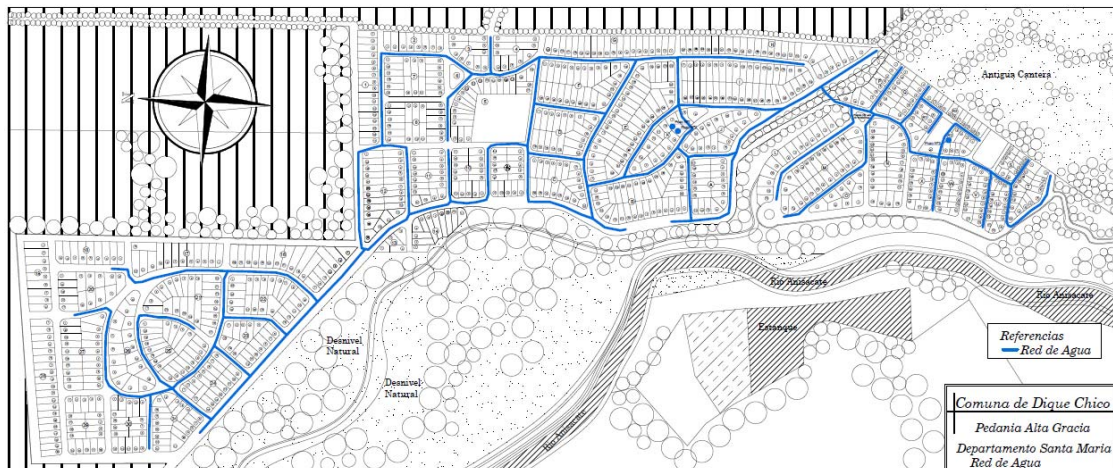


Ilustración 6: Tendido actual de red de agua potable.

Actualmente existe un proyecto en ejecución de refuerzo de la red en material PVC pero en el mismo proyecto al año 0 (cero) no se cumplen con las presiones mínimas. Los diámetros utilizados para este proyecto no son suficientes para el abastecimiento de la localidad a 20 años por lo que se propone la remoción de este refuerzo existente, al momento de la colocación del nuevo tendido.

El mismo se encuentra adjuntado en los anexos del presente informe.

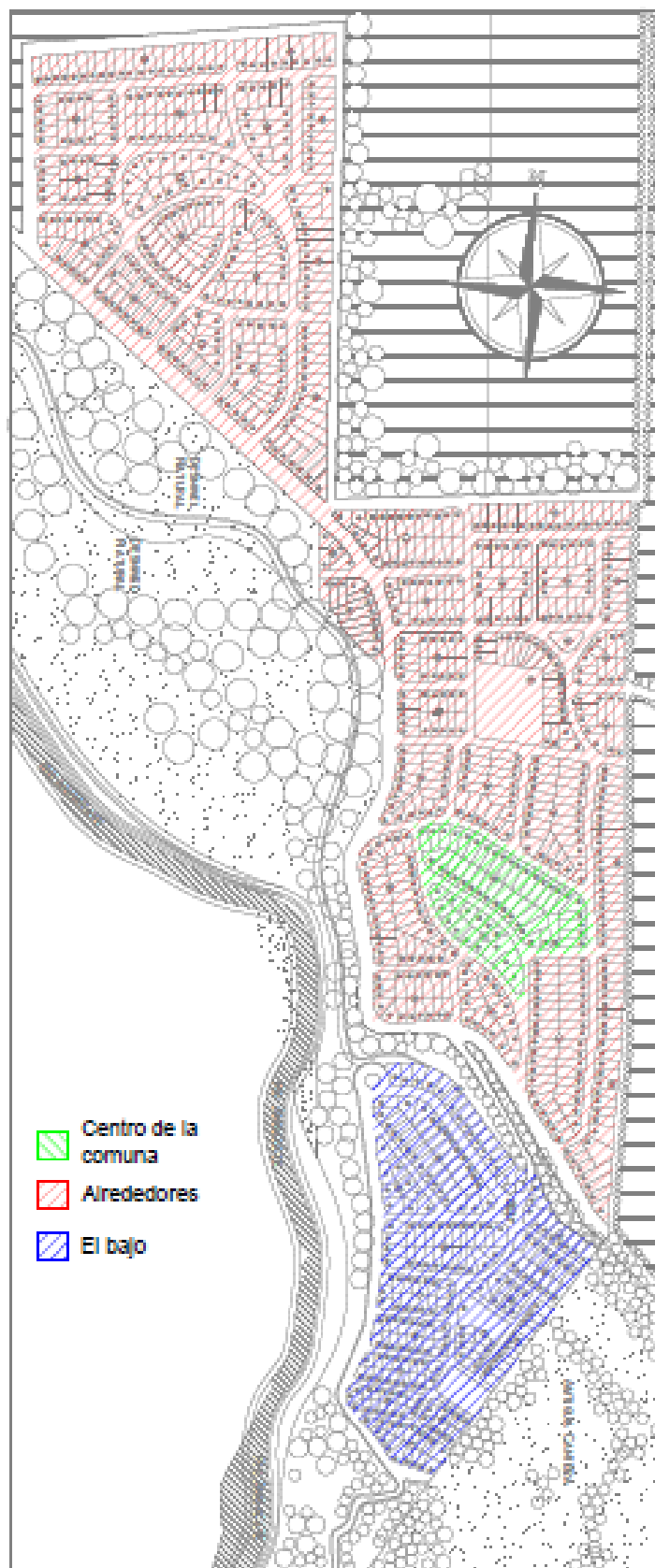


Ilustración 7: Zonificación Adoptada

4. CAPITULO IV: PARÁMETROS BÁSICOS DEL PROYECTO

4.1. PERIODO DE DISEÑO.

Se adopta un período de diseño de 20 años, para las obras civiles, pero 10 para las instalaciones electromecánicas. El mismo se contabiliza desde la fecha efectiva de iniciación de las operaciones del sistema, el cual se prevé para el año 2020.

4.2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

A través de los métodos de proyección propuestos por la normativa del ENOHSa, se determina el crecimiento de la población.

Se considera como población inicial la correspondiente a la fecha prevista para la habilitación del sistema (año 2020).

A continuación, se presenta información referente a los tres (3) últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda.

4.2.1. Hipótesis de Crecimiento Adoptada:

Para definir la hipótesis a adoptar se van a comparar los resultados que surjan de la aplicación de los diferentes métodos de proyección de población utilizados.

4.2.1.1. Método de la tasa geométrica decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales.

Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos períodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 \qquad i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

dónde : i_I = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo período censal, i_{II} = tasa media anual de variación de la población del último período censal, P_1 = Número de habitantes correspondientes al primer Censo en estudio, P_2 = Número de habitantes correspondientes al penúltimo Censo en estudio, P_3 = Número de habitantes correspondientes al último Censo, n_1 = número de años del período censal entre el primero y segundo Censo, n_2 = número de años del período censal entre el segundo y el último Censo.

Años Censales
1991
2001
2010

Población	
$P_1 =$	32 hab.
$P_2 =$	100 hab.
$P_3 =$	259 hab.
$n_1 =$	10 años
$n_2 =$	9 años

$$i_I = 0,120688724$$

$$i_{II} = 0,111532578$$

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del período de diseño así como el primer subperíodo de n_1 años, se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último período intercensal utilizando las siguientes expresiones:

Fecha de Ejecución del Proyecto		$P_a = P_3.(1+i)^{n_a}$
2018		
Fecha de habilitación de la obra		$P_0 = P_a.(1+i)^{n_0}$
2020		
Años de Proyección del Diseño		$P_n = P_0.(1+i)^n$
20		
		$n_a = 8$ años
		$n_0 = 2$ años
		$n = 20$ años
		$P_a = 604$ hab.
Año	2020	$P_0 = 746$ hab.
Año	2030	$P_{n/2} = 2147$ hab.
Año	2040	$P_n = 6180$ hab.
Si $i_I < i_{II}$	$i = (i_I + i_{II}) / 2 =$	$i = 0,111532578$
si $i_I > i_{II}$	$i = i_{II}$	

Siendo: P_a = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto, P_0 = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema, P_n = estimaciones de población al año "n", i = Tasa media anual de proyección, n_a = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto, n_0 = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema, n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperíodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas i_I e i_{II} . Considerando los datos de los tres últimos censos i_I correspondería a la calculada con los dos primeros valores e i_{II} con los dos últimos. Si i_I resulta menor que i_{II} , la tasa utilizada en la proyección del primer subperíodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_0 \cdot \left(1 + \left(\frac{i_I + i_{II}}{2} \right) \right)^{n_1}$$

En el caso que i_I resulte mayor que i_{II} , la tasa de proyección debe ser igual al valor de i_{II} , resultando:

$$P_1 = P_0 \cdot (1 + i_{II})^{n_1}$$

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por este procedimiento son válidos para la generalidad de los casos.

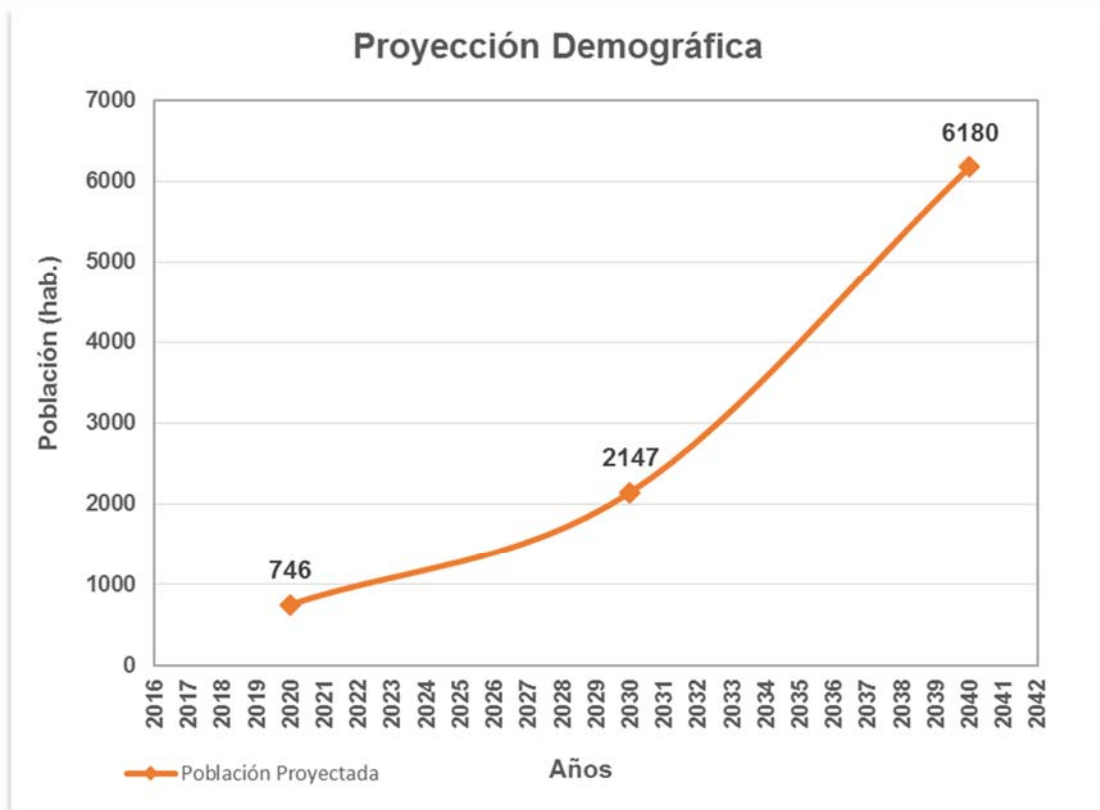


Ilustración 8: Proyección según "Tasa Geométrica Decreciente."

4.2.1.2 Método de la relación – tendencia

a). El método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, la total de la provincia, el partido o departamento y la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.

b). Se obtienen los valores de población total del país resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas. En todos los casos, se deben utilizar las proyecciones efectuadas por el INDEC:

P_{T1} = población del país según el antepenúltimo censo nacional, P_{T2} = población del país según el penúltimo censo nacional, P_{T3} = población del país según el último censo nacional, P_{T0} = población del país proyectada al año inicial del período de diseño ($n = 0$), P_{Tn1} = población del país proyectada al año n_1 del período de diseño, P_{Tn2} = población del país proyectada al año n_2 del período de diseño.

Años Censales	Población Total País	
1991	$P_{T1} =$	32615528 hab. antepenúltimo censo
2001	$P_{T2} =$	36260130 hab. penúltimo censo
2010	$P_{T3} =$	40117096 hab. último censo

Las poblaciones del país P_{T0} ; P_{Tn1} y P_{Tn2} pueden extraerse de la publicación Estimaciones y Proyecciones de Población Total del País (versión revisada), INDEC – CELADE, serie de Análisis Demográfico N° 5, Buenos Aires, 1995. En dicha publicación se considera la población al 30 de Junio de cada año y se encuentran valores desde el año 1950 al 2050.

Estimaciones y Proyecciones de población Total País (INDEC)

$P_{T0} =$	44494502	Año 2020
$P_{Tn1} =$	48653385	Año 2030
$P_{Tn2} =$	52778477	Año 2040

c). Se obtienen los valores de población total de la provincia, resultantes de los tres últimos censos nacionales y de la proyección oficial para las siguientes tres décadas:

p_1 = población total de la provincia según el antepenúltimo censo nacional, p_2 = población total de la provincia según el penúltimo censo nacional, p_3 = población total de la provincia según el último censo nacional, p_0 = población total de la provincia proyectada al año inicial del período de diseño ($n = 0$), p_{n1} = población total de la provincia proyectada al año $n1$ del período de diseño, p_{n2} = población total de la provincia proyectada al año final $n2$ del período de diseño.

Años Censales	Población Total Provincia	
1991	$p_1 =$	2.766.683 hab. antepenúltimo censo
2001	$p_2 =$	3.066.801 hab. penúltimo censo
2010	$p_3 =$	3.308.876 hab. último censo

De ser necesario, para la determinación de p_0 , p_{n1} y p_{n2} se aplica un criterio similar al utilizado para calcular la población total del país en los mismos años.

d). Se relacionan los datos históricos de la provincia y del país para cada año, obteniéndose:

$$R_1 = \frac{p_1}{P_{T1}} \qquad R_2 = \frac{p_2}{P_{T2}} \qquad R_3 = \frac{p_3}{P_{T3}}$$

$$R_1 = 0,084827172$$

$$R_2 = 0,084577772$$

$$R_3 = 0,082480447$$

e). Se extrae el logaritmo decimal de las relaciones R_1 , R_2 y R_3 y se determinan las siguientes relaciones, para los dos períodos intercensales históricos:

$$I_1 = \log R_2 - \log R_1 \quad (\text{para } N_1 = \text{años del 1}^\circ \text{ período intercensal})$$

$I_2 = \log R_3 - \log R_2$ (para $N_2 =$ años del 2° período intercensal)

$\log R_1 = -1,071465012$

$I_1 = -0,001278749$

$\log R_2 = -1,072743761$

$I_2 = -0,010905235$

$\log R_3 = -1,083648995$

f). Se determina la relación provincia/país para el año inicial del período de diseño ($n = 0$), utilizando la siguiente expresión:

$$\log R_4 = \log R_3 + \frac{I_1 \cdot C_{10} + I_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$\log R_4 = -1,091345402$

$R_4 = 0,081031634$

Siendo: R_4 = la relación entre las poblaciones provincial y del país para el año de diseño del proyecto ($n=0$), C_{10} , C_{20} = **Coefficientes de ponderación calculados según la Tabla 1.**

Períodos Intercensales (años)	Período desde el último censo hasta el año inicial		
	Subperíodos de Diseño		
	$n_0 = B_0 - A_3$	$n_1 = B_1 - B_0$	$n_2 = B_2 - B_1$
$N_1 = A_2 - A_1$	$C_{10} = \frac{1}{(A_3 + \frac{n_0}{2}) - (A_1 + \frac{N_1}{2})}$	$C_{11} = \frac{1}{(B_0 + \frac{n_1}{2}) - (A_1 + \frac{N_1}{2})}$	$C_{12} = \frac{1}{(B_1 + \frac{n_2}{2}) - (A_1 + \frac{N_1}{2})}$
$N_2 = A_3 - A_2$	$C_{20} = \frac{1}{(A_3 + \frac{n_0}{2}) - (A_2 + \frac{N_2}{2})}$	$C_{21} = \frac{1}{(B_0 + \frac{n_1}{2}) - (A_2 + \frac{N_2}{2})}$	$C_{22} = \frac{1}{(B_1 + \frac{n_2}{2}) - (A_2 + \frac{N_2}{2})}$

Tabla 1: Coeficientes de ponderación.

Siendo: A_1 = año en que se realizó el antepenúltimo censo nacional, A_2 = año en que se realizó el penúltimo censo nacional, A_3 = año en que se realizó el último censo nacional, B_0 = año previsto para la habilitación de la obra, B_1 = año en que finaliza el primer subperíodo de n_1 , B_2 = año final del período de diseño.

$A_1 = 1991$
 $N_1 = A_2 - A_1 = 10$
 $C_{10} = 0,052631579$

$A_2 = 2001$
 $N_2 = A_3 - A_2 = 9$
 $C_{11} = 0,034482759$

$A_3 = 2010$
 $C_{12} = 0,025641026$

$B_0 = 2020$
 $n_0 = B_0 - A_3 = 10$
 $C_{20} = 0,105263158$

$B_1 = 2030$
 $n_1 = B_1 - B_0 = 10$

$$C_{21} = 0,051282051$$

$$B_2 = 2040$$

$$n_2 = B_2 - B_1 = 10$$

$$C_{22} = 0,033898305$$

g). Se determina la relación provincia/país para los dos subperíodos de diseño de n_1 y n_2 años, por las siguientes expresiones:

$$\log R_5 = \log R_4 + \frac{I_1 \cdot C_{11} + I_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log R_6 = \log R_5 + \frac{I_1 \cdot C_{12} + I_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$$\log R_5 = -1,098380193$$

$$R_5 = 0,079729641$$

$$\log R_6 = -1,105139715$$

$$R_6 = 0,078498306$$

C_{11} , C_{12} , C_{21} , C_{22} = Coeficientes de ponderación calculados según indica la tabla 1.

h). Para las poblaciones de la localidad y la provincia se definen relaciones similares a las establecidas en c), d) y e) (los coeficientes de ponderación son siempre los de la Tabla 1).

Años Censales

1991

2001

2010

Población Total Localidad

$P_1 = 32$ hab. antepenúltimo censo

$P_2 = 100$ hab. penúltimo censo

$P_3 = 259$ hab. último censo

$$\log L_4 = \log L_3 + \frac{I'_1 \cdot C_{10} + I'_2 \cdot C_{20}}{C_{10} + C_{20}}$$

$$\log L_5 = \log L_4 + \frac{I'_1 \cdot C_{11} + I'_2 \cdot C_{21}}{C_{11} + C_{21}}$$

$$\log L_6 = \log L_5 + \frac{I'_1 \cdot C_{12} + I'_2 \cdot C_{22}}{C_{12} + C_{22}}$$

$L_1 = P_1 / p_1$; $L_2 = P_2 / p_2$; $L_3 = P_3 / p_3$; $I'_1 = \log L_2 - \log L_1$ (para N_1)

$I'_2 = \log L_3 - \log L_2$ (para N_2); $L_1 = 0,000011566$; $\log L_1 = -4,936809423$; $L_2 = 0,000032607$;

$\log L_2 = -4,486685596$; $L_3 = 0,000078274$; $\log L_3 = -4,106380728$; $I'_1 = 0,450123827$; $\log L_4 = -$

$3,702802874$; $I'_2 = 0,380304868$; $L_4 = 0,000198243$; $\log L_5 = -3,294426466$; $L_5 = 0,000507661$;

$\log L_6 = -2,884053579$; $L_6 = 0,00130601$

i). Se obtienen las relaciones de población provincia/país y localidad/provincia para el período de diseño:

$$R_4 = p_0 / P_{T0} = \text{ant}(\log R_4) \quad n = 0$$

$$R_5 = p_{n1} / P_{Tn1} = \text{ant}(\log R_5) \quad n = 10$$

$$R_6 = p_{n2} / P_{Tn2} = \text{ant}(\log R_6) \quad n = 20$$

$$L_4 = P_0 / p_0 = \text{ant}(\log L_4) \quad n = 0$$

$$L_5 = P_{n1} / p_{n1} = \text{ant}(\log L_5) \quad n = n_1$$

$$L_6 = P_{n2} / p_{n2} = \text{ant}(\log L_6) \quad n = 20$$

j). Se obtienen los valores de población de la **provincia** para el período de diseño:

$$p_0 = R_4. \quad P_{T0} = 3605462 \text{ hab.} \quad n = 0 \quad \text{Año 2020}$$

$$p_{n1} = R_5. \quad P_{Tn1} = 3879117 \text{ hab.} \quad n = 10 \quad \text{Año 2030}$$

$$p_{n2} = R_6. \quad P_{Tn2} = 4143021 \text{ hab.} \quad n = 20 \quad \text{Año 2040}$$

k). De igual manera se deben proyectar las poblaciones del departamento o partido según corresponda y de la **localidad**.

$$P_0 = L_4. \quad p_0 = 715 \text{ hab.} \quad n = 0 \quad \text{Año 2020}$$

$$P_{n1} = L_5. \quad p_{n1} = 1969 \text{ hab.} \quad n = 10 \quad \text{Año 2030}$$

$$P_{n2} = L_6. \quad P_{n2} = 5411 \text{ hab.} \quad n = 20 \quad \text{Año 2040}$$

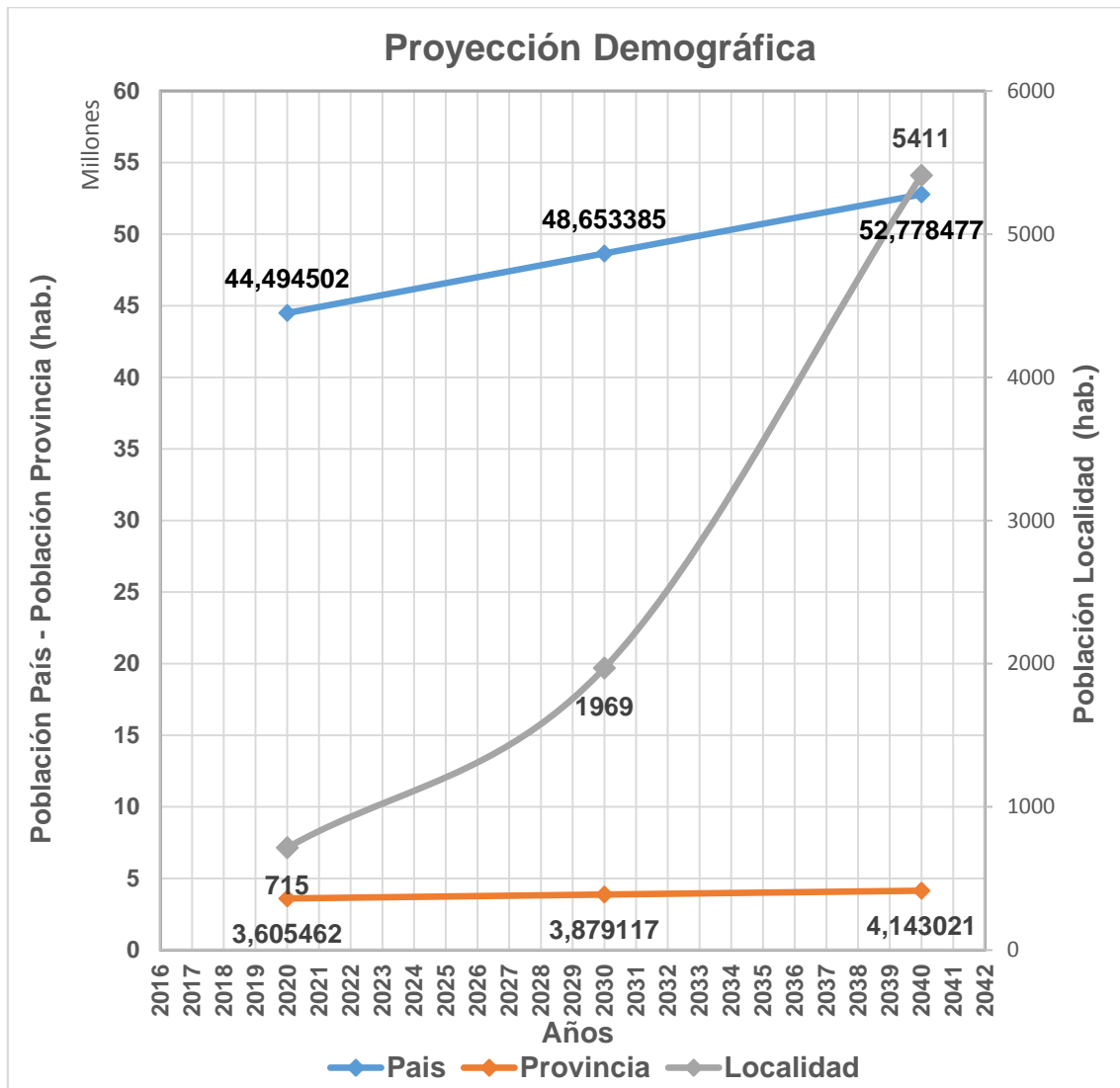


Ilustración 9: Proyección según "Relación Tendencia".

4.2.1.3. Método de los incrementos relativos

Este método se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado periodo de referencia. La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.
- Población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.

Para la estimación de la población total de cada área se acepta que:

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

Siendo: $P_i^{(t)}$ = la población del área menor (i) en el año (t); $P_T^{(t)}$ = la población del área mayor en el año (t).

El coeficiente de proporcionalidad del incremento de la población del área menor en relación al incremento de la población del área mayor es igual a:

$$a_i = \frac{P_i^{(1)} - P_i^{(0)}}{P_T^{(1)} - P_T^{(0)}} = \frac{P_i}{P_T}$$

$$b_i = \frac{P_i^{(1)} + P_i^{(0)} - \frac{P_i}{P_T} (P_T^{(1)} + P_T^{(0)})}{2}$$

Se puede utilizar publicaciones del INDEC para extraer las estimaciones de población para las áreas mayores, por ejemplo para el país y la provincia para la cual es necesario aplicar el método.

Se parte de considerar a la Argentina como área mayor y la provincia como área menor, luego se aplica nuevamente la técnica para estimar la población del departamento y por último la de la localidad.

Años Censales	Población	País (P_T)
$t^{(0)} = 2001$	$P_T^{(0)} =$	36260130 hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_T^{(1)} =$	40788453 hab.

Estimaciones		
$t_0 = 2020$	$P_T^{t_0} =$	45376763 hab.
$t_1 = 2030$	$P_T^{t_1} =$	49407265 hab.
$t_2 = 2040$	$P_T^{t_2} =$	52778477 hab.

Años Censales	Población	Provincia (P_i)
$t^{(0)} = 2001$	$P_i^{(0)} =$	3066801 hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_i^{(1)} =$	3308876 hab.

De esta forma: $a_i = 0,0535$ y $b_i = 1128408$.

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

$$P_i^{(2020)} = 3554158$$

$$P_i^{(2030)} = 3769620$$

$$P_i^{(2040)} = 3949838$$

Años Censales	Población	Provincia (P_T)	
$t^{(0)} = 2001$	$P_T^{(0)} =$	3066801	hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_T^{(1)} =$	3308876	hab.

Estimaciones			
$t_0 = 2020$	$P_T^{t_0} =$	3554158	hab.
$t_1 = 2030$	$P_T^{t_1} =$	3769620	hab.
$t_2 = 2040$	$P_T^{t_2} =$	3949838	hab.

Años Censales	Población	Departamento (P_i)	
$t^{(0)} = 2001$	$P_i^{(0)} =$	86083	hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_i^{(1)} =$	99377	hab.

De esta forma: $a_i = 0,0549$ y $b_i = -82336$

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

$$P_i^{(2020)} = 112847$$

$$P_i^{(2030)} = 124680$$

$$P_i^{(2040)} = 134577$$

Años Censales	Población	Departamento (P_T)	
$t^{(0)} = 2001$	$P_T^{(0)} =$	86083	hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_T^{(1)} =$	99377	hab.

Estimaciones			
$t_0 = 2020$	$P_T^{t_0} =$	112847	hab.
$t_1 = 2030$	$P_T^{t_1} =$	124680	hab.
$t_2 = 2040$	$P_T^{t_2} =$	134577	hab.

Años Censales	Población	Localidad (P_i)	
$t^{(0)} = 2001$	$P_i^{(0)} =$	100	hab.
$t^{(1)} = 2010$	$P_i^{(1)} =$	259	hab.

De esta forma: $a_i = 0,0120$ y $b_i = -930$

$$P_i^{(t)} = a_i \cdot P_T^{(t)} + b_i$$

$$P_i^{(2020)} = 420$$

$$P_i^{(2030)} = 562$$

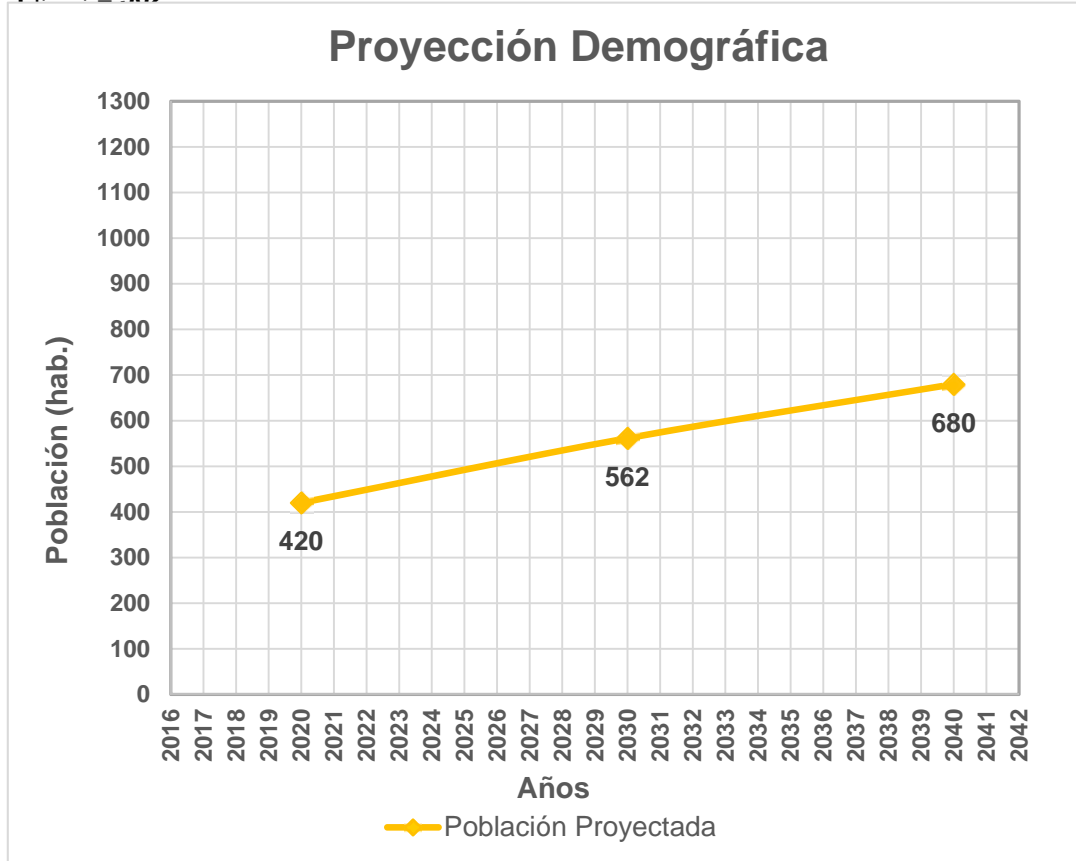


Ilustración 10: Proyección según "Incrementos relativos".

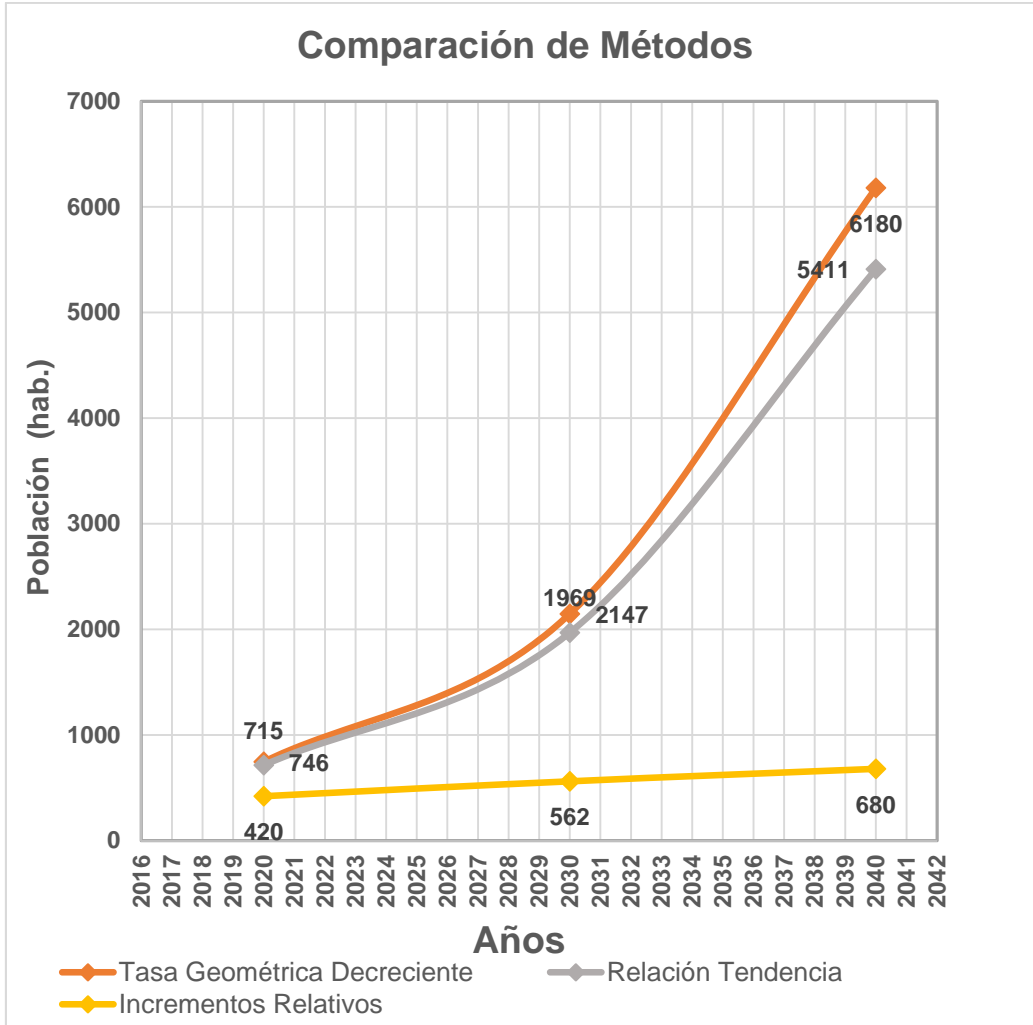


Ilustración 11: Comparación de métodos.

En todos los métodos se realiza una proyección de la población al año 2040, ya que se estima entre la ejecución del proyecto y la habilitación de la obra un período de 2 años.

4.2.1.4. Método de Saturación

Para el cálculo se adopta la población máxima físicamente posible, esto es con la cantidad de lotes totales que 900, según parcelario provisto por la Comuna de Dique Chico sin posibilidad de expansión en cuanto a área, por lo que podemos asumir que la población que podría llegar a alcanzar en 20 años de crecimiento es como máximo:

$$N^{\circ} \text{ Lotes} * 5$$

$$900 \text{ Lotes} * 5 \frac{\text{hab}}{\text{lote}} = 4500 \text{ Hab}$$

Al ser una localidad turística, que en verano sufre un incremento de población y tomando en cuenta las proyecciones realizadas, se adopta para el cálculo una población de 4500 hab.

Año	Metodología de Proyección				Promedio (adoptado p/cálculo)
	Saturación	Tasa Geométrica Decreciente	Incrementos Relativos	Relación - Tendencia	
1991		32	32	32	
2001		100	100	100	
2010		259	259	259	
2020		746	420	715	-
2030	2.250	2.147	562	1.969	2.250
2040	4.500	6.180	680	5.411	4.500

Tabla 2: Tabla resumen de comparación de métodos.

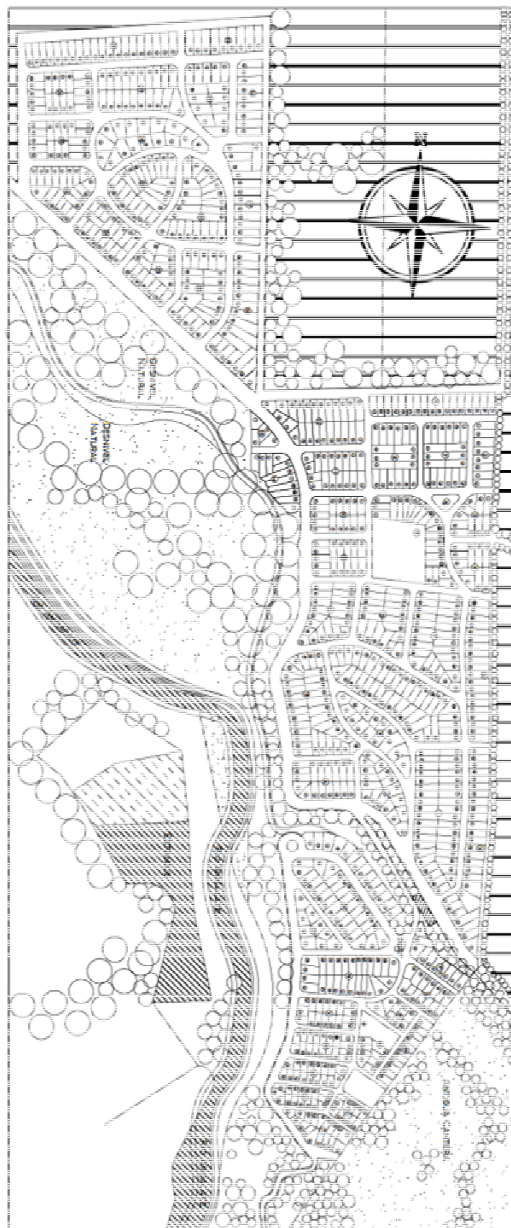


Ilustración 12: Parcelario de la Comuna de Dique Chico

4.3. CAUDALES DE CÁLCULO

A continuación, se desarrollan los cálculos para la obtención de los distintos caudales de cálculo para la localidad de Dique Chico. Se calcularon los siguientes caudales: caudal medio: Q_c ; caudal máximo horario: Q_d ; caudal máximo horario: Q_e ; caudal mínimo horario: Q_b .

El valor utilizado para la dotación es de 250 l/hab.día, esto viene dado ya que no se cuenta con datos reales de consumo actuales de la localidad, se utiliza el valor estándar recomendado por ENHOSA. Para localidades de menos de 5000Hab, y sin medidores.

Población	Servicio con Medidores	Servicio sin Medidores
Hasta 5.000 habitantes	100-150 L/hab.	200-300 L /hab . día
De 5.000 a 25.000 hab.	150-200 L /hab.	300-400 L / hab . día
De 25.000 a 100.000 hab.	200-250 L /hab	400-500 L / hab . día
Encima de 100.000 hab.	250-300 L /hab	500-600 L / hab . día

Tabla 3: Valores de Dotación sugeridos por ENHOSA.

De la misma forma para los valores de coeficiente de gasto pico horario y diario se utilizan los recomendados por ENHOSA.

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 hab < Ps ≤ 3000 hab	1,4	1,9	2,66	0,6	0,5	0,3
3000 hab < Ps ≤ 15000 hab	1,4	1,7	2,38	0,7	0,5	0,35
15000 hab < Ps	1,3	1,5	1,95	0,7	0,6	0,42

Tabla 4: Valores tipo de pico según ENHOSA.

Caudales Sistema		
Cant. De Conexiones =	-----	
Población =	4500	Hab.
Dotación =	250	L/día.
Coef. Máx. diario α_1 =	1,4	
Coef. Máx. Horario α_2 =	1,7	
Coef. Mín diario β_1 =	0,7	
Coef. Mín Horario β_2 =	0,5	
Coef. Total Máx. α =	2,38	
Coef. Total Mín. β =	0,35	
Caudal medio Q_{cn} =	1125000,00	Lts. /día.
Q_{cn} =	46875,00	Lts./hs.
Q_{cn} =	13,02	Lts./seg.
Q_{cn} =	1125,00	m3/día.
Q_{cn} =	46,88	m3/hs.
Q_{cn} =	0,0130	m3/seg.
Caudal máximo diario Q_{dn} =	1575000,00	Lts./día.
Q_{dn} =	65625,00	Lts./hs.
Q_{dn} =	18,23	Lts./seg.
Q_{dn} =	1575,00	m3/día.

Q Dn=	65,63	m3/hs.
Q Dn=	0,0182	m3/seg.
Caudal máximo horario Q En=	2677500,00	Lts./día.
Q En=	111562,50	Lts./hs.
Q En=	30,99	Lts./seg.
Q En=	2677,50	m3/día.
Q En=	111,56	m3/hs.
Q En=	0,0310	m3/seg.

Caudal mínimo diario Q _{BN} =	787500,00	Lts./día.
Q _{BN} =	32812,50	Lts./hs.
Q _{BN} =	9,11	Lts./seg.
Q _{BN} =	787,50	m3/día.
Q _{BN} =	32,81	m3/hs.
Q _{BN} =	0,0091	m3/seg.
Caudal mínimo horario Q _{AN} =	393750,00	Lts./día.
Q _{AN} =	16406,25	Lts./hs.
Q _{AN} =	4,56	Lts./seg.
Q _{AN} =	393,75	m3/día.
Q _{AN} =	16,41	m3/hs.
Q _{AN} =	0,0046	m3/seg.

Tabla 5: Cálculo de Caudales

4.4. VOLUMEN DE CALCULO DE CISTERNA

4.4.1. Volumen de Operación:

Metodo Basado en Asimilar la Curva de Consumo a una Sinusoide						
$V.O. = \left(\frac{\alpha_{2n} - 1}{\pi} \right) * Q_{Dn}$						
$\alpha_{2n} =$	1,70	Coeficiente para la hora de maximo consumo en el día de maximo consumo anual				
$Q_{Dn} =$	1575,000 m3/día	Caudal maximo diario del año n (año de diseño de las instalaciones)				
V.O. =	350,937 m3	Volumen Operacional				
Poblacion servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 hab < Ps ≤ 3000 hab	1,4	1,9	2,66	0,6	0,5	0,3
3000 hab < Ps ≤ 15000 hab	1,4	1,7	2,38	0,7	0,5	0,35
15000 hab < Ps	1,3	1,5	1,95	0,7	0,6	0,42

Tabla 6: Cálculo de Volumen de operación.

4.4.2. Volumen de Incendio:

$V.I. = \frac{V.O.}{3}$		
V.O. =	350,937 m ³	Volumen Operacional
V.I. =	116,979 m ³	Volumen para Incendio

Tabla 7: Cálculo de volumen para incendios.

4.4.3. Volumen de Emergencia:

$V.E. = 0,083 * Q_{Dn}$		
$Q_{Dn} =$	1575,000 m ³ /día	Caudal máximo diario anual al horizonte de proyecto
V.E. =	130,725 m ³	Volumen para Emergencia

Tabla 8: Cálculo de Volumen de Emergencias.

4.4.4. Volumen Total de Cisterna:

$V.T. = V.O. + V.I. + V.E.$		
V.O. =	350,937 m ³	Volumen Operacional
V.I. =	116,979 m ³	Volumen para Incendio
V. E. =	130,725 m ³	Volumen para Emergencia
V.T. =	598,641 m³	Volumen Total

Tabla 9: Cálculo de Volumen Total de Cisterna.

Se adopta para el cálculo diseño un volumen de 600 m³ de cisterna necesario para un horizonte a 20 años.

5. CAPITULO V: PLANTEO GENERICO DE ALTERNATIVAS.

5.1. DISCUSIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO

En este punto lo que se realizó es una evaluación de las posibles formas de almacenamiento e interconexión entre la nueva cisterna y las existentes. Se llegó a la conclusión en conjunto con el comitente de eliminar la cisterna de 5m³ ubicada en "El bajo" cuyo estado de conservación es deplorable, debido a los años de operación y su re funcionalización se tornaría inconveniente económicamente, ya que la capacidad es reducida y exigirá otro sistema de presurización para lograr cumplir con la presión mínima en las inmediaciones de este tanque.

Al mismo tiempo utilizar la cisterna existente en el edificio comunal de 60 m³ para abastecimiento de la manzana central, donde existen instalaciones de carácter esencial para el desarrollo social de la comuna ya que este se encuentra en muy buen estado de conservación, esto es:

- El existente edificio comunal.
- El existente S.U.M., el complejo comunal de deportes y recreación, con la instalación ya programada y en etapa de proyecto de la piscina semi olímpica municipal.
- El futuro centro educativo primario migrado desde una localidad aguas abajo del Rio Anisacate con constantes problemas de inundación.
- El futuro centro de atención primaria de salud (dispensario) en proyecto por la comuna.

De esta forma los equipamientos tendrían un soporte de respaldo en cuanto a provisión de agua potable. Esta zona se proveerá desde un tendido de red independiente al resto de la red del pueblo, si bien contara con baja presión, de esta forma se conserva un tanque que se encuentra operativo y en excelentes condiciones, pudiendo además aprovechar los sistemas de presurización instalados recientemente por la comuna para llevar el agua a la parte norte del ejido.

El llenado de este tanque se realizara a través de una cañería directa desde la impulsión de la cisterna. La cual estará ubicada en un predio municipal a unos 400 mts. del edificio comunal. El lote disponible presenta las dimensiones adecuadas además de una buena nivelación natural, con vegetación nativa pero de edad temprana por lo que su remoción no causaría mayor perjuicio ambiental, aun así se plantea una reforestación como tarea a realizar por la empresa constructora.



Las otras alternativas eran desde luego anular y dejar sin operación los tanques existentes, y trabajar únicamente con la nueva cisterna. Esta quedó descartada por el simple hecho de un aprovechamiento de recursos más óptimo.

De esta forma el servicio de provisión de agua queda sectorizado en 3 zonas: El bajo, Centro, y alrededores.

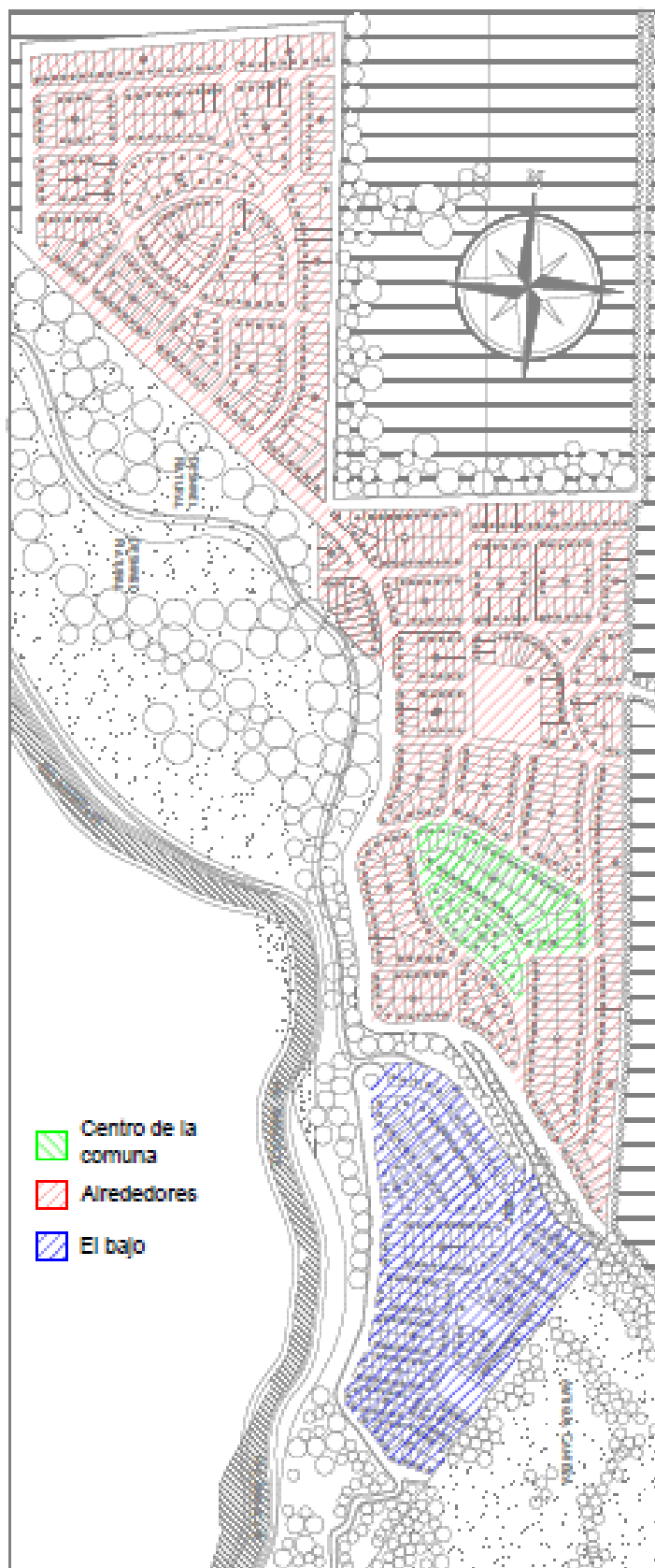


Ilustración 13: Zonificación.

5.2. DISCUSIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA PRESURIZACIÓN DE LA RED.

En este punto se planteó las distintas formas de presurización de la red, es decir, la evaluación de los distintos tipos de bombas disponibles en el mercado.

Se plantearon 3 posibilidades:

1. Presurización mediante bombas centrífugas simples. Esta opción surgió a partir del razonamiento desde el punto de vista del mantenimiento y operación, puesto que, la comuna al contar con poca población, una probable falta de personal especializado y recursos en caso de una avería. El sistema de bombas centrífugas sería una solución a este planteamiento pues su funcionamiento es menos complejo que un sistema de tanque hidroneumático, o de velocidad variable. Esta alternativa cuenta con la desventaja del propio funcionamiento de las bombas, pues la principal característica de las bombas centrífugas es que entran rápidamente en régimen, esto es, a caudal y presión nominal. Esto es muy conveniente para cumplir con la demanda base, no así para las cambiantes demandas a lo largo del tiempo de la red. Esto implicaría un uso ineficiente de la energía, conllevando consigo elevados costos de operación.
2. Tanque hidroneumático, que tiene la ventaja de mantener presión constante con caudal variable. El hidro neumático mantendrá una cierta presión dentro de la cañería durante todo el tiempo, es decir la cañería de agua estará con presión constantemente, la bomba arrancará cuando caiga la presión ya sea por alguna pérdida o consumo. A este tipo de equipos les afecta cualquier mínima pérdida, ya que esa pérdida va quitando presión dentro de la cañería por lo cual llegado el momento la bomba arrancará y completará la presión.
3. Grupo de Bombas presurizadoras de velocidad variable, tienen también la ventaja de trabajar a caudal variable con presión constante en la red. El funcionamiento es a través de la variación de la velocidad de giro del rotor del impulsor regulando así el caudal.
4. Para evaluar la conveniencia de uno u otro sistema se realiza una evaluación de costos tanto de instalación como mantenimiento a lo largo de su vida útil.



Ilustración 14: Sistema de Bombeo con Pulmón Hidroneumático.

Resultado dimension.

Tipo	Hydro Multi-E 2CRE15-2	
	25 l	
Cantidad * Motor	2 * 3 kW	
Caudal	24	m ³ /h
H total	23.02	m
Pot. P1	2.474	kW
Pot. P2	2.24	kW
BombaEta	66.9	%
Motor Eta	90.5	%
Bomb+motor Eta	60.5	% =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	60.5	%
Caudal tot	35881	m ³ /año
Consumo energía	4395	kWh/Año
Prec.	13.856,00	EUR
Precio+Costes energ.	27373.66	€/10Años
Cte ciclo vital	27374	€/10Años

Ilustración 15: Características Técnicas Sistema Hidroneumático.



Ilustración 16: Sistema de Bombeo con Velocidad Variable.

Resultado dimension.

Tipo	HYDRO MPC-F 2 CRI20-3	
Cantidad * Motor	2 * 4 kW	
Caudal	24	m ³ /h
H total	23.02	m
Pot. P1	2.779	kW
Pot. P2	2.333	kW
BombaEta	64.2	%
Motor Eta	84.0	%
Bomb+motor Eta	53.9	% =Bomba Eta *motor Eta
Total Eta	53.9	%
Caudal tot	35881	m ³ /año
Consumo energía	5236	kWh/Año
Prec.	Bajo pedido	
Precio+Costes energ.	Bajo pedido	/10Años
Cte ciclo vital		/10Años

Ilustración 17: Características Técnicas Sistema de Velocidad Variable.

La comparativa era realizada con fines plasmar el razonamiento y la elección del sistema de impulsión, esto fue finalmente decidido por el Sr. Secretario de Servicios Públicos, Ing. Alberto Bresciano, quien encargaba el proyecto, optó por la instalación de un sistema con bombas de velocidad variable. De todas formas la empresa elegida para usar como referencia para los pliegos, no contestaba la cotización solicitada de los equipos por lo que no pudo ser realizada en su totalidad.

6. CAPITULO VI: RED DE DISTRIBUCION

6.1 GENERALIDADES

Las redes de distribución de agua potable son el conjunto de tuberías que se desarrollan enterradas bajo el terreno, que permiten conducir el agua potable para su distribución a las viviendas. Esta red debe permitir entregar agua potable al consumidor tanto en cantidad suficiente, como de la calidad, presión y continuidad fijadas por la norma. Por norma las presiones en la red de distribución deben mantenerse entre los 10 y 30 m.c.a., (Metros de Columna de Agua), según las normas provinciales.

Los componentes básicos de una red de distribución de agua potable son:

- Tuberías de la red, las que podrán ser de variados materiales disponibles en el mercado.
- Piezas especiales en los nudos.
- Hidrantes contra incendios.
- Válvulas de aire y las cámaras de desagüe y limpieza.
- NO se consideran como parte de la red de distribución las conexiones domiciliarias con sus medidores

Para la definición de la red de distribución tipo eficiente, se han considerado las siguientes características físicas y condiciones de instalación principales de una red de agua potable:

- Las tuberías van enterradas a una profundidad mínima de 1,00 m sobre el intradós del caño.
- Se han ubicado las válvulas de aire en aquellos puntos de tramo con probable acumulación de aire.
- La presión en la red debe estar comprendida entre los 10 m.c.a. como mínimo y los 30 m.c.a. como máxima presión admisible.
- El cálculo de la cama de apoyo se determina a partir del espesor mínimo de la cama de arena bajo las tuberías. Así como, se ha incluido el espesor máximo de la cama de arena necesario para el cálculo de movimiento de tierras en la obra civil.
- El peso de las piezas especiales de hierro fundido necesarias para la instalación de válvulas de aire, válvulas de desagüe e hidrantes proviene de la base de datos del consultor, construida en base a información de catálogos de proveedores reconocidos, y su instalación y prueba se determina mediante la aplicación análisis de costos.

6.2. MATERIALES. GENERALIDADES.

Las cañerías utilizadas serán aquellas que cumplan con las Normas IRAM N° 13.350 – 1972, N° 13.351-1988, N°13.352 -1968 y 13.359 – 1970 con un espesor mínimo correspondiente a la clase 10. De ser importados deben responder a la Norma ISO 161.

Las piezas especiales de PVC serán moldeadas por inyección en una sola unidad y responder a las normas IRAM 13.322 – 1967 y 13.324 – 1980. No se admiten piezas compuestas por pegado o soldado.

Las uniones serán elásticas a espiga y enchufe con aro de goma, y deberán ejecutarse a cargo de personal especializado en esta tarea. Se deberá disponer de anclajes dispuestos en todo cambio de dirección horizontal ó vertical de la cañería y en cualquier otra singularidad de traza en donde fuese necesaria su colocación.

6.3. CALCULO HIDRAULICO DE LAS MALLAS

6.3.1. Metodología de cálculo de la red de distribución.

Para el cálculo de las mallas se utilizó el **método estándar modificado**, verificado con el uso de **EPANET 2.0**, un software desarrollado por la **Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos**.

El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente.

Adicionalmente, EPANET permite el análisis de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (depósitos y embalses), hasta los nodos del sistema.

Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

A su vez el **método estándar modificado** es un método aproximado para el cálculo de redes de distribución, basado en las siguientes hipótesis:

- El agua tiene 2 caminos para llegar a cualquier punto de la red.
- En los puntos de equilibrio no ya se ha consumido todo el caudal.
- En las cañerías secundarias se asume una distribución de 2/3, 1/3 desde las principales según criterio.
- En un nudo todo lo que entra, sale.

6.3.2. Planteo de mallas e premisa de distribución y elección de tipo de red.

Una vez asumido el sistema de almacenamiento y la disposición de los tanques y cisternas dentro del ejido, se procede a una sectorización de la localidad en base para el cálculo de las mallas. Esto quiere decir que hay zonas abastecidas de diferentes formas, por ejemplo, la zona del “El bajo” por su desnivel con respecto a la cisterna, podrá ser presurizada por el nivel estático de esta.

La “zona central”, donde se encuentra el edificio comunal y demás equipamientos queda provista del tanque en la azotea del edificio comunal pudiendo presurizarse o no con pequeños equipos de bombeo.

Todo el resto del ejido, denominado “alrededores” será provisto desde la cisterna con un equipo de presurización elegido en el punto anterior.

De esta forma las mallas de cálculo quedan definidas por si solas en un sistema sectorizado según lo describe las fundamentaciones de la norma ENOHSA, en su Capítulo XII – Punto 1.4, a su vez, las redes son de tipo mixta, pues, cuentan con ramas que no cierran mallas.

6.3.3. Cálculo de las mallas.

6.3.3.1. Calculo por Metodo Stadart Mejorado.

Ramal	TRAMO	LONG CAÑERÍA			GASTOS				Jt (m/m)	Dt (m)	DN (mm)	Dr (m)	Jr (m/m)	V (m/s)	Perdidas Hf (m)	Cota terreno		Cota piezométrica		Carga		Error de cierre
		PRINCIPAL	SECUNDARIA	TOTAL	Ge	Gr	Gt	Gc								Atrás (m)	Adelante (m)	Atrás (m)	Adelante (m)	Atrás (m)	Adelante (m)	
		[Hm]	[Hm]	[Hm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]														
TDCBA (Izq)	A - B	11,16	11,52	22,68	0,00	4,52	4,52	2,26	0,0023	0,083	110	0,099	0,0010	0,29	1,09	495,61	492,68	506,41	507,50	10,80	14,82	-0,36
	B - C	2,76	0,00	2,76	7,40	0,55	7,95	7,67	0,0023	0,133	160	0,145	0,0015	0,47	0,42	492,68	492,36	507,50	507,92	14,82	15,56	
	C - D	13,82	16,36	30,18	7,95	6,01	13,96	10,96	0,0023	0,152	160	0,145	0,0029	0,66	3,97	492,36	491,28	507,92	511,89	15,56	20,61	
	D - T	0,00	0,00	0,00	27,97	0,00	27,97	27,97	0,0023	0,217	250	0,226	0,0019	0,70	0,00	488,89	488,89	511,89	511,89	23,00	23,00	
TDCBA (Der)	A - B	5,73	8,71	14,44	0,00	2,88	2,88	1,44	0,0023	0,070	90	0,081	0,0011	0,28	0,64	495,61	492,68	506,06	506,70	10,45	14,02	-0,36
	B - C	2,76	0,00	2,76	7,40	0,55	7,95	7,67	0,0023	0,133	160	0,145	0,0015	0,46	0,41	492,68	492,36	506,70	507,11	14,02	14,75	
	C - D	16,57	13,82	30,39	7,95	6,06	14,00	10,98	0,0023	0,152	160	0,145	0,0029	0,66	4,78	492,36	491,28	507,11	511,89	14,75	20,61	
	D - T	0,00	0,00	0,00	27,97	0,00	27,97	27,97	0,0023	0,217	250	0,226	0,0019	0,70	0,00	488,89	488,89	511,89	511,89	23,00	23,00	
TDEF (Der)	F - E	9,04	6,51	15,55	0,00	3,10	3,10	1,55	0,0082	0,055	75	0,068	0,0031	0,43	2,83	469,92	470,50	483,78	486,61	13,86	16,11	0,58
	E - D	6,72	0,00	6,72	3,10	1,34	4,44	3,77	0,0082	0,078	110	0,099	0,0034	0,57	2,28	470,50	488,89	486,61	488,89	16,11	0,00	
	D - T	0,00	0,00	0,00	4,44	0,00	4,44	4,44	0,0082	0,083	110	0,099	0,0034	0,57	0,00	488,89	488,89	488,89	488,89	0,00	0,00	
TDEF (Izq)	F - E	9,04	11,47	20,51	0,00	4,09	4,09	2,04	0,0082	0,062	90	0,081	0,0021	0,39	1,94	469,92	470,50	484,36	486,29	14,44	15,79	0,58
	E - D	6,72	0,00	6,72	4,09	1,34	5,43	4,76	0,0082	0,085	110	0,099	0,0039	0,61	2,60	470,50	488,89	486,29	488,89	15,79	0,00	
	D - T	0,00	0,00	0,00	5,43	0,00	5,43	5,43	0,0082	0,089	110	0,099	0,0049	0,70	0,00	488,89	488,89	488,89	488,89	0,00	0,00	
GHI (Der)	I - H	4,56	0,69	5,25	0,00	1,05	1,05	0,52	0,0082	0,037	75	0,068	0,0004	0,14	0,19	490,96	490,15	496,84	497,02	5,88	6,87	-0,10
	H - G	1,00	0,00	1,00	1,05	0,20	1,25	1,15	0,0082	0,049	75	0,068	0,0018	0,32	0,18	490,15	491,20	497,02	497,20	6,87	6,00	
GHI (Izq)	I - H	4,56	1,46	6,02	0,00	1,20	1,20	0,60	0,0082	0,039	75	0,068	0,0005	0,17	0,24	490,96	490,15	496,73	496,97	5,77	6,82	-0,10
	H - G	1,00	0,00	1,00	1,20	0,20	1,40	1,30	0,0082	0,052	75	0,068	0,0023	0,36	0,23	490,15	491,20	496,97	497,20	6,82	6,00	

Tabla 10: Calculo de mallas por Método Standart Mejorado.

Si bien es de notar que esta presión disponible observada en la malla "GHI" no es la mínima requerida para un correcto funcionamiento del sistema en su conjunto, se debe aclarar que esto ocurre por la escasa altura del tanque de la comuna. Como se ha evaluado anteriormente se decidió conservar este tanque para suplir a los equipamientos céntricos, funcionando como tanque de cola. Este inconveniente deberá ser previsto en el diseño de la escuela primaria y el dispensario proyectados, en vías de radicarse en la comuna, ya sea con la instalación de bombas elevadoras hasta los tanques propios de cada dependencia, o bien, ya que al entrar en funcionamiento en su totalidad la red presurizada desde el equipo de bombeo en la cisterna, se puede re aprovechar el equipo de bombeo utilizado en el actual proyecto de ampliación de re

DATOS	DIQUE CHICO	
Superficie localidad	78,77 Ha	
Población futura por Ha	57 hab/Ha	Puntos de equilibrio (cotas)
Población futura Servida	4500 hab	PE - A 495,61 m
Cobertura servicio	100%	PP - B 492,97 m
Dotación (Area con cloacas)	250 L/(hab dia)	PP - C 492,36 m
Altura Bombas	23 m	Según necesidad de red PE - D 491,75 m
Altura tanque comunal	6 m	a la base del tanque PP - E 470,5 m
Presión mínima	10 m.c.a.	PE - F 469,92 m
Lhm (trazado principal y secundario)	155,5 hm	PE - H 490,15 m
Coef. de pico (α)	2,38	PE - I 490,96 m
		P tanque G 491,2 m
Caudal máximo horario Q:	31,0 L/seg	P cisterna T 488,98 m
Gasto Hectométrico Gh:	0,20 L/(seg Hm)	PE= Punto de Equilibrio
		PP = Punto de Paso

Tabla 11: Datos de Proyecto de red.

6.3.3.2. Verificación por EPANET 2.0.

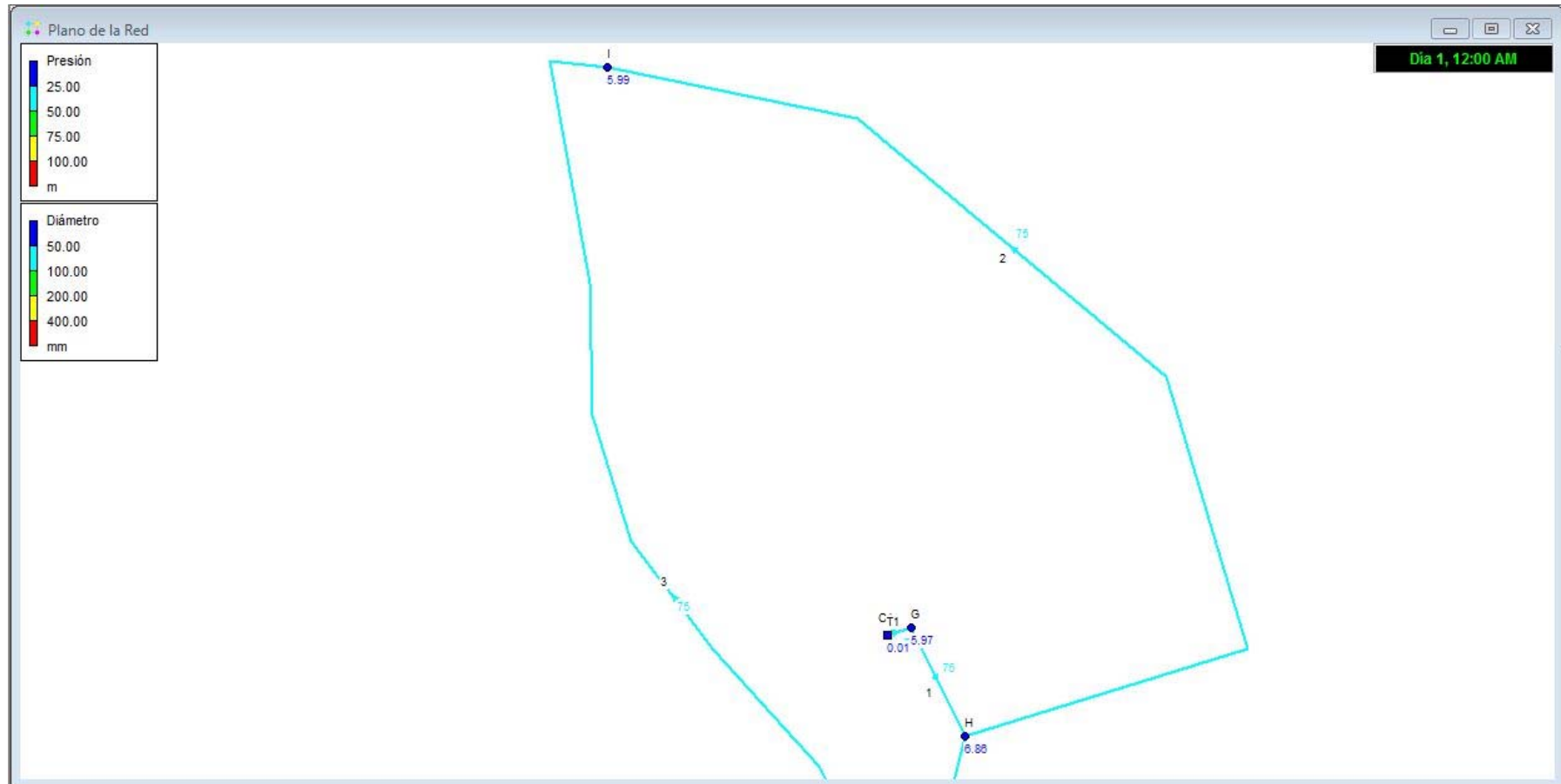


Ilustración 18: Modelado de Red "Centro".

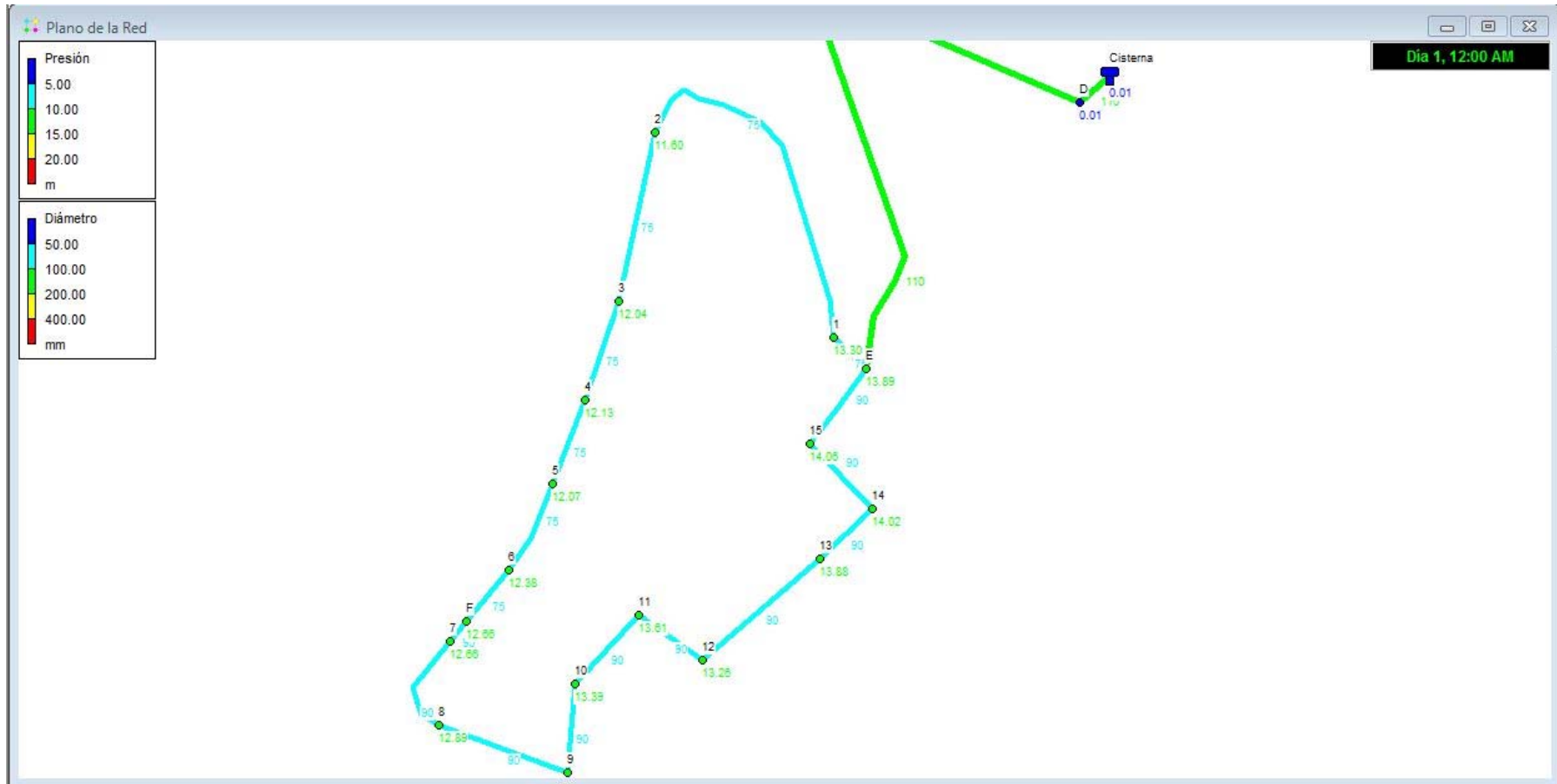


Ilustración 19: Modelado red "El Bajo".

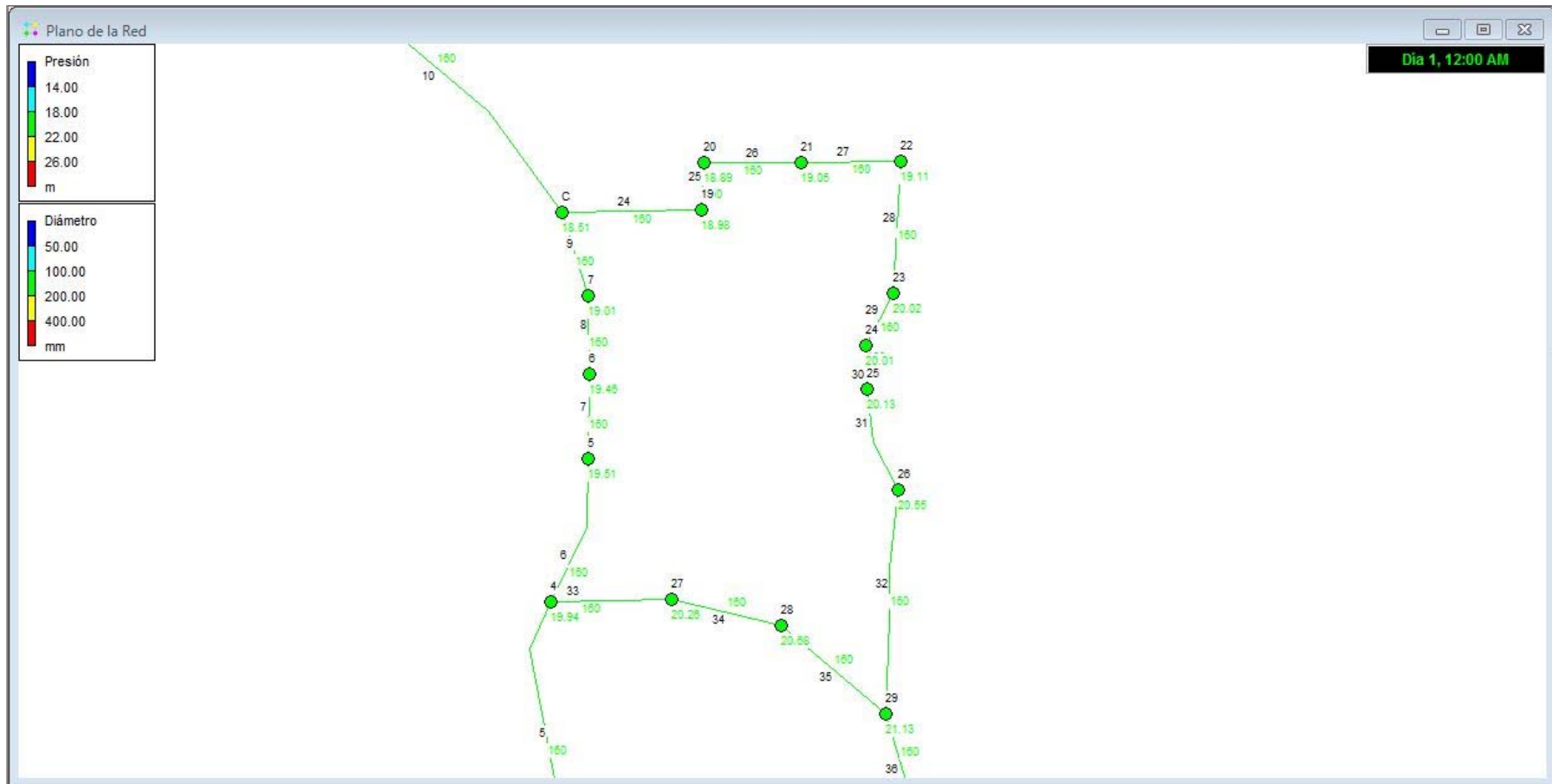


Ilustración 21: Modelado red "Alrededores" Parte 2.

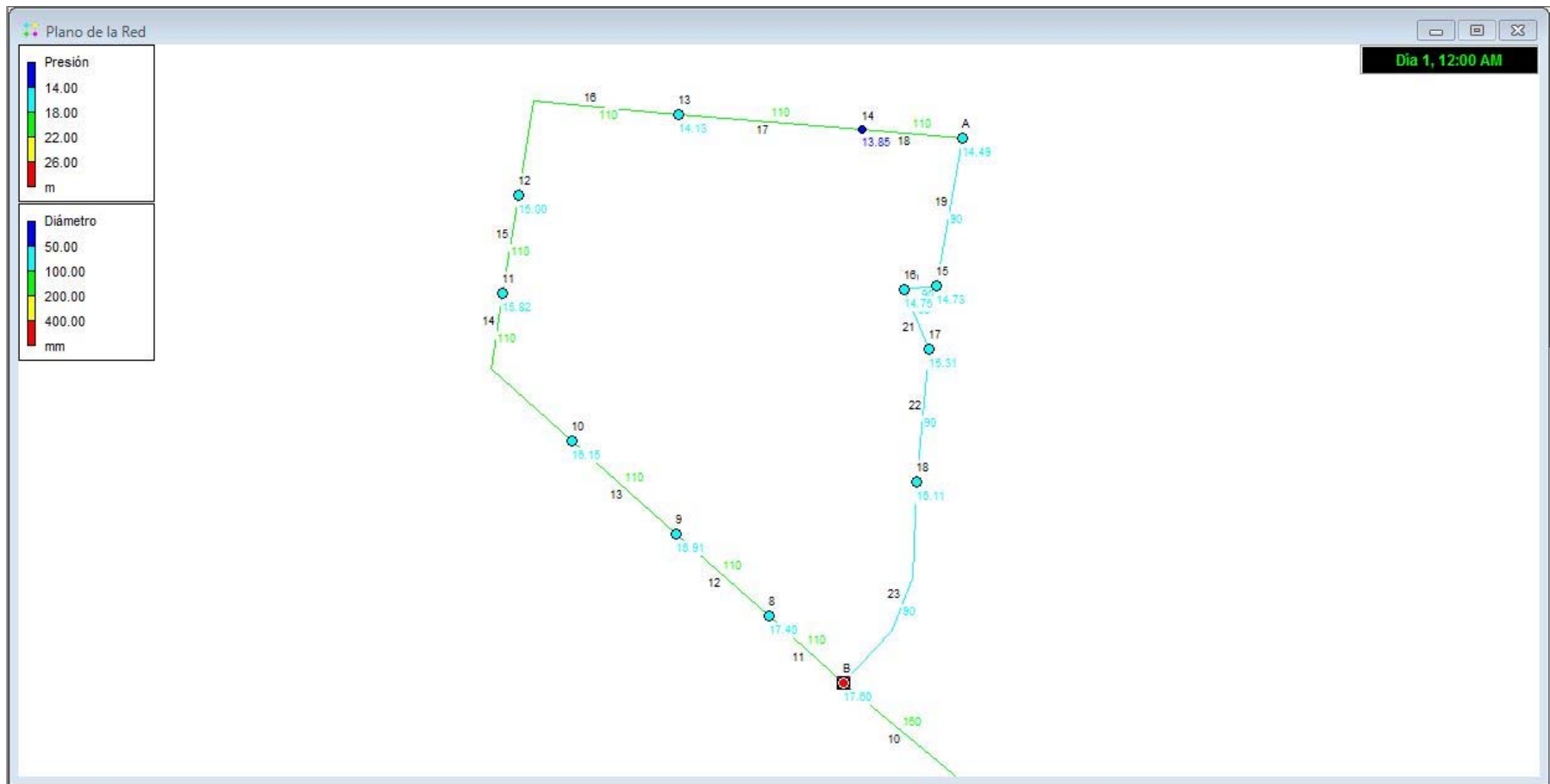


Ilustración 22: Modelado red "Alrededores" Parte 3.

6.4. COLOCACION DE CAÑERÍAS Y PRUEBA HIDRAULICA.

La realización de las Pruebas Hidráulicas y la correspondiente desinfección a ejecutar en la red a construir en forma previa a su puesta en funcionamiento.

Las presiones a que se someterán las cañerías para las pruebas de instalación a zanja abierta y zanja tapada, será de 1,5 veces la presión de trabajo, fijándose como tope de ensayo la presión de diseño de la cañería (10 kg/cm²). Las cámaras y accesorios se deberán ensayar conjuntamente y a los mismos valores de presión.

Las pruebas hidráulicas se repetirán tantas veces como sea necesario, hasta obtener resultados satisfactorios, con personal y elementos adecuados para la tarea.

Una vez terminada la instalación de la cañería, se procederá a efectuar la prueba hidráulica a "zanja abierta" la cual se efectuará llenando de agua la cañería y una vez eliminado todo el aire, se llevará el líquido a la presión de prueba durante 3 hs, no admitiéndose pérdidas de ninguna naturaleza en las cañerías, sus accesorios, tapas de bocas de acceso y obras accesorias. Una vez terminada y aprobada la prueba a zanja abierta se hará el relleno de la zanja sobre la cañería y se procederá a efectuar la prueba hidráulica. Si durante el relleno y hasta quince (15) minutos después de terminado el mismo, no se constataran pérdidas, se dará por aprobada la prueba hidráulica. No se admitirán pérdidas de ninguna naturaleza.

Si algún caño o junta acusara exudaciones o pérdidas, visibles, se identificarán las mismas, descargándose la cañería y procediéndose de inmediato a su reparación. Asimismo, las juntas que pierdan deberán ser rehechas totalmente.

Se repetirá la prueba a "zanja abierta", se mantendrá la cañería con la misma presión y se procederá al relleno de la zanja y apisonado de la tierra hasta alcanzar un espesor de 0,60 m sobre la cañería. La presión se mantendrá durante todo el tiempo que dure este relleno, para comprobar que los caños no han sido dañados durante la operación de la tapada. Si no hay pérdidas se dará por aprobada la prueba a "zanja tapada".

Para la limpieza, desinfección bacteriológica y análisis de laboratorio se tomará como referencia lo establecido en las normativas de la empresa Aguas Cordobesas S.A.

El ítem incluye la provisión y acarreo del agua necesario para las tareas de Pruebas Hidráulicas y Limpieza y Desinfección.

7. CAPITULO VII: POZO DE BOMBEO

7.1. GENERALIDADES

En este punto corresponde, el diseño, selección, e instalación del equipo necesario para la extracción del agua cruda desde el acuífero, hasta la impulsión, que conducirá el agua hacia la cisterna para su almacenaje, hasta su posterior distribución en red.

Este equipo elevador será de tipo sumergible de cuerpo construido en acero inoxidable, ubicado en el pozo N°1 de extracción, actualmente en funcionamiento de la comuna.

7.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y SELECCIÓN DE EQUIPO A UTILIZAR

7.2.1. Calculo de altura manométrica necesaria.

En este punto se realiza la verificación de pérdida de carga que sumado al desnivel geométrico, forman parte del dimensionamiento de la bomba necesaria para el pozo de extracción de agua subterránea. Se utiliza la fórmula de Hazen – Williams para cañerías de PVC, si bien el tramo del pozo se utiliza cañería de acero, como el coeficiente de rozamiento es menor, calculando como si fuera PVC permanecemos del lado de la seguridad y simplificamos el cálculo.

Tabla de coeficientes de Hazen-Williams

Material	Coficiente de Hazen-Williams
Asbesto-cemento (nuevo)	135
Cobre y Latón	130
Ladrillo de saneamiento	100
Hierro fundido, nuevo	130
Hierro fundido, 10 años de edad	107 – 113
Hierro fundido, 20 años de edad	89 – 100
Hierro fundido, 30 años de edad	75 – 90
Concreto, acabado liso	130
Concreto, acabado común	120
Acero galvanizado (nuevo y usado)	125
Acero remachado nuevo	110
Acero remachado usado	85
PVC	140
PE	150
Plomo	130 -140
Aluminio	130

Tabla 12: Coeficientes de Hazen-Williams.

A continuación se adjunta el cálculo realizado.

7.2.1.1. Pérdidas de Carga por Fricción (Tramo Pozo - Cisterna)

Se utilizará la ecuación de pérdidas de carga de Hazen-Williams:

$$hf = 10,675 \times L \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,853} \times \left(\frac{1}{D}\right)^{4,8704}$$

Dónde: D= Diámetro de la cañería = 0,1100 m; L= Longitud de la impulsión = 407 m; Q= Qb20 caudal medio = 0,0131 m3/s; C = Coeficiente de Fricción de Hazen-Williams para PVC = 150, se obtiene la siguiente pérdida de carga aplicando con los valores antedichos:

$$hf = 5,84 \text{ m}$$

7.2.1.2. Pérdidas de Carga por Singularidades (Tramo Pozo - Cisterna)

Se considerará un coeficiente usual por cada singularidad presente en la traza

Diámetro salida D = 0,100 m; Caudal de Impulsión de C/Bomba Qb20 = 0,0131 m3/s

Embocadura: Entrada cuadrada	K = 0,50
Válvula de Retención a clapeta 100 mm	K = 2,50
2 * Codo a 45°	K = 0,90
Válvula Mariposa	K = 0,20
5 * Codo a 90°	K = 4,50

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

Tabla 13: Valores de Perdida local.

La pérdida de carga se obtiene haciendo el producto de la sumatoria de todos los coeficientes de singularidad implicados y la altura de velocidad del flujo, como lo indica la siguiente ecuación:

$$hs = \sum k \times \frac{v^2}{2g}$$

Calculando la velocidad media del flujo en la tubería:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \times \frac{D^2}{4}} = 1,67 \text{ m/s}$$

Luego, las pérdidas de carga por singularidades serán:
 $h_s = 1,22 \text{ m}$

7.2.1.3. Desnivel Topográfico.

El desnivel topográfico desde la cota de inmersión en la cisterna hasta el punto de salida la impulsión de descarga es igual a:

Cota de pelo de agua en captación = 469,23 m
Cota de eje de caño en cisterna = 492,09 m
Desnivel Geométrico (Ht) = 22,86 m

7.2.1.4. Altura Manométrica

Luego, la altura manométrica de la bomba resultará de la adición de los valores anteriormente calculados:

$$H_m = h_f + h_s + h_t$$

$$H_m = 29,53 \text{ m.c.a.}$$

7.2.1.5. Parámetros para selección de los equipos de bombeo.

Se seleccionará un equipo sumergible con las siguientes características

Qb20 = 47 m³/h
Hm = 29,53 m

La selección del equipo se realizó con la utilización de los catálogos de los fabricantes disponibles en el mercado argentino, tales como GroundFos u otras, etc. Una vez obtenidos los parámetros necesarios para el abastecimiento de la localidad en su conjunto.

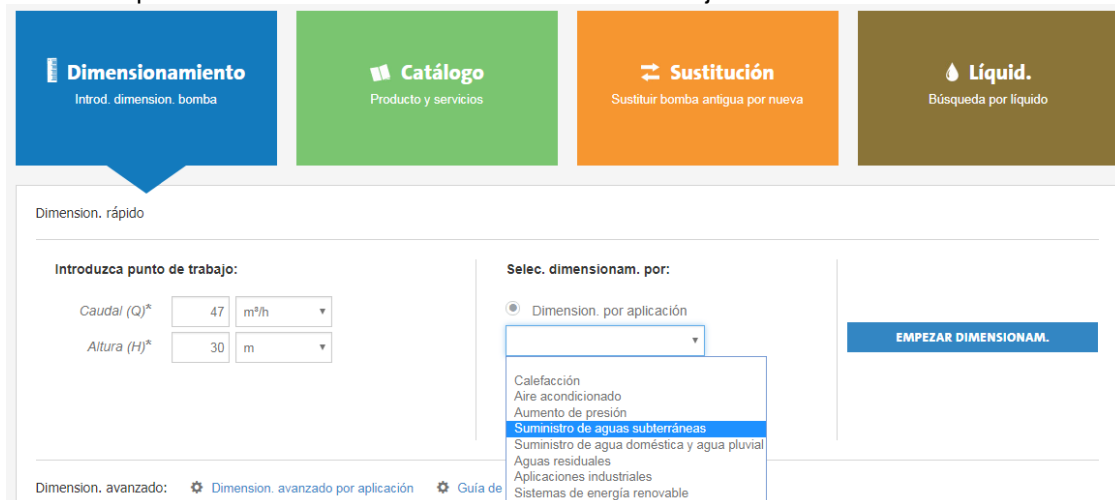


Ilustración 23: Programa de Pre dimensionado de Groundfos.

Los datos utilizados para el dimensionamiento con el Caudal medio de diseño a 20 años (Q_{b20}), la altura de manométrica a vencer, constituida por la suma del desnivel geométrico y las pérdidas por fricción calculadas en la cañería de impulsión.

De esta forma la aplicación el equipo más adecuado para utilizar es de la marca Grundfos Modelo: SP 46-3-BB - 15B633D3.



Ilustración 24: Bomba para pozo SP-46-3-BB.

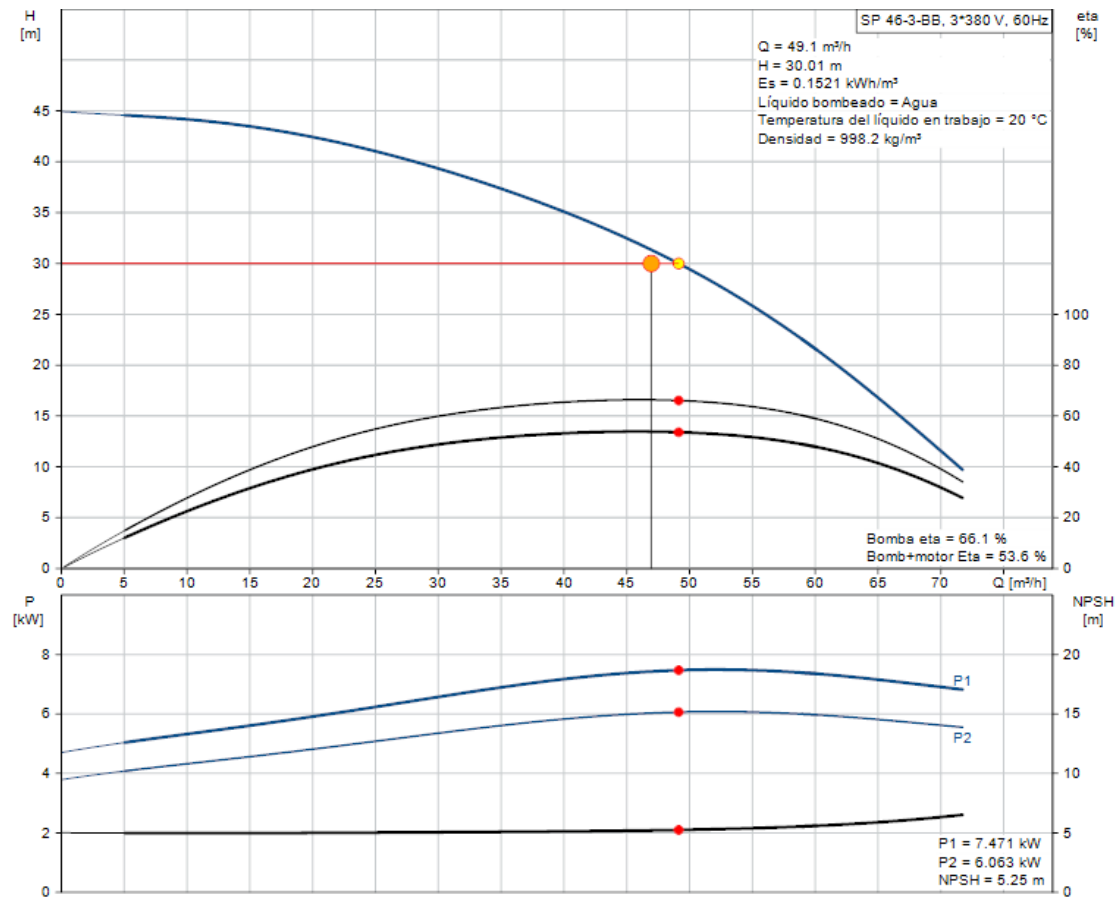


Ilustración 25: Curva de Bomba

7.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

7.3.1. De la bomba

Tanto la Bomba, como el impulsor y motor son de acero inoxidable. Esta provista de motor trifásico del tipo encapsulado con protección contra arena, cojinetes lubricados por el líquido, diafragma compensador de presión y válvula anti retorno. Se prevé que la bomba a instalar tenga incorporada válvula de retención además en el manifold de conexión de los 2 pozos, el de servicio y el de contingencia. La instalación se deberá realizar según especificaciones del fabricante.

Serán instaladas en la sala destinada a tal fin ubicado aledaña a la cisterna de almacenamiento. Deberán estar sujetas y apoyadas sobre una losa de hormigón, perfectamente nivelada y terminada, las características de las sujeciones serán determinadas según el fabricante del equipo utilizado, pero deberán asegurar un correcto funcionamiento, sin oscilaciones ni vibraciones.

7.3.2. Del tablero Eléctrico

El Tablero de comando y protección mediante arranque suave para la electrobomba sumergible trifásica contará con las siguientes características:

- Arranque suave (tipo Soft Starter) con by pass incorporado.

- Gabinete metálico con zócalo, apto para instalación exterior, con protección contra polvo y humedad de tipo IP67.
- Ventilación forzada de alto flujo con filtros adecuados.
- Banco de capacitores, con interruptor de entrada en caja moldeada.
- Interface hombre-máquina (display) del arranque suave ubicado en el interior del tablero.
- Relevador para termistores PTC.
- Botonera de marcha y parada, indicador luminoso de falla, pulsador de emergencia con retención, selector manual/automático.
- Termo magnético de protección de los cortos circuitos.
- Protección con fusibles.
- Amperímetro y voltímetro con selectoras.
- Interruptor horario digital con reserva (bloqueo de arranque en horario pico) – cuenta horas.
- Corte por protección por falta de agua.

El Tablero deberá proteger contra:

- Sobre y sub tensión.
- Falta de agua.
- Golpe de ariete.
- Desbalanceo de tensión.
- Desbalanceo de corriente.
- Falta y asimetría de fase.

Dicho tablero de comando se ubicara convenientemente dentro del espacio técnico destinada en el existente depósito de la comuna, a total desguardo de cualquier golpe, impacto o contacto tanto por maquinaria como por personal no especializado y designado a la tarea, el acceso al mismo deberá ser exclusividad de personal especializado.

Comprende además la provisión e instalación de un sistema de automatismo para arranque y corte de la bomba sumergible a instalar mediante un sensor de nivel en la cisterna de agua tratada a ejecutar. El arranque suave podrá comandarse mediante un timer de seteo manual.

Se prevé además la instalación de un equipo electrógeno de 75 KVa de potencia, equipado con arranque automático y suave hasta entrada en régimen. Capaz de proveer energía a los sistemas de presurización, extracción, iluminación de predio, bombas dosadoras, etc.

El grupo estará instalado en un cuarto independiente del que aloja el grupo de bombas, con correctas ventilaciones y extractores para la extracción de gases de combustión producidos.

8. CAPITULO VIII: IMPULSION

8.1. CALCULO DE SOBRE PRESION POR GOLPE DE ARIETE

Se ejecutará la determinación de la máxima sobrepresión a producirse como consecuencia de paradas bruscas, inevitables, de los equipos de bombeo por cortes imprevistos de la energía eléctrica que los alimenta se generan alteraciones de presiones en la cañería de impulsión. A raíz de ello se tiene la obligación de la determinación de las sobrepresiones y las subpresiones generadas por este fenómeno para lo que se requiere el cálculo de una serie de parámetros tanto del sistema como de la onda en sí.

8.1.1. Cálculo del Tiempo de Parada de la Instalación:

Según la expresión desarrollada por Enrique Mendiluce

$$T = C + \left[\frac{K \times L \times V}{g \times Hm} \right] = 6,12 \text{ seg}$$

Dónde: T = período de cese de circulación de agua en la parada de la bomba; Coeficiente que representa el efecto de inercia de la bomba y que es función de la longitud de la impulsión. K = 2,00; Coeficiente experimental función de la pendiente hidráulica de la cañería de impulsión C = 1,00; V = cambio de velocidad en el caudal. En caso de paro, es la velocidad en la impulsión; g = aceleración de la gravedad

8.1.2. Cálculo de la Celeridad de Onda.

De acuerdo con la teoría de Alleivi, la celeridad de la onda elástica en el fluido se calcula de la siguiente forma:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \frac{10^{10}}{E} \times \frac{D}{e}}} = 432,28 \text{ m/s}$$

Dónde: Módulo de elasticidad del material de la tubería (P.V.C.) E = 3,00E+08 kg/m²; Diámetro de la cañería D= 110 mm; Espesor de la Cañería e = 7,7 mm

8.1.3. Cálculo del Tiempo de Cierre Crítico

Este parámetro sirve para la elección de la ecuación utilizada para el cálculo de la sobre presión, según la comparación entre el tiempo de cierre del sistema y el tiempo crítico de cierre.

$$T_c = \frac{2 \times L}{a} = 1,88 \text{ seg}$$

8.1.4. Cálculo de la Sobrepresión y Depresión Máxima

Como T_c<T; se utiliza la fórmula de Michaud siendo:

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times V}{g \times T} = 25,27 \text{ m.c.a}$$

Luego la columna de agua frente a la válvula de retención será:

$$P (+) = H_m + DH = 55,48 \text{ m.c.a}$$

Siendo la clase de la cañería de impulsión superior a la máxima sobrepresión a producirse debido a un paro imprevisto de la bomba, la misma soportará el esfuerzo sin inconvenientes.

Ahora bien, cuando cambie el sentido de circulación de la onda, debido a la naturaleza cíclica del fenómeno, se producirá una reducción de la presión interna; la cual resultará igual a:

$$P (-) = H_m - DH = 4,94 \text{ m.c.a.}$$

Se ejerce una reducción de la presión en la tubería, pero nunca se alcanza la succión o depresión en su interior, este valor se debe comparar con la resistencia de la tubería a vacío, y citando el libro "Tuberías (Tomo I)" donde dice: "...que las tuberías de PVC de presiones nominales iguales o superiores a 6 Kg/cm² (clase 6 o superior) resisten igualmente las depresiones internas hasta el vacío, y en consecuencia ninguna de las tuberías citadas resulta afectada por el golpe de ariete negativo cualquiera que sea la magnitud del mismo..."

Las sobrepresiones y depresiones producidas ante un paro imprevisto de la bomba, son totalmente asimilables por la cañería.

9. CAPITULO IX: DESINFECCION.

9.1. DESCRIPCIÓN Y MÉTODO DE DESINFECCIÓN ADOPTADO.

Para la desinfección se optó por la inyección de hipoclorito de sodio al 10% V/V. debido a la fácil accesibilidad en la fase de operación, sumado a la seguridad para su almacenamiento y uso, en contraste con el gas de cloro, u otras formas de desinfección. El hipoclorito estará almacenado en tanques de plástico destinados para tal fin en el mismo recinto donde se aloja el sistema de impulsión, y será mezclado con el líquido previo al ingreso a la cisterna de almacenamiento.

La función de esta etapa es la de eliminar las bacterias que pudieran estar presentes en el líquido previo al consumo humano, mas allá de que los informes arrojen excelentes resultados, la cloración es siempre necesaria por cuestiones de sanidad.

9.2. CALCULO DE VOLUMEN NECESARIO DE ALMACENAMIENTO DE HIPOCLORITO.

$C D = \frac{Q * Dosis}{concentracion}$		
C.D. =	26,775 Lts / dia	Cantidad Diaria
Tomando almacenamiento para 30 dias		
V. reserva.	=	803,250 Lts
		Volumen de reserva

Tabla 14: Almacenamiento de Hipoclorito.

Para el volumen de almacenamiento se adopta 1000lts a 20 años, que se proveerán en 2 etapas, en esta primera etapa un tanque de 500lts. En PVC dejando provisto el lugar para el alojamiento de la segunda etapa.

10. CAPITULO X: EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE ALTERNATIVAS.

10.1 PRESUPUESTO INTEGRAL DE LAS OBRAS.

Se adjunta en este punto el presupuesto confeccionado para esta primera etapa de la provisión de agua potable para la localidad de Dique Chico. La misma constara de una cisterna de 300m², sala de cloración, cercado perimetral de predio necesario para las 2 etapas, equipo de presurización, re funcionalización del pozo N°1, anulación del pozo N°3 la zona de "El Bajo", anulación de la cisterna del 5m³ en la misma zona, así como también el recambio integral de la red de distribución de Asbesto Cemento a PVC clase 10.

Todos los precios aquí expuestos fueron obtenidos de la realización de un análisis de precios para cada uno de los ítems. Para el coeficiente de impacto utilice el que es empleado para todas las licitaciones confeccionadas por la Secretaria de Servicios Públicos de la Provincia.

Los análisis de precios se encuentran en el ANEXO IV del presente informe.

ÍTEM	DESIGNACIÓN	UN.	CANT.	Prec. Unit.	SUBTOTAL	TOTAL
1	RUBRO I - REFUNCIONALIZACION DE POZO N° 1					
1.1	Perfilaje y muestreo de pozo para diseño de perforación definitiva. Se incluye la determinación de posibles mantos a explotar, metros y ubicación de filtro/s, metros de caños sin costura, y de ser necesario metros de capas contaminantes que deberán ser aisladas por cementado.	Un.	1,00	\$ 29.014,12	\$ 29.014,12	
1.2	Desarrollo y aforo con bomba sumergible, determinación de niveles estático y dinámico.	Gl.	1,00	\$ 60.018,89	\$ 60.018,89	
1.3	Análisis de agua (Físico-Químico y bacteriológico).	Un.	2,00	\$ 3.290,99	\$ 6.581,98	
1.4	Terminaciones superficiales, incluyendo placa de cierre y cámara de protección.	Gl.	1,00	\$ 97.482,60	\$ 97.482,60	
TOTAL REFUNCIONALIZACION DE POZO N°1						\$ 193.097,59
2	RUBRO II - IMPULSIÓN A CISTERNA					
2.1	Provisión, acarreo y colocación de cañería de impulsión vertical en A°G° Ø4", en una longitud de 23 metros dentro de la perforación, y manifold en boca de pozo, compuesto por niples, curvas, válvula de retención, manómetro, válvula esclusa y anclajes, s/PPET y planos de detalle adjuntos.	Gl.	1,00	\$ 363.349,33	\$ 363.349,33	

2.2	Provisión, acarreo e instalación de bomba sumergible trifásica, con motor a estator seco, Marca Grundfos o calidad similar apta para Q= 47,00 m3/hs y Hm= 30,00 m.c.a., en un todo de acuerdo con el PPET y planos de detalle adjunto.	Gl.	1,00	\$ 121.842,49	\$ 121.842,49	
2.3	Provisión, acarreo e instalación de tablero de comando y control de bomba sumergible, incluyendo protecciones, conexiones eléctricas, automatismos (Sensor de nivel en cisterna a construir para arranque y corte de la misma según los niveles en la reserva) y accesorios a ubicarse en el ambiente técnico definido dentro de la casa química, según PPET.	Gl.	1,00	\$ 182.807,20	\$ 182.807,20	
2.4	Excavación de zanja para alojamiento de cañería de impulsión, conforme a anchos y tapadas mínimas exigibles, s/PPET.	ml.	387,00	\$ 294,69	\$ 114.045,03	
2.5	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de una cañería de impulsión de PVC Ø110 mm C10, incluyendo accesorios y piezas especiales, asiento de arena, malla de advertencia, pruebas hidráulicas y desinfección, en un todo de acuerdo al PPET y planos adjunto, para vincular la nueva perforación, y la perforación existente con la nueva cámara rompe carga.	ml.	387,00	\$ 749,47	\$ 290.044,89	
2.6	Tapada, relleno y compactación con material propio de la excavación y/o aportes adicionales, según PPET.	ml.	387,00	\$ 230,31	\$ 89.129,97	
TOTAL IMPULSION A CISTERNA						\$ 1.161.218,91
3	RUBRO III - ALMACENAMIENTO Y PRESURIZACION					
3.1	Construcción de cisterna de almacenamiento de agua de 300 m3 de capacidad, con base, paramentos y cierre superior en H-25. Se incluyen accesorios y singularidades, limpieza y desmonte, nivelacion y rellenos, en un todo de acuerdo al PPET y planos de detalle.	Gl.	1,00	\$ 5.796.956,01	\$ 5.796.956,01	

3.2	<p>Construcción de casilla de bombeo y cloración, para el alojamiento del sistema de bombeo, tablero de comando de sistema de presurización, sistema de cloración, a ubicarse en sector aledaño a la cisterna a ejecutar, según se muestra en planos adjuntos. Incluye, también, la instalación eléctrica dentro de la casilla, al igual que la iluminación interna y externa y la instalación de una canilla de servicio de tamaño 3/4", en un todo de acuerdo al PPET.</p>	Gl.	1,00	\$ 1.903.978,71	\$ 1.903.978,71	
3.3	<p>Provisión, acarreo y colocación de un sistema de bombeo. Se deberá disponer de Dos (2) electrobombas centrifugas de velocidad variable, capaz de garantizar cada una un Caudal Q= 24 m3/hs y Altura Hm= 24 m.c.a. Incluye colector de entrada de 4" y otro de salida de 6" de diámetro, en caño de ACERO SCHEDULE 40, pintado en epoxi, con bridas S-150 de un lado para conexiónado y brida ciega del otro. Cada bomba estará montada sobre bases de chapa plegada y pintada en epoxi negro. Incluye, también, llaves esféricas a la entrada y salida de bombas en 2 1/2" de diámetro, con válvulas de retención, vástago de bronce y asiento en teflón en las salidas de las bombas, con manómetro de 2 1/2" de diámetro de 0-10 kg/cm2, todo de acuerdo al PPET.</p>	Gl.	1,00	\$ 272.901,61	\$ 272.901,61	
3.4	<p>Provisión, acarreo e instalación de tablero de comando y control de sistema de bombeo, incluyendo protecciones, conexiones eléctricas, automatismos (Sensor de nivel para arranque y corte de bomba según niveles en cisterna a ejecutar (1); y presostato para arranque y corte de bombas según presiones en la cañería de impulsión) y accesorios a ubicarse en casilla de bombeo y cloración a construir, con todos los accesorios necesarios para la correcta ejecución del ítem, según PPET.</p>	Gl.	1,00	\$ 222.289,94	\$ 222.289,94	

3.5	Provisión e instalación de sistema de cloración por dosificación volumétrica tipo DOSSIVAC SERIE MILENIO o de calidad superior. Se incluye un (1) tanque de reserva de 500 litros de capacidad, sensor de nivel dentro de reserva, todas las conexiones y accesorios para realizar la inserción de solución de hipoclorito de sodio en la cañería de impulsión a la salida del bombeo de agua tratada, según PPET.	Gl.	1,00	\$ 112.064,82	\$ 112.064,82	
TOTAL ALMACENAMIENTO Y PRESURIZACION						\$ 8.308.191,09
4	RUBRO IV - OBRAS COMPLEMENTARIAS					
4.1	Sistema de alimentación y distribución eléctrica, incluyendo tablero general, componentes y gabinete a ubicarse dentro del espacio técnico destinado al mismo en la casa química, y demás accesorios incluyendo canalizaciones internas, cables subterráneos de alimentación eléctrica para la iluminación exterior y puesta a tierra de todas las conexiones. Este ítem incluye, también, el sistema de iluminación exterior, compuesto por un (1) poste para el montaje de un (1) farol, de tipo LED de 120 Watts, a ubicarse según se muestra en plano adjunto. Incluye, también, un generador de 30 KVA a ser instalado en espacio destinado al mismo dentro de la casa química, según se muestra en planos adjuntos y en un todo de acuerdo al PPET.	Gl.	1,00	\$ 1.051.415,48	\$ 1.051.415,48	
4.2	Ejecución, construcción de cerco olímpico y portón de acceso al predio de la cisterna de agua. según se muestra en planos adjuntos y en un todo de acuerdo al PPET.	Gl.	1,00	\$ 344.418,73	\$ 344.418,73	
4.3	Ejecución de tres (3) mástiles para colocación de banderas a ubicarse en predio de planta de tratamiento donde disponga la inspección de obra, de material y dimensiones según PPET y planos adjuntos.	Gl.	1,00	\$ 127.054,21	\$ 127.054,21	
4.4	Provisión y Colocación de todos los materiales y sistemas para la ejecución del sistema contra descargas Atmosfericas en un todo de acuerdo según PPET	Gl.	1,00	\$ 114.022,99	\$ 114.022,99	

4.5	Provisión y colocación de todos los materiales para la ejecución del sistema contra incendios en tu todo de acuerdo con el PPET	Gl.	1,00	\$ 66.275,12	\$ 66.275,12	
TOTAL OBRAS COMPLEMENTARIAS						\$ 1.703.186,53
5	RUBRO V: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE					
5.1	Excavación de zanja para alojamiento de cañería de impulsión, conforme a anchos y tapadas mínimas exigibles, s/PPET.	ml.	15550,00	\$ 294,69	\$ 4.582.429,50	
5.2	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de una cañería de PVC C10, incluyendo accesorios y piezas especiales, asiento de arena, malla de advertencia, pruebas hidráulicas y desinfección, en un todo de acuerdo al PPET y planos adjunto, para la ejecución de la red de distribución de agua potable.					
5.2.1	Cañería de PVC 50mm Clase 10	ml.	7054	\$ 430,32	\$ 3.035.477,28	
5.2.2	Cañería de PVC 75mm Clase 10	ml.	1916	\$ 515,85	\$ 988.368,60	
5.2.3	Cañería de PVC 90mm Clase 10	ml.	1477	\$ 581,54	\$ 858.934,58	
5.2.4	Cañería de PVC 110mm Clase 10	ml.	1788	\$ 700,85	\$ 1.253.119,80	
5.2.5	Cañería de PVC 160mm Clase 10	ml.	3315	\$ 1.073,98	\$ 3.560.243,70	
5.3	Tapada, relleno y compactación con material propio de la excavación y/o aportes adicionales, según PPET.	ml.	15550,00	\$ 230,31	\$ 3.581.320,50	
5.4	Provisión, acarreo y colocación de todos los materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de las piezas especiales de la red de distribución, en un todo de acuerdo al PPET y planos adjunto, para la ejecución de la red de distribución de agua potable.					
5.4.1	Valvulas esclusas necesarias para la operación de la red					
5.4.1.1	En cañería DN 50 mm	Un.	44	\$ 37.000,47	\$ 1.628.020,68	

5.4.1.2	En cañería DN 75 mm	Un.	6	\$ 37.610,92	\$ 225.665,52	
5.4.1.3	En cañería DN 90 mm	Un.	8	\$ 40.675,47	\$ 325.403,76	
5.4.1.4	En cañería DN 110 mm	Un.	4	\$ 41.204,71	\$ 164.818,84	
5.4.1.5	En cañería DN 160 mm	Un.	17	\$ 47.820,39	\$ 812.946,63	
5.4.2	Válvulas de Aire	Un.	3	\$ 63.871,33	\$ 191.613,99	
5.4.3	Cámara de Desagües	Un.	6	\$ 59.200,28	\$ 355.201,68	
5.4.4	Hidrantes	Un.	41	\$ 48.575,35	\$ 1.991.589,35	
5.4.5	Conexiones Domiciliarias	Un.	900	\$ 3.521,99	\$ 3.169.791,00	
TOTAL RED DE DISTRIBUCION						\$ 26.724.945,41
6	RUBRO VI - OBLIGACIONES					
6.1	Manual de Operaciones, Mantenimiento y Contingencias	Gl.	1,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	
6.2	Adiestramiento del Personal	Gl.	1,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	
6.3	Plan de Relacionamiento Comunitario y Comunicación	Gl.	1,00	\$ 380.906,39	\$ 380.906,39	
6.4	Plataforma informática para seguimiento y control de la obra	Gl.	1,00	\$ 380.906,39	\$ 380.906,39	
TOTAL OBLIGACIONES						\$ 861.812,78
TOTAL DE OBRA CON IVA INCLUIDO					\$ 38.952.452,31	

Son pesos TREINTA Y OCHO MILLONES NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y DOS CON 31/100

Córdoba, Marzo de 2018

* Los precios indicados incluyen IVA, Beneficios, Costos Directos e Indirectos y Administrativos.

** En todos los ítems se cotiza de acuerdo a lo detallado en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y según Planos adjuntos del presente Proyecto Licitatorio.

11. CAPITULO XI: CONCLUSION.

Tomando en consideración la problemática planteada y los objetivos propuestos para la presente Practica Supervisada, se llega a la conclusión técnica de que, el Proyecto desarrollado le otorgarán a la localidad un saldo positivo respecto de la calidad de vida que llevan sus habitantes, consiguiendo un eficiente manejo del agua potable en la localidad gracias al reemplazo de las cañerías existentes de tecnología ya en desuso, la reducción de las intervenciones de la comuna en la reparación recurrente en la red, la correcta presión de servicio para cada usuario, la disminución de riesgo sanitario en la zona de “El Bajo” por la extracción de agua de la misma napa en la que se vierten a través de pozos negros los efluentes cloacales.

A impresión personal, reconozco la importancia de llevar a la práctica los conceptos adquiridos en los estudios realizados durante la carrera, y la adquisición de otros nuevos que hacen a la confección de un proyecto de licitación pública. También es de destacar las enseñanzas y recomendaciones realizadas por los profesionales, y futuros colegas, que se encontraban a cargo de la supervisión de las tareas realizadas, a los cuales agradezco su predisposición y cordialidad.

12. CAPITULO XII: BIBLIOGRAFIA

- Apunte teórico de la Catedra de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Norma ENOHSa:
- Tuberías Tomo I (José M^a Mayol Mallorquí)
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN).
- Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba (DGEyC) e Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC).

13. CAPITULO XIII: ANEXOS.

ÍNDICE DE PLANOS

- Plano N.º 1: Ubicación de Dique Chico.
- Plano N.º 2: Plano de Cálculo de Red de Distribución.
- Plano N.º 3: Plano de Proyecto de Red de Distribución.
- Plano N.º 4: Impulsión a Cisterna
- Plano N.º 5: Cisterna de almacenamiento, Planta, Cortes y Detalles.
- Plano N.º 6: Sala de Cloración y Bombeo.
- Plano N.º 7: Plano tipo de Perforación
- Plano N.º 8: Plano tipo de Zanja de alojamiento de cañerías
- Plano N.º 9: Plano tipo de Cámara de desagüe
- Plano N.º 10: Plano tipo de válvula de Aire
- Plano N.º 11: Plano tipo de Hidrante.
- Plano N.º 12: Plano tipo de Válvula Exclusa
- Plano N.º 13: Cerco Perimetral
- Plano N.º 14: Mástil

ANEXOS

- Anexo I: Informe de calidad de agua subterránea.
- Anexo II: Proyecto de Refuerzo de red comuna de Dique Chico
- Anexo III: Análisis de Precios