



REPÚBLICA DE
NICARAGUA



**Estudios y Diseños del
Mejoramiento del Sistema de
Agua Potable y Alcantarillado
Sanitario de la Ciudad de San
Jorge y Buenos Aires
BCIE CPI Ni 014-2019**

Programa Integral Sectorial de Agua y
Saneamiento Humano PISASH Fase I

CONSORCIO:

VIELCA
INGENIEROS

decon
international

PRODUCTO 5:
*Perfil Ambiental – Proyecto de Agua Potable de las
Ciudades de San Jorge y Buenos Aires.
Septiembre 2021*

TABLA DE CONTENIDOS

1	CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
1.1	NOMBRE DEL PROYECTO	6
1.2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	6
1.2.1	Características urbanas	15
1.3	CONTEXTO SOCIOECONÓMICO	20
1.3.1	Población y Vivienda	20
1.3.2	Perfil Económico	20
1.3.3	Servicios Básicos y Municipales	23
1.4	ÁREA DEL PROYECTO Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO	30
2	ANTECEDENTES SOBRE LA PROBLEMÁTICA Y ESTADO ACTUAL DEL SUMINISTRO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES.....	35
2.1	SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE SAN JORGE.....	35
2.1.1	Fuente de Abastecimiento	35
2.1.2	Almacenamiento	36
2.1.3	Red de distribución	36
2.1.4	Cobertura y consumo per cápita de agua potable.....	38
2.2	SERVICIO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES	38
2.2.1	Fuente de Abastecimiento	38
2.2.2	Almacenamiento	39
2.2.3	Red de distribución	39
2.2.4	Cobertura y consumo per cápita de agua potable.....	42
3	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	43
4	OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS	44
4.1	PROYECTO	44
4.1.1	Objetivo General	44
4.1.2	Objetivos Específicos	44
4.2	DEL PRESENTE DOCUMENTO	44
4.2.1	Objetivo General	44
4.2.2	Objetivos Específicos	44
5	ESTUDIO DE POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA	45

5.1	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE SAN JORGE	45
5.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE BUENOS AIRES	46
6	ASPECTOS TÉCNICOS - ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	49
6.1	DEMANDA DE AGUA POTABLE Y CAUDAL DE DISEÑO PARA LA POBLACIÓN DE SAN JORGE	49
6.1.1	Demanda de Agua Potable para la población de San Jorge	49
6.1.2	Cálculo de caudales de diseño	51
6.2	ALMACENAMIENTO	51
6.3	DEMANDA DE AGUA POTABLE Y CAUDAL DE DISEÑO PARA LA POBLACIÓN DE BUENOS AIRES	51
6.3.1	Demanda de Agua Potable Buenos Aires	51
6.3.2	Cálculo de caudales de diseño	53
6.4	DEMANDA DE AGUA POTABLE Y CAUDALES DE DISEÑO PARA LA POBLACIÓN CONJUNTA DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES	53
6.4.1	Demanda de Agua Potable	53
6.4.2	Cálculo de caudales de diseño	55
7	ASPECTOS TÉCNICOS – DISEÑO Y DISTRIBUCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO	56
7.1	ESTUDIO DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO	56
7.1.1	Aguas superficiales	56
7.1.2	Aguas subterráneas/Estudio Hidrogeológico	62
7.2	ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PROPUESTAS	69
7.2.1	Alternativa 1: Acueductos Independientes	69
7.2.2	Alternativa 2: Acueducto Regional	104
8	COSTOS Y MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	121
8.1	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALTERNATIVA 1: SISTEMA INDEPENDIENTE	122
8.1.1	Costos de Construcción de la Alternativa 1: Sistema Independiente San Jorge	122
8.1.2	Costos de Construcción de la Alternativa 1: Sistema Independiente Buenos Aires	126
8.2	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ALTERNATIVA 2: SISTEMA UNIFICADO SAN JORGE Y BUENOS AIRES	130
8.2.1	Costos de Construcción de Obras de la Alternativa 2: Sistema Unificado: San Jorge y Buenos Aires	131
8.3	INSUMOS, PERSONAL Y EQUIPOS REQUERIDOS	136
8.3.1	Insumos requeridos	136
8.3.2	Personal requerido	137

8.3.3	Equipo Requerido	140
9	EVALUACIÓN AMBIENTAL/SOCIAL DE LAS ALTERNATIVAS	143
9.1.1	Evaluación Ambiental de los sitios para emplazamiento de las obras propuestas	143
9.1.2	Evaluación de emplazamiento de pozos perforados y tanque de almacenamiento por histogramas	143
9.1.3	Evaluación de emplazamiento de pozos por NTON 09006 11	145
9.1.4	Disponibilidad y accesibilidad de sitios para emplazamiento de pozos y tanque de almacenamiento	145
9.1.5	Evaluación Social de las Alternativas	146
9.1.6	Matriz de Resultados	148
9.2	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	149
10	ANÁLISIS MULTICRITERIOS Y PONDERACION DE ALTERNATIVAS	151
10.1	ALTERNATIVAS DE ANÁLISIS DESARROLLADOS	151
10.2	OBJETIVOS Y ASPECTOS DE VALORACIÓN	151
10.3	CRITERIOS E INDICADORES DE VALORACIÓN	152
10.3.1	Requerimiento de Superficie	153
10.3.2	Aspectos Sociales	153
10.3.3	Aspectos Ambientales	156
10.4	EVALUACIÓN SOCIAL DE ALTERNATIVAS	160
10.5	RESULTADOS DE LA VALORACIÓN MULTICRITERIOS	160
11	ASPECTOS TECNICOS COMPLEMENTARIOS	162
11.1	MANEJO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	162
11.2	MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO	162
11.3	TIPO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS Y PELIGROSOS	168
	RESIDUOS SOLIDOS NO PELIGROSOS	168
11.3.1	Manejo	168
11.3.2	Tipo y Cantidades de Residuos Generados en las Diferentes Etapas del Proyecto	169
	TIPO Y MANEJO DE SUSTANCIAS TOXICAS, PELIGROSAS Y DE MANEJO ESPECIAL	171
11.4	DESCRIPCIÓN DE EMISIONES EN EL ÁREA DEL PROYECTO	173
11.5	MANEJO DE AGUAS PLUVIALES	174
11.6	FUENTE PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA	175
11.7	ABASTECIMIENTO Y MANEJO DE COMBUSTIBLES	175
11.8	TRANSPORTE, MOVILIZACIÓN, USO Y REPARACIÓN DE MAQUINARIA PESADA	176
11.9	ALMACENAMIENTO DE MATERIAL DE CORTE Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ..	176

12	INCIDENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO	176
12.1	ACTIVIDADES DEL PROYECTO QUE ALTERAN LA CALIDAD AMBIENTAL EN LOS FACTORES FÍSICOS (AGUA, AIRE, SUELO).....	176
12.2	ACTIVIDADES DEL PROYECTO QUE EJERCEN PRESIÓN SOBRE LA FLORA Y LA FAUNA 177	
12.3	ACCIONES DEL PROYECTO SOBRE EL PAISAJE	177
12.4	ACCIONES DEL PROYECTO SOBRE LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	177
13	MEDIDAS AMBIENTALES Y DE MANEJO.....	178
14	MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD.....	194
15	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN EL SITIO DEL PROYECTO.....	196
16	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES.....	202
	ANEXO I: PLANOS DE EMPLAZAMIENTO PARA LOS POZOS NUEVOS Y EXISTENTES, Y TANQUES NUEVOS Y EXISTENTES.....	204

FIGURAS

Ilustración 1: Esquema de la configuración Pozo + Tanque + Red para ambas ciudades en el proyecto de ampliación.	6
Figura 2: Plano Urbanístico San Jorge	16
Figura 3: Plano Urbanístico Buenos Aires	19
Figura 4: Delimitación del Área de Estudio San Jorge.....	32
Figura 5: Delimitación del Área de Estudio Buenos Aires.....	34
Figura 6: Acueducto de San Jorge y Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico de Apataco.	37
Figura 7: Acueducto de Buenos Aires y Subsistemas de Operación.....	41
Figura 8: Microcuencas de los ríos de Oro, En medio y Obrajuelo.....	58
Figura 9: Subcuenca Río Gil González.....	59
Figura 10: Zona seleccionada y sitios identificados para emplazamiento de pozos propuestos	65
Figura 11: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto	68
Figura 12: Alternativa 1: Acueducto independiente de San Jorge.....	70
Figura 13: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos	72
Figura 14: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto	74
Figura 15: EB de Pozos propuestos N° 1 y 2 más Línea de impulsión a Tanques de San Jorge.....	75
Figura 16: Nodos que conforman la red de distribución de San Jorge.....	81
Figura 17: Alternativa 1: Acueducto de Buenos Aires.....	88
Figura 18: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos	90

<i>Figura 19: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto</i>	92
<i>Figura 20: Alternativa 1: EB de PP N° 3, BA N° 7 y N° 8 y Línea de impulsión a Tanque Buenos Aires...</i>	93
<i>Figura 21: Nodos que conforman la red de distribución de Buenos Aires</i>	99
<i>Figura 22: Alternativa 2 Acueducto Regional de San Jorge y Buenos Aires</i>	104
<i>Figura 23: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos</i>	107
<i>Figura 24: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto</i>	109
<i>Figura 25: Alternativa 2: EB PP N° 1, 2 y 3 más Línea de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge</i>	110
<i>Figura 26: Localización de Pozos propuesto y Líneas de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge</i>	118
<i>Figura 27: Planta perfil de Líneas de impulsión de Pozos propuestos a Tanques de San Jorge</i>	119
<i>Figura 28: Planta perfil de Líneas de impulsión de Pozos propuestos a Tanques de Buenos Aires</i>	120
<i>Ilustración 29: Medidas para la Fosa Séptica.</i>	167
<i>Figura 30: Localización de Pozos propuesto y Líneas de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge</i>	198
<i>Figura 31: Ubicación de Tanque Existente y Nuevo para la ciudad de San Jorge</i>	199
<i>Figura 32: Ubicación del Tanque de Almacenamiento para la ciudad de Buenos Aires</i>	200

IMAGENES

<i>Imagen 1: Calles Adoquinadas en Bo. San Antonio y Bo. Carlota</i>	17
<i>Imagen 2: Calles Asfaltadas en Bo. Julio Buitrago y Bo. Ramón López</i>	17
<i>Imagen 3: Instituto Público José Dolores Rivera</i>	23
<i>Imagen 4: Centro de Salud Danelia Muñoz</i>	24
<i>Imagen 5: Infraestructura Turística Recreacional</i>	25
<i>Imagen 6: Terminal Portuaria</i>	26
<i>Imagen 7: Vertedero Municipal</i>	27
<i>Imagen 8: Cementerio Municipal</i>	27
<i>Imagen 9: Actividad realizada para definir el área del Proyecto</i>	31
<i>Imagen 10: Actividad realizada para definir el área del Proyecto</i>	33
<i>Imagen 11: Ubicación de nuevo tanque de almacenamiento para la ciudad de San Jorge.</i>	117

TABLAS

<i>Tabla 1: Ubicación Pozos</i>	7
<i>Tabla 2: Ubicación Tanques de Almacenamiento de Agua Potable.</i>	8
<i>Tabla 3: Producción registrada del Acueducto de San Jorge para el año 2019</i>	35
<i>Tabla 4: Composición de la red de distribución de San Jorge</i>	36
<i>Tabla 5: Producción registrada del Acueducto de Buenos Aires para el año 2019</i>	39
<i>Tabla 6: Composición de la red de distribución del Acueducto de Buenos Aires.</i>	40
<i>Tabla 7 Tasas intercensales crecimiento población de la ciudad de San Jorge</i>	45
<i>Tabla 8. -Proyección de Población de la Ciudad de San Jorge</i>	46

<i>Tabla 9 Tasas de crecimiento de población de Buenos Aires</i>	47
<i>Tabla 10. -Proyección de Población de Buenos Aires.</i>	48
Tabla 11: Proyección de demanda AP de la ciudad de San Jorge, Rivas al Año 2042	50
Tabla 12: Consumos poblacionales de la ciudad de San Jorge para el año 2042	51
Tabla 13: Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión del Acueducto de San Jorge	51
Tabla 14: Volumen de almacenamiento requerido.....	51
Tabla 15: Proyección de demanda AP de la ciudad de Buenos Aires, Rivas al Año 2042	52
Tabla 16 Consumos poblacionales de la ciudad de Buenos Aires para el año 2042	53
Tabla 17 Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión del Acueducto de Buenos Aires	53
Tabla 18- - Proyección de la demanda y caudal de diseño AP conjunto para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042	54
Tabla 19: Consumos poblacionales de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires para el año 2042	55
Tabla 20 Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión hacia los Tanques de San Jorge y Buenos Aires	55
<i>Tabla 21- - Proyección de población y caudal de diseño AP para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042</i>	56
<i>Tabla 22: Área total, área compartida, pendiente, longitud y densidad de drenaje de las microcuencas..</i>	57
<i>Tabla 23 Balance de aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo</i>	62
<i>Tabla 24: Cálculo de número de pozos requeridos para satisfacer la demanda hasta el año 2042.....</i>	64
<i>Tabla 25 Coordenadas de sitios para emplazamiento de pozos y propietarios</i>	65
<i>Tabla 26 Profundidades calculadas para pozos propuestos</i>	66
<i>Tabla 27 Potencia de equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión de San Jorge.....</i>	73
<i>Tabla 28: Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión EB PP N° 1 y 2 a Tanques Jorge ...</i>	76
<i>Tabla 29: Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión EB PP N° 1 y 2 a Tanques San Jorge</i>	77
<i>Tabla 30 Estimación de la demanda de almacenamiento del acueducto de San Jorge al año 2042. ...</i>	78
<i>Tabla 31 Proyección de demanda de agua potable en barrios y sectores de la ciudad de San Jorge al año 2042</i>	80
<i>Tabla 32 Distribución de caudales en nodos de la red de distribución de San Jorge</i>	82
Tabla 33: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de San Jorge	87
<i>Tabla 34 Potencia de los equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión de Buenos Aires</i>	91
<i>Tabla 35: Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión EB PP N° 3, BA N° 7 y BA N° 8 a Tanque Buenos Aires.</i>	94
<i>Tabla 36 Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión EB PP N° 3, BA N° 7 y BA N° 8 a Tanque Buenos Aires</i>	94
<i>Tabla 37 Estimación de la demanda de almacenamiento del acueducto de Buenos Aires al año 2042.</i>	95
<i>Tabla 38 Proyección de demanda de agua potable en barrios y sectores de la ciudad de Buenos Aires al año 2042</i>	97
<i>Tabla 39 Distribución de caudales en nodos de la red de distribución de Buenos Aires</i>	100
Tabla 40: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de Buenos Aires	103
<i>Tabla 41 Potencia de los equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión del acueducto regional</i>	108

<i>Tabla 42 Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión regional de EB PP N° 1, 2 y 3 a Tanques de San Jorge y Buenos Aires</i>	111
<i>Tabla 43 Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión regional de EB PP N° 1, 2 y 3 a Tanques de San Jorge y Buenos Aires</i>	112
Tabla 44: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de San Jorge	114
Tabla 45: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de Buenos Aires	114
Tabla 46: Resumen de Costos de Construcción de Obras de las Alternativas de Proyecto AP	121
Tabla 47. Costos de la alternativa 1: San Jorge	122
Tabla 48. Costos de la Etapa 1: Alternativa 1: Sistema Independiente: Ciudad de Buenos Aires	126
Tabla 49. Costos de la alternativa 2: Sistema Unificado San Jorge y Buenos Aires	131
Tabla 50. Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras	136
Tabla 51. Personal en la etapa de construcción	137
Tabla 52. Personal para la etapa de operación	138
Tabla 53: Personal necesario en el sistema	139
Tabla 54. Equipos básicos durante la etapa de construcción	140
Tabla 55: <i>Valores de Intensidad por cada Incidencia encontrada.</i>	147
<i>Tabla 56: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.</i>	148
<i>Tabla 57: Matriz comparativa de Alternativas AP.</i>	149
Tabla 58: Alternativas para AS y PTAS consideradas	151
Tabla 59: Indicadores de cada uno de los criterios de evaluación para las alternativas seleccionadas ..	153
Tabla 60: <i>Valores de Intensidad por cada Incidencia encontrada.</i>	154
<i>Tabla 61: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.</i>	155
<i>Tabla 62: Matriz comparativa de Alternativas AP.</i>	156
<i>Tabla 63: Valoración del criterio de Estabilidad del Sistema. Puntaje Máximo 15.</i>	158
<i>Tabla 64: Valoración del criterio de Cumplimiento de las Normas CAPRE. Puntaje Máximo 10.</i>	158
<i>Tabla 65: Valoración del criterio de Necesidades de Terreno. Puntaje Máximo 10.</i>	158
<i>Tabla 66: Valoración del criterio de Costos Básicos de Inversión de Capital Fijo. Puntaje Máximo 15.</i> ..	159
<i>Tabla 67: Valoración del criterio de Costos Básicos de Mantenimiento y Operación. Puntaje Máximo 15.</i>	159
<i>Tabla 68: Valoración del criterio de Requerimiento de Mano de Obra. Puntaje Máximo 10.</i>	159
<i>Tabla 69: Valoración del criterio de Factibilidad de Implementación. Puntaje Máximo 10.</i>	159
<i>Tabla 70: Valoración del criterio de Generación de Lodos. Puntaje Máximo 5.</i>	160
Tabla 71: Resumen de resultados para la valoración de la mejor alternativa	160
Tabla 72: Matriz de identificación de riesgos y medidas preventivas en Estación de cloración.....	162
Tabla 73: Parámetros de descarga esperados para la Fosa Séptica	168
Tabla 74: Principales residuos esperados en la etapa de construcción.	170
Tabla 75: Densidades de los materiales [CTE-DB-SE].....	172
Tabla 76: Plan de Implantación de Medidas Ambientales para la Mitigación de los Impactos Sociales y Ambientales del proyecto en las dos ciudades.....	180
Tabla 77: Matriz de identificación de riesgos y medidas preventivas en Estación de cloración.....	194
Tabla 78: Matriz de identificación de riesgos en el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable	

y medidas preventivas 195

ABREVIATURAS

ALSJ	Alcaldía Municipal de San Jorge
ALBA	Alcaldía Municipal de Buenos Aires
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
EBAR	Estación de Bombeo de Aguas Residuales
EEP	Entidad Ejecutora del Programa
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nacional de Información y de Desarrollo
MARENA	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua
MINSA	Ministerio de Salud de Nicaragua
PMAS	Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario
PTAP	Planta de Tratamiento de Agua Potable
PTAS	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PTASM	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Managua
SIEMAS	Sistema de Identificación, Evaluación y Mitigación de los Riesgos Ambientales y Sociales
TdR	Términos de Referencia
SPT	Prueba de Penetración Estándar
TIRE	Tasa Interna de Retorno Económica
VANE	Valor Actual Neto Económico

RESUMEN EJECUTIVO

San Jorge, es la cabecera del municipio de su mismo nombre, se localiza en las coordenadas 11° 27' Latitud Norte y 85°48' Longitud Oeste, a unos 115 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Buenos Aires, al Sur y al Oeste con el municipio de Rivas y al Este con el Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua.

Por su parte, Buenos Aires, se localiza en las coordenadas 11° 28' Latitud Norte y 85°49' Longitud Oeste, a unos 114 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Nandaime, al Sur con el municipio de San Jorge y la Ciudad de Rivas, al este con el Lago de Nicaragua y al Oeste con el municipio de Potosí.

Las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, cabeceras municipales pertenecientes al departamento de Rivas, se encuentran ubicadas sobre el corredor turístico Managua-Granada – San Juan del Sur.

El diagnóstico de la situación actual del servicio de agua potable realizado en el contexto de la presente consultoría, ha revelado que, en ambas ciudades, la infraestructura existente resulta insuficiente para atender adecuadamente la demanda de la población actual, observándose baja calidad del servicio y limitada cobertura en términos de población servida, que afecta el bienestar, estado de salud y el desarrollo de las actividades de la población de dichas ciudades.

Para resolver esta situación y considerando que la provisión de los servicios de agua potable saneamiento adecuados, contribuirá no solo al mejorar la calidad de vida de los habitantes y las condiciones ambientales en su entorno, sino también, apoyar e impulsar las iniciativas de desarrollo urbano y turístico promovidas el gobierno municipal con el apoyo del gobierno nacional, ENACAL, en el marco del Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH), está ejecutando estudios de factibilidad técnica, económica, ambiental y social con miras a estudiar y seleccionar alternativas de solución que permitan resolver, en el mediano y largo plazo, los problemas de abastecimiento de agua potable de la ciudades de San Jorge y Buenos Aires, en el horizonte de planificación 2022-2042.

Los resultados de los estudios realizados, indican que para mejorar el servicio de agua potable de dichas ciudades se requiere: **a)** Aumentar la oferta de agua, mediante la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento; **b)** Ampliar la cobertura de las redes de distribución; **c)** Reforzar la capacidad del almacenamiento en San Jorge y dotar de esta infraestructura a Buenos Aires y **d)** Mejorar el funcionamiento hidráulico de los sistemas y la operatividad de las redes de distribución.

En el estudio de factibilidad se han considerado dos (2) alternativas de solución técnica para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable existentes, identificadas así:

Alternativa 1: Acueductos Independientes

Esta alternativa consiste en mantener el esquema actual, con acueductos independientes para cada ciudad, con su propia fuente de abastecimiento reforzada y demás elementos (almacenamiento y red de distribución), tal y como funcionan en la actualidad.

Alternativa 2: Un Acueducto Unificado (regional)

Consiste en utilizar una fuente de abastecimiento común que satisfaga la demanda proyectada de ambas ciudades; línea de conducción (impulsión) común, con un esquema de operación de dos subsistemas independientes (uno por cada ciudad), cada uno con su propia infraestructura de almacenamiento y distribución.

Los resultados de la evaluación y ponderación de las alternativas propuestas, desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, indican que la **Alternativa 2: Un Acueducto Unificado**, es la alternativa de solución más adecuada a los fines del Proyecto.

Esta alternativa, valorada y considerada como la alternativa a desarrollar, contempla continuar utilizando como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas de la zona, captadas mediante tres (3) pozos perforados, dos (2) emplazados en una zona al noreste en la jurisdicción de los poblados rurales Santa Fe y El Pital, localizados a 2.85 km de Buenos Aires y 3.95 km de la ciudad de San Jorge y, un tercer pozo en el campo de pozos Chatilla. En la imagen que se muestra a continuación, se presenta la propuesta desarrollada como alternativa final de ampliación y mejora del sistema de agua potable de ambas ciudades.

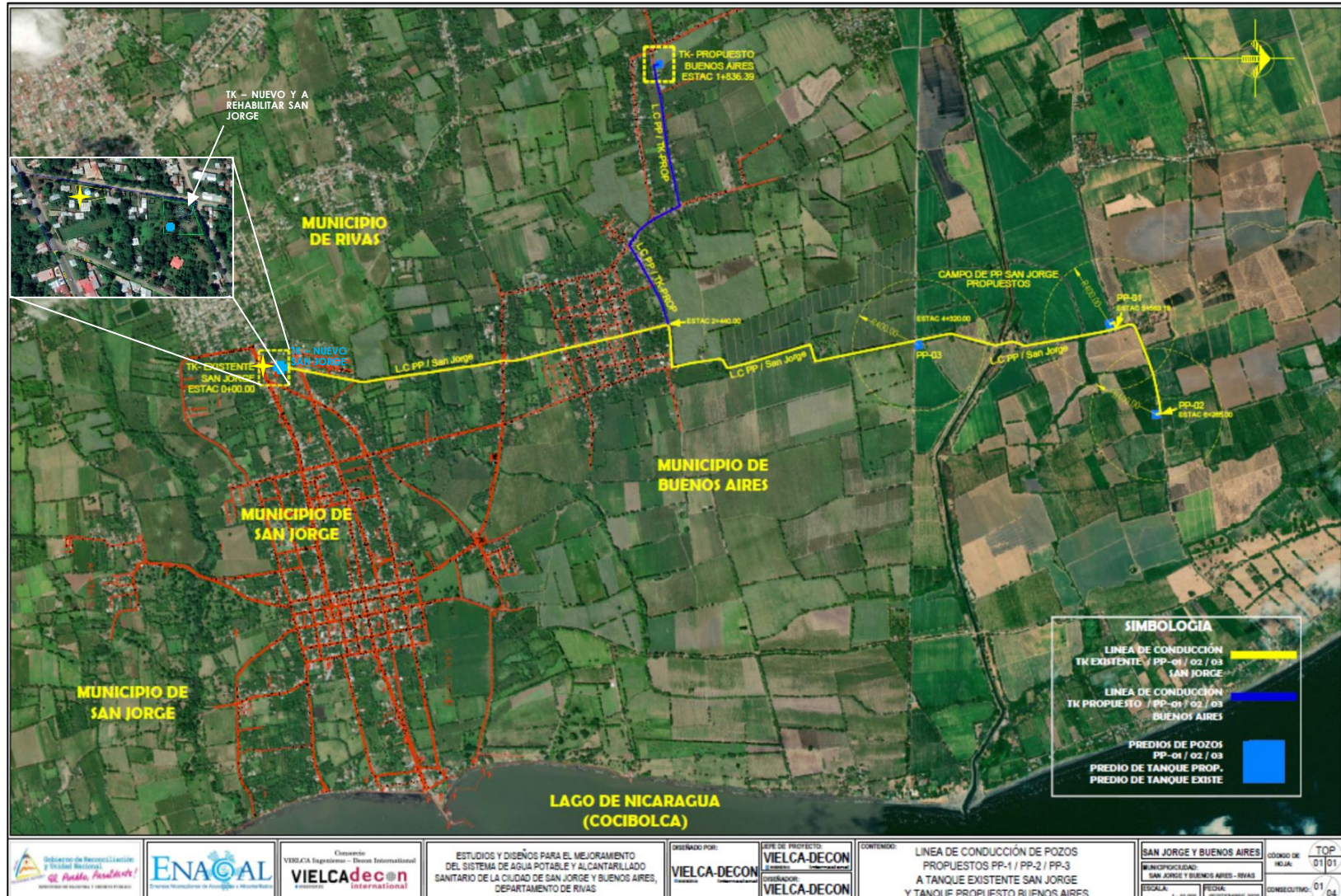


Figura 1: Ubicación de los Componentes del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable en las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Tal y como se verá en la descripción del documento, el agua de los pozos se impulsará y conducirá hasta los tanques de almacenamiento y redes de distribución debidamente ampliados y/o reforzados.

Las obras previstas en esta son, en resumen, las siguientes:

1. Construcción de tres (3) pozos perforados con caudales esperados de 500 gpm (31.54l/s), profundidad de 56 m y diámetro de 18".
2. Construcción de tres (3) estaciones de bombeo, dotadas con equipos de bomba y motor de 75 HP cada una, más el equipamiento de controles eléctricos y estructuras hidráulicas para monitoreo y control de la operación de cada pozo.
3. Construcción de líneas de impulsión con una longitud aproximada de 8.17 km de tuberías de HFD, en diámetros de 200 mm, 250 mm y 300 mm:
4. Instalación de tres (3) Estaciones de cloración para desinfección del agua, mediante aplicación de cloro gas con dosificación al vacío.
5. Construcción de dos (2) tanques de almacenamiento de acero: Uno (1) tanque sobre torre de 10 m con capacidad de 564.52 m³ y, Uno (1) tanque sobre torre de 7.75 m y 644.26 m³ de capacidad.

Además, se contempla la rehabilitación de un tanque existente de acero sobre torre de capacidad 378.5 m³, el cual estará instalado en el terreno del nuevo tanque de almacenamiento para San Jorge.

6. Instalación en las redes de distribución de ambas ciudades, un total de 37.8 km de tuberías de PVC en diámetros de 50 mm a 250 mm. Incluye la estación de 89 hidrantes.
7. Instalación de 648 conexiones domiciliarias

El costo total de construcción de las obras del proyecto, asciende a la suma de US\$ 8,544,051.92, a ser ejecutado en una sola etapa de inversión.

Desde el punto de vista ambiental, considerando que el proyecto contempla la utilización y mejora de la batería de pozos existentes, los impactos ambientales serán moderados, únicamente se contemplan afectaciones y molestias en la ejecución de la construcción de las Redes de Distribución, esto debido a que las características propias de esta actividad, incluye la apertura de zanjas en todas las vías y calles de las ciudades para dar una cobertura del 100%, y esto, aunque se trabaja por secciones o tramos, no deja de generar impactos en cuando a la facilidad de tránsito o interrupción de tránsito en algunas calles. Este mismo efecto se da en las casas que se encuentran en los tramos de calles donde se están colocando líneas de AP, puesto que la apertura de zanjas, puede generar afectaciones en el libre tránsito de los peatones, además de generar, por efectos del viento, polvo en la zona que a su vez provocara descontentos a la

población mientras se estén ejecutando las obras. Es importante resaltar que estén la característica de este tipo de impactos en la construcción de las líneas de distribución, es que se va moviendo de acuerdo al mismo plan de trabajo que se tiene dentro de la ejecución de las obras, por lo tanto, la mitigación de los impactos puede ser controlada o administrada de acuerdo también a una programación y previsión de afectaciones, donde las medidas principales a ejecutar son el control vial, en coordinación con la policía local, identificación de áreas para la colocación de material de corte y escombros por la apertura de calles, coordinación con la alcaldía local para la reparación de calles, identificación de terrenos o puntos de poca afluencia vehicular para la colocación de maquinaria en los horarios fuera de trabajo, vallado y rotulación de áreas, entre otras .

En el presente documento de Perfil Ambiental, se pretende brindar una visualización de los componentes que conforman el proyecto de Agua Potable para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires y las implicaciones ambientales que tiene el desarrollo, operación y mantenimiento del mismo.

1 CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El área de influencia del Proyecto está referida a las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, ambas pertenecientes a los municipios de su mismo nombre, en el departamento de Rivas. Los rasgos más relevantes de los municipios y ciudades en mención, se describen sucintamente en el desarrollo de los siguientes apartados.

1.1 Nombre del proyecto

Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de San Jorge y Buenos Aires

1.2 Localización del proyecto

La ciudad de San Jorge, es la cabecera del municipio de su mismo nombre, se localiza en las coordenadas 11° 27´ Latitud Norte y 85°48´ Longitud Oeste, a unos 115 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Buenos Aires, al Sur y al Oeste con el municipio de Rivas y al Este con el Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua.

Por su parte, Buenos Aires, se localiza en las coordenadas 11° 28´ Latitud Norte y 85°49´ Longitud Oeste, a unos 114 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Nandaimé, al Sur con el municipio de San Jorge y la Ciudad de Rivas, al este con el Lago de Nicaragua y al Oeste con el municipio de Potosí.

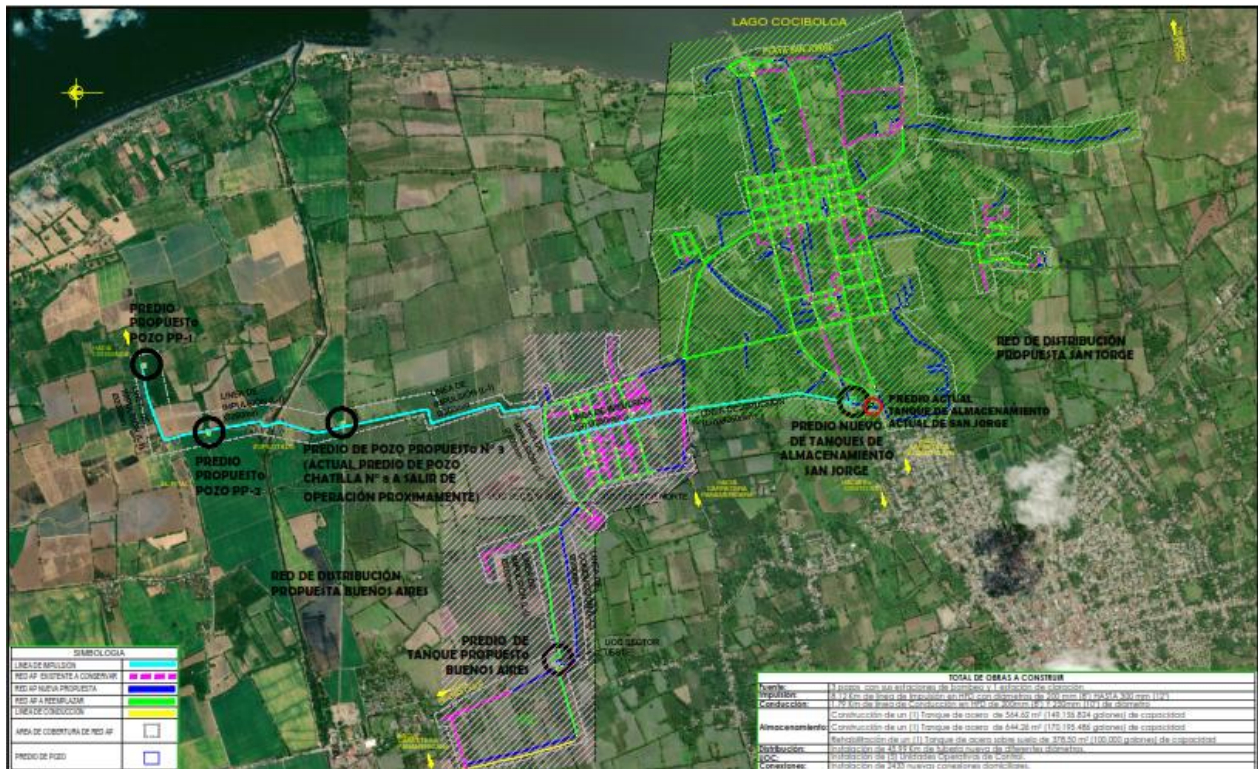


Ilustración 1: Esquema de la configuración Pozo + Tanque + Red para ambas ciudades en el proyecto de ampliación.

Como se puede observar en las figuras a continuación, las áreas de ocupación para ambas ciudades se encuentran colindantes entre sí, por lo que es muy factible, dentro del abordaje técnico de ambas ciudades, el poder concebir alternativas que sean mancomunadas.

A manera de Microlocalización, el proyecto se encuentra ubicado en las áreas directamente pobladas, urbanas y periurbanas, de ambas ciudades, incluyendo el área ocupada de Apataco. Son en estas áreas donde se encuentra ubicadas las redes de agua potable a ampliarse para brindar una cobertura y conectividad del 100% a la fecha de arranque del proyecto, el cual tiene como fecha de inicio el 2022, y teniendo como año meta en la primera fase el 2022, siendo contempladas las redes para dar abastecimiento a toda esa población, incluyendo áreas de crecimiento. En la ilustración anterior y siguiente, se logra observar de forma esquemática la Microlocalización del proyecto y sus componentes, siendo la siguiente:

- Se tiene contemplada la construcción de 3 pozos nuevos, ubicados en la zona norte de la comunidad conocida como Chatilla (ver círculos marcados en amarillo en la ilustración a continuación), las coordenadas de ubicación para estos son:

Tabla 1: Ubicación Pozos

PP N°	Coordenadas UTM 16N		Elevación (msnm)
	Este	Norte	
1	629120	1271047	45.20
2	629621	1271528	43.52
3	629200	1270062	41.62

- Se tendrá una Línea de Impulsión Regional que conducirá un caudal ($6,813.6 \text{ m}^3/\text{d} = 78.86 \text{ l/s}$) desde los pozos a construirse en Chatilla, hasta los sitios de tanques de almacenamiento de San Jorge, justo a la entrada sobre la Ctra. Rivas – San Jorge y Buenos Aires, en la zona de El Cocal, dicha línea tendrá 8.17 Km de longitud. En la ilustración siguiente se presenta la línea de impulsión marcada en amarillo, desde el punto de cada pozo, pasando por la ciudad de Buenos Aires, donde se deriva, marcada en azul, la línea de impulsión que alimentará el tanque de almacenamiento para dicha ciudad, continuando la línea principal hasta San Jorge, en el sitio de ubicación del tanque de almacenamiento nuevo, donde también se instalará el tanque de almacenamiento a rehabilitar.
- Para el caso de los tanques de almacenamiento, estos se encuentran, en el caso del Tanque de Almacenamiento para la ciudad de Buenos Aires, en la zona de El Cocal. La demanda de almacenamiento del acueducto de Buenos Aires para el año 2042 resultó de 564.52 m^3 (149,132 galones), por lo tanto, se propone la construcción de un tanque de 564.52 m^3 (149,132 galones) de capacidad, elevado sobre torre de 15.0 m.

El tanque de almacenamiento para la ciudad de San Jorge, se encuentra a la entrada de la ciudad, a 50 m Norte de la ctra. principal Rivas – San Jorge, pasando el Barrio conocido como Cristo Rey que colinda con el área límite de San Jorge. la demanda de almacenamiento al año 2042 ($1,022.81 \text{ m}^3 = 270,197$ galones) versus la capacidad existente ($529.95 \text{ m}^3 = 140,000$ galones), se identifica

un déficit de 492.86 m³ (130,199.83 galones). En la tabla que se muestra a continuación se presentan las coordenadas de ubicación para los tanques de almacenamiento.

Tabla 2: Ubicación Tanques de Almacenamiento de Agua Potable.

Tanque°	Coordenadas UTM 16N	
	Este	Norte
Tanque Nuevo Buenos Aires	627447.23	1268486.19
Tanque Nuevo y a Rehabilitar San Jorge	629337.85	1266181.18

- Finalmente las áreas de la red, a como se menciona en el documento, corresponde a las áreas urbanas y periurbanas ocupadas actualmente.



Figura 2: Ubicación de los tanque de almacenamiento existente y nuevo para la ciudad de San Jorge.

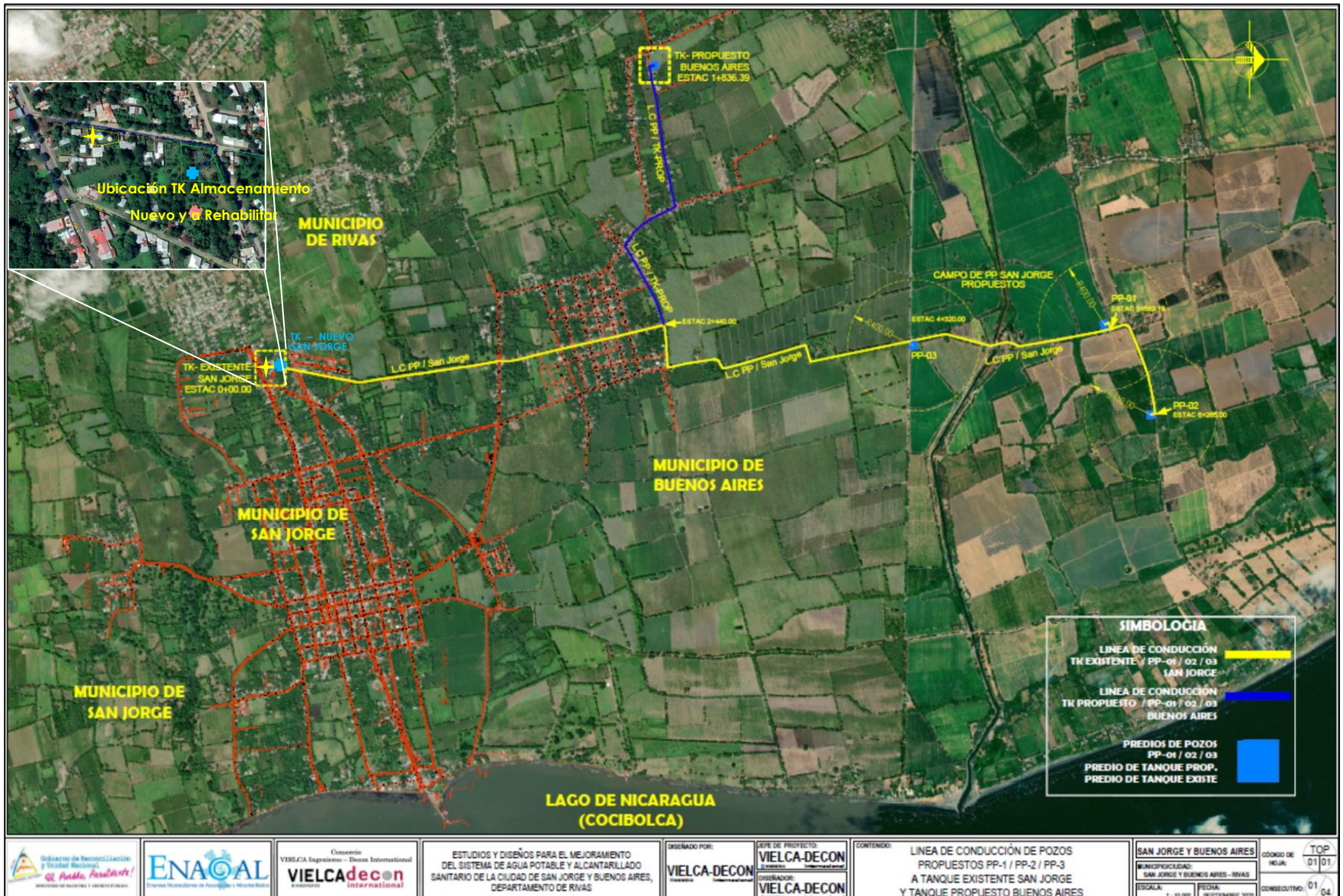


Figura 3: Microlocalización de los Componentes del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable en las Ciudades de San

Jorge y Buenos Aires

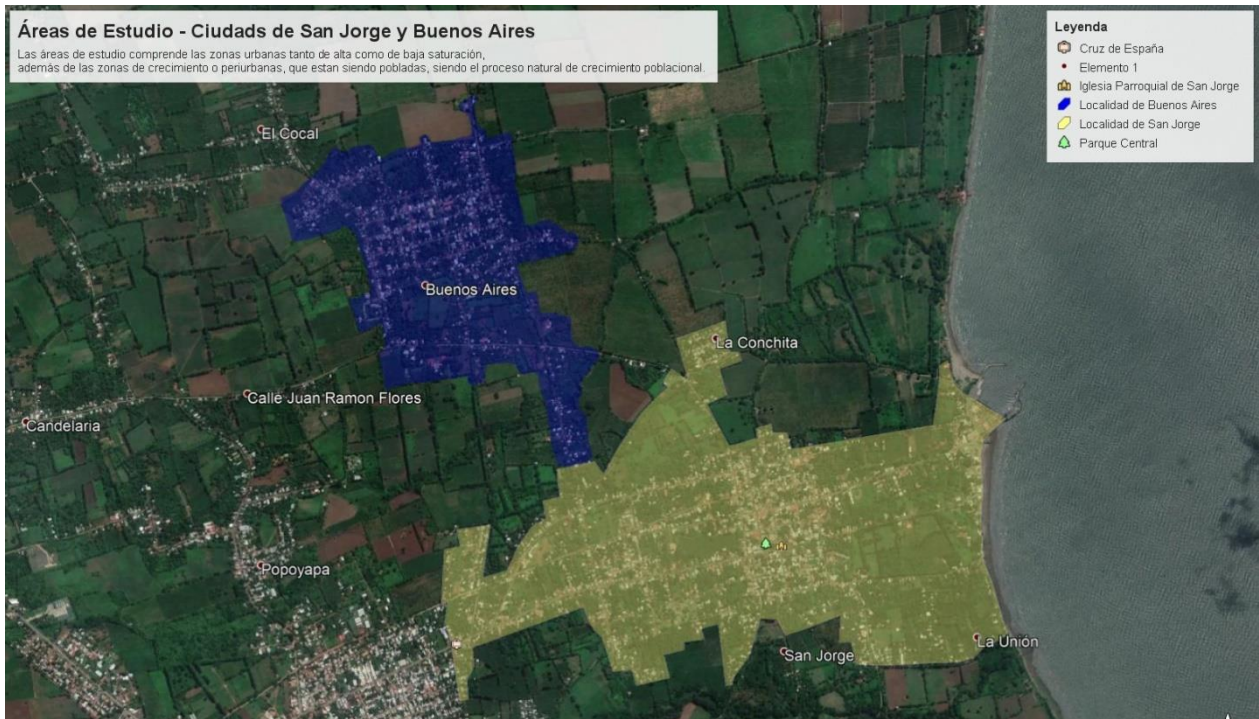


Figura 4: Microlocalización de las áreas donde se encuentra desarrollándose el proyecto – Ciudades de San Jorge y Buenos Aires

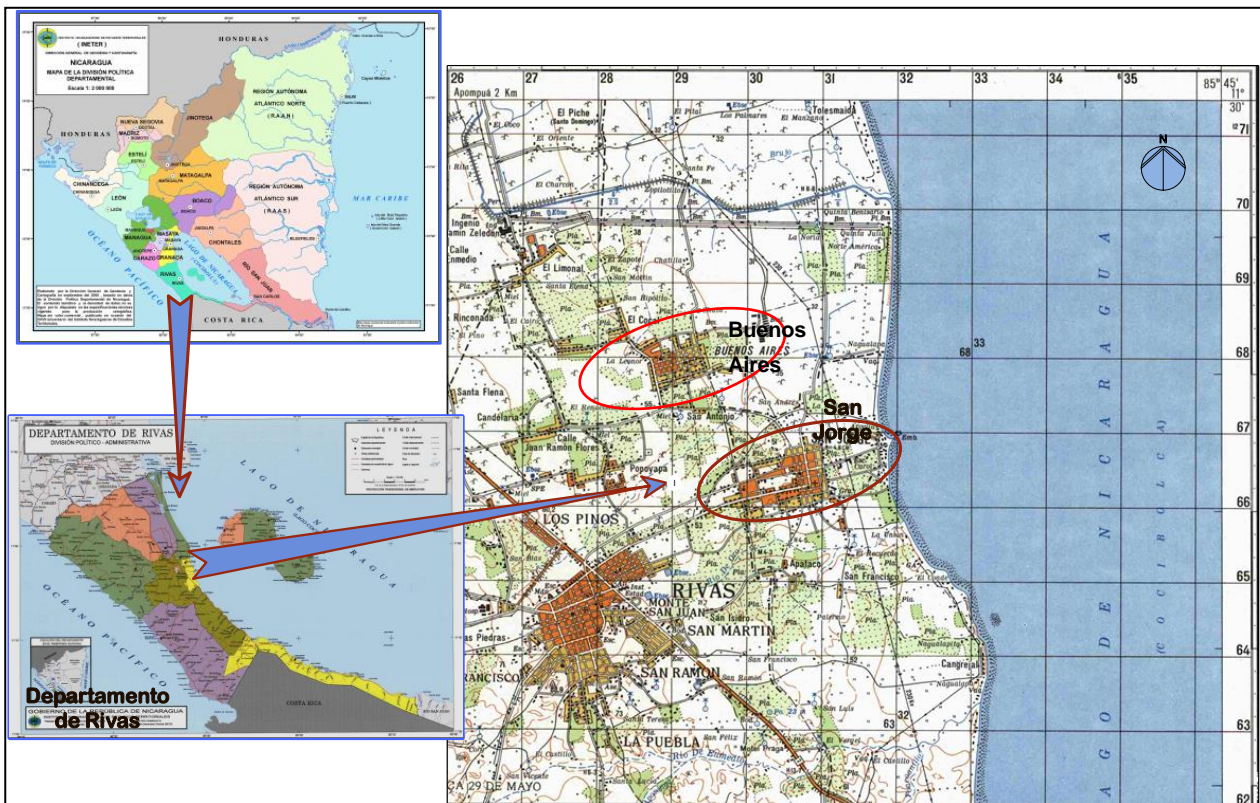


Figura 5: Macro y micro localización de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

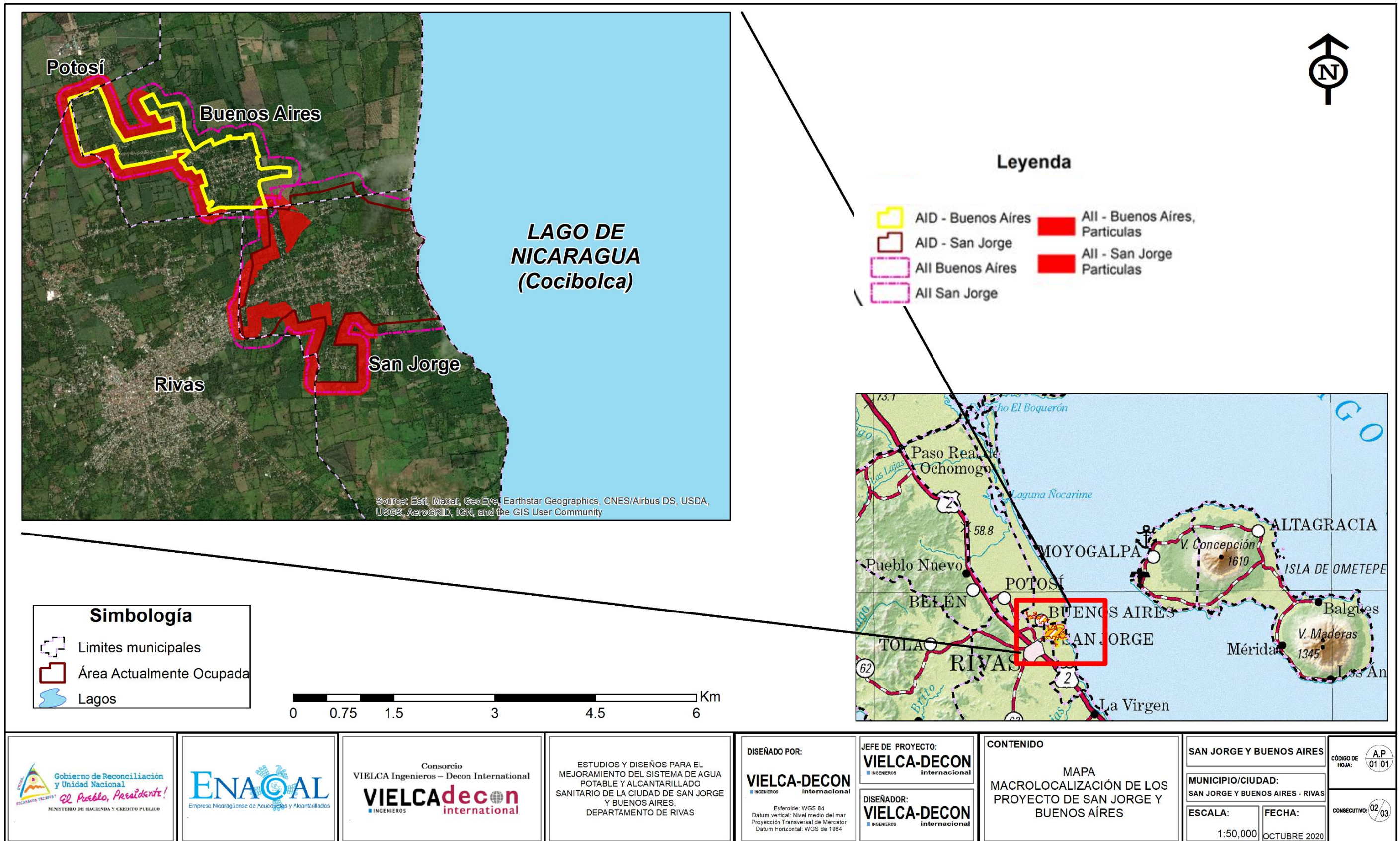


Figura 6: Macrolocalización de los Proyectos San Jorge y Buenos Aires - Área de Influencia

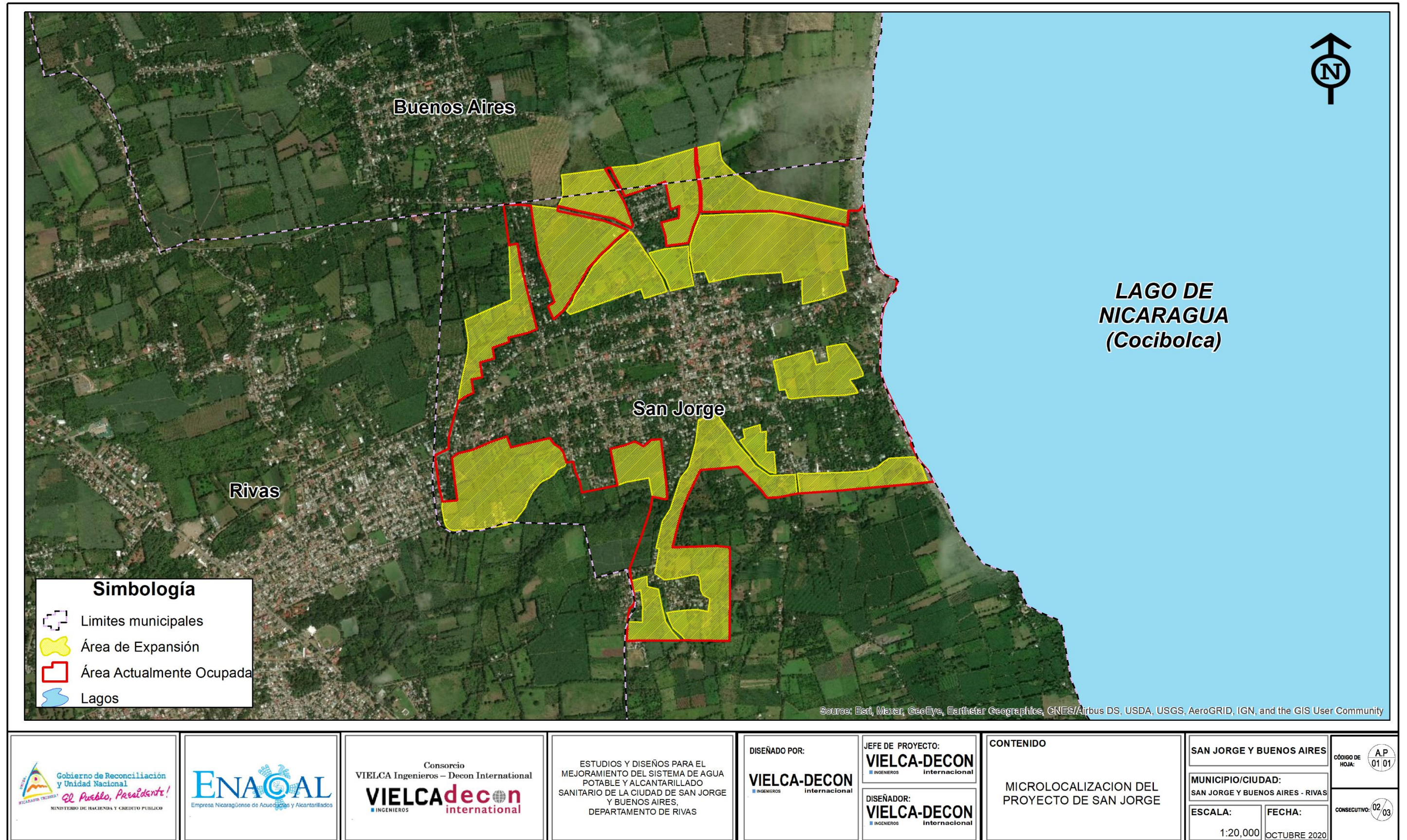
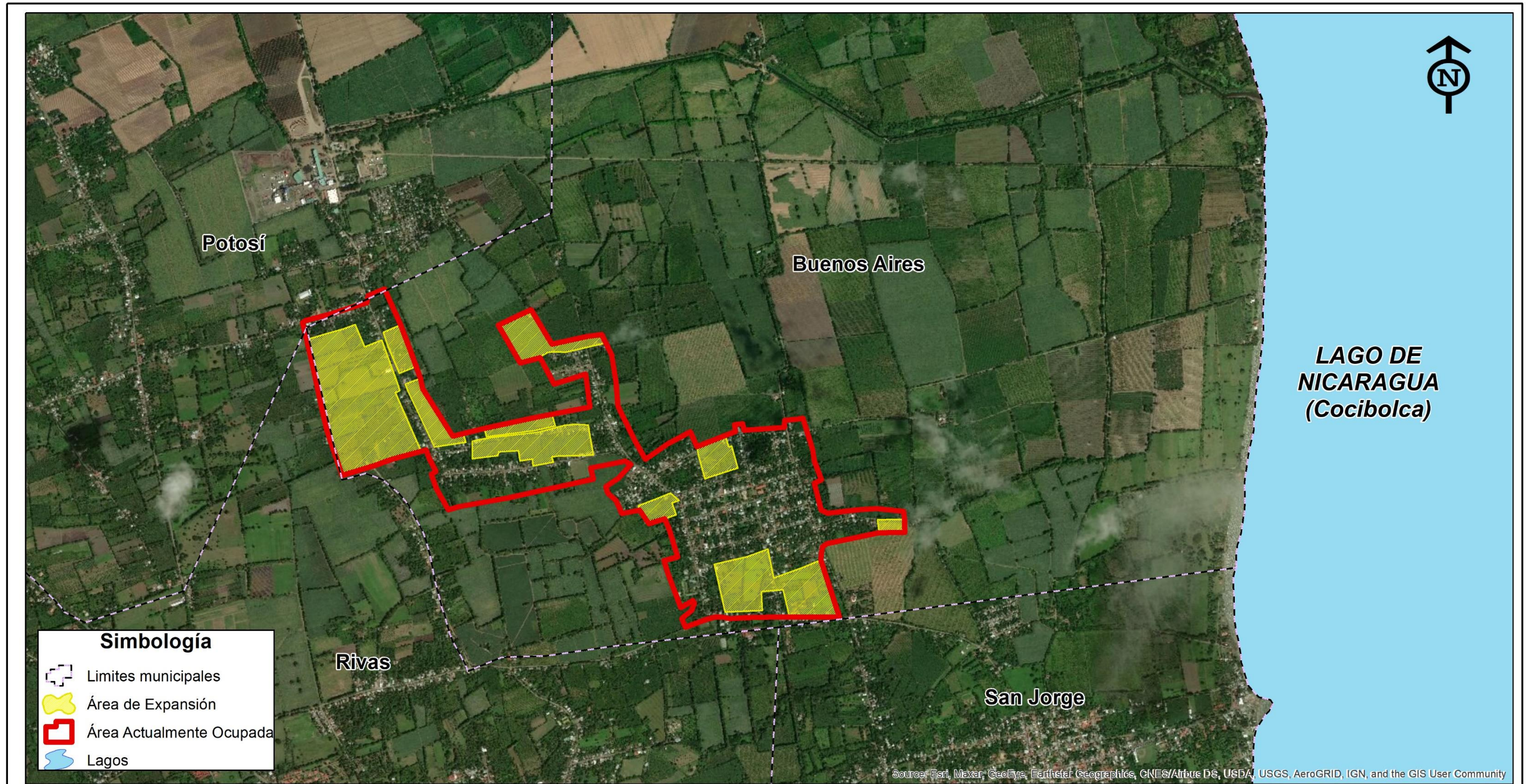


Figura 7: Microlocalización del área de influencia para la ciudad de San Jorge, donde se ejecutará el proyecto de Ampliación y Mejora del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable



Simbología

- Limites municipales
- Área de Expansión
- Área Actualmente Ocupada
- Lagos

Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

		<p>Consortio VIELCA Ingenieros – Decon International VIELCAdecon INGENIEROS internacional</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES, DEPARTAMENTO DE RIVAS</p>	<p>DISEÑADO POR: VIELCA-DECON INGENIEROS internacional</p>	<p>JEFE DE PROYECTO: VIELCA-DECON INGENIEROS internacional</p> <p>DISEÑADOR: VIELCA-DECON INGENIEROS internacional</p>	<p>CONTENIDO</p> <p>MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO DE BUENOS AIRES</p>	<p>SAN JORGE Y BUENOS AIRES</p> <p>MUNICIPIO/CIUDAD: SAN JORGE Y BUENOS AIRES - RIVAS</p> <p>ESCALA: 1:20,000 FECHA: OCTUBRE 2020</p>	<p>CÓDIGO DE HOJA: A.P. 01 01</p> <p>CONSECUTIVO: 02 03</p>
--	--	--	--	---	--	---	---	---

Figura 8: Microlocalización del área de influencia para la ciudad de Buenos Aires, donde se ejecutará el proyecto de Ampliación y Mejora del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

1.2.1 Características urbanas

Ciudad de San Jorge

La ciudad de San Jorge, presenta un trazado urbano con características propias de la época de la colonia, caracterizado por manzanas y lotes dispuestos alrededor de un núcleo o centro principal, que aglutina edificaciones a partir de una plaza central, donde se ubican el templo parroquial y el parque central.

La trama urbana regular se concentra principalmente en la parte central, considerada la parte más antigua, presenta bloques de manzanas más o menos uniformes. En este sector se localizan los barrios Roberto Alvarado, parte de Arlen Siu, parte del Ramón López y parte del Julio Buitrago.

El resto de la trama urbana presenta manzanas irregulares, de diferente tamaño, los asentamientos que van hacia el Lago de Nicaragua presentan características lineales, no existe una clara definición de manzanas y se entremezclan predios con cultivos de musáceas, frutales y potreros.

El Río de Oro, que se encuentra a menos de 500 m del trazado originario, es el principal límite al desarrollo urbano hacia el Sur. También hacia el Este el crecimiento ha sido moderado, caracterizado por usos relacionados a las actividades portuarias y de servicios y solo parcialmente habitacionales. Además de la presencia del muelle, se pueden identificar otros patrones significativos propios del desarrollo del centro urbano.

Otro rasgo importante es la tendencia que se observa, a la fusión de San Jorge con los centros vecinos. Por el lado Norte, el crecimiento periférico se está acercando a los límites municipales; al Este, la construcción del barrio rivense de Nicaraocalli prácticamente ha determinado la fusión entre San Jorge y Buenos Aires. En dirección Sur, se observa que el crecimiento puede conectar el casco urbano con la comunidad de Apataco, desarrollándose en zonas amenazadas por el desborde del Río de Oro. El desarrollo actual del casco urbano se extiende unas 202 Ha. Ver Plano Urbanístico en Figura 2.

Administrativamente la ciudad está conformada por quince (15) barrios: San Antonio, Calle Mercedes No.1 y Calle Mercedes No. dos, Nicaraocalli, El Progreso, Cruz de España, Santa Carlota, Jorge Camargo, Ramón López, Jorge Cubillo, Julio Buitrago, El Lago, 19 de Julio, Roberto Alvarado y Arlen Siu.

El equipamiento de la ciudad es congruente con su magnitud poblacional. Cuenta con infraestructura y servicios diversos incluyendo, agua potable, energía eléctrica, telefonía convencional y celular, centros de salud, colegios de educación primaria y secundaria, servicio de recolección de desechos sólidos y otros. Ninguno de los barrios dispone del servicio de alcantarillado sanitario.

Las principales calles y avenidas del casco urbano y barrios periféricos, están revestidas de pavimento asfáltico o adoquín, ver imágenes 1 y 2.



Imagen 1: Calles Adoquinadas en Bo. San Antonio y Bo. Carlota



Imagen 2: Calles Asfaltadas en Bo. Julio Buitrago y Bo. Ramón López

Ciudad de Buenos Aires

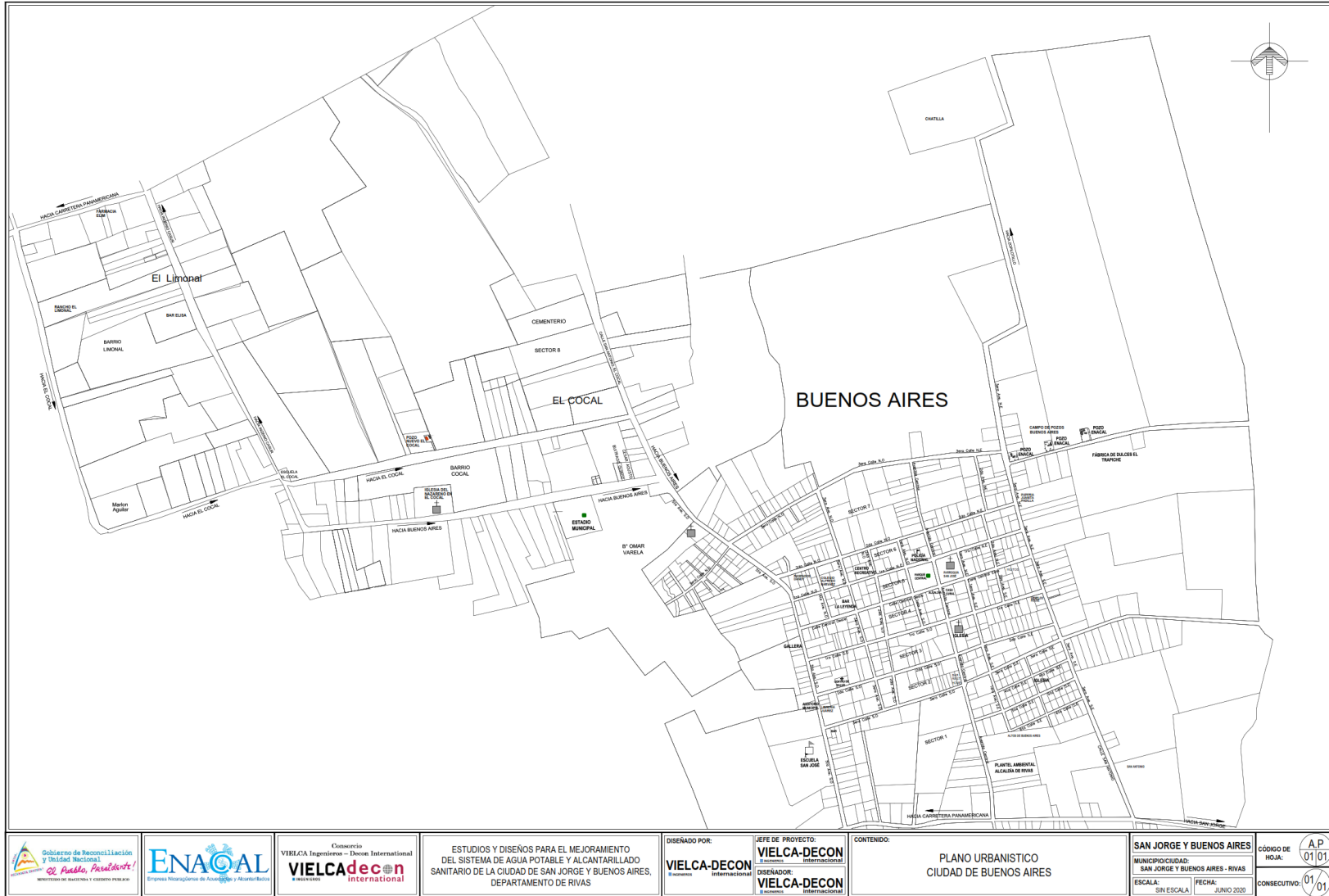
La ciudad de Buenos Aires presenta un casco urbano tradicional caracterizado por manzanas y lotes dispuestos alrededor de un núcleo o centro principal, que aglutina edificaciones a partir de una plaza central, donde se ubican el templo parroquial y el parque central. En esta zona se encuentran los barrios denominados Sector 1; Sector 2; Sector 3; Sector 4; Sector 5; Sector 6 y Sector 7.

El resto de la trama urbana, ubicada al Noroeste del área central y que comprende los barrios Omar Varela, Sector 8 y El Cocal, presenta manzanas irregulares de diferente tamaño y asentamientos a lo largo de caminos internos.

La infraestructura y servicios básicos con los que cuenta la ciudad incluye, agua potable, energía eléctrica, telefonía, centros de salud, escuelas públicas de primaria y secundaria, y servicio de recolección de desechos sólidos. Ninguno de los barrios dispone del servicio de alcantarillado sanitario.

Las principales calles y avenidas del casco urbano y barrios periféricos, están revestidas de pavimento asfáltico o adoquín. El equipamiento de la ciudad es congruente con su magnitud poblacional. Cuenta con infraestructura y servicios diversos. Ver Plano Urbanístico en Figura 3.

Figura 3: Plano Urbanístico Buenos Aires



ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES, DEPARTAMENTO DE RIVAS

DISEÑADO POR: VIELCA-DECON Internacional

JEFE DE PROYECTO: VIELCA-DECON Internacional
DISEÑADOR: VIELCA-DECON Internacional

CONTENIDO: PLANO URBANISTICO CIUDAD DE BUENOS AIRES

SAN JORGE Y BUENOS AIRES
MUNICIPIO/CIUDAD: SAN JORGE Y BUENOS AIRES - RIVAS
ESCALA: SIN ESCALA FECHA: JUNIO 2020

CÓDIGO DE HOJA: A.P. 01/01
CONSECUTIVO: 01/01

1.3 Contexto Socioeconómico

1.3.1 Población y Vivienda

Ciudad de San Jorge

El VIII Censo de Población y IV de Vivienda realizado por INIDE en 2005, reportan para la ciudad de San Jorge una población de 7,473 personas.

Por su parte, la Cartografía Digital y Censo de Edificaciones realizado por el Banco Central de Nicaragua (BCN), contabilizó para el año 2016, un total de 2,162 viviendas y una población de 7,933 personas, para un índice de ocupación de 3.67 habitantes/vivienda.

Asimismo, el conteo de viviendas y el censo de población realizado por Vielca/Decon en el marco del presente estudio, indican que, en la actualidad en esta ciudad habitan 8,080 personas en 1,828 viviendas contabilizadas, con un índice promedio de 4.42 habitantes/vivienda.

Esta población se distribuye en 15 barrios localizados en el casco urbano tradicional, en el área periurbana y la comunidad de Apataco.

Ciudad de Buenos Aires

Asimismo, el referido censo INIDE del 2005, reporta para Buenos Aires, una población de 3,386 personas. A su vez, la Cartografía Digital y Censo de Edificaciones del BCN, contabilizó para el año 2016, un total de 907 viviendas y una población de 3,292 personas, con un índice de 3.6 habitantes/vivienda.

Por su parte, el catastro de viviendas realizado por Vielca/Decon indica que, en la actualidad en la ciudad habitan 4,057 personas en 941 viviendas, con un índice promedio de 4.31 habitantes/vivienda.

Esta población se asienta en 10 barrios del casco urbano tradicional y en el área periurbana.

1.3.2 Perfil Económico

Ciudad de San Jorge

Según el Mapa de Pobreza Extrema Municipal elaborado por el Método de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), el INIDE reporta al año 2005 la siguiente situación en la Incidencia de la Pobreza por Hogar, que clasifica a San Jorge como un municipio de pobreza baja:

- Pobreza Severa: 45.71 %

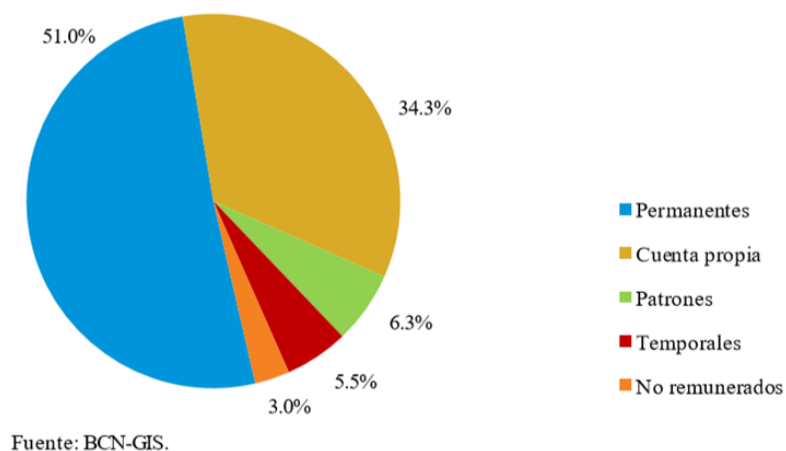
- Pobreza Alta: 22.28 %
- Pobreza Media: 15.46 %
- Pobreza Baja: 16.54 %

Aunque en los últimos años se ha destacado el cultivo de musáceas, cítricos, frutales y la ganadería, en general, la base económica del municipio se sustenta en el comercio y servicios, con la presencia de pulperías, abarroterías, farmacias, bares, restaurantes, destace, pesca artesanal, etc.

En el sector secundario, el transporte es de relevancia principalmente por la actividad del Puerto de San Jorge y la afluencia turística, que incide en la economía local por el uso de buses interurbanos, expresos, taxis y otros.

Según el Banco Central de Nicaragua, las cinco actividades económicas que concentran el mayor número de establecimientos y que representan el 51.7 por ciento de los establecimientos de la ciudad, son las ventas al por menor de alimentos, bebidas o tabaco; actividades de restaurantes y de servicio móvil de comidas; venta al por menor de alimentos en comercios especializados; venta al por menor de bebidas en comercios especializados y suministro de vapor y de aire acondicionado (elaboración de hielo). En 616 establecimientos laboran 1232 trabajadores.

En términos generales, la mayoría del empleo que se genera en la ciudad de San Jorge es permanente (51.0%), seguido por los trabajadores por cuenta propia (34.3%), los patrones (6.3%), los trabajadores registrados como temporales (5.5%) y los no remunerados (3.0%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios. Ver Gráfico 2.



Gráfica 1: Trabajadores según condición laboral (Participación porcentual)

Por su posición topográfica y cercanía a la Isla de Ometepe, a la ciudad de Rivas y a la zona fronteriza de Peñas Blancas y Costa Rica, San Jorge presenta un alto potencial de desarrollo, principalmente con el fomento del, turismo nacional e internacional.

Ciudad de Buenos Aires

Según el Mapa de Pobreza Extrema Municipal, el INIDE reporta al año 2005 la siguiente situación en la Incidencia de la Pobreza por Hogar, que clasifica a Buenos Aires como un municipio de pobreza media:

- Pobreza Severa: 51.4 %
- Pobreza Alta: 15.2 %
- Pobreza Media: 14.8 %
- Pobreza Baja: 18.6%

La actividad económica del municipio se fundamenta en la producción agropecuaria y en menor grado la pesca artesanal.

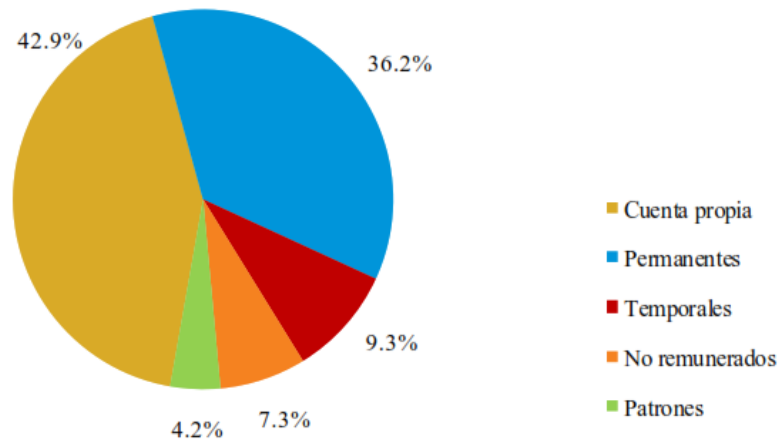
La producción de musáceas (plátano enano y gigante), es considerado un rubro de gran importancia comercial a nivel local y para la exportación. La siembra de caña de azúcar es el segundo rubro cuya producción es absorbida en su mayor parte por el Ingenio Benjamín Zeledón. También se cultiva de sandía y papaya para consumo nacional. El cultivo de granos básicos (maíz, frijoles y arroz (secano/ riego) se da en menor escala y se utiliza para el autoconsumo

La actividad Pecuario es de doble propósito (carne y Leche) y es comercializada en los mercados vecinos. La pesca artesanal, practicada en el lago de Nicaragua, en la bahía del Menco y la laguna de Ñocarime.

El sector secundario, está representado por artesanía que se colocan en ferias montadas en diferentes partes del país y en el taller ubicado en el área urbana de Buenos Aires.

Según el Banco Central, la actividad que genera mayor empleo es la venta al por menor en comercios no especializados con predominio de la venta de alimentos, bebidas o tabaco, con 57 trabajadores, seguida por la actividad de enseñanza preescolar y primaria, la actividad de médicos y odontólogos, las actividades de la administración pública en general y la actividad de restaurantes y de servicio móvil de comidas.

En términos generales la mayoría del empleo que se genera en la ciudad es por cuenta propia (42.9%), seguido por los trabajadores permanentes (36.2%), los temporales (9.3%), los trabajadores no remunerados (7.3%) y los patrones (4.2%). Los trabajadores no remunerados normalmente son mano de obra familiar que ayuda en las actividades económicas sin devengar salarios. Ver Gráfica 3. Trabajadores según condición laboral y género.



Fuente: BCN-GIS.

Gráfica 2: Trabajadores según condición laboral (Participación porcentual)

Por su posición topográfica y cercanía a la Isla de Ometepe, a la ciudad de Rivas y a la zona fronteriza de Peñas Blancas, Buenos Aires presenta un alto potencial de desarrollo turístico, por su belleza natural y patrimonial, con costas para turismo de sol y playa en los balnearios de: Nahualapa, El Riego, Tolesmayda, Panzaco, El Menco17 y la Bocana.

La belleza paisajística que ofrecen estos lugares no tiene comparación, ya que desde cualquier lugar de sus costas se puede observar el imponente volcán Concepción y Madera, ubicado en la isla de Ometepe y las playas de El Menco, las islas Tinajita, Tinaja y Tinajón, islas vírgenes con un gran potencial de turismo sostenible (sol y playa, Aventura y Ecoturismo).

1.3.3 Servicios Básicos y Municipales

Ciudad de San Jorge

Educación: A nivel municipal se cuenta con ocho (8) centros educativos. En cuatro (4) de ellos, ubicados en el área urbana, se imparte la educación desde el nivel de preescolar, primaria, secundaria y educación técnica.



Imagen 3: Instituto Público José Dolores Rivera

Salud: El Ministerio de Salud (MINSa) atiende las necesidades de salud de la población a través del Centro de Salud Daniela Muñoz, ubicado en el Barrio Julio Buitrago. Actualmente se construye un nuevo centro de salud que mejorará la atención a los pacientes.



Imagen 4: Centro de Salud Daniela Muñoz

El Centro de Salud cuenta con el personal administrativo necesario y un personal médico integrado por un (1) Médico en Servicio Social; un (1) Odontólogo; un (1) Laboratorista Clínico; tres (3) Encargados de fumigación a Vectores; un (1) Responsable de insumos médicos; cuatro (4) Enfermeras especialistas y un (1) Auxiliar de Enfermería; tres (3) Encargados de fumigación a Vectores y personal de apoyo: un (1) conductor; un (1) Conserje y un (1) agente de seguridad.

Además, se presta atención en salud a través de los denominados “Espacios de Salud Familiar y Comunitario (ESAFc No. 1; 2 y 3)”, que disponen de los medios indispensables para la atención a la población. Cuentan con médicos generales; enfermeras y auxiliares de salud, despachadores de farmacia, personal de limpieza y seguridad.

Energía eléctrica: El suministro de la energía eléctrica es garantizado por generación eólica, a través de la Planta Generadora Camilo Ortega, que tiene instalada ocho (8), Aerogeneradores, y Blue Power, que tiene instalados siete (7), Aerogeneradores.

Telecomunicaciones: ENITEL administra el servicio de telefonía convencional y celular, a través de la central digital de la ciudad de Rivas con capacidad de 10,000 abonados después de ampliación realizada para dar respuesta a la demanda del servicio.

Agua potable y alcantarillado Sanitario: El abastecimiento de agua potable a la zona urbana es provisto por ENACAL- Rivas, con un total de 1,583 conexiones domiciliarias activas con una cobertura de aproximadamente el 86.83 % de la población actual. La comunidad de Apataco, incorporada en el Área del Proyecto, es abastecida por un acueducto rural administrado por un Comité de Agua Potable (CAP).

La ciudad de San Jorge no dispone de un sistema de alcantarillado sanitario, optando la población por la utilización de otras formas de disposición de las excretas y aguas grises.

Drenaje Pluvial: La ciudad no dispone de un sistema de drenaje pluvial como tal, por lo que las aguas pluviales drenan a través de cauces naturales, ríos de corriente permanente o intermitente y/o quebradas que desembocan en el Lago Cocibolca. El drenaje en el área urbana se realiza de manera superficial, a través de las cunetas y obras de drenaje existentes en tramos de la Calle Carrilera, conduciendo el agua hacia el Río de Oro y el Lago de Nicaragua o Cocibolca.

Infraestructura Turística y recreacional: San Jorge cuenta con una infraestructura básica de apoyo a las actividades turísticas y recreacionales, destacándose el Malecón a la orilla del Lago Cocibolca y atractivos culturales como la Iglesia la Merced, la Parroquia de San Jorge, La Casa más Antigua del Pueblo y la Cruz de España, que constituyen referentes históricos de relevancia para la ciudad, ver imagen 7.



Vistas del Lago Cocibolca en San Jorge



Imagen 5: Infraestructura Turística Recreacional

Cultura y Deportes: La ciudad dispone de una biblioteca municipal que brinda atención principalmente a la población escolar del municipio. Sus instalaciones funcionan dentro de la Alcaldía Municipal.

Se cuenta con un estadio de baseball, un campo deportivo y 4 canchas deportivas.

Servicios de Transporte: San Jorge dispone de diversos medios y servicios de transporte que facilitan la movilización de los pobladores dentro de la ciudad y sus alrededores,

más su desplazamiento a las ciudades de Rivas, Managua, etc. Existen ocho (8) lanchas o ferry, que sirven de embarcaciones hacia la Isla de Ometepe, realizando los zarpes que sean necesarios para movilizar a la población local y turistas nacionales o extranjeros, que se desplazan al destino mencionado.



Imagen 6: Terminal Portuaria

Por otra parte, la alcaldía municipal presta diferentes servicios a la población, entre estos, la recolección de los desechos sólidos, mercado, cementerio y otros.

Desechos sólidos: La recolección y disposición final de los desechos sólidos es un servicio brindado y administrado por la municipalidad. La recolección se realiza tres veces por semana y, en los sectores periféricos de difícil acceso, la recolección se hace una vez por semana.

La cobertura del servicio es de aproximadamente el 30.0% de las viviendas del área urbana. Se cobra una tarifa diferenciada, según si el inmueble es utilizado como vivienda domiciliar, pulperías, restaurante u hoteles.

Los desechos son recolectados en un camión volquete de 5 m³ de capacidad. Labora de lunes a viernes en dos turnos, realizando un total de 4 viajes diarios y los sábados en un solo turno. El personal está compuesto por un chofer y 4 operarios de limpieza.

Los desechos recolectados son trasladados hasta el Vertedero Municipal ubicado a 1.5 km del casco urbano, en la comunidad El Cangrejal, sobre el camino que conduce a Nahualapita las coordenadas UTM del sitio son 631782E, 1264937N. El vertedero en esencia es un botadero a cielo abierto, sin ningún tipo de acondicionamiento y el tratamiento de los residuos sólidos se limita a su cobertura periódica con capas de tierra que realiza un tractor contratado para tales fines. Dispone de un área de 15,800 m² y se considera estar bien ubicado.



Imagen 7: Vertedero Municipal

Cementerio: A nivel municipal se cuenta con un solo cementerio, localizado en el área urbana. Cuenta con un responsable que se encarga del cuidado y mantenimiento, además del ordenamiento cuando se van a realizar nuevas construcciones. Está compuesto por 10 capillas, 400 bóvedas y 100 fosas de tierra. Para su mantenimiento, los arrendatarios pagan cuotas anuales variables, según se trate de capillas, bóvedas o fosas de tierra.



Imagen 8: Cementerio Municipal

Mercado Municipal: La ciudad de San Jorge cuenta con un nuevo mercado municipal que consta de catorce (14) módulos, una oficina administrativa y dos servicios higiénicos para ambos sexos, servicio de energía eléctrica, y agua potable.

Instituciones con presencia en la ciudad de San Jorge

Entre las instituciones gubernamentales que prestan servicio a la población de San Jorge, se encuentran

- Ministerio Educación (MINED)
- Ministerio de Salud (MINSAL)
- Empresa Portuaria Nicaragüense (EPN)
- Ministerio de la Familia (MIFAM)

- Fuerza Naval
- Poder Judicial (Juzgado Local)

Ciudad de Buenos Aires

Educación: El municipio cuenta con ocho (7) centros educativos. En la ciudad, está en el Centro Escolar San José donde se imparte la educación desde el nivel de preescolar hasta secundaria, en tanto que el Centro Escolar San Cayetano, solamente atiende preescolar y educación primaria.

Salud: El MINSA atiende las necesidades de salud de la población del municipio, a través del Centro de Salud Edwing Chamorro, ubicado en el sector 3 de la ciudad, que brinda los servicios de consulta general, laboratorio, farmacia, curaciones, cirugía menor, odontología, atención integral y control ETV.

Además del centro de salud, la red de servicio está conformada por dos (2) puestos de salud en el área rural, que son atendidos por médicos localizados en las comunidades donde están ubicados.

El personal de salud está constituido por un equipo de 25 personas, incluidos médicos, paramédicos, enfermeras, personal de apoyo y administrativo.

Energía eléctrica: El suministro de la energía eléctrica es prestado por DISNORTE-DISSUR, desde su sede en la ciudad de Rivas.

Telecomunicaciones: El servicio de telecomunicaciones es administrado por ENITEL. El área urbana cuenta con 39 cuñas telefónicas. El municipio, cuenta con tres (3) torres de telefonía celular, que dan señal para la comunicación de celulares.

Agua potable y alcantarillado Sanitario: El abastecimiento de agua a la zona urbana es provisto por ENACAL- Rivas, con un total de 651 conexiones domiciliarias con una cobertura de aproximadamente el 69 % de la población actual.

La ciudad de Buenos Aires no dispone de un sistema de alcantarillado sanitario, optando la población por la utilización de otras formas de disposición de excretas y aguas grises.

Drenaje Pluvial: La ciudad no dispone de un sistema de drenaje pluvial, por lo que las aguas pluviales drenan a través de las calles que desembocan en los cauces naturales, quebradas, ríos de corriente intermitente o permanente existentes, tales como: ríos Las Lajas, Gil González y Ochomogo

Servicios de Transporte: Buenos Aires cuenta con una buena articulación vial a nivel intermunicipal para su comunicación directa con Rivas, San Jorge y Potosí. A nivel interno, desde la cabecera municipal, se desprende una red de caminos vecinales que permite su comunicación con las diferentes comunidades rurales de su jurisdicción. La mayor parte de la población urbana se moviliza haciendo uso del servicio de taxis.

Desechos sólidos: La recolección de los desechos sólidos es un servicio brindado a ocho (8) sectores de la ciudad y a la comarca de Tolesmayda, con una periodicidad de una vez por semana (miércoles), con horarios de 6:00 am a 2:00 pm.

Para la prestación de este servicio la municipalidad dispone de seis (6) operarios, un (1) conductor, un (1) cobrador. Los residuos sólidos provenientes de los domicilios, pulperías, Parque y vías públicas (barrido de calle), Centro de Salud, CDI, escuelas, Casa Materna, y otros, es depositada en un camión de plataforma sencillo de 4 toneladas para su traslado al vertedero municipal de Rivas, que prestan este servicio de forma gratuita, mediante un acuerdo intermunicipal suscrito entre ambos municipios e incluye también al municipio de Potosí. El vertedero de la ciudad de Rivas, se localiza en la comunidad Las Piedras 3.0 Km al Oeste de la ciudad en las coordenadas UTM 625606.00 m E y 1263161.00 m N.

Los usuarios del servicio son 420 viviendas, quienes tienen una tarifa establecida de diez córdobas netos por semana. Según la oficina de Servicios Municipales, 2015. Los usuarios del servicio no tienen una cultura de pago establecida, porque tan solo aproximadamente el 60% de los mismos pagan el servicio que se les presta.

Cementerio: A nivel municipal se dispone de dos (2) cementerios administrados por la municipalidad, Uno de carácter urbano con un área de aproximadamente 2.2 mz, está localizado en el Sector 8, y el otro, con un área de 1.2 mz, está ubicado en la comarca de El Menco.

Mercado Municipal: La ciudad cuenta con el mercado municipal "L Cruz", ubicado en el Sector 6, donde se ofertan productos de abarrotería, frutas y verduras, artesanías, cuero y calzado entre otros. El local cuenta con energía eléctrica y agua potable.

Rastro Municipal: El municipio no cuenta con un rastro municipal. El destace de reses se realiza en un establecimiento autorizado por el MINSA y la alcaldía; el destace de cerdos se realiza de forma esporádica, ubicando tan solo a dos personas que realizan esta actividad quienes son monitoreados por el MINSA.

Instituciones con presencia en la ciudad de Buenos Aires

Entre las instituciones que prestan servicio a la población de Buenos Aires, se encuentran

- Alcaldía Municipal
- Ministerio Educación (MINED)
- Ministerio de Salud (MINSA)
- Empresa Portuaria Nicaragüense (EPN)
- Ministerio de la Familia (MIFAM)
- Poder Judicial (Juzgado Local)

1.4 Área del Proyecto y Perspectivas de Desarrollo

Ciudad de San Jorge

Los Términos de Referencia expresan que *“El área objeto de estudio en la que se deben prestar los servicios de consultoría coincide con el área de desarrollo de la ciudad de San Jorge” ... Agregando, luego, “Se observa que el área de servicio incluye el casco urbano central y estimación de las áreas nuevas a incorporar. Estas áreas nuevas de expansión deben incluir el casco urbano central que actualmente no tiene servicio y las áreas de crecimiento futuro a ser investigadas por el Consultor”.*

Al respecto, San Jorge dispone de un Plan de Desarrollo Municipal elaborado en 1999 y el Plan de Zonificación Urbana en Función de las Amenazas Naturales, 2008, que definen líneas estratégicas de desarrollo urbano que, en síntesis, consideran:

1. El crecimiento del casco urbano deberá ser orientado en forma tal que permita y favorezca el aprovechamiento turístico de las costas. También, será necesario incrementar la calidad urbana para atraer turistas y prolongar su estadía en San Jorge.
2. Desarrollar políticas coherentes de renovación urbana, resolviendo primeramente la problemática del drenaje y otros servicios a renovar. Será importante contar con una planificación que reoriente el desarrollo en las zonas más seguras, lejos de las áreas afectadas por el Río de Oro o la costa del Lago Cocibolca.
3. Dirigir de manera consecuente el crecimiento urbano, habitacional y de servicios, procurando el máximo aprovechamiento de sus ventajas territoriales, sin entrar en conflicto con las amenazas naturales presentes.
4. Tener en consideración que, por ubicarse San Jorge en un sistema urbano más complejo, que incluye la ciudad de Rivas y los centros urbanos de Belén, Buenos Aires, Potosí y otros centros menores (Apataco, Popoyuapa, los Pinos, o Las Piedras), se está formando una conurbación que une y relaciona las actividades y problemáticas de todos los centros poblados.

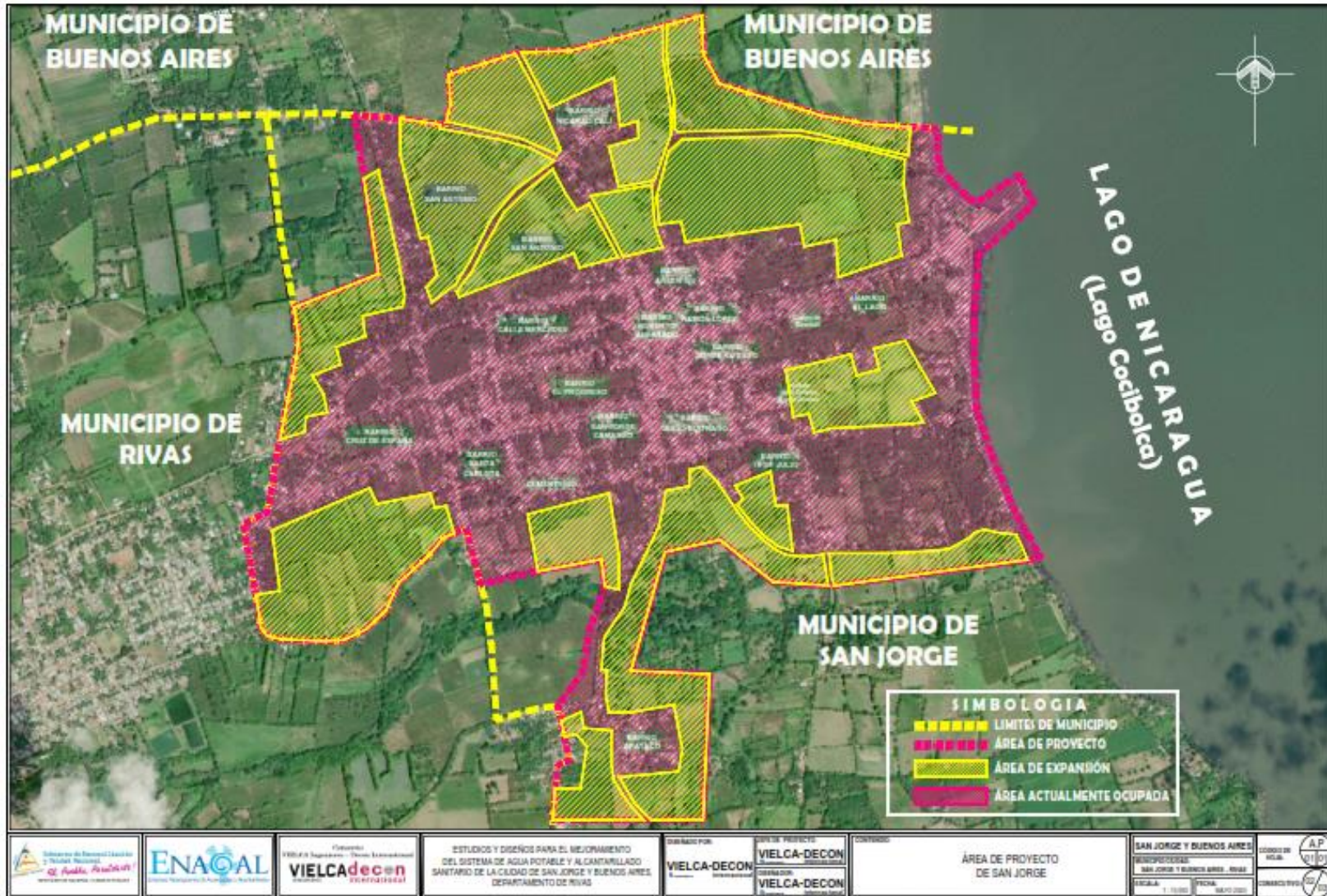
En el contexto de estos grandes lineamientos de planificación, las autoridades municipales de San Jorge, conjuntamente con el Equipo Técnico de Vielca/Decon y en consulta con ENACAL- Rivas sobre la cobertura actual y las expectativas de crecimiento futuro del servicio de agua potable, han trazado y definido los límites del desarrollo futuro de la ciudad, identificando las zonas de expansión en función del uso del suelo previsto, de las características topográficas de la ciudad y de los límites naturales que imponen el Río de Oro por el Sur y el Lago Cocibolca por el Este. En la imagen 12, se muestra el desarrollo de la actividad realizada para definir el área del Proyecto.



Imagen 9: Actividad realizada para definir el área del Proyecto

De esa manera, se alcanzó consenso en la definición del Área del Proyecto que define el límite de desarrollo propuesto, las áreas actualmente ocupadas y las áreas de futuro crecimiento de la trama urbana. En la Figura 8 se presenta el área de estudio en Ortofotomapa con una resolución submétrica, orto-rectificada, en un área de 100 km².

Figura 4: Delimitación del Área de Estudio San Jorge



Ciudad de Buenos Aires

La ciudad de Buenos Aires no dispone de un Plan Director Urbano, únicamente está disponible el Plan de Desarrollo Municipal, en el que se plantean algunas líneas estratégicas que orientan a que el crecimiento del casco urbano, deberá ser orientado de tal forma de permitir y favorecer el aprovechamiento turístico de las costas. También, agregan, será necesario incrementar la calidad urbana para atraer a los turistas y prolongar su breve estadía en Buenos AIREs.

En el contexto de estos lineamientos las autoridades municipales de Buenos Aires, conjuntamente con el Equipo Técnico de Vielca/Decon y en consulta con ENACAL-Rivas sobre la cobertura actual y las expectativas de crecimiento futuro del servicio de agua, trazaron, definido los límites del desarrollo de la ciudad, identificando las zonas de expansión en función del uso del suelo previsto, de las características topográficas de la ciudad y de los límites naturales existentes. En la imagen 13, se muestra el desarrollo de la actividad realizada para definir el área del Proyecto.

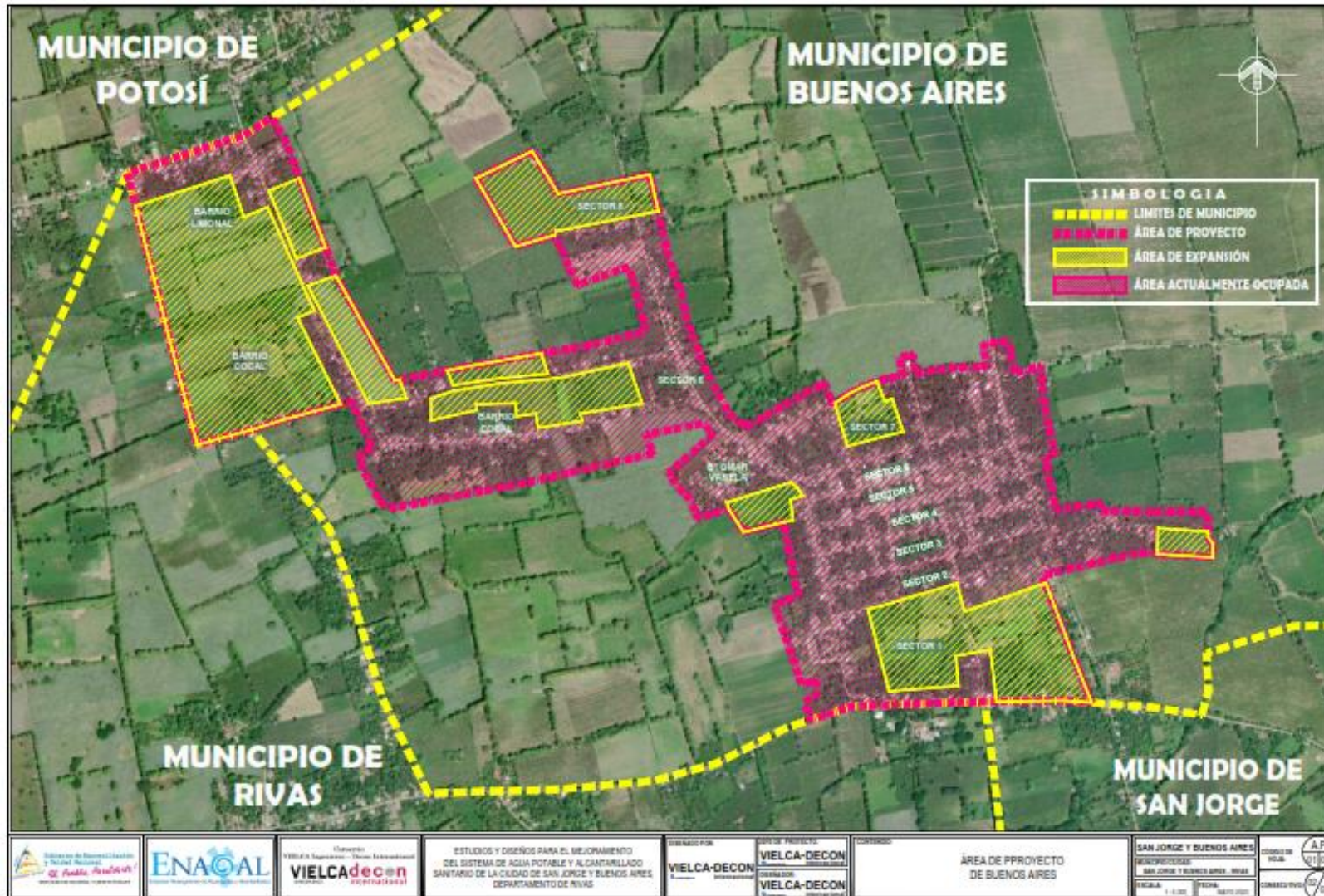


Imagen 10: Actividad realizada para definir el área del Proyecto

De esa manera se alcanzó consenso en la definición del Área del Proyecto, que define el límite de desarrollo propuesto, las áreas actualmente ocupadas y las áreas de futuro crecimiento de la trama urbana.

En la Figura 9, se presenta el área de estudio en Ortofotomapa con una resolución submétrica, orto-rectificada, en un área de 100 km².

Figura 5: Delimitación del Área de Estudio Buenos Aires



2 ANTECEDENTES SOBRE LA PROBLEMÁTICA Y ESTADO ACTUAL DEL SUMINISTRO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES

2.1 Servicio de Agua Potable en la Ciudad de San Jorge

2.1.1 Fuente de Abastecimiento

El acueducto de San Jorge, tiene como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas de los depósitos Cuaternarios y rocas Cretácicas de la Formación Rivas, cuya captación se realiza mediante dos (2) pozos perforados, localizados al Norte y Noreste de la ciudad, denominados: Pozo Casa de barro (147.4 GPM) y Pozo Nicaraocali (63.5 GPM).

Para complementar el abastecimiento del acueducto, existen dos acoples de la red de San Jorge con la Línea de Impulsión del Campo de Pozos de Chatilla (fuente del acueducto de Rivas), que en su trayectoria hacía la ciudad de Rivas, franquea la ciudad de San Jorge, en donde, se conecta en dos puntos de la red y la abastece durante seis (6) horas (5:00 AM a las 11:00 AM), día de por medio. ENACAL no cuenta con ningún sistema de medición de caudales y presiones en dichos acoplamientos, por lo tanto, no fue posible determinar el caudal que dichas conexiones le aportan a la red de San Jorge.

El horario de servicio teórico para la población atendida por el Acueducto de San Jorge, es de veinticuatro (24) horas por día, pero buena parte de la ciudad, recibe servicio únicamente cuando se activan los acoples con la línea de impulsión de Chatilla.

- Los Pozos Casa de barro y Nicaraocali, operan bajo un régimen de 24 horas diarias de bombeo.
- Los acoples (6" y 3" AC) con la línea de impulsión del campo de pozos de Chatilla (8" AC), se activan día de por medio y durante seis (6) horas, comprendidas de 5:00 AM a 11:00 AM, totalizando seis horas de servicio.

En la siguiente tabla, se muestra la producción diaria y mensual del Acueducto de San Jorge, registrada por ENACAL Rivas durante el año 2019.

Tabla 3: Producción registrada del Acueducto de San Jorge para el año 2019

PRODUCCION REGISTRADA DEL ACUEDUCTO DE SAN JORGE DURANTE EL AÑO 2019												
Producción	U. Medida	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Mensual	Mm³/mes	43.62	42.30	39.44	31.49	50.78	36.89	35.87	46.17	40.67	45.02	45.20
Diaria	m³/día	1,407.06	1,510.64	1,272.16	1,049.77	1,638.07	1,229.57	1,157.16	1,489.39	1,355.53	1,452.39	1,506.80

Ambos pozos en servicio, fueron construidos en el año 1993, siendo su edad de 27 años, que es superior a la vida útil de 25 años para este tipo de infraestructuras, según la NTON 09003-99, por lo cual, deberán sustituirse por nuevos pozos de mayor capacidad, que garanticen el abastecimiento de la población actual y futura de San Jorge.

2.1.2 Almacenamiento

El subsistema de almacenamiento está conformado por dos (2) tanques de acero sobre torre de 378.54 m³ (100,000 galones) uno y 151.41 m³ (40,000 galones) el otro, ambos tanques se encuentran en regular estado y pueden rehabilitarse para continuar utilizándose.

El acueducto fue concebido para operar bajo el esquema Fuente – Red – Tanque, de manera que los pozos bombean directamente contra la red de distribución y, el excedente de producción debía almacenarse en los tanques para atender las variaciones de la demanda durante el día, sin embargo, debido a la insuficiente producción de las fuentes, los tanques no reciben agua y permanecen vacíos todo el tiempo, por tanto, en la practica el esquema de operación actual es: Fuente – Red.

2.1.3 Red de distribución

La red de distribución está conformada por siete (7) circuitos principales que abastece los barrios del casco urbano, y tres (3) ramales que brindan servicio a las viviendas que se localizan en la periferia Norte, Sur y Este de la ciudad.

La red de distribución tiene una longitud de 21.6 Km, y está conformada por tuberías PVC (57%) y de Asbesto Cemento (43%). Los diámetros de las tuberías que conforman la red varían desde los 38 mm (1 ½") hasta los 150 mm (6"). En la siguiente Tabla, se muestra la composición de la red de distribución por diámetros y materiales.

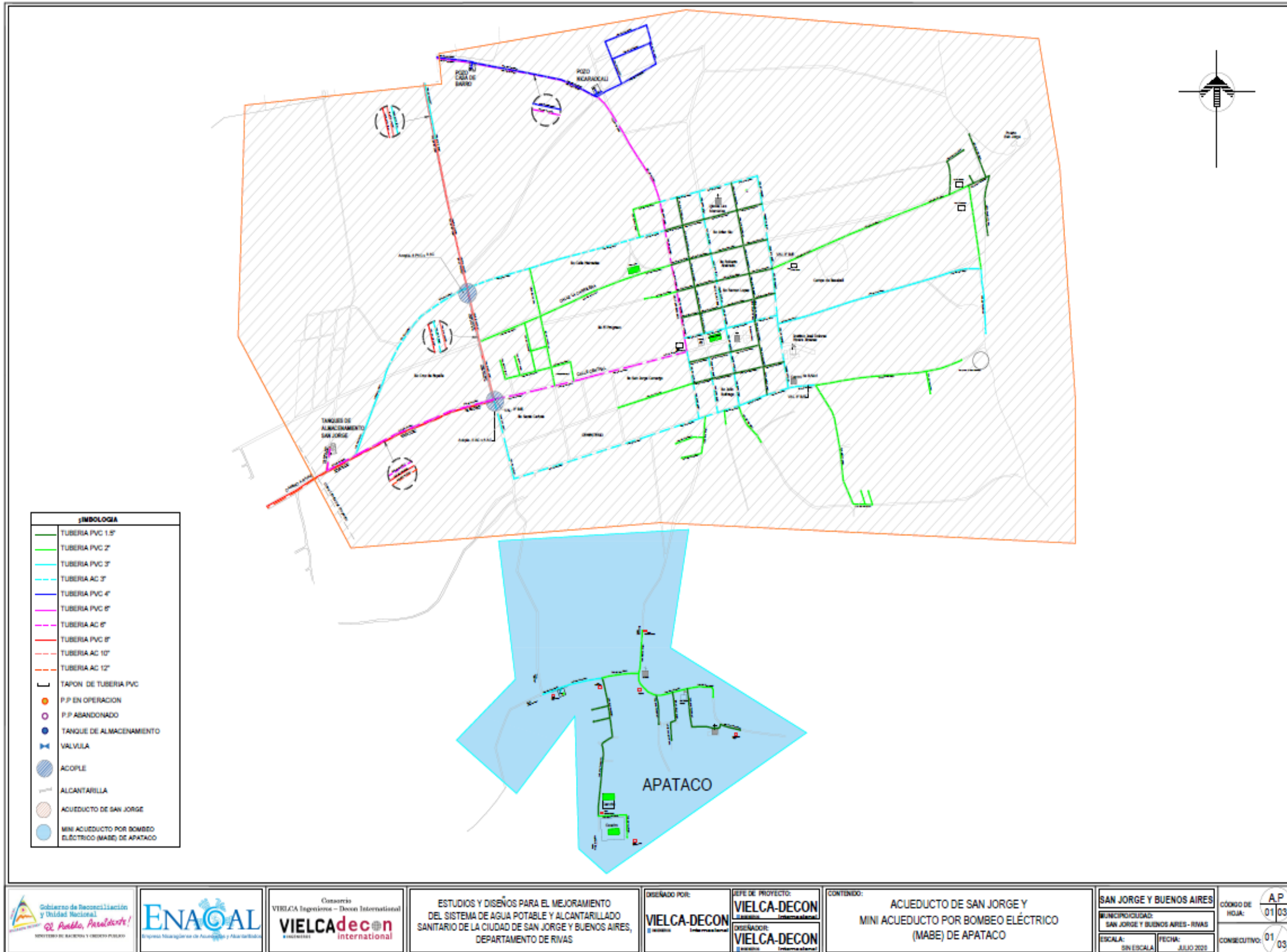
Tabla 4: Composición de la red de distribución de San Jorge

Diámetro/Material	Longitud (m)			%
	AC	PVC	Total	
38 mm (1 1/2")		4,087.37	4,087.37	18.92
50 mm (2")		5,480.05	5,480.05	25.36
75 mm (3")	6,142.00	1,326.68	7,468.68	34.57
100 mm (4")		1,370.00	1,370.00	6.34
150 mm (6")	3,199.18		3,199.18	14.81
Total	9,341.18	12,264.10	21,605.28	100.00

Al Noroeste del casco urbano de San Jorge, fuera del área urbana, se ubica la comunidad semirural de Apataco, incluida en el Área del Proyecto a solicitud de las autoridades municipales.

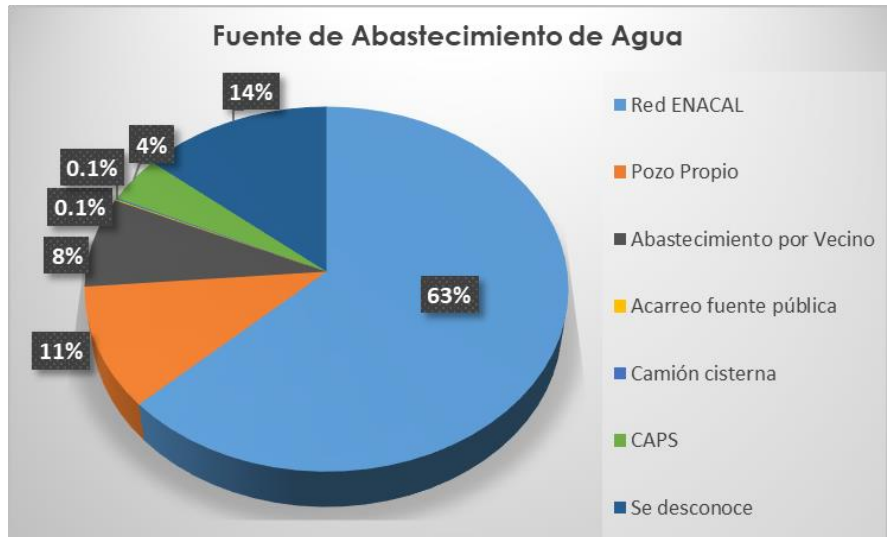
En Apataco, existe un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) administrado por la comunidad. El mini acueducto consta de un (1) pozo; un (1) tanque elevado de 8,000 galones de capacidad y una pequeña red de distribución compuesta por tres (3) ramales de tubería PVC de 50 mm (2") de diámetro. No se cuenta con registros de producción, ni facturación, ni alguna otra información de la operación y administración de este mini acueducto. La Figura siguiente, muestra el esquema del Acueducto de San Jorge y del Mini Acueducto de Apataco en sus componentes básicos:

Figura 6: Acueducto de San Jorge y Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico de Apataco.



2.1.4 Cobertura y consumo per cápita de agua potable

El Catastro de Viviendas practicado por Vielca/Decon en mayo/2020, reveló que en la ciudad de San Jorge el 63% de las viviendas se abastecen de la red de Agua Potable de ENACAL, mientras el 37% de las viviendas se ven obligadas a utilizar otras formas de abastecimiento (pozo propio, abastecimiento del vecino, etc.) Ver Gráfico a continuación:



Gráfica 3: Formas de Abastecimiento de Agua en la ciudad de San Jorge

Por su parte, el diagnóstico de situación realizado evidenció que el consumo per cápita promedio actual de la población de San Jorge es de 117.21 lppd, que resulta muy superior a los 95 lppd establecidos por la Norma NTON 09003-99 para poblaciones menores a 10,000 habitantes (Pob. Actual = 8,078 Hab) e inclusive mayor que los 113 lppd que establece la NTON 09003-99 para poblaciones hasta 15,000 habitantes.

2.2 Servicio de Agua Potable de la Ciudad de Buenos Aires

2.2.1 Fuente de Abastecimiento

El acueducto de Buenos Aires, tiene como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas de los depósitos Cuaternarios y rocas Cretácicas de la Formación Rivas, cuya captación se realiza mediante cuatro pozos perforados, denominados: Pozos Buenos Aires N° 3, N° 6, N° 7 y N° 8, conocido como Pozo El Cocal, éste último es el más reciente, fue perforado y puesto en operación en enero del presente año 2020.

El horario de servicio de agua potable para la población de Buenos Aires, es de catorce (14) a dieciséis (16) horas por día, para la mayor parte del poblado y de doce (12) horas diarias para los habitantes del barrio El Cocal, distribuidas de la siguiente forma:

- Los Pozos Buenos Aires N° 6 y N° 3 inician operación por las mañanas, a las 4:00 AM y permanecen funcionando hasta las 2:00 PM el Pozo N° 6 y hasta las 6:00 PM el Pozo N° 3, totalizando diez y catorce horas de servicio respectivamente.

- El Pozos Buenos Aires N° 7, inicia operación a las 4:00 AM y permanecen funcionando hasta las 8:00 pm, totalizando dieciséis horas de servicio.
- El Pozo Buenos Aires N° 8 o Pozo El Cocal, inicia operación a las 5:00 AM y permanece operando hasta las 5:00 PM, totalizando doce horas de servicio.

En la siguiente tabla, se muestra la producción del Acueducto de Buenos Aires, registrada por ENACAL Rivas durante el año 2019.

Tabla 5: Producción registrada del Acueducto de Buenos Aires para el año 2019

PRODUCCION MENSUAL (MILES DE M ³) REGISTRADA DEL ACUEDUCTO DE BUENOS AIRES AÑO 2019										
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
26.51	28.55	31.55	32.19	49.99	21.74	19.85	20.52	17.28	20.09	19.11

Fuente: ENACAL PISASH, información oficial remitida a Vielca/Decon.

Nota: No incluye la producción del pozo BA N° 8, debido a que se incorporó en enero 2020.

De los cuatro pozos que abastecen el acueducto de Buenos Aires, dos deberán salir de operación, el Pozo BA N° 3 porque supera los veintiocho (28) años de servicio y el Pozo BA N° 6, aunque con ocho (8) años de servicio, tiene una pobre producción 2.08 l/s (33 gpm). Los otros dos pozos BA N° 7 (8.40 l/s = 133.25 gpm) y BA N° 8 (El Cocal = 3.48 l/s = 55.22 gpm), de reciente incorporación y de mayor producción, pueden continuar utilizándose, y deben considerarse en el planteamiento de las alternativas de fuentes de abastecimiento futura.

La producción de los pozos existentes cubre la demanda actual y del año 2021 de la población de Buenos Aires, después del 2021, la producción será insuficiente para satisfacer la demanda.

2.2.2 Almacenamiento

El acueducto no cuenta con subsistema de almacenamiento, en consecuencia, su forma de operación es: Fuente – Red. Todos los pozos bombean sus caudales directamente contra la red de distribución.

2.2.3 Red de distribución

Cuenta con una red de distribución de 15.23 Km de longitud, conformada por tuberías de PVC (76%) y Asbesto Cemento (24%), de los cuales el 76% corresponde a diámetros de 50 mm (2") y 75 mm (3"), el 14% restante lo constituyen tuberías 100 mm (4") y 150 mm (6"), ver detalle en Tabla siguiente. La red de distribución, está configurada en tres (3) circuitos principales que abastecen todo el casco urbano más tres ramales que abastecen a las viviendas que se localizan en la periferia Norte, Oeste y Sur de la ciudad.

Tabla 6: Composición de la red de distribución del Acueducto de Buenos Aires.

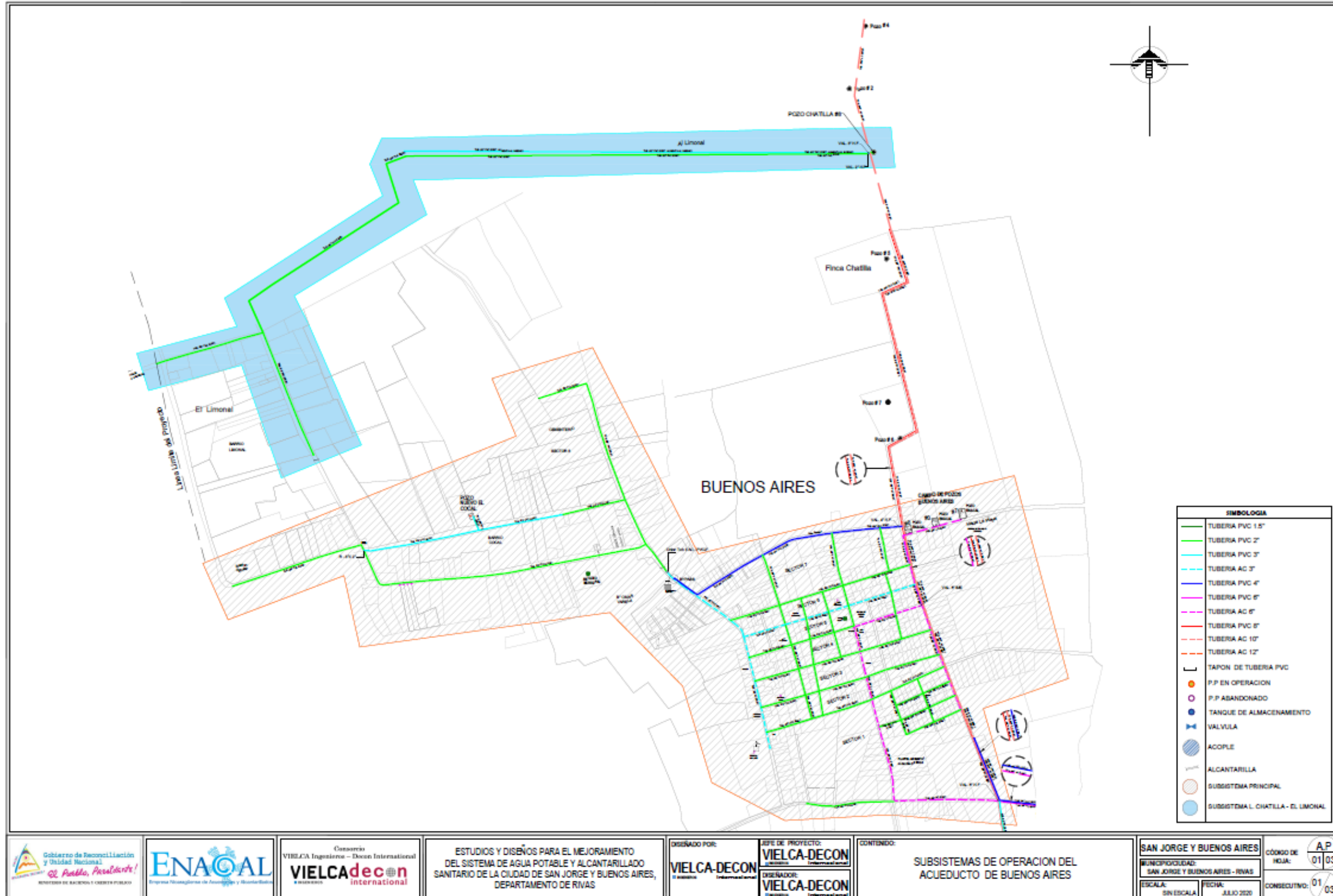
Ítem	Diámetros	AC	PVC	Total	%
1	50 mm (2")		9,465.69	9,465.69	62%
2	75 mm (3")	1,453.50	744.13	2,197.63	14%
3	100 mm (4")		1,374.92	1,374.92	9%
4	150 mm (6")	2,187.95		2,187.95	14%
Totales		3,641.45	11,584.74	15,226.19	100%

Mediante la red de distribución existente y bajo el esquema de operación Fuente - Red, se abastecen las viviendas del casco urbano, que cubre los barrios tradicionales comprendidos en los Sectores 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, más el barrio El Cocal, comprendido en el Sector 8. Más al Noroeste del barrio El Cocal, se encuentra el barrio El Limonal, que cuenta con abastecimiento de agua potable, pero no depende de la red de Buenos Aires, sino de un ramal que se desprende de la línea de impulsión del campo de pozos de Chatilla, que es la fuente del acueducto de la ciudad de Rivas. En el acueducto de Buenos Aires, se distinguen dos (2) subsistemas, a saber:

- Subsistema principal: gobernado por los cuatro (4) pozos, que bombean contra la red de distribución y abastecen a todo el casco urbano, incluyendo el barrio El Cocal, hasta finalizar en un ramal, que corresponde al extremo Sur del barrio El Limonal.
- Subsistema El Limonal, gobernado por la línea de impulsión de Asbesto Cemento (AC) de 250 mm (10") de diámetro, que conduce la producción del campo de pozos de Chatilla, de la cual se deriva de una línea de 50 mm (2"), que abastece la parte Noroeste del barrio El Limonal.

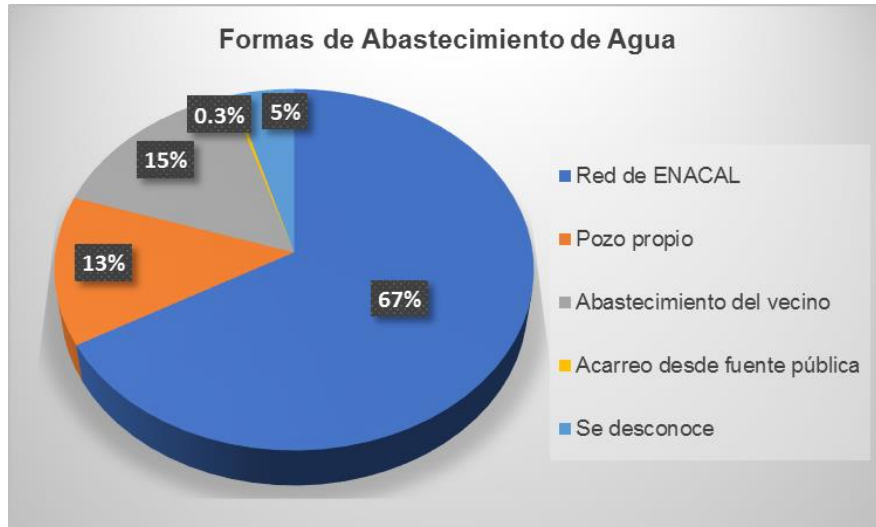
La Figura siguiente, muestra el esquema del acueducto de Buenos Aires, con sus dos subsistemas de operación y sus componentes básicos:

Figura 7: Acueducto de Buenos Aires y Subsistemas de Operación



2.2.4 Cobertura y consumo per cápita de agua potable

Según el Catastro de Viviendas practicado por Vielca/Decon en mayo/2020, en la ciudad de Buenos Aires solamente el 67% de las viviendas se abastecen de la red de Agua Potable de ENACAL, utilizando el 33% restante otras formas de abastecimiento de agua Ver Gráfico a continuación:



Gráfica 4: Formas de Abastecimiento de Agua en la ciudad de Buenos Aires

El consumo per cápita promedio actual de la población de Buenos Aires es de 128.51 lppd, que resulta muy superior a los 75 lppd establecidos por la Norma NTON 09003-99 para poblaciones menores a 5,000 habitantes (Pob. Actual = 4,057 Hab) e inclusive mayor que los 95 lppd que establece la NTON 09003-99 para poblaciones hasta 10,000 habitantes.

3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La ciudad de San Jorge, es la cabecera del municipio de su mismo nombre, se localiza en las coordenadas 11° 27´ Latitud Norte y 85°48´ Longitud Oeste, a unos 115 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Buenos Aires, al Sur y al Oeste con el municipio de Rivas y al Este con el Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua.

Por su parte, Buenos Aires, se localiza en las coordenadas 11° 28´ Latitud Norte y 85°49´ Longitud Oeste, a unos 114 km de la capital Managua. Limita al Norte con el municipio de Nandaime, al Sur con el municipio de San Jorge y la Ciudad de Rivas, al este con el Lago de Nicaragua y al Oeste con el municipio de Potosí.

El equipamiento de las dos ciudades es congruente con su magnitud poblacional. Cuentan con infraestructura y servicios diversos incluyendo, agua potable, energía eléctrica, telefonía convencional y celular, centros de salud, colegios de educación primaria y secundaria, servicios de recolección de desechos sólidos y otros. Ninguna dispone del servicio de alcantarillado sanitario.

El diagnóstico de situación efectuado de manera individual para cada acueducto en el contexto de la formulación de una propuesta de proyecto de largo plazo (2022 - 2042), reflejó que la infraestructura de agua potable existente, ha resultado insuficiente para atender adecuadamente las demandas derivadas del crecimiento poblacional experimentado en los últimos diez años.

En San Jorge se abastece con agua potable de calidad al 86.83% de las viviendas del área urbana, sin embargo, la poca oferta disponible en la fuente genera reducida continuidad del servicio, lo que resulta crítica en todo el acueducto, inclusive en los barrios centrales de la ciudad, que reciben el servicio día de por medio. De forma similar, la comunidad periurbana de Apataco, que cuenta con un mini acueducto por bombeo eléctrico y administrado por un Comité de Agua Potable (CAP), acusa serias deficiencias en su funcionamiento, razón por la cual, las autoridades municipales solicitaron incorporarlo dentro del área de influencia y beneficio del Proyecto.

En cambio, en Buenos Aires actualmente se abastece con agua potable de calidad a un 69% de las viviendas del área del proyecto, durante 12 a 18 horas/día, aunque cuenta con buena oferta disponible en sus fuentes, carece de infraestructura de almacenamiento y reducida cobertura, que se refleja en reducida continuidad del servicio, y fuerte demanda en los barrios y sectores de la zona localizada en la periferia Norte y Noroeste de la ciudad.

Para resolver esta situación en el mediano y largo plazo, ENACAL ha emprendido el desarrollo de los estudios de factibilidad técnica, económica, ambiental y social, y el diseño final de obras, del proyecto para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.

4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS

4.1 Proyecto

4.1.1 Objetivo General

Llevar a cabo los estudios y diseños para el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires para el periodo de diseño 2022 – 2042.

4.1.2 Objetivos Específicos

Dentro de los objetivos que se han planteado en las distintas etapas del proyecto, se encuentran:

- Realizar un levantamiento de la situación técnica actual del sistema de agua potable de las ciudades.
- Plantear alternativas para la solución de la problemática encontrada.
- Conceptualización y selección de la mejor alternativa, desde los puntos de vista Técnico, Económico, Ambiental y Social.
- Diseño de la alternativa seleccionada para el abastecimiento de agua potable para ambas poblaciones.

4.2 Del Presente Documento

4.2.1 Objetivo General

Integrar toda la información necesaria, que permita describir y bosquejar el nivel de incidencia del proyecto desde los puntos de vista técnico, social y ambiental para la obtención de la categorización y términos de referencia ambientales necesarios para el trámite del Permiso Ambiental correspondiente.

4.2.2 Objetivos Específicos

- Presentar los alcances técnicos y sociales del proyecto.
- Describir las actividades e incidencia del proyecto desde el punto de vista ambiental
- Elaborar un plan de medidas ambientales a aplicar para atenuar los impactos esperados por el proyecto.

5 ESTUDIO DE POBLACIÓN ACTUAL Y FUTURA

5.1 Proyección de la Población de San Jorge

Ante la carencia de datos oficiales recientes sobre la población de la ciudad de San Jorge, durante la Fase I: "Diagnostico de la Situación Actual" ejecutado en el contexto de esta consultoría, se realizó el catastro de viviendas y en los barrios y asentamientos existentes, contabilizándose un total de 1,828 viviendas, en las que habitan 8,078 personas, con un índice promedio de 4.42 hab./vivienda.

Ahora, para los fines de proyectar la población en el horizonte de planificación del Proyecto (2022-2042), se han revisado las tendencias de crecimiento que ha experimentado la población de San Jorge, analizando los datos oficiales del INEC/INIDE consignados en el censo nacional del año 2005; el dato de población al año 2016 reportado en la Cartografía Digital y Censo de Edificaciones realizada por el BCN y el dato de población al año 2020, obtenido del Diagnóstico de Situación referido. Los datos de INEC/INIDE de 1971 y 1995, no se incorporan en el análisis por presentar inconsistencias.

El comportamiento de la población según las fuentes mencionadas, se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 7 Tasas intercensales crecimiento población de la ciudad de San Jorge

Año Censal	Población Urbana (N° Hab.)	Tasa de Crecimiento	
		2005 - 2016	2005 - 2020
2005	7,473	0.545 %	0.520 %
2016	7,933		
2020	8,078		

Fuente: 1.) Censos INIDE; 2) Cartografía Digital y Censo de Edificaciones Banco Central y 3) Diagnostico de Situación Actual

Los datos de la Tabla anterior, muestran que durante los últimos quince (15) años la población de San Jorge ha estado creciendo a tasas del orden del 0.5% anual, que resultan menores a la tasa del 2.5% anual, que es la tasa mínima de crecimiento para fines de proyección de la población urbana establecida en las normas vigentes.

En tales circunstancias y, atendiendo las disposiciones de INAA relativas a las tasas de crecimiento aceptables en poblaciones urbanas, Vielca/Decon, ha decidido adoptar para la proyección de la población, la tasa mínima del 2.5% anual, estipulada en la Norma INAA NTON 09003-99.

La proyección de la población se realiza a partir de la población base al año 2020 de 8,078 habitantes determinada en el diagnóstico referido, proyectándose a lo largo del periodo 2022-2042, utilizando el método de proyección geométrico, por ser éste el que más se aproxima al comportamiento del crecimiento demográfico y el que es aplicado por el INIDE, entidad responsable del manejo de las estadísticas del país.

La ecuación utilizada y universalmente conocida, es la siguiente: $P_n = P_o (1+r)^n$

Dónde:

P_n: Población proyectada

P_o: Población inicial

r: Tasa de crecimiento de la población

n: Número de años de la Proyección.

Bajo estas consideraciones, Vielca/Decon ha estimado que, con una tasa de crecimiento constante del 2.5 % anual, la ciudad de San Jorge alcanzará en el año 2042, una población de 13,907 personas. Ver tabla a continuación.

Tabla 8. -Proyección de Población de la Ciudad de San Jorge
Periodo 2020-2042

Año	TAC (%)	Población Proyectada
2020	2.5	8,078
2021	2.50%	8,280
2022		8,487
2023		8,699
2024		8,917
2025		9,140
2026		9,368
2027		9,602
2028		9,842
2029		10,088
2030		10,341
2031		10,599
2032		10,864
2033		11,136
2034		11,414
2035		11,699
2036		11,992
2037		12,292
2038		12,599
2039		12,914
2040		13,237
2041	13,568	
2042		13,907

5.2 Proyección de la Población de Buenos Aires

El catastro de viviendas realizado por Vielca/Decon en los barrios y asentamientos de Buenos Aires, se contabilizó un total de 941 viviendas, en las que habitan 4,057 personas, con un índice promedio de 4.31 hab./vivienda.

Para proyectar la población en el período de diseño del proyecto, igualmente, se han revisado las tendencias de crecimiento a partir de los datos del censo del INEC/INIDE – Año 2005; el dato de población al año 2016 reportado en la Cartografía Digital y Censo de Edificaciones del BCN y el dato de población obtenido en el año 2020, durante el Diagnóstico de Situación referido. Los datos de INEC/INIDE de los años 1971 y 1995, no se incorporan al análisis por presentar inconsistencias.

El comportamiento de la población de Buenos Aires, durante los últimos años, se muestra a continuación:

Tabla 9 Tasas de crecimiento de población de Buenos Aires

Año Censal	Población Urbana (N° Hab.)	Tasa de Crecimiento	
		2005 - 2016	2005 - 2020
2005	3,386	-0.256%	1.212%
2016	3,292		
2020	4,057		

Fuente: 1.) Censos INIDE; 2) Cartografía Digital y Censo de Edificaciones Banco Central y 3) Diagnóstico de Situación Actual

En el período del 2005 al 2016, se observa una tasa de crecimiento negativa del -0.256%, en tanto, entre los años 2005 y el 2020, se presenta una tasa del 1.212%, que también resulta menor a la tasa del 2.5% anual, que es la tasa mínima de crecimiento para fines de proyección de la población urbana establecida en las normas vigentes.

En tales circunstancias y, atendiendo las disposiciones de INAA relativas a las tasas de crecimiento aceptables en poblaciones urbanas, Vielca/Decon, ha decidido adoptar para fines de su proyección, la tasa mínima del 2.5% anual, estipulada en la Norma INAA NTON 09003-99.

La proyección de la población se realiza a partir de la población base al año 2020 de 4,057 habitantes determinada en el diagnóstico, proyectada a lo largo del periodo de estudio 2022-2042, utilizando el método de proyección geométrico.

La ecuación utilizada y universalmente conocida, es la siguiente: **$P_n = P_o (1+r)^n$**
Dónde:

- P_n: Población proyectada
- P_o: Población inicial
- r: Tasa de crecimiento de la población
- n: Número de años de la Proyección.

Bajo estas consideraciones, Vielca/Decon ha estimado que, con una tasa de crecimiento constante del 2.5 % anual, la ciudad de Buenos Aires alcanzará en el año 2042, una población de 6,984 personas. Ver tabla 10.

Tabla 10. -Proyección de Población de Buenos Aires.**Periodo 2020-2042**

Año	TAC (%)	Población Proyectada
2020	2.5	4,057
2021	2.50%	4,158
2022		4,262
2023		4,369
2024		4,478
2025		4,590
2026		4,705
2027		4,822
2028		4,943
2029		5,067
2030		5,193
2031		5,323
2032		5,456
2033		5,593
2034		5,732
2035		5,876
2036		6,023
2037		6,173
2038		6,328
2039		6,486
2040		6,648
2041	6,814	
2042		6,984

6 ASPECTOS TÉCNICOS - ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Una vez estimada la población actual y futura de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires (área del proyecto), se requiere definir las dotaciones de agua potable a utilizar a lo largo del horizonte de diseño (2022 – 2042), para luego calcular la demanda de agua potable hasta el final del período del proyecto, que constituye el caudal de diseño.

En el Informe de Diagnóstico (Producto 1), se evidenció que el consumo per cápita promedio actual de la población de San Jorge es de 117.21 lppd y de 128.51 lppd para la población de Buenos Aires, ambos consumos resultan muy superiores a los establecidos por la Norma NTON 09003-99 para poblaciones entre los rangos de 5,000 a 10,000 habitantes, como es el caso de San Jorge (Pob. Actual = 8,078 Hab) y Buenos Aires (Pob. Actual = 4,057 Hab), e inclusive mayor que los 113 lppd que establece la NTON 09003-99 para poblaciones en el rango de 10,000 a 15,000 habitantes, que será el rango que alcanzará la población de San Jorge en el futuro.

Por lo anterior, se propone utilizar las dotaciones actuales de 117.21 lppd y 128.51 lppd para San Jorge y Buenos Aires respectivamente, para proyectar la demanda de agua para todo el horizonte de diseño (2022 – 2042).

En los acápites siguientes, se presentan las proyecciones de demanda de agua potable y caudales de diseño individualmente para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, así como la proyección de la demanda conjunta de ambas ciudades hasta el final del período de diseño (año 2042)

6.1 Demanda de Agua Potable y Caudal de Diseño para la Población de San Jorge

6.1.1 Demanda de Agua Potable para la población de San Jorge

El cálculo de la demanda de agua potable se muestra en la tabla siguiente

Tabla 11: Proyección de demanda AP de la ciudad de San Jorge, Rivas al Año 2042

Año	Población	Demanda Domiciliar (D.D) (l/día)		Demanda Institucional (D.I)				Pérdidas Técnicas (0.2*Demanda Domiciliar) (l/día)	Consumo Promedio Total (CPT)		Consumo máximo día (1.5*CPT)		Consumo máximo hora (2.5*CPT)	
		Dotación (l/Hab/día)	Demanda Domiciliar (l/día)	Comercial (l/día)	Industrial (l/día)	Público Institucional (l/día)	Subtotal (l/día)		l/día	l/seg	l/día	l/seg	l/día	l/seg
2020	8,078	117.21	946,822	66,278	18,936	66,278	151,492	219,663	1,317,977	15.25	1,976,965	22.88	3,294,942	38.14
2021	8,280	117.21	970,499	67,935	19,410	67,935	155,280	225,156	1,350,934	15.64	2,026,401	23.45	3,377,336	39.09
2022	8,487	117.21	994,761	69,633	19,895	69,633	159,162	230,785	1,384,708	16.03	2,077,062	24.04	3,461,769	40.07
2023	8,699	117.21	1,019,610	71,373	20,392	71,373	163,138	236,549	1,419,297	16.43	2,128,945	24.64	3,548,242	41.07
2024	8,917	117.21	1,045,162	73,161	20,903	73,161	167,226	242,477	1,454,865	16.84	2,182,297	25.26	3,637,162	42.10
2025	9,140	117.21	1,071,299	74,991	21,426	74,991	171,408	248,541	1,491,249	17.26	2,236,873	25.89	3,728,122	43.15
2026	9,368	117.21	1,098,023	76,862	21,960	76,862	175,684	254,741	1,528,448	17.69	2,292,673	26.54	3,821,121	44.23
2027	9,602	117.21	1,125,450	78,782	22,509	78,782	180,072	261,104	1,566,627	18.13	2,349,940	27.20	3,916,567	45.33
2028	9,842	117.21	1,153,581	80,751	23,072	80,751	184,573	267,631	1,605,785	18.59	2,408,677	27.88	4,014,461	46.46
2029	10,088	117.21	1,182,414	82,769	23,648	82,769	189,186	274,320	1,645,921	19.05	2,468,881	28.58	4,114,802	47.63
2030	10,341	117.21	1,212,069	84,845	24,241	84,845	193,931	281,200	1,687,200	19.53	2,530,799	29.29	4,217,999	48.82
2031	10,599	117.21	1,242,309	86,962	24,846	86,962	198,769	288,216	1,729,294	20.01	2,593,941	30.02	4,323,235	50.04
2032	10,864	117.21	1,273,369	89,136	25,467	89,136	203,739	295,422	1,772,530	20.52	2,658,795	30.77	4,431,326	51.29
2033	11,136	117.21	1,305,251	91,368	26,105	91,368	208,840	302,818	1,816,909	21.03	2,725,363	31.54	4,542,272	52.57
2034	11,414	117.21	1,337,835	93,648	26,757	93,648	214,054	310,378	1,862,266	21.55	2,793,399	32.33	4,655,666	53.89
2035	11,699	117.21	1,371,240	95,987	27,425	95,987	219,398	318,128	1,908,766	22.09	2,863,149	33.14	4,771,914	55.23
2036	11,992	117.21	1,405,582	98,391	28,112	98,391	224,893	326,095	1,956,571	22.65	2,934,856	33.97	4,891,426	56.61
2037	12,292	117.21	1,440,745	100,852	28,815	100,852	230,519	334,253	2,005,517	23.21	3,008,276	34.82	5,013,794	58.03
2038	12,599	117.21	1,476,729	103,371	29,535	103,371	236,277	342,601	2,055,606	23.79	3,083,410	35.69	5,139,016	59.48
2039	12,914	117.21	1,513,650	105,955	30,273	105,955	242,184	351,167	2,107,001	24.39	3,160,501	36.58	5,267,502	60.97
2040	13,237	117.21	1,551,509	108,606	31,030	108,606	248,241	359,950	2,159,700	25.00	3,239,550	37.49	5,399,251	62.49
2041	13,568	117.21	1,590,305	111,321	31,806	111,321	254,449	368,951	2,213,705	25.62	3,320,557	38.43	5,534,262	64.05
2042	13,907	117.21	1,630,039	114,103	32,601	114,103	260,806	378,169	2,269,015	26.26	3,403,522	39.39	5,672,537	65.65

6.1.2 Cálculo de caudales de diseño

Para realizar el dimensionamiento de las infraestructuras necesarias para abastecer de agua potable a la ciudad de San Jorge se procederá diseñando para el final del horizonte de diseño, año 2042. Por lo tanto, los caudales de diseño para el total de la población de la ciudad de San Jorge se resumen a continuación:

Tabla 12: Consumos poblacionales de la ciudad de San Jorge para el año 2042

Año	Consumo Promedio Total (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
2042	26.26	39.39	65.65

Para realizar el dimensionamiento de las canalizaciones desde la fuente (pozos) hasta el almacenamiento de la ciudad de San Jorge, se empleará el caudal asociado al consumo máximo diario ya que el consumo máximo horario será abastecido por el volumen de regulación del conjunto de tanques de almacenamiento. Por tanto, los caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión serán:

Tabla 13: Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión del Acueducto de San Jorge

Año	Caudal de diseño (l/s)
2042	39.39

6.2 Almacenamiento

El volumen de almacenamiento requerido se estimará de manera que en tales estructuras se almacenen los volúmenes de agua que permitan garantizar: i) una reserva para compensar las variaciones horarias del consumo calculado en base a lo establecido en la NTON 09003-99; ii) una previsión del 15% del CPD para emergencias; y iii) una reserva para incendio. Ver demanda de almacenamiento en la siguiente tabla.

Tabla 14: Volumen de almacenamiento requerido

AÑO = 2042	CPD =	2,269.01 m ³ /día	Almacenamiento
Vol. compensador =	25 % del CPD =	567.25	567.25 m ³
Vol. Eventualidades =	15 % del CPD =	340.35	340.35 m ³
Incendio:	1 toma de (16 l/s x 3.6) x 2 h = [m ³]		115.2 m ³
Volumen de Almacenamiento requerido =			1,022.81 m³
			270,197 Galones

6.3 Demanda de Agua Potable y Caudal de Diseño para la población de Buenos Aires

6.3.1 Demanda de Agua Potable Buenos Aires

El cálculo de la demanda de agua potable se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 15: Proyección de demanda AP de la ciudad de Buenos Aires, Rivas al Año 2042

Año	Población	Demanda Domiciliar (D.D) (l/día)		Demanda Institucional (D.I)				Pérdidas Técnicas (0.2*Demanda Domiciliar)	Consumo Promedio Total (CPT)		Consumo máximo día (1.5*CPT)		Consumo máximo hora (2.5*CPT)	
		Dotación (l/Hab/día)	Demanda Domiciliar (l/día)	Comercial (l/día)	Industrial (l/día)	Público Institucional (l/día)	Subtotal (l/día)	(l/día)	l/día	l/seg	l/día	l/seg	l/día	l/seg
2020	4,057	128.51	521,353.10	36,494.72	10,427.06	36,494.72	83,416.50	120,953.92	725,723.52	8.40	1,088,585.28	12.60	1,814,308.80	21.00
2021	4,158	128.51	534,332.32	37,403.26	10,686.65	37,403.26	85,493.17	123,965.10	743,790.58	8.61	1,115,685.87	12.91	1,859,476.46	21.52
2022	4,262	128.51	547,697.05	38,338.79	10,953.94	38,338.79	87,631.53	127,065.72	762,394.29	8.82	1,143,591.44	13.24	1,905,985.73	22.06
2023	4,369	128.51	561,447.30	39,301.31	11,228.95	39,301.31	89,831.57	130,255.77	781,534.65	9.05	1,172,301.97	13.57	1,953,836.61	22.61
2024	4,478	128.51	575,454.57	40,281.82	11,509.09	40,281.82	92,072.73	133,505.46	801,032.76	9.27	1,201,549.15	13.91	2,002,581.91	23.18
2025	4,590	128.51	589,847.36	41,289.32	11,796.95	41,289.32	94,375.58	136,844.59	821,067.53	9.50	1,231,601.29	14.25	2,052,668.82	23.76
2026	4,705	128.51	604,625.67	42,323.80	12,092.51	42,323.80	96,740.11	140,273.16	841,638.94	9.74	1,262,458.40	14.61	2,104,097.34	24.35
2027	4,822	128.51	619,661.00	43,376.27	12,393.22	43,376.27	99,145.76	143,761.35	862,568.11	9.98	1,293,852.16	14.98	2,156,420.27	24.96
2028	4,943	128.51	635,210.35	44,464.72	12,704.21	44,464.72	101,633.66	147,368.80	884,212.81	10.23	1,326,319.21	15.35	2,210,532.02	25.58
2029	5,067	128.51	651,145.22	45,580.17	13,022.90	45,580.17	104,183.24	151,065.69	906,394.15	10.49	1,359,591.23	15.74	2,265,985.38	26.23
2030	5,193	128.51	667,337.11	46,713.60	13,346.74	46,713.60	106,773.94	154,822.21	928,933.26	10.75	1,393,399.89	16.13	2,322,333.15	26.88
2031	5,323	128.51	684,043.03	47,883.01	13,680.86	47,883.01	109,446.88	158,697.98	952,187.90	11.02	1,428,281.84	16.53	2,380,469.74	27.55
2032	5,456	128.51	701,134.47	49,079.41	14,022.69	49,079.41	112,181.51	162,663.20	975,979.18	11.30	1,463,968.77	16.94	2,439,947.94	28.24
2033	5,593	128.51	718,739.93	50,311.80	14,374.80	50,311.80	114,998.39	166,747.66	1,000,485.99	11.58	1,500,728.98	17.37	2,501,214.97	28.95
2034	5,732	128.51	736,602.41	51,562.17	14,732.05	51,562.17	117,856.39	170,891.76	1,025,350.56	11.87	1,538,025.84	17.80	2,563,376.40	29.67
2035	5,876	128.51	755,107.43	52,857.52	15,102.15	52,857.52	120,817.19	175,184.92	1,051,109.54	12.17	1,576,664.31	18.25	2,627,773.85	30.41
2036	6,023	128.51	773,997.96	54,179.86	15,479.96	54,179.86	123,839.67	179,567.53	1,077,405.17	12.47	1,616,107.75	18.70	2,693,512.92	31.17
2037	6,173	128.51	793,274.02	55,529.18	15,865.48	55,529.18	126,923.84	184,039.57	1,104,237.44	12.78	1,656,356.16	19.17	2,760,593.60	31.95
2038	6,328	128.51	813,192.61	56,923.48	16,263.85	56,923.48	130,110.82	188,660.69	1,131,964.12	13.10	1,697,946.18	19.65	2,829,910.30	32.75
2039	6,486	128.51	833,496.73	58,344.77	16,669.93	58,344.77	133,359.48	193,371.24	1,160,227.45	13.43	1,740,341.17	20.14	2,900,568.62	33.57
2040	6,648	128.51	854,314.87	59,802.04	17,086.30	59,802.04	136,690.38	198,201.05	1,189,206.30	13.76	1,783,809.45	20.65	2,973,015.75	34.41
2041	6,814	128.51	875,647.04	61,295.29	17,512.94	61,295.29	140,103.53	203,150.11	1,218,900.68	14.11	1,828,351.02	21.16	3,047,251.70	35.27
2042	6,984	128.51	897,493.24	62,824.53	17,949.86	62,824.53	143,598.92	208,218.43	1,249,310.59	14.46	1,873,965.88	21.69	3,123,276.47	36.15

6.3.2 Cálculo de caudales de diseño

Para realizar el dimensionamiento de las infraestructuras necesarias para abastecer de agua potable a la ciudad de Buenos Aires se procederá diseñando para el final del horizonte de diseño, año 2042.

Por lo tanto, los caudales de diseño para el total de la población de la ciudad de Buenos Aires se resumen a continuación:

Tabla 16 Consumos poblacionales de la ciudad de Buenos Aires para el año 2042

Año	Consumo Promedio Total (l/s)	Consumo Máximo Diario (l/s)	Consumo Máximo Horario (l/s)
2042	14.46	21.69	36.15

Para realizar el dimensionamiento de las canalizaciones desde la fuente (pozos) hasta el almacenamiento de la ciudad de Buenos Aires, se empleará el caudal asociado al consumo máximo diario ya que el consumo máximo horario será abastecido por el volumen de regulación del tanque de almacenamiento.

Por tanto, los caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión serán:

Tabla 17 Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión del Acueducto de Buenos Aires

Año	Caudal de diseño (l/s)
2042	21.69

6.4 Demanda de Agua Potable y caudales de diseño para la población conjunta de San Jorge y Buenos Aires

6.4.1 Demanda de Agua Potable

Se calculó la demanda de agua potable conjunta para las dos ciudades, manteniendo las dotaciones de agua potable individuales por ciudad, el resultado se muestra en la Tabla siguiente

Tabla 18- - Proyección de la demanda y caudal de diseño AP conjunto para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042

Año	Población	Demanda Domiciliar (D.D)		Demanda Institucional (D.I)				Pérdidas Técnicas (0.2*Demanda Domiciliar) (l/día)	Consumo Promedio Total (CPT)		Consumo máximo día (1.5*CPT)		Consumo máximo hora (2.5*CPT)	
		Dotación (l/Hab/día)	Demanda Domiciliar (l/día)	Comercial (l/día)	Industrial (l/día)	Público Institucional (l/día)	Subtotal (l/día)		l/día	l/seg	l/día	l/seg	l/día	l/seg
2020	12,135	117.21/128.51	1,468,175.48	102,772.28	29,363.51	102,772.28	234,908.08	340,616.71	2,043,700.27	23.65	3,065,550.41	35.48	5,109,250.68	59.13
2021	12,438	117.21/128.51	1,504,831.12	105,338.18	30,096.62	105,338.18	240,772.98	349,120.82	2,094,724.91	24.24	3,142,087.37	36.37	5,236,812.28	60.61
2022	12,749	117.21/128.51	1,542,458.32	107,972.08	30,849.17	107,972.08	246,793.33	357,850.33	2,147,101.98	24.85	3,220,652.97	37.28	5,367,754.95	62.13
2023	13,068	117.21/128.51	1,581,057.09	110,674.00	31,621.14	110,674.00	252,969.13	366,805.25	2,200,831.47	25.47	3,301,247.21	38.21	5,502,078.68	63.68
2024	13,395	117.21/128.51	1,620,616.14	113,443.13	32,412.32	113,443.13	259,298.58	375,982.94	2,255,897.67	26.11	3,383,846.50	39.16	5,639,744.17	65.27
2025	13,730	117.21/128.51	1,661,146.76	116,280.27	33,222.94	116,280.27	265,783.48	385,386.05	2,312,316.29	26.76	3,468,474.44	40.14	5,780,790.73	66.91
2026	14,073	117.21/128.51	1,702,648.95	119,185.43	34,052.98	119,185.43	272,423.83	395,014.56	2,370,087.34	27.43	3,555,131.01	41.15	5,925,218.35	68.58
2027	14,424	117.21/128.51	1,745,111.42	122,157.80	34,902.23	122,157.80	279,217.83	404,865.85	2,429,195.09	28.12	3,643,792.64	42.17	6,072,987.73	70.29
2028	14,785	117.21/128.51	1,788,791.17	125,215.38	35,775.82	125,215.38	286,206.59	414,999.55	2,489,997.31	28.82	3,734,995.96	43.23	6,224,993.27	72.05
2029	15,155	117.21/128.51	1,833,559.70	128,349.18	36,671.19	128,349.18	293,369.55	425,385.85	2,552,315.11	29.54	3,828,472.66	44.31	6,380,787.77	73.85
2030	15,534	117.21/128.51	1,879,405.72	131,558.40	37,588.11	131,558.40	300,704.92	436,022.13	2,616,132.77	30.28	3,924,199.15	45.42	6,540,331.91	75.70
2031	15,922	117.21/128.51	1,926,351.82	134,844.63	38,527.04	134,844.63	308,216.29	446,913.62	2,681,481.73	31.04	4,022,222.60	46.55	6,703,704.33	77.59
2032	16,320	117.21/128.51	1,974,503.91	138,215.27	39,490.08	138,215.27	315,920.63	458,084.91	2,748,509.44	31.81	4,122,764.16	47.72	6,871,273.60	79.53
2033	16,729	117.21/128.51	2,023,990.49	141,679.33	40,479.81	141,679.33	323,838.48	469,565.79	2,817,394.77	32.61	4,226,092.15	48.91	7,043,486.91	81.52
2034	17,146	117.21/128.51	2,074,437.35	145,210.61	41,488.75	145,210.61	331,909.98	481,269.47	2,887,616.79	33.42	4,331,425.19	50.13	7,219,041.99	83.55
2035	17,575	117.21/128.51	2,126,347.22	148,844.31	42,526.94	148,844.31	340,215.55	493,312.55	2,959,875.33	34.26	4,439,812.99	51.39	7,399,688.32	85.64
2036	18,015	117.21/128.51	2,179,580.28	152,570.62	43,591.61	152,570.62	348,732.85	505,662.63	3,033,975.76	35.12	4,550,963.63	52.67	7,584,939.39	87.79
2037	18,465	117.21/128.51	2,234,019.34	156,381.35	44,680.39	156,381.35	357,443.09	518,292.49	3,109,754.92	35.99	4,664,632.39	53.99	7,774,387.31	89.98
2038	18,927	117.21/128.51	2,289,921.40	160,294.50	45,798.43	160,294.50	366,387.42	531,261.77	3,187,570.60	36.89	4,781,355.89	55.34	7,968,926.49	92.23
2039	19,400	117.21/128.51	2,347,146.67	164,300.27	46,942.93	164,300.27	375,543.47	544,538.03	3,267,228.16	37.82	4,900,842.24	56.72	8,168,070.41	94.54
2040	19,885	117.21/128.51	2,405,823.64	168,407.65	48,116.47	168,407.65	384,931.78	558,151.08	3,348,906.51	38.76	5,023,359.76	58.14	8,372,266.27	96.90
2041	20,382	117.21/128.51	2,465,952.32	172,616.66	49,319.05	172,616.66	394,552.37	572,100.94	3,432,605.63	39.73	5,148,908.45	59.59	8,581,514.08	99.32
2042	20,891	117.21/128.51	2,527,532.71	176,927.29	50,550.65	176,927.29	404,405.23	586,387.59	3,518,325.53	40.72	5,277,488.30	61.08	8,795,813.83	101.80

6.4.2 Cálculo de caudales de diseño

Para realizar el predimensionamiento de la infraestructura regional necesaria para abastecer de agua potable de manera conjunta a las ciudades de San Jorge y Buenos Aires se procederá diseñando para el final del horizonte de diseño, año 2042.

Por lo tanto, los caudales de diseño para el total de población de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, se resume a continuación:

Tabla 19: Consumos poblacionales de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires para el año 2042

Año	Consumo Promedio Total (l/s)	Consumo Máximo Día (l/s)	Consumo Máxima Hora (l/s)
2042	40.72	61.08	101.80

Para realizar el dimensionamiento de las canalizaciones desde la fuente (pozos) hasta el almacenamiento de la ciudad de Buenos Aires, se empleará el caudal asociado al consumo máximo diario, ya que el consumo máximo horario será abastecido por el volumen de regulación del tanque de almacenamiento.

Por tanto, los caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión serán:

Tabla 20 Caudales de diseño de la fuente y línea de impulsión hacía los Tanques de San Jorge y Buenos Aires

Año	Caudal de diseño (l/s)
2042	61.08

7 ASPECTOS TÉCNICOS – DISEÑO Y DISTRIBUCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

El planteamiento de las alternativas de solución al problema de abastecimiento de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, se realizó considerando tres (3) premisas básicas:

1. La definición de la fuente de abastecimiento de agua.
2. El aprovechamiento de la infraestructura existente.
3. Funcionamiento del sistema propuesto bajo el esquema de operación: Fuente – Tanque – Red.

Una síntesis de la demanda general a satisfacer en cada ciudad y en el conjunto de ambas ciudades por las alternativas de proyecto a plantear y analizar en este capítulo, se presenta en la Tabla siguiente:

Tabla 21- - Proyección de población y caudal de diseño AP para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042

Ciudad	Año	Población	Consumo Promedio Total (CPT)		Consumo máximo día (1.5*CPT)		Consumo máximo hora (2.5*CPT)	
			m³/día	l/seg	m³/día	l/seg	m³/día	l/seg
San Jorge	2022	8,487	1,384.71	16.03	2,077.06	24.04	3,461.77	40.07
	2032	10,864	1,772.53	20.52	2,658.79	30.77	4,431.33	51.29
	2042	13,907	2,269.01	26.26	3,403.52	39.39	5,672.54	65.65
Buenos Aires	2022	4,262	762.39	8.82	1,143.59	13.24	1,905.98	22.06
	2032	5,456	975.98	11.30	1,463.97	16.94	2,439.95	28.24
	2042	6,984	1,249.31	14.46	1,873.97	21.69	3,123.27	36.15
Ambas ciudades	2022	12,749	2,147.10	24.85	3,220.65	37.28	5,367.75	62.13
	2032	16,320	2,748.51	31.81	4,122.76	47.72	6,871.27	79.53
	2042	20,891	3,518.33	40.72	5,277.49	61.08	8,795.81	101.80

7.1 Estudio de fuentes de abastecimiento

7.1.1 Aguas superficiales

El área de estudio forma parte de la cuenca hidrográfica N° 69 o del Río San Juan que pertenece a la vertiente del Atlántico a través del desagüe del Lago Cocibolca en el río San Juan y éste a su vez desemboca en el Océano Atlántico.

La hidrología superficial del área de estudio, está gobernada por el Lago Cocibolca, al cual tributan todos los ríos existentes en los municipios de San Jorge y Buenos Aires, entre los cuales se identifican los ríos de Oro, En medio y Obrajuelo por el lado de San Jorge y los ríos Gil González, Las Lajas y Ochomogo por el municipio de Buenos Aires.

7.1.1.1 Ríos existentes

En el municipio de San Jorge se identifican los ríos de Oro, Enmedio y Obrajuelo, los que, se caracterizan por ser efímeros y presentar flujos estacionales durante la estación lluviosa (mayo a noviembre), decreciendo dramáticamente su caudal en la estación seca (diciembre a abril). Los tres ríos desembocan directamente en el Lago Cocibolca o de Nicaragua.

Las microcuencas de estos ríos presentan un patrón de drenaje dendrítico (tributario en forma de árbol). Los afluentes tributarios que forman la red de drenaje de las microcuencas de dichos ríos, presentan escurrimientos solamente durante la época lluviosa. De acuerdo al criterio del destino final del escurrimiento, las microcuencas se clasifican como endorreicas debido a que sus áreas de captación drenan en el Lago de Nicaragua.

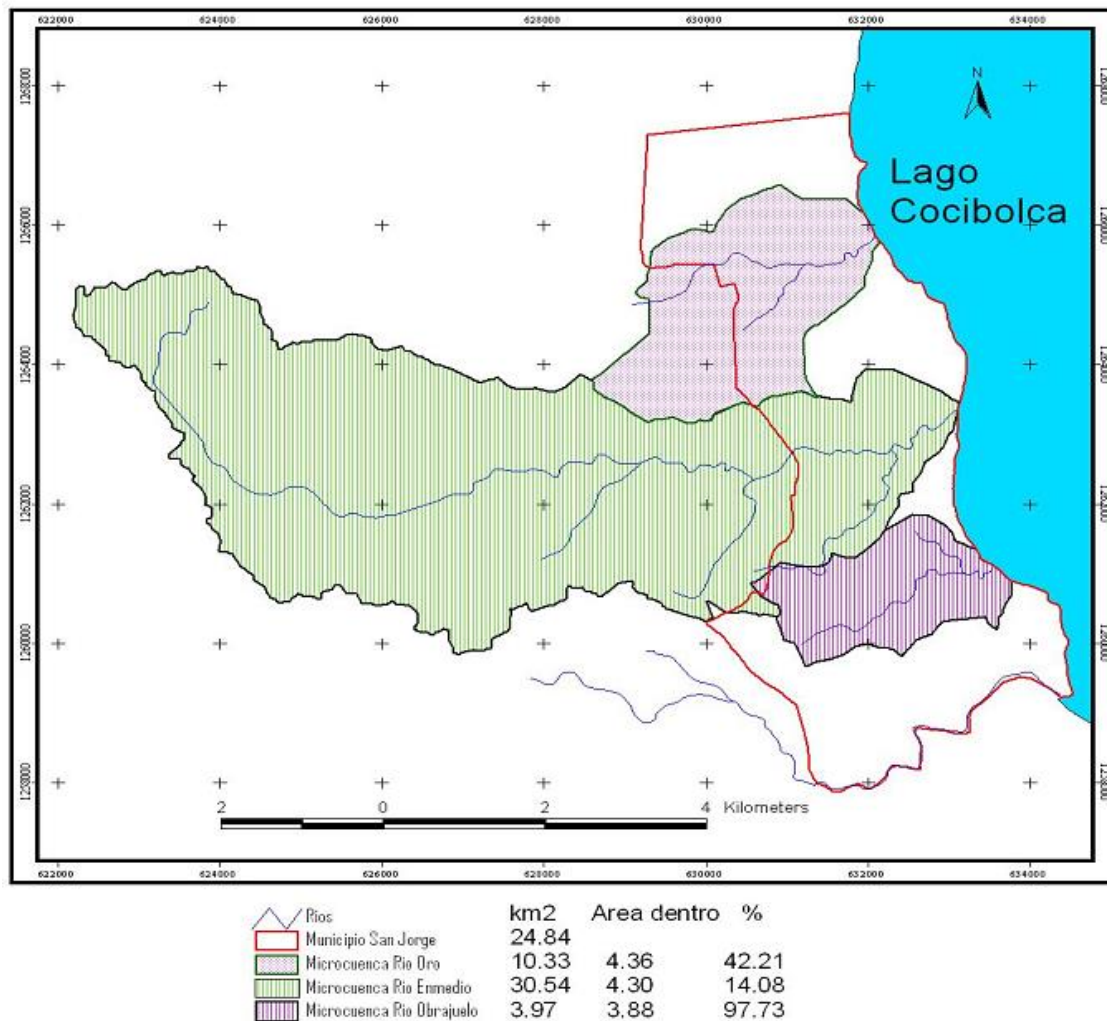
La red de drenaje de las microcuencas de los Ríos Oro y Enmedio está conformada por afluentes temporales que nacen principalmente en el municipio de Rivas; mientras la microcuenca del río Obrajuelo está totalmente en territorio de San Jorge.

Dos de las tres microcuencas identificadas son intermunicipales, en vista que su delimitación natural abarca territorio de dos municipios (Rivas y San Jorge), de acuerdo a la delimitación político administrativa del departamento de Rivas. En la tabla a continuación, se presenta el área de captación y el porcentaje de área por municipio de las cuencas intermunicipales.

Tabla 22: Área total, área compartida, pendiente, longitud y densidad de drenaje de las microcuencas

Microcuenca	Área total km ²	Área compartida Con municipio de Rivas (km ² / %)	Pendiente Cauce Principal (%)	Longitud Cauce Principal (km)	Densidad Drenaje (km corriente/km ²)	
Oro	10.33	5.97	57.8	0.92	3.50	0.7
En medio	30.54	26.24	85.9	1.70	10.69	0.6
Obrajuelo	3.97	0.09	2.27	0.75	2.98	1.0

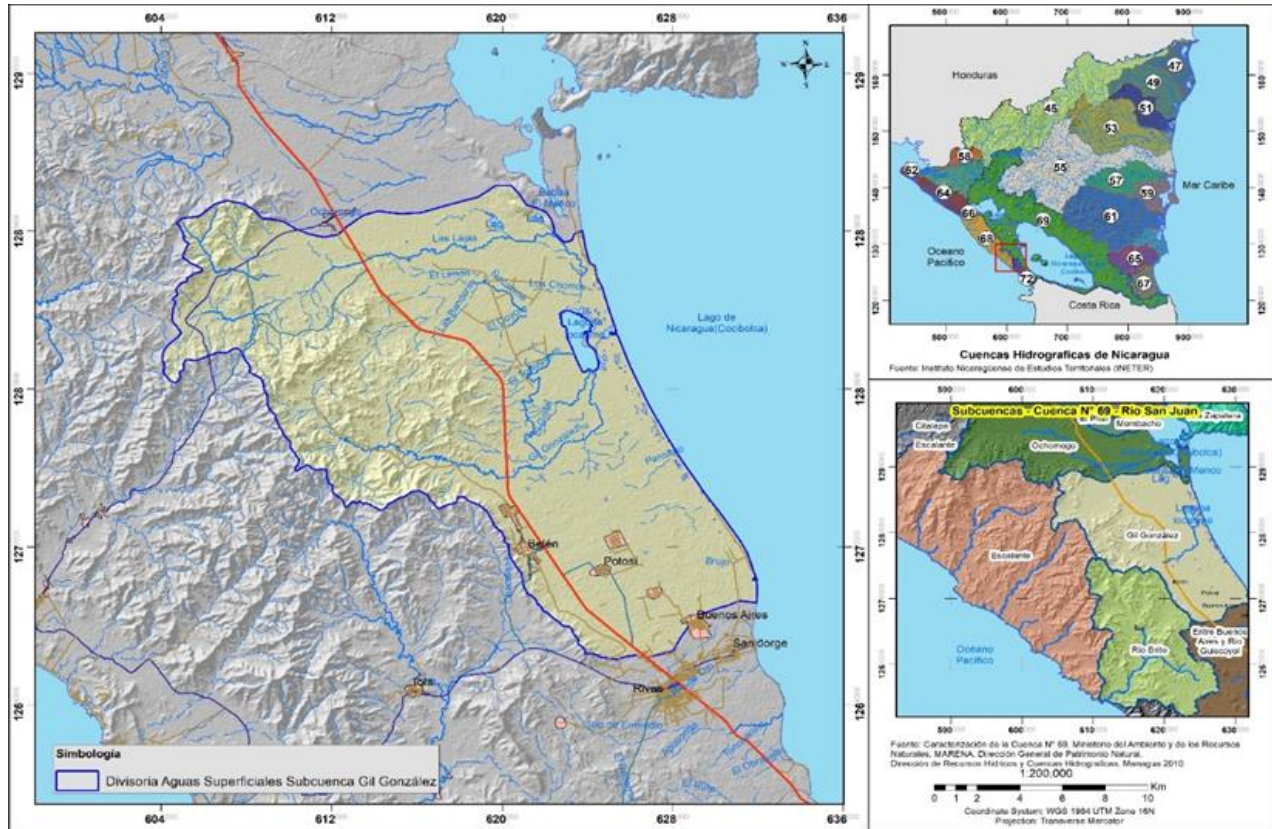
Figura 8: Microcuencas de los ríos de Oro, En medio y Obrajuelo



El territorio municipal de Buenos Aires forma parte de las subcuencas de los ríos Gil González y Ochomogo, específicamente de sus partes más bajas, en las proximidades del Lago Cocibolca, aunque los cauces principales de dichos ríos, distan 16 a 20 Km de la ciudad de Buenos Aires. Ver Figura 13.

Además de los ríos Gil González y Ochomogo, en el municipio de Buenos Aires existen varios riachuelos y quebradas naturales, entre ellas El Brujo, Chorro y Pansaco. Todos a excepción del río Ochomogo desembocan en los humedales costeros del municipio y solamente en la época lluviosa desembocan directamente al lago de Nicaragua. Las aguas de estos ríos y quebradas son utilizadas por la población para consumo humano, riego de cultivos, alimentación de ganado y actividades de pesca.

Figura 9: Subcuenca Río Gil González



Uno de los humedales más destacados por su extensión es la laguna o estero de Ñocarime, en el cual desemboca el río Gil González. Ñocarime es un estero de agua dulce, con profundidad promedio de 2 m, y superficie aproximada de 3 Km², en sus aguas se dan actividades de pesca y caza de tortuga o lagartos.

Todos los ríos existentes dentro del área del proyecto, son de carácter efímero y de corto recorrido (a excepción de los ríos Gil González y Ochomogo), en todos los casos, el recurso está comprometido históricamente con otros usos, principalmente para riego de cultivos semiperemnes y abrevar ganado vacuno principalmente, por tal razón, no constituyen una alternativa viable como fuente potencial para el abastecimiento de agua potable de San Jorge y Buenos Aires.

7.1.1.2 Lago Cocibolca o de Nicaragua

El Lago Cocibolca o Lago de Nicaragua es la mayor fuente de agua superficial del país, con calidad para usos múltiples, a saber: navegación, pesca, riego, cultivo de especies acuáticas, abastecimiento de agua para consumo humano y consumo animal.

El Lago Cocibolca o de Nicaragua, ubicado en la Cuenca hidrográfica N° 69 o del Río San Juan, es el principal cuerpo de agua dulce superficial del país, estimándose una

descarga promedio al Océano Atlántico de aproximadamente $10,300 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año}$ (MMA). Esta descarga se realiza a través del Río San Juan, que conduce desde su nacimiento, a la altura de la ciudad de San Carlos, un caudal promedio del orden de los $500 \text{ m}^3/\text{s}$, por lo que es claro que el caudal de descarga del Lago supera ampliamente los $0.061 \text{ m}^3/\text{s}$, que corresponden al caudal de agua requerido para satisfacer la demanda conjunta de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires al final del período de diseño (año 2042), sin menoscabo, de los caudales que actualmente se extraen para abastecer a las ciudades de San Juan del Sur y Juigalpa entre otras, así como a otras ciudades en las que fuere requerido su uso para abastecimiento municipal futuro, como el caso de la ciudad de Rivas.

El Lago de Nicaragua tiene forma ovalada, con una longitud en el eje mayor de 160 km y en su eje menor de 70 km. Su área superficial, aproximadamente, de $8,143.7 \text{ km}^2$; conforme registros batimétricos, su profundidad promedio es de 13 m y su máxima oscila entre los 60 a 70 m. De acuerdo a registros del periodo 1985-2008, la elevación promedio de la superficie del agua es de unos 31.14 msnm, alcanzando, respectivamente, niveles máximos y mínimos del orden de los 33.09 msnm y 29.00 msnm respectivamente.

Debido a tales características, la utilización del lago como fuente de agua para abastecimiento de un acueducto, conlleva la construcción de obras de captación y aducción submarina (tubería) de 500 a 600 m de longitud, a fin de garantizar la sumergencia mínima de la captación, ante las diferentes variaciones de niveles del lago que puedan acaecer debido al cambio climático y otros fenómenos climatológicos asociados.

Por su extensión, el Lago Cocibolca, se encuentra parcialmente ubicado en los departamentos de Rivas, Granada, Boaco, Chontales y Río San Juan y a través del río Tipitapa, se encuentra vinculado con el lago y la ciudad de Managua, constituyendo un complejo sistema que es afectado por diversas actividades antropogénicas en todo su litoral, entre las que merecen destacarse las siguientes:

- El aprovechamiento actual de sus aguas como fuente de abastecimiento para los sistemas de agua potable de las ciudades de Juigalpa y San Juan del Sur entre otras.
- El vertido de aguas servidas domésticas e industriales, con cierto grado de tratamiento, de las ciudades de Granada, Rivas, San Carlos y Managua, ésta última, a través del río Tipitapa.
- El asiento de comunidades pesqueras en sus costas.
- El vertido de subproductos derivados de actividades agropecuarias que tienen lugar en su cuenca tributaria, (incluidos agroquímicos y sedimentos), por efecto del drenaje de las tierras destinadas a ese uso.

Por todo lo anterior, la utilización de las aguas del Lago Cocibolca para el consumo humano, implican la captación y tratamiento de potabilización del agua mediante una

Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) con varios procesos unitarios entre los cuales se pueden mencionar: Desbaste, Aireación, Mezclado, Floculación, Sedimentación, Filtración y Desinfección.

La utilización del Lago Cocibolca como fuente de abastecimiento, de forma general conllevaría las siguientes obras:

1. Obra de captación submarina y Estación de Bombeo (EB Captación).
2. Línea de Impulsión de la EB Captación a PTAP.
3. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y Estación de Bombeo (EB PTAP).
4. Línea de Impulsión desde EB PTAP hacia Tanques de Almacenamiento San Jorge y B. Aires.

Actualmente se está construyendo el **Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Rivas”**, cuya fuente de abastecimiento será el Lago Cocibolca en el sitio de captación denominado Obrajuelos. Las obras relacionadas a la fuente, constan de captación submarina, estación de bombeo, línea de impulsión desde la captación a la PTAP, una PTAP de 450 l/s (la 1era etapa = 300 l/s) y una estación de bombeo desde la PTAP a los Tanques de almacenamiento.

El monto de la inversión para la construcción de la 1era etapa de las obras antes detalladas asciende a US \$ 5,204,879.65, asumiendo que el 25% de esa inversión es común para la obra completa (450 l/s) y que el 75% (US\$ 3,903,659.74) corresponde a la inversión necesaria para producir los 300 l/s de la 1era etapa del proyecto, la relación de costo unitario por caudal (US\$/litro/s) resulta de US\$ 13,012.20 por cada l/s de capacidad.

Utilizando el factor de US\$ 13,012.20 por l/s de capacidad y multiplicándolo por los 61.08 l/s, que es la demanda conjunta (CMD) de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires para el año 2042, resultan US\$ 794,785.12, que sería el monto aproximado de la inversión para utilizar el Lago Cocibolca como fuente de abastecimiento para San Jorge y Buenos Aires. Dicho monto, supera dos o tres veces el monto de inversión que demanda una fuente de tipo subterráneo.

En términos cuantitativos y cualitativos, el Lago Cocibolca o de Nicaragua constituye una fuente estratégica segura y casi ilimitada para el abastecimiento futuro de agua potable, no solo de San Jorge y Buenos Aires, sino del país. Sin embargo, la variación estacional de sus niveles y la calidad de sus aguas, exigen obras de captación de cierta envergadura y sistemas de potabilización previos a su distribución para el consumo de la población, todo lo cual, implica grandes inversiones y altos costos de operación, que podrían resultar prohibitivos para pequeñas poblaciones como San Jorge y Buenos Aires.

7.1.2 Aguas subterráneas/Estudio Hidrogeológico

En el contexto de esta Fase II: Estudio de Factibilidad, Vielca/Decon ha llevado a cabo un estudio de las fuentes subterráneas potenciales, que reúnan las condiciones hidrogeológicas necesarias para satisfacer la demanda futura de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.

En el **Estudio Hidrogeológico**, se sustenta la alternativa de aprovechamiento de las aguas subterráneas, mediante la construcción de pozos profundos en un área al Noreste de la ciudad de Buenos Aires, cuyas condiciones hidrogeológicas garantizan en el largo plazo caudales suficientes para satisfacer la demanda de la población esperada en el horizonte de diseño 2022-2042.

Así mismo, en base a dicho estudio se han identificado sitios para el emplazamiento de pozos para el abastecimiento de San Jorge y Buenos Aires, sobre los cuales deberán realizarse posteriores análisis de detalle para su implantación, así como la valoración económica de la posible solución.

El área cubierta por el estudio hidrogeológico, corresponde a la microcuenca subterránea del río efímero denominada El Brujo. La microcuenca comprende sectores meridionales de los municipios de Potosí y Buenos Aires y fragmentos septentrionales del municipio de Rivas.

El drenaje natural de la micro cuenca estudiada, se efectúa a través de la quebrada El Brujo de corto recorrido, de régimen intermitente, sus cauces son poco profundos y angostos. Dicha microcuenca, ocupa una superficie de 17.6 Km², inicia su recorrido en las inmediaciones del extremo oriental de la carretera Panamericana Sur, sigue con rumbo Noreste y finalmente descarga las aguas colectadas en el Lago Cocibolca.

Al área objeto del estudio hidrogeológico (Microcuenca subterránea El Brujo), se le practicó un balance de aguas subterráneas. El área de dicha cuenca, tiene una extensión de 18 Km², que abarca bastante más allá del área de estudio del proyecto. El área de la cuenca estudiada se desarrolla entre las curvas topográficas 40 msnm (sectores orientales) y 200 msnm (sectores occidentales).

El balance de aguas subterráneas de la cuenca estudiada, se resume a continuación:

Tabla 23 Balance de aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo

A- Recargas, Entradas, Aportes o Aflujos	Mm ³
A-1 Percolación de lluvia	7.00
A-2 Flujo de retorno	0.87
Subtotal	7.87

B- Descargas, Salidas o desflujos	
B-1 Descarga por evapotranspiración desde el acuífero.	0
B-2 Extracciones con pozos	0.68
B-3 Escorrentía subterránea saliendo del área del balance y descargando en el lago Cocibolca	4.00
Subtotal	4.68
Discrepancia (Cambio de Almacenamiento)	3.19

De los resultados del balance de aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo, se desprenden las siguientes conclusiones:

La recarga total promedio que recibe el área de balance, es de 7.87 Mm³/año.

Actualmente, las extracciones totales con pozos en toda la microcuenca, es de 0.68 Mm³/año.

La escorrentía subterránea que sale del área del balance y se descarga en el lago Cocibolca, es de 4.00 Mm³/año.

El cambio de almacenamiento o discrepancia, es de 3.19 Mm³/año.

El rendimiento del acuífero se considera seguro, por lo tanto, podrá extraerse el caudal demandado anualmente y por un período de tiempo más allá del horizonte de diseño, sin producir daños indeseables, tales como descensos excesivos de los niveles de agua subterránea y desmejoramiento de la calidad físico-química de las aguas.

La disponibilidad de agua para desarrollo futuro es de 7.19 Mm³ /año, que resulta de restar de la recarga total las extracciones hechas con pozos.

Confrontando la disponibilidad del acuífero con la demanda de agua conjunta (CMD) de las ciudades de San Jorge (1.24 Mm³/año) y Buenos Aires (0.68 Mm³/año) para el año 2042, que es de 1.93 Mm³/año, se desprende que tal demanda se satisface plenamente con la disponibilidad de agua para desarrollo futuro de 7.19 Mm³ /año.

En el Estudio, se proponen pozos de 113.56 m³/h (500 gpm), con régimen de bombeo de 20 horas, para una producción diaria de 2,271.25 m³/día.

7.1.2.1 Demanda de agua potable proyectada y cantidad de pozos requeridos

En el capítulo 6, se presenta el cálculo de la demanda de agua potable por población y los caudales de diseño que deberá garantizar la fuente y que corresponde en todos los casos, al Consumo Máximo Día para el año 2042 (final del período de diseño), resultando para la ciudad de Buenos Aires 1,874.01 m³/d (21.69 l/s), 3,403.29 m³/d para San Jorge (39.39 l/s) y 5,277.31 m³/d (61.08 l/s) para las dos ciudades en conjunto.

Contrastando el caudal que deberá proveer la fuente (CMD 2042) en cada caso, con el

caudal esperada del pozo tipológico propuesto (2,271.20 m³/día), se estimó la cantidad de pozos requeridos para cada ciudad, resultando uno (1) para Buenos Aires, dos (2) para San Jorge y tres (3) para las dos ciudades en conjunto. Ver Tabla 24.

Tabla 24: Cálculo de número de pozos requeridos para satisfacer la demanda hasta el año 2042

Ciudad	Año	Población	Caudal demandado	Cantidad de pozos requeridos	Producción esperada	Déficit o Superávit
			m ³ /día	c/u	m ³ /día	m ³ /día
San Jorge	2022	8,487	2,077.06	1	2,271.20	194.19
	2032	10,864	2,658.79	2	4,542.40	1,883.71
	2042	13,907	3,403.52	2	4,542.40	1,138.88
Buenos Aires	2022	4,262	1,143.59	1	2,271.20	1,127.61
	2032	5,456	1,463.97	1	2,271.20	807.23
	2042	6,984	1,873.97	1	2,271.20	397.23
Ambas ciudades	2022	12,749	3,220.65	2	4,542.50	1,321.75
	2032	16,320	4,122.76	3	6,813.75	2,690.84
	2042	20,891	5,277.49	3	6,813.75	1,536.11

Nota: La producción esperada del pozo tipológico operando 20 horas/día, es de 2,271.20 m³/d.

7.1.2.2 Sitios identificados para el emplazamiento de pozos

Como resultado del estudio hidrogeológico, se localizaron tres (3) posibles sitios con potencial para el emplazamiento de igual número de pozos, no obstante, se desestimó el sitio potencial N° 3 por ser colineal con el sentido del flujo de las aguas subterráneas que es SW-NE y en su lugar, de común acuerdo con ENACAL PISASH, se utilizará el sitio del pozo existente denominado Chatilla N° 8, el cual para efectos del presente estudio, se denominará como sitio de Pozo Propuesto N° 3 (PP N° 3); con este cambio, todos los pozos propuestos estarán dispuestos de forma perpendicular al sentido de flujo de las aguas subterráneas. Los sitios se presentan en la Figura 15. Todos los pozos propuestos están ubicados a orillas de caminos de tierra, transitables en todo tiempo y con disponibilidad de energía eléctrica en sus proximidades.

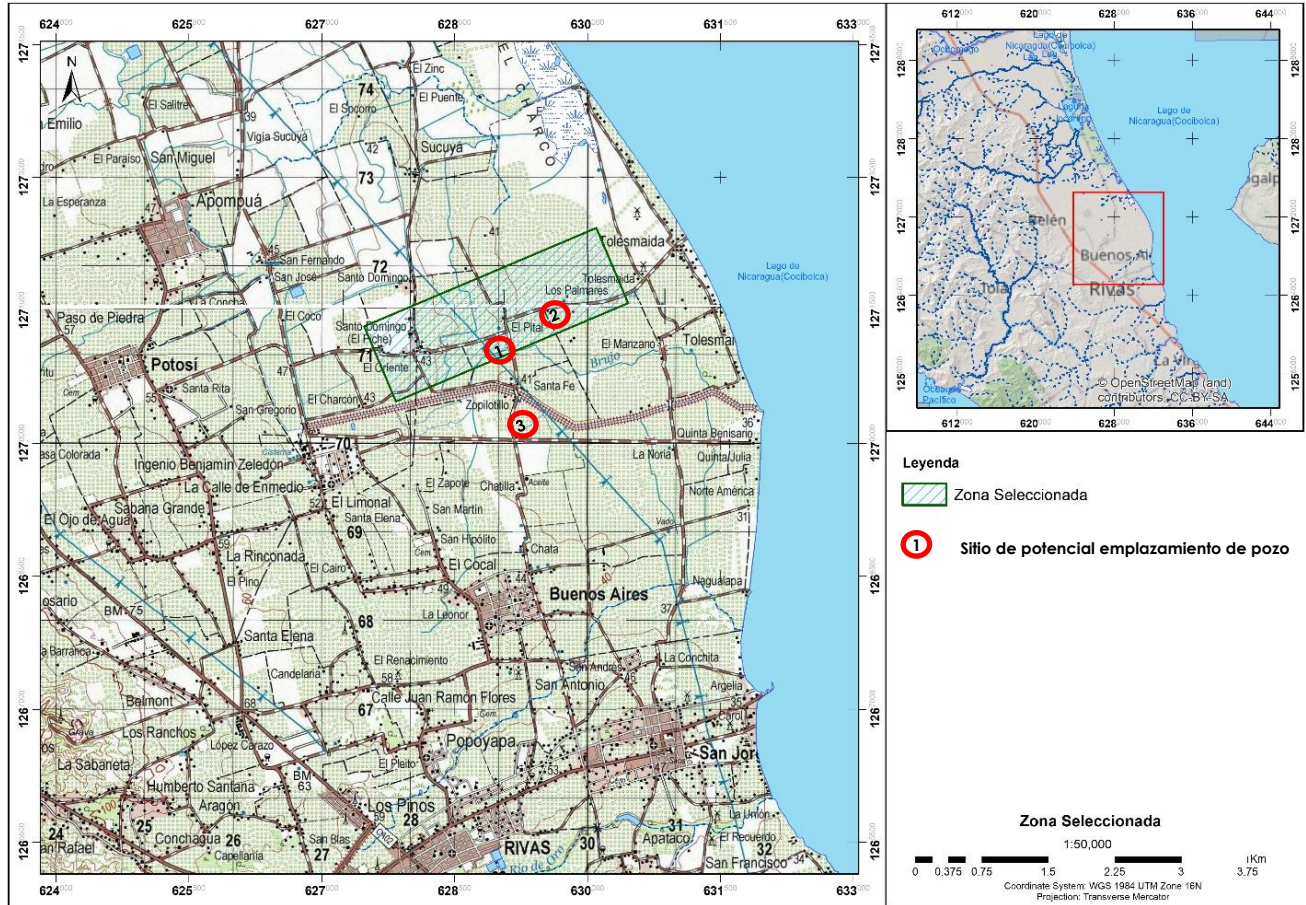
La zona seleccionada para emplazar los pozos mencionados, ocupa los sectores Noreste del área de Balance de aguas subterráneas, comprende los poblados rurales Santo Domingo, Santa Fe, El Pital y Los Palmares. Dicho campo se localiza a 3.74 Km de Buenos Aires, y 6.18 Km de San Jorge.

Los sitios identificados para emplazamiento de pozos son accesibles a través de camino de todo tiempo, sin revestimiento y en buen estado. Los sitios se localizan en medio de campos sembrados de caña el pozo propuestos N° 1, el pozo propuesto N° 2 se localiza en una pequeña finca destinada al cultivo de plátanos y el pozo propuesto N° 3 (Chatilla N° 8) en el campo de Pozos de Chatilla que es actualmente la fuente de abastecimiento de la ciudad de Rivas. El servicio de energía eléctrica no está disponible en los sitios de

pozos propuestos N° 1 y 2, en el recorrido se identificó a unos 800 m al Sur, del sitio propuesto N° 2.

Todos los pozos están localizados aguas arriba de los sitios potenciales de contaminación establecidos por la NTON 09 006 11, como son Gasolineras, Vertedero de desechos peligrosos y PTAR.

Figura 10: Zona seleccionada y sitios identificados para emplazamiento de pozos propuestos



Coordenadas de los tres sitios identificados para emplazamiento de pozos propuestos

Tabla 25 Coordenadas de sitios para emplazamiento de pozos y propietarios

N° Pozo	Coordenadas WGS84		Elevación (msnm)	Propietarios
	Este	Norte		
1	629120	1271047	45.20	CASUR
2	629621	1271528	43.52	Silvestre R. Paisano O.
3	629200	1270062	41.62	ENACAL

Profundidad de pozos propuestos

En la Tabla 25, se muestra el cálculo de las profundidades de perforación de los pozos propuestos, resultando de 56.0 m las profundidades para cada uno.

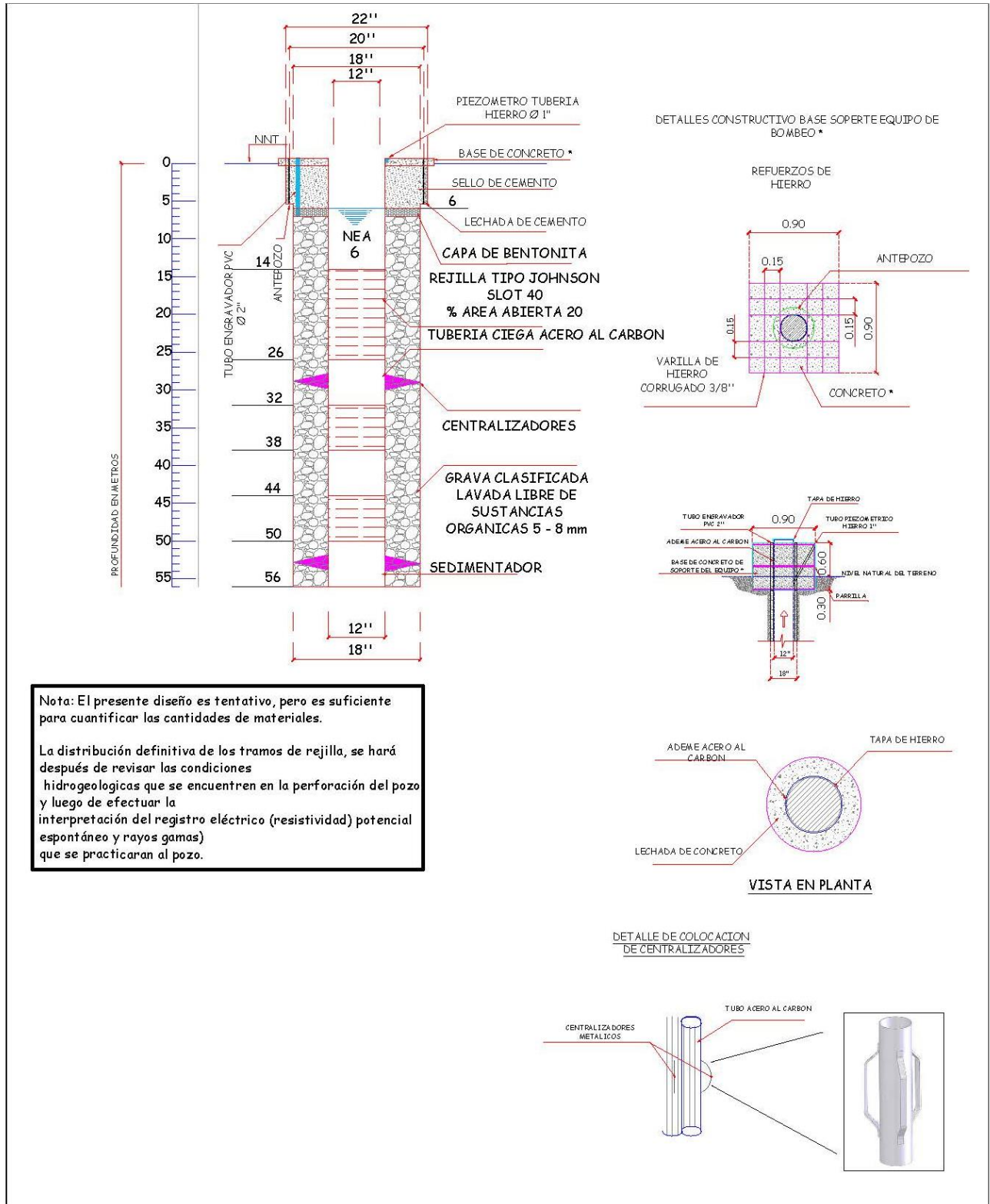
Tabla 26 Profundidades calculadas para pozos propuestos

A	Información Básica	Unidad	Pozos Propuestos		
			1	2	3
A.1.	Caudal de diseño	m ³ /h	114	114	114
A.2.	Diámetro tazón de la bomba adecuada para conseguir el caudal de diseño	pulgadas	8	8	8
A.3	Diámetro del revestimiento.	pulgadas	12	12	12
A.4	Diámetro del agujero	pulgadas	18	18	18
A.5	Espesor de la lámina de revestimiento	mm	9.53	9.53	9.53
A.6	Capacidad específica	m ³ /h/m	10	10	10
A.7	Producción x metro de rejilla instalada	m ³ /h/m	5	5	5
A.8	Descenso regional anual	m/año	0.2	0.2	0.2
A.9	Área abierta	%	16	16	16
A.10	Transmisividad	m ² /día	600	600	600
A.11	Coefficiente de almacenamiento		4.60E-02	4.60E-02	4.60E-02
A.12	Espesor saturado probado del acuífero	m	86	86	86
B	Componente de la Profundidad				
B.1.	Profundidad del agua subterránea	m	6	6	6
B.2.	Descenso provocado por el bombeo del caudal de diseño (s)	m	11	11	11
B.3.	Longitud neta de rejilla requerida para lograr el caudal de diseño	m	23	23	23
B.4.	Interferencia provocada por el bombeo de los pozos cercanos	m	0	0	0
B.5.	Fluctuación estacional	m	0.89	0.89	0.89
B.6.	Descenso regional esperado al final de la vida útil del pozo (25 años)	m/año	5.75	5.75	5.75
B.7.	Descenso adicional por desecación parcial de acuífero	m			
B.8.	Espesor total de las capas dentro de las zonas saturadas conteniendo materiales finos (limo, arcilla, polvo y ceniza volcánica).	m			
B.9.	Sumergencia de la bomba	m	3	3	3
B.10.	Depósito sedimentador	m	6	6	6
	Profundidad Calculada		56	56	56
	Longitud Columna de Bomba				

A	Información Básica	Unidad	Pozos Propuestos		
			1	2	3
	Longitud Calculada		24	24	24

En la Figura siguiente, se muestra el diseño preliminar del pozo tipológico propuesto.

Figura 11: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto



7.2 Alternativas de Sistemas de Agua Potable propuestas

En el estudio de conceptualización de alternativas de AP de San Jorge y Buenos Aires, aprobado por ENACAL-PISASH, se han considerado dos (2) alternativas de solución técnica para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, identificadas así:

Alternativa 1: Dos acueductos independientes. Esta alternativa consiste en mantener el esquema actual, con acueductos independientes para cada ciudad, con su propia fuente de abastecimiento (nueva) y demás elementos (almacenamiento y red de distribución), tal y como funcionan en la actualidad.

Alternativa 2: Un acueducto regional. Esta alternativa consiste en utilizar una fuente de abastecimiento común que satisfaga la demanda proyectada de ambas ciudades; línea de conducción (impulsión) común y con esquema de operación como dos subsistemas independientes (uno por cada ciudad), cada uno con su propia infraestructura de almacenamiento y distribución.

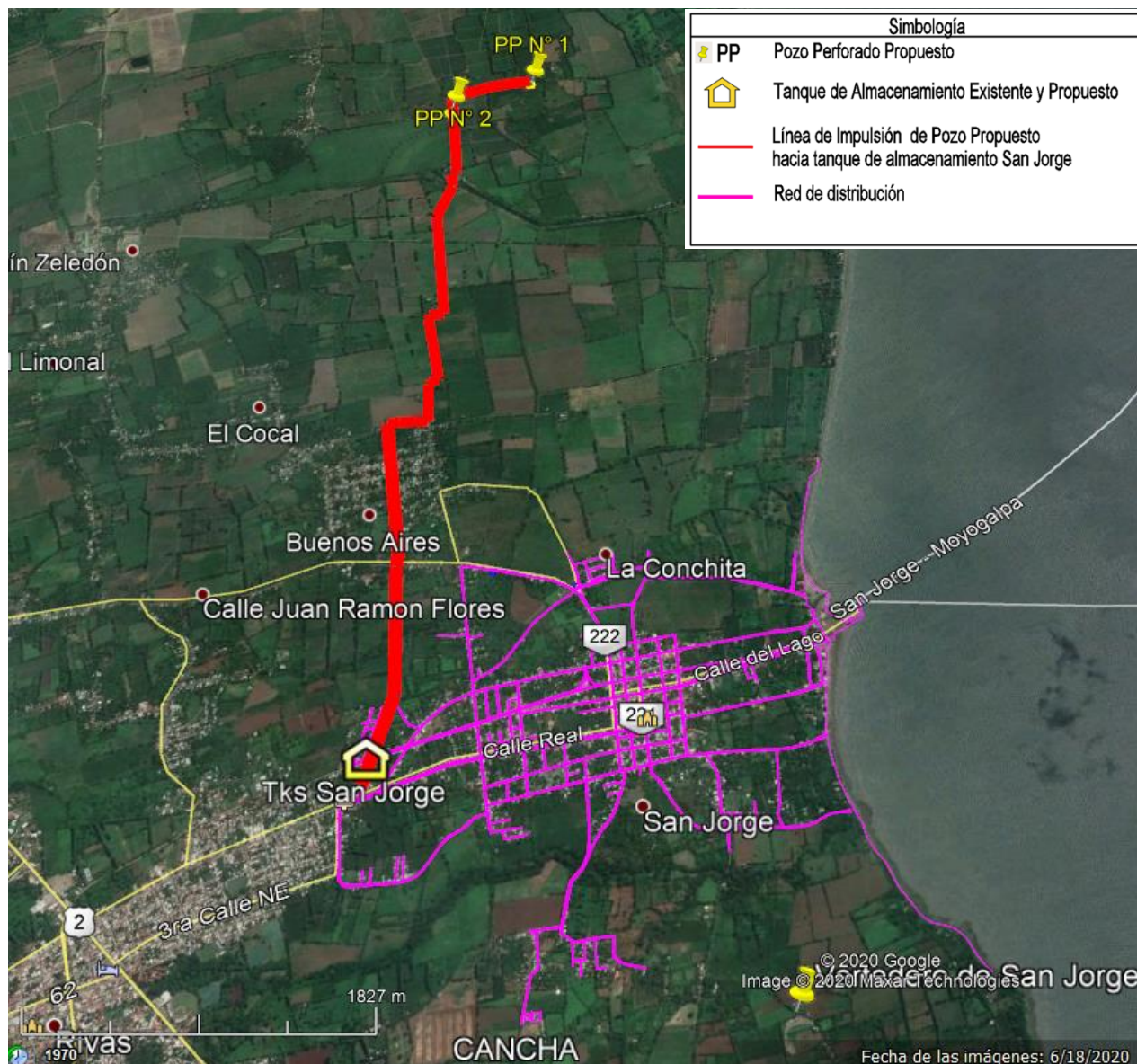
La descripción y dimensionamiento de las alternativas mencionadas, se desarrolla en los siguientes apartados, Habiéndose definido que, la fuente de abastecimiento a proponer (Premisa 1), será de tipo subterráneo, con la cantidad de pozos requeridos para el abastecimiento de cada acueducto ya determinados, e identificados los sitios para emplazamiento de los mismos, y por otra parte, conociéndose los resultados del diagnóstico de la infraestructura existente susceptible de continuar utilizándose (Premisa 2) a lo largo del horizonte del proyecto (años 2022 – 2042), más el esquema de operación: Fuente – Tanque – Red, planteado de antemano en la Premisa 3, el siguiente paso fue configurar los Acueductos Independientes para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, que constituyen la Alternativa 1 y se describen y dimensionan en los siguientes apartados.

7.2.1 Alternativa 1: Acueductos Independientes

7.2.1.1 Sistema de agua potable de San Jorge

La configuración del acueducto independiente propuesto para San Jorge, obedece al esquema de operación: Fuente – Tanque – Red, según se muestra en la Ilustración siguiente.

Figura 12: Alternativa 1: Acueducto independiente de San Jorge



Fuente:

Se aprovecharán las aguas subterráneas de la zona con base a los resultados del estudio de fuentes y de manera particular, a lo indicado en el Estudio Hidrogeológico realizado. De acuerdo a los cálculos de demanda proyectada y la capacidad de los pozos propuestos (31.54 l/s = 500 gpm c/u), se requeriría la construcción de dos (2) pozos perforados.

Los pozos propuestos, denominados PP N° 1 (coordenadas UTM 16N 629120E y 1271047N) y PP N° 2 (coordenadas UTM 16N 629621E y 1271528N), estarían localizados en el municipio de Buenos Aires, al Norte del actual campo de pozos de Chatilla y la longitud comprendida entre el pozo más distante (Pozo propuesto N° 1) y los Tanques de almacenamiento de San Jorge, es de 6,277.60 m.

Línea de Impulsión/Conducción:

Para conducir el caudal ($4,542.49 \text{ m}^3/\text{d} = 52.57 \text{ l/s}$) desde los pozos hasta el sitio de tanques de almacenamiento de San Jorge, se requerirá de una línea de impulsión de 6.27 Km de longitud.

Utilizando la fórmula de Bresse para el predimensionamiento económico, analizando los resultados de los cálculos de pérdidas y velocidades de operación para los diámetros comerciales inmediatos, y tomando en consideración lo indicado en la NTON 09003-99, numeral 7.11.4, que indica textualmente "En líneas por bombeo se debe procurar que la velocidad no exceda de 1.50 m/s" resultaron dos tramos, así:

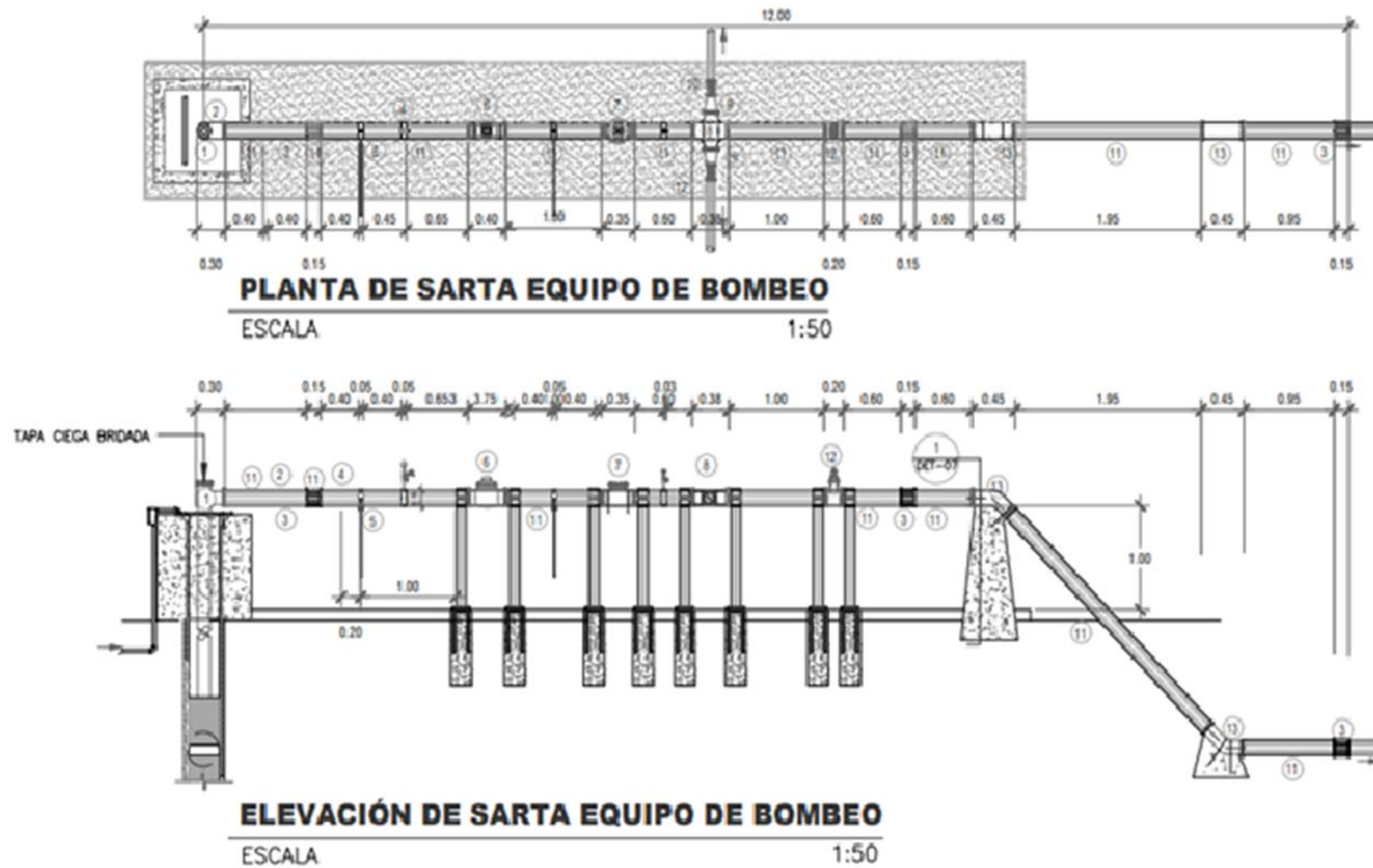
- Un primer tramo de línea comprendido entre el PP N° 1 al PP N° 2, con una longitud de 924.45 m, conduciendo un caudal de 31.54 l/s (500 gpm), con tubería de Hierro Fundido Dúctil (HFD) de 200 mm (8") de diámetro.
- El segundo tramo, comprendido entre el PP N° 2 y los tanques de almacenamiento, con una longitud de 5,353.09 m, conduciendo un caudal de 63.09 l/s (1000 gpm), con tubería de Hierro Fundido Dúctil (HFD) de 250 mm (10") de diámetro.

Véase cálculos de Línea de Impulsión San Jorge Alternativa 1, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad SJ.

Estaciones de Bombeo:

Para impulsar el caudal extraído por los PP-1 y PP-2 hasta los Tanques de almacenamiento de San Jorge, cada pozo estará dotado de un conjunto bomba – motor con sus controles eléctricos y demás elementos hidráulicos para la operación y control del pozo. Ver Sarta de pozos en Figura 18. Cada estación de bombeo tendrá capacidad de impulsar su caudal a través de la línea de impulsión y descargarlo en los tanques de San Jorge en la elevación 79.24 msnm (elevación del terreno + altura de torre + altura del Tanque + 5.0 m de carga libre).

Figura 13: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos



N°	DESCRIPCIÓN
1	TEE 200 mm
2	VALVULA DE AIRE Y VACION DE 25 mm
3	UNION DRESSER 200 mm
4	MANÓMETRO
5	ACOPLE DE CLORACIÓN 25 mm
6	MEDIDOR DE AGUA 200 mm
7	VALVULA DE CHECK 200 mm
8	CRUZ HFD 200 mm
9	REDUCTOR 200 mm x 150 mm
10	VALVULA DE ALIVIO 150 mm
11	NIPLE 200 mm
12	VALVULA DE COMPUERTA 200 mm
13	CODO 45° X 200 mm

Con todos los datos de pozos, línea de impulsión y altura de descarga, se realizaron los cálculos elementales para determinar la potencia de los equipos de bombeo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 27 Potencia de equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión de San Jorge

Concepto	Pozo N°		Línea de Impulsión	
	1	2	PP-1 a PP-2	PP-2 a TK S. Jorge
Caudal (gpm)	500	500	500	1,000
Diámetro de conducción (plg)			200 mm (8")	250 mm (10")
Longitud de línea de impulsión a Tanques existente y propuesto (m)			924.45	5,353.09
CTD (m)	112.71	108.93		
Potencia calculada (HP)	74.81	72.30		

Véase cálculos de Potencia de equipos de bombeo de la Alternativa 1: San Jorge, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad SJ, Cálculos de pozos y L. Impulsión.

Estaciones de Cloración

De acuerdo a los estudios hidrogeológicos y los resultados de las analíticas de calidad del agua proporcionadas por ENACAL PISASH y las realizadas por El Consultor, la calidad de las aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo, se clasifican de excelentes a buenas y son idóneas para consumo humano, requiriendo únicamente tratamiento de desinfección.

La desinfección propuesta es mediante la inyección de cloro gas al flujo de descarga de cada pozo; se considera que debe mantenerse cloro residual en aproximadamente 0.2 mg/l (2/10 ppm) después de diez (10) minutos de tiempo de contacto y se supone que el agua de los pozos demanda unos 0.3 mg/l (3/10 ppm) durante diez (10) minutos, de modo que la suma de la demanda más el cloro residual, para el caso 0.5 mg/l (5/10 ppm), representa la dosis mínima de cloro requerida para procurar el tratamiento de la misma. De tal manera que se requiere 500 mg/1,000 l = 0.5 g para tratar un m³ de agua.

El caudal esperado en cada pozo, de acuerdo a las estimaciones hidrogeológicas, es del orden de 113.56 m³/h (≈ 31.5 l/s) y se ha recomendado un régimen de operación de 20 horas/día, es decir una producción de 2,271.2 m³/d que requieren para su tratamiento 1,135.6 gramos/día (1.13 kg/día ≈ 56.78 g/h). La dosis estimada se encuentra dentro del rango para suministrar cloro gas por medio de un cilindro vertical con capacidad de 50 - 70 kg con una sola salida, que a 21°C (temperatura mínima de operación rutinaria) puede dispensar hasta 3 kg/hora, por tanto, es factible usar ese tipo de contenedor.

Se propone el empleo de un dosificador de cloro de vacío, equipado con equipo de bombeo auxiliar de 0.5 HP para realizar la succión de cloro e inyección de la mezcla cloro – agua en el flujo de descarga del pozo (sarta). A continuación, la Figura a continuación, muestra un esquema del dispositivo de cloración propuesto.

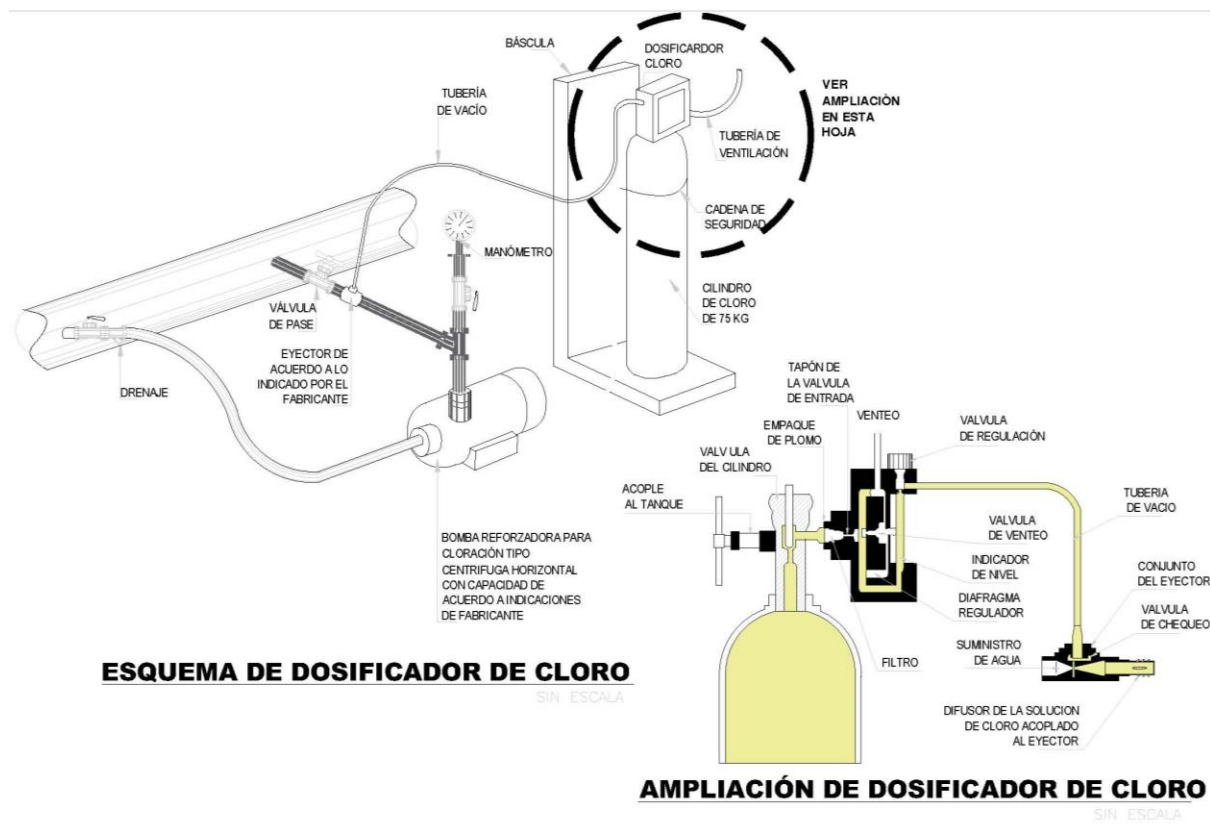


Figura 14: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto

Véase cálculos de dosificación teórica de cloro para la Alternativa 1: San Jorge, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad SJ, Cálculo de demanda de cloro.

Modelación de Línea de Impulsión y EB del Acueducto de San Jorge

En base al diseño tipológico de los pozos, su profundidad y distancias al sitio de Tanque existente y propuesto de San Jorge, se realizó un modelo hidráulico en WaterGEMS para corroborar el cálculo de los diámetros de las líneas de impulsión y de la potencia necesaria para bombear los caudales de diseño en cada caso. A continuación, se presentan los resultados:

En el modelo, cada pozo fue representado como un embalse con elevación igual a la elevación de succión del equipo de bombeo, luego un equipo de bombeo y su línea de descarga y conexión a la línea de impulsión hasta los Tanques existente y propuesto de San Jorge.

En cuanto al material a emplear para la conducción se ha optado por canalizaciones de Hierro Fundido Dúctil (HFD), puesto que, sus características se ajustan a las necesidades del proyecto con relación a los diámetros, las presiones de trabajo y los fenómenos transitorios que pueden ocurrir a lo largo de toda la vida útil de la Línea de Impulsión.

Debido al caudal unitario que se puede extraer de cada pozo, se plantea el funcionamiento de los equipos de bombeo durante 20 horas al día, el caudal que deberá impulsar cada equipo de bombeo será de 31.54 l/s (500 gpm). Del modelo de cada alternativa, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 15: EB de Pozos propuestos N° 1 y 2 más Línea de impulsión a Tanques de San Jorge

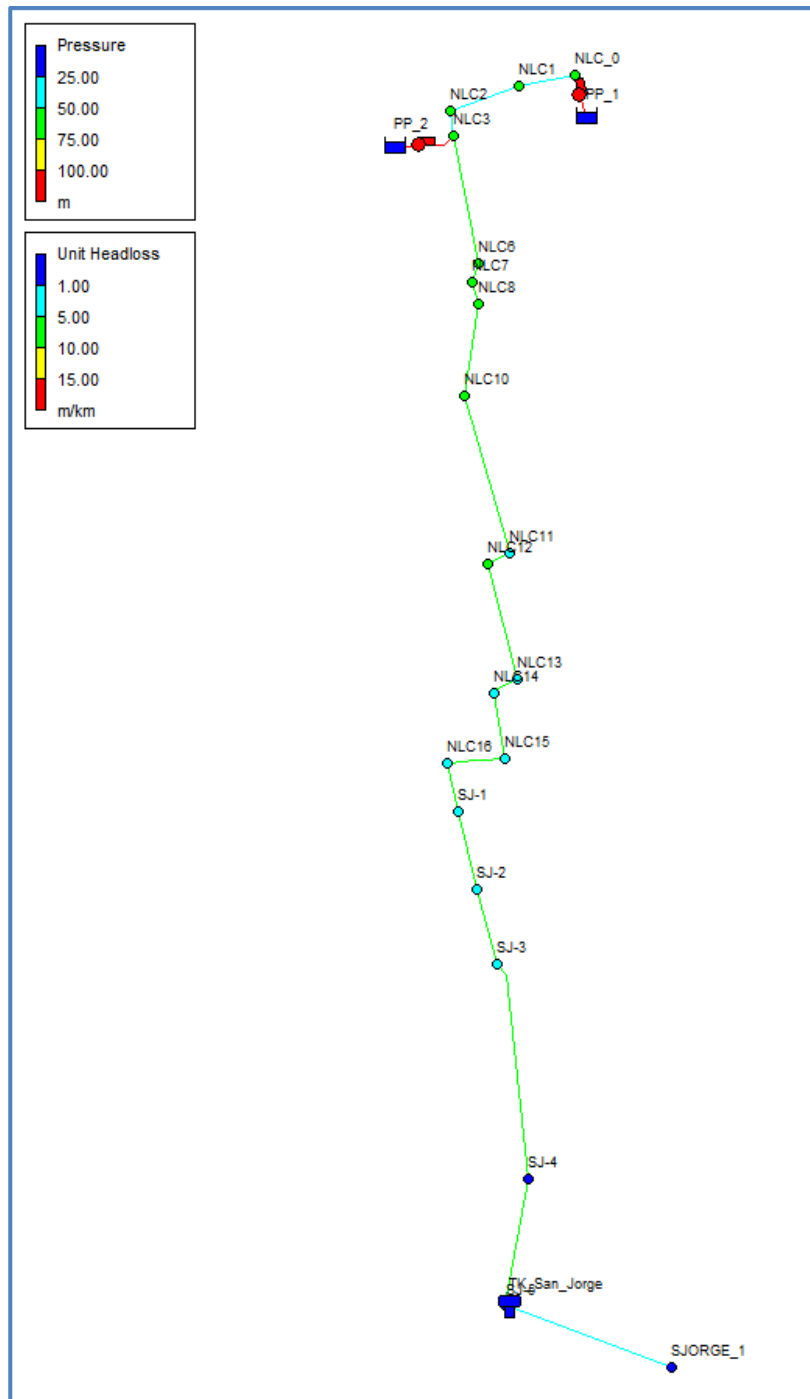


Tabla 28: Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión EB PP N° 1 y 2 a Tanques Jorge

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe LC1	246.02	200	31.54	1.00	5.47
Pipe LC2	315.98	200	31.54	1.00	5.47
Pipe LC3	111.99	200	31.54	1.00	5.47
Pipe LC6	561.67	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC7	85.64	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC8	100.00	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC9	403.72	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC10	737.17	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC11	102.23	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC12	523.23	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC13	120.15	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC14	288.88	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LC15	420.41	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_1	221.99	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_2	340.09	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_3	464.96	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_4	858.37	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_5	534.07	250	63.09	1.29	6.65
Pipe LSJ_6	20.00	250	63.09	1.29	6.65
Pipe 18	100.00	300	65.65	0.93	2.26
Pump BOMB_PP1			31.54	0	-125.54
Pump BOMB_PP_2			31.54	0	-120.18

Tabla 29: Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión EB PP N° 1 y 2 a Tanques San Jorge

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Junc NLC1	44.99	0	112.08	66.95
Junc NLC3	45.00	0	109.74	64.61
Junc NLC6	43.56	0	106	62.32
Junc NLC7	42.59	0	105.43	62.72
Junc NLC8	37.71	0	104.77	66.92
Junc NLC10	42.40	0	102.08	59.56
Junc NLC11	45.89	0	97.18	51.18
Junc NLC12	40.38	0	96.49	56.00
Junc NLC13	43.41	0	93.01	49.50
Junc NLC14	47.07	0	92.21	45.05
Junc NLC15	38.21	0	90.29	51.98
Junc NLC_0	44.80	0	113.42	68.49
Junc NLC16	40.84	0	87.49	46.56
Junc SJ-1	48.00	0	86.02	37.94
Junc SJ-2	55.32	0	83.75	28.38
Junc SJ-3	49.80	0	80.66	30.80
Junc SJORGE_1	57.26	65.65	71.03	13.75
Junc NLC2	51.50	0	110.35	58.73
Junc SJ-4	50.83	0	74.95	24.07
Junc SJ-5	55.77	0	71.39	15.59
Resvr PP_1	(12.12)	-31.54	-12.12	-
Resvr PP_2	(10.44)	-31.54	-10.44	-
Tank TK_San_Jorge	57.26	-2.56	71.26	13.97

Véase Modelo hidráulico para la Línea de Impulsión Alternativa 1: San Jorge, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, MODELOS HIDRÁULICOS, LINEAS DE IMPULSION, L_IMPULSION ALT 1: L_IMPULSION_SJ_2042_ALT_1.

Almacenamiento:

El acueducto de San Jorge cuenta con subsistema de almacenamiento conformado por dos tanques de acero sobre torre uno de 151.41 m³ (40,000 galones) y otro de 378.54 m³ (100,000 galones.), cuya capacidad conjunta es de 529.95 m³ (140,000 galones), en la Fase de diagnóstico se comprobó que la capacidad de almacenamiento instalada es inferior a la demanda actual y, por lo tanto, se requerirá ampliar dicha capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de almacenamiento de agua.

El estado físico general de los tanques se considera bueno, pero requieren ser rehabilitados para continuar utilizándolos por un período igual al horizonte de diseño. La localización y elevación de dichos tanques, le permite servir por gravedad a toda la red de distribución de la ciudad. Por todo lo anterior, se contempla rehabilitar la

infraestructura de almacenamiento existente y continuar utilizándola durante todo el período del proyecto.

Habiéndose estimado la población futura de San Jorge hasta el final del período de diseño (año 2042), y proyectado la demanda de agua potable para dicha población, finalmente se calculó la demanda de almacenamiento para el acueducto de San Jorge para el mismo año 2042, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 30 Estimación de la demanda de almacenamiento del acueducto de San Jorge al año 2042.

AÑO = 2042		CPD =	2,269.01 m ³ /día	Almacenamiento
Vol. compensador =	25 % del CPD =		567.25	567.25 m ³
Vol. Eventualidades =	15 % del CPD =		340.35	340.35 m ³
Incendio:	1 toma de (16 l/s x 3.6) x 2 h = [m ³]			115.2 m ³
Volumen de Almacenamiento requerido =				1,022.81 m³

270,197 Galones

Véase cálculos de demanda de Almacenamiento para la Alternativa 1: San Jorge, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad SJ: POB_DEMANDA y QxNodos_SJ_2042 Subs 2.

Contrastando la demanda de almacenamiento al año 2042 (1,022.81 m³ = 270,197 galones) versus la capacidad existente (529.95 m³ = 140,000 galones), se identifica un déficit de 492.86 m³ (130,199.83 galones).

En vista que la infraestructura de almacenamiento existente la conforman dos Tanques de acero sobre torre, uno de 151.41 m³ (40,000 galones) y el otro de 378.54 m³ (100,000 galones), debido a las dimensiones del predio y la población circundante en los linderos, no se considera apropiado construir un tercer tanque para completar la capacidad requerida.

En consecuencia, se propone la Rehabilitación del Tanque existente de mayor capacidad (378.54 m³ = 100,000 galones), la Desinstalación del Tanque existente de menor capacidad (151.41 m³ = 40,000 galones) y la Construcción de un nuevo Tanque de almacenamiento elevado de 644.26 m³ (170,197 Galones) de capacidad.

Conocido el Volumen del nuevo Tanque (644.26 m³), y usando la relación Diámetro/Altura = 1.1, o sea, Diámetro = 1.1 Altura, se despeja la Altura de la fórmula del Volumen de un cilindro ($V = \text{Área} \times \text{Altura}$), resultando un tanque de 8.79 m de altura y 9.67 m de diámetro. Considerando un borde libre de 0.45 m, **las dimensiones finales del tanque propuesto resultan de 9.24 m de altura y 9.67 m de diámetro**. El nuevo tanque tendría una altura de torre de 7.75 m, igual al Tanque existente de 100,000 galones que será rehabilitado.

Red de distribución:

Para dimensionar la ampliación y reforzamiento de la red de distribución del acueducto, se utilizó el software WaterGems y se configuró un modelo hidráulico con sus diferentes componentes, a saber: Pozos, Línea de Impulsión, Tanque de almacenamiento y Red de

distribución, gobernada por el Tanque de almacenamiento, que funcionara como Distribuidor de caudales y presiones, en función de su altura.

Al configurarse el Acueducto para funcionar bajo el esquema Fuente – Tanque – Red, las Alternativas 1 y 2, serán iguales a partir del Tanque de almacenamiento hasta la red de distribución, constituyéndose la fuente y la Línea de Impulsión en los elementos diferenciadores entre una alternativa y otra.

Por lo anterior, el modelo hidráulico de la red de distribución del Acueducto de San Jorge, será igual para cualquiera de las Alternativas propuestas, puesto que los caudales y presiones a distribuir en la red, estarán gobernados por el mismo depósito elevado en cualquiera de las alternativas.

La siguiente etapa del análisis, se centra en estudiar el comportamiento hidráulico de la infraestructura de distribución propuesta, frente a las diferentes condiciones de demanda. Para ello, se utilizó el software WaterGems, que permite integrar en una sola base de datos la información relativa a cada acueducto o subsistema de operación.

Las condiciones de análisis incluyen:

- i. Consumo Máxima Hora, con disponibilidad de agua en el tanque a la mitad de su altura;
- ii. Consumo de Máximo Día con incendio concentrado en un nodo; y
- iii. Sin consumo y con tanque lleno para observar las máximas presiones.

Los resultados de la modelación de la red de distribución constituyen escenarios que generan una serie de parámetros de interés tales como niveles estáticos, velocidades, pérdidas de carga, presiones, caudales circulantes, niveles de tanque, todos los cuales permiten optimizar las redes y adecuarlas para que funcionen de manera eficiente a lo largo del horizonte de diseño y ante las diferentes condiciones de operación que puedan presentarse.

Distribución territorial de la demanda

La distribución territorial de la demanda, Inicia con la definición del área de estudio, delimitando las áreas de cobertura existentes, así como aquellas hasta donde deberán ampliarse las redes para servir a poblaciones actuales sin servicio o poblaciones en futuras áreas de crecimiento habitacional.

Definida el área de estudio, se identificaron los barrios, repartos, sectores y comunidades que la conforman y con los resultados del Catastro de viviendas y población realizado por Vielca/Decon durante la Fase de diagnóstico, se cuantificó la población actual, la cual se proyectó, para conocer el tamaño de la población futura hasta el final del horizonte de diseño (año 2042).

La población proyectada hacia el año final del horizonte de diseño (2042) se distribuyó en el territorio que actualmente ocupan y en las áreas de expansión futura que presenta

cada ciudad y sus comunidades periurbanas, en donde se identificaron proyectos actuales y futuros de lotificaciones, urbanizaciones e infraestructura pública que está proyectado a construirse en el transcurso del período de diseño del proyecto.

En las Tablas 31 y 32, se muestra la población proyectada por cada barrio o sector y en total del área de estudio de cada ciudad, para el año 2042, final del período de diseño.

La población total proyectada al año 2042 en el área de estudio resultó de 13,907 habitantes para San Jorge.

Caudales de demanda

Definida la población actual y futura para de la ciudad, se procedió a calcular la demanda. En las tablas siguientes se presenta la proyección de la demanda por cada barrio de la ciudad para el año 2042 (final del período de diseño).

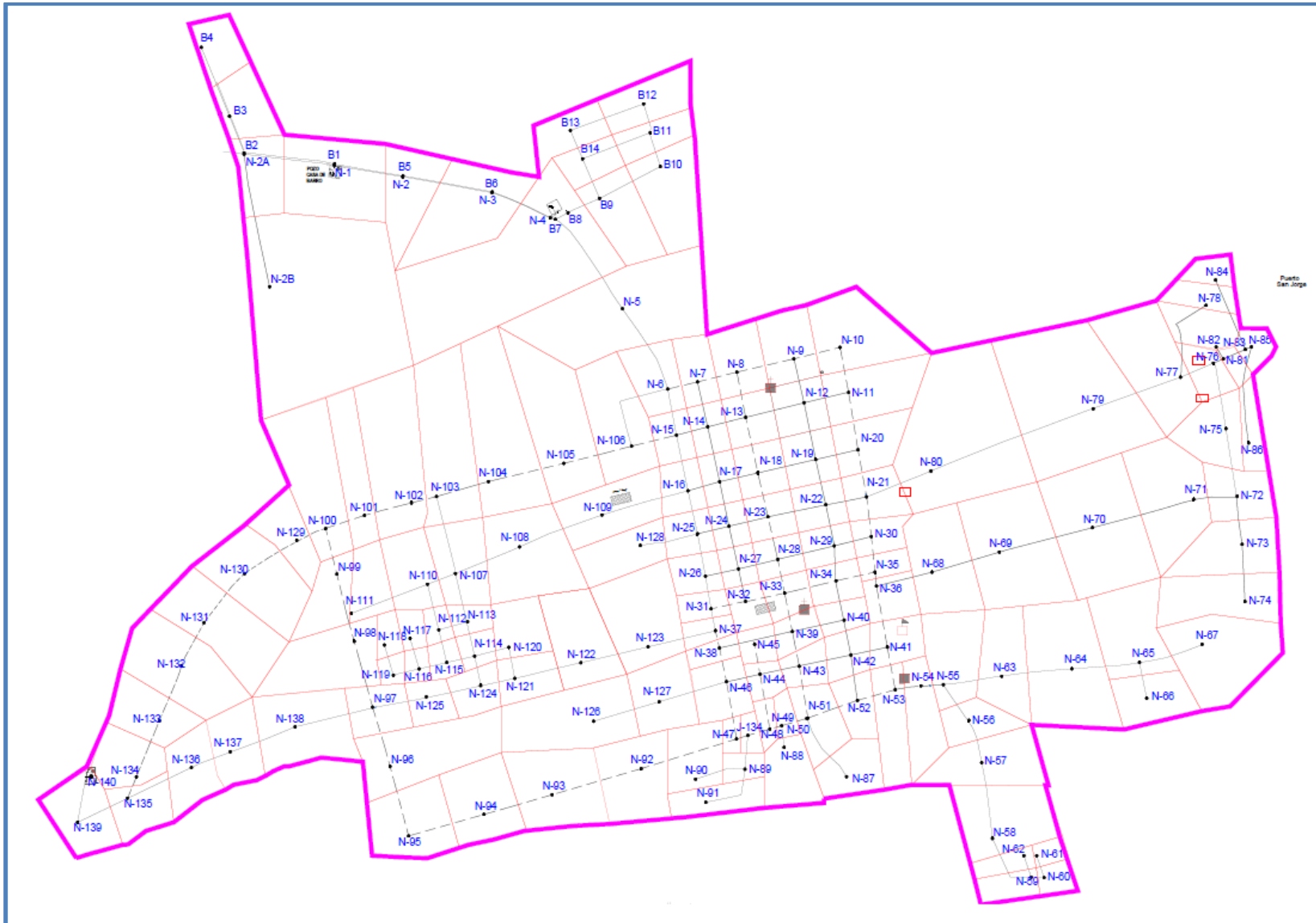
Tabla 31 Proyección de demanda de agua potable en barrios y sectores de la ciudad de San Jorge al año 2042

Barrios y sectores de la ciudad	Población	Demanda (l/s)		
		Promedio	Máx. día	Máx. hora
Calle Mercedes	1,317	2.49	3.73	6.22
Cruz de España	1,560	2.95	4.42	7.36
El Progreso	1,431	2.70	4.05	6.76
Santa Carlota	754	1.42	2.14	3.56
Jorge Camargo	859	1.62	2.43	4.06
Jorge Cubillo	205	0.39	0.58	0.97
Roberto Alvarado	532	1.00	1.51	2.51
Ramón López	1,164	2.20	3.30	5.50
Julio Buitrago	1,293	2.44	3.66	6.10
Arlen Siu	647	1.22	1.83	3.05
El Lago	601	1.13	1.70	2.84
19 de Julio	1,308	2.47	3.70	6.17
San Antonio	532	1.00	1.51	2.51
Nicarao Cali	654	1.23	1.85	3.09
Apataco	1,050	1.98	2.97	4.96
Total, San Jorge + Apataco	13,907	26.26	39.39	65.65

Distribución de caudales en la red

Definida el área, la población a servir y la demanda promedio de la ciudad, se procedió a distribuir la demanda entre los nodos, los que se establecieron según la distribución espacial de la población, para ello, se utilizaron polígonos de Thiessen. En la Figura 20, se muestran los polígonos de Thiessen correspondientes a los nodos de consumo de la red de distribución y seguidamente en la Tabla 31 se muestra la distribución de la demanda por nodos.

Figura 16: Nodos que conforman la red de distribución de San Jorge



La tabla a continuación, se presenta la distribución de caudales (consumo promedio) en los diferentes nodos que conforman la red de distribución de San Jorge.

Tabla 32 *Distribución de caudales en nodos de la red de distribución de San Jorge*

ID	Área	Población	Caudal (l/s)
	Ha		
N-1	3.74	0	0
N-10	3.04	167	0.316
N-100	3.74	113	0.214
N-101	2.03	62	0.116
N-102	4.78	145	0.274
N-103	4.72	143	0.270
N-104	4.68	142	0.268
N-105	4.26	129	0.244
N-106	3.09	94	0.177
N-107	2.05	62	0.118
N-108	3.52	107	0.202
N-109	2.49	75	0.142
N-11	2.35	129	0.244
N-110	1.75	53	0.100
N-111	1.25	38	0.071
N-112	0.49	93	0.175
N-113	0.56	107	0.202
N-114	0.58	111	0.210
N-115	0.54	104	0.195
N-116	0.39	75	0.141
N-117	0.48	91	0.172
N-118	0.48	92	0.174
N-119	0.35	66	0.125
N-12	1.21	67	0.126
N-120	1.89	362	0.684
N-121	1.23	60	0.114
N-122	2.59	86	0.162
N-123	3.25	107	0.203
N-124	1.01	50	0.094
N-125	0.89	44	0.083
N-126	3.64	121	0.228
N-127	1.97	65	0.123
N-128	1.73	330	0.624
N-129	1.53	83	0.157
N-13	1.79	98	0.186
N-130	3.24	177	0.334

ID	Área	Población	Caudal (l/s)
	Ha		
N-131	3.46	189	0.357
N-132	3.54	193	0.365
N-133	1.89	103	0.195
N-134	1.68	56	0.105
N-135	1.43	78	0.147
N-136	1.73	94	0.178
N-137	1.70	93	0.175
N-138	3.16	173	0.326
N-139	2.04	111	0.210
N-14	0.88	53	0.101
N-15	0.92	28	0.052
N-16	1.08	33	0.062
N-17	0.87	53	0.099
N-18	1.20	84	0.159
N-19	1.29	90	0.171
N-2	2.72	58	0.109
N-20	1.67	117	0.222
N-21	1.33	74	0.140
N-22	1.08	76	0.144
N-23	0.99	70	0.132
N-24	0.75	45	0.085
N-25	0.97	59	0.111
N-26	0.90	55	0.103
N-27	0.69	42	0.079
N-28	0.88	62	0.117
N-29	0.91	51	0.095
N-2A	1.72	0	
N-2B	2.75	59	0.111
N-3	3.65	78	0.147
N-30	0.87	48	0.091
N-31	0.63	38	0.072
N-32	0.76	46	0.087
N-33	0.87	61	0.115
N-34	0.94	66	0.125
N-35	0.58	32	0.060
N-36	1.05	108	0.203
N-37	0.58	35	0.066
N-38	0.58	19	0.036
N-39	0.77	79	0.149
N-4	9.32	198	0.375

ID	Área	Población	Caudal (l/s)
	Ha		
N-40	0.71	72	0.137
N-41	1.77	182	0.343
N-42	0.96	98	0.186
N-43	0.81	83	0.156
N-44	0.60	20	0.037
N-45	0.60	20	0.037
N-46	1.46	48	0.092
N-47	0.30	10	0.019
N-48	0.41	13	0.025
N-49	0.40	13	0.025
N-5	6.55	139	0.263
N-50	0.88	0	
N-51	0.62	63	0.119
N-52	1.05	108	0.203
N-53	1.74	178	0.336
N-54	1.68	172	0.325
N-55	2.29	69	0.130
N-56	1.79	54	0.101
N-57	2.46	74	0.139
N-58	2.99	90	0.169
N-59	0.79	24	0.045
N-6	1.59	48	0.091
N-60	0.52	16	0.029
N-61	0.36	11	0.020
N-62	0.59	18	0.034
N-63	2.15	64	0.122
N-64	4.59	138	0.260
N-65	2.79	84	0.158
N-66	1.99	60	0.112
N-67	3.73	112	0.211
N-68	2.97	89	0.168
N-69	4.83	145	0.273
N-7	1.75	106	0.200
N-70	5.27	158	0.299
N-71	3.52	106	0.199
N-72	1.57	36	0.069
N-73	2.83	65	0.124
N-74	2.51	58	0.110
N-75	1.83	42	0.080
N-76	0.93	21	0.040

ID	Área	Población	Caudal (l/s)
	Ha		
N-77	3.50	81	0.153
N-78	0.84	19	0.037
N-79	7.81	181	0.341
N-8	1.62	89	0.169
N-80	7.63	537	1.014
N-81	0.34	8	0.015
N-82	1.81	42	0.079
N-84	0.59	14	0.026
N-85	0.58	14	0.026
N-86	0.85	20	0.037
N-87	1.47	150	0.284
N-88	1.59	53	0.099
N-89	0.55	18	0.034
N-9	1.74	96	0.181
N-90	1.67	55	0.104
N-91	1.83	60	0.114
N-92	2.84	94	0.178
N-93	3.21	158	0.298
N-94	2.59	127	0.240
N-95	2.83	139	0.263
N-96	3.58	176	0.332
N-97	1.87	102	0.192
N-98	3.00	164	0.309
N-99	1.50	45	0.086
N-10	3.72	109	0.206
N-11	1.40	41	0.077
N-12	2.30	67	0.127
N-13	1.01	30	0.056
N-14	0.53	15	0.029
N-15	0.99	29	0.055
N-16	1.31	38	0.072
N-17	1.29	38	0.071
N-18	1.54	45	0.085
N-19	1.05	31	0.058
N-2	1.31	38	0.072
N-20	2.09	61	0.116
N-3	0.66	19	0.036
N-4	2.40	70	0.133
N-5	3.21	94	0.178
N-6	2.94	86	0.163

ID	Área	Población	Caudal (l/s)
	Ha		
N-7	3.42	100	0.189
N-8	2.55	75	0.141
N-9	2.17	63	0.120
B9	2.79	159	0.300
B10	2.67	153	0.289
B11	1.78	102	0.193
B12	1.81	104	0.196
B13	1.35	77	0.145
B14	1.03	59	0.111
B5	Aducción a Barrio Nicaraocali		
B6	Aducción a Barrio Nicaraocali		
B7	Aducción a Barrio Nicaraocali		
B8	Aducción a Barrio Nicaraocali		
Total, General	325.20	13,907.00	26.26

Véanse cálculos de distribución de la demanda por nodos para la Alternativa 1: San Jorge, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad SJ: POB_DEMANDA y QxNodos_SJ_2042 Subs 2.

Modelación hidráulica Red de distribución

Creado el modelo hidráulico de la Red de distribución y alimentado con los datos de demanda y elevación en cada nodo, así como longitudes, diámetros y material de tuberías en los tramos, más los datos de elevación y carga de los tanques de almacenamiento, que para efectos del modelo se representan como un solo tanque, se procedió a simular las diferentes condiciones de operación, que permitieron dimensionar la red y verificar su óptimo funcionamiento ante cada solicitud de consumo.

Como resultado de la modelación se obtuvo una red de distribución optimizada, que se traduce en la siguiente propuesta:

- Reemplazar 8.38 Km de tubería AC por tubería PVC de varios diámetros.
- Reemplazar 14.24 Km de tubería de diferente material, por tubería PVC SDR 26, por ampliación de diámetros.
- Instalar 4.61 Km de tubería PVC de 50 MM (2"), 75 mm (3") y 100 mm (4") por ampliación de la red.

Sectorización de la Red de distribución

Para optimizar y controlar el funcionamiento de la red de distribución, se definieron tres (3) sectores, cada uno con su propia Unidad Operativa de Control (UOC), distribuida de la siguiente manera:

- El área urbana de San Jorge se dividió en dos sectores (Norte y Sur), teniendo como límite la carretera de acceso principal que lleva hasta el puerto de San Jorge, esto divide la red en un sector Norte y un sector Sur, cada uno con su UOC localizada la del Sector Sur en la carretera de acceso principal y la del Sector Norte en la intersección de la 5ta Ave. NO con la carretera de acceso a San Jorge.
- El tercer sector con su respectiva UOC corresponde a Apataco y estará localizada 5.0 m antes de la intersección de la 2da Ave. SO con el camino a Apataco.

En la siguiente tabla se detallan los datos de cada Sector operativo de la red:

Tabla 33: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de San Jorge

Sector	Caudal (l/s)	Población	Conex Domiciliares
S. Sur	14.785	7,830	1,771
S.Norte	9.493	5,027	1,137
Apataco	1.983	1,050	238
Totales	26.262	13,907	3,146

Resumen de las Obras propuestas para la Alternativa 1: Acueducto Independiente San Jorge

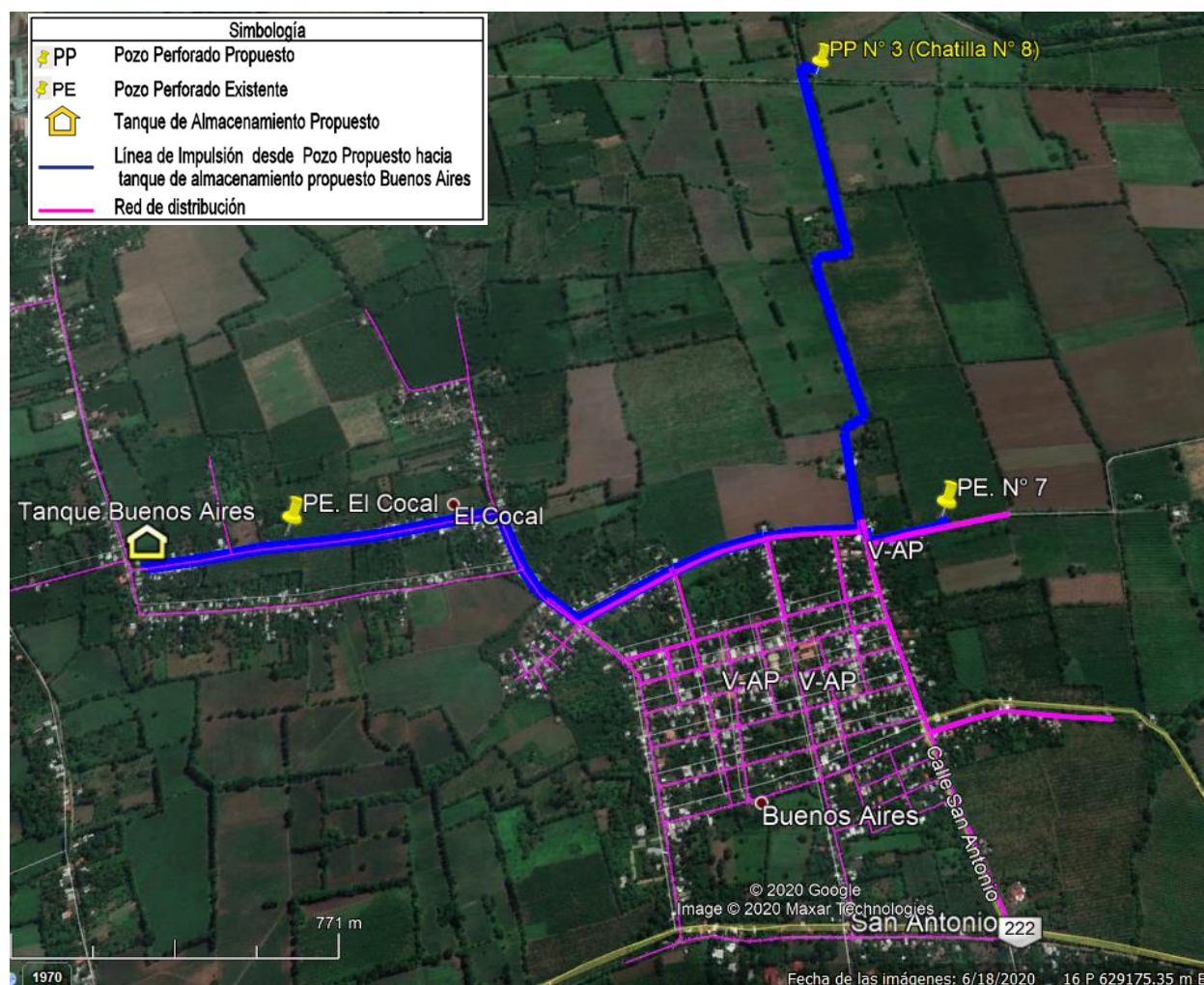
- **Fuente:** Dos pozos perforados (PP N° 1: coordenadas UTM 16N 629120E y 1271047N y PP N° 2: coordenadas UTM 16N 629621E y 1271528N) con caudal esperado de 500 gpm (31.54 l/s) cada uno.
- **Línea de Impulsión:** 6.27 Km de tubería HFD, dividida en dos tramos: el primero de 200 mm (8") de diámetro y 0.92 Km de longitud y el segundo de 250 mm (10") y 5.35 Km de longitud.
- **Estaciones de bombeo:** Dos estaciones de bombeo, dotadas con equipos de bomba y motor de 74.81 y 72.30 HP respectivamente, más el equipamiento de controles eléctricos y estructuras hidráulicas para monitoreo y control de la operación de cada pozo.
- **Estaciones de cloración:** Dos estaciones para desinfección del agua a distribuir, mediante aplicación de cloro gas con dosificación al vacío.
- **Almacenamiento:** Rehabilitación de Tanque existente de 378.54 m³ (100,000 galones), desinstalación de Tanque existente de 151.41 m³ (40,000 galones) y construcción de un nuevo Tanque elevado de 644.26 m³ (170,197 Galones) de capacidad.

- **Red de distribución:** Instalación de 27.23 Km de tubería PVC SDR 26 de diferentes diámetros, por reemplazo de material, por ampliación de diámetros y por ampliación de la red y tres (3) UOC para el control operativo de los tres sectores en que fue dividida la red de distribución.
- **Conexiones domiciliarias:** Instalación de 1,318 nuevas conexiones domiciliarias a lo largo del horizonte de diseño del Proyecto, para totalizar 3,146 conexiones entre nuevas y existentes, que darán cobertura al 100% de la población proyectada para el año 2042 (final del período de diseño), que corresponde a 13,907 habitantes.

7.2.1.2 Sistema de agua potable de Buenos Aires

La configuración del acueducto independiente propuesto para Buenos Aires, obedece al esquema de operación: Fuente – Tanque – Red, según se muestra en la ilustración siguiente.

Figura 17: Alternativa 1: Acueducto de Buenos Aires



Fuente:

Se aprovecharán las aguas subterráneas de la zona con base a los resultados del estudio de fuentes y de manera particular, a lo indicado en el Estudio Hidrogeológico realizado. De acuerdo a los cálculos de demanda proyectada y la capacidad de los pozos propuestos (31.54 l/s = 500 gpm c/u), se requeriría la construcción de un (1) nuevo pozo perforado.

Los pozos existentes BA N° 7 y N° 8 (EL Cocal), serían rehabilitados y mantenidos en operación aportando ambos un caudal de 11.89 l/s (188.48 gpm), lo que sumaría al caudal del nuevo pozo como caudal adicional.

El pozo propuesto denominado como PP N° 3 estaría localizado en el municipio de Buenos Aires, en las coordenadas UTM (16N) 629200 E y 1270062 N, al Norte del actual campo de pozos de Chatilla y dentro del predio de pozo conocido como Chatilla N° 8, pero independiente del pozo Chatilla N° 8. La longitud comprendida entre el Pozo propuesto N° 3 y el sitio de Tanque propuesto de Buenos Aires, es de 3,769.51 m.

Línea de Impulsión/Conducción:

Para conducir el caudal (2,721.2 m³/d = 31.5 l/s) desde el PP N° 3 hasta el sitio del Tanque propuesto de Buenos Aires, se requerirá de una Línea de Impulsión de 3.77 Km de longitud y utilizando la fórmula de Bresse para el predimensionamiento económico, resultó un diámetro de 200 mm (8"). Adicional, a dicha línea de impulsión inyectarán sus caudales los pozos existentes BA N° 7 y BA N° 8 (El Cocal), mediante dos tramos, que resultaron así:

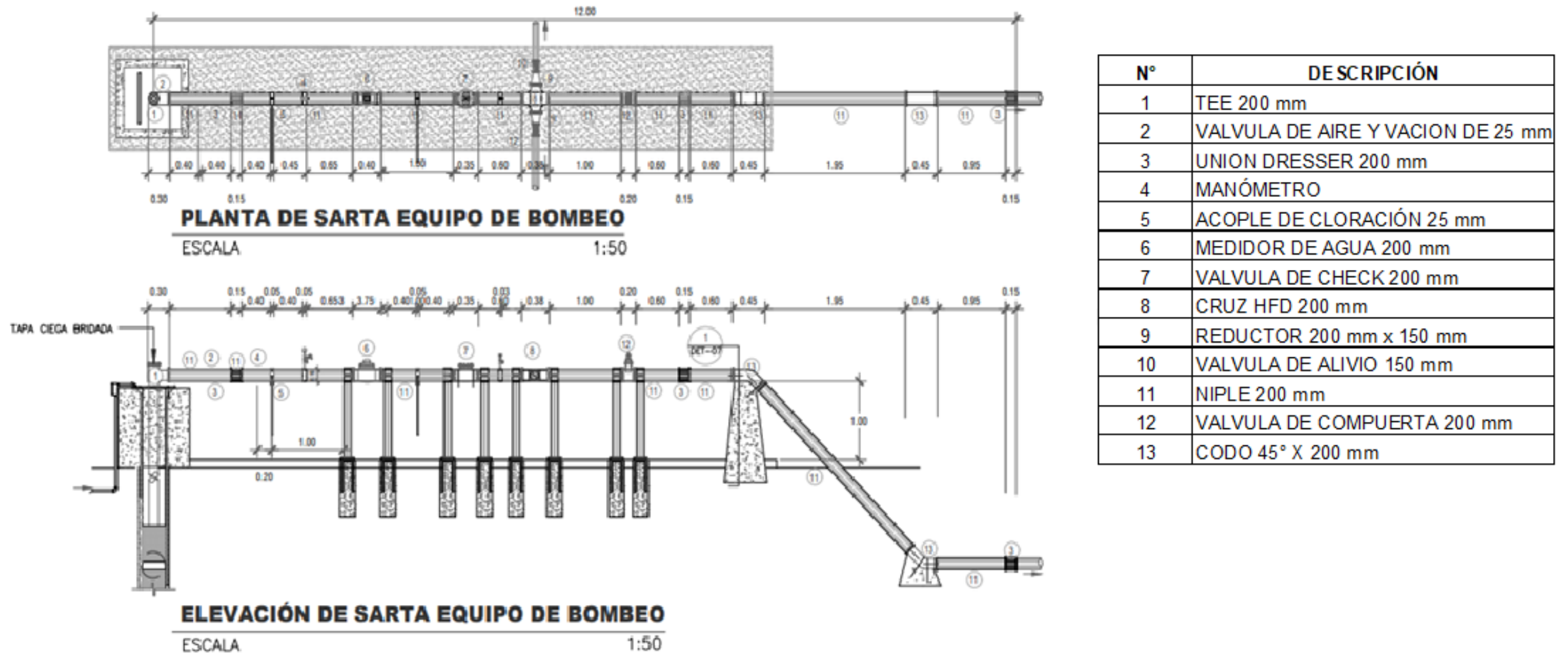
- Un tramo de línea comprendido entre el pozo BA N° 7 y la línea de impulsión del PP N° 3, con una longitud de 261.76 m, con tubería HFD de 150 mm (6") de diámetro.
- Un tramo de línea comprendido entre el pozo BA N° 8 y la línea de impulsión del PP N° 3, con una longitud de 32.5 m, con tubería HFD de 100 mm (4") de diámetro.

Véase cálculos de Línea de Impulsión Buenos Aires Alternativa 1, en Anexo N° 2: Diseño hidráulico y modelación, Memoria de Cálculos hidráulicos, Factibilidad BA.

Estaciones de Bombeo:

Para impulsar el caudal extraído por los PP-3 y los existentes BA N° 7 y N° 8 hasta el Tanque de almacenamiento propuesto de Buenos Aires, cada pozo estará dotado de un conjunto bomba – motor con sus controles eléctricos y demás elementos hidráulicos para la operación y control del pozo, los equipos de bombeo de los pozos existentes serían sustituidos y sus estaciones de bombeo rehabilitadas. Ver Sarta de pozos en figura siguiente. Cada estación de bombeo tendrá capacidad de impulsar su caudal a través de la línea de impulsión y descargarlo en la elevación 80.77 msnm (elevación del terreno + altura de torre + altura del Tanque + 5.0 de carga libre).

Figura 18: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos



Con todos los datos de pozos, línea de impulsión y altura de descarga, se realizaron los cálculos elementales para determinar la potencia de los equipos de bombeo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 34 Potencia de los equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión de Buenos Aires

Concepto	Pozo P. N° 3	Pozo E. N° 7	Pozo E. N° 8
Caudal (gpm)	500	133.14	55.16
Diámetro de conducción (plg)	200 mm (8")	150 mm (6")	100 mm (4")
Longitud de línea de impulsión a Tanque (m)	3,788.01	2,118.91	187.00
CTD (m)	99.66	89.26	71.09
Potencia calculada (HP)	66.14	15.78	5.21

Estaciones de Cloración

De acuerdo a los estudios hidrogeológicos y los resultados de las analíticas de calidad del agua proporcionadas por ENACAL PISASH y las realizadas por El Consultor, la calidad de las aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo, se clasifican de excelentes a buenas y son idóneas para consumo humano, requiriendo únicamente tratamiento de desinfección.

La desinfección propuesta es mediante la inyección de cloro gas al flujo de descarga de cada pozo; se considera que debe mantenerse cloro residual en aproximadamente 0.2 mg/l (2/10 ppm) después de diez (10) minutos de tiempo de contacto y se supone que el agua de los pozos demanda unos 0.3 mg/l (3/10 ppm) durante diez (10) minutos, de modo que la suma de la demanda más el cloro residual, para el caso 0.5 mg/l (5/10 ppm), representa la dosis mínima de cloro requerida para procurar el tratamiento de la misma. De tal manera que se requiere $500 \text{ mg/l}, 1,000 \text{ l} = 0.5 \text{ g}$ para tratar un m^3 de agua.

El caudal esperado en el pozo PP-3, de acuerdo a las estimaciones hidrogeológicas, es del orden de $113.56 \text{ m}^3/\text{h}$ ($\approx 31.5 \text{ l/s}$) y se ha recomendado un régimen de operación de 20 horas/día, es decir una producción de $2,271.2 \text{ m}^3/\text{d}$ que requieren para su tratamiento $1,135.6 \text{ gramos/día}$ ($1.13 \text{ kg/día} \approx 56.78 \text{ g/h}$). La dosis estimada se encuentra dentro del rango para suministrar cloro gas por medio de un cilindro vertical con capacidad de 50 - 70 kg con una sola salida, que a 21°C (temperatura mínima de operación rutinaria) puede dispensar hasta 3 kg/hora, por tanto, es factible usar ese tipo de contenedor.

Se propone el empleo de un dosificador de cloro de vacío, equipado con equipo de bombeo auxiliar de 0.5 HP para realizar la succión de cloro e inyección de la mezcla cloro – agua en el flujo de descarga del pozo (sarta). A continuación, se muestra un esquema del dispositivo de cloración propuesto.

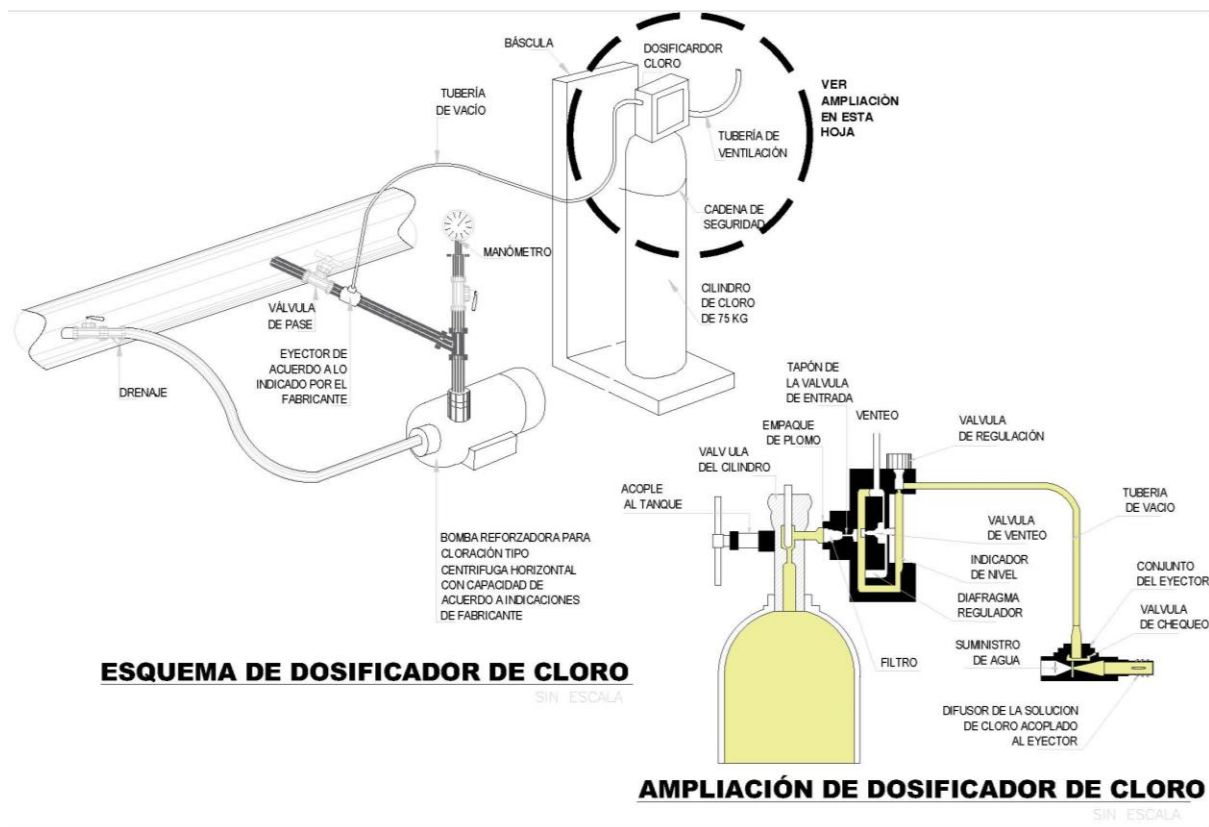


Figura 19: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto

Modelación de Línea de Impulsión y EB del Acueducto de Buenos Aires

En base al diseño tipológico de los pozos, su profundidad y distancias al sitio de Tanque propuesto para Buenos Aires, se realizó un modelo en WaterGEMS para corroborar el cálculo de los diámetros de la línea de impulsión y la potencia necesaria para impulsar los caudales de diseño hasta la elevación de carga del Tanque propuesto. A continuación, se presentan los resultados:

En el modelo, el pozo fue representado como un embalse con elevación igual a la elevación de succión del equipo de bombeo, luego un equipo de bombeo con las características calculadas y su línea de Impulsión hasta el tanque propuesto de Buenos Aires.

En cuanto al material a emplear para la conducción se ha optado por canalizaciones de Hierro Fundido Dúctil (HFD) debido a que sus características se ajustan a las necesidades del proyecto con relación a los diámetros y las presiones de trabajo.

Debido al caudal unitario que se puede extraer del pozo propuesto, se plantea el funcionamiento por 20 horas al día, el caudal que deberá impulsar el equipo de bombeo será de 31.54 l/s (500 gpm). Del modelo de cada alternativa, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 20: Alternativa 1: EB de PP N° 3, BA N° 7 y N° 8 y Línea de impulsión a Tanque Buenos Aires

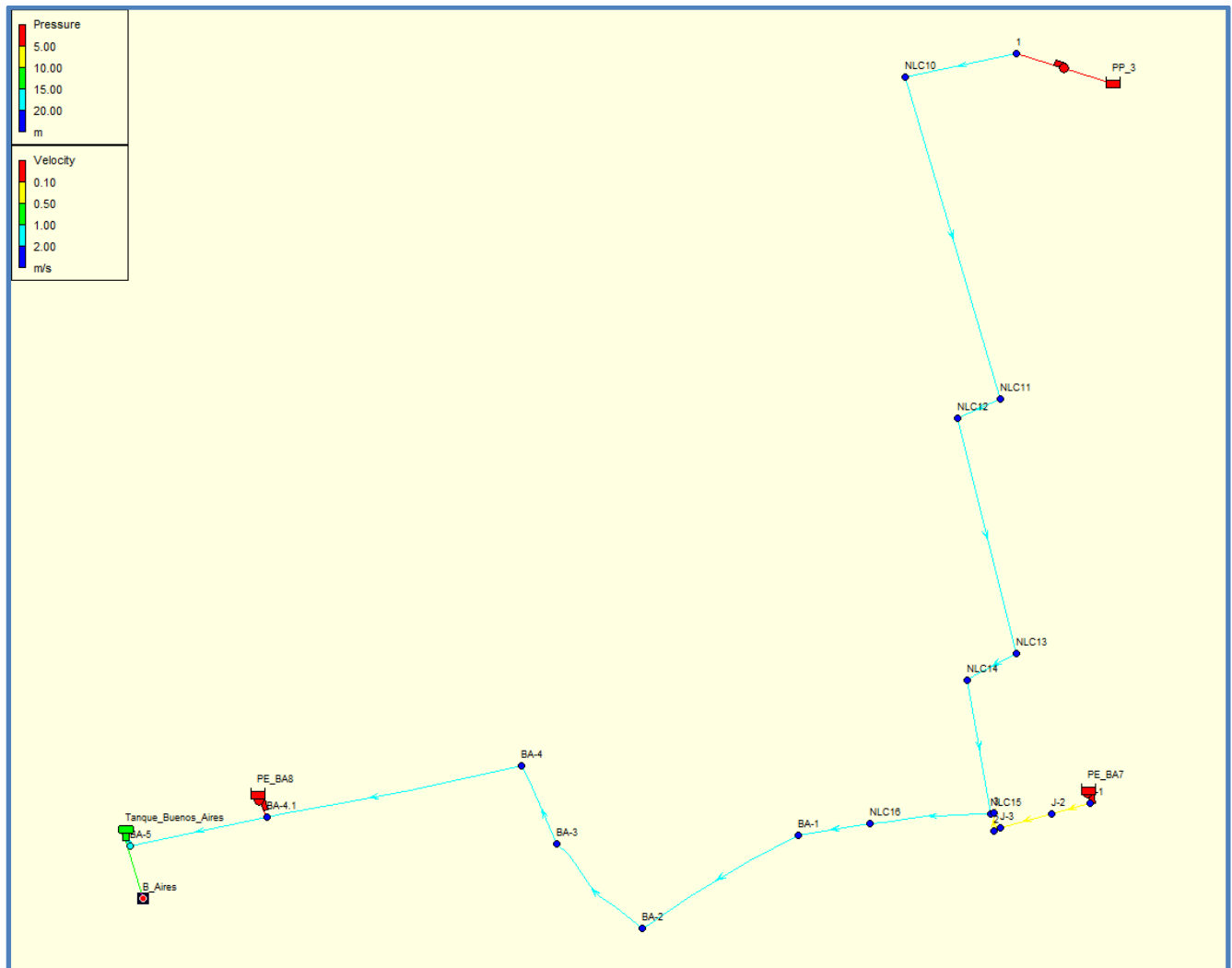


Tabla 35: Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión EB PP N° 3, BA N° 7 y BA N° 8 a Tanque Buenos Aires.

ID Línea	Longitud	Díámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe LBA-6	37.00	200	42.21	1.34	7.19
Pipe LBA-5	550.50	200	38.74	1.23	8.00
Pipe LBA-4	151.29	200	38.74	1.23	8.00
Pipe LBA-3	259.63	200	38.74	1.23	8.00
Pipe LBA-2	389.13	200	38.74	1.23	8.00
Pipe 2B	112.73	150	8.30	0.47	1.87
Pipe 1B	87.98	150	8.30	0.47	1.87
Pipe LC13	120.15	200	30.44	0.97	5.12
Pipe LC10	737.17	200	30.44	0.97	5.12
Pipe LC11	102.23	200	30.44	0.97	5.12
Pipe LC12	523.23	200	30.44	0.97	5.12
Pipe LC14	288.88	200	30.44	0.97	5.12
Pipe LC15	420.41	200	38.74	1.23	8.00
Pipe LBA-1	155.95	200	38.74	1.23	8.00
Pipe 2	50.00	200	30.44	0.97	5.12
Pipe 4	21.19	150	8.30	0.47	1.87
Pipe 5	34.95	150	8.30	0.47	1.87
Pipe 8	150.00	200	42.21	1.34	9.38
Pipe 9	50.00	250	36.15	0.74	1.82
Pipe 1	5.00	150	8.30	0.47	1.87
Pump BA_PE_8			3.47	0.00	-85.26
Pump BA_PE_7			8.30	0.00	-97.40
Pump BOMB_PP_3			30.44	0.00	-112.13

Tabla 36 Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión EB PP N° 3, BA N° 7 y BA N° 8 a Tanque Buenos Aires

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Junc BA-5	53.50	0.00	71.97	18.43
Junc BA-4	42.00	0.00	77.78	35.70
Junc BA-3	45.93	0.00	78.99	32.99
Junc BA-2	45.81	0.00	81.06	35.18
Junc BA-1	40.81	0.00	84.17	43.28
Junc B_Aires	53.50	36.15	71.61	18.07
Junc J-1	37.51	0.00	89.27	51.66
Junc J-2	42.52	0.00	89.11	46.50
Junc J-3	41.43	0.00	88.90	47.37
Junc NLC10	41.62	0.00	97.85	56.12
Junc NLC11	45.89	0.00	94.08	48.09
Junc NLC12	40.38	0.00	93.56	53.07

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Junc NLC13	43.41	0.00	90.88	47.37
Junc NLC14	47.07	0.00	90.26	43.11
Junc NLC15	38.21	0.00	88.78	50.47
Junc NLC16	40.84	0.00	85.42	44.49
Junc 1	41.62	0.00	98.11	56.37
Junc 2	40.37	0.00	88.86	48.39
Junc 3	38.21	0.00	88.79	50.48
Junc BA-4.1	52.75	0.00	73.37	20.58
Resvr PE_BA8	-11.89	-3.47	-11.89	0.00
Resvr PE_BA7	-8.13	-8.30	-8.13	0.00
Resvr PP_3	-14.02	-30.44	-14.02	0.00
Tank Tanque_Buenos_Aires	56.70	6.06	71.70	14.97

Almacenamiento:

El acueducto de Buenos Aires, no cuenta con subsistema de almacenamiento, por lo tanto, se calculó la demanda de almacenamiento para el final del período de diseño (año 2042).

Demanda de Almacenamiento

Habiéndose estimado la población futura de Buenos Aires hasta el final del período de diseño (año 2042), y proyectado la demanda de agua potable para dicha población, seguidamente se calculó la demanda de almacenamiento para el acueducto de Buenos Aires para el mismo año 2042, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 37 Estimación de la demanda de almacenamiento del acueducto de Buenos Aires al año 2042.

AÑO = 2042		CPD =	2,269.01 m ³ /día	Almacenamiento
Vol. compensador =	25 % del CPD =		312.33	312.33 m ³
Vol. Eventualidades =	15 % del CPD =		187.40	187.40 m ³
Incendio:	1 toma de (9 l/s x 3.6) x 2 h = [m ³]			64.80 m ³
Volumen de Almacenamiento requerido =				564.52 m³

149,132 Galones

Subsistema de Almacenamiento propuesto

La demanda de almacenamiento del acueducto de Buenos Aires para el año 2042 resultó de 564.52 m³ (149,132 galones), por lo tanto, se propone la construcción de un tanque elevado sobre torre de 564.52 m³ (149,132 galones) de capacidad.

Conocido el Volumen del nuevo Tanque (564.52 m³), y usando la relación Diámetro/Altura

= 1.1, o sea, Diámetro = 1.1 Altura, se despeja la Altura de la fórmula del Volumen de un cilindro ($V = \text{Área} \times \text{Altura}$), resultando un tanque de 8.41 m de altura y 9.25 m de diámetro. Considerando un borde libre de 0.45 m, **las dimensiones finales del tanque propuesto resultan de 8.90 m de altura y 9.25 m de diámetro**. El nuevo tanque tendría una altura de torre de 10.00 m.

Red de distribución:

Para dimensionar la ampliación y reforzamiento de la red de distribución del acueducto, se utilizó el software WaterGems y se configuró un modelo hidráulico con sus diferentes componentes, a saber: Pozos, Línea de Impulsión, Tanque de almacenamiento y Red de distribución, gobernada por el Tanque de almacenamiento, que funcionara como **Distribuidor de caudales y presiones, en función de su altura**.

Al configurarse el Acueducto para funcionar bajo el esquema Fuente – Tanque – Red, las Alternativas 1 y 2, serán iguales a partir del Tanque de almacenamiento hasta la red de distribución, constituyéndose la fuente y la Línea de Impulsión en los elementos diferenciadores entre una alternativa y otra.

Por lo anterior, el modelo hidráulico de la red de distribución del Acueducto de Buenos Aires, será igual para cualquiera de las alternativas propuestas, puesto que los caudales y presiones a distribuir en la red, estarán gobernados por el mismo depósito elevado en cualquiera de las alternativas.

La siguiente etapa del análisis, se centra en estudiar el comportamiento hidráulico de la infraestructura de distribución propuesta, frente a las diferentes condiciones de demanda. Para ello, se utilizó el software WaterGems, que permite integrar en una sola base de datos la información relativa a cada acueducto o subsistema de operación.

Las condiciones de análisis incluyen:

- i. Consumo Máxima Hora, con disponibilidad de agua en el tanque a la mitad de su altura;
- ii. Consumo de Máximo Día con incendio concentrado en un nodo; y
- iii. Sin consumo y con tanque lleno para observar las máximas presiones.

Los resultados de la modelación de la red de distribución constituyen escenarios que generan una serie de parámetros de interés tales como niveles estáticos, velocidades, pérdidas de carga, presiones, caudales circulantes, niveles de tanque, todos los cuales permiten optimizar las redes y adecuarlas para que funcionen de manera eficiente a lo largo del horizonte de diseño y ante las diferentes condiciones de operación que puedan presentarse.

Distribución territorial de la demanda

La distribución territorial de la demanda, Inicia con la definición del área de estudio, delimitando las áreas de cobertura existentes, así como aquellas hasta donde deberán

ampliarse las redes para servir a poblaciones actuales sin servicio o poblaciones en futuras áreas de crecimiento habitacional.

Definida el área de estudio, se identificaron los barrios, repartos, sectores y comunidades que la conforman y con los resultados del Catastro de viviendas y población realizado por Vielca/Decon durante la Fase de diagnóstico, se cuantificó la población actual, la cual se proyectó, para conocer el tamaño de la población futura hasta el final del horizonte de diseño (año 2042).

La población proyectada hacia el año final del horizonte de diseño (2042) se distribuyó en el territorio que actualmente ocupan y en las áreas de expansión futura que presenta cada ciudad y sus comunidades periurbanas, en donde se identificaron proyectos actuales y futuros de lotificaciones, urbanizaciones e infraestructura pública que está proyectado a construirse en el transcurso del período de diseño del proyecto.

En las Tablas 38 y 39, se muestra la población proyectada por cada barrio o sector y en total del área de estudio de cada ciudad, para el año 2042, final del período de diseño.

La población total proyectada al año 2042 en el área de estudio resultó de 6,984 habitantes para Buenos Aires.

Caudales de demanda

Definida la población actual y futura para cada ciudad de Buenos Aires, se procedió a calcular la demanda. En la tabla siguiente se presenta la proyección de la demanda para el año 2042 (final del período de diseño).

Tabla 38 Proyección de demanda de agua potable en barrios y sectores de la ciudad de Buenos Aires al año 2042

Barrios y Sectores de la ciudad	Población	Demanda (l/s)		
		Promedio	Máx. día	Máx. hora
Sector 1	1,083	2.24	3.36	5.61
Sector 2	356	0.74	1.11	1.84
Sector 3	511	1.06	1.59	2.64
Sector 4	690	1.43	2.14	3.57
Sector 5	446	0.92	1.39	2.31
Sector 6	415	0.86	1.29	2.15
Sector 7	1,069	2.21	3.32	5.53
sector 8	565	1.17	1.75	2.92
El Cocal	973	2.01	3.02	5.04
B. Omar Varela	401	0.83	1.25	2.08
El Limonal	475	0.98	1.48	2.46
Total, Buenos Aires	6,984	14.46	21.69	36.15

Distribución de caudales en la red de distribución de Buenos Aires

Definida el área, la población a servir y la demanda promedio del acueducto, se procedió a distribuir la demanda entre los nodos, los que se establecieron según la distribución espacial de la población, para ello, se utilizaron polígonos de Thiessen. En la Ilustración siguiente, se muestran los polígonos de Thiessen correspondientes a los nodos de consumo de la red de distribución y seguidamente en la Tabla, se muestra la distribución de la demanda por nodos.

Figura 21: Nodos que conforman la red de distribución de Buenos Aires



Con los caudales calculados basados en la población proyectada para el final del período de diseño (año 2042). En las siguientes tablas se presenta la distribución de caudales (consumo promedio) en los diferentes nodos que conforman la red de distribución de Buenos Aires.

Tabla 39 *Distribución de caudales en nodos de la red de distribución de Buenos Aires*

ID	Área (Ha)	Población	Caudal (l/s)
N-1	0.74	0	-
N-2	0.79	0	0.000
N-3	0.58	0	0.000
N-4	0.53	50	0.103
N-5	1.03	41	0.084
N-6	1.07	72	0.149
N-7	1.05	102	0.212
N-8	1.17	80	0.166
N-9	0.83	37	0.077
N-9A	1.38	62	0.128
N-10	0.54	16	0.032
N-11	0.56	16	0.034
N-12	0.53	16	0.032
N-13	1.30	38	0.078
N-14	1.71	50	0.103
N-15	0.61	18	0.037
N-16	0.62	18	0.037
N-17	0.60	17	0.036
N-18	0.55	16	0.033
N-19	0.53	15	0.032
N-20	0.52	15	0.031
N-21	1.07	31	0.064
N-22	0.78	23	0.047
N-23	1.25	86	0.177
N-24	1.16	114	0.236
N-25	1.06	71	0.147
N-26	1.08	43	0.088
N-27	0.45	18	0.037
N-28	1.53	144	0.299
N-28A	1.31		0.000
N-29	1.75	165	0.342
N-30	1.68	66	0.137
N-31	0.93	62	0.129
N-32	1.10	108	0.224
N-33	1.01	70	0.144
N-34	1.45	65	0.134
N-35	1.14	33	0.069
N-36	1.35	39	0.081
N-37	2.21	64	0.133
N-38	1.81	53	0.109

ID	Área (Ha)	Población	Caudal (l/s)
N-39	2.80	81	0.169
N-40	3.12	91	0.188
N-41	3.39	99	0.204
N-42	2.31	67	0.139
N-43	0.78	53	0.111
N-44	0.80	78	0.162
N-45	0.63	43	0.088
N-46	1.19	47	0.098
N-47	0.94	37	0.077
N-48	0.65	44	0.091
N-49	0.72	71	0.147
N-50	0.75	51	0.106
N-51	1.25	56	0.116
N-52	2.30	67	0.138
N-53	2.25	213	0.440
N-54	2.21	209	0.433
N-55	1.61	64	0.132
N-56	0.90	60	0.125
N-57	0.96	94	0.195
N-58	1.04	72	0.148
N-59	1.06	47	0.098
N-60	0.85	25	0.051
N-61	4.40	128	0.264
N-62	1.67	49	0.100
N-63	1.99	89	0.184
N-64	1.44	99	0.205
N-65	1.25	122	0.253
N-66	1.40	94	0.195
N-67	2.53	100	0.207
N-68	3.83	274	0.567
N-69	1.78	127	0.263
N-70	1.01	96	0.198
N-71	2.04	193	0.399
N-72	1.05	23	0.048
N-73	2.72	59	0.123
N-74	3.05	73	0.151
N-75	3.63	87	0.179
N-76	3.68	88	0.182
N-77	3.48	83	0.172
N-78	5.01	120	0.248
N-79	2.98	71	0.147
N-80	0.84	20	0.041
N-81	1.72	41	0.085
N-82	3.12	74	0.154
N-83	5.06	121	0.250
N-84	3.15	75	0.156
N-85	2.16	52	0.107

ID	Área (Ha)	Población	Caudal (l/s)
N-86	1.97	47	0.097
N-87	1.35	0	0.000
N-88	0.92	22	0.046
N-89	2.01	44	0.091
N-90	3.64	79	0.164
N-91	1.96	43	0.089
N-92	1.13	25	0.051
N-93	2.92	64	0.132
N-94	4.40	96	0.199
N-95	2.77	60	0.125
N-96	3.28	72	0.148
N-97	8.02	92	0.191
N-98	9.97	115	0.238
N-99	2.87	33	0.068
N-100	2.92	34	0.070
N-101	1.72	20	0.041
N-102	8.27	95	0.197
N-103	7.45	86	0.178
Total	206.44	6,984	14.46

Modelación hidráulica Red de distribución de Buenos Aires

Creado el modelo hidráulico de la Red de Distribución y alimentado con los datos de demanda y elevación en cada nodo, así como longitudes, diámetros y material de tuberías en los tramos, más los datos de elevación y carga del tanque de almacenamiento, se procedió a modelar las diferentes condiciones de operación, que permitieron dimensionar la red y verificar su óptimo funcionamiento ante cada solicitud de consumo.

Como resultado de la modelación se obtuvo una red de distribución optimizada, que se traduce en la siguiente propuesta:

- Reemplazar 1.85 Km de tubería AC por tubería PVC de varios diámetros.
- Reemplazar 8.9 Km de tubería de diferente material, por tubería PVC SDR 26, por ampliación de diámetros.
- Instalar 1.97 Km de tubería PVC de 50 mm (2") y 75 mm (3") por ampliación de la red.

Sectorización de la Red de distribución

Para optimizar y controlar el funcionamiento de la red de distribución, se definieron tres (3) sectores, cada uno con su propia Unidad Operativa de Control (UOC), distribuidas de la siguiente manera:

- El área urbana de Buenos Aires se dividió en dos (2) sectores, teniendo como limite la

calle hacía El Cocal, esto divide la red en un sector Norte y un sector Sur, cada uno con su UOC. La UOC del Sector Sur estará localizada en la intersección entre la 2da calle NO y la calle que conduce al Barrio El Cocal y la del Sector Norte estará localizada en la calle hacía el Barrio El Cocal.

- El tercer sector con su respectiva UOC corresponde a los Barrios El Limonal, El Cocal y Bo. Omar Varela, estará localizada en la salida general del Tanque de almacenamiento.

Tabla 40: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de Buenos Aires

Sector	Caudal (l/s)	Población	Conex Domiciliares
S. Sur	5.91	2,855	662
S.Norte	3.94	1,903	442
S.Oeste	4.61	2,226	516
Totales	14.46	6,984	1,620

Resumen de las Obras propuestas para la Alternativa 1: Acueducto Independiente Buenos Aires

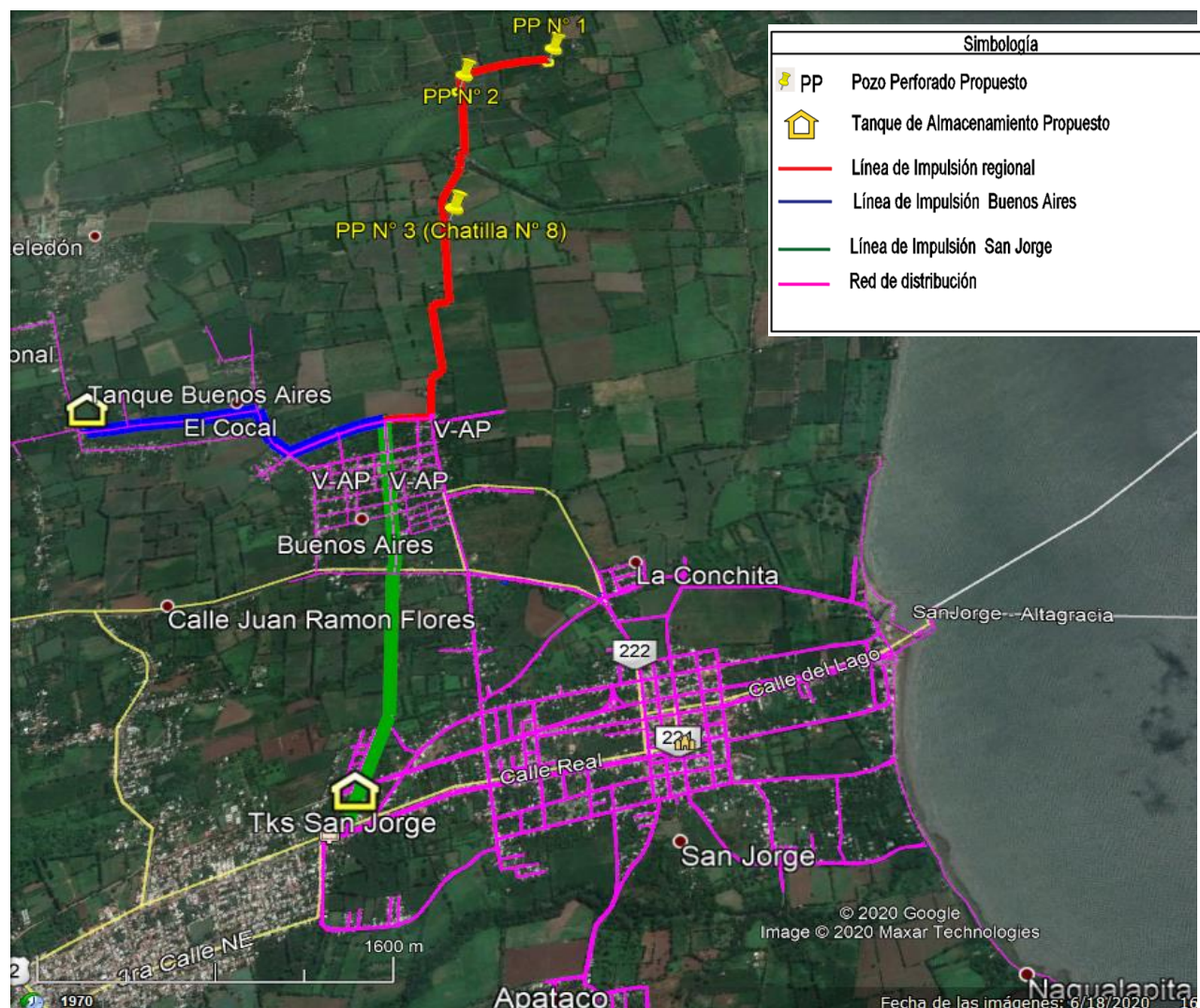
- **Fuente:** Un pozo perforado nuevo (PP-3) con caudal esperado de 500 gpm (31.54 l/s) que estaría localizado en las coordenadas UTM (16N) 629200E y 12770062N y rehabilitación de dos pozos existentes.
- **Línea de Impulsión:** 3.77 Km de tubería HFD de 200 mm (8"), más un tramo de 0.26 Km de longitud y 150 mm (6") de diámetro y un tramo de 32.5 m de longitud y 100 mm (4").
- **Estaciones de bombeo:** Una estación de bombeo nueva dotada con equipos de bomba y motor de 60.25 HP, más el equipamiento de controles eléctricos y estructuras hidráulicas para monitoreo y control de la operación del pozo. Rehabilitación de dos estaciones existentes, incluyendo reemplazo de los equipos de bombeo por nuevos de 15.78 y 5.21 HP.
- **Estaciones de cloración:** Tres estaciones para desinfección del agua, mediante aplicación de cloro gas con dosificación al vacío.
- **Almacenamiento:** Construcción de Tanque elevado de 564.52 m³ (149,132 Galones) de capacidad, incluyendo adquisición de predio.
- **Red de distribución:** Instalación de 10.75 Km de tubería PVC SDR 26, de diferentes diámetros, por reemplazo de material, por ampliación de diámetros y por ampliación de la red y tres (3) UOC para el control operativo de los tres sectores en que fue dividida la red de distribución.
- **Conexiones domiciliarias:** Instalación de 679 nuevas conexiones domiciliarias a lo largo del horizonte de diseño del Proyecto, para totalizar 1,620 conexiones entre nuevas y existentes, que darán cobertura al 100% de la población proyectada para el año 2042 (final del período de diseño), que corresponde a 6,984 habitantes.

7.2.2 Alternativa 2: Acueducto Regional

La Alternativa 2 consiste en un Acueducto regional con fuente de abastecimiento común y dos subsistemas de operación (San Jorge y Buenos Aires), cada uno operando bajo un esquema Fuente – Tanque – Red. En la Figura a continuación, se muestra gráficamente la Alternativa 2: Acueducto regional San Jorge y Buenos Aires.

El Acueducto regional, tendrá una Línea de Impulsión/Conducción común desde los Pozos propuestos (PP-1, PP-2 y PP-3) hasta un punto de bifurcación en la ciudad de Buenos Aires, donde la Línea de Impulsión se deriva en dos segmentos, un segmento de línea de impulsión para alimentar el Tanque propuesto de Buenos Aires y otro segmento de línea de impulsión para alimentar los Tanques existente y propuesto de San Jorge.

Figura 22: Alternativa 2 Acueducto Regional de San Jorge y Buenos Aires



7.2.2.1 Fuente

Se aprovecharán las aguas subterráneas de la zona con base a los resultados del estudio de fuentes y de manera particular, a lo indicado en el Estudio Hidrogeológico realizado. De acuerdo a los cálculos de demanda proyectada y la capacidad de los pozos propuestos (31.54 l/s = 500 gpm c/u), se requeriría la construcción de tres (3) nuevos pozos perforados.

Los pozos propuestos denominados como PP N° 1, PP N° 2 y PP N° 3, estarían localizados en el municipio de Buenos Aires, al Norte del actual campo de pozos de Chatilla, en las siguientes coordenadas UTM 16N:

PP N°	Coordenadas UTM 16N		Elevación (msnm)
	Este	Norte	
1	629120	1271047	45.20
2	629621	1271528	43.52
3	629200	1270062	41.62

La longitud comprendida entre el pozo más distante (Pozo propuesto N° 1) y los Tanques de almacenamiento de San Jorge, es de 6.27 Km, mientras la distancia entre el PP N° 3 y el Tanque propuesto de Buenos Aires es de 3.77 Km.

7.2.2.2 Líneas de Impulsión/Conducción

Para conducir el caudal (6,813.6 m³/d = 78.86 l/s) desde los pozos hasta los sitios de tanques de San Jorge y Buenos Aires, se requerirá de una línea de impulsión de 8.17 Km de longitud.

Utilizando la fórmula de Bresse para el predimensionamiento económico, analizando los resultados de los cálculos de pérdidas y velocidades de operación para los diámetros comerciales inmediatos, y tomando en consideración lo indicado en la NTON 09003-99, numeral 7.11.4, que indica textualmente "En líneas por bombeo se debe procurar que la velocidad no exceda de 1.50 m/s" resultaron dos tramos, así:

- Un primer tramo de la línea comprendido entre el PP N° 1 y el PP N° 2, con una longitud de 924.45 m, conduciendo un caudal de 31.54 l/s (500 gpm), con tubería HFD Clase K9 de 200 mm (8") de diámetro.
- Un segundo tramo, comprendido entre el PP N° 2 y el PP N° 3, con una longitud de 1,037.47 m, conduciendo un caudal de 63.09 l/s (1000 gpm), con tubería HFD Clase K9 de 250 mm (10") de diámetro.
- Un tercer tramo, comprendido entre el PP N° 3 y la ciudad de Buenos Aires, con una longitud de 1,875.68 m, conduciendo un caudal de 94.63 l/s (1500 gpm), con tubería HFD Clase K9 de 300 mm (12") de diámetro.
- En la ciudad de Buenos Aires, la Línea de Impulsión regional se bifurca en dos segmentos, uno dirigido a alimentar el Tanque propuesto de Buenos Aires con una

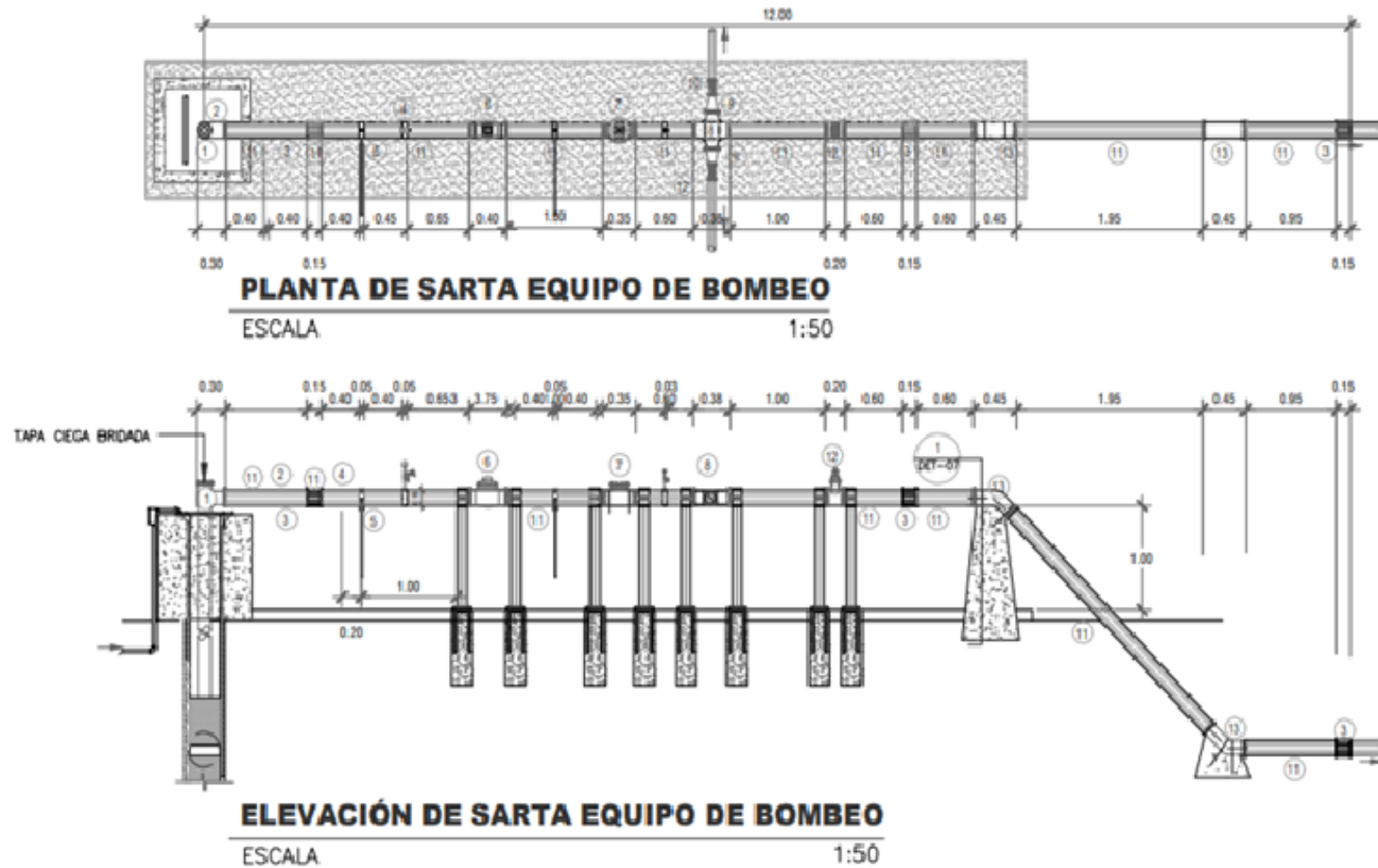
longitud de 1,893.83 m, conduciendo un caudal de 31.54 l/s (500 gpm), con tubería HFD Clase K9 de 200 mm (8") de diámetro.

- El otro segmento de Línea de Impulsión comprendido entre Buenos Aires y los tanques de almacenamiento de San Jorge, con una longitud de 2,440.00 m, conduciendo un caudal de 63.09 l/s (1000 gpm)), con tubería HFD Clase K9 de 250 mm (10") de diámetro.

Estaciones de Bombeo:

Para impulsar el caudal extraído por los PP-1, PP-2 y PP3 hasta los Tanques de almacenamiento de San Jorge y Buenos Aires, cada pozo estará dotado de un conjunto bomba – motor con sus controles eléctricos y demás elementos hidráulicos para la operación y control del pozo. Cada estación de bombeo tendrá capacidad de impulsar su caudal a través de la línea de impulsión y descargarlo bien a 6.27 Km en la elevación 79.24 msnm para los Tanques de San Jorge o bien a 5.73 Km en la elevación 80.77 msnm en el Tanque propuesto de Buenos Aires.

Figura 23: Esquema tipológico de sarta de equipos de bombeo de pozos propuestos



N°	DESCRIPCIÓN
1	TEE 200 mm
2	VALVULA DE AIRE Y VACION DE 25 mm
3	UNION DRESSER 200 mm
4	MANÓMETRO
5	ACOPLE DE CLORACIÓN 25 mm
6	MEDIDOR DE AGUA 200 mm
7	VALVULA DE CHECK 200 mm
8	CRUZ HFD 200 mm
9	REDUCTOR 200 mm x 150 mm
10	VALVULA DE ALIVIO 150 mm
11	NIPLE 200 mm
12	VALVULA DE COMPUERTA 200 mm
13	CODO 45° X 200 mm

Con todos los datos de pozos, línea de impulsión y altura de descarga, se realizaron los cálculos elementales para determinar la potencia de los equipos de bombeo, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 41 Potencia de los equipos de bombeo y diámetro de línea de impulsión del acueducto regional

Concepto	Pozo N°			Línea de Impulsión				
	1	2	3	PP-1 a PP-2	PP-2 a PP-3	PP-3 a Intersec. BA	Intersec. BA a Tk. Buenos Aires	Intersec. BA a Tks. San Jorge
Caudal (gpm)	500	500	500	500	1,000	1,500	500	1,000
Diámetro de la conducción (plg)				8"	10"	12"	8"	10"
Longitud por diámetro (m)				924.05	1,037.47	1,875.68	1,893.83	2,440.00
CTD (m)	101.11	98.42	93.55					
Potencia calculada (HP)	67.10	65.32	62.09					

Estaciones de Cloración

De acuerdo a los estudios hidrogeológicos y los resultados de las analíticas de calidad del agua proporcionadas por ENACAL PISASH y las realizadas por El Consultor, la calidad de las aguas subterráneas de la microcuenca El Brujo, se clasifican de excelentes a buenas y son idóneas para consumo humano, requiriendo únicamente tratamiento de desinfección.

La desinfección propuesta es mediante la inyección de cloro gas al flujo de descarga de cada pozo; se considera que debe mantenerse cloro residual en aproximadamente 0.2 mg/l (2/10 ppm) después de diez (10) minutos de tiempo de contacto y se supone que el agua de los pozos demanda unos 0.3 mg/l (3/10 ppm) durante diez (10) minutos, de modo que la suma de la demanda más el cloro residual, para el caso 0.5 mg/l (5/10 ppm), representa la dosis mínima de cloro requerida para procurar el tratamiento de la misma. De tal manera que se requiere 500 mg/1,000 l = 0.5 g para tratar un m³ de agua.

El caudal esperado en el pozo PP-3, de acuerdo a las estimaciones hidrogeológicas, es del orden de 113.56 m³/h (\approx 31.5 l/s) y se ha recomendado un régimen de operación de 20 horas/día, es decir una producción de 2,271.2 m³/d que requieren para su tratamiento 1,135.6 gramos/día (1.13 kg/día \approx 56.78 g/h). La dosis estimada se encuentra dentro del rango para suministrar cloro gas por medio de un cilindro vertical con capacidad de 50 - 70 kg con una sola salida, que a 21°C (temperatura mínima de operación rutinaria) puede dispensar hasta 3 kg/hora, por tanto, es factible usar ese tipo de contenedor.

Se propone el empleo de un dosificador de cloro de vacío, equipado con equipo de bombeo auxiliar de 0.5 HP para realizar la succión de cloro e inyección de la mezcla cloro – agua en el flujo de descarga del pozo (sarta). A continuación, la Figura muestra un esquema del dispositivo de cloración propuesto.

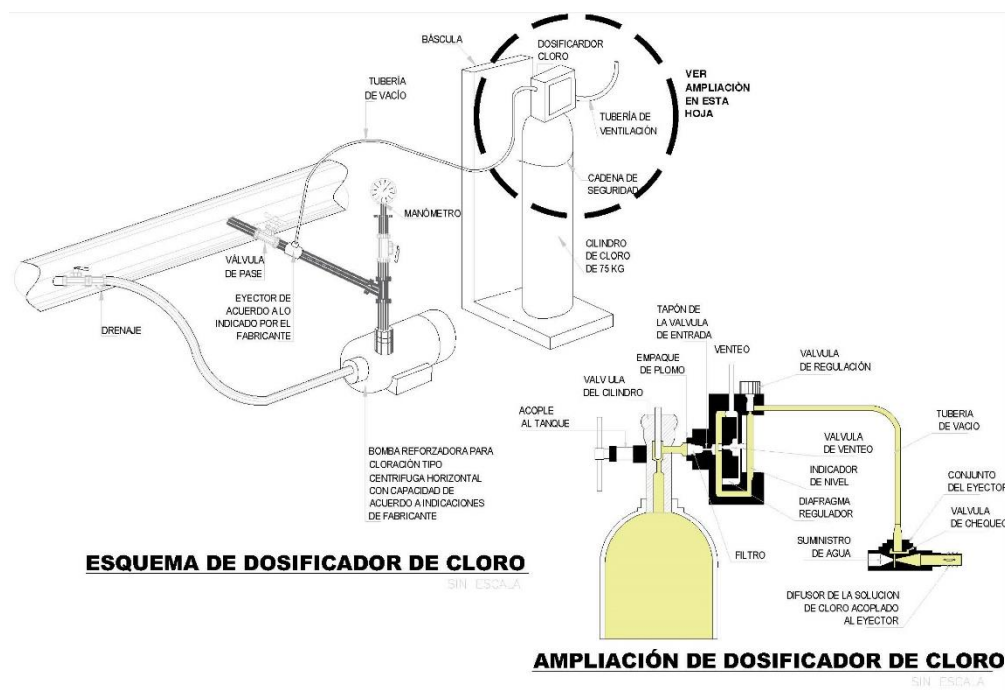


Figura 24: Diseño preliminar de pozo tipológico propuesto

Modelación de Líneas de Impulsión y EB del Acueducto Regional

En base al diseño tipológico de los pozos, su profundidad y distancias al sitio de Tanque propuesto para Buenos Aires y existente y propuesto para San Jorge, se realizó un modelo en WaterGEMS para corroborar el cálculo de los diámetros de las líneas de impulsión y de la potencia necesaria para bombear los caudales de diseño en cada caso. A continuación, se presentan los resultados:

En el modelo, cada pozo fue representado como un embalse con elevación igual a la elevación de succión del equipo de bombeo, luego un equipo de bombeo y su línea de descarga y conexión a la línea de impulsión y luego la bifurcación en dos segmentos de línea de Impulsión, una para el tanque propuesto de Buenos Aires y otra para los Tanques existente y propuesto de San Jorge. En cuanto al material a emplear para la conducción se ha optado por canalizaciones de Hierro Fundido Dúctil (HFD), debido a que sus características se ajustan a las necesidades del proyecto con relación a los diámetros y las presiones de trabajo.

Debido al caudal unitario que se puede extraer de cada pozo, se plantea el funcionamiento de las bombas durante 20 horas al día, el caudal que debe impulsar el grupo de bombeo será de 94.63 l/s (1,500 gpm). Del modelo hidráulico de la Línea de Impulsión regional, se obtienen los siguientes resultados:

Figura 25: Alternativa 2: EB PP N° 1, 2 y 3 más Línea de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge

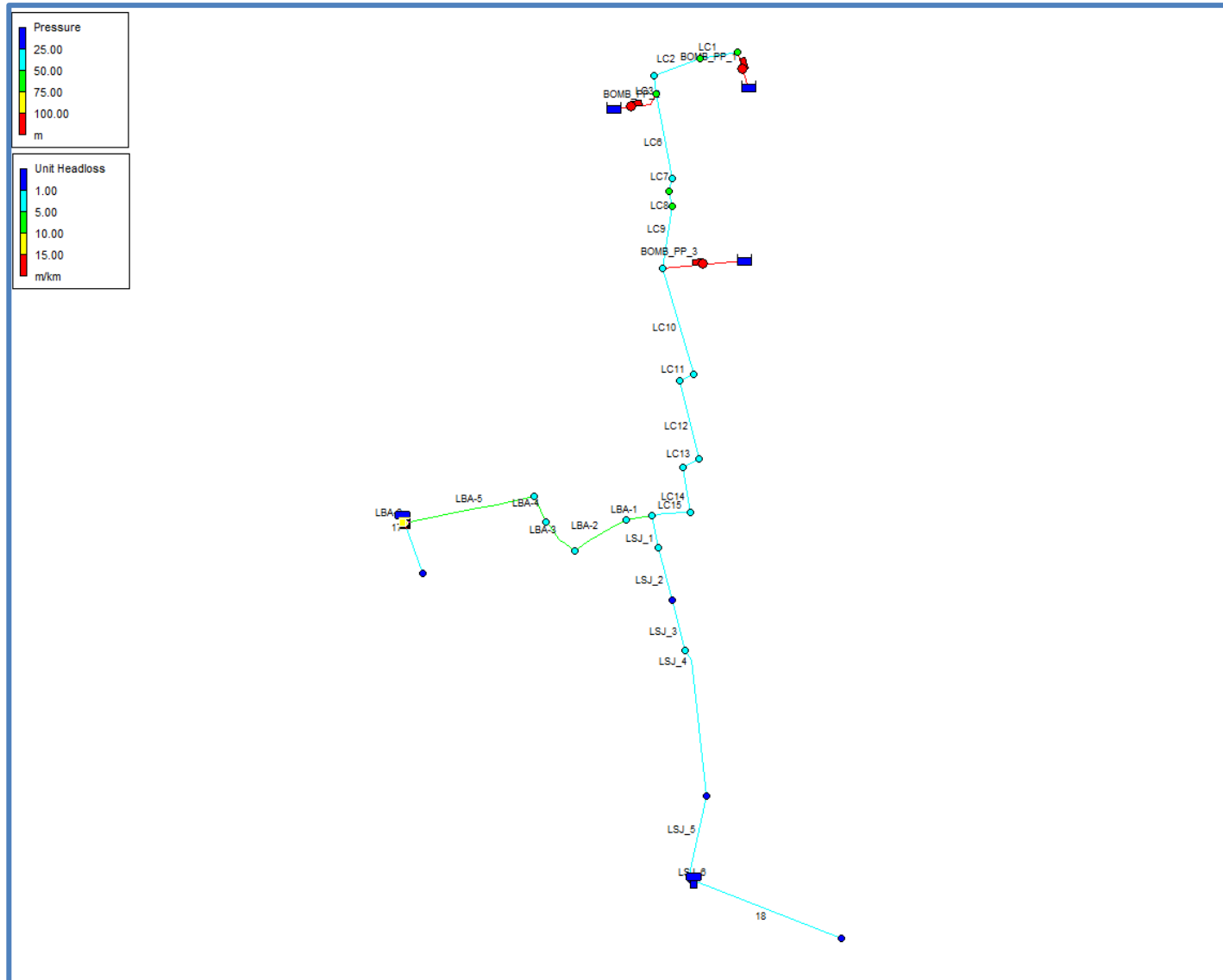


Tabla 42 Caudales y velocidades de operación Línea de Impulsión regional de EB PP N° 1, 2 y 3 a Tanques de San Jorge y Buenos Aires

ID Línea	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe LBA-6	37.00	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LBA-5	700.49	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LBA-4	151.29	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LBA-3	259.63	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LBA-2	389.13	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LC3	111.99	200	27.59	0.88	4.27
Pipe LC13	120.15	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC7	85.64	250	53.08	1.08	4.83
Pipe LC8	100.00	250	53.08	1.08	4.83
Pipe LC9	403.72	250	53.08	1.08	4.83
Pipe LC10	737.17	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC11	102.23	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC12	523.23	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC14	288.88	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC15	420.41	300	81.69	1.16	4.42
Pipe LC1	246.02	200	27.59	0.88	4.27
Pipe LBA-1	155.94	200	33.57	1.07	6.14
Pipe LSJ_1	221.99	250	48.12	0.98	4.03
Pipe LSJ_4	858.37	250	48.12	0.98	4.03
Pipe LSJ_5	534.07	250	48.12	0.98	4.03
Pipe LC2	315.98	200	27.59	0.88	4.27
Pipe 17	100.00	250	36.15	0.74	1.82
Pipe 18	100.00	300	65.65	0.93	2.26
Pipe LC6	561.67	250	53.08	1.08	4.83
Pipe LSJ_6	20.00	250	48.12	0.98	4.03
Pipe LSJ_2	340.09	250	48.12	0.98	4.03
Pipe LSJ_3	464.96	250	48.12	0.98	4.03
Pump BOMB_PP_1			27.59	0.00	-111.33
Pump BOMB_PP_2			25.49	0.00	-106.78
Pump BOMB_PP_3			28.61	0.00	-104.80

Tabla 43 Cotas y presiones en Nodos de Línea de Impulsión regional de EB PP N° 1, 2 y 3 a Tanques de San Jorge y Buenos Aires

ID Nudo	Cota	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	m	m
Junc BA-5	53.50	0.00	70.93	17.39
Junc BA-4	42.00	0.00	75.22	33.16
Junc BA-3	45.93	0.00	76.15	30.16
Junc BA-2	45.81	0.00	77.75	31.87
Junc BA-1	40.81	0.00	80.13	39.24
Junc NLC1	44.99	0.00	98.16	53.07
Junc NLC2	51.50	0.00	96.82	45.23
Junc NLC6	43.56	0.00	93.62	49.96
Junc NLC7	42.59	0.00	93.21	50.52
Junc NLC8	37.71	0.00	92.73	54.91
Junc NLC10	42.40	0.00	90.78	48.28
Junc NLC11	45.89	0.00	87.52	41.55
Junc NLC12	40.38	0.00	87.07	46.59
Junc NLC13	43.41	0.00	84.76	41.26
Junc NLC14	47.07	0.00	84.22	37.08
Junc NLC15	38.21	0.00	82.95	44.65
Junc NLC0	44.80	0.00	99.21	54.31
Junc NLC16	40.84	0.00	81.09	40.17
Junc SJ-1	48.00	0.00	80.20	32.13
Junc SJ-2	55.32	0.00	78.83	23.46
Junc SJ-3	49.80	0.00	76.95	27.10
Junc SJ-4	50.83	0.00	73.49	22.62
Junc BAIR_1	53.50	36.15	70.52	16.98
Junc SJORGE_1	57.26	65.65	71.03	13.75
Junc NLC3	45.00	0.00	96.34	51.24
Junc SJ-5	55.77	0.00	71.34	15.54
Resvr PP1	-12.12	-27.59	-12.12	0.00
Resvr PP2	-10.44	-25.49	-10.44	0.00
Resvr PP-3	-14.02	-28.61	-14.02	0.00
Tank TK_Buenos_Aires	56.70	-2.58	70.70	13.97
Tank TK_San_Jorge	57.26	-17.53	71.26	13.97

7.2.2.3 Almacenamiento

Las Alternativas 1 y 2 se tornan comunes después de la Línea de Impulsión, puesto que, a partir de los Tanques de almacenamiento, cada acueducto se convierte en un subsistema gobernado por el tanque distribuidor.

San Jorge

En el numeral 7.2.1.1, se describió la infraestructura de almacenamiento existente, en la Tabla 30 se muestra el cálculo de la demanda de almacenamiento y finalmente la propuesta para el subsistema de almacenamiento:

- Rehabilitación del Tanque existente de mayor capacidad ($378.54 \text{ m}^3 = 100,000$ galones), la Desinstalación del Tanque existente de menor capacidad ($151.41 \text{ m}^3 = 40,000$ galones) y la Construcción de un nuevo Tanque de almacenamiento elevado de 644.26 m^3 (170,197 Galones) de capacidad.

Buenos Aires

En el numeral 7.2.1.2 se indicó que el acueducto de Buenos Aires no cuenta con infraestructura de almacenamiento. En la Tabla 32 se muestra el cálculo de la demanda de almacenamiento y finalmente la propuesta para el subsistema de almacenamiento:

- Construcción de un nuevo Tanque de almacenamiento de 564.5 m^3 (149,132 galones) de capacidad, elevado sobre torre de 10.0 m de altura.

7.2.2.4 Red de distribución

Subsistema de Distribución

Como se expresó anteriormente, la Alternativa 2: Acueducto regional San Jorge y Buenos Aires, fue configurada para operar bajo un esquema Fuente – Tanque – Red, de manera que, a partir del Tanque de almacenamiento, cada acueducto se convierte en un subsistema de distribución, por lo tanto, los Tanques de almacenamiento se constituirían en el eje del subsistema de distribución de cada acueducto.

En el acápite de descripción de la Alternativa 1, en lo concerniente a las Redes de distribución, se detalló todo el procedimiento realizado para confeccionar un modelo hidráulico de cada acueducto y luego, alimentarlo con los datos de demanda y elevaciones en los nodos, así como longitudes, diámetros y material de tuberías en los tramos, más los datos de elevación y carga de los tanques de almacenamiento. Finalmente, se procedió a simular las diferentes condiciones de operación, que permitieron dimensionar las redes y verificar su óptimo funcionamiento ante cada solicitud de consumo.

El subsistema de distribución de cada acueducto, contempla continuar utilizando las redes de distribución existentes, ampliando y/o sustituyendo diámetros donde se requiera. Así mismo, se contempla el reemplazo de todas las tuberías de Asbesto Cemento (AC) que conforman buena parte de las redes de ambos acueductos.

Como resultado se propone realizar las siguientes obras de mejoramiento y ampliación para optimizar las redes de distribución:

San Jorge:

- Reemplazar 8.38 Km de tubería AC por tubería PVC de varios diámetros.
- Reemplazar 14.24 Km de tubería de diferente material, por tubería PVC SDR 26, por ampliación de diámetros.
- Instalar 4.61 Km de tubería PVC de 50 mm (2"), 75 mm (3") y 100 mm (4") por ampliación de la red.
- Instalación de tres (3) Unidades Operativas de Control (UOC), para igual número de sectores en que estará dividida la red de distribución; a continuación, se detallan los datos de cada sector:

Tabla 44: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de San Jorge

Sector	Caudal (l/s)	Población	Conex Domiciliares
S. Sur	14.785	7,830	1,771
S.Norte	9.493	5,027	1,137
Apataco	1.983	1,050	238
Totales	26.262	13,907	3,146

Buenos Aires

- Reemplazar 1.85 Km de tubería AC por tubería PVC de varios diámetros.
- Reemplazar 8.78 Km de tubería de diferente material, por tubería PVC, por ampliación de diámetros.
- Instalar 1.97 Km de tubería PVC de 50 mm (2") y 75 mm (3") por ampliación de la red.
- Instalación de tres (3) Unidades Operativas de Control (UOC), para igual número de sectores en que fue dividida la red de distribución, a continuación, se detallan los datos de cada sector:

Tabla 45: Datos de los sectores operativos de la red de distribución de Buenos Aires

Sector	Caudal (l/s)	Población	Conex Domiciliares
S. Sur	5.91	2,855	662
S.Norte	3.94	1,903	442
S.Oeste	4.61	2,226	516
Totales	14.46	6,984	1,620

7.2.2.5 Resumen de las obras propuestas para la Alternativa 2: Acueducto Regional San Jorge y Buenos Aires

- **Fuente:** Tres pozos perforados (PP-1, PP-2 y PP-3) con caudal esperado de 500 gpm (31.54 l/s) cada uno y localizados en las siguientes coordenadas:

PP N°	Coordenadas UTM 16N		Elevación (msnm)
	Este	Norte	
1	629120	1271047	45.20
2	629621	1271528	43.52
3	629200	1270062	41.62

- **Línea de Impulsión:** 8.17 Km de tubería PVC SDR 26, dividida en un segmento común de 3.83 Km y diámetros de 200 mm al inicio y 300 mm al final, comprendido desde los pozos propuestos hasta la ciudad de Buenos Aires y luego dos segmentos independientes: el primero de 200 mm (8") de diámetro y 1.89 Km de longitud para alimentar el Tanque propuesto de Buenos Aires y el segundo de 250 mm (10") y 2.44 Km de longitud para alimentar los Tanques de San Jorge. Todas las tuberías de las Líneas de Impulsión, serán de Hierro Fundido Dúctil (HFD).
- **Estaciones de bombeo:** Tres (3) estaciones de bombeo, dotadas con equipos de bomba y motor de 67.10, 65.32 y 62.09 HP respectivamente, más el equipamiento de controles eléctricos y estructuras hidráulicas para monitoreo y control de la operación de cada pozo.
- **Estaciones de cloración:** Tres (3) estaciones para desinfección del agua, mediante aplicación de cloro gas con dosificación al vacío.
- **Almacenamiento:** En San Jorge: Rehabilitación del Tanque existente de 378.54 m³ (100,000 galones); desinstalación de Tanque existente de 151.41 m³ (40,000 galones) y la construcción de un nuevo Tanque elevado de 644.26 m³ (170,197 Galones) de capacidad. En Buenos Aires: Construcción de Tanque elevado de 564.52 m³ (149,132 Galones) de capacidad, incluyendo adquisición de predio.
- **Red de distribución:**
 - En San Jorge: Instalación de 27.23 Km de tubería PVC SDR 26 de diferentes diámetros, por reemplazo de material, por ampliación de diámetros y por ampliación de la red y tres (3) UOC para el control operativo de los tres sectores en que fue dividida la red de distribución.
 - En Buenos Aires: Instalación de 8.84 Km de tubería PVC de diferentes diámetros, por reemplazo de material, por ampliación de diámetros y por ampliación de la red y tres (3) UOC para el control operativo de los tres sectores en que fue dividida la red de distribución.

- **Conexiones domiciliarias:**

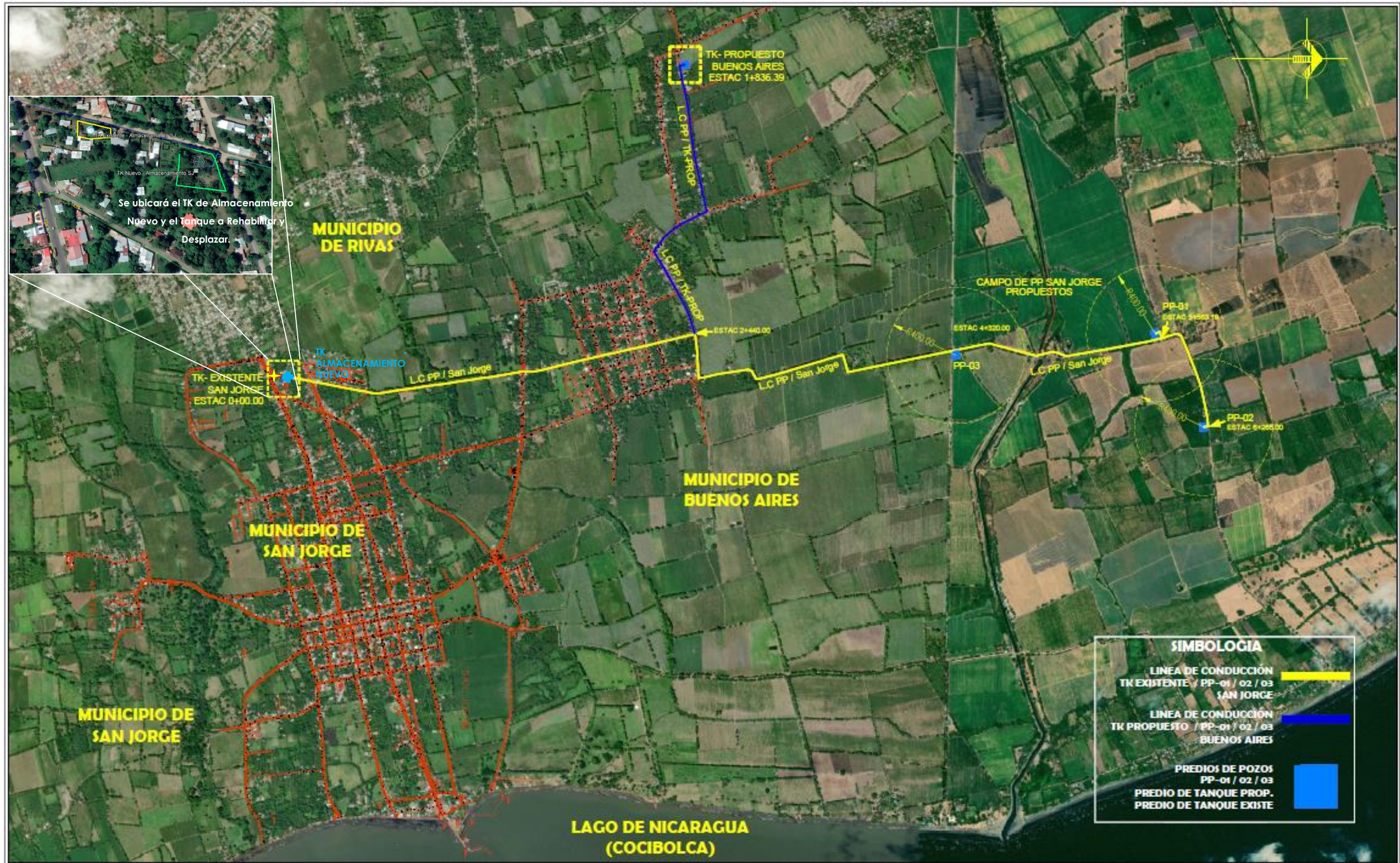
- En San Jorge: Instalación de 1,318 nuevas conexiones domiciliarias a lo largo del horizonte de diseño del Proyecto, para totalizar 3,146 conexiones entre nuevas y existentes, que darán cobertura al 100% de la población proyectada para el año 2042 (final del período de diseño), que corresponde a 13,907 habitantes.
- En Buenos Aires: Instalación de 679 nuevas conexiones domiciliarias a lo largo del horizonte de diseño del Proyecto, para totalizar 1,620 conexiones entre nuevas y existentes, que darán cobertura al 100% de la población proyectada para el año 2042 (final del período de diseño), que corresponde a 6,984 habitantes.

Cabe mencionar, a como se observa en la imagen a continuación, que la ubicación del nuevo tanque de almacenamiento se encuentra a una distancia de 100 m aproximadamente del tanque de almacenamiento existente que será rehabilitado para la ciudad de San Jorge.

Imagen 11: Ubicación de nuevo tanque de almacenamiento para la ciudad de San Jorge.



Figura 26: Localización de Pozos propuesto y Líneas de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge



<p>GO. Región San Jorge Unidad Regional</p>	<p>ENAOAL</p>	<p>VIELCAdecon international</p>	<p>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES, DEPARTAMENTO DE RIVAS</p>	<p>DISEÑADO POR:</p> <p>VIELCA-DECON</p>	<p>JEFE DE PROYECTO:</p> <p>VIELCA-DECON</p>	<p>CONTENIDO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE POZOS PROPUESTOS PP-1 / PP-2 / PP-3 A TANQUE EXISTENTE SAN JORGE Y TANQUE PROPUESTO BUENOS AIRES</p>	<p>SAN JORGE Y BUENOS AIRES</p>	<p>CÓDIGO DE HOJA: TOP 01/01</p>
				<p>DISEÑADOR:</p> <p>VIELCA-DECON</p>	<p>FECHA: SEPTIEMBRE 2020</p>			

Figura 27: Planta perfil de Líneas de impulsión de Pozos propuestos a Tanques de San Jorge

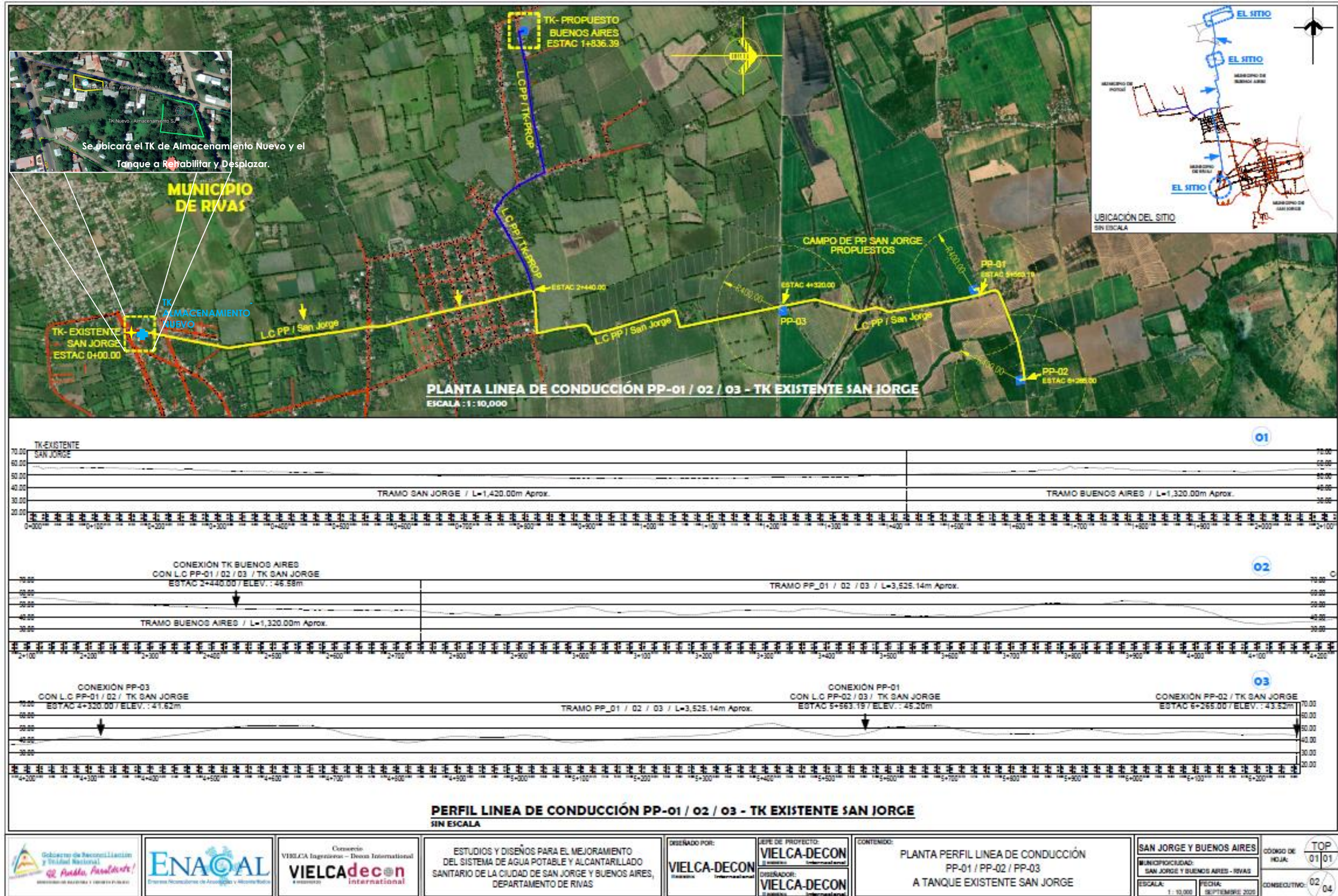
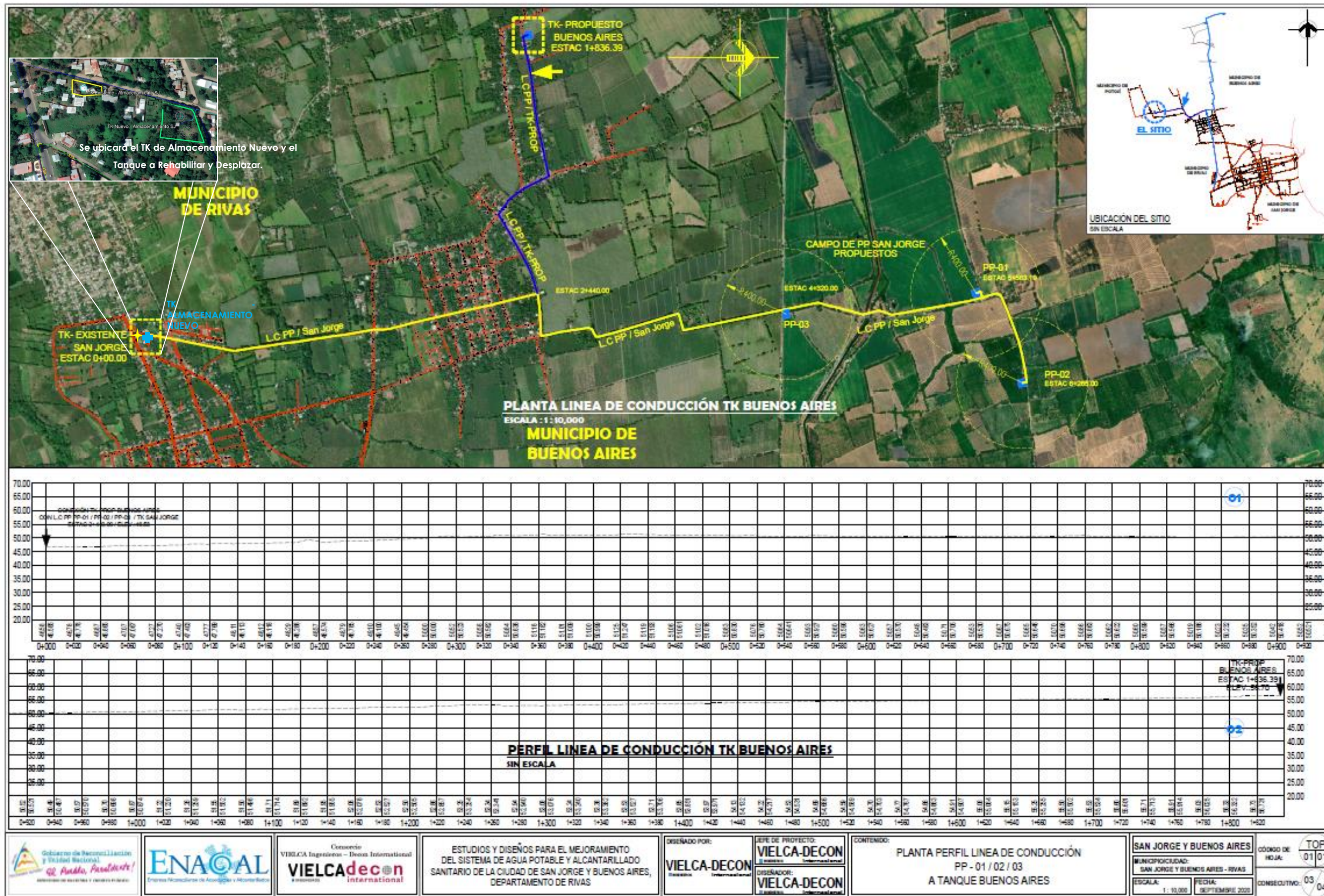


Figura 28: Planta perfil de Líneas de impulsión de Pozos propuestos a Tanques de Buenos Aires



8 COSTOS Y MATERIALES A UTILIZAR PARA LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Sobre la base del dimensionamiento de las obras y teniendo en consideración: la matriz de costos unitarios y los factores de costo suministrados por ENACAL-PISASH, más los costos unitarios no incluidos, calculados por el Consultor, en este capítulo se presentan los costos de construcción de las obras contempladas en las alternativas de proyecto analizadas.

Los Costos de Construcción se presentan desglosados por etapas de ejecución de las obras. Una Primera Etapa (Etapa I), que abarca el periodo 2022-2032 y una Segunda Etapa (Etapa II), en la que se completan las inversiones que corresponden al periodo 2032- 2042.

Tabla 46: Resumen de Costos de Construcción de Obras de las Alternativas de Proyecto AP

Ítem	Concepto de Obra	Costos de Inversión (US\$)		
		Alternativa 1: San Jorge	Alternativa 1: Buenos Aires	Alternativa 2: San Jorge y B. Aires
		US \$	US \$	US \$
1,0	Obras de Captación (Pozos Perforados)	556.168,25	291.893,51	848.061,76
2,0	Rehabilitación de Pozos e Impulsión	-	23.191,41	23.191,41
3,0	Rehabilitación de Tanque de Almacenamiento	7.787,33	-	7.787,33
4,0	Líneas de Conducción	711.399,71	539.842,86	1.251.242,57
5,0	Tanques de Almacenamiento	148.604,38	145.326,08	293.930,46
6,0	Red de Distribución	1.077.225,96	483.982,78	1.561.208,74
7,0	Conexiones Domiciliares	52.295,11	42.590,07	94.885,18
8,0	Remoción y Restauración de Superficies	386.731,37	115.244,61	501.975,98
Sub Total Costos Directos (CD) de Construcción (US)		\$2.940.212,10	\$1.654.424,21	\$4.058.505,40
Costos Indirectos (CI) (0.20%) Factores ENACAL		\$734.385,68	\$717.682,04	\$812.088,54
CD+CI		\$3.674.597,79	\$2.372.106,26	\$4.870.593,95
Gastos Administrativos (0.07%)		\$257.221,85	\$166.047,44	\$340.941,58
Utilidad (0.06%)		\$235.909,18	\$152.289,22	\$312.692,13
COSTO TOTAL DE VENTA (US \$)		\$4.167.728,81	\$2.690.442,91	\$5.524.227,65

8.1 Costos de Construcción de la Alternativa 1: Sistema Independiente

Sistemas Independientes: San Jorge. El costo de construcción de las obras asciende a US\$ **4.167.728,81**.

Sistema Independiente; Buenos Aires. El costo de construcción de las obras asciende a US\$ **2.690.442,91**.

8.1.1 Costos de Construcción de la Alternativa 1: Sistema Independiente San Jorge

El costo de construcción de las obras asciende a **US\$ 4.167.728,81** según se detalla en la tabla de costos de construcción, a continuación:

Costos de la Etapa 1: Alternativa 1: San Jorge

Tabla 47. Costos de la alternativa 1: San Jorge

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1	POZOS DE AGUA POTABLE		2,00	789.509,40
1.1	PERFORACIÓN			
1.1.1	Perforación en suelo compacto para Pozo de Agua Potable agujero 12" ampliación 18", de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	16.654,46
1.1.2	Perforación en Suelo rocoso o de alta consolidación (cuyo avance de perforación sea menor o igual a 5 pies/día de 8 horas) - para Pozo de Agua Potable. Diámetro de Perforación 12" ampliación 18" de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	28.889,69
1.2	REVESTIMIENTO DEFINITIVO			
1.2.1	Tubería ciega de acero al carbón, sin costura, Ø 12", espesor de pared 1/4", suministro e instalación	PIE	181,11	20.524,36
1.2.2	Rejilla ranurada continua de acero inoxidable Ø 12" tipo Johnson Slot 60, suministro e instalación	PIE	181,11	103.853,04
1.2.3	Empaque de Grava - gravilla de río (suministro, colocación y desinfección, granulometría de 1/4" - 3/8" de la grava)	M³	5,08	771,91
1.3	ACABADO DEL POZO			
1.3.1	Sello sanitario (anillo de mortero 1:3), acabado de pozo para agua potable, espesor 0.15m (incluye lechada de cemento)	PIE	19,68	1.154,64
1.3.2	Tubería Piezométrica de PVC SDR 26 de Ø 38mm 1 1/2" para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	32,10
1.3.3	Tubería para Engrave de PVC SDR 26 de Ø 50mm (2") para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	33,53
1.3.4	Relleno anular	M³	2,18	59,01
1.3.5	Base de concreto soportante del equipo de bombeo, 0,8m X 0,8m X 1m, de concreto reforzado de 3000PSI, suministro y construcción	C/U	2,00	1.298,71
1.4	LIMPIEZA Y DESARROLLO			
1.4.1	Desarrollo y Limpieza de pozos	HRS	24,00	7.198,89
1.4.2	Desinfección del Pozo	C/U	2,00	6.236,97
1.5	PRUEBAS DE BOMBEO			
1.5.1	Prueba de bombeo preliminar	C/U	2,00	2.229,54
1.5.2	Prueba de bombeo escalonada	C/U	2,00	13.252,38

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1.5.3	Prueba de bombeo definitiva	C/U	2,00	26.479,79
1.5.4	Prueba de recuperación	C/U	2,00	2.077,20
1.5.5	Muestreo y análisis fisicoquímico del agua	C/U	2,00	1.444,11
1.6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
1.6.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo tipo sumergible para pozo de agua potable de 75 HP, Q=31,55 l/s = 500 gpm CTD 120,16 m, todo para su correcto funcionamiento, etc.	C/U	2,00	142.218,51
1.6.2	Sarta de HFD DN 200mm (8"), bloques de reacción, pilas laterales y losa de concreto	C/U	2,00	59.477,48
1.6.3	Bomba Dosificadora de cloro (Clorinador) presión de inyección 150 PSI, 6,00 g/día, (suministro e instalación)	C/U	2,00	1.519,64
1.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			0,00
1.7.1	Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones	C/U	25,00	90.892,88
1.7.2	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 1/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	ML	6.352,00	38.626,79
1.7.3	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fotocelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	C/U	7,00	2.863,12
1.7.4	Banco de Transformadores monofásico de 37,5 Kva, 7,6/13,2kV-240/480V con sus protecciones	C/U	6,00	19.646,45
1.7.5	Red de tierra, malla 4m x 4m cable N° 2/0, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de concreto en los puntos de varilla a polo	C/U	2,00	12.162,09
1.7.6	Tablero de distribución, panel principal, 12 espacios, Tensión de operación 480V, trifásico 4Hilos, Barra de cobre de 600 Amperios, interruptor principal 500 Amperios 3 polos, conteniendo tres interruptores termomagnéticos, dos interruptores termomagnéticos enchufable ajustable de 250 Amperios 3 polos, uno de 20 Amperios 2 polos	C/U	2,00	14.033,18
1.7.7	Arrancador suave 20HP 3F 480V en gabinete metálico, con su mein principal, contactor de línea, pararrayo, medidor digital, transformador de corriente y control, autómatos de protección, relé de control de nivel, botonera de paro y marcha, luces piloto, pulsador de emergencia y ventilador.	C/U	2,00	15.347,03
1.7.8	Acometida a motor cable 2x3N° 1/0 + 1N° 1/0 + 1N° 1/0 THHN AWG 600V, PVC 2 1/2"x20'SCH 40 soterrada, zanjeo, protección mecánica de la canalización, relleno y compactación.	ML	70,00	46.968,19
1.7.9	Acometida aérea del banco de transformadores 3x37.5kva al panel principal, cable cuádruplex N°2 neutro ACSR, con sus herrajes secundarios y empalme aéreo con conductor 3 N°3/0 + N°3/0 + 1 N°3/0 THHN AWG 600V; canalización tubo PVC 3" x 20' SCH 40	ML	65,00	2.624,98
1.8	OBRAS CIVILES			
1.8.1	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalajo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	270,00	12.378,79
1.8.2	Caseta de operador y controles eléctricos (Obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario), todo conforme planos y E. T.	M²	25,00	38.811,33
1.8.3	Construcción de caseta de cloración (con acometida,	M²	25,00	29.132,07

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	panel, sistema eléctrico, todo conforme detalles en planos y E. T.)			
1.8.4	Andén de concreto simple de 2,500 psi e=0.075cm. ancho=1.20m Sisa @ 1.20 y acabado escobillado	M ²	16,87	992,68
1.8.6	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo material. Sobrante. Sub-base, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	M ²	22,50	3.171,53
1.8.7	Revestimiento del predio con grama de la especie "San Agustín"	M ²	55,20	774,63
1.8.8	Cerco de malla ciclón de 8' con tubo de HG de 1 1/2, con pedestales de concreto y arbotante de alambre de púas, conforme planos y E.T.	ML	120,00	22.727,27
1.8.9	Portón de malla ciclón Cal. 13, de 2 hojas de 3mx1.94m, pedestales de concreto de 3,000 PSI de 0.40x0.40x1.00m, marco de tubo de HG Ø 1½", tensor de varilla lisa de Ø ½", con 2 manos de pintura anticorrosiva	C/U	2,00	2.950,46
2	TANQUES DE ALMACENAMIENTO (Capacidad 644,26m³)			221,684.09
2.1	Tanque de Almacenamiento Zona San Jorge, capacidad 644,26m³, diámetro 9,67m, H=9,24m			
2.1.1	Movimiento de tierra (excavaciones, acarreo de material sobrante, explotación en banco, acarreo material selecto, relleno y compactación con material selecto)	m ³	279,00	6.395,81
2.1.2	Concreto de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundido, curado) para fundación	m ³	76,03	21.717,91
2.1.3	Acero de refuerzo grado 60, (suministro e instalación)	Kg.	3.944,19	7.746,48
2.1.4	Construcción de un (1) tanque de 644,26m ³ (pernos, cuerpo, techo, protectores para pernos, escaleras internas y externas, riel de aluminio y jaula de seguridad para escaleras internas y externas, plataforma galvanizada con riel de seguridad, manjol de visita. Suministro e instalación de boya, bajante, polea, rebose e indicador de nivel con techo de domo)	c/u	1,00	134.605,25
2.1.5	Limpieza, prueba de estanqueidad y bacteriológica, desinfección de tanque	c/u	644,26	4.317,59
2.1.6	Suministro e instalación de tubería HFD y accesorios de entrada, salida, limpieza y rebose	c/u	1,00	35.862,56
2.2	Rehabilitación de Tanque Existente			
2.2.1	Limpieza, prueba de estanqueidad y bacteriológica, desinfección y rotulación de tanque	m ³	378,54	2.536,83
2.2.2	Rehabilitación y pintura de tanque metálico	m ³	378,54	4.074,45
2.2.3	Demolición de Tanque existente	kg	580,00	4.427,20
3	LINEAS DE IMPULSIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN			3156,535.32
3.1	LINEA DE IMPULSIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.1.1	Tubería HFD DN 200mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	924,05	113.392,33
3.1.2	Tubería HFD DN 250mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga	m	5.341,09	895.011,47

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	(suministro e instalación)			
3.2	RED DE DISTRIBUCIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.2.1	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 50 mm	m	12.805,00	344.349,19
3.2.2	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 75 mm	m	3.820,00	87.152,04
3.2.3	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 100 mm	m	4.891,00	39.121,91
3.2.4	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 150 mm	m	2.706,00	35.703,79
3.2.5	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 200 mm	m	2.814,00	64.628,72
3.2.6	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 250 mm	m	194,00	6.581,46
3.3	EXCAVACIÓN CLASIFICADA			
3.3.1	Excavación en terreno normal	M³	28.038,41	187.247,03
3.3.2	Excavación en cantera	M³	1.401,92	26.557,89
3.3.3	Excavación en cascajo	M³	1.962,69	20.072,55
3.3.4	Excavación en Roca	M³	2.523,46	181.579,74
3.4	RELLENO CLASIFICADO			0,00
3.4.1	Relleno y compactación común o normal	M³	14.987,11	123.122,39
3.4.2	Relleno y compactación con material selecto	M³	7.410,41	224.871,93
3.4.3	Relleno y compactación con material granular	M³	5.640,89	99.123,79
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES			
3.5.1	Hidrante de Hierro Fundido Ø 100mm (4"), (suministro e instalación)	C/U	2,00	6.872,10
3.6	CAJAS DE PROTECCION UNIDADES DE OPERACIÓN Y CONTROL (UOC)			
3.6.1	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 250mm con Válvula Reguladora de Presión de 150mm y sin Válvula de compuerta	C/U	1,00	11.495,28
3.6.2	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 100mm con Válvula Reguladora de Presión de 50mm	C/U	1,00	6.809,46
3.6.3	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 200mm con Válvula Reguladora de Presión y Válvula de compuerta, ambas de 200mm	C/U	2,00	38.681,46
3.6.4	Sarta de HFD DN 100mm (4"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E.T.	C/U	1,00	2.856,70
3.6.5	Sarta de HFD DN 200mm (8"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E. T.	C/U	2,00	11.600,57
3.6.6	Sarta de HFD DN 250mm (10"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E. T.	C/U	1,00	8.531,78
3.7	CONEXIONES DOMICILIARES			
3.7.1	Conexión domiciliar corta AP (longitud menor a 3.50m), con caja de registro y medidor	C/U	158,00	25.770,51
3.7.2	Conexión domiciliar larga AP (longitud mayor a 3.50 m y menor de 7.50m), con caja de registro y medidor	C/U	158,00	31.691,15
3.8	TUBERÍA DOMICILIAR ADICIONAL			

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
3.8.1	Suministro e instalación de tubería domiciliar adicional de 1/2" PVC SDR 13.5	ML	1.738,00	16.666,27
3.9	REMOCION Y RESTAURACION DE SUPERFICIES			
3.9.1	Remoción de carpeta de Rodamiento de Adoquín	m ²	17.021,99	127.763,05
3.9.2	Restauración de adoquinado	m ²	17.021,99	257.941,38
3.9.3	Remoción de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	4.325,91	31.651,86
3.9.4	Restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	4.325,91	120.339,99
3.9.5	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	262,75	3.234,11
3.9.6	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	262,75	7.258,45
	PRECIO TOTAL EN DÓLARES US\$			4,167,728.81

8.1.2 Costos de Construcción de la Alternativa 1: Sistema Independiente Buenos Aires

El costo de construcción de las obras asciende a **US\$ 2.690.442,91**, según se detalla en la tabla de costos de construcción a continuación:

Tabla 48. Costos de la Etapa 1: Alternativa 1: Sistema Independiente: Ciudad de Buenos Aires

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1	POZOS DE AGUA POTABLE		1,00	512.394,58
1,1	PERFORACIÓN			
1.1.1	Perforación en suelo compacto para Pozo de Agua Potable agujero 12" ampliación 18", de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	9.553,37
1.1.2	Perforación en Suelo rocoso o de alta consolidación (cuyo avance de perforación sea menor o igual a 5 pies/día de 8 horas) - para Pozo de Agua Potable. Diámetro de Perforación 12" ampliación 18" de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	16.571,77
1.1.3	Registro eléctrico	C/U		0,00
1,2	REVESTIMIENTO DEFINITIVO			
1.2.1	Tubería ciega de acero al carbón, sin costura, Ø 12", espesor de pared 1/4", suministro e instalación	PIE	181,11	11.773,23
1.2.3	Rejilla ranurada continua de acero inoxidable Ø 12" tipo Johnson Slot 60, suministro e instalación	PIE	181,11	59.572,43
1.2.5	Empaque de Grava - gravilla de río (suministro, colocación y desinfección, granulometría de 1/4" - 3/8" de la grava)	M ³	5,08	442,78
1,3	ACABADO DEL POZO			
1.3.1	Sello sanitario (anillo de mortero 1:3), acabado de pozo para agua potable, espesor 0.15m (incluye lechada de cemento)	PIE	19,68	662,33

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1.3.2	Tubería Piezométrica de PVC sdr 26 de Ø 38mm 1 1/2 " para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	18,41
1.3.3	Tubería para Engrave de PVC SDR 26 de Ø 50mm (2") para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	19,23
1.3.4	Relleno anular	M³	2,18	33,85
1.3.5	Base de concreto soportante del equipo de bombeo, 0,8m X 0,8m X 1m, de concreto reforzado de 3000PSI, suministro y construcción	C/U	2,00	744,97
1,4	LIMPIEZA Y DESARROLLO			
14.1	Desarrollo y Limpieza de pozos	HRS	24,00	4.129,44
1.4.2	Desinfección del Pozo	C/U	2,00	3.577,66
1,5	PRUEBAS DE BOMBEO			
1.5.1	Prueba de bombeo preliminar	C/U	2,00	1.278,91
1.5.2	Prueba de bombeo escalonada	C/U	2,00	7.601,86
1.5.3	Prueba de bombeo definitiva	C/U	2,00	15.189,40
1.5.4	Prueba de recuperación	C/U	2,00	1.191,53
1.5.5	Muestreo y análisis fisicoquímico del agua	C/U	2,00	828,37
1,6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
1.6.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo tipo sumergible para pozo de agua potable de 70 HP, Q=31,55 l/s = 500 gpm CTD 99,70m, todo para su correcto funcionamiento, etc.	C/U	1,00	81.579,73
1.6.2	Tubería encamisada de acero al carbón de diámetro 200mm (8") para columna de bombeo	ML		0,00
1.6.3	Sarta de HFD DN 200mm (8"), bloques de reacción, pilas laterales y losa de concreto	C/U	1,00	34.117,62
1.6.4	Bomba Dosificadora de cloro (Clorinador) presión de inyección 150 PSI, 6.00 g/día, (suministro e instalación)	C/U	1,00	871,70
1,7	REHABILITACION DE POZOS EXISTENTES			
1.7.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo tipo sumergible para pozo de agua potable de 5 HP, Q=3,47 l/s = 133 gpm CTD 71,09m, todo para su correcto funcionamiento, etc.	C/U	1,00	14.275,04
1.7.2	Suministro e instalación de equipo de bombeo tipo sumergible para pozo de agua potable de 15 HP, Q=8,39 l/s = 133 gpm CTD 89,26m, todo para su correcto funcionamiento, etc.	C/U	1,00	21.695,70
1.7.3	Bomba Dosificadora de cloro (Clorinador) presión de inyección 150 PSI, 6.00 g/día, (suministro e instalación)	C/U	2,00	1.743,40
1,8	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			0,00
1.8.1	Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones	C/U	12,00	50.052,67
1.8.2	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 1/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	ML	2.340,00	16.324,88
1.8.3	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fococelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	C/U	7,00	3.284,70
1.8.4	Banco de Transformadores monofásico de 37,5 Kva, 7,6/13,2kV-240/480V con sus protecciones	C/U	3,00	11.269,64
1.8.5	Red de tierra, malla 4m x 4m cable N° 2/0, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de concreto en los puntos de varilla a polo	C/U	1,00	6.976,45
1.8.6	Tablero de distribución, panel principal, 12 espacios,	C/U	1,00	8.049,74

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	Tensión de operación 480V, trifásico 4Hilos, Barra de cobre de 600 Amperios, interruptor principal 500 Amperios 3 polos, conteniendo tres interruptores termomagnéticos, dos interruptores termomagnéticos enchufable ajustable de 250 Amperios 3 polos, uno de 20 Amperios 2 polos			
1.8.7	Arrancador suave 20HP 3F 480V en gabinete metálico, con su mein principal, contactor de línea, pararrayo, medidor digital, transformador de corriente y control, autómatas de protección, relé de control de nivel, botonera de paro y marcha, luces piloto, pulsador de emergencia y ventilador.	C/U	1,00	8.803,40
1.8.8	Acometida a motor cable 2x3N° 1/0 + 1N° 1/0 + 1N° 1/0 THHN AWG 600V, PVC 2 1/2"X20'SCH 40 soterrada, zanjeo, protección mecánica de la canalización, relleno y compactación.	ML	70,00	53.884,01
1.8.9	Acometida aérea del banco de transformadores 3x37.5kva al panel principal, cable cuádruplex N°2 neutro ACSR, con sus herrajes secundarios y empalme aéreo con conductor 3 N°3/0 + N°3/0 + 1 N°3/0 THHN AWG 600V; canalización tubo PVC 3" x 20' SCH 40	ML	65,00	3.011,50
1.9	OBRAS CIVILES			
1.9.1	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	270,00	7.100,75
1.9.2	Caseta de operador y controles eléctricos (Obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario), todo conforme planos y E. T.	M²	25,00	22.050,49
1.9.3	Construcción de caseta de cloración (con acometida, panel, sistema eléctrico, todo conforme detalles en planos y E. T.)	M²	25,00	16.551,26
1.9.4	Concreto estructural resistencia mínima de 3,000 PSI (210 kg/cm²), (suministro, fundición, acero de refuerzo, aditivos, formaletas, curado, acabados)	M³		0,00
1.9.5	Andén de concreto simple de 2,500 psi e=0.075cm. ancho=1.20m Sisa @ 1.20 y acabado escobillado	M²	16,87	569,42
1.9.6	Canal de descarga de concreto ciclópeo, sección rectangular 50 x 50cm	ML		0,00
1.9.7	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo material. Sobrante. Sub-base, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	M²	22,50	1.819,26
1.9.8	Revestimiento del predio con grama de la especie "San Agustín"	M²	55,20	444,35
1.9.9	Cerco de malla ciclón de 8' con tubo de HG de 1 1/2, con pedestales de concreto y arbotante de alambre de púas, conforme planos y E.T.	ML	120,00	13.036,87
1.9.10	Portón de malla ciclón Cal. 13, de 2 hojas de 3mx1.94m, pedestales de concreto de 3,000 PSI de 0.40x0.40x1.00m, marco de tubo de HG Ø 1½", tensor de varilla lisa de Ø ½", con 2 manos de pintura anticorrosiva	C/U	1,00	1.692,45
2	TANQUES DE ALMACENAMIENTO (capacidad 564,62m³)			236,330.87
2.1	Tanque de Almacenamiento Zona San Jorge, capacidad			

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	564,62m³, diámetro 9,67m, H=9,24m			
2.1.1	Movimiento de tierra (excavaciones, acarreo de material sobrante, explotación en banco, acarreo material selecto, relleno y compactación con material selecto)	m³	279,00	7.337,56
2.1.2	Concreto de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundido, curado) para fundación	m³	61,63	20.196,87
2.1.3	Acero de refuerzo grado 60, (suministro e instalación)	Kg.	3.944,19	8.887,10
2.1.4	Construcción de un (1) tanque de 564,62m³ (pernos, cuerpo, techo, protectores para pernos, escaleras internas y externas, riel de aluminio y jaula de seguridad para escaleras internas y externas, plataforma galvanizada con riel de seguridad, manjole de visita. Suministro e instalación de boya, bajante, polea, rebose e indicador de nivel con techo de domo)	c/u	1,00	154.425,18
2.1.5	Limpieza, prueba de estanqueidad y bacteriológica, desinfección de tanque	c/u	564,62	4.341,02
2.1.6	Suministro e instalación de tubería HFD y accesorios de entrada, salida, limpieza y rebose	c/u	1,00	41.143,14
3	LINEAS DE IMPULSIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN			1941,717.47
3,1	LINEA DE IMPULSIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.1.1	Tubería HFD DN 60mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	4.209,00	245.752,91
3.1.2	Tubería HFD DN 80mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	1.767,00	108.449,33
3.1.3	Tubería HFD DN 100mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	1.555,00	113.329,61
3.1.4	Tubería HFD DN 150mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	1.607,00	199.476,50
3.1.5	Tubería HFD DN 200mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	1.498,00	210.890,07
3,2	RED DE DISTRIBUCIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.2.1	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 50 mm	m	4.209,00	129.853,76
3.2.2	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 75 mm	m	1.767,00	46.249,48
3.2.3	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 100 mm	m	1.555,00	14.269,50
3.2.4	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 150 mm	m	1.607,00	24.325,32
3.2.5	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 200 mm	m	1.498,00	39.470,21
3,3	EXCAVACIÓN CLASIFICADA			
3.3.1	Excavación en terreno normal	M³	13.370,70	102.440,53
3.3.2	Excavación en cantera	M³	668,54	14.529,49
3.3.3	Excavación en cascajo	M³	935,95	10.981,44
3.3.4	Excavación en Roca	M³	1.203,36	99.340,02
3,4	RELLENO CLASIFICADO			0,00
3.4.1	Relleno y compactación común o normal	M³	7.556,86	71.222,42
3.4.2	Relleno y compactación con material selecto	M³	3.293,96	114.674,60
3.4.3	Relleno y compactación con material granular	M³	2.519,88	50.800,30

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES			
3.5.1	Hidrante de Hierro Fundido Ø 100mm (4"), (suministro e instalación)	C/U	2,00	7.883,98
3.5.2	CAJAS DE PROTECCION UNIDADES DE OPERACIÓN Y CONTROL (UOC)			
3.5.3	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 150mm con Válvula Reguladora de Presión de 100mm y sin Válvula de compuerta	C/U	2,00	21.173,95
3.5.4	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 250mm con Válvula Reguladora de Presión de 150mm y sin Válvula de compuerta	C/U	1,00	13.187,90
3.5.5	Sarta de HFD DN 150mm (6"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E.T.	C/U	2,00	16.867,19
3.5.6	Sarta de HFD DN 250mm (10"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E. T.	C/U	1,00	9.788,04
3.6	CONEXIONES DOMICILIARES			
3.6.1	Conexión domiciliar corta AP (longitud menor a 3.50m), con caja de registro y medidor	c/u	166,00	31.062,05
3.6.2	Conexión domiciliar larga AP (longitud mayor a 3.50 m y menor de 7.50m), con caja de registro y medidor	c/u	166,00	38.198,40
3.7	TUBERÍA DOMICILIAR ADICIONAL			0,00
3.7.1	Suministro e instalación de tubería domiciliar adicional de 1/2" PVC SDR 13.5	ML	1.826,00	20.088,41
3.8	REMOCIÓN Y RESTAURACION DE SUPERFICIES			0,00
3.8.1	Remoción de carpeta de Rodamiento de Adoquín	m ²	4.923,35	42.394,74
3.8.2	Restauración de adoquinado	m ²	4.923,35	85.590,92
3.8.3	Remoción de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	591,85	4.968,13
3.8.4	Restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	591,85	18.888,77
3.8.5	Remoción de base y carpeta de rodamiento de concreto hidráulico	m ²	399,01	5.785,95
3.8.6	Restauración de base y carpeta de rodamiento de concreto hidráulico	m ²	399,01	17.136,51
3.8.7	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	276,06	3.898,18
3.8.8	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	276,06	8.748,85
	PRECIO TOTAL EN DÓLARES US\$			2.690.442,91

8.2 Costos de Construcción de la Alternativa 2: Sistema Unificado San Jorge y Buenos Aires.

El costo de construcción de las obras asciende a **US\$ 5.524.227,65** según se detalla en las Tablas siguientes.

8.2.1 Costos de Construcción de Obras de la Alternativa 2: Sistema Unificado: San Jorge y Buenos Aires

El costo de construcción de las obras asciende a **US\$ 5.524.227,65** según se detalla en las siguientes tablas, de costos por Etapa de construcción.

Tabla 49. Costos de la alternativa 2: Sistema Unificado San Jorge y Buenos Aires

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1	POZOS DE AGUA POTABLE		3,00	1.221.765,39
1,1	PERFORACIÓN			
1.1.1	Perforación en suelo compacto para Pozo de Agua Potable agujero 12" ampliación 18", de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	23.988,69
1.1.2	Perforación en Suelo rocoso o de alta consolidación (cuyo avance de perforación sea menor o igual a 5 pies/día de 8 horas) - para Pozo de Agua Potable. Diámetro de Perforación 12" ampliación 18" de acuerdo a diseño preliminar	PIE	183,73	41.612,01
1.1.3	Registro eléctrico	C/U		0,00
1,2	REVESTIMIENTO DEFINITIVO			
1.2.1	Tubería ciega de acero al carbón, sin costura, Ø 12", espesor de pared 1/4", suministro e instalación	PIE	181,11	29.562,80
1.2.3	Rejilla ranurada continua de acero inoxidable Ø 12" tipo Johnson Slot 60, suministro e instalación	PIE	181,11	149.587,44
1.2.5	Empaque de Grava - gravilla de río (suministro, colocación y desinfección, granulometría de 1/4" - 3/8" de la grava)	M³	5,08	1.111,84
1,3	ACABADO DEL POZO			
1.3.1	Sello sanitario (anillo de mortero 1:3), acabado de pozo para agua potable, espesor 0.15m (incluye lechada de cemento)	PIE	19,68	1.663,11
1.3.2	Tubería Piezométrica de PVC sdr 26 de Ø 38mm 1 1/2 " para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	46,23
1.3.3	Tubería para Engrave de PVC SDR 26 de Ø 50mm (2") para Pozo de Agua Potable, (suministro e instalación)	PIE	19,68	48,29
1.3.4	Relleno anular	M³	2,18	85,00
1.3.5	Base de concreto soportante del equipo de bombeo, 0,8m X 0,8m X 1m, de concreto reforzado de 3000PSI, suministro y construcción	C/U	2,00	1.870,64
1,4	LIMPIEZA Y DESARROLLO			
1.4.1	Desarrollo y Limpieza de pozos	HRS	24,00	10.369,10
1.4.2	Desinfección del Pozo	C/U	2,00	8.983,58
1,5	PRUEBAS DE BOMBEO			
1.5.1	Prueba de bombeo preliminar	C/U	2,00	3.211,38
1.5.2	Prueba de bombeo escalonada	C/U	2,00	19.088,41
1.5.3	Prueba de bombeo definitiva	C/U	2,00	38.140,86
1.5.4	Prueba de recuperación	C/U	2,00	2.991,95
1.5.5	Muestreo y análisis fisicoquímico del agua	C/U	2,00	2.080,06
1,6	INSTALACIONES HIDRÁULICAS			
1.6.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo tipo sumergible para pozo de agua potable de 75 HP, Q=31,55 l/s = 500 gpm CTD 120,16 m, todo para su	C/U	3,00	204.848,15

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	correcto funcionamiento, etc.			
1.6.3	Sarta de HFD DN 200mm (8"), bloques de reacción, pilas laterales y losa de concreto	C/U	3,00	85.669,94
1.6.4	Bomba Dosificadora de cloro (Clorinador) presión de inyección 150 PSI, 6.00 g/día, (suministro e instalación)	C/U	3,00	2.188,85
1.7	INSTALACIONES ELÉCTRICAS			0,00
1.7.1	Izar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones	C/U	37,00	129.174,34
1.7.2	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 1/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	ML	8.692,00	50.755,42
1.7.3	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fococelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	C/U	14,00	5.498,62
1.7.4	Banco de Transformadores monofásico de 37,5 Kva, 7,6/13,2kV-240/480V con sus protecciones	C/U	9,00	28.298,27
1.7.5	Red de tierra, malla 4m x 4m cable N° 2/0, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de concreto en los puntos de varilla a polo	C/U	3,00	17.517,98
1.7.6	Tablero de distribución, panel principal, 12 espacios, Tensión de operación 480V, trifásico 4Hilos, Barra de cobre de 600 Amperios, interruptor principal 500 Amperios 3 polos, conteniendo tres interruptores termomagnéticos, dos interruptores termomagnéticos enchufable ajustable de 250 Amperios 3 polos, uno de 20 Amperios 2 polos	C/U	3,00	20.213,05
1.7.7	Arrancador suave 20HP 3F 480V en gabinete metálico, con su mein principal, contactor de línea, pararrayo, medidor digital, transformador de corriente y control, autómatos de protección, relé de control de nivel, botonera de paro y marcha, luces piloto, pulsador de emergencia y ventilador.	C/U	3,00	22.105,49
1.7.8	Acometida a motor cable 2x3N° 1/0 + 1N° 1/0 + 1N° 1/0 THHN AWG 600V, PVC 2 1/2"X20'SCH 40 soterrada, zanjeo, protección mecánica de la canalización, relleno y compactación.	ML	240,00	154.632,81
1.7.9	Acometida aérea del banco de transformadores 3x37.5kva al panel principal, cable cuádruplex N°2 neutro ACSR, con sus herrajes secundarios y empalme aéreo con conductor 3 N°3/0 + N°3/0 + 1 N°3/0 THHN AWG 600V; canalización tubo PVC 3" x 20' SCH 40	ML	195,00	7.561,93
1.8	OBRAS CIVILES			
1.8.1	Movimiento de Tierra (Descapote, excavación, desalojo material sobrante, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	M³	270,00	17.830,12
1.8.2	Caseta de operador y controles eléctricos (Obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario), todo conforme planos y E. T.	M²	25,00	55.369,16
1.8.3	Construcción de caseta de cloración (con acometida, panel, sistema eléctrico, todo conforme detalles en planos y E. T.)	M²	25,00	41.560,51
1.8.4	Andén de concreto simple de 2,500 psi e=0.075cm. ancho=1.20m Sisa @ 1.20 y acabado escobillado	M²	16,87	1.429,83

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
1.8.5	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo mat. Sobrante. Sub-base, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	M ²	22,50	4.568,20
1.8.6	Revestimiento del predio con grama de la especie "San Agustín"	M ²	55,20	1.115,76
1.8.7	Cerco de malla ciclón de 8' con tubo de HG de 1 1/2, con pedestales de concreto y arbotante de alambre de púas, conforme planos y E.T.	ML	120,00	32.735,82
1.8.8	Portón de malla ciclón Cal. 13, de 2 hojas de 3mx1.94m, pedestales de concreto de 3.000 PSI de 0.40x0.40x1.00m, marco de tubo de HG Ø 1 1/2", tensor de varilla lisa de Ø 1/2", con 2 manos de pintura anticorrosiva	C/U	1,00	4.249,77
2	TANQUES DE ALMACENAMIENTO (capacidad 644,26m³)			212,872.31
2,1	Tanque de Almacenamiento Zona San Jorge, capacidad 644,26m³, diámetro 9,67m, H=9,24m			
2.1.1	Movimiento de tierra (excavaciones, acarreo de material sobrante, explotación en banco, acarreo material selecto, relleno y compactación con material selecto)	m ³	279,00	6.141,58
2.1.2	Concreto de 4.000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundido, curado) para fundación	m ³	76,03	20.854,64
2.1.3	Acero de refuerzo grado 60, (suministro e instalación)	Kg.	3.944,19	7.438,56
2.1.3	Construcción de un (1) tanque de 644,26m ³ (pernos, cuerpo, techo, protectores para pernos, escaleras internas y externas, riel de aluminio y jaula de seguridad para escaleras internas y externas, plataforma galvanizada con riel de seguridad, manjol de visita. Suministro e instalación de boya, bajante, polea, rebose e indicador de nivel con techo de domo)	c/u	1,00	129.254,79
2.1.4	Limpieza, prueba de estanqueidad y bacteriológica, desinfección de tanque	c/u	644,26	4.145,97
2.1.5	Suministro e instalación de tubería HFD y accesorios de entrada, salida, limpieza y rebose	c/u	1,00	34.437,05
2.2	REHABILITACIÓN DE TANQUE EXISTENTE			
2.2.1	Limpieza, prueba de estanqueidad y bacteriológica, desinfección y rotulación de tanque	m3	378,54	2.435,99
2.2.2	Rehabilitación y pintura de tanque metálico	m3	378,54	3.912,50
2.2.3	Demolición de Tanque existente	kg	580,00	4.251,22
3	LINEAS DE IMPULSIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN			4,089,589.95
3.1	LINEA DE IMPULSIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería, accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.1.1	Tubería HFD DN 200mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	2.817,88	332.043,78
3.1.2	Tubería HFD DN 250mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	3.477,47	559.560,11
3.1.3	Tubería HFD DN 300mm, Clase 40, PN 16, campana-espiga (suministro e instalación)	m	1.875,68	412.327,30
3,2	RED DE DISTRIBUCIÓN Suministro e instalación de tubería, incluye excavación, relleno y compactación, desacople y acople de tubería,			

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
	accesorios, bloques de reacción, anclajes, pruebas hidrostáticas y limpieza de tuberías.			
3.2.1	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 50 mm	m	17.014,00	439.349,93
3.2.2	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 75 mm	m	5.587,00	122.398,90
3.2.3	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 100 mm	m	6.446,00	49.510,50
3.2.4	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 150 mm	m	4.313,00	54.645,02
3.2.5	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 200 mm	m	4.312,00	95.096,58
3.2.6	Suministro e instalación de tubería PVC SDR 26 de 250 mm	m	194,00	6.319,85
3.3	EXCAVACIÓN CLASIFICADA			
3.3.1	Excavación en terreno normal	M³	38.228,51	245.150,94
3.3.2	Excavación en cantera	M³	1.911,43	34.770,61
3.3.3	Excavación en cascajo	M³	2.676,00	26.279,75
3.3.4	Excavación en Roca	M³	3.440,57	237.731,11
3.4	RELLENO CLASIFICADO			0,00
3.4.1	Relleno y compactación común o normal	M³	20.435,12	161.205,95
3.4.2	Relleno y compactación con material selecto	M³	10.052,75	292.928,96
3.4.3	Relleno y compactación con material granular	M³	7.740,64	130.614,64
3.5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE HIDRANTES			
3.5.1	Hidrante de Hierro Fundido Ø 100mm (4"), (suministro e instalación)	C/U	4,00	13.197,88
3.6	CAJAS DE PROTECCION UNIDADES DE OPERACIÓN Y CONTROL (UOC)			
3.6.1	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 150mm con Válvula Reguladora de Presión de 100mm y sin Válvula de compuerta	C/U	2,00	17.722,72
3.6.2	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 100mm con Válvula Reguladora de Presión de 50mm	C/U	1,00	6.538,79
3.6.3	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 200mm con Válvula Reguladora de Presión y Válvula de compuerta, ambas de 200mm	C/U	2,00	37.143,90
3.6.4	Cajas para protección de unidades de Operación y Control (UOC) para tuberías de 250mm con Válvula Reguladora de Presión de 150mm y sin Válvula de compuerta	C/U	2,00	22.076,70
3.6.5	Sarta de HFD DN 150mm (6"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E.T.	C/U	2,00	14.117,93
3.6.6	Sarta de HFD DN 100mm (4"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E.T.	C/U	1,00	2.743,15
3.6.7	Sarta de HFD DN 200mm (8"), con válvula de compuerta, filtro Y, macromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E. T.	C/U	2,00	11.139,46
3.6.8	Sarta de HFD DN 250mm (10"), con válvula de compuerta, filtro Y, micromedidor, pasamuros, niples, conexiones bridadas, para caja de Unidad de Operación y Control (UOC) según detalles en planos y E. T.	C/U	2,00	16.385,30

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Total US \$
3.7	CONEXIONES DOMICILIARES			
3.7.1	Conexión domiciliar corta AP (longitud menor a 3.50m), con caja de registro y medidor	c/u	324,00	50.745,27
3.7.2	Conexión domiciliar larga AP (longitud mayor a 3.50 m y menor de 7.50m), con caja de registro y medidor	c/u	324,00	62.403,73
3.8	TUBERÍA DOMICILIAR ADICIONAL			
3.8.1	Suministro e instalación de tubería domiciliar adicional de 1/2" PVC SDR 13.5	ML	3.564,00	32.817,91
3.9	REMOCION Y RESTAURACION DE SUPERFICIES			
3.9.1	Remoción de carpeta de Rodamiento de Adoquín	m ²	19.836,47	142.969,69
3.9.2	Restauración de adoquinado	m ²	19.836,47	288.642,12
3.9.3	Remoción de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	2.221,60	15.608,89
3.9.4	Restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	2.221,60	59.344,81
3.9.5	Remoción de base y carpeta de rodamiento de concreto hidráulico	m ²	1.568,02	19.031,15
3.9.6	Restauración de base y carpeta de rodamiento de concreto hidráulico	m ²	1.568,02	56.365,45
3.9.7	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	538,81	6.368,36
3.9.8	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	538,81	14.292,78
PRECIO TOTAL EN DÓLARES US\$				5.524.227,65

8.3 Insumos, Personal y Equipos Requeridos

8.3.1 Insumos requeridos

Etapa de Construcción

Energía eléctrica: Durante la construcción del proyecto se estima un consumo de 133 Kwh al mes de consumo teniendo un equipo de medición de parte de la distribuidora. En algunos casos se tendrá disponibilidad de generadores eléctricos por combustión, los cuales deberán de ser provistos por parte del contratista.

Consumo de agua: Durante la etapa de construcción se estima un volumen de 80.16 m³ de agua a utilizar, cuya fuente serán los pozos actuales que abastecen la ciudad, a través de los tanques de almacenamiento actuales. Para el caso del personal, agua de consumo humano, se estará requiriendo un total de 88 m³, la cual deberá de ser adquirida a empresas locales o comprada en el comercio local.

Volumen de insumos requeridos:

Tabla 50. Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras

Descripción	U.M	Cantidad
Arena	m ³	580.33
Cemento	Bolsas	2,583.09
Grava	m ³	263.48
Material selecto	m ³	2,600.00
Acero de refuerzo	Kg	345.03
Acero estructural A-36 (Techo edificaciones y cruces de tuberías)	Kg	8,000.00
Adoquines	C/U	55,669.33
Hormigón rojo (Piroclasto)	m ³	576.64

Fuente: Consorcio Vielca Ingenieros – decon international, 2021.

Los insumos requeridos para la obra serán suministrados por proveedores subcontratados, quienes deberán de contar con los permisos necesarios para el abastecimiento de estos materiales, siendo necesario que el personal administrativo para las obras, solicite previamente a cada proveedor los permisos correspondientes y necesarios para el suministro de estos materiales.

Tomando en consideración el tipo de proyecto y el estado actual del mismo, no se tienen contempladas las ubicaciones exactas para los materiales, planteles de construcción y puntos de almacenamiento de materiales y combustibles, por lo que se deberá de condicionar el arranque de la obra con la presentación de un mapa de ubicación de los componentes para la obra.

Etapa de Operación

Considerando que el sistema de abastecimiento de agua potable para ambas ciudades será a través de fuentes subterráneas, no se considera el uso de químicos u otros materiales para su tratamiento, únicamente se utilizará la cloración, el cambio de este deberá de llevarse a cabo de acuerdo a los registros diarios que se lleven a cabo con respecto a las presiones de los cilindros, a continuación se presenta una descripción de los procesos y disificaciones que se llevan a cabo en

la unidad de cloración.

La desinfección propuesta es mediante la inyección de cloro gas al flujo de descarga de cada pozo; se considera que debe mantenerse cloro residual en aproximadamente 0.2 mg/l (2/10 ppm) después de diez (10) minutos de tiempo de contacto y se supone que el agua de los pozos demanda unos 0.3 mg/l (3/10 ppm) durante diez (10) minutos, de modo que la suma de la demanda más el cloro residual, para el caso 0.5 mg/l (5/10 ppm), representa la dosis mínima de cloro requerida para procurar el tratamiento de la misma. De tal manera que se requiere 500 mg/1,000 l = 0.5 g por cada m³ de agua producida. La demanda de cloro para generar un residual de 0.2 mg/l, se ha supuesto en 0.5 mg/l. Es necesario que se realice una prueba de laboratorio una vez que estén perforados los pozos proyectados y antes de iniciar su operación, a fin de calibrar la dosificación.

La aplicación del cloro se hará en la sarta de descarga del pozo (tubería a presión), el tipo de clorador es de los denominados tipo vacío, que requieren establecer un diferencial de presión para el ingreso de la solución de cloro en el punto de aplicación.

En el clorador de vacío se distinguen, entre sus varios elementos constitutivos, tres (3) componentes básicos:

- El dispositivo en contacto con el cilindro, mediante el cual se mide y regula el caudal de cloro entregado al eyector;
- Un conjunto de válvulas de control, que permiten regular la dosificación del cloro; y
- El inyector/eyector, cuya configuración normalmente corresponde a la de un venturímetro, mediante el cual se ejerce un vacío (succión de 130 mm H₂O) para succionar el cloro y mantener dichas condiciones en el equipo.

El funcionamiento del inyector/eyector requiere flujo de agua a presión para obtener las condiciones de succión del cloro, su funcionamiento como cámara de mezcla cloro-agua y la entrega (inyección) de ésta última en el flujo de agua de salida del pozo a la Línea de Impulsión. Para proporcionar el flujo de agua a presión se utiliza un equipo de bombeo (llamado auxiliar), cuyas condiciones de operación (caudal, presión) son determinantes en el funcionamiento del inyector. Utilizando la dosificación supuesta de 0.5 mg/l, resulta un caudal de mezcla agua – cloro de 0.5 l/s (7.8 gpm), con velocidad mínima de 1 m/s, para una tubería de 25 mm (1") de diámetro, que podría generar una pérdida de aproximadamente 1 m H₂O. En cuanto a la carga, la presión mínima requerida para la lograr el funcionamiento del venturímetro es de 30 m H₂O (42.67 PSI), según referencias de varios fabricantes, a lo que habrá que agregar las pérdidas (1 m H₂O) en el circuito de tubería de 25 mm (1") entre la bomba y el punto de aplicación, resultando una carga de 31 m H₂O (44.1 PSI)

La capacitación que el fabricante de este equipo deberá brindar a los operadores es clave, pues mediante las mismas, se logra cumplir las condiciones específicas requeridas para el correcto funcionamiento del equipo en su conjunto.

En cuanto a **consumo de energía** se espera que se tenga un consumo de 24,800 Kw/mes aproximadamente por pozo, para un total de 80,400 Kw/mes en total, aproximadamente. El agua a utilizarse para el uso en las EBAP's será tomado directamente de la grifería de la misma EBAP.

8.3.2 Personal requerido

Etapa de Construcción

Para la etapa de construcción se requiere 130 trabajadores desglosados de la siguiente manera:

Tabla 51. Personal en la etapa de construcción

DESCRIPCION	Cantidad
Oficina	
Ingenieros	4
Dibujantes	3
Personal de apoyo	2
Bodegas	
Bodegueros y ayudantes, fiscales	12
Cuadrilla de campo en líneas	
3 Frentes de trabajo (10 por cada frente)	30
Maestros de obra	4
Topografía (1 cuadrilla por cada frente)	9
Conductores	3
Perforación de pozos y tanques	
Personal para perforación y construcción de pozos (3 equipos de 5 personas)	15
Construcción de tanques	10
Operadores de equipos	
Operadores de equipos y ayudantes	38

Fuente: Consorcio Vielca Ingenieros – decon international, 2021.

Se procurará una contratación de al menos el 25% de personal del sexo femenino, siendo así que se espera contar con 32 mujeres y 98 hombres en una edad de entre 20 y 45 años.

Etapa de Operación

Para la etapa de operación se requiere 15 trabajadores para el 2033, más 3 personas de personal Técnico/Administrativo (Total 18 personas), y cuatro más para el 2043, la edad de contratación se espera sea de entre los 20 – 45 años. Estos se describen a continuación:

Tabla 52. Personal para la etapa de operación

Personal	Cantidad					
	Línea de impulsión y redes de distribución		Estación de bombeo		de Tanques de almacenamiento	
	2033	2043	2033	2043	2033	2043
Oficial	3	-	-	-	-	-
Ayudante	6	-	-	-	-	-
Operario	-	-	2	1	1	1
Vigilante	-	-	2	1	1	1

Fuente: Consorcio Vielca Ingenieros – decon international, 2021.

Se detallan en este apartado los aspectos básicos por los que se va a regir la labor del factor humano en todos los trabajos de mantenimiento, conservación y operación. Para ello, se asignan unas funciones y responsabilidades para cada puesto de trabajo. Las tareas de conservación y mantenimiento se llevarán a cabo durante todo el año. A continuación, se exponen las características básicas de esta organización:

- Enumeración del personal.
- Funciones a realizar por cada nivel de organigrama.

La determinación del personal necesario se efectúa conforme a los procesos en que puede descomponerse el conjunto de las instalaciones del acueducto, evaluándose las necesidades en puestos de trabajo que requiere cada una de las funciones que se desarrollan en la misma.

8.3.2.1 Categorías y propuesta de personal

Los puestos de trabajo están clasificados en dos categorías:

- De dirección y control: el personal de este grupo deberá ajustarse a las necesidades del funcionamiento del sistema de abastecimiento y distribución.
- De operación, mantenimiento y conservación rutinarios: donde se incluyen los operarios a nivel de campo. Este personal realizará las actividades generales de mantenimiento diarias.

De acuerdo con estas consideraciones, la distribución del personal se realizará de la siguiente forma:

Tabla 53: Personal necesario en el sistema

Personal para la operación y mantenimiento del Acueducto	
Dirección y control	
Ingeniero Jefe de Operación y Mantenimiento	1
Supervisor de Pozos y Tanques	1
Supervisor de Líneas y redes	1
Operación y mantenimiento	
Operarios de pozos y tanques	3
Fontaneros/Valvuleros	3
Ayudantes de fontanero	6
Vigilantes	3

8.3.2.2 Funciones a realizar por cada nivel del organigrama

- Ingeniero Jefe de Operación y Mantenimiento

Funciones: dirección técnica del servicio con la colaboración de los operarios; responsable de la gestión administrativa y de personal; responsable ante ENACAL del funcionamiento correcto del servicio y de las funciones que específicamente le ordenen; establecerá las consultas necesarias con los Staff técnicos de las entidades colaboradoras; propondrá las mejoras necesarias para la optimización del servicio de la planta; responsable de la cumplimentación de los partes; hará cumplir estrictamente el mantenimiento preventivo, y adecuará los medios existentes a las necesidades que en todo momento demande el servicio y sus equipos.

- Supervisor de Pozos y Tanques

Funciones: responsables de supervisar y coordinar la operación y mantenimiento diario de las Estaciones de Bombeo y Cloración, así como la operación de los Tanques de

almacenamiento, además de garantizar los trabajos de mantenimiento, conservación y seguridad e higiene de las distintas instalaciones y componentes del sistema bajo su responsabilidad. Responde del proceso ante el Ingeniero Supervisor.

- Supervisor de Líneas y redes de distribución

Funciones: responsables de supervisar y coordinar la operación y labores de mantenimiento diario de las Líneas de Impulsión/Aducción, las Redes de Distribución y conexiones domiciliarias, además de garantizar los trabajos de mantenimiento (preventivo y correctivo), conservación y seguridad e higiene de las tuberías que conforman las líneas de impulsión/aducción, redes de distribución y componentes del sistema bajo su responsabilidad, tales como válvulas de limpieza, válvulas de sectorización, válvulas reductoras de presión, válvulas de aire y vacío, conexiones domiciliarias, etc.. Responde del proceso ante el Ingeniero Supervisor.

- Operarios/Fontaneros y ayudantes

Funciones: responsables de ejecutar los trabajos de Operación y mantenimiento, conservación y seguridad e higiene de los distintos componentes del sistema; responden del proceso ante su Supervisor inmediato y este responde al el Ingeniero Jefe de Operación y mantenimiento.

- Ingeniero electromecánico

Funciones: responsable de la operación y mantenimiento de los equipos electromecánicos. Responde ante el Ingeniero Supervisor. El Ingeniero electromecánico no será parte del staff permanente de la Filial ENACAL Masatepe, sino que provendrá del nivel central o Regional y realizará sus labores mediante programación o ante alguna emergencia que requiera su intervención como parte de un mantenimiento correctivo.

8.3.3 Equipo Requerido

Etapa de Construcción

A continuación, se describen los equipos básicos durante la construcción del proyecto.

Tabla 54. Equipos básicos durante la etapa de construcción.

DESCRIPCION	Unidad de medida	Cantidad
Cargador frontal	C/U	4
Camión cisterna	C/U	2
Bomba de succión	C/U	3
Mezcladoras	C/U	6
Camión Plataforma de 2 Toneladas	C/U	1
Bomba estacionaria	C/U	1
Compactadora	C/U	3
Camión volquete	C/U	3
Retroexcavadora	C/U	3
Camión concretero	C/U	1
Motoniveladora	C/U	3
Compactador manual	C/U	4

Grúa	C/U	2
-------------	-----	---

Fuente: Consorcio Vielca Ingenieros – decon international, 2021.

Etapa de Operación

Como tal para esta etapa se requerirá de un equipamiento y uso de materiales necesarios para la reparación de redes, tanques y pozos, lo cual estaría dado por los siguientes equipos:

8.3.3.1 Equipos de seguridad personal y colectiva

- Guantes de hule: 16 pares.
- Botas altas de hule: 16 pares.
- Capotes de hule: 8 pares.
- Uniforme de campo: 12.
- Casco protector: 12.
- Mascarillas contrapolvo: 12.
- Gafas de seguridad: 4
- Botiquín de primeros auxilios: 20.
- Salvavidas: 13.
- Cinturón de seguridad tipo paracaidista: 3.
- Manta apaga fuegos: 20.

8.3.3.2 Herramientas, utensilios, aparatos y equipos

- 20 conjunto de albañilería: 2 picos de 3.5 Kg con mango de madera, 2 palas con mango de muleta (1 cuadrada y 1 punta redonda), 1 escalera de tijera de 2 m de altura.
- Carretilla de mano: 20
- Caja de herramientas mecánicas: 20 unidades. Cada caja incluye: 1 juego de llaves planas fijas (6/7 ÷ 20/22), 4 llaves inglesas de 18", 12", 15" y 6", 1 juego de llaves boca - estrella acodadas (6/7 ÷ 20/22), 1 destornillador 8/200, 1 destornillador 4/100, 1 destornillador punta plana 6/175, 1 destornillador punta plana 5/150, 1 arco de sierra con 5 hojas de recambio, 1 lima plana de 12" grano basto, 1 lima plana de 8" entrefina, 1 lima de media caña de 10" grano basto, 1 lima triangular de 6" grano basto, 1 lima redonda con mango de 8 mm, 1 martillo de bola de 320 gr, 1 martillo de peña de 320 gr, 1 martillo de plástico de 34 mm, 2 granetes de 115 mm, 1 botador de punta de 4 mm, 1 compás de semicírculo hasta 500 mm, 1 tijera para cortar chapa, 1 cinta métrica de 2 m, 1 alicate universal de 8", 1 alicate punta plana de 160 mm, 1 alicate de punta redonda de 65 mm, 1 corta alambre oblicuo de 20 cm, 1 lima redonda de 10", 1 cortafríos de 250 mm, 1 juego de llaves ALLEN de 2 ÷ 12 mm, 1 tenaza de carpintería de 250 mm, 1 nivel metálico de 300 mm, 1 escuadra metálica lisa de 250 mm, 1 llave pico largo a presión extensible de 8 x 10" y 1 juego de sacabocados de 6, 8 , 10, 12 y 14 mm.
- Conjunto de útiles de trabajo: juego de galgas, calibrador, nivel de aluminio, juego de cubos, linterna, serrucho, juego de machos y terrajas de roscar interior y exteriormente, juego de pinceles. Unidades: 20
- Aceitera de latón tipo pistola con embocadura de apoyo. Capacidad: 250 g. Unidades: 20
- Escoba: 20 para mantenimiento en general en cada una de las instalaciones.
- Manguera: 20 para limpieza en general.
- Machete: 4 para mantenimiento de la vegetación/césped en la captación y las estaciones de relevo.
- Baldes (cubos): Para mantenimiento general (recolección de flotantes, sólidos,). Unidades: 20

- Caja de herramientas para trabajos eléctricos: alicates pelacables y terminales, tijeras de electricista, pinzas, grapadora especial, martillo de electricista, punta de trazar, regla, metro, escuadra y nivel. Unidades: 4
- Pinza amperimétrica. Unidades: 4
- Multímetro digital, con juego de fusibles, clavija y estuche. Unidades: 4

8.3.3.3 Accesorios (mobiliario)

- Estantería metálica desmontable de baldas regulables de dimensiones: 2.50 x 2.00 x 0.60 m. Unidades: 4
- Mesa metálica con 5 cajones clasificadores de las siguientes dimensiones: 1.050 x 715 x 715 mm. Unidades: 20
- Taburete con base rodante. Unidades: 20
- Lámpara de mesa. Unidades: 20

8.3.3.4 Materiales para stock

- Pares de cojinetes de tamaños graduados, de dimensiones adecuadas a los dispuestos en los motores de los diferentes equipos. Unidades:4.
- Conjunto de repuestos por cada tipo de bombas, incluyendo cierres y rotor. Unidades: 1 conjunto de repuestos para cada estación de bombeo.
- Válvulas de tamaño y tipo variados entre las que se hayan dispuesto en la instalación. Unidades: 3 tipo mariposa DN 150, 3 tipo check DN 80, 3 tipo compuerta DN80, 1 tipo mariposa DN300.

9 EVALUACIÓN AMBIENTAL/SOCIAL DE LAS ALTERNATIVAS

La evaluación ambiental/social de las obras propuestas en las alternativas de mejoramiento de los sistemas de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, estará orientada en un primer punto, a la valoración de los emplazamientos de los sitios propuestos para los pozos existentes que actualmente prestan servicio a las ciudades mencionadas y que serán rehabilitados, por lo que los impactos sociales y ambientales que se presentan son Ex Post, en este sentido, es más importante valorar la correspondencia de ubicación de estos, con relación al crecimiento de la población.

Igualmente, a como se mencionó en el abordaje técnico para la fuente de abastecimiento, algunos de los pozos, Chatilla, abastecen a la ciudad de Rivas, sin embargo, con la ejecución del proyecto de ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de esta ciudad, la cual contempla el abastecimiento a través de una fuente de captación profunda en el Lago de Nicaragua (Aranjuez), los pozos en mención serán trasladados al abastecimiento de la ciudad de San Jorge, o en el mejor de los casos al abastecimiento mancomunado de ambas ciudades. Como parte integral de la valoración de emplazamiento también se abordará el sitio donde se encuentran ubicados los tanques es almacenamiento, los cuales serán, al igual que los pozos, rehabilitados y ampliados con el fin de mejorar las presiones del sistema propuesto para cualquiera de las alternativas de distribución.

Posteriormente, se hará una valoración social de la alternativa individual y la alternativa mancomunada, bajo los puntos de vista social y ambiental, para lo cual se presentan metodologías específicas, que son de uso común, aprobadas y validadas por diferentes organismos internacionales.

Finalmente, se llevará a cabo la integración de los valores acumulados para los emplazamientos y las alternativas, brindándose así la valoración total que resultará en la alternativa seleccionada.

9.1.1 Evaluación Ambiental de los sitios para emplazamiento de las obras propuestas

Se realiza la evaluación ambiental de los tres (3) sitios identificados para el emplazamiento de los pozos y tanques de almacenamiento propuestos. Esta evaluación de emplazamientos se realizó con la metodología del Histograma, que usa los criterios del Nuevo FISE, y con la lista de chequeo de pozos, usando los criterios establecidos en la NTON 09 006 11.

9.1.2 Evaluación de emplazamiento de pozos perforados y tanque de almacenamiento por histogramas

Esta metodología permite valorar las características generales del sitio y del entorno, para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales adversos y/o efectos sociales indeseables que pudieran generarse, debido a la localización del sitio donde se emplazará uno o varios componentes del proyecto.

El método consiste en seleccionar de una Tabla predefinida los parámetros o variables del emplazamiento a evaluar en dependencia del tipo de proyecto y de la infraestructura a emplazar, para este caso se seleccionaron 12 parámetros o variables que incluyen: Formación geológica, Uso de suelo, Deslizamiento, Vulcanismo, Hidrología superficial, Sedimentación, Radio de cobertura, Incorporación de infraestructura, Fuentes de contaminación, Desechos sólidos, Conflicto territorial y Marco legal.

Las variables son evaluadas en una Escala de riesgos (E), que va del 1 al 3, donde: 1 corresponde a Muy riesgoso, son las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa; 2 a Riesgo y peligro intermedio, son ambientalmente aceptables con limitaciones por el tipo de proyecto que se evalúa; y 3 a Mínimo riesgo, representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente. Pudieran existir condiciones en un sitio que no se encuentren expresadas en ninguno de los rangos anteriormente descritos, para ese caso, la persona que evalúa el sitio podrá asociar la situación presente a la escala que considere más apropiada.

Cada valor de la Escala de riesgos (E), está asociada a un valor de Peso (P) o importancia, que van del 3 al 1, es decir, en orden inverso a la Escala de riesgos (E), de manera que, para un valor de $E = 1$, le corresponde un valor de Peso ($P = 3$), así, las situaciones más riesgosas o ambientalmente incompatibles tienen la máxima importancia o peso (3); para $E = 2$ el valor de $P = 2$ y para $E = 3$, el valor de $P = 1$, las situaciones no riesgosas o ambientalmente compatibles tienen la mínima importancia o peso (1). Un valor de Peso ($P = 3$), corresponde a Máxima importancia, 2 a Importancia media y 1 a Mínima importancia.

La Frecuencia (F), corresponde a la suma individual de las columnas de la Escala de riesgo (E) del mismo valor (1 a 3).

Para obtener el Valor Total del histograma, primero se realiza el producto de la Escala (E) por el Peso (P) por la Frecuencia (F), el resultado de dicha operación, se divide entre el producto del Peso (P) por la Frecuencia (F) y así, se obtiene el Valor Total del histograma.

Valor Total del histograma, se compara con los rangos o criterios detallados a continuación:

Criterios de evaluación por histogramas

Los Criterios de evaluación por Histograma son los siguientes:

Valores entre 1 - 1.5: El sitio donde se propone emplazar el proyecto es muy peligroso con alto componente de riesgo a desastre y/o con deterioro de la calidad ambiental. Sitio no elegible.

Valores entre 1.6 - 2: El sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso, ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales. Se sugiere la búsqueda de otra alternativa, y en caso de no presentarse otra alternativa se estudiará de forma detallada la elegibilidad del sitio para el desarrollo del proyecto.

Valores entre 2.1- 2.5: El sitio es poco peligroso, con muy bajo componentes de riesgo a desastres. y/o bajo deterioro de la calidad ambiental a pesar de limitaciones aisladas. Se considera esta alternativa de sitio elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación, Marco legal.

Valores Superiores a 2.6: El sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento. Siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 en algunos de los siguientes aspectos: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación y Marco legal.

Resultados de la evaluación por histogramas

La evaluación de los sitios para el emplazamiento de los pozos y tanque de almacenamiento se realizó de manera individual de los tres (3) sitios identificados para el emplazamiento de pozos y un sitio para emplazamiento de tanque de almacenamiento.

Los resultados de las valoraciones indican que los tres sitios de pozos propuestos cumplen, siendo la valoración individual de: **2.36 para el Pozo propuesto N° 1, 2.42; para el Pozo propuesto N° 2 y 2.48 para el Pozo propuesto N° 3.** Para el **sitio de emplazamiento del Tanque de almacenamiento** la valoración resultó **de 2.36.** Los resultados de la valoración corresponden al rango de valores comprendidos entre 2.3 a 2.6, asignados a sitios no peligrosos, de muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento de pozos, siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1, en algunas de las siguientes variables: Sismicidad, Deslizamientos, Vulcanismo, Mar y lagos, Fuentes de contaminación y Marco legal. En ninguna de las alternativas se obtuvo valor de E = 1, para alguna de esas variables.

Ver resultados y detalles completos de la evaluación ambiental en Volumen 02, Anexo: Evaluación de emplazamiento de Pozos y Tanques con histogramas y NTON 09 006 11.

9.1.3 Evaluación de emplazamiento de pozos por NTON 09006 11

El emplazamiento individual de los pozos propuestos, también fue evaluado a la luz de los requerimientos de distancia y las restricciones de emplazamiento de pozos en áreas con potencial contaminante, establecidas en la NTON 09 006 11. En general los tres sitios identificados para emplazamientos de pozos, cumplen con los requerimientos establecidas de distancia de retiro a gasolineras, sistemas de tratamiento de aguas residuales y vertederos municipales, según lo establece la NTON 090061.

Ver resultados y detalles completos de la evaluación ambiental en el Volumen 02, Anexo ---: Evaluación de emplazamiento de Pozos y Tanques con histogramas y NTON 09 006 11.

9.1.4 Disponibilidad y accesibilidad de sitios para emplazamiento de pozos y tanque de almacenamiento

Disponibilidad de los Sitios

Los tres sitios identificados para emplazamiento de pozos y el sitio para emplazamiento de tanque de almacenamiento, fueron visitados en varias ocasiones a fin de conversar con los propietarios para explicarles el objetivo del proyecto y la identificación de un área de 30 m x 30 m dentro de su propiedad para evaluar la posibilidad del emplazamiento de un pozo y de 50 m x 50 m para el caso del emplazamiento del tanque de almacenamiento. En todos los casos se obtuvieron respuestas positivas, y concedieron permiso para realizar los levantamientos topográficos. Por lo tanto, se puede considerar que hay disponibilidad de los sitios.

Accesibilidad de los Sitios

Los tres (3) sitios identificados para el emplazamiento de pozos y uno identificado para emplazamiento de tanque de almacenamiento, son totalmente accesibles, están localizados a orillas de caminos de todo tiempo sin revestimiento y con disponibilidad de energía eléctrica en sus proximidades. En el caso del sitio para emplazamiento de tanque, que se localiza en el barrio El Cocal, dentro de la ciudad, cuenta con calles de acceso revestidas con adoquín. En el caso de este último terreno, aunque dentro de la valoración no ha resultado con un algún nivel de riesgo de inundación o peligro de la colocación de esta obra, es importante valorar que el mismo se encuentra colindante a propiedades de casas de habitación, por lo que las labores a llevarse a cabo deben incluir medidas de mitigación por las afectaciones en el desarrollo de las obras.

9.1.5 Evaluación Social de las Alternativas

Desde el punto de vista técnico, en el estudio de conceptualización de alternativas de AP de San Jorge y Buenos Aires, aprobado por ENACAL-PISASH, se han considerado dos (2) alternativas de solución para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable de dichas ciudades, identificadas así:

- **Alternativa 1: Dos acueductos independientes.** Esta alternativa consiste en mantener el esquema actual, con acueductos independientes para cada ciudad, con su propia fuente de abastecimiento (nueva) y demás elementos (almacenamiento y red de distribución), tal y como funcionan en la actualidad.
- **Alternativa 2: Un acueducto regional.** Esta alternativa consiste en: utilizar una fuente de abastecimiento común que satisfaga la demanda proyectada de ambas ciudades; líneas de conducción (impulsión) comunes y un esquema de operación como dos subsistemas independientes (uno por ciudad), cada uno con su propia infraestructura de almacenamiento y distribución.

Para evaluar el Impacto Social del Proyecto comparando las alternativas mencionadas, se utilizó la matriz Multicriterio¹, que consiste en el ordenamiento jerárquico de los

¹ (NU. CEPAL. ILPES, 2008)
Pág. 146

problemas actualmente percibidos por la población en el área de estudio. De este contexto, se obtienen valores numéricos que finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad. A su vez, la Matriz permitirá saber dónde se concentra el mayor impacto social de cada componente con respecto a la problemática encontrada.

Los criterios de valorización fueron adquiridos a través del equipo de trabajo en el Diagnóstico y en las Encuestas Socioeconómicas de las ciudades en mención.

Tabla 55: Valores de Intensidad por cada Incidencia encontrada.

INTENSIDAD DE LAS VALORACIONES DE LA MATRIZ		
Intensidad	Definición	Explicación
1	De Igual Importancia	2 problemas se priorizan de igual forma o tienen el mismo peso
3	Moderada Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan levemente a un problema sobre el otro
5	Alta Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan altamente a un problema sobre el otro
7	Muy Alta Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan muy altamente a un problema sobre el otro. Existe evidencia de esta predominancia
9	Extrema Importancia	La evidencia demuestra una predominancia absoluta de un problema sobre el otro
2,4,6,8	Valores Intermedios	Pueden usarse en caso de no haber consenso
Recíprocos	$P1 = 1/2 * P2$	P=Prioridad. En caso de una relación inversa entre los problemas

Nota: se usará por defecto Intensidad 1 en las partes de la matriz donde intercepten dos problemas iguales.

En la siguiente matriz se presentan los factores que inciden en el suministro del agua potable a la población.

- 1) Racionamiento-sectorización: comprende la disponibilidad del recurso y capacidad de abastecer la demanda actual y futura de agua. Tiene una importancia relativa moderada en comparación a las otras problemáticas, es decir, El Consultor determinó que el Racionamiento actual no impacta de una manera tan negativa a la población debido a que se encontró que la dotación actual supera lo requerido en la norma NTON 09 003-99, para ambas ciudades.

Tabla 56: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.

AGUA POTABLE: VALORIZACION DE PROBLEMAS				
Social	Racionamiento - Sectorización	Calidad	Enfermedades	Indicadores de servicios AP
Racionamiento - Sectorización	1.00	3.00	4.00	5.00
Calidad	0.33	1.00	3.00	3.00
Enfermedades	0.25	0.33	1.00	2.00
Indicadores de servicios AP	0.20	0.33	0.50	1.00
Total	1.78	4.67	8.50	11.00

- 2) Calidad.: comprende los niveles de salubridad y limpieza que la población percibe del servicio y como éste se verá impactado en la Situación con Proyecto. Se espera que su importancia relativa sea moderada dado que la calidad actual no es una gran preocupación general.
- 3) Enfermedades: comprende la percepción de El Consultor con respecto a la relación entre el servicio de agua y la cantidad de enfermedades de carácter hídrico en la zona de estudio. Se determina por las encuestas que su implicancia relativa es baja.
- 4) Indicadores de Servicio de AP: comprende las mejoras tanto en servicio, operación, mantenimiento y facturación que se pretende alcanzar en la situación con Proyecto. Su implicancia relativa es alta.

9.1.6 Matriz de Resultados

A continuación, se presenta una matriz de resultados donde se realiza la evaluación social de las Alternativas

Tabla 57: Matriz comparativa de Alternativas AP.

AGUA POTABLE: COMPARACION DE RESULTADOS					
Alcances Específicos	Ponderación (Global)	Puntaje o indicadores normalizados		Puntaje Ponderado	
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 1	Alternativa 2
Racionamiento - Sectorización	0.516	9	9	4.642	4.642
Calidad	0.276	7	7	1.934	1.934
Enfermedades	0.138	5	5	0.691	0.691
Indicadores de servicios AP	0.070	4	4	0.279	0.279
Puntaje Ponderado Total				7.546	7.546
<i>Nota: Asumimos que X es la situación actual y de qué Y es la situación con proyecto.</i>					

Se determina que ambas alternativas cumplen con la capacidad de solventar los problemas que actualmente afectan la zona de estudio en similar condición de magnitud y relevancia, por lo tanto, la valoración por las afectaciones sociales y el nivel de beneficios que se puede obtener de ambos no es relevante para la selección entre una y otra alternativa. Esto es lógico, si se considera que cada alternativas busca poder brindar el mayor de los niveles de satisfacción de los pobladores con el suministro de agua potable, y que ambas alternativas lo logran, en la misma medida, entonces es totalmente indistinto que la población logre notar la diferencia de las alternativas como tal, sino al contrario, lo que notan es el cambio de una condición de abastecimiento en las variables de cantidad, calidad y continuidad, las cuales al llegar a una situación con proyecto, son solventadas y por lo tanto la condición de esta población percibe los mismos beneficios.

9.2 Evaluación Ambiental de las Alternativas Propuestas

La valoración que se lleva a cabo, tiene como fin integrar los resultados de la valoración de emplazamiento y la valoración social, ponderados a una escala de 10 puntos, que suman dentro de una matriz Multicriterios, en la cual se van asignando valores con la participación de todo el equipo de especialistas, a fin de poder obtener, con la experiencia inter y trans disciplinaria, la selección de la mejor alternativa. A manera de introducción e intentando presentar las diferencias básicas de cada alternativa, a continuación, se hace un resumen de cada una de ellas:

- Alternativa 1: Acueductos Independientes. Esta consiste en que cada ciudad es abastecida por su propia batería de pozos. El esquema que se persigue es el de Fuente (Pozo) – Tanque – Red. Actualmente, y a como se ha venido valorando dentro del abordaje técnico, el acuífero de la zona de Buenos Aires es muy bondadoso, teniendo un balance hídrico positivo que a su vez tiene una alta capacidad de entrega, esto se traduce en una capacidad de bombeo (caudal del pozo), que es capaz de satisfacer la demanda de agua de las ciudades (considerando que la batería de pozos que estaría abasteciendo, en su mayoría a la ciudad de San Jorge, también se encuentra en Buenos Aires).

El sistema individual por si solo y de acuerdo a los modelos hidráulicos realizados, cumple con las demandas y presiones que se requieren de acuerdo a la norma y las necesidades de la población, por otro lado, en cuanto a la sostenibilidad del sistema, por el monto de la inversión, la capacidad del municipio en términos financieros es mucho menor por lo tanto hay un riesgo latente de endeudamiento por la operación y mantenimiento del sistema. Lo anterior, claro, en dependencia de la estrategia de fortalecimiento institucional que se requiere desde la Departamental Rivas, si se mantiene la misma modalidad de O&M actual.

- Alternativa 2: de Acueducto Regional (Mancomunado). Esta alternativa consiste en la interconexión de la línea de impulsión desde las baterías de pozos hacia la red de distribución de ambas ciudades, sumado a la alternativa se estarían compartiendo los tanques dentro de una sola red, aunque se sectorizaran para lograr presiones y una correcta distribución. En términos de oferta de agua, a como se comenta en el abordaje de la alternativa anterior, existe un balance positivo del acuífero y se utilizará para esta alternativa la misma cantidad de pozos, claro con la ventaja de que todos estarán interconectados y, por consiguiente, la capacidad de respuesta ante fallos de alguno de ellos es mucho mayor. Por otro lado, el costo de O&M, en escala de magnitud de beneficiados es mucho menor por lo que es más factible operar el sistema en términos financieros.

10 ANALISIS MULTICRITERIOS Y PONDERACION DE ALTERNATIVAS

En este apartado se realiza la valoración, según diversos criterios, de cada una de las alternativas planteadas para el proyecto de ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable, incorporando simultáneamente las componentes técnica, social, ambiental y económica.

Para ello se realiza un análisis multicriterio, que se estructura en las siguientes etapas:

- **Definición de objetivos:** se exponen los objetivos generales perseguidos, los cuales serán satisfechos en mayor o menor grado por las distintas alternativas.
- **Selección de criterios o aspectos de evaluación:** teniendo en cuenta que los objetivos planteados tienen un carácter general, se establecen para cada objetivo unos criterios de evaluación, que permiten medir el grado de cumplimiento de los objetivos por parte de las distintas alternativas y sus respectivos escenarios propuestos de actuación. Estos criterios pueden ser tanto cuantitativos como cualitativos.

10.1 Alternativas de Análisis Desarrollados

La solución propuesta plantea dos alternativas consideradas para el sistema de **Agua Potable AP**.

A continuación, se describen las Alternativas consideradas.

Tabla 58: Alternativas para AS y PTAS consideradas

AP	Alternativa 1	Dos acueductos independientes.
	Alternativa 2	Un acueducto regional.

Para el abordaje del análisis, el consultor propone una valoración Multicriterio donde se determine la Alternativa que mejor cumpla con los criterios preseleccionados.

10.2 Objetivos y Aspectos de Valoración

Los objetivos generales perseguidos para la formulación y selección de las alternativas del proyecto se basan en:

- **Minimizar** los aspectos negativos que las instalaciones de este tipo de proyectos puedan generar en la población más próxima, desde la ocupación de terreno hasta las molestias generadas por las obras civiles.
- **Maximizar** la integración ambiental y paisajística de las instalaciones en el entorno en el que se construya.

- **Maximizar** el Valor Actual Neto Económico como indicador determinante para la selección de la alternativa a la luz de los criterios del Banco Centroamericano de Integración Económico (BCIE).

10.3 Criterios e Indicadores de Valoración

Cada una de las alternativas fueron valoradas considerando los criterios más determinantes en el proceso de toma de decisiones. Para cada uno de los criterios se construyó una tabla de indicadores ilustrando el comportamiento de cada uno de ellos en cada uno. Los criterios considerados para evaluar los siete (7) escenarios seleccionados fueron los siguientes:



A continuación, se resume en la tabla 90 los indicadores para cada uno de los criterios utilizados en el análisis relevante para el proceso de toma de decisiones. Con base en estos indicadores se determinará la valoración asignada para cada criterio.

Tabla 59: Indicadores de cada uno de los criterios de evaluación para las alternativas seleccionadas

Indicadores de Alternativas			
Criterio	Unidad	Valoración	
		Escenario 1	Escenario 2
Requerimiento de Superficie - Tanques y Pozos	m ²	5,200	5,200
Consumo Energético - AS	kWh/a	507,283	508,728
Número de Estaciones de Bombeo - AS	Nº Unidades	3	3
Aspectos Ambientales	Cualitativo	74.00	88.00
Aspectos Sociales	Cualitativo	7.95	7.95
VAN - Económico	miles USD	-437	61

10.3.1 Requerimiento de Superficie

Uno de los criterios más determinantes es el requerimiento de área, la cual puede incidir significativamente en el costo del proyecto. Este indicador se determina cuantitativamente utilizando los m² requeridos para la construcción del sistema. Se favorecerá la solución de menor requerimiento de área. Como uno de los elementos determinantes de la selección de alternativas, el área requerida para cada uno de los escenarios constituye un criterio determinante para la selección final.

Ambas alternativas obtienen el mismo puntaje dado que sus requerimientos de terrenos son iguales.

10.3.2 Aspectos Sociales

Se valora cualitativamente con base en los resultados del estudio social del proyecto, determinando el grado de afectación social de las intervenciones, destacando los de menor incidencia negativa en el proyecto.

Los criterios utilizados fueron basados en los resultados de las encuestas socioeconómicas determinándose que todas las alternativas en sus diferentes escenarios propuestos, cumplen como solución a la problemática social actual. Esto significa que, dentro de la valoración de alternativas, los aspectos sociales no son preponderantes para la decisión final.

Desde el punto de vista técnico, en el estudio de conceptualización de alternativas de AP de San Jorge y Buenos Aires, aprobado por ENACAL-PISASH, se han considerado dos (2) alternativas de solución para el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable de dichas ciudades, identificadas así:

La matriz Multicriterio² se utilizó para evaluar el Impacto Social del Proyecto comparando las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1: Dos acueductos independientes.** Esta alternativa consiste en mantener el esquema actual, con acueductos independientes para cada ciudad, con su propia fuente de abastecimiento (nueva) y demás elementos (almacenamiento y red de distribución), tal y como funcionan en la actualidad.
- **Alternativa 2: Un acueducto regional.** Esta alternativa consiste en: utilizar una fuente de abastecimiento común que satisfaga la demanda proyectada de ambas ciudades; líneas de conducción (impulsión) común y con un esquema de operación como dos subsistemas independientes (uno por ciudad), cada uno con su propia infraestructura de almacenamiento y distribución.

Además, se logró integrar como parte del análisis cada uno de sus componentes, pozos, red de distribución, etc.

La Matriz Multicriterio es una matriz de evaluación social que consiste en el ordenamiento jerárquico de los problemas actualmente percibidos por la población en el área de estudio. De este contexto, se obtienen valores numéricos que finalmente los sintetiza para determinar qué variable tiene la más alta prioridad. A su vez, la Matriz permitirá saber dónde se concentra el mayor impacto social de cada componente con respecto a la problemática encontrada.

Los criterios de valorización fueron adquiridos a través del equipo de trabajo en el Diagnóstico y en las Encuestas Socioeconómicas de las ciudades contempladas en el estudio.

Tabla 60: Valores de Intensidad por cada Incidencia encontrada.

INTENSIDAD DE LAS VALORACIONES DE LA MATRIZ		
Intensidad	Definición	Explicación
1	De Igual Importancia	2 problemas se priorizan de igual forma o tienen el mismo peso
3	Moderada Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan levemente a un problema sobre el otro
5	Alta Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan altamente a un problema sobre el otro
7	Muy Alta Importancia	La experiencia del equipo o los requerimientos del proyecto priorizan muy altamente a un problema sobre el otro. Existe evidencia de esta predominancia
9	Extrema Importancia	La evidencia demuestra una predominancia absoluta de un problema sobre el otro

² (NU. CEPAL. ILPES, 2008)
Pág. 154

2,4,6,8	Valores Intermedios	Pueden usarse en caso de no haber consenso
Recíprocos	$P1 = 1/2 * P2$	P=Prioridad. En caso de una relación inversa entre los problemas

Nota: se usará por defecto Intensidad 1 en las partes de la matriz donde intercepten dos problemas iguales.

En la siguiente matriz se presentan los factores que inciden en el suministro del agua potable a la población.

- 1) Racionamiento-sectorización: comprende la disponibilidad del recurso y capacidad de abastecer la demanda actual y futura de agua. Tiene una importancia relativa moderada en comparación a las otras problemáticas, es decir, El Consultor determinó que el Racionamiento actual no impacta de una manera tan negativa a la población debido a que se encontró que la dotación actual supera lo requerido en la norma NTON 09 003-99, para ambas ciudades.
- 2) Calidad.: comprende los niveles de salubridad y limpieza que la población percibe del servicio y como éste se verá impactado en la Situación con Proyecto. Se espera que su importancia relativa sea moderada dado que la calidad actual no es una gran preocupación general.
- 3) Enfermedades: comprende la percepción de El Consultor con respecto a la relación entre el servicio de agua y la cantidad de enfermedades de carácter hídrico en la zona de estudio. Se determina por las encuestas que su implicancia relativa es baja.
- 4) Indicadores de Servicio de AP: comprende las mejoras tanto en servicio, operación, mantenimiento y facturación que se pretende alcanzar en la situación con Proyecto. Su implicancia relativa es alta.

Tabla 61: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.

AGUA POTABLE: VALORIZACION DE PROBLEMAS				
Social	Racionamiento - Sectorización	Calidad	Enfermedades	Indicadores de servicios AP
Racionamiento - Sectorización	1.00	3.00	4.00	5.00
Calidad	0.33	1.00	3.00	3.00
Enfermedades	0.25	0.33	1.00	2.00
Indicadores de servicios AP	0.20	0.33	0.50	1.00
Total	1.78	4.67	8.50	11.00

A continuación, en la Tabla 93, se presenta una matriz de resultados donde se realiza la evaluación social de las alternativas.

Tabla 62: Matriz comparativa de Alternativas AP.

AGUA POTABLE: COMPARACION DE RESULTADOS					
Alcances Específicos	Ponderación (Global)	Puntaje o indicadores normalizados		Puntaje Ponderado	
		Dos acueductos independientes	Un acueducto regional	Dos acueductos independientes	Un acueducto regional
Racionamiento - Sectorización	0.516	9	9	4.642	4.642
Calidad	0.276	7	7	1.934	1.934
Enfermedades	0.138	5	5	0.691	0.691
Indicadores de servicios AP	0.070	4	4	0.279	0.279
Puntaje Ponderado Total				7.546	7.546
<i>Nota: Asumimos que X es la situación actual y de qué Y es la situación con proyecto.</i>					

Se determina que ambas alternativas cumplen con la capacidad de solventar los problemas que actualmente afectan la zona de estudio en similar condición de magnitud y relevancia, por lo tanto, la valoración por las afectaciones sociales y el nivel de beneficios que se puede obtener de ambos no es relevante para la selección entre una y otra alternativa. Esto es lógico, si consideramos que cada una de las alternativas busca el poder brindar el mayor de los niveles de satisfacción de los pobladores con el suministro de agua potable, y que ambas alternativas logran esto, en la misma medida, entonces es totalmente indistinto que la población logre notar la diferencia de las alternativas como tal, sino al contrario, lo que notan es el cambio de una condición de abastecimiento en las variables de cantidad, calidad y continuidad, las cuales al llegar a una situación con proyecto, son solventadas y por lo tanto la condición de esta población percibe los mismos beneficios.

10.3.3 Aspectos Ambientales

Se valora cualitativamente con base en los resultados del estudio ambiental del proyecto determinando el cualitativamente el grado de afectación social de las intervenciones, destacando los de menor incidencia negativa en el proyecto.

La valoración que se lleva a continuación, tal y como se ha abordado al inicio del capítulo, tiene como fin el integrar los resultados de la valoración de emplazamiento y la valoración social, ponderados a una escala de 10 puntos, que suman dentro de una matriz Multicriterios en la cual se van asignando valores con la participación de todo el equipo de especialistas, a fin de poder obtener, con la experiencia inter y trans disciplinaria, la selección de la mejor alternativa. A manera de introducción e intentando presentar las diferencias básicas de cada alternativa a continuación se hace un resumen

de cada una de ellas:

- Alternativa de Acueductos Independientes. Esto consiste en que cada una de las ciudades es abastecida por su propia batería de pozos. El esquema que se persigue es el de Pozo – Tanque – Red. Actualmente, y a como se ha venido valorando dentro del abordaje técnico, el acuífero de la zona de Buenos Aires es muy bondadoso, teniendo un balance hídrico positivo que a su vez tiene una alta capacidad de entrega, esto se traduce en una capacidad de bombeo (caudal del pozo), que es capaz de satisfacer la demanda de AP para cada una de las ciudades (considerando que la batería de pozos que estaría abasteciendo, en su mayoría a la ciudad de San Jorge, también se encuentra en Buenos Aires). El sistema individual por si solo y de acuerdo a los modelos hidráulicos realizados, cumple con las demandas y presiones que se requieren de acuerdo a la norma y las necesidades de la población, por otro lado, en cuanto a la sostenibilidad del sistema, por el monto de la inversión, la capacidad del municipio en términos financieros es mucho menor por lo tanto hay un riesgo latente de endeudamiento por la operación y mantenimiento del sistema. Lo anterior, claro, en dependencia de la estrategia de fortalecimiento institucional que se requiere desde la Departamental Rivas, si se mantiene la misma modalidad de O&M actual.
- Alternativa de Acueducto Regional (Mancomunado). Esta alternativa consiste en la interconexión de la línea de impulsión desde las baterías de pozos hacia la red de distribución de ambas ciudades, sumado a la alternativa se estarían compartiendo los tanques dentro de una sola red, aunque se sectorizaran para lograr presiones y una correcta distribución. En términos de oferta de agua, a como se comenta en el abordaje de la alternativa anterior, existe un balance positivo del acuífero y se utilizará para esta alternativa la misma cantidad de pozos, claro con la ventaja de que todos estarán interconectados y, por consiguiente, la capacidad de respuesta ante fallos de alguno de ellos es mucho mayor. Por otro lado, el costo de O&M, en escala de magnitud de beneficiados es mucho menor por lo que es más factible operar el sistema en términos financieros.

En el acápite a continuación, establecen los criterios de ponderación y se lleva a cabo la valoración correspondiente para la selección de la mejor alternativa de acueducto.

Valoración Multicriterio para la Selección de Alternativa – Acueductos Independiente/Acueducto Regional

Para la valoración de la mejor alternativa de Acueducto, se utilizará la metodología multicriterio en la cual se establecen una serie de aspectos que en su conjunto logran definir el beneficio que puede tener una u otra alternativa en términos de sostenibilidad técnica, económica y social/ambiental. A continuación, se hace una descripción de todos estos criterios.

- **Estabilidad del sistema**

Si bien es cierto, desde el punto de vista teórico, las dos alternativas de Acueductos, bajo la modalidad de Pozo – Tanque – red, tienen el mismo fin, que es el proveer de agua potable a la población, si existe una diferencia entre uno y otro, por ejemplo, el poder

mantener continuidad en el servicio, para cual quiera de las ciudades, al momento de fallar un pozo, es mucho mayor cuando el acueducto es compartido, así también al momento de fallos de energía, pues la capacidad de los tanques de almacenamiento podría brindar mejores presiones y por tanto abastecimiento durante el tiempo en que no se tenga suministro en la red. En este sentido a continuación, se brinda la valoración de este criterio de selección

Tabla 63: Valoración del criterio de Estabilidad del Sistema. Puntaje Máximo 15.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	10
Alternativa 2: Acueducto Regional	15

- **Cumplimiento de las normas CAPRE**

Nicaragua ha adaptado como normas que regulan la calidad del agua potable, las Normas CAPRE. En este sentido, tomando en consideración que las tecnologías o las alternativas aplicar son concebidas para el cumplimiento de la normativa, se le estará dando un puntaje máximo a la alternativa que pueda disminuir la vulnerabilidad del sistema en cuando al no cumplimiento de la norma o a la salida de operación por algún efecto de desestabilización del sistema.

Tabla 64: Valoración del criterio de Cumplimiento de las Normas CAPRE. Puntaje Máximo 10.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	8
Alternativa 2: Acueducto Regional	8

Realmente la posibilidad del no cumplimiento para las alternativas está atada a la falta de abastecimiento de Cloro Gas para la desinfección, es por esto que ambas son puntuadas con 8. En este aspecto es importante el que se logre ejecutar un correcto plan de fortalecimiento institucional para poder atender de mejor manera, Delegación Rivas, las necesidades de estas dos ciudades, si se mantiene la centralización actual de la O&M.

- **Necesidades de terreno o servidumbres de paso**

Las dos alternativas tienen como parte de su ampliación y mejora del sistema de abastecimiento la potencialidad de utilización de la misma infraestructura de abastecimiento actual, con la salvedad que deberá de ser rehabilitada y ampliada. Con relación a la necesidad de terreno, no será requerido, tampoco se estima necesario el pago de servidumbres de pase para la colocación de alguna tubería.

Tabla 65: Valoración del criterio de Necesidades de Terreno. Puntaje Máximo 10.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	10
Alternativa 2: Acueducto Regional	10

- **Costos básicos de inversión de capital fijo**

Este es sin duda uno de los elementos primordiales de evaluación en la escogencia de

cualquier alternativa, para la valoración de este parámetro se tendrán como criterio, la experiencia de los consultores y los resultados de los costos de inversión que se han realizado para la comparación de las mismas, donde se ve como resultado que la alternativa de Acueducto Regional es menos costosa.

Tabla 66: Valoración del criterio de Costos Básicos de Inversión de Capital Fijo. Puntaje Máximo 15.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	12
Alternativa 2: Acueducto Regional	15

- **Costos básicos de mantenimiento y operación**

Como mencionamos la alternativa 1 resulta más costosa en términos de O&M que la alternativa 2, esto por un tema de economía de escalas.

Tabla 67: Valoración del criterio de Costos Básicos de Mantenimiento y Operación. Puntaje Máximo 15.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	10
Alternativa 2: Acueducto Regional	15

- **Especialización de mano de obra**

El grado de especialización de la mano de obra operativa para los sistemas de abastecimiento de AP, es otro de los aspectos importantes de tomar en cuenta en esta evaluación, pues esto puede acarrear limitaciones operativas y de sostenibilidad. Como es de esperar, se ven favorecidos aquellos procesos que requieran poca especialización de sus operarios, lo que a su vez está asociado con una baja complejidad en la operación del sistema. En este sentido, se consideran que ambos sistemas son fáciles de operar, por lo que los costos por Especialización de Mano de Obra requerida, serán igualmente bajos para ambas alternativas.

Tabla 68: Valoración del criterio de Requerimiento de Mano de Obra. Puntaje Máximo 10.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	10
Alternativa 2: Acueducto Regional	10

- **Factibilidad de implementación**

El sistema de tratamiento escogido debe ser fácilmente implementable, lo que comprende principalmente que su operatividad y control sea simple y confiable.

Tabla 69: Valoración del criterio de Factibilidad de Implementación. Puntaje Máximo 10.

ALTERNATIVA	FACTOR	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	0.9	9
Alternativa 2: Acueducto Regional	1	10

Esta valoración integra los criterios de Especialización de MO, Costos Básicos de M&O,

Costos de Inversión y las necesidades de terreno para brindar el puntaje de la Factibilidad de Implementación. Cabe mencionar que ambas son factibles, pero la razón por la cual la alternativa 2 es mejor valorada, es por la robustez del sistema, ya que puede soportar más eventualidades y tienen más versatilidad para hacer maniobras operativas que garanticen el objetivo principal de abastecimiento.

10.4 Evaluación Social de Alternativas

Tal y como mencionamos, el criterio social, no es preponderante para la selección de la alternativa, pues ambas cumplen con los beneficios sociales y objetivos del proyecto para con sus usuarios, por tal razón se les ha dado el puntaje máximo a ambas alternativas.

Tabla 70: Valoración del criterio de Generación de Lodos. Puntaje Máximo 5.

ALTERNATIVA	PUNTAJE
Alternativa 1: Acueductos Independientes	5
Alternativa 2: Acueducto Regional	5

10.5 Resultados de la Valoración Multicriterios

En la tabla que se muestra a continuación, se resumen los ocho (8) criterios seleccionados dentro de la metodología para la valoración de la alternativa de acueducto.

Tabla 71: Resumen de resultados para la valoración de la mejor alternativa

Criterio	Alt. 1	Alt. 2
Estabilidad el sistema (15 pts.)	10	15
Cumplimiento de las normas CAPRE (10 pts.)	8	8
Necesidades de terreno o servidumbres de paso (10 pts.)	10	10
Costos básicos de inversión de capital fijo (15 pts.)	12	15
Costos básicos de mantenimiento y operación (15 pts.)	10	15
Especialización de mano de obra (10 pts.)	10	10
Factibilidad de implementación (10 pts.)	9	10
Evaluación Social de Alternativas (5 pts.)	5	5
Total	74	88
Total, Ponderado	8.22	9.78

Como resultado de los anterior, tenemos que la alternativa seleccionada en la valoración multicriterio es:

Alternativa 2: Acueducto Regional o Mancomunado este les brindaría servicio a ambas ciudades a través de un sistema Pozo – Tanque – Red, compartido.

Cabe mencionar, que la valoración ambiental, integra todo lo abordado desde el punto de vista técnico, siendo así que se presenta a continuación un resumen de las conclusiones a las que se

ha llegado y por lo cual se ha tomado como decisión la selección de la Alternativa 2 de Acueducto Regional:

1. El diagnóstico de la situación actual de los sistemas de agua potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, evidencia las carencias de la infraestructura instalada para responder apropiadamente a las necesidades de la población actualmente servida y de aquellos segmentos que aún no tienen acceso a un servicio de calidad. Consecuentemente, la ampliación de las fuentes de abastecimiento de agua y el reforzamiento en el más breve plazo de los elementos de los sistemas en general, es ya una necesidad sentida que ha llevado a ENACAL a la búsqueda de soluciones en el marco del Programa PISASH.
2. En ese sentido, en el Estudio de Factibilidad encomendado al Consorcio Vielca/Decon, para mejorar los sistemas de agua potable existentes y responder a la demanda esperada en el periodo 2022- 2042, técnicamente se concibieron y se han predimensionados dos (2) alternativas de proyecto de agua potable, denominadas así: a) Alternativa 1: Acueductos Independientes San Jorge y Buenos Aires y b) Alternativa 2: Acueducto Unificado San Jorge – Buenos Aires
3. Analizadas, evaluadas y ponderadas las alternativas en mención, desde los puntos de vista técnico, económico -financiero, social y ambiental, se ha determinado y, así se propone a ENACAL, seleccionar la **Alternativa 2: Acueducto Unificado San Jorge – Buenos Aires**, como la alternativa más conveniente a los fines del proyecto, a desarrollar en la etapa de diseño final, contemplada en el Producto 5: Diseño Final, de la consultoría en proceso.

11 ASPECTOS TECNICOS COMPLEMENTARIOS

11.1 Manejo del Sistema de Agua Potable

En la tabla a continuación se presentan las principales actividades de O&M por módulo y su frecuencia de ejecución:

Tabla 72: Matriz de identificación de riesgos y medidas preventivas en Estación de cloración

MODULO	ACTIVIDADES DE O&M	FRECUENCIA	OBSERVACIONES
Fuente de agua	Nivel estático y dinámico	Mensual	
	Producción	diario	
	Funcionamiento del equipo de bombeo	diario	
	Limpieza del predio y casetas	diario/semanal/mensual	
	Revisión de cercas y portones	semanal/mensual	
	Limpieza del pozo	a requerimiento	Sólidos, disminución de caudal
	Verificar presencia de arenas o sedimentos	diario	
Estación de bombeo	Calidad de agua	Mensual	Análisis de laboratorio
	Frecuencia, rpm, voltaje	diario	Revisar antes de encender.
	Válvula de limpieza (purga)	diario	Comprobar que esta abierta antes del encendido.
	Horas de operación y volumen de producción	diario	
Líneas de Impulsión y Aducción	Inspección de la bomba	a requerimiento	± cada 5 años
	Revisión de líneas de tubería y cruces de carretera, puentes y cauces	diario/semanal/mensual	
	Control de fugas	diario	Reparación inmediata de fugas en cuanto se detecten.
	Apertura y revisión de válvulas de limpieza	trimestral	
	Pintura de tubería de HFD expuesta	anual	
Tanques de Almacenamiento	Revisión de válvulas de válvulas ventosas y cinéticas	Mensual	Revisión del funcionamiento y del estado de sus cámaras de visita en inspección
	Verificar el estado de la estructura	diario	Revisión de grietas, filtraciones y pérdidas. También revisar el estado de la pintura y nivel de corrosión del tanque, tuberías metálicas y valvulería expuesta.
	Limpieza y desinfección	Semestral/anual	Se recomienda realizar desinfección una vez al año
	Válvulas (de entrada, de servicio y limpieza)	semanal/mensual	Revisión mensual de la válvula con piloto de control de altitud.
Red de distribución	Revisión de cercas y portones	semanal/mensual	
	Revisión de líneas de tubería y cruces de carretera, puentes y cauces	semanal/mensual	
	Control de fugas	diario	Reparación inmediata de fugas en cuanto se detecten.
	Revisión de medidores domiciliarios	Mensual	
	Apertura y revisión de válvulas de limpieza	trimestral	
	Pintura de tubería de HFD expuesta	anual	
	Desinfección de la red AP	Semestral/anual	
Revisión de válvulas reguladoras de presión	Mensual	Debe revisarse todo el conjunto (válvulas reguladoras principales y secundarias, válvulas de aire y vacío, válvulas de compuerta y filtros)	

11.2 Manejo de Residuos Líquidos Durante las Etapas del Proyecto

Las etapas en las que se desarrollará el proyecto son dos, la primera consiste en la construcción de los componentes del sistema que contempla la ampliación y mejora y, la segunda etapa, consiste en la operación y mantenimiento de los sistemas. En este sentido a continuación se presenta descripción de la alternativa para el manejo de las

aguas residuales generadas.

- **Etapa de Construcción**

Para el manejo de los residuos líquidos, se llevará a cabo la contratación de una empresa especializada en el manejo y disposición de residuos líquidos, dentro de las cuales tenemos MAPRECO, Hidro Ambiente, Sani Rent, entre otras. La empresa deberá de proveer el número de letrinas necesarias para la captación de estos residuos. Cabe mencionar, que se estima un total de 130 personas laborando en la ejecución del proyecto, entre ingenieros, personal administrativo y personal obrero, lo que equivale a un total de 9 letrinas móviles, como mínimo en la construcción.

El procedimiento que normalmente se sigue para la evacuación de estos residuos líquidos, es que la empresa a cargo, llega con un vehículo móvil, preparado con un tanque para retiro de aguas residuales y sólidos y un tanque de agua limpia, más el equipamiento de bomba de agua a presión para el agua limpia y bomba de sólidos para la extracción de las aguas residuales en cada baño móvil. Igualmente, el operario cuenta con químicos sanitizantes y equipo de seguridad para la realización de las actividades. Dos veces al mes, la empresa contratada llega para el retiro de estos residuos líquidos, extrayendo los mismos y depositándolos en un tanque para dicho fin y posteriormente lavando la unidad (letrina móvil), con agua limpia y sanitizantes con la finalidad de que esta quede totalmente limpia. Igualmente, el depósito sanitario de la letrina móvil, se deja con una cantidad de agua específica, adicionando un químico que inhibe el crecimiento de microorganismos y la generación de olores, con lo cual se controlan vectores y evitan molestias.

La empresa a cargo, dispone las aguas residuales bajo convenio con las municipalidades más cercanas que cuenten con alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales, en este caso la ciudad de Rivas, donde se hacen las debidas gestiones con la ENACAL para la disposición de estos residuos. Por este servicio, la empresa a cargo, realiza un pago mensual en concepto de los servicios prestados en la disposición y tratamiento de estas aguas residuales en el sistema sanitario de la ciudad. El volumen estimado de aguas residuales se calcula en un total de $273^3 \text{ m}^3/\text{mes}/9$ letrinas, siendo el total generado durante el período de construcción de $4,914 \text{ m}^3$.

- **Etapa de Operación y Mantenimiento**

La generación de residuos líquidos para el caso de la etapa de operación y mantenimiento debe de ser tratado con las debidas medidas. En dependencia del sitio donde se encuentran las unidades que componen el sistema de Agua Potable, será así el manejo y disposición de las aguas residuales.

En el caso de los componentes de Tanques de almacenamiento, por encontrarse dentro de las ciudades y en áreas donde se tendrá cobertura sanitaria, por lo tanto, el manejo y disposición de las aguas residuales será dentro de la misma red en cada ciudad, siendo

³ A falta de una dotación específica para el sector construcción, se ha tomado la dotación de 70 l/empl/día para Baños Públicos de Empleados que se encuentra en los Lineamientos Técnicos para Factibilidad, emitido por la SIAPA (Sistema Intermunicipal de Servicios de Agua), de México, como lo mas cercano para el cálculo requerido.

tratada el agua en la planta de tratamiento a ubicarse en San Francisco. En cambio, las instalaciones más lejanas, como lo son los 3 pozos, estos deben de contar con un tratamiento individual, que atienda el máximo de 2 personas, considerando 2 turnos

diarios, con una dotación mínima de 50 lppd⁴, para un total de 100 l/día, tomando el factor de retorno del 80%, tenemos un total de 80 l/día. En este sentido, el manejo deberá de ser in situ, brindando el tiempo de retención necesario para el tratamiento y siendo además de bajo consumo. De lo anterior, lo más comúnmente utilizado por parte de la ENACAL es la colocación de una Fosa Séptica, intentando tener el mínimo de limpieza, una vez por año, y cuya disposición por infiltración sea lo más alejada del pozo. Para efectos del cálculo de una propuesta de Fosa a utilizar, tomaremos una dotación

A continuación, se presenta el desarrollo de la alternativa de Fosa Séptica, tomando en consideración que para la ENACAL el costo de mantenimiento de estos sistemas es alto, se ha considerado una extracción de lodos a los 10 años. Con lo cual se llega a las siguientes medidas: Altura de 1.8 m, más borde libre de 0.3 m; Largo de 1.22 m, adoptando 1.3 m; Ancho de 0.6 m. Se colocará una pared de división en una la cámara 1 y la 2 a una distancia de 0.9 m. Para la construcción s e deben de considerar estas distancias y medidas de forma libre, por lo que se debe de sumar el ancho de muros.

q _{ue} =	50.00	[lts./hab.día]	(Caudal unitario)		
n =	2	[hab.]	(Cantidad de habitantes en el inmueble)		
Q _e =	100.00	[lts. /día]	0.10	[m ³ /día]	(Caudal total)
t _{r1} =	1,5 - 0,3Log (Q _e) =	0.90	[días]	21.60	[hs]
t _{r2} =	1.20	[días]	28.80	[hs]	
t _r =	1.20	[días]	28.80	[hs]	(Tiempo de residencia del líquido en la cámara séptica)

(Se elige t_{r2})

⁴ Tomado de la NTON 09 007 - 19. Norma Obligatoria Nicaraguense para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable. Tabla 2: Dotaciones de agua para poblaciones dispersas.

$V_e =$	$t_r Q_e =$	120.00	[lts.]	0.120	[m ³]	(Volumen ocupado por el líquido en la cámara séptica)
$q_{Ln} =$	50.00	[lts. /hab. año]	(Aporte de lodos y costra de natas)			
$I_L =$	10.0	[años]	(Intervalo de limpieza de lodos y costra de natas)			
$V_{Ln} =$	$n q_{L} I_L =$	1000.00	[lts.]	1.000	[m ³]	(Volumen ocupado por lodos y costra de natas en la cámara séptica)
$h_e =$	1.20	[m]	(Altura del líquido en la cámara séptica)			
$h_{Ln} =$	0.30	[m]	(Altura de lodos y costra de natas en la cámara séptica)			
$A_{cs} =$	$(V_e + V_{Ln}) / (h_e + h_{Ln}) =$	0.75	[m ²]			(Area horizontal de la cámara séptica)
$l_{cs} =$	$(2A_{cs})^{1/2} =$	1.22	[m]			(Longitud de la cámara séptica)
$b_{cs} =$	$l_{cs} / 2 =$	0.61	[m]			(ancho de la cámara séptica)
$h_a =$	0.30	[m]	(Altura de aire en la cámara séptica)			
$V_a =$	$h_a A_{cs} =$	0.224	[m ³]	224.00	[lts.]	(Volumen ocupado por el aire o gases en la cámara séptica)

$$h_{cs} = h_{Ln} + h_a + h_e = 1.80 \quad [m] \quad (\text{Altura de la cámara séptica})$$

$$V_{cs} = V_{Ln} + V_a + V_e = 1344.00 \quad [lts.] \quad 1.344 \quad [m^3] \quad (\text{Volumen de la cámara séptica})$$

Verificación

$$V_{cs} = l_{cs} b_{cs} h_{cs} = 1.344 \quad [m^3] \quad 1344.00 \quad [lts.] \quad (\text{Volumen de la cámara séptica})$$

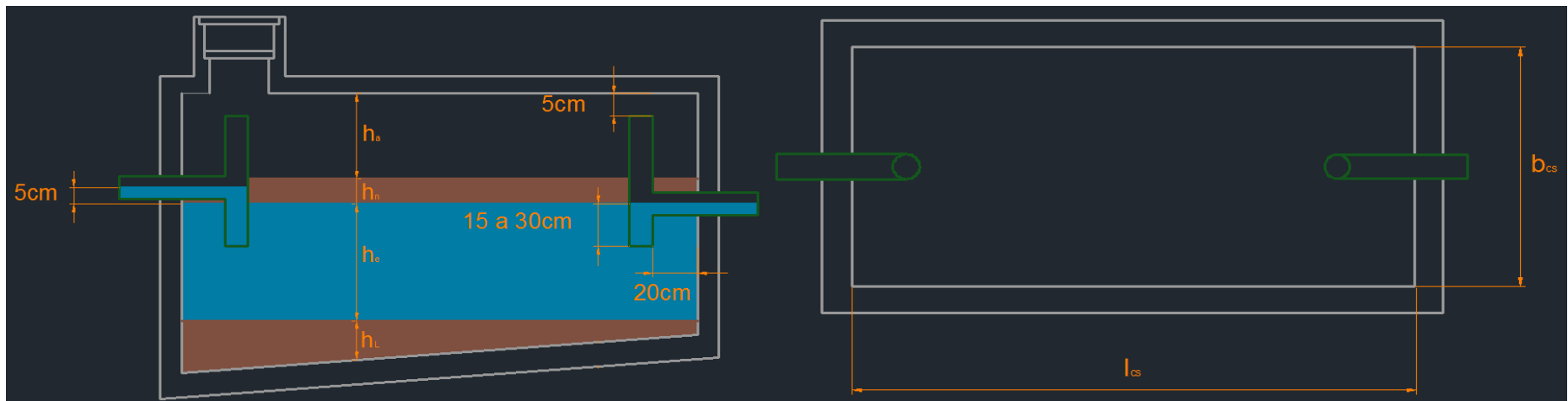


Ilustración 29: Medidas para la Fosa Séptica.

Basado en los análisis para la determinación de la magnitud de los parámetros esperados, a la entrada de las aguas residuales en la PTAR, realizados por el consorcio, a continuación, se presenta table adoptada respecto a la descarga de aguas residuales en la Fosa Séptica.

Tabla 73: Parámetros de descarga esperados para la Fosa Séptica

Parámetros de diseño de la PTAR		
Parámetro	Unidad	Valor de diseño
DBO ₅	mg/l	418.00
DQO	mg/l	929.86
SS totales	mg/l	563.00
N total (en forma N)	mg/l	81.42
P total (en forma P)	mg/l	11.04
Coliformes totales	NMP/100 ml	1*10 ⁸
SS sedimentables	mg/l	5.5
pH		7.46
Aceites y grasas	mg/l	89.00

La descarga de estas aguas residuales tratadas en la Fosa Séptica será por infiltración, se recomienda que, en la etapa de construcción, se lleven a cabo valoraciones respecto a la capacidad de infiltración de los sitios, a fin de poder desarrollar un pozo de infiltración que permita la disposición de las aguas tratadas provenientes de la Fosa Séptica.

11.3 Tipo y Manejo de Residuos Sólidos No Peligrosos y Peligrosos

Residuos Sólidos No Peligrosos

11.3.1 Manejo

Durante la fase de construcción de las obras se tendrán definidas las áreas para disposición de residuos sólidos no peligrosos, así como también se tendrá una distribución de contenedores para depositar y captar la mayor cantidad de residuos que se generan en la obra, sin embargo, se tendrá especial cuidado en la generación de residuos de alimento, sobre todo en aquellos sitios de construcción que no pueden ser fácilmente controlables por sus características propias de ejecución, como lo es la red de agua potable. Esta ejecución de la red, al no está localizada en un solo sitio, permite que a la hora de almuerzo los trabajadores deambulen en la zona, dejando residuos dispersos a lo largo del tramo en el que se encuentran trabajando, es así que se buscará como prestar la mayor cantidad de condiciones a los trabajadores, además de contar con un equipo de limpieza que será rotado diariamente por el Jefe de Obra. Esto con el fin de mantener limpias las zonas de intervención, más aún las que se encuentran dentro de la ciudad.

Para la etapa de operación y mantenimiento, se contarán con botes de basura para la recolección de residuos en cada uno de los sitios de los componentes del proyecto.

- **Recolección Selectiva**

Para todas las etapas, se propiciará tener una correcta separación de residuos, entre orgánicos y reciclables, esto con la finalidad de facilitar la revaloración de estos residuos. Cabe mencionar que es una práctica usual en el país, que los recolectores de basura, vayan haciendo una separación al momento que van recolectando en el camión los

residuos. Esto les permite revalorizar el material recuperado vendiéndolo a empresas de acopio y reciclaje de estos materiales.

- **Recolección y Transporte**

En la etapa de construcción, el contratista será el responsable de la disposición de los residuos sólidos no peligrosos que se generan por la ejecución de las obras. En este sentido, el mismo tendrá que disponer de los fondos necesarios para el pago al a alcaldía, del servicio de recolección, o contratarlo con un tercero.

En lo que se refiere a la etapa de operación y mantenimiento, la ENACAL en acuerdo con la alcaldía de cada ciudad, se pondrán de acuerdo en la coordinación para retirar los residuos sólidos que se generan en cada uno de los planteles de los componentes del sistema.

- **Disposición Final de los Residuos Sólidos**

En general para la disposición de los residuos sólidos se tendrá el Botadero de cada ciudad, siempre y cuando los residuos sean no peligrosos. Lo anterior, bajo convenio y autorización de la ENACAL con las alcaldías correspondientes. Dentro de las medidas a tomar en cuenta para la disposición de los residuos se tienen:

- Los vehículos destinados al transporte desechos sólidos no deben ser llenados por encima de su capacidad.
- Cubrir los materiales con lonas o plásticos para evitar el arrastre de sedimentos a cuerpos de agua e impedir la dispersión del material por acción del viento.
- Se debe acordonar el sitio, colocar la señalización respectiva y confinar el material mediante la implementación de cercos y tapar con lona o plástico negro calibre 1000.
- Cuando se utilice concreto mezclado en obra, se deberá confinar la zona para evitar vertimientos accidentales de esta mezcla.
- Al finalizar los trabajos, los sitios de las obras y sus zonas contiguas deberán entregarse en óptimas condiciones de limpieza y libres de cualquier tipo de material de desecho, garantizando que las condiciones sean mejores o similares a las que se encontraban antes de iniciar las actividades.
- Una vez generado el material de excavación o demolición se debe clasificar con el fin de reutilizar el material que se pueda y el escombro sobrante deberá ser retirado inmediatamente del frente de obra y transportado a los sitios autorizados para su disposición final.
- Colocación de recipientes con tapas y rotulados para el almacenamiento de basura en área de campamento y zonas de trabajo. Disposición final de los desechos sólidos en botadero municipal.

11.3.2 Tipo y Cantidades de Residuos Generados en las Diferentes Etapas del Proyecto

- **Etapa de Construcción**

- a) Residuos sólidos domésticos, desperdicios de alientos, material de embalajes botellas, bolsas plásticas, papel.

- b) Residuos sólidos no peligrosos material de embalaje, bolsas de papel (cemento), madera.
- c) Residuos sólidos material sobrante, (tierra, arena, piedra), trozos de tubo PVC.
- d) Residuos sólidos peligrosos como aceites gastados de maquinaria, trapos impregnados con aceites, embalajes de pintura y otros.

En la tabla que se presenta a continuación, se describen los principales residuos a generar y las cantidades esperadas durante el tiempo de construcción del proyecto:

Tabla 74: Principales residuos esperados en la etapa de construcción.

Descripción	Desperdicios (m ³)				
	Suelo	Materia PVC	Concreto	Pavimentos	Materiales varios
Líneas de impulsión y redes de distribución	15,047.85	150.48	-	2,601.72	-
Estaciones de bombeo	154.02	-	-	-	-
Tanque de almacenamiento (3 unidades)	-	-	72.00	-	-
Urbanización y electrificación de predios	-	-	36.00	-	10.00
Obra civil	9,298.90	-	36.00	-	10.00
electrificación	-	-	-	-	-
Caseta operador. edificación, servicios (agua y saneamiento) e instalación eléctrica	-	-	-	-	12.00
Caseta cloración. edificación, instalación eléctrica y equipos	-	-	-	-	380.25
Adquisición y legalización de lotes	-	-	-	-	-
Obras varias	-	-	-	-	15.00
TOTALES	24,500.77	150.48	144.00	2,601.72	427.00

• Etapa de Operación y Mantenimiento

No se espera generación de residuos sólidos cuantiosos producto de la operación y mantenimiento de las obras y en general del sistema de extracción, almacenamiento y distribución de agua potable, los únicos residuos que podrían generarse en las EBAP's, son: residuos sólidos domésticos, desperdicios de alimentos, material de embalajes botellas, bolsas plásticas, papel.

Tipo y Manejo de Sustancias Tóxicas, Peligrosas y de Manejo Especial

Para el manejo de las sustancias tóxicas, residuos sólidos o líquidos peligrosos, primeramente, debemos de tomar en consideración que es lo que se estará generando y donde. A continuación, mencionaremos las áreas y tipo de residuos esperado durante las etapas de construcción y operación del proyecto:

Etapa de Construcción

La etapa de construcción, es en términos prácticos, la única donde se espera tener residuos peligrosos. El manejo de los mismos se llevará a cabo contratando, a través de la empresa desarrolladora, los servicios de una empresa que se encargue del manejo y disposición adecuada de los mismos, en este sentido, en Nicaragua, se tienen pocas alternativas dentro de ellas SERTRASA y Eco Recycling, siendo la primera la de más experiencia y tiempo en el mercado del manejo de sustancias peligrosas. A grandes rasgos el manejo es el siguiente:

- La empresa contratada envía una unidad, con una periodicidad determinada entre el cliente y el restados de servicios, el cual se basa en los volúmenes generados de RP⁵.
- El vehículo de retiro de RP, constan de depósitos debidamente herméticos y sellados, además de una cisterna igualmente sellada y con doble capa de seguridad, más rotulaciones específicas de residuos peligrosos, además de datos de la empresa y demás medidas de seguridad.
- El material de RP, se retira de acuerdo a su tipo, los sólidos en dependencia si son estopas impregnadas con aceites, se colocan en bolsas plásticas y colocadas en el contenedor correspondiente dentro de la unidad, restos de envases y demás residuos de pintura o aceites, son colocados en otro contenedor, igualmente en bolsas plásticas debidamente cerradas. En el caso de los líquidos, estos son extraídos con un sistema de bombeo especial, donde se recuperan los aceites gastados, llevándolos a la cisterna de almacenamiento dentro de la unidad.
- Los residuos son llevados por la unidad, la cual circula sobre carreteras nacionales públicas, con las debidas recomendaciones y medidas de seguridad, hasta llegar al plantel, donde se lleva a cabo la descarga y categorización de los residuos.
- La Empresa Subcontratada, brinda un reporte de lo realizado con los residuos, lo cual sirve como comprobante para el contratista, de la responsabilidad en la disposición y manejo de estos RP.

Los principales generadores de residuos son:

- Talleres de maquinaria pesada, se espera que en los talleres se estén generando residuos líquidos y sólidos peligrosos como lo son aceites gastados, trapos y otros materiales contaminados con aceites y grasas gastados, además de los embalajes y contenedores de aceites y grasas que se utilizan.
- Bodega, se espera que en esta área se estén generando algunos embaces de pintura y solventes que son considerados como peligrosos.

⁵ Residuos Peligrosos.

Las cantidades esperadas, de acuerdo a la referencia de Análisis de la Gestión de Residuos de Construcción de Demolición realizado para obras en la comunidad de Andalucía, 2016, por el Ing. Ramirez de Arellano Agudo A., se calcula tomando en consideración que el 7% del total de los residuos corresponde a RP. En este sentido y tomando en consideración que para el cálculo se excluyen volúmenes de corte o suelo, además y que el 4% de pavimento corresponde a otros residuos peligrosos, tenemos:

Tabla 75: Densidades de los materiales [CTE-DB-SE]

t/m ³	Concepto
2,40	Hormigón
1,35	Cerámica
2,50	Vidrio
2,70	Aluminio
7,70	Hierro y acero
7,50	Metales mezclados
1,70	Tierras
0,025	Lana de roca
1,50	Yeso
1,10	Papel
1,40	Plástico
4,00	Madera

La cantidad total de residuos que se generan, y que son asociados a la generación de residuos peligrosos es de 210.67 ton (PVC), 345.6 ton (Concreto), 6,244.13 (Asfalto) y 1,346.24⁶ ton (Otros Residuos). El total de RP a generarse en la obra es de 133.17 ton, en toda la obra, considerando las áreas de construcción de tanques, estaciones de bombeo, redes de distribución, y actividades como transporte de materiales, etc. Esto durante todo el periodo de construcción. Extrayendo el volumen equivalente a aceites gastados y materiales impregnados con pintura tenemos que la cantidad de RP que serán evacuados en la obra es de 4 toneladas.

Una de las medidas operativas para el control de los RP, es el fijar un sitio para el mantenimiento de los equipos pesados. Siendo así que solo en ese sitio se permiten las reparaciones, y que se deberá de contar con equipamiento para la recolección de aceites gastados.

Etapa de Operación

Durante la etapa de operación no se considera que habrá generación de residuos sólidos peligrosos. Para el caso de las labores de mantenimiento de los motores, estos son manejados de forma centralizada, por lo que las reparaciones se llevan a cabo en las instalaciones de la ENACAL Central, quien a su vez subcontrata los servicios.

⁶ Calculado tomando como referencia el valor promedio de la densidad de todos los materiales no utilizados en los cálculos.

11.4 Descripción de Emisiones en el Área del Proyecto

En términos generales y para introducirnos en la problemática e importancia del control de las emisiones, tenemos que saber que el sector de la construcción es uno de los mayores consumidores de materias primas. El sector cementero es responsable de **alrededor del 5% de las emisiones de CO₂**, principal gas productor del efecto invernadero y cambio climático. El hormigón es el material de construcción más empleado en el mundo: cada año, la industria del hormigón emplea 1.6 billones de toneladas de cemento. Cada tonelada de cemento en su fabricación, emite 1 tonelada de CO₂ a la atmósfera. Además, durante el proceso de construcción es habitual el empleo de maquinaria pesada que genera la mayor cantidad de emisiones de dióxido de carbono. El transporte de los materiales al lugar constituye un 6 - 8% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero para un proyecto.

Ahora, centrando la vista sobre el proyecto, tenemos que la mayoría de los materiales de construcción, tanto de tanques, tuberías y accesorios provienen de fue, incluso dentro de la valoración económica financiera, se aborda el tema de la identificación de lo que son insumos o productos de importación, respecto a los nacionales, siendo así, que apartando la huella de carbono en la fabricación de los materiales a utilizar en la construcción de la mejora y ampliación del sistema de AP para ambas ciudades, el transporte desde puerto hacia los sitios de construcción, más la utilización de maquinaria en la excavación, transporte y compactación, son las que ms usan equipamiento automotor de combustión y por tanto generan, por su uso, gases de efecto invernadero.

La mitigación de la huella de carbono, de nuestro proyecto, entonces deberá de estar orientada hacia dos frentes, en la etapa de construcción, el primero, la regulación, monitoreo y control de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos en uso, solicitando al menos una vez cada año, los datos de emisiones de cada equipo, con su correspondiente ficha de mantenimiento. Y, por otro lado, que las afectaciones a la vegetación sea el mínimo posible con el propósito de no afectar vegetación no implicada dentro de las áreas a afectar.

Por otro lado, en lo referido a la operación y mantenimiento, la huella de carbono está en el consumo de energía de cada equipo, siendo que tanto la fuente como la cantidad de energía deben de ser controlados para aminorar la Huella de Carbono y por lo tanto las emisiones por operación de los equipos de bombeo principalmente. A continuación, se presentan tres aspectos relacionados con medidas a implementar para disminuir el consumo de energía y Huella de Carbono de los equipos de bombeo:

- Fuente de consumo de energía. La ENACAL, como cualquier empresa puede elegir a quien comprar la energía, en este caso puede elegir la compra directa de energía a fuentes generadoras que sean catalogadas como renovables. Pagando así una tarifa responsable, sumado posiblemente a una tarifa de distribución por consumo y tránsito de esa energía hasta los componentes de consumo (Pozos). Esto aseguraría una fuente responsable de uso de energía con una Huella de Carbono Baja.
- Por otro lado, el mantenimiento preventivo de las unidades de bombeo, que nos lleva a que los equipos se mantengan en óptimas condiciones y, por ende, se eviten los sobrecalentamientos, y problemas generales de funcionamiento, siendo

así que el consumo y funcionamiento del equipo será el óptimo, bajando su Huella de Carbono.

- Finalmente, la disminución del ANF, esto es muy importante en términos de Huella de Carbono, puesto que, a nivel de Latinoamérica, este factor de pérdida o perdida real, genera una carga de consumo adicional y por lo tanto desperdicio de energía que incrementa el costo tanto de operación directa de los equipos, como en capacidad y consumo de los mismos, siendo así que la huella de carbono por ANF llega a ser de casi el 40% en algunos países.

11.5 Manejo de Aguas Pluviales

El manejo de las aguas pluviales está en dependencia de las características topográficas del entorno, en general, para la ejecución de las obras, y dentro de los diseños, se conciben canaletas de recolección de aguas pluviales, estas captarán y conducirán las aguas a favor de la pendiente, pasando por filtros rápidos de roca para evitar socavamiento o cárcavas dentro de las instalaciones. Todas las canaletas elementos de captación de aguas pluviales, serán dimensionadas para poder captar el agua pluvial de tormentas extraordinarias en periodos de retorno de al menos 50 años, con esto se busca el poder prever cualquier riesgo de inundación que se tenga. Dentro de los criterios y medida a tomar en cuenta para este manejo, se tienen:

Con el fin de evitar daños a las obras y afectación a fuentes de aguas superficiales, se implementarán medidas para un adecuado manejo de las aguas pluviales.

Etapa de Construcción

- En la obra el constructor deberá de disponer de un equipo de bombeo que garantice el manejo de contingencias por inundaciones que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos, especialmente durante las excavaciones.
- Alrededor del sitio de excavación, se construirán canales perimetrales para la canalización del agua de lluvia y así evitar anegamiento de la zona de trabajo.
- En el sitio temporal de almacenamiento de materiales (residuos) deberán contar con cunetas perimetrales que conduzcan el agua al sistema de drenaje natural y/o pluvial del sector.
- Las aguas de escorrentía pluvial, deberán ser conducidas hasta los canales y cunetas, con las pendientes necesarias para facilitar el drenaje. Previo a su vertimiento deberán ser decantadas o sedimentadas si estas contienen sedimentos o arrastran materiales de las zonas de excavación, rellenos, diques o terrenos desprovistos de cobertura natural.
- Se deben mantener limpias las cunetas, canales y drenajes naturales y artificiales de aguas lluvias, para lo cual se deberá retirar periódicamente los sedimentos y residuos que allí se acumulen y que obstruyan el flujo normal del agua. Esta actividad de deberá de llevar a cabo en conjunto y coordinación con los propietarios de los terrenos aledaños, puesto que, en la zona, por las características del relieve y lo somero del nivel freático, los propietarios de las fincas, han elaborado una serie de canales y diques para escurrir en la medida de lo posible, las aguas pluviales que se concentran en la zona, siendo importante el mantener esta medida de forma conjunta.

Etapa de Operación y Mantenimiento

Para esta etapa, el manejo de las aguas pluviales está más limitado a lo puntual dentro del terreno. Dentro de los diseños y como parte de las medidas constructivas que se desarrollan, se tienen las siguientes consideraciones:

- En la medida de lo posible, y en aquellos puntos donde el nivel de terreno está bajo, se considera un desplante que brinde una altura adecuada para la no afectación de los componentes de las unidades, sobre todo en los sitios de las Estaciones de Bombeo (Pozos).
- Además del Sello Sanitario en las EBAP⁷, la Sarta se encuentra a una altura tal que eleva respecto al terreno natural, la línea donde se encuentran los instrumentos de la misma EBAP. En el caso de los Tanques de Almacenamiento, por la característica de estos, y el nivel de desplante y altura de los mismos respecto al terreno, para dar las presiones en la red, estos no necesitan o corren peligro de afectaciones por problemas pluviales.

En caso de que se consideren la construcción de canales u otros dispositivos para el control de las aguas pluviales, se recomienda lo siguiente:

- Los canales definitivos para el manejo de agua lluvia deberán ser revestidos en concreto o en geomembrana. No se deben permitir canales en suelo natural con el fin de minimizar la acción de los procesos erosivos.
- Para la entrega de agua de canales a cuerpos de agua natural, se deberán diseñar estructuras de disipación de energía y lechos de amortiguación con el fin de prevenir la formación de procesos erosivos o desestabilización del terreno natural.

Se deja en Anexo planos relacionados a los diseños que se plantean en las EBAP's.

11.6 Fuente para la Generación de Energía

En general para las labores de construcción y operación, se utilizará la energía proveniente de la red comercial, siendo responsabilidad y parte de las actividades a ejecutar, el fortalecer algunos puntos de la red para de ahí conectarse y llevar a las acometidas o tomas de fuerza a los terrenos correspondientes de cada componente. En casos de emergencia, para la construcción, el contratista, tendrá equipos de generación eléctrica, con el fin de no detener las obras.

11.7 Abastecimiento y Manejo de Combustibles

El abastecimiento de combustibles se hará de forma local, obteniendo el combustible desde los puntos de abastecimiento más cercanos y transportándolos en pipas rodantes que cumplan con todas las especificaciones de seguridad. Se evitarán trasvases en sitio y en general malas prácticas de manejo y manipulación de combustibles en la obra. La pipa o cisterna de combustible, deberá de contar con un despachador donde llegará la maquinaria que requiera combustible y se le despachará. Igualmente, el sitio de colocación para la cisterna, deberá de estar impermeabilizada y contar con un sistema de captación el cual se podría poner en funcionamiento al momento de presentarse un evento de derrame.

⁷ Estaciones de Bombeo de Agua Potable en los Pozos.
Pág. 175

11.8 Transporte, Movilización, Uso y Reparación de Maquinaria Pesada

Tomando en cuenta que solamente en la etapa de construcción se contempla tener maquinaria, dentro de los sitios de las EBAP⁸ y Tanque, se definirá con el contratista el mejor sitio para la ubicación de sus talleres. Estas áreas deberán de ser impermeabilizadas y deberán de llevar una bitácora del vehículo al que se le ha dado mantenimiento, además de estimar la cantidad y tipo de residuos generado. La principal razón para el control de estas áreas y actividades, es que, dentro de la etapa de construcción, son las que principalmente generan residuos sólidos peligrosos.

11.9 Almacenamiento de Material de Corte y Materiales de Construcción

Esto aplica únicamente para la etapa de construcción, y es que es en esta etapa donde se llevaran a cabo movimiento de tierra, excavación, y, por otro lado, acopio de materiales como arena y grava para la construcción. El incorrecto manejo de estos materiales, puede ocasionar que por acción eólica o pluvial se den fenómenos de transporte que afecten a la población o en general el entorno ambiental de la zona, llegando hasta los ríos y cauces en la zona.

12 INCIDENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO

12.1 Actividades del Proyecto que Alteran la Calidad Ambiental en los Factores Físicos (Agua, Aire, Suelo)

Las actividades que alteras de alguna forma la Calidad Ambiental de los factores ambientales, de forma negativa, se dan principalmente en la etapa de construcción siendo producidas por las actividades tales como:

- Adecuación de camino y Movilización de máquinas y equipos, causando contaminación de residuos ya sean sólidos, líquidos o gases, emisión de partículas sólidas al aire (Polvo), fuertes ruidos y vibraciones.
- Afectaciones a la vialidad y accesos, producto del movimiento de maquinaria pesada y actividades de excavación en sitios específicos, sobre todo en los tramos de ampliación de red de AP dentro de las ciudades, las cuales, por su característica de cobertura, tiene repercusiones sociales directas sobre las viviendas, comercio y circulación vial.
- Movimiento de tierra, afectando el relieve natural del terreno, emisión de partículas sólidas al aire (polvo), inestabilidad del suelo y erosión, contaminación de residuos sólidos, líquidos o gases.
- Instalación de tuberías para las mejoras en las líneas de impulsión y ampliación y mejora en las EBAP's, dándose la modificación del relieve natural del terreno, para aquellas que tendrán mejoras en los niveles, producto de encontrarse en cotas muy bajas, con potenciales riesgos de inundación, emisión de partículas sólidas al aire (polvo) y contaminación por residuos sólidos, líquidos o gas.

⁸ Estaciones de Bombeo de Agua Potable de cada Pozo
Pág. 176

Durante la etapa de funcionamiento las acciones impactantes que afectarán, lo harán sobre el factor ambiental agua, a como se describe a continuación:

- El principal impacto para el caso del sistema de agua potable en su operación y mantenimiento, es la demanda de agua que tendrá sobre el acuífero. Aunque hemos visto que el balance hídrico de la fuente, existe un potencial a favor que puede ser explotado, es importante tomar en cuenta la demanda futura no solo del crecimiento de la población, sino del crecimiento de la demanda agrícola. En este sentido la ENACAL en conjunto con el MAG, INAFOR, INTA, MARENA y el MG, se deben de crear planes soberanos para la protección y manejo de las zonas de captación y recarga de agua.

12.2 Actividades del Proyecto que Ejercen Presión sobre la Flora y la Fauna

Las acciones impactantes del proyecto, que afectan el componente ambiental flora y fauna se dan en las actividades de la etapa de construcción, principalmente en las actividades de: adecuación de caminos, instalación de campamentos, limpieza y desmonte y movilización de equipos y maquinaria, generando el desplazamiento temporal de individuos y en caso de ser necesario el despale, afectando la cobertura vegetal y el hábitat.

El impacto sobre la fauna podría ocurrir por la caza de especies de avifauna y otras especies de valor económico, para su posterior comercialización, por parte de los trabajadores que laboren en esta etapa del proyecto, ocasionando una pérdida de especies silvestres que se presentan en el área de influencia del proyecto.

12.3 Acciones del Proyecto sobre el Paisaje

El paisaje podrá ser afectado durante las actividades de instalación de tuberías y accesorios que componen el sistema para el abastecimiento de agua potable de ambas ciudades.

Tomando en consideración que la fuente, será la misma que existe actualmente, al igual que las áreas de ubicación para tanques de almacenamiento, el impacto sobre el paisaje, que radica en la pérdida de elementos escénicos por el corte o eliminación de vegetación, no se dará para el proyecto.

Un impacto potencial deriva de la generación de desechos sólidos y acumulación de materiales orilla de la carretera, que podrá ocasionar un impacto negativo en la calidad visual del paisaje y en las zonas internas a la ciudad. La principal causa de este impacto es el avance de la colocación de las tuberías de impulsión y distribución de agua potable, lo cual conlleva a que se vayan generando residuos de alimento y embalajes producto de la alimentación de los trabajadores, residuos de escombros y material de excavación, entre otros residuos, que, si no tienen un buen control, serán colocados y dispersos en toda el área de ejecución del proyecto.

12.4 Acciones del Proyecto sobre los Aspectos Socioeconómicos

Por las características y objeto del proyecto, es en la etapa de construcción donde se espera se generen la mayor, o todos los impactos negativos, principalmente los que están

relacionados a las afectaciones sociales, como generación de ruido, partículas, obstrucciones viales, entre otras.

La construcción del sistema de red de AP, Tanque de Almacenamiento y EBAP, podría poner en riesgo la integridad física de la población aledaña al sitio de ejecución de las obras, por la ocurrencia de accidentes como, caídas al mismo. El ruido generado por el uso de equipos y maquinaria, en caso de La generación de ruido y vibraciones también podría provocar posibles afectaciones a la población aledaña, ocasionando un sentimiento de malestar e inconformidad. La circulación de camiones durante el transporte de material de construcción y desechos, y trabajos de instalación de la red de tuberías, resultará en posibles obstaculizaciones al tránsito vehicular, interrumpiendo de manera temporal la libre circulación de los vehículos. Trabajos en las calles también podrían obstaculizar el acceso a viviendas, establecimientos comerciales y de servicios.

La instalación de tuberías de AP, dentro de la ciudad y la línea de aducción y conducción desde el punto de extracción en las EBAP, hasta las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, podría afectar, de manera temporal, la infraestructura de servicios, que puede resultar en posibles cortes del servicio de energía eléctrica, interrupciones del servicio de agua potable, y afectaciones a la infraestructura vial. Durante el transporte de materiales, y actividades de abra y destronque, movimiento de tierra, e instalación de tuberías y accesorios, se podrá generar polvo y material particulado, lo cual representa una afectación a la población.

Dadas las características del Proyecto, constructivo y enfocado a crear y mejorar la infraestructura de servicio de la población su impacto en los factores socioeconómicos en todas sus etapas, también se caracterizan por ser positivos.

- La etapa de construcción del proyecto implica un cierto dinamismo temporal en la economía local, dado que promoverá la apertura de fuentes de empleo de mano de obra calificada y no calificada.
- La mano de obra contratada requerirá bienes y servicios desde alimentos, víveres, productos básicos, estimulado el sector terciario insipiente existente en el área urbana.
- En la etapa de funcionamiento la operación del sistema dará un mejor nivel de vida a los pobladores urbanos ya que tendrán un mayor y mejor nivel de prestación de servicios básicos.

13 MEDIDAS AMBIENTALES Y DE MANEJO

El Decreto 21-2017, Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Usos Sostenible de los Recursos Naturales, define las medidas ambientales como un conjunto de acciones que se establece en el Programa de Gestión Ambiental destinada a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos ocasionados por la ejecución de un proyecto.

El presente plan tiene como propósito establecer las medidas ambientales destinadas para atender las afectaciones al medio ambiente que puedan generarse por las

actividades del proyecto durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento. Las medidas han sido orientadas a aquellos impactos con mayor probabilidad de ocurrencia.

A continuación, se resumen los lineamientos generales para la implantación de las medidas ambientales. En el plan, se describe la medida, efectos a corregir sobre el factor ambiental, impacto que se pretende mitigar, momento o etapa de inducción y responsable de la ejecución de las medidas.

Tabla 76: Plan de Implantación de Medidas Ambientales para la Mitigación de los Impactos Sociales y Ambientales del proyecto en las dos ciudades

Impacto que se pretende mitigar/compensar	Efecto a mitigar/compensar sobre un factor ambiental	Descripción de la medida	Etapas de la medida (construcción, operación, mantenimiento)	Costo de la medida	Responsable
<ul style="list-style-type: none"> - Compactación del suelo en el área de trabajo debido al suministro de materiales en las líneas de trabajo, excavación, relleno y paso de maquinaria y equipos. - Disminución de aguas infiltradas al manto acuífero 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones a las propiedades edáficas del suelo por efecto de compactación - Posible disminución de la capacidad de infiltración del suelo por el paso de maquinaria y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> - Se limitarán las maniobras de maquinaria en el área de planteles con el objetivo de reducir el área de compactación del suelo. - Se definirán las vías de acceso y movilización de equipos, además de sitios de estacionamiento de maquinaria pesada. - Se definirán los sitios de trabajo para el caso de las EBAPs. 	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
<ul style="list-style-type: none"> - Formación de cúmulos de polvo por el transporte de materiales que podrían alterar la calidad del aire 	<ul style="list-style-type: none"> - Posible incremento de emisiones de polvo y partículas en suspensión provocadas por el traslado de materiales que puede perturbar a la población usuaria de las vías de acceso y a la población aledaña al sitio de trabajo - Incremento de casos de personas con problemas respiratorios o enfermedades respiratorias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de carpas o lona a todo el material a granel transportado hacia el proyecto, así como en los camiones encargados del transporte de materiales de desecho hacia el sitio de disposición final. La velocidad de movilización de los camiones deberá ser restringida a 40 km/h. - Se tapanán con lona el material acumulado de construcción y material de corte, a fin de evitar erosión eólica. - Se mantendrá un riego constante de las áreas de circulación para evitar el levantamiento de polvo. 	Construcción	\$1,500.00	Contratista

	<ul style="list-style-type: none"> - Se fijarán sitios específicos para el almacenamiento temporal de material de corte proveniente de las excavaciones, los cuales serán tapados para evitar polvaredas en la zona. - Se fijará un horario de evacuación de material o transporte de materiales de construcción, fuera de las horas pico y con asistencia de personal para el control vial, con la finalidad de no tener impactos sinérgicos al transporte. - Previo el inicio de las obras, se llevará a cabo un monitoreo de calidad de aire donde se midan los parámetros de PM10 y PM2.5 que funcionará como estándar de comparación para los monitoreos durante la obra. - Se mantendrá un monitoreo constante, cada 3 meses de la calidad de aire, donde se midan las PM10 y PM2.5, para compararlo el análisis estándar tomado al inicio de la ejecución. 				
<p>- Perturbación a la población circundante a la obra debido al paso de maquinaria y equipos</p>	<p>- Formación de cúmulos de polvo por el transporte de materiales que podrían afectar calidad del aire</p>	<p>- Humedecimiento continuo de accesos y material extraído durante excavaciones para evitar la generación de polvo</p>	<p>Construcción</p>	<p>\$44000.00</p>	<p>Contratista</p>

	pesada y materiales en la vía.	<ul style="list-style-type: none"> - Riego, como mínimo tres veces al día, de montículos de materiales y tierra excavada, y resguardo de estos por medio de lonas, capa plástica u otro material que impida la liberación de partículas por acción del viento. - Se asignará personal para la gestión vial en las calles afectadas. 	Construcción		Contratista
- Emisión de gases de combustión generado durante la movilización y transporte de materiales	- Afectaciones a la calidad del aire por el incremento en la emisión de gases de combustión, polvo y material particulado	<ul style="list-style-type: none"> - La maquinaria empleada en la construcción del proyecto deberá cumplir con los niveles máximos permisibles para la emisión vehicular, establecidos en el Decreto No. 32-97 y su reforma. Además, se deberá garantizar el buen estado de la maquinaria utilizada durante todo el proceso constructivo y deberá presentar los certificados de emisiones actualizados. - Monitoreo de la calidad del aire 	Construcción	<p>Costo incluidos en el mantenimiento de maquinaria y equipos</p> <p>Costo monitoreo de calidad del aire: \$2,200.00</p>	Contratista
- Disminución de la calidad de los suelos y agua por posibles derrames de sustancias almacenados en los planteles, tales como:	- Posibles afectaciones a la calidad del suelo y el agua por posibles derrames o filtraciones de	- Mantenimiento preventivo y rutinario de maquinarias y equipos que serán utilizados durante la construcción del proyecto. El mantenimiento	Construcción	Costo incluidos en el mantenimiento de maquinaria y equipos	Contratista

hidrocarburos, aceites y pinturas	combustibles, aceites, lubricantes y pinturas	debe realizarse en sitios autorizados.			
		- Manejo de desechos de acuerdo a los lineamientos generales establecidos en el plan de manejo de desechos sólidos, en cumplimiento con la NTON 05 014 02 y 05 015 02	Construcción	\$16,260.00	Contratista
		- Impermeabilización de las áreas de manipulación, resguardo y/o trasiego de combustible, aceites, lubricantes y pinturas. Se deberán establecer canales perimetrales para contener posibles derrames.	Construcción	\$10,000.00	Contratista
		- Se prohíbe el vertido de residuos líquidos en cauces pluviales	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
		- Creación de un área impermeabilizada para la realización de mantenimientos preventivos y correctivos a la maquinaria pesada o Renta de Taller para la realización de estas actividades, procurando que las características de impermeabilización sean las adecuadas	Construcción	\$ 5,000.00	Contratista
	- Equipamiento de los talleres con Estopas absorbentes para la manipulación y limpieza de áreas de trabajo con aceites de la maquinaria pesada. Adquisición de equipamiento	Construcción	\$ 2,500.00	Contratista	

	para el retiro y almacenamiento de aceites y grasas gastadas, las cuales serán retiradas por un contratista responsable.			
	- Contratación de una empresa especializada para la realización del manejo y disposición adecuados de los Residuos Peligrosos.	Construcción	\$ 1,000.00	Contratista
- Aumento o incremento de los procesos erosivos - Afectación a las propiedades edáficas del suelo	- Se almacenará y reutilizará la capa de suelo fértil para la restauración de sitios intervenidos	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
- Pasivos Ambientales producto de mal manejo de Residuos Peligrosos	- Elaboración de una bitácora de control, donde se lleve a cabo un registro de las cantidades de residuos peligrosos generados y retirados, y, además, donde se describan los procedimientos ejecutados para la disposición y almacenamiento interno de los residuos peligrosos. Igualmente se tendrá una Bitácora donde se describirán los impactos ambientales generados, contingencias y eventualidades, dentro de ellos derrames o impactos asociados a residuos peligrosos, describiendo el manejo y solución que se ha llevado a cabo.	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

<p>- Cambio en los patrones de drenaje y topografía natural de sitios destinado a la explotación de materiales para el suministro durante el proyecto</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modificación puntual y directa de la geomorfología natural del terreno - Cambio en los patrones de drenaje en el terreno - Inestabilidad de taludes 	<ul style="list-style-type: none"> - El suministro de materiales selecto deberá proceder de sitios debidamente autorizados y con los permisos ambientales vigentes. - Todos los bancos de préstamo para la extracción de materiales, deberá de contar con un plan de explotación. - Se integrarán acciones de medidas de protección de taludes y de conducción y manejo de drenaje pluvial. 	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>
<p>- Alteración de la calidad estética del paisaje por las excavaciones y suministro de materiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones a la calidad visual del paisaje 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener el orden y limpieza en las áreas de trabajo durante las labores de construcción. - Se llevará a cabo la delimitación de las áreas de trabajo en las zonas de las y EBAP y Redes, definiéndose así los árboles a afectar, teniendo en consideración los mismos para el establecimiento de las medidas de compensación a través de un Plan de Reforestación. 	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>
<p>- Cacería o extracción de especies en las líneas de trabajo durante las actividades de construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de especies faunísticas 	<ul style="list-style-type: none"> - Restricción de la caza de especies faunísticas a través de una cláusula en el contrato de los trabajadores del proyecto que prohíba este tipo de actividades. - Se colocarán rotulaciones en los perímetros de las obras para la EBAP, Líneas y Redes para la protección de la fauna local, además de la prevención de incendios y demás riesgos a los 	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>

		que sería sometido o que es vulnerable el ecosistema afectado.			
- Ahuyentamiento de avifauna debido al ruido generado por el paso de maquinaria y equipos		- Evitar aceleraciones frecuentes o innecesarias	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
- Disminución de la calidad estética del paisaje debido a la instalación de obras temporales	- Afectaciones a la cobertura vegetal	- Se establecerán plántulas y obras temporales asociadas en sitios desprovistos de vegetación	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
- Disminución de la cobertura vegetal durante actividad de limpieza del sitio	- Pérdida de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas - Afectaciones a la calidad del paisaje por la disminución de elementos escénicos	- Elaborar una actualización del inventario forestal realizado por un regente forestal autorizado por INAFOR, que deberá indicar todos los árboles y arbustos a cortar. Se cortarán únicamente los árboles identificados en dicho inventario y el registro de la plantación.	Construcción	\$1500.00	Contratista
		- Se establecerá un contrato de reposición con INAFOR para la obtención del permiso de corte o poda de árboles	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
- Cambios en el patrón de drenaje debido a actividades de excavación	- Modificaciones en el patrón natural de drenaje	- Construcción de drenajes provisionales para el manejo de aguas pluviales, evitando la anegación del agua y control de la erosión	Construcción	Costo incluido en los costos del proyecto	Contratista
- Formación de charcas de agua estancada		- Se evita colocar desechos sólidos generados durante la construcción, material excedente o escombros en	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

		<p>sitios que representen una obstrucción al drenaje de las aguas pluviales, especialmente en época de lluvias</p>			
<p>- Accidentes por la intrusión de personas ajenas al proyecto a las zonas constructivas</p>	<p>- Pobladores expuestos a posibles accidentes</p>	<p>- Delimitación y cercado perimetral de plantel y obras temporales asociadas como bodegas, acopios de materiales, zona del proyecto, circulación de maquinaria y parqueo de equipos del proyecto.</p> <p>- Todo el personal estará debidamente identificado con sus equipos de protección personal y carnet de identificación, con lo cual se tendrá especial cuidado de evacuar y solicitar el abandono de las áreas del proyecto a cualquier persona que no cuente con estas identificaciones y EPP, no siendo pertenecientes al proyecto.</p>	<p>Construcción</p>	<p>Costo incluido en los costos del proyecto</p>	<p>Contratista</p>
<p>- Afectaciones a la libre circulación durante la construcción de las obras</p>	<p>- Afectaciones puntuales a los usuarios de las vías que serán intervenidas por la construcción del proyecto, trabajadores que laboran en las obras y ciudadanos de la ciudad de ambas ciudades</p>	<p>- Aviso previo a la población y comercios aledaños al sitio de construcción de los pozos tanques y redes sobre posibles inconvenientes en el servicio sobre posibles inconvenientes por traslado de materiales y equipos, por desvíos durante las actividades constructivas, y en caso de ser necesario</p>	<p>Construcción</p>	<p>\$500.00</p>	<p>Contratista</p>

		cortes de energía y agua potable			
		- Inclusión de información referente al proyecto y módulos de sensibilización ambiental en la página web de ENACAL	Construcción	\$1200.00	Contratista
		- Perifoneo en los sitios donde la población será afectada	Construcción	\$500.00	Contratista
		- Implementar talleres de competencia ambiental	Construcción	\$19,080.00	Contratista
		- Se establecerá un horario de trabajo diurno, entre las 7:00 am y 5:00 pm	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
		- Implementar jornadas de manejo de desechos sólidos y reforestación	Construcción	\$600.00	Contratista
- Riesgos sobre la higiene y seguridad de los trabajadores	- Afectación a la salud de los trabajadores debido a las condiciones de riesgo a los que esta expuestos en las diferentes actividades	- Dotación de Equipos de Protección Personal (EPP) a los trabajadores que laboran en la construcción del proyecto. Estos equipos consisten en mascarillas, guantes, botas, cascos, tanque de gas cuando se encuentren en lugares confinados trabajos en la construcción de tanques y gafas, entre otros	Construcción	\$117,300.00	Contratista
- Inconformidad de los trabajadores		- Instalaciones de seguridad e higiene para los trabajadores, que incluye la dotación de	Construcción	\$13,662	Contratista

	<p>letrinas móviles, lavamanos, comedor y vestidores con anaqueles. Dotación de agua para consumo para trabajadores</p>				
	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar señalización preventiva, restrictiva, prohibitiva, advertencia, obligación y emergencia en el área de construcción del proyecto 	Construcción	\$10,000.00	Contratista	
	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar señales preventivas en sitios de vías donde se realicen labores constructivas 				
	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación de los trabajadores en temáticas de higiene, seguridad laboral, medidas de contingencias y educación ambiental 	Construcción	\$19,080.00	Contratista	
<ul style="list-style-type: none"> - Inconformidad de los pobladores por la obstaculización de las vías 	<ul style="list-style-type: none"> - Obstrucción a la vía pública 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación con la alcaldía municipal y la Dirección de Tránsito de la Policía Nacional durante la instalación de desvíos temporales. Se deberán suministrar e instalar las señales de tráfico tanto verticales como horizontales necesarios para señalar los desvíos. - Se establecerán las vías alternas a seguir. - Se colocarán rótulos indicando las zonas de trabajo y reglamentación de circulación correspondiente, asistido con 	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

		personal destinado a la gestión vial.			
- Población molesta por afectación a sus propiedades	- Afectación a la población por intervención en su propiedad	- Se evitará afectar propiedades vecinas al área intervenida en los sitios donde se realizarán las actividades constructivas	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
		- En caso de afectaciones a la propiedad privada, se compensará a los dueños de acuerdo al daño o afectación.	Construcción	Costo incluido en los costos del proyecto	Contratista
- Posibles perturbaciones a los bienes culturales	- Verificaciones en los controles estipulados en los estudios arqueológicos realizados previos a la etapa de construcción. - Muestreos de ruido y vibraciones para la protección de piezas arqueológicas.	- Verificaciones muestréales de controles estipulados en los estudios arqueológicos para los sitios de pozos. - Muestreo de ruido y vibraciones en los lugares donde se construirán pozos. Cuando se realicen perforaciones y excavaciones.	Construcción	\$ 200.00 c/ p	Contratista
				\$ 250.00 cada semana. Durante la construcción de los pozos.	Contratista
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
- Riesgos sobre la higiene y seguridad de los trabajadores	- Afectaciones a la integridad física de los trabajadores	- Dotación de Equipos de Protección Personal (EPP) a los trabajadores de las cuadrillas de mantenimiento, que incluye mascarillas, guantes, uniforme, botas de hule y lentes de seguridad	Operación y mantenimiento	Costo incluido en los costos estimados para la operación	ENACAL
- Accidentes por la intrusión de personas ajenas al proyecto		- Realización de un chequeo médico semestral al personal		Costo por compra de detectores de gases	

		<ul style="list-style-type: none"> que componen las cuadrillas de mantenimiento - Implementación de un programa de vacunación contra enfermedades como el tétano y hepatitis - Realizar la evaluación y mapa de riesgo laboral. De igual manera, se deberá implementar señalización de seguridad correspondiente en cada área - Brindar mantenimiento y reposición de extintores. De igual manera se deberá garantizar la reposición y actualización de todas las señales, según resulte necesario - Se deberá instalar detectores fijos de gas en los sitios en que se maneje cloro. - Se deberá calibrar y dar mantenimiento a los detectores de gas para la protección de los trabajadores y la población aledaña. 		<p>inflamables: \$90,000.00</p> <p>Costo por calibración: \$4,800.00</p>	
- Inconformidades y molestias en la población	- Afectaciones a la población de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires por la suspensión temporal de servicios	- Aviso a la población en caso que sea necesario el corte de servicios (agua potable) durante actividades de mantenimiento	Operación y mantenimiento	Costo incluido en los costos estimados para la operación	ENACAL
- Disminución de la calidad del agua para el consumo de la población.	- Afectaciones a la calidad del agua superficial	- Muestreo de la calidad de las aguas, de acuerdo con los procedimientos para el monitoreo que se implementan en cada pozo, tanque de almacenamiento y	Operación y mantenimiento	No se incluye debido a que el proyecto contempla adquisición de equipos y reactivos para el laboratorio	ENACAL

		<p>sitio de control del sistema de agua potable. En especial los resultados de potasio y arsénico para ello se deben comparar con las normas CAPRE.</p>		<p>donde se realizara los análisis correspondientes</p>	
<p>- Inconformidades de la población por interrupciones en el suministro de agua potable.</p>	<p>- Falta de suministro de agua a la población por desperfecto del sistema de agua potable.</p>	<p>- Integrar los componentes del proyecto en el Manual de Operación y Mantenimiento de las redes, tanque y pozos, que considera las disposiciones para el correcto funcionamiento de las unidades.</p> <p>- El volumen adicional de desechos que se genere será recopilado de conformidad a los planes operativos para el manejo de desechos que se desarrollará para el sistema de agua potable, garantizando el cumplimiento de las disposiciones de la NTON 05 014 02 y Norma técnica 05 015-02.</p>	<p>Operación y mantenimiento</p>	<p>Costo incluido en los costos estimados para la operación</p>	<p>ENACAL</p>
<p>ETAPA DE CIERRE</p>					
<p>- Afectaciones a la calidad de los suelos</p>	<p>- Generación de desechos solidos</p>	<p>- Limpieza de desechos y disposición en el relleno sanitario</p> <p>- Planificación ordenada del desmantelamiento. Delimitación de las áreas de trabajo.</p>	<p>Cierre</p>	<p>Costo incluido en los costos del proyecto</p>	<p>ENACAL</p>

<p>- Posibles afectaciones en la calidad del aire y niveles de ruido por el desmantelamiento para el cierre de los diferentes elementos del sistema.</p> <p>- Aumento de emanaciones de polvo y generación de ruido por el desmantelamiento de los equipos que serán cerrados por abandono del proyecto.</p>	<p>- Afectaciones a la población y trabajadores</p>	<p>- Mantenimiento de equipos en buenas condiciones</p> <p>- Utilización de silenciadores a fin de disminuir el ruido</p> <p>- Riego con agua tres veces al día para mitigar el polvo</p> <p>- Trabajadores con equipo de protección personal</p>	<p>Cierre</p>	<p>Costo incluido en los costos del proyecto</p>	<p>ENACAL</p>
<p>- Corte de servicio de sistema de agua potable</p>	<p>- Afectaciones a la población</p>	<p>- Colocación de señales que avisan a la población que circula por la vía que se realizarán obras de desmantelamiento</p>	<p>Cierre</p>	<p>Costo incluido en los costos del proyecto</p>	<p>ENACAL</p>

14 MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Los operadores han de ser capacitados en los riesgos para la salud de su trabajo, en las medidas de seguridad que deberían tomar para prevenir accidentes e infecciones, y en las medidas de primeros auxilios. Las medidas de seguridad generales dispuestas son:

1. Se dispone de agua limpia para el aseo del personal. Es aconsejable utilizar toallas desechables de papel para evitar que éstas permanezcan demasiado tiempo sin lavar, y pueden servir como un foco de infecciones.
2. Contar con un botiquín de primeros auxilios, con extintor y un teléfono celular para emergencias en cada una de las instalaciones (Pozos, Tanques y vehículos para movilización de cuadrillas).
3. El personal debe disponer de guantes y botas de hule, casco de trabajo, y todos los implementos básicos comentados en el apartado 'Herramientas de mantenimiento.
4. Siempre que se vaya a comer o beber, se deben lavar las manos con agua limpia y jabón. Hay que evitar en todo momento comer a la vez que se está efectuando alguna labor que ponga en contacto a la comida con algún elemento que haya estado en contacto con desechos contaminados.
5. Todas las herramientas de trabajo deben lavarse con agua limpia antes de ser guardadas después de haberlas usado.
6. Los cortes, arañazos y contusiones que pueda sufrir el trabajador deben desinfectarse inmediatamente después de que se hayan producido. Para prevenir posibles cortes, utilizar guantes de cuero durante la manipulación de materiales con bordes o extremos filosos.
7. En los sitios donde se dispone de electricidad, y el trabajador debe ocuparse del mantenimiento de equipos eléctricos, debería asegurarse de que sus manos, ropas y calzado estén siempre secos.
8. La entrada a los sitios de Estaciones de bombeo y cloración, así como a los predios de Tanques de almacenamiento, deben mantenerse cerradas cuando no existan visitas autorizadas. Se deben recordar los riesgos higiénicos para los visitantes si no están suficientemente informados.
9. La instalación debe disponer de Equipos de protección personal para sus operadores.
10. El trabajador debe vacunarse contra el tétanos, fiebre tifoidea y otras posibles enfermedades que indiquen las autoridades sanitarias del área. También debe someterse a un chequeo médico por lo menos una vez por año, que incluye análisis para infecciones de parásitos.
11. Todos los trabajadores deben recibir capacitación periódicamente en primeros auxilios, seguridad y salud ocupacional.

Se presenta una tabla continuación, donde se identifican los principales riesgos por procesos y se indican las medidas preventivas.

Tabla 77: Matriz de identificación de riesgos y medidas preventivas en Estación de cloración

Proceso	Riesgo	Medidas preventivas
CLORACIÓN	-Sobreesfuerzo por manipulación de cilindros de cloro	-Para la manipulación de los cilindros de cloro gas se requiere simultáneamente la presencia de dos personas (descarga,

Proceso	Riesgo	Medidas preventivas
	-Inhalación de gas por fuga	<p>cambio, etc.)</p> <p>-La manipulación de los contenedores de cloro se hará siempre con carretillas, nunca arrastrando o golpeando los cilindros.</p> <p>-En un lugar destacado en el exterior de la caseta de cloración y en el interior de la misma, debe fijarse un cartel de las medidas de seguridad sobre el cloro.</p> <p>-Si se detecta fugas, todos los empleados deben abandonar inmediatamente la sala, conservando la cabeza levantada y la boca cerrada.</p> <p>-Para la investigación de las fugas de cloro sólo debe intervenir personal autorizado y adiestrado.</p> <p>-Deben destinarse dos hombres para la reparación o corrección de una fuga de cloro para que uno de ellos actúe como observador de seguridad. Para la reparación de fugas se dispone de máscaras tipo cánister y equipo de respiración autónomo (Máscara con tanque de aire para fugas severas)</p>

Análogamente se presenta una tabla con la identificación de los riesgos en el resto de componentes del sistema (estaciones de bombeo, tanques y conducciones):

Tabla 78: Matriz de identificación de riesgos en el sistema de abastecimiento y distribución de agua potable y medidas preventivas

Componente	Riesgo	Medidas preventivas
BOMBEOS	<p>-Posibilidades de quemaduras por riesgo de incendio.</p> <p>-Posibilidades de electrocución.</p> <p>-Atropello o golpes con vehículo</p>	<p>-Ningún operario no cualificado manipulará el interior de un cuadro eléctrico.</p> <p>-Los mantenimientos realizados en el interior de las instalaciones eléctricas se realizarán siempre por personal cualificado y estará siempre presente otro compañero para auxiliarlo en caso de accidente.</p> <p>-Los cuadros eléctricos también poseen riesgo de incendio, por lo que se deberán instalar obligadamente extintores.</p> <p>-Se deberá limitar y señalizar el predio y sus accesos con la señal de 20 Km/h y se deberá asegurar que todos los vehículos que circulen por el interior de los predios respeten ese límite.</p>
CAPTACIÓN Y TANQUES	-Caídas a distinto nivel.	-Si se realizan labores de mantenimiento, en el techo o interior de los tanques retirando la barandilla rígida o tapas de acceso, se deberá

Componente	Riesgo	Medidas preventivas
		asegurar que el trabajador nunca pueda caer en el interior de estos depósitos (mediante algún tipo de arnés).

15 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LAS INSTALACIONES EN EL SITIO DEL PROYECTO

En las imágenes que se muestran a continuación, se presenta el esquema de fuente – tanque – red, en la modalidad regional para ambas ciudades de San Jorge – Buenos Aires, para el abastecimiento de agua potable.

Figura 9: Plano de componentes que conforman el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires

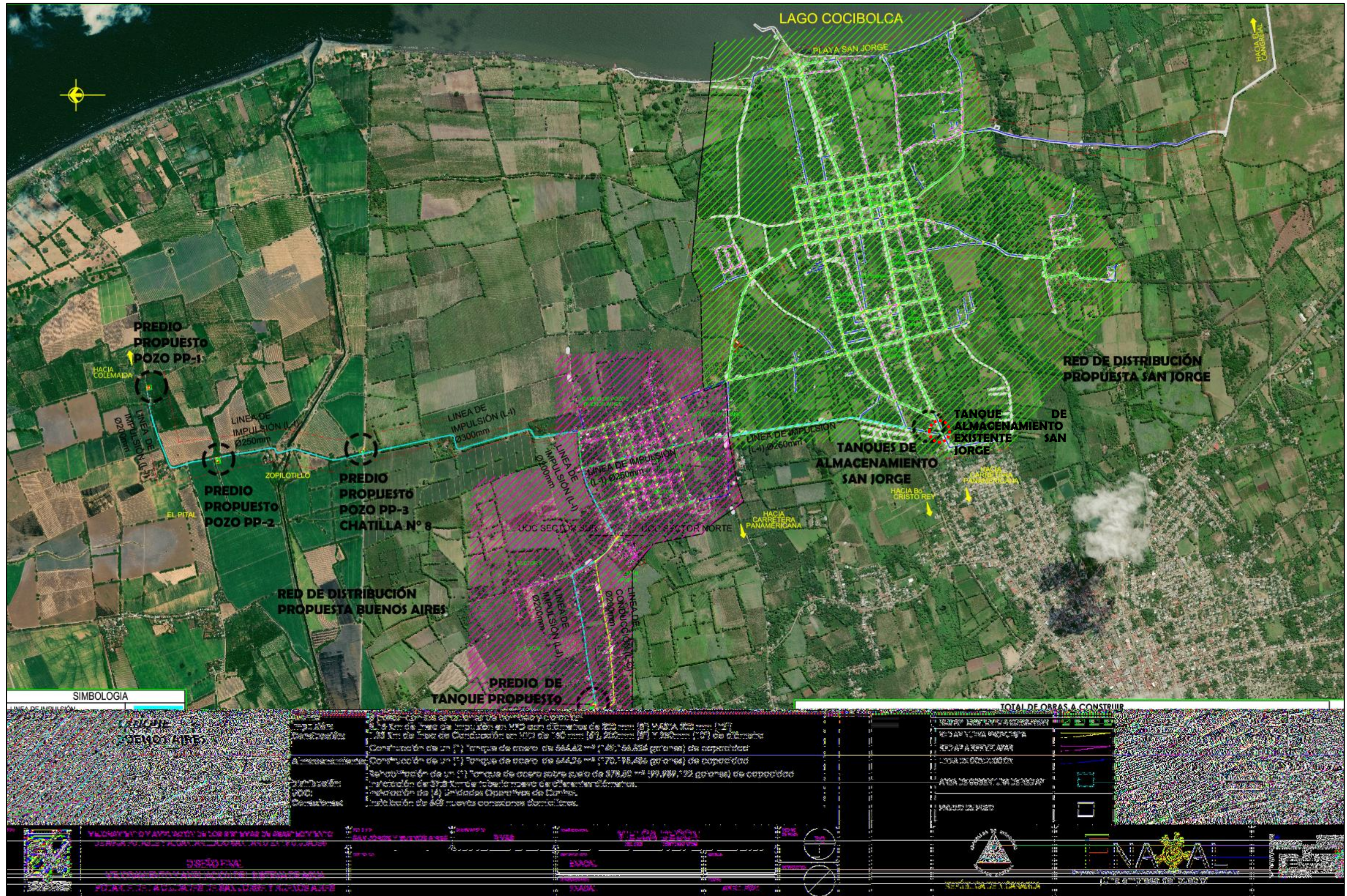


Figura 30: Localización de Pozos propuesto y Líneas de impulsión a Tanques de Buenos Aires y San Jorge



Figura 31: Ubicación de Tanque Existente y Nuevo para la ciudad de San Jorge

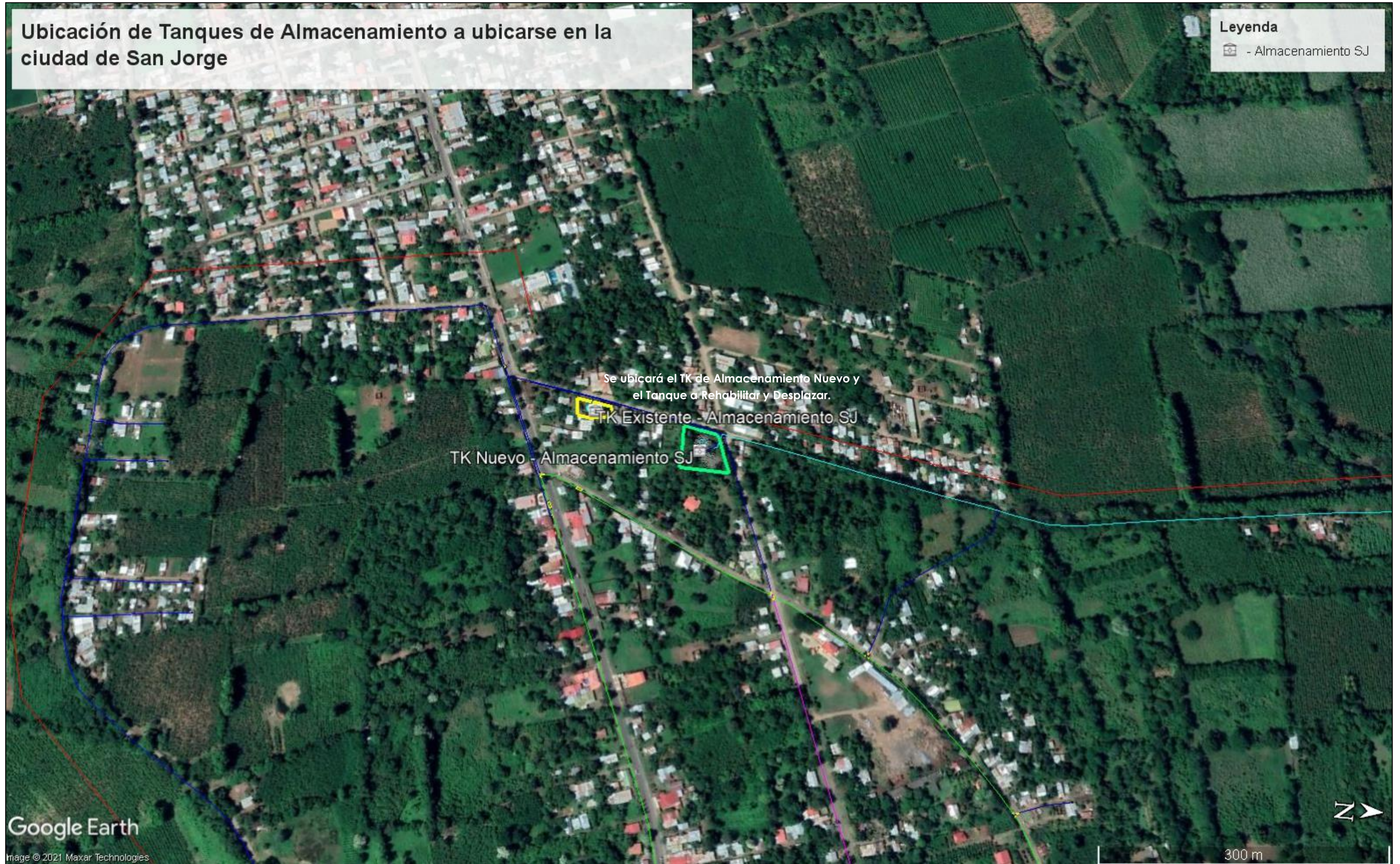


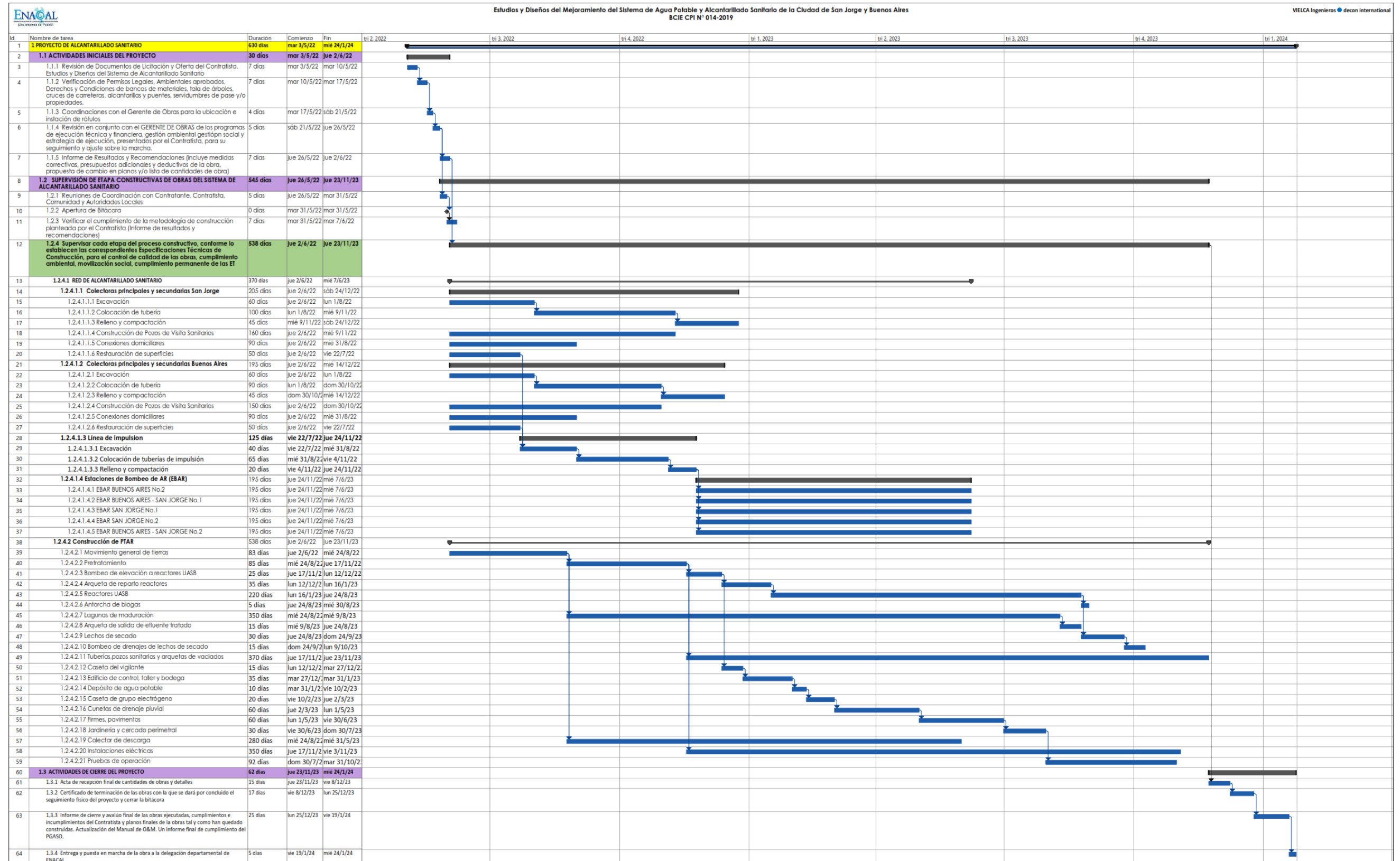
Figura 32: Ubicación del Tanque de Almacenamiento para la ciudad de Buenos Aires

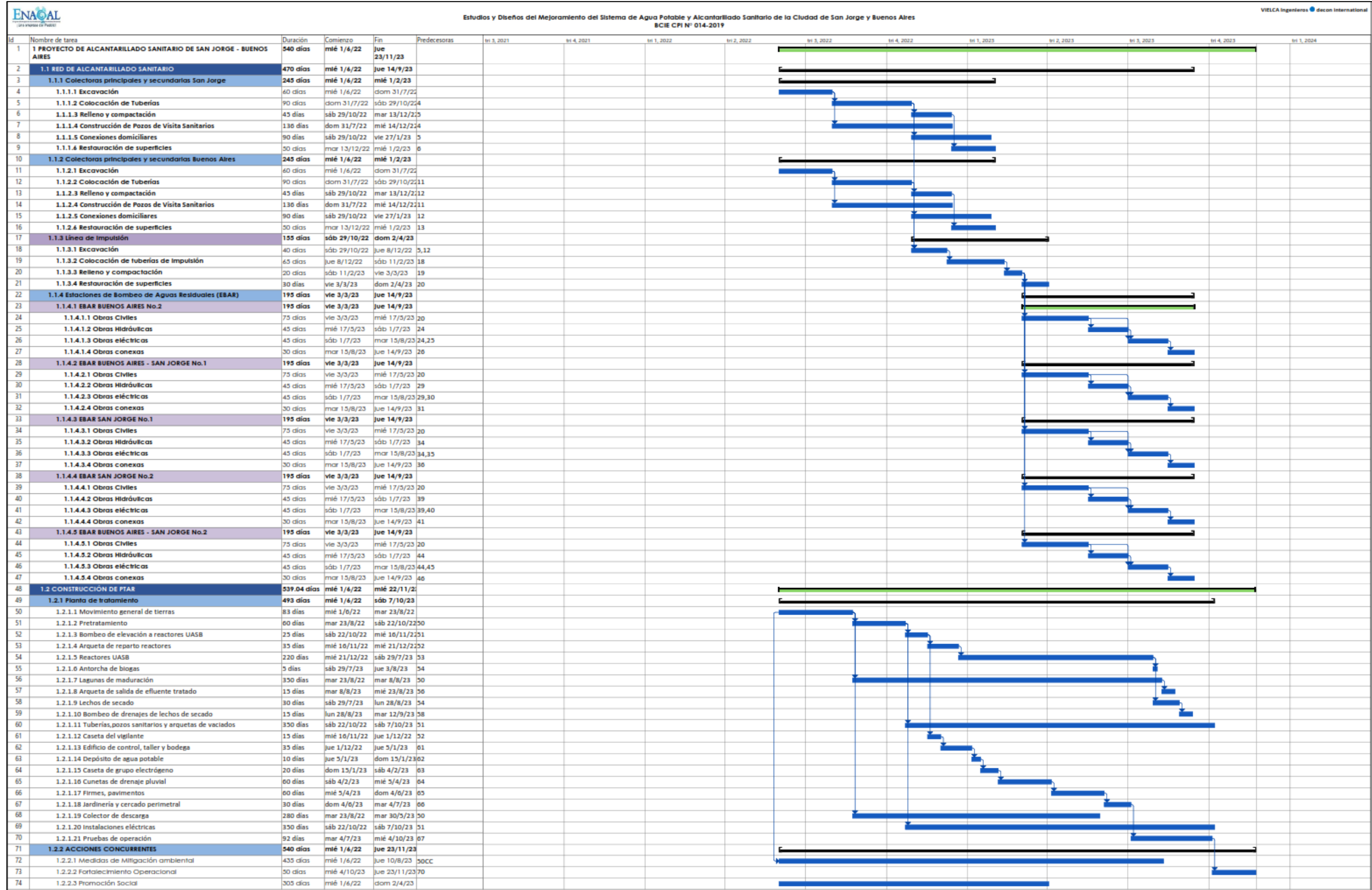


Figura 10: Ubicación del Campo de Pozos para el abastecimiento de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires



16 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES





ANEXO I: PLANOS DE EMPLAZAMIENTO PARA LOS POZOS NUEVOS Y EXISTENTES, Y TANQUES NUEVOS Y EXISTENTES.