



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 N° 014-2019**

Programa Integral Sectorial de Agua y
Saneamiento Humano PISASH Fase I

CONSORCIO:

VIELCA
INGENIEROS

decon
international

PRODUCTO 5:

*Perfil Ambiental – Proyecto de Alcantarillado y
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las
Ciudades de San Jorge y Buenos Aires.*

Julio 2021

TABLA DE CONTENIDO

1	CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	13
1.1	Nombre del proyecto	13
1.2	Localización del proyecto	13
1.2.1	Características urbanas	24
1.3	Contexto Socioeconómico	29
1.3.1	Población y Vivienda	29
1.3.2	Perfil Económico	29
1.3.3	Servicios Básicos y Municipales	32
1.4	Área del Proyecto y Perspectivas de Desarrollo	39
2	ANTECEDENTES	44
2.1	Situación del Servicio de Agua Potable	44
2.2	Situación del Saneamiento	50
3	JUSTIFICACION	53
4	OBJETIVOS	54
4.1	Proyecto	54
4.1.1	Objetivo General	54
4.1.2	Objetivos Específicos	54
4.2	Del Presente Documento	54
4.2.1	Objetivo General	54
4.2.2	Objetivos Específicos	55
5	ASPECTO TÉCNICO - ESTUDIO DE POBLACIÓN	55
5.1	Proyección de la Población de San Jorge	55
5.2	Proyección de la Población de Buenos Aires	57
6	ASPECTO TÉCNICO - ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	59
6.1	Caudal de Diseño para el Sistema de AS de San Jorge	59
6.2	Caudal de Diseño para el Sistema de AS de Buenos Aires	61
6.3	Caudal de Diseño para el Sistema de AS de ambas ciudades- San Jorge y Buenos Aires	63

7 ASPECTO TÉCNICO - ALTERNATIVA 3: RED DE RECOLECCIÓN UNIFICADA BUENOS AIRES Y SAN JORGE CON PTAR SAN FRANCISCO	67
7.1 RED DE RECOLECCION Y ESTACIONES DE BOMBEO.....	72
7.1.1 Red de Recolección	72
7.1.2 Estaciones de Bombeo	76
7.1.3 Líneas de Impulsión	89
7.1.4 Modelación de la Red de Recolección	89
7.2 Sistema de Tratamiento	94
7.2.1 Pretratamiento y Medida de Caudal	94
7.2.2 Bombeo de Elevación a Reactores UASB y Arqueta Principal de Reparto.....	96
7.2.3 Reactores UASB.....	97
7.2.4 Lagunas de Maduración.....	98
7.2.5 Obra de salida de la PTAR.....	99
7.2.6 Eficiencias Esperadas y Calidad del Efluente en los Procesos de Tratamiento	99
7.2.7 Manejo de Lodos.....	100
7.2.8 Tuberías de Interconexión y Perfil Hidráulico	101
7.2.9 Movimiento de Tierras.....	102
7.2.10 Edificio de Control-Taller-Almacén	103
7.2.11 Caseta para Control de Accesos.....	103
7.2.12 Abastecimiento de Agua Potable	103
7.2.13 Edificio de Grupo Electrógeno.....	103
7.2.14 Viales, Aceras y Cerramiento.....	103
7.2.15 Drenajes de Aguas Pluviales	104
7.2.16 Jardinería.....	106
7.2.17 Diseños Estructurales	106
7.2.18 Descarga del Efluente de la PTAR.....	107
7.3 Soluciones Individuales de Saneamiento.....	107
7.4 Diseño de la Alternativa de Sistemas de Tratamiento	108
7.4.1 Consideraciones Generales	108
7.4.2 Datos de partida.....	109
7.4.3 Alternativa de Tratamiento para las Aguas Residuales de Ambas Ciudades.....	114
7.4.4 Alternativa B. PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: pretratamiento + reactores UASB + lagunas de maduración; lechos de secado	117

8	CRONOGRAMA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES.....	124
9	COSTOS Y MATERIALES A UTILIZAR.....	128
10	MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO.....	162
11	TIPO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	163
11.1	Principales Residuos Generados en las Diferentes Etapas del Proyecto.....	163
11.1.1	Etapa de Construcción.....	163
11.1.2	Etapa de Operación y Mantenimiento	164
11.2	Recolección Selectiva.....	165
11.3	Recolección y Transporte.....	165
11.4	Disposición Final de los Residuos Sólidos	165
11.5	Manejo de Aguas Pluviales.....	166
11.6	Tipo y Manejo de Sustancias Toxicas, Peligrosas y de Manejo Especial	171
11.7	Descripción de Emisiones en el Área del Proyecto	174
11.8	Insumos, Equipos y Maquinaria Requerida.....	177
11.8.1	Insumos requeridos	177
11.8.2	Energía eléctrica a utilizarse	179
11.8.3	Tipo y volúmenes de materia prima a utilizar en la construcción de las obras del sistema de Alcantarillado Sanitario en las ciudades de San Jorge y Buenos Aires	179
11.8.4	Equipos requeridos	181
11.9	Transporte, Movilización, Uso y Reparación de Maquinaria Pesada.....	182
11.10	Almacenamiento de Material de Corte y Materiales de Construcción.....	182
12	INCIDENCIA AMBIENTAL DEL PROYECTO	183
12.1	Actividades del Proyecto que Alteran la Calidad Ambiental en los Factores Físicos (Agua, Aire, Suelo).....	183
12.2	Actividades del Proyecto que Ejercen Presión sobre la Flora y la Fauna.....	184
12.3	Acciones del Proyecto sobre el Paisaje	185
12.4	Análisis de Inundaciones sobre los Componentes del Proyecto	185
12.4.1	Caudales de Diseño.....	185
12.4.2	Condiciones de Entorno.....	192
12.4.3	Resultados.....	195
12.4.4	Conclusiones con Base a los Resultados Obtenidos	208
12.5	Acciones del Proyecto sobre los Aspectos Socioeconómicos	210

13	RESUMEN - EVALUACIÓN AMBIENTAL/SOCIAL DE LAS ALTERNATIVAS	211
13.1	Evaluación de los Sitios Identificados para Emplazamiento de las PTAR	211
13.1.1	Criterios de Ubicación para Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales según NTON 05 027 05.....	211
13.1.2	Eficiencias esperadas y calidad del efluente en los procesos de tratamiento de acuerdo al Decreto 21 – 2017.....	213
13.1.3	Matriz comparativa de características de los predios propuestos.....	214
13.2	Evaluación Social de las Alternativas AS - PTAR	217
13.3	Evaluación Ambiental de las Alternativas AS – PTAR.....	221
13.3.1	Abordaje Metodológico	223
13.4	Resultados de la Valoración de alternativas de Alcantarillado Sanitario + Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	226
14	MEDIDAS AMBIENTALES Y DE MANEJO	228
15	PERSONAL REQUERIDO PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	249
15.1	Personal Etapa de Construcción.....	249
15.2	Persona Etapa de Operación y Mantenimiento	250
15.2.1	Categorías y propuesta de personal	250
15.2.2	Funciones a realizar por cada nivel del organigrama	251
15.2.3	Capacitación y/o Preparación Requerida	251
15.2.4	Documentación requerida en planta.....	252
16	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MÍNIMOS REQUERIDOS	253
17	MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN LA PTAR	253
18	ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL SITIO DEL PROYECTO	255
ANEXO I – ESTUDIO DE INUNDACIONES REALIZADO PARA LOS COMPONENTES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO.....		
		257
ANEXO II – PLANOS DE LOS COMPONENTES DE EBAR´S Y CONJUNTO DEL SISTEMA PROPUESTO.....		
		258
ANEXO III - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AS Y PTAR DE SAN JORGE/BUENOS AIRES		
		259

FIGURAS

Ilustración 1: Conjunto de la Red de Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de San Jorge y Buenos Aires	15
Figura 2: Plano Urbanístico San Jorge	25
Figura 3: Plano Urbanístico Buenos Aires	28
Figura 4: Delimitación del Área de Estudio San Jorge	41
Figura 5: Delimitación del Área de Estudio Buenos Aires	43
Figura 6: Acueducto de San Jorge y Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico de Apataco.	45
Figura 7: Acueducto de Buenos Aires y Subsistemas de Operación.....	49
Figura 8- Polígonos de Thyessen para la red de San Jorge.....	65
Figura 9- Polígonos de Thyessen para la Red de Buenos Aires.....	65
Figura 10- Área de influencia del proyecto – Alternativa 3.....	68
Figura 11: Cuencas de drenaje de Buenos Aires y San Jorge. Alternativa No. 3.....	71
Figura 12: Solución individual de saneamiento Propuestos.....	108
Figura 13: Esquema de flujo del pretratamiento PTAR conjunta.....	115
Figura 14: Esquema de sección trasversal de canales desarenadores	115
Figura 15: Esquema funcionamiento reactor UASB	117
Figura 16: Esquema de configuración en altimetría en alternativa de tratamiento B. Sitio 3 San Francisco.....	119
Figura 17: Diagrama de bloques de la alternativa a desarrollar.....	122
Figura 18: Configuración de Alternativa No.3 Red Buenos Aires y San Jorge unificado más PTAR Sur.	255

IMAGENES

Imagen 1: Calles Adoquinadas en Bo. San Antonio y Bo. Carlota	26
Imagen 2: Calles Asfaltadas en Bo. Julio Buitrago y Bo. Ramón López	26
Imagen 3: Instituto Público José Dolores Rivera.....	33
Imagen 4: Centro de Salud Danelia Muñoz	33
Imagen 5: Infraestructura Turística Recreacional	34
Imagen 6: Terminal Portuaria	35
Imagen 7: Vertedero Municipal	36
Imagen 8: Cementerio Municipal	36
Imagen 9: Actividad realizada para definir el área del Proyecto	40
Imagen 10: Actividad realizada para definir el área del Proyecto	42
Imagen 11: Pila recolectora de agua de lavado.	52
Imagen 12: Aguas residuales vertidas en cunetas.....	52
Imagen 13: Aguas residuales vertidas en calles	53

Imagen 14: Aguas residuales en calle Bo. San Martín.....	53
Imagen 15: Calles y dirección de la pendiente – Buenos Aires.....	69
Imagen 16: Calles y dirección de la pendiente – San Jorge	69
Imagen 17: Tipo de bombas a utilizar para achicar aguas pluviales en excavaciones, o aguas provenientes de niveles freáticos someros. A la derecha un esquema de montaje de equipo de bombeo.	167
Imagen 18: Ejemplo de Zanjas de Infiltración y Conducción de Aguas Pluviales a valorar su uso en la obra.....	167
Imagen 19: Alternativa de colocación de equipo de bombeo para extracción de aguas pluviales en puntos de excavación.....	168
Imagen 20: Ejemplo de protección para los materiales de construcción en la obra.	168
Imagen 21: Ejemplo de áreas de excavación despejadas de sitios de colocación de material de coste, disminuyendo la erosión y movimiento de material a zonas de trabajo.	169
Imagen 22: A la izquierda, el ejemplo de una zanja con aguas pluviales y material colocado riesgadamente. A la derecha, una zanja despejada de material de costo, a una distancia segura.	169
Imagen 23: Ejemplo de obras de contención con gaviones, las cuales serán usadas en caso de que se requiera, para la estabilización de taludes o disipadores de energía.	170
Imagen 24: Para excavaciones en zanjas que tendrán un tiempo de ejecución mayor de un día o que el tipo de suelo y profundidad lo amerite, se llevará a cabo el apuntalamiento de las paredes.	171

TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de ubicación para los componentes del sistema de saneamiento para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.....	14
Tabla 2: Producción registrada del Acueducto de San Jorge para el año 2019	46
Tabla 3: Composición de la red de distribución de San Jorge	46
Tabla 4: Producción registrada del Acueducto de Buenos Aires para el año 2019.....	47
Tabla 5: Composición de la red de distribución del Acueducto de Buenos Aires.	48
Tabla 6 Tasas intercensales crecimiento población de la ciudad de San Jorge.....	55
Tabla 7. -Proyección de Población de la Ciudad de San Jorge	56
Tabla 8: Tasas de crecimiento de población de Buenos Aires.....	57
Tabla 9. -Proyección de Población de Buenos Aires.....	58
Tabla 10- Proyección del Caudal de Agua Residuales de la Ciudad de San Jorge, Rivas al Año 2042.....	60
Tabla 11- Proyección del Gasto de Agua Residuales de la Ciudad de Buenos Aires, en el Periodo de Diseño 2022- 2042	62
Tabla 12: Proyección de la Producción de Agua Residuales de las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042	64
Tabla 13: Caudales aportados por cada ciudad.....	72
Tabla 14: Cantidad de Tubería a instalar en Redes.....	72

Tabla 15: Pozos de Visita a Construir por Rangos de Profundidad.....	72
Tabla 16: Acometidas Domiciliares.....	73
Tabla 17: Resumen de Principales Características de las EBAR Propuesta	88
Tabla 18: Tubería de impulsión asociada a Estaciones de Bombeo	89
Tabla 19 Parámetros contaminantes del efluente depurado.....	99
Tabla 20 Calidad esperada y rendimientos	100
Tabla 21: Cantidad de viviendas a ser beneficiadas con S.T.I. – año 2022, Etapa I - Alternativa No.3	108
Tabla 22 Características de agua residual de PTAR Rivas	109
Tabla 23 Caracterizaciones típicas de aguas residuales. Metcalf&Eddy	110
Tabla 24 Selección parámetros contaminantes de diseño.....	111
Tabla 25 Parámetros contaminantes de diseño de la PTAR.....	111
Tabla 26: Analíticas de agua residual de PTAR Rivas (septiembre 2020)	112
Tabla 27 Caudales Tratamiento PTAR por fases, según proyección de población	112
Tabla 28 Caudal medio de dimensionamiento PTAR por fases	113
Tabla 29 Modulación de PTAR San Jorge y Buenos Aires por fases: cuatro módulos.....	113
Tabla 30 Parámetros contaminantes de efluente depurado.....	114
Tabla 31: Resumen dimensiones pretratamiento PTAR conjunta San Jorge y Buenos Aires ..	116
Tabla 32: Consumo energético requerido en Alternativa B.....	118
Tabla 33 Resumen dimensiones elementos.....	120
Tabla 34: Resumen de Costos de Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario SJ - BA (US\$).....	128
Tabla 35: Costos Etapa I del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SJ – BA (US\$).....	129
Tabla 36: Costos Etapa II del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SJ – BA (US\$).....	149
Tabla 37: Personal necesario para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.....	163
Tabla 38: Tipos de desechos esperados para la construcción del Alcantarillado Sanitario en las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.....	164
Tabla 39: Volumen de residuos sólidos esperados para la construcción de la PTAR San Jorge/Buenos Aires, para las dos fases contempladas	164
Tabla 40: Cantidad de lodos esperados producto de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	165
Tabla 41: Densidades de los materiales [CTE-DB-SE].....	173
Tabla 42: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de sistema de AS para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.....	177
Tabla 43: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de PTAR Fase I.....	178
Tabla 44: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de PTAR Fase II.....	178
Tabla 45: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras del sistema alcantarillado sanitario para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - FASE 1	179

Tabla 46: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras del sistema alcantarillado sanitario para ambas ciudades - FASE 2.....	180
Tabla 47: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase I.....	180
Tabla 48: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase II.....	180
Tabla 49: Equipos requeridos para la construcción de las obras del sistema de AS en ambas ciudades.....	181
Tabla 50: Equipos requeridos para la construcción de las obras de la PTAR para la ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase I.....	181
Tabla 51: Equipos requeridos para la construcción de las obras de la PTAR para la ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase II.....	182
Tabla 52. Tabla de caudales pico para cada escenario y cuenca hidrológica.....	186
Tabla 53: Distancias de ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales según NTON 05 027 05.....	212
Tabla 54 Parámetros contaminantes del efluente depurado.....	213
Tabla 55 Calidad esperada y rendimientos.....	213
Tabla 56: Normativa sobre Ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	214
Tabla 57: Valores de Intensidad por cada Incidencia encontrada.....	218
Tabla 58: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.....	220
Tabla 59: Matriz comparativa de Alternativas AS+PTAR.....	221
Tabla 60: Resumen de Criterios para la Selección de la Mejor Alternativa de Tratamiento.....	225
Tabla 61: Resultados de la Valoración de Alternativas de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires.....	227
Tabla 62: Plan de Implantación de Medidas Ambientales para la Mitigación de los Impactos Sociales y Ambientales del proyecto en las dos ciudades.....	228
Tabla 63: Personal Requerido para la Etapa de Construcción.....	249
Tabla 64: Personal necesario en la planta.....	250

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

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, a aproximadamente 115 km de la ciudad capital.

San Jorge y Buenos Aires con una población urbana total estimada de 12,035 habitantes, acusan en la actualidad problemas con el suministro de agua potable y carencia a la vez, de formas seguras de recolección y disposición de las aguas servidas generadas por las actividades económicas que desarrollan sus poblaciones.

El diagnóstico de la situación actual de saneamiento realizado en el contexto de la consultoría a cargo del Consorcio Vielca/Decon, ha revelado que la carencia de un servicio de saneamiento eficiente está incidiendo en el deterioro de las condiciones ambientales de las ciudades, provocando enfermedades de origen hídrico que afectan la calidad de vida de las poblaciones y les obliga a destinar mayores recursos económicos en servicios médicos pre hospitalario y hospitalario.

Asimismo, la inadecuada disposición de las aguas grises, combinadas con las aguas pluviales y el arrastre de los desechos sólidos dispuestos inadecuadamente, es causa importante de contaminación de quebradas y ríos que atraviesan a dichas ciudades.

En consecuencia y considerando que la provisión del servicio de alcantarillado sanitario contribuirá no solo al mejoramiento de las condiciones sanitarias de la población, sino también, a apoyar e impulsar las iniciativas de desarrollo urbano y turístico que promueve el gobierno municipal con el apoyo del gobierno nacional, ENACAL, en el marco del Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH), ha emprendido el desarrollo de los estudios de factibilidad con miras a estudiar y seleccionar alternativas de solución que permitan resolver, en el mediano y largo plazo, los problemas de saneamiento que aquejan a las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, en el horizonte de planificación 2022-2042.

En ese sentido, en el presente informe, preparado en el contexto de la consultoría “Estudios y Diseños del Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de San Jorge y Buenos Aires, Vielca/Decon ha analizado diversas alternativas de redes de recolección y opciones tecnológicas de tratamiento de las aguas residuales, teniendo en consideración la topografía del área de estudio, el tamaño y distribución territorial de la población, la cercanía entre las ciudades en mención y la disponibilidad de sitios apropiados para el emplazamiento de las obras propuestas.

Al respecto, desde el punto de vista de las opciones técnicas consideradas en el Estudio de Factibilidad realizado, se han analizado tres (3) alternativas de configuración de la Red de Recolección y cuatro (4) opciones tecnológicas de Sistemas de Tratamiento, identificadas así:

Alternativa No. 1: Red de Recolección con PTAR independiente para cada ciudad:

- Alternativa No. 1A: Red de Recolección San Jorge con PTAR San Francisco (Sur)
- Alternativa No. 1B: Buenos Aires con PTAR Nahualapa (Norte)

Alternativa No.2: Red de Recolección unificada Buenos Aires y San Jorge con PTAR en Nahualapa (Norte)

Alternativa No.3: Red de Recolección unificada Buenos Aires y San Jorge con PTAR en San Francisco-(Sur)

Las opciones de sistemas de tratamiento propuestos son las siguientes:

Alternativa A:

PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Laguna Facultativa+ Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

Alternativa B.

PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

Alternativa C:

PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Biodiscos + Decantador+ Filtro de Tambor + Desinfección con lámparas ultravioleta (UV). Secado de fangos mediante lechos de secado.

Alternativa D:

PTAR individual para San Jorge: Pretratamiento + Laguna Facultativa+ Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

PTAR individual para Buenos Aires: Pretratamiento + Laguna Facultativa+ Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

Luego de analizar los resultados de la evaluación y ponderación de las alternativas propuestas, desde los puntos de vista técnico, económico, social y ambiental, el Consultor ha concluido, y así lo propone, que la **Alternativa No.3: Red de Recolección unificada Buenos Aires y San Jorge con PTAR en San Francisco-(Sur) + Alternativa de Tratamiento B: PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado**, es la alternativa de solución más adecuada a los fines del Proyecto.

El Proyecto, contempla los siguientes componentes de obras:

1. En la red de recolección, se prevé la instalación de 58.0 km de tubería PVC fabricadas bajo la norma F-949, en diámetros de 150 a 375 mm, que coleccionarán y transportarán las aguas residuales hasta el sitio de tratamiento propuesto.

Asimismo, se prevé la construcción de 916 Pozos de Visita (PVS) con profundidades que oscilan entre 1.20 m y 15.50 m.

2. Construcción de ocho (8) Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales (EBAR), con caudales que oscilan entre 2.15 l/s y 44.76 l/s, con inclusión de bombas – motor con capacidades entre 1.0 y 20 Hp, bien sea para incorporar a la red sectores que no pueden drenar por gravedad, y también, para transportar el caudal total recolectado de aguas residuales de ambas ciudades, hasta el sitio de emplazamiento de las obras de tratamiento. Se contempla la construcción de las EBAR en dos fases de inversión, así

- Fase I: Cinco (5) EBAR
- Fase II: Tres (3) EBAR.

Las viviendas de pequeñas áreas con escaso desarrollo y características semi-rurales, donde resulta prohibitivo el emplazamiento de EBAR adicionales, serán atendidas mediante soluciones individuales de saneamiento

3. Relacionado con las EBAR, se prevé la construcción de Líneas de Impulsión, mediante la instalación de aproximadamente 6.7 km de tuberías PVC SDR - 26 Y SDR-17 en diámetros de 75 mm- 250 mm.
4. Instalación de 2,809 conexiones domiciliarias con sus respectivas cajas de registro
5. Construcción de las obras del sistema de tratamiento (PTAR), consistente en un arreglo de Obras de Pretratamiento + Reactores UASB + Lagunas de Maduración + Lechos de Secado y la construcción de edificaciones y demás obras de infraestructura civil y electromecánica conexas.

La PTAR contempla cuatro (4) módulos de tratamiento con capacidad de 7.57 l/s cada uno, distribuidos por fase inversión así:

- Fase I: 3 módulos
- Fase II: Un (1) modulo

El presupuesto total de construcción de las obras del proyecto, a ser ejecutado en dos etapas de inversión, asciende a US\$ 35,530,606.89 (Treinta y cinco millones quinientos treinta mil seiscientos seis dólares con 89/100). El presupuesto de la primera etapa de inversión (2022-2032), se estima en US\$ 32,341,959.55 (Treinta y dos millones trescientos cuarenta y un mil novecientos cincuenta y nueve dólares con 55 /100).

Por su parte, el costo para ejecutar las obras de la segunda etapa de inversión (2032-2042), asciende a US\$ 3,188,647.34 (Tres millones ciento ochenta y ocho mil seiscientos cuarenta y siete dólares con 34/100).

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

Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las Ciudades 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. En la Figura 1, se muestra la localización del Área de Estudio.

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.

En términos generales el proyecto se desarrolla con la ubicación de una serie de colectoras principales y secundarias que inician en la ciudad de Buenos Aires, dejando Pozos de Visita Sanitarios (PVS) de espera con diámetros de tubería para la captación de las áreas de crecimiento. El agua residual captada en esta ciudad es conducida por una colectoras que se conecta a la red de AS para la Ciudad de San Jorge, volviéndose ese tramo hasta la EBAR como un interceptor. Las aguas residuales cuyas cuencas drenan en forma contraria a las colectoras, son captadas por EBAR's, las cuales llevan el agua residuales a la colectoras general que conduce las aguas residuales, finalmente,



a la PTAR, ubicada en la zona conocida como San Francisco, esto se puede observar en las imágenes que se muestran a continuación. Como se observará, el abordaje para el desarrollo del alcantarillado sanitario en ambas ciudades comprende de un área directa cuya población actual tendrá un servicio de cobertura y conectividad del 100%, más áreas de crecimiento o expansión de la ciudad, las cuales son áreas definidas por la municipalidad, en las cuales se está dando la mayor cantidad de crecimiento urbano – comercial, para estas áreas se deja preparada la tubería de captación principal para brindar servicio a la población futura en un periodo de 10 años que corresponde a la primera fase del proyecto, posteriormente, en la segunda fase del proyecto, correspondiente a una aplicación de la red, 10 años más, se conectarán una mayor cantidad de colectoras que abastecerán o darán servicio durante el periodo 2032 – 2042. La planta de tratamiento, en este caso, tendrá tanto la capacidad de tratamiento como la de crecimiento en área para la primera y segunda fase de forma correspondiente, es decir, que la planta será construida para dar servicio a la primera fase, posterior a esto, será ampliada para brindar servicio a la segunda fase. A continuación se presentan las coordenadas de ubicaciones de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales propuesto:

Tabla 1: Coordenadas de ubicación para los componentes del sistema de saneamiento para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

COORDENADAS DE OBRAS DEL SISTEMA AS		
Componentes del Sistema de Saneamiento Buenos Aires/San Jorge	Norte	Este
PREDIO EBAR #1-BA	1269147.47	628225.81
PREDIO EBAR #2-BA	1269060.66	627146.29
PREDIO EBAR #1-SJ_BA	1267496.48	629920.90
PREDIO EBAR #2-SJ_BA	1265705.40	631408.07
PREDIO EBAR #1-SJ	1267285.11	631813.55
PREDIO EBAR #2-SJ	1266014.87	632027.10
PREDIO EBAR #3-SJ	1265680.86	630612.79
PREDIO EBAR #4-SJ	1265871.66	630269.36
PREDIO PTAR SJ	1264300.46	631427.55

En la ilustración a continuación, se muestra la ubicación de los diferentes componentes que comprende el sistema de recolección de aguas residuales y planta de tratamiento para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires. Igualmente se observan las cuencas de captación de aguas residuales que corresponden a cada una de las EBAR's que se tienen contempladas dentro del sistema (ver plano a escala en Anexo).

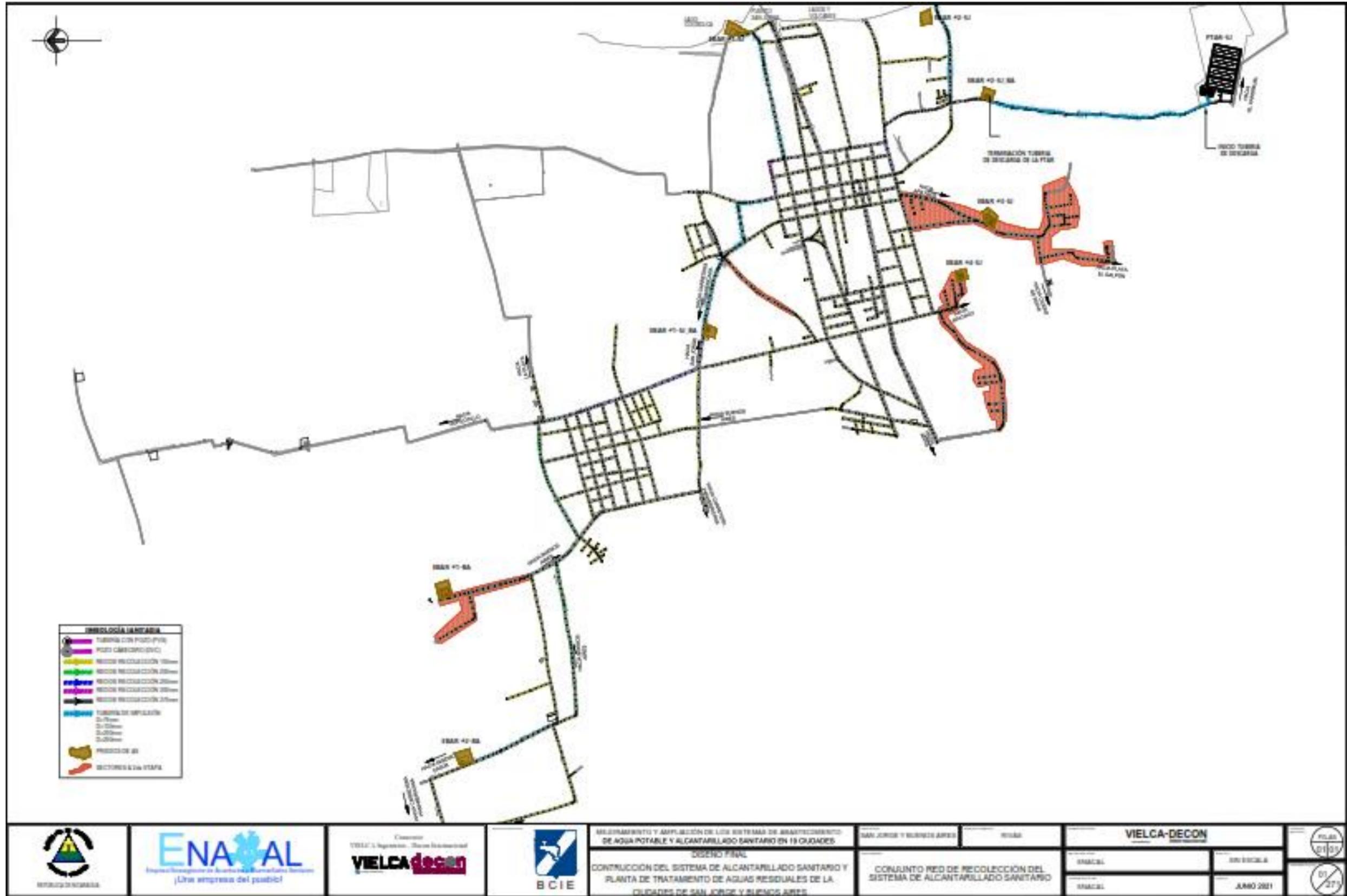


Ilustración 1: Conjunto de la Red de Recolección y Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de San Jorge y Buenos Aires

En ilustraciones a continuación se presentan la ubicación de la PTAR y de cada una de las EBAR's, sin embargo a continuación se hace una descripción de la ubicación de los puntos de las EBAR's, basándonos en sus cuencas de drenaje.

Cuenca No.1: Zona de servicio El Coca, esta zona se encuentra ubicada al Noreste de Buenos Aires y es una zona semi rural, poco poblada, actualmente se considera como una zona de expansión futura.

Esta cuenca drena en dirección Norte de Buenos Aires y drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (Buenos Aires No.1) y luego, a través de una línea de impulsión, integrar el caudal bombeado a la red de la cuenca No.3: zona de servicio Buenos Aires y San Jorge Periferia Norte. Esta zona esta prevista a ser construida en la Fase II del proyecto.

Cuenca No.2: Zona de servicio El Limonal, esta ubicada al Noroeste de Buenos Aires y drena en dirección Este de la cuenca. Se prevé que la red de recolección de esta zona drene las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (Buenos Aires No.2), para después, a través de una línea de impulsión entregar el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.3: zona de servicio Buenos Aires y San Jorge Periferia Norte.

Cuenca No.3: Zona de servicio Buenos Aires y San Jorge Periferia Norte, esta zona abarca el casco urbano central, periferia de Buenos Aires y la periferia Norte de San Jorge. La red de recolección, debido a la topografía de esta zona drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (Buenos Aires+San Jorge No.1), para después, a través de una línea de impulsión integrar el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.8: zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge.

Cuenca No.4: Zona de servicio El Lago, esta cuenca abarca la zona del puerto incluyendo el barrio El Lago, esta cuenca drena en dirección al Lago de Nicaragua. La red de recolección, debido a la topografía de esta zona drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (San Jorge No.1), para después, a través de una línea de impulsión integrar el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.8: zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge.

Cuenca No.5: Zona de servicio La Unión, abarca la zona turística de San Jorge incluyendo el barrio La Unión, esta cuenca drena en dirección al Lago de Nicaragua. La red de recolección, debido a la topografía de esta zona drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (San Jorge No.2), para después, a través de una línea de impulsión integrar el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.8: zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge.

Cuenca No.6: Zona de servicio Apataco, abarca la zona del barrio semirural de Apataco y drena en dirección al rio de Oro. La red de recolección, debido a la topografía de esta zona drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (San Jorge No.3), para después, a través de una línea de impulsión integrar el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.8: zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge. Esta

zona esta prevista a ser construida en la Fase II del proyecto.

Cuenca No.7: Zona de servicio Sur Oeste San Jorge, abarca la zona sur – oeste de San Jorge hacia el río de Oro. Debido a su topografía la red de recolección drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (San Jorge No.4), que después, a través de una línea de impulsión i el caudal bombeado a la red de recolección de la cuenca No.8: zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge. Esta zona esta prevista a ser construida en la Fase II del proyecto.

Cuenca No.8: Zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge, esta zona abarca el casco urbano central de San Jorge. La red de recolección, debido a la topografía de esta zona drenara las aguas residuales recolectadas hasta una EBAR (Buenos Aires+San Jorge No.2), esta EBAR recibirá las aguas residuales generadas de toda la red, para posteriormente ser enviadas a través de una línea de impulsión al Sistema de Tratamiento, el cual se encuentra ubicado hacia el sur de San Jorge cerca de la comunidad San Francisco.

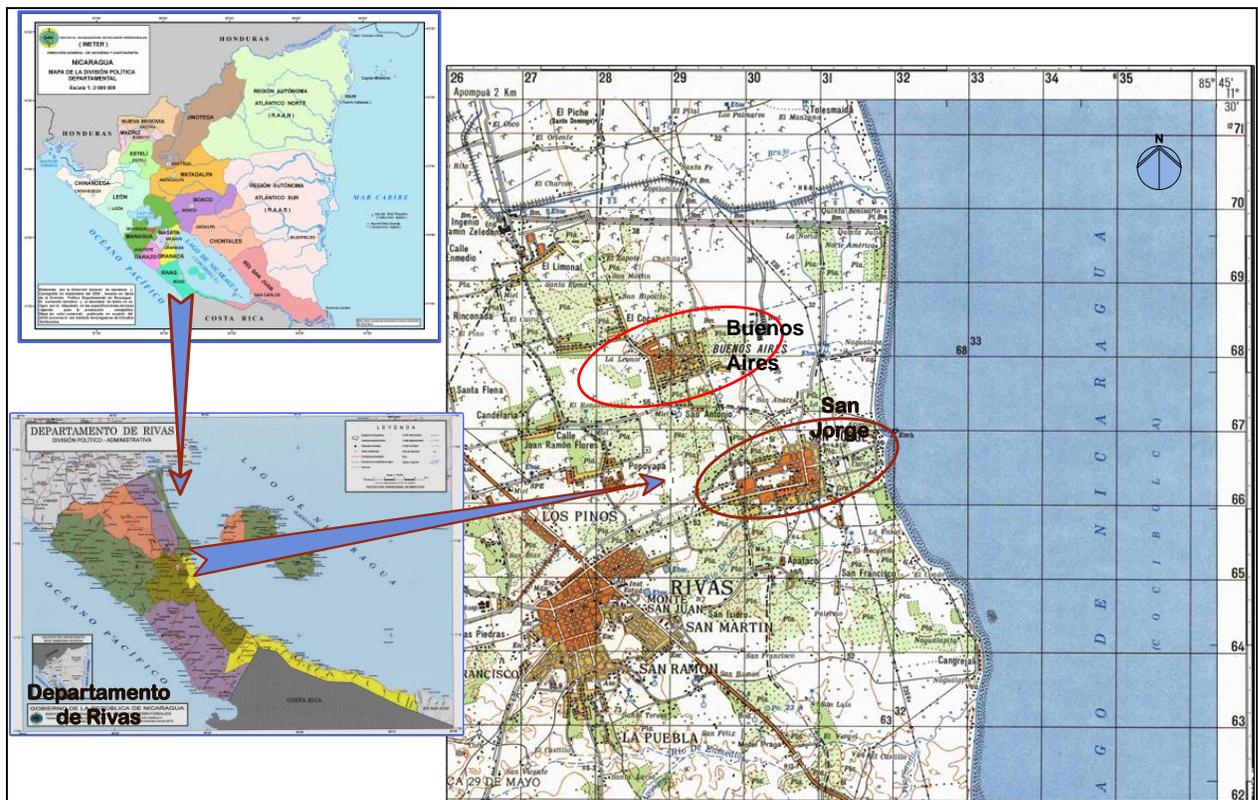


Figura 1: Macro y micro localización de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

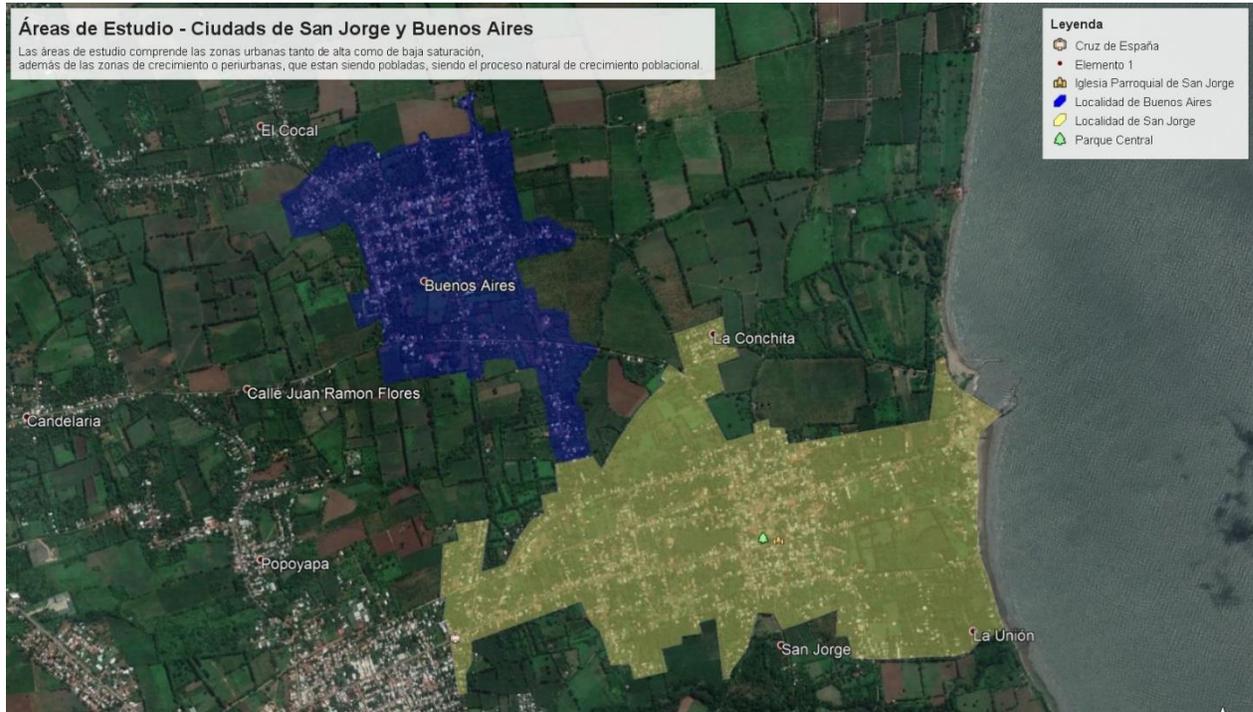


Figura 2: Microlocalización de las áreas donde se encuentra desarrollándose el proyecto – Ciudades de San Jorge y Buenos Aires

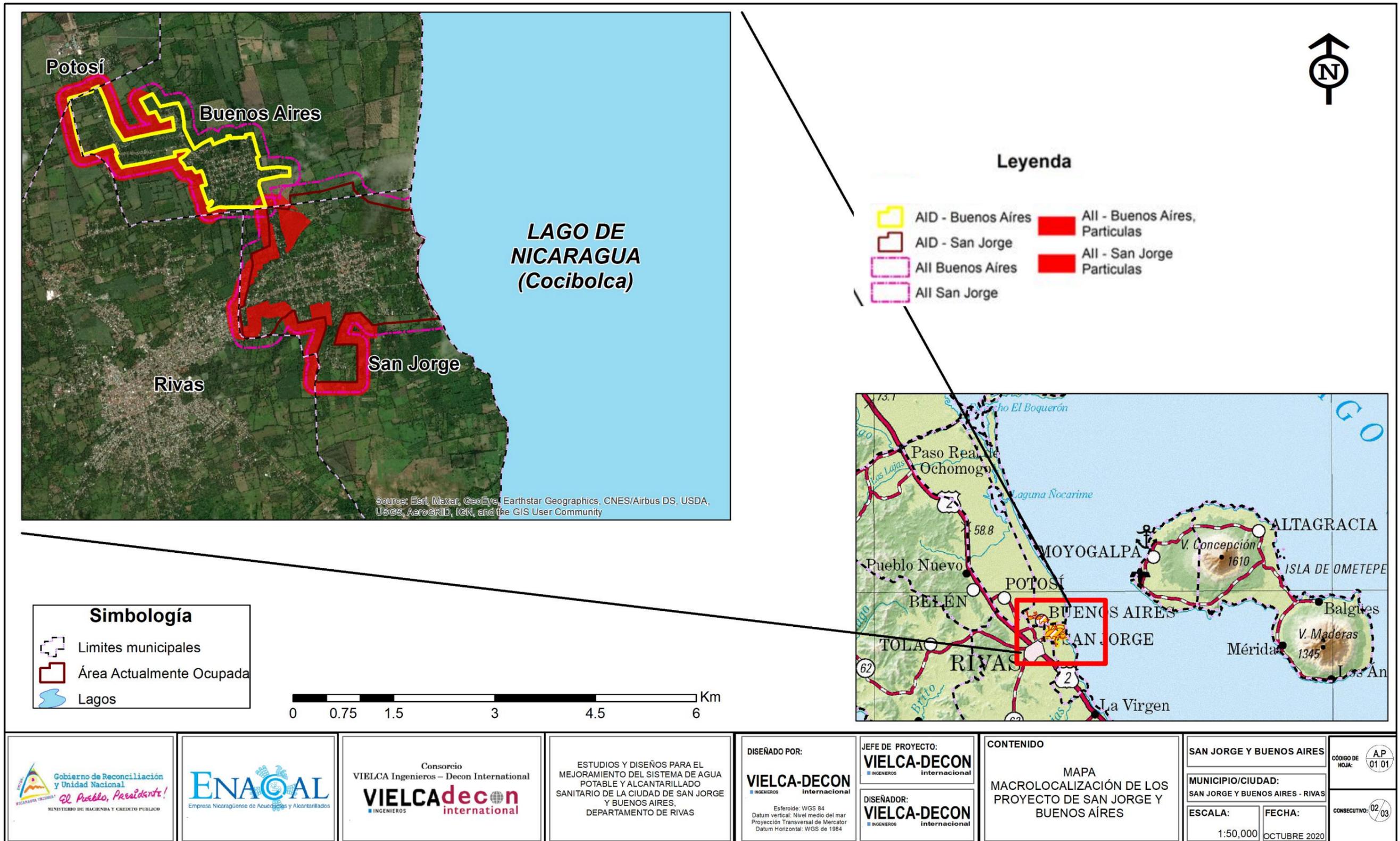


Figura 3: Macrolocalización de los Proyectos San Jorge y Buenos Aires - Area de Influencia

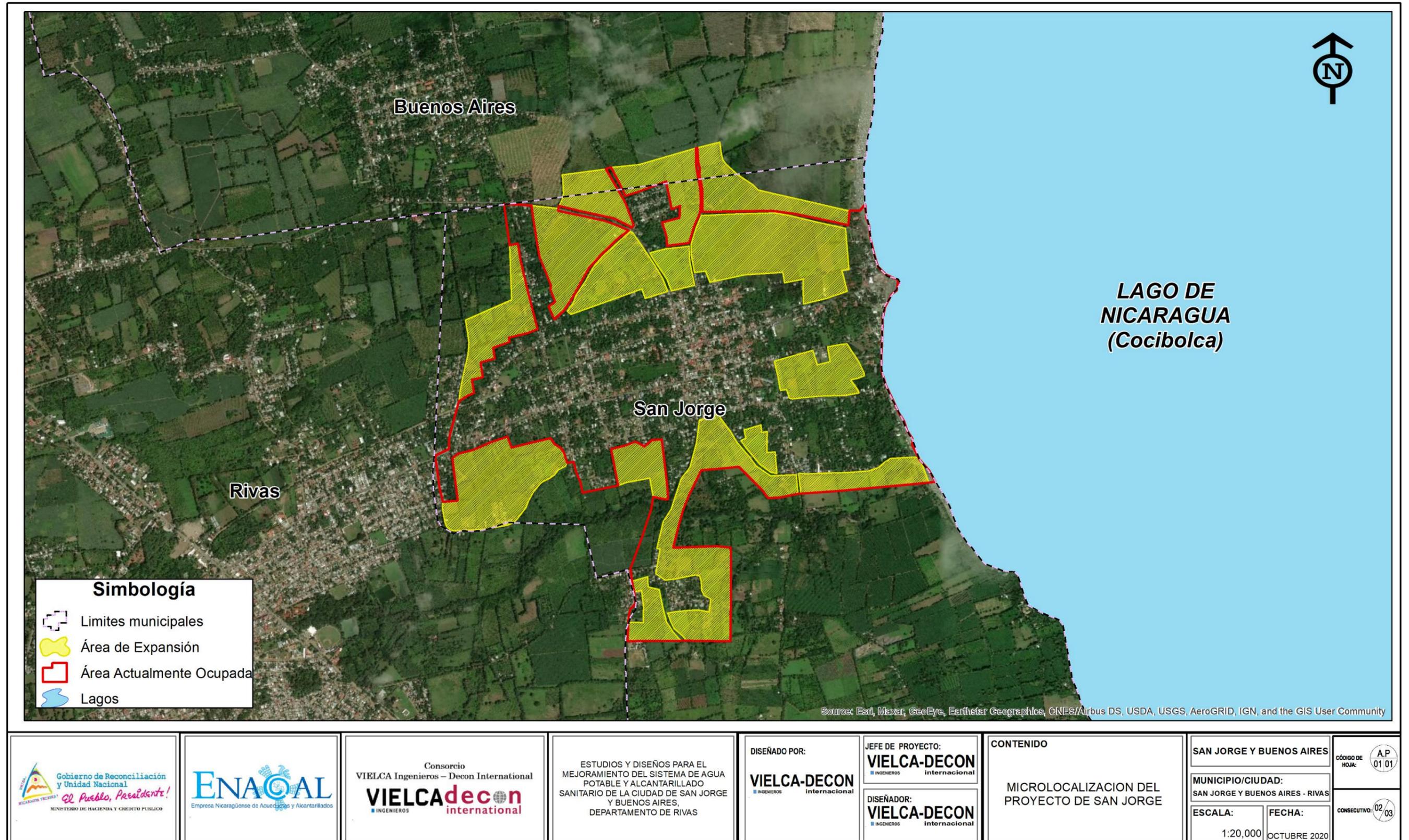
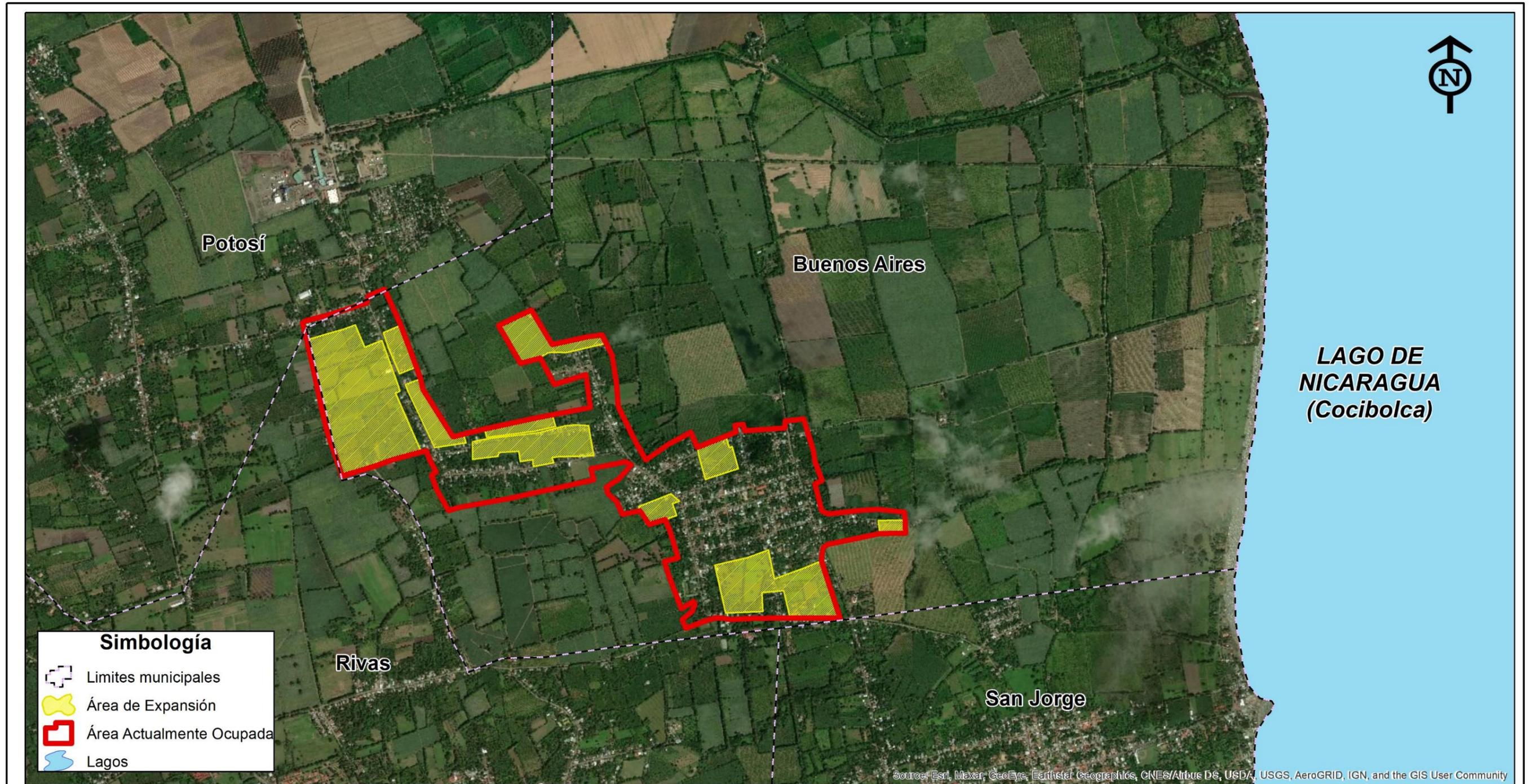


Figura 4: Microlocalización del área de influencia para la ciudad de San Jorge, donde se ejecutará el proyecto de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudades San Jorge y Buenos Aires.



<p>Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional EL Pueblo, Presidente! MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA</p>	<p>ENAOAL Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados</p>	<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 DISEÑADOR: VIELCA-DECON INGENIEROS internacional</p>	<p>CONTENIDO MICROLOCALIZACION DEL PROYECTO DE BUENOS AIRES</p>	<p>SAN JORGE Y BUENOS AIRES MUNICIPIO/CIUDAD: SAN JORGE Y BUENOS AIRES - RIVAS ESCALA: 1:20,000 FECHA: OCTUBRE 2020</p>	<p>CÓDIGO DE HOJA: A.P. 01 01 CONSECUTIVO: 02 03</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------

Figura 5: Microlocalización del área de influencia para la ciudad de Buenos Aires, donde se ejecutará el proyecto de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudades San Jorge y Buenos Aires.

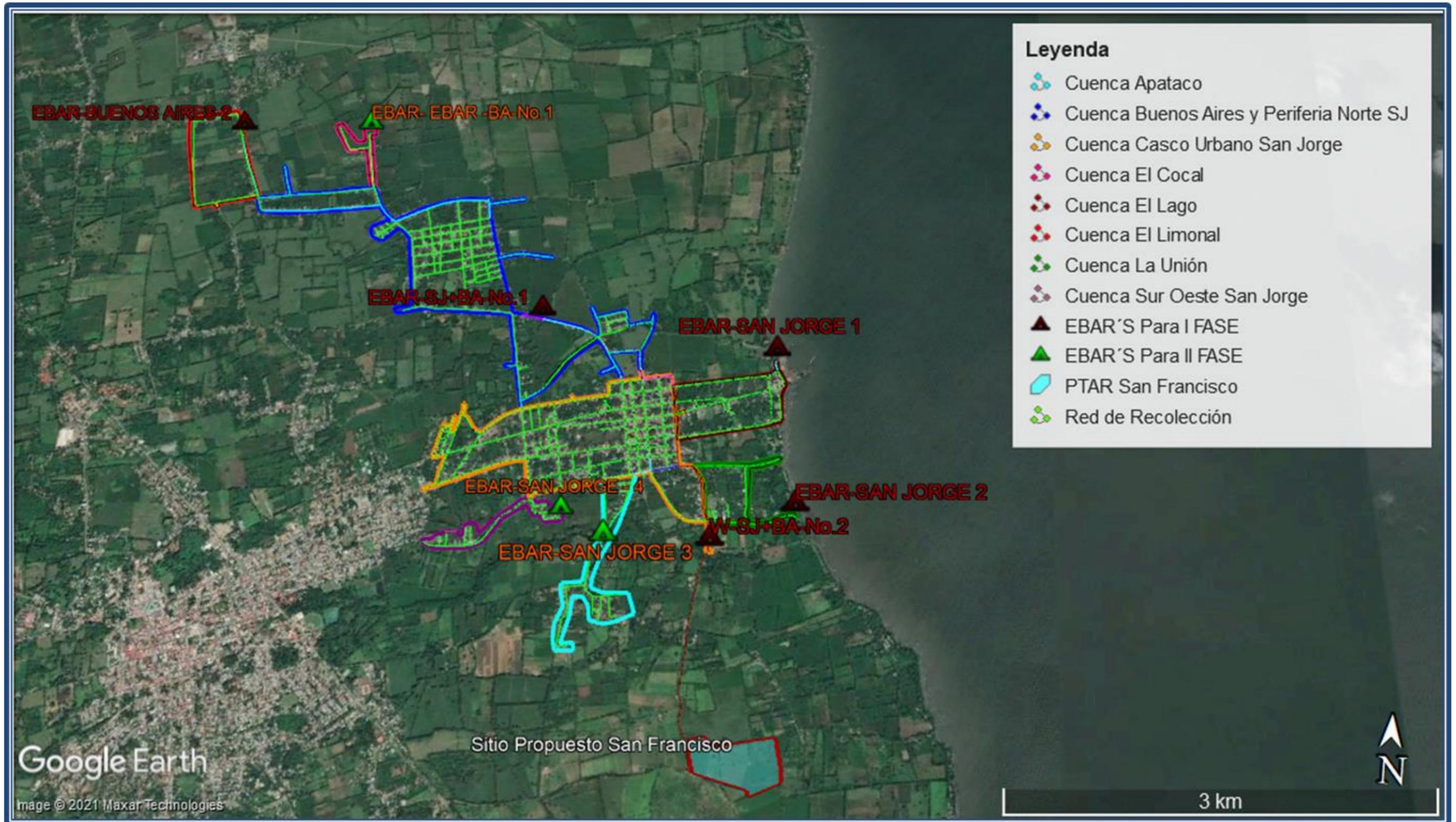


Figura 6: Configuración de la red de recolección del proyecto San Jorge y Buenos Aires

Identificadas las cuencas de drenaje sanitario, en la configuración de la Red de Recolección se ha determinado la necesidad de ocho (8) EBAR's; siete (7) de ellas que recolectar las aguas servidas de las zonas de servicio de ambas ciudades que, por razones topográficas no podrían drenar a la red y, una (1) EBAR, que colectara el caudal total de las aguas residuales del sub- sistema de recolección y lo impulsará hasta la PTAR propuesta cuya ubicación es la zona de San Francisco.

Tomando en cuenta estos elementos y considerando que el sistema es unificado, se han determinados las siguientes cuencas de drenaje o areas de servicio, ubicadas de la siguiente forma:

Cuenca No.1: Zona de servicio El Cocal, esta zona se encuentra ubicada al Noreste de Buenos Aires y es una zona semi rural, poco poblada, actualmente se considera como una zona de expansión futura; la poblacion al año de inicio de proyecto (2,022) se ha estimado en 227 habitantes y al final del periodo de diseño (2,042, se calcula será de 372 habitantes.

Cuenca No.2: Zona de servicio El Limonal, esta ubicada al Noroeste de Buenos Aires y drena en dirección Este de la cuenca. Actualmente la distribución de poblacion es dispersa y se considera como una zona de expansión futura; la poblacion al año 2,022 es de 783 habitantes y al final del periodo de diseño se calcula en 1,284 habitantes.

Cuenca No.3: Zona de servicio Buenos Aires y San Jorge Periferia Norte, esta zona abarca el casco urbano central, periferia de Buenos Aires y la periferia Norte de San Jorge, la poblacion actual es de 5,150 habitantes y al final del periodo de diseño se estima que será de 8,439 habitantes.

Cuenca No.4: Zona de servicio El Lago, esta cuenca abarca la zona del puerto incluyendo el barrio El Lago, esta cuenca drena en dirección al Lago de Nicaragua, la poblacion actual es de 1,157 habitantes y al final del periodo de diseño se estima que será de 1,896 habitantes.

Cuenca No.5: Zona de servicio La Unión, abarca la zona turística de San Jorge incluyendo el barrio La Unión, esta cuenca drena en dirección al Lago de Nicaragua, la poblacion actual es de 665 habitantes y al final del periodo de diseño se estima que será de 1,090 habitantes.

Cuenca No.6: Zona de servicio Apataco, abarca la zona del barrio semirural de Apataco y drena en dirección al río de Oro, en esta zona se estima que la poblacion actual es de 771 habitantes y al final del periodo de diseño se estima que será de 1,263 habitantes.

Cuenca No.7: Zona de servicio Sur Oeste San Jorge, abarca la zona sur – oeste de San Jorge hacia el río de Oro; la poblacion actual de esta zona se estima en 370 habitantes y para el año 2042 se calcula alcanzara los 606 habitantes.

Cuenca No.8: Zona de servicio Casco Urbano Central San Jorge, esta zona abarca el casco urbano central de San Jorge, la poblacion actual es de 3,626 habitantes y al final

del periodo de diseño se estima que será de 5,941 habitantes.

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.

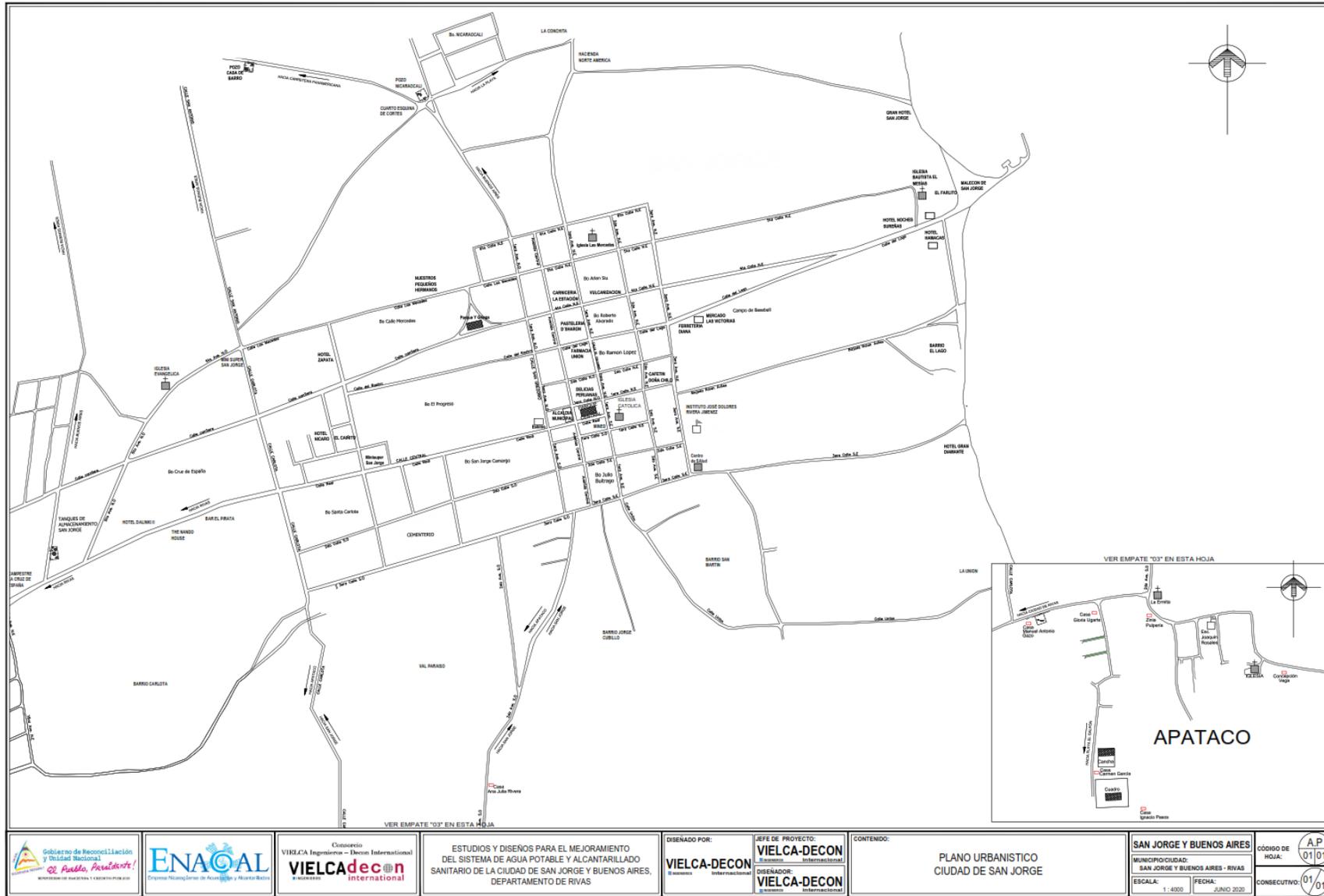
La trama urbana regular se concentra principalmente en la parte central, considerada la parte más antigua, presenta bloques de manzanas más o menos uniformes. En este sector se localizan los barrios Roberto Alvarado, parte de Arlen Siu, parte del Ramón López y parte del Julio Buitrago.

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.

Figura 2: Plano Urbanístico San Jorge



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

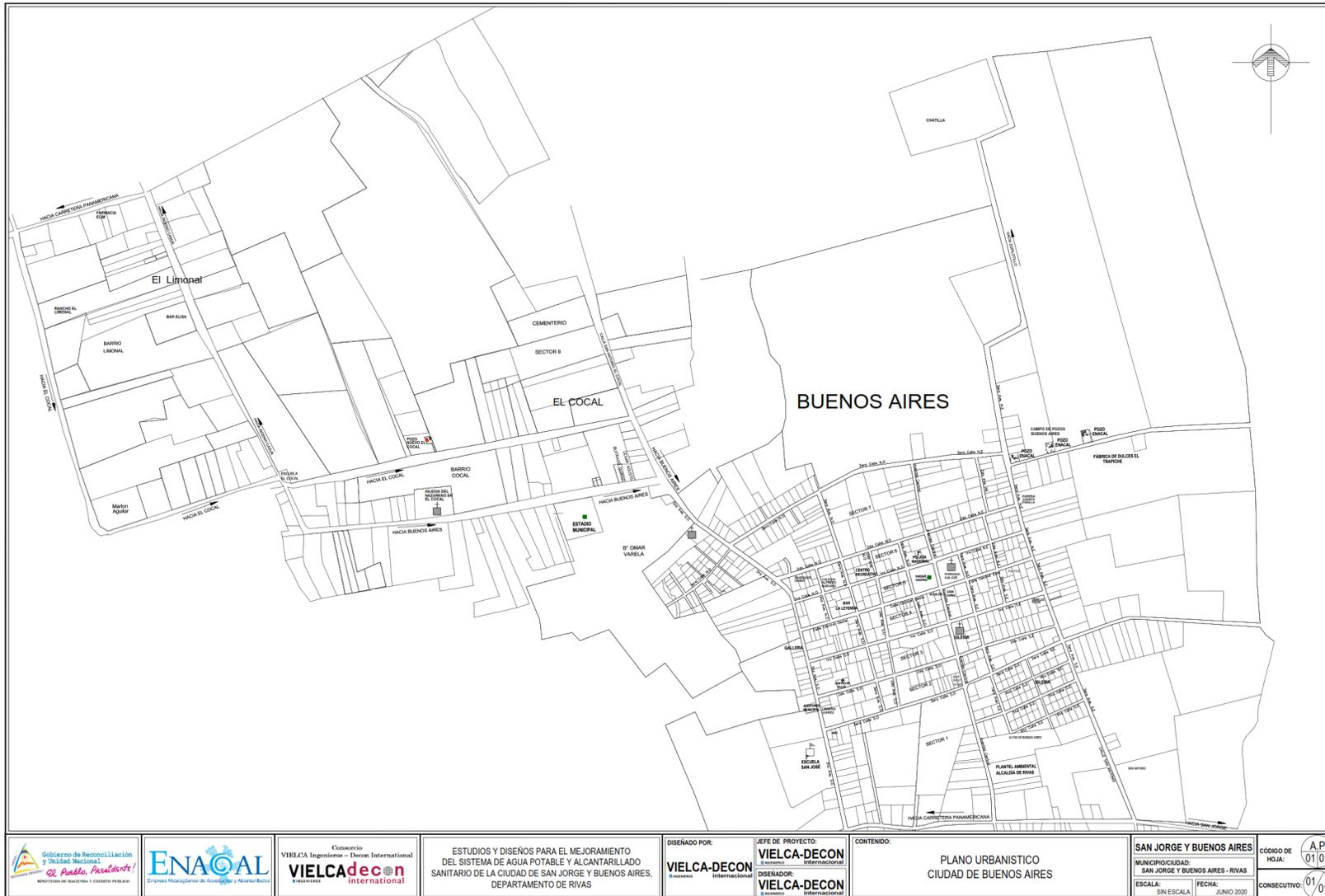
La ciudad de Buenos Aires presenta un casco urbano tradicional caracterizado por manzanas y lotes dispuestos alrededor de un núcleo o centro principal, que aglutina edificaciones a partir de una plaza central, donde se ubican el templo parroquial y el parque central. En esta zona se encuentran los barrios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



<p>Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional Oz Paz y Unidad Ministerio de Asistencia y Cooperación Técnica</p>	<p>ENAOAL Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados</p>	<p>Consejo VIELCA Ingenieros - Decon Internacional</p> <p>VIELCA-decon 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 INTERNACIONAL</p> <p>JEFE DE PROYECTO: VIELCA-DECON INTERNACIONAL</p> <p>DISEÑADOR: VIELCA-DECON INTERNACIONAL</p>	<p>CONTENIDO: PLANO URBANISTICO CIUDAD DE BUENOS AIRES</p>	<p>SAN JORGE Y BUENOS AIRES MUNICIPIO/CIUDAD: SAN JORGE Y BUENOS AIRES - RIVAS ESCALA: SIN ESCALA</p>	<p>CÓDIGO DE HOJA: A.P. 01/01</p> <p>FECHA: JUNIO 2020</p> <p>CONSECUTIVO: 01/01</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

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:

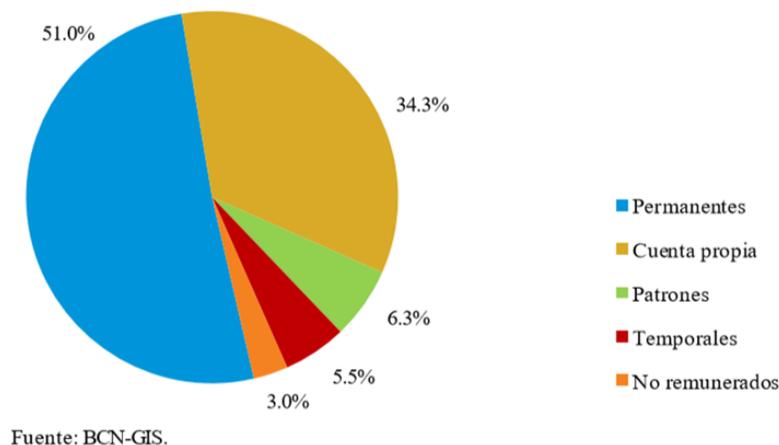
- Pobreza Severa: 45.71 %
- Pobreza Alta: 22.28 %
- Pobreza Media: 15.46 %
- Pobreza Baja: 16.54 %

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.

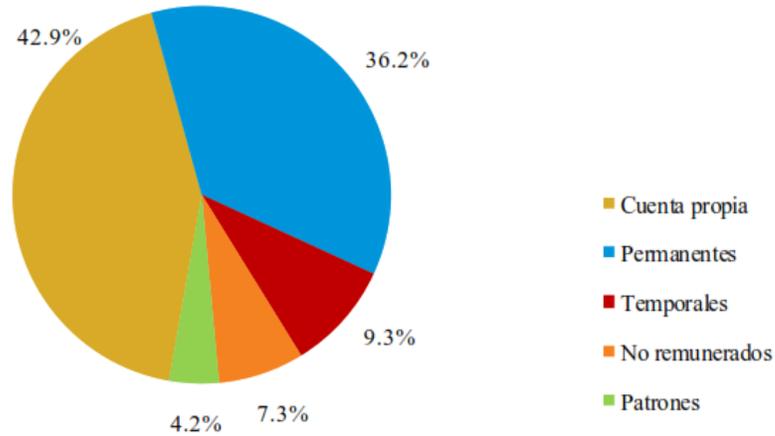
La producción de musáceas (plátano enano y gigante), es considerado un rubro de gran importancia comercial a nivel local y para la exportación. La siembra de caña de azúcar es el segundo rubro cuya producción es absorbida en su mayor parte por el Ingenio Benjamín Zeledón. También se cultiva de sandía 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 (MINSAL) 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 (ESAF 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 (MINSa)
- 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.

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.

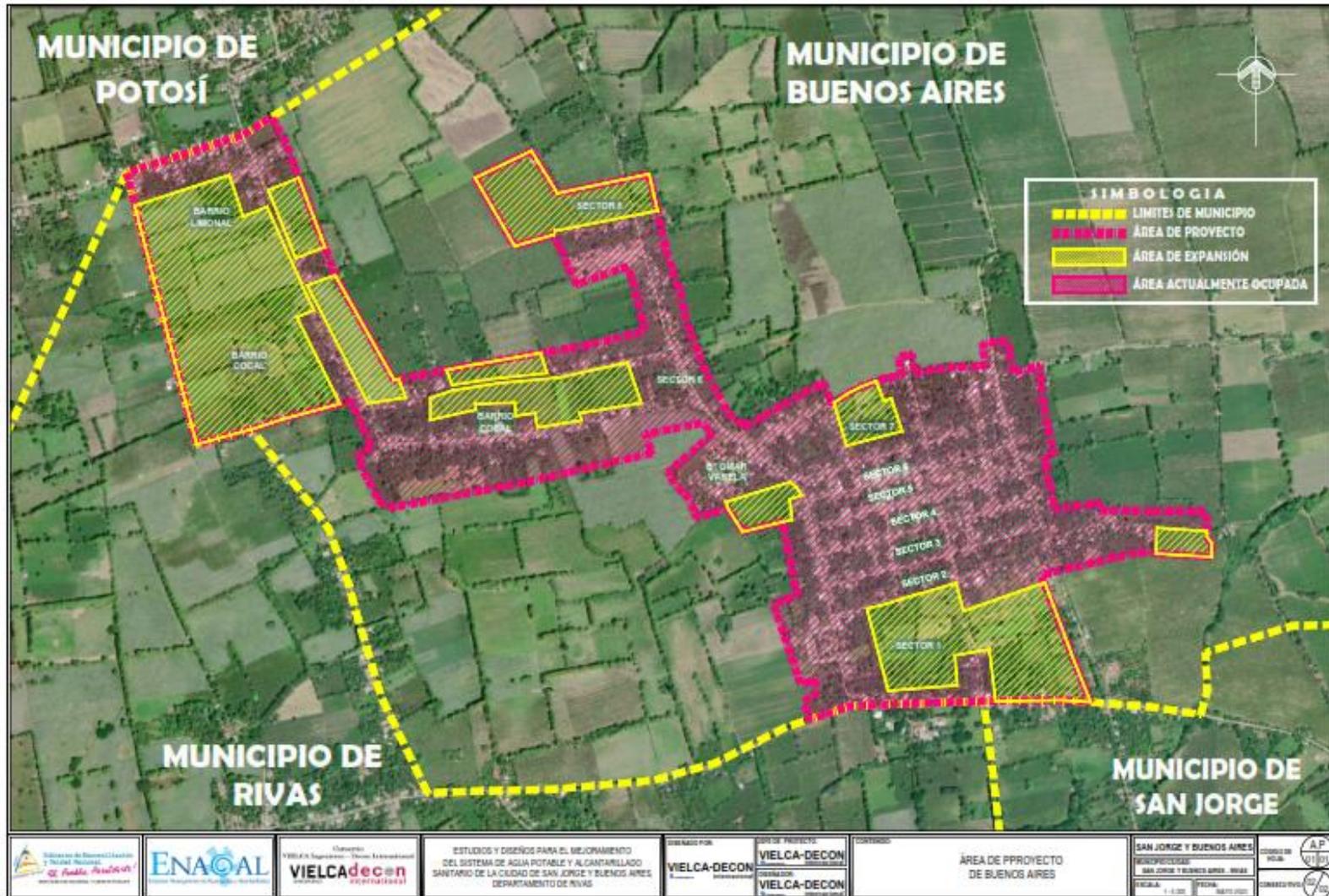


Imagen 10: Actividad realizada para definir el área del Proyecto

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

2.1 Situación del Servicio de Agua Potable

Ciudad de San Jorge

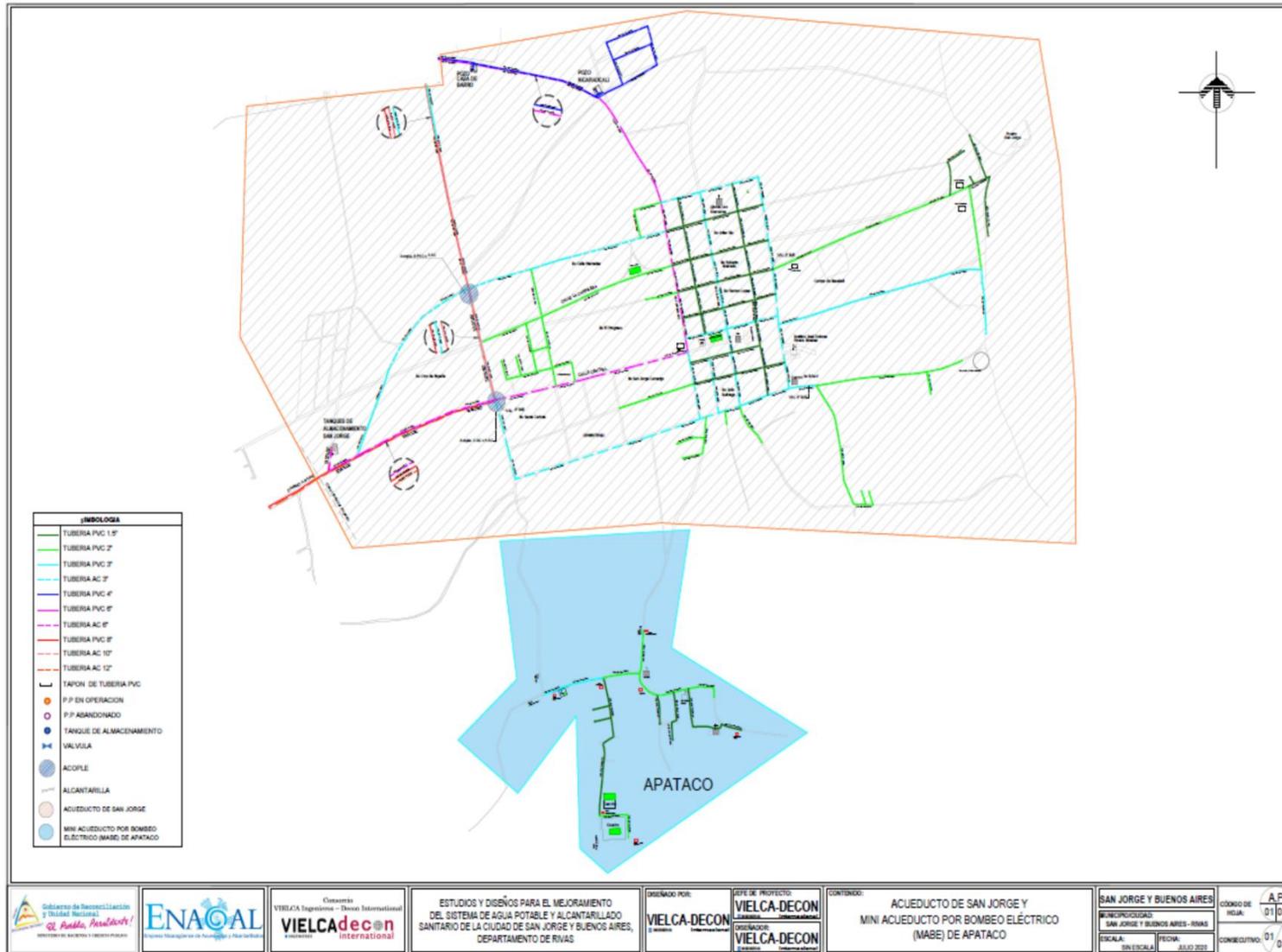
El sistema de agua potable de la ciudad de San Jorge funciona en la práctica, bajo el esquema operativo Fuente- Red - Tanque, aprovechando como fuente de abastecimiento las aguas subterráneas de la Formación Rivas, captadas mediante dos (2) pozos perforados localizados al Norte y Noreste de la ciudad, denominados: Pozo Casa de Barro (147.4 GPM) y Pozo Nicaraocali (63.5 GPM).

Sin embargo, para complementar el abastecimiento a la ciudad, existen dos acoples del acueducto con la Línea de Impulsión del Campo de Pozos de Chatilla (fuente del acueducto de Rivas) que, día de por medio, entre las 5:00 AM y 11:00 AM, abastece a la ciudad.

A poca distancia de la ciudad de San Jorge, se encuentra el Mini acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) de la comunidad de Apataco, que la municipalidad ha manifestado interés que sea incorporado en el proyecto futuro de mejoramiento del servicio de agua potable de San Jorge.

En la siguiente figura, se muestra la configuración del acueducto de San Jorge y el MABE de Apataco.

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



La producción mensual y diaria del acueducto de San Jorge, registrada por ENACAL Rivas durante el año 2019, se presenta siguiente tabla.

Tabla 2: 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

Por su parte, el subsistema de almacenamiento está conformado por dos (2) tanques de acero sobre torre, uno de 378.54 m³ (100,000 galones) y el otro de 151.41 m³ (40,000 galones); ambos tanques se encuentran en regular estado físico. Debido a la insuficiente producción de las fuentes, los tanques no reciben agua y permanecen vacíos todo el tiempo, por lo tanto, en la practica el esquema de operación actual es Fuente – Red.

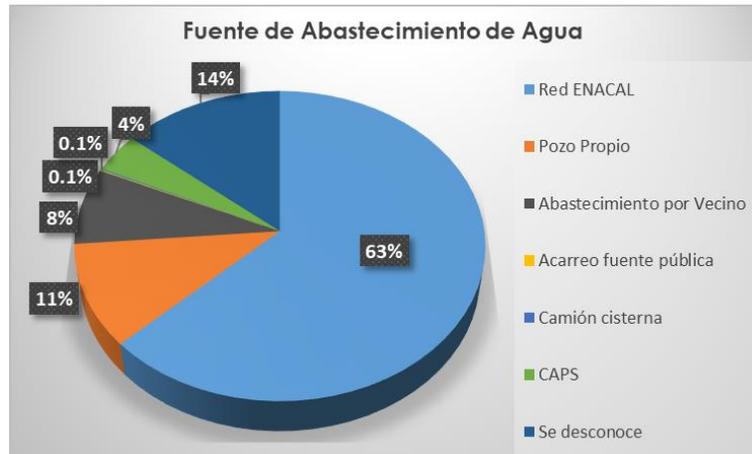
La red de distribución está conformada por siete (7) circuitos principales que abastecen los barrios del casco urbano y tres (3) ramales que brindan servicio a las viviendas de la periferia Norte, Sur y Este de la ciudad. La longitud de la red es de 21.6 Km de tuberías de PVC (57%) y de Asbesto Cemento (43%), en diámetros que varían desde los 38 mm (1 ½") hasta los 150 mm (6"). En la tabla a continuación, se muestra la composición de la red de distribución por diámetros y materiales.

Tabla 3: 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

Como ha sido referido, al Noroeste de San Jorge, se ubica la comunidad de Apataco, incluida en el Área del Proyecto a solicitud de las autoridades municipales. El Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), administrado por la comunidad, consta de un (1) pozo; un (1) tanque elevado de 8,000 galones y una 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.

Por otra parte, según el Catastro de Viviendas realizado por Vielca/Decon en mayo/2020, el 63% de las viviendas de San Jorge se abastecen de la red de ENACAL y el 37 % restante, utilizan medios alternativos, así, se abastecen del vecino; tienen pozo propio; camión cisterna, etc. Véase Gráfico a continuación:



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

Además de la limitada cobertura de la red del sistema de San Jorge, la calidad del servicio suministrado a la población es deficiente; buena parte de la ciudad recibe servicio de agua de manera intermitente.

Ciudad de Buenos Aires:

El sistema de agua potable funciona bajo el esquema operativo Fuente- Red, pues el acueducto no dispone de instalaciones de almacenamiento.

La fuente de abastecimiento son las aguas subterráneas de la zona, captadas por cuatro (4) pozos perforados, denominados: Pozos N° 3, N° 6, N° 7 y el N° 8 conocido como Pozo El Cocal, que es de más reciente perforación y puesto en operación en enero del año 2020. Los pozos operan con horarios específicos, con un régimen de explotación máximo de 14 horas diarias

La producción de los pozos es suficiente para satisfacer la demanda estimada del año 2021. En la Tabla 4, se presenta un resumen de la producción mensual registrada por ENACAL – Rivas, durante el año 2019.

Tabla 4: Producción registrada del Acueducto de Buenos Aires para el año 2019

PRODUCCION MENSUAL (MILES DE M³) 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 existentes, 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, registra una pobre producción 2.08 l/s (33 gpm). Los 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, podrían incorporarse en la solución de largo plazo.

Tal y como ha sido referido, el acueducto no cuenta con subsistema de almacenamiento, en consecuencia, todos los pozos bombean directamente contra la red de distribución.

La red de distribución alcanza una longitud de 15.23 Km de tuberías de PVC (76%) y Asbesto Cemento (24%), en diámetros de 50 mm (2") a 150 mm (6").

Tabla 5: 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%

La red de distribución, está configurada en tres (3) circuitos principales que abastecen el casco urbano, más tres ramales que sirven a las viviendas de la periferia Norte, Oeste y Sur de la ciudad.

En el acueducto de Buenos Aires, se distinguen dos (2) subsistemas, a saber:

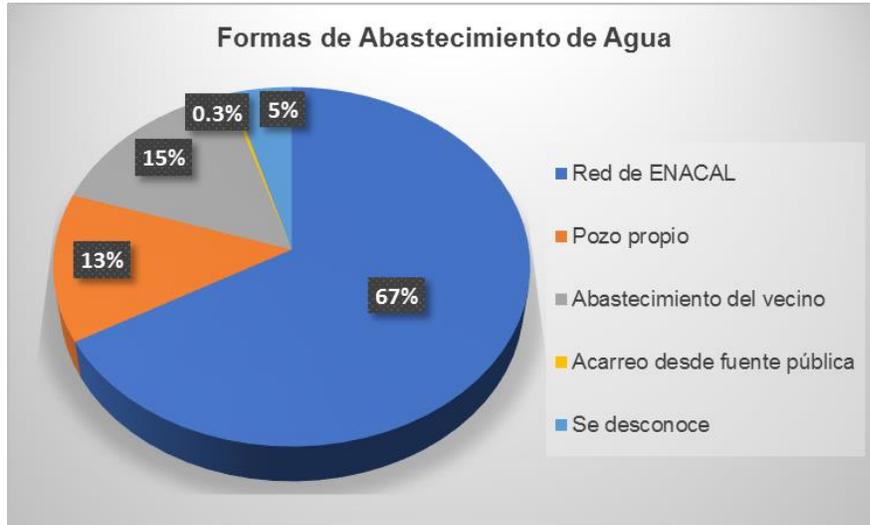
- Subsistema principal: gobernado por los cuatro (4) pozos que bombean contra la red de distribución y abastecen al casco urbano, incluyendo el barrio El Cocal, hasta finalizar en un ramal, que corresponde al extremo Sur del barrio El Limonal.
- Subsistema El Limonal, gobernado por la línea de impulsión 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 con sus dos subsistemas de operación y sus componentes básicos:

Figura 7: Acueducto de Buenos Aires y Subsistemas de Operación



Según los resultados del Catastro de Viviendas practicado por Vielca/Decon en mayo/20, el 67% de las viviendas de Buenos Aires se abastecen de la red de ENACAL y, el 33% restante, se abastecen del vecino, hace uso de pozo propio, o bien, acarrea de fuente pública.

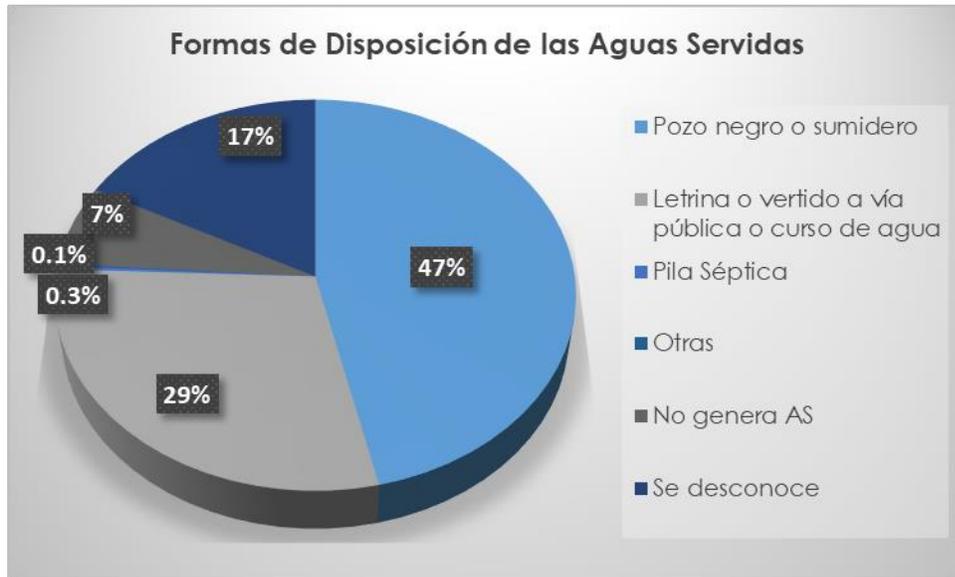


Gráfica 4: Formas de Abastecimiento de Agua en la ciudad de Buenos Aires

2.2 Situación del Saneamiento

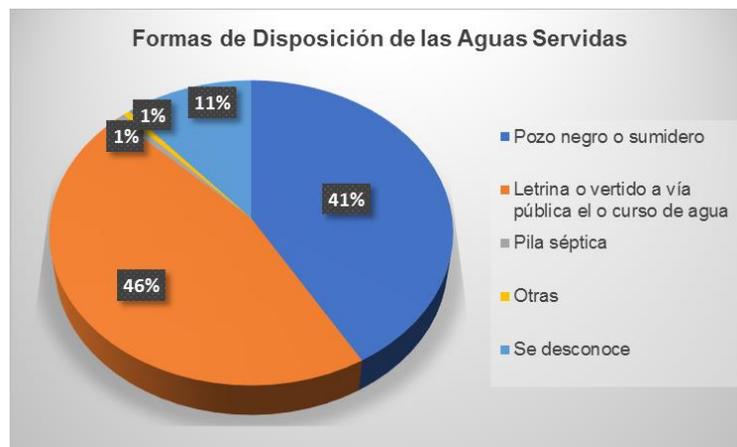
Las ciudades de San Jorge y Buenos Aires carecen de un sistema de alcantarillado sanitario para la recolección y tratamiento de las aguas residuales domésticas. La disposición de las aguas grises y excretas la realiza sus poblaciones, a través de métodos individuales, predominando el uso de sumideros o pozo negro, letrinas tradicionales y, en menor proporción, la utilización de fosas sépticas.

Los resultados del Catastro de Viviendas efectuado por Vielca/Decon reflejan que, en San Jorge, el 47 % de la población tiene sumidero o pozos negros, el 29 % tienen letrinas, el 0.3% descargan sus aguas a pilas sépticas, el 0.1% usan otras formas, el 7 % die no generar aguas servidas, y un 17% no aportó datos. Estas formas de disposición representan un gran problema de salud y de contaminación ambiental.



Gráfica 5: Formas de Disposición de las Aguas Servidas de la Ciudad de San Jorge

Una situación similar se presenta en la Buenos Aires, donde el 41 %, utilizan sumideros o pozos negros, el 46 % utilizan letrina con vertido de las aguas grises a vía pública, el 1 % usan pila séptica y el 1 % usan otras formas. Mientras que en el 11 % se desconoce qué forma utilizan.



Gráfica 6: Formas de Disposición de las Aguas Servidas de Buenos Aires

Fuente: Conteo de Viviendas Consorcio Vielca/Decon mayo/20.

En las Inspección in situ realizadas se observó en ambas ciudades, el escurrimiento de las aguas grises a través de las calles, cunetas y patios, que siguiendo la pendiente natural del terreno fluyen hasta desembocar finalmente en los cauces y los lechos de los ríos que atraviesan o circundan la ciudad. Estas escorrentías de aguas grises destruyen, erosionan y contaminan el medio, siendo, además, estéticamente desagradables

La acumulación y el estancamiento de las aguas grises es otro aspecto crítico observado en calles con poca pendiente y en cauces, por la disposición inadecuada de la basura,

provocando no sólo un mal aspecto estético a la ciudad, sino también, creando focos de proliferación de vectores de enfermedades febriles y parasitarias.

En la época de lluvia, la situación se agrava al juntarse las aguas grises con las aguas de lluvia, que, combinadas, transportan a las fuentes superficiales, materia orgánica y nutrientes, sustancias tóxicas y metales pesados.

Las aguas grises o residuales en viviendas que no poseen tanque séptico, son recogidas en pequeñas pilas y luego tiradas en los patios de las viviendas o hacia el drenaje pluvial de la ciudad.



Imagen 11: Pila recolectora de agua de lavado.



Imagen 12: Aguas residuales vertidas en cunetas



Imagen 13: Aguas residuales vertidas en calles



Imagen 14: Aguas residuales en calle Bo. San Martin

La falta de un servicio de saneamiento eficiente afecta las condiciones ambientales de las ciudades mencionadas de San Jorge y la salud de sus habitantes, provocando enfermedades de origen hídrico que afectan su calidad de vida y obliga a destinar mayores recursos económicos en servicios médicos pre hospitalario y hospitalario.

Registros epidemiológicos del MINSA, reportan que en el periodo del 2017- 2019, las causas principales de hospitalización son las enfermedades respiratorias y las EDA (Enfermedades Diarreicas Agudas) y, que el dengue, es la enfermedad epidémica más frecuente.

3 JUSTIFICACION

Uno de los principales retos del milenio, establecidos como parte de las premisas a nivel mundial es el poder brindar agua y saneamiento digno a las personas, para el caso de Nicaragua, este ha sido uno de los principales puntos de trabajo dentro de la agenda y planes de inversión anuales que se ha tenido en los últimos años. En este sentido, y con la importancia/potencial que representan ambas ciudades de San Jorge y Buenos Aires, desde el punto de vista turístico y agrícola, el gobierno, a través de la ENACAL, han promovido un lan de inversión para la mejora y ampliación del suministro de agua

potable de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, y por consiguiente, la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales mancomunado para las ciudades de estos dos municipios.

Es importante recalcar, que ambas ciudades al encontrarse colindantes al lago de Nicaragua, actualmente vierten sus aguas residuales crudas a través de descargas directas a quebradas y cauces que desembocan en el lago, o en muchos casos, también descargas en sumideros, que integran contaminantes fecales al manto subterráneo de la zona.

Es así, que la importancia, tanto económica, como social y ambiental, brindan el suficiente beneficio para poder sustentar la inversión necesaria para estas dos ciudades en el ámbito del saneamiento.

4 OBJETIVOS

4.1 Proyecto

4.1.1 Objetivo General

Llevar a cabo los estudios y diseños la construcción de la red de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de San Jorge y Buenos Aires, para el periodo comprendido entre el 2022 y 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 sanitaria de ambas ciudades.
- Plantear alternativas para la solución de la problemática encontrada.
- Conceptualización y selección de la mejor alternativa, desde lo puntos de vista Técnico, Económico, Ambiental y Social.
- Diseño de la alternativa seleccionada para la recolección de las aguas residuales y tratamiento de las mismas, durante el periodo de diseño del 2022 – 2042.

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 ASPECTO TÉCNICO - ESTUDIO DE POBLACIÓN

5.1 Proyección de la Población de San Jorge

A falta 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 en los barrios y asentamientos de la ciudad, 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 la proyección la población en el horizonte del Proyecto (2022-2042), se revisaron las tendencias de crecimiento que ha experimentado la población, analizando los datos 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 6 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 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 que establecen las normas vigentes.

En tales circunstancias y, atendiendo las disposiciones de INAA sobre el particular, 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 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, mediante 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.

Tabla 7. -Proyección de Población de la Ciudad de San Jorge
Periodo 2020-2042

Año	TAC (%)	Población Proyectada
2020	2.5	8,078
2021		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	2.50%	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

Año	TAC (%)	Población Proyectada
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, contabilizó un total de 941 viviendas, en las que habitan 4,057 personas, con un índice promedio de 4.1 hab./vivienda.

Para proyectar la población en el periodo 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 en el año 2020, obtenido del 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 en la Tabla a continuación:

Tabla 8: Tasas de crecimiento de población de Buenos Aires

Año Censal	Población Urbana (N.º 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 periodo 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.

**Tabla 9. -Proyección de Población de Buenos Aires.
Periodo 2020-2042**

Año	TAC (%)	Población Proyectada
2020	2.5	4,057
2021		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	2.50%	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 ASPECTO TÉCNICO - ESTIMACIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

6.1 Caudal de Diseño para el Sistema de AS de San Jorge

El caudal de aguas residuales para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de San Jorge se ha calculado sobre la base de la estimación de la demanda de agua potable para el periodo de diseño 2022-2042.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, el caudal de diseño de la red de recolección al año 2042, asciende a **45.80 l/s.** y el del sistema de tratamiento a **18.46 l/s.**

Tabla 10- Proyección del Caudal de Agua Residuales de la Ciudad de San Jorge, Rivas al Año 2042

Población de Diseño	Demanda Domiciliar AP (DD)		Caudal de Aguas Residuales (Qm)	Factor de Harmon		Producción de Aguas Residuales		Caudal de infiltración (2 l/hora/100m X cada 25 mm de Diámetro)	Demanda Institucional				Caudal de Diseño PTAR	Caudal de Diseño Red AS
	l/día	l/s		$(0.80 \cdot D.H)$	$F.H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$		Q. min. (l/s)		Q. max. (l/s)	Comercial	Industrial	Público Institucional		
			Calculada		Adoptada	(1/5*Qm)		(F.H*Qm)					(l/s)	(l/s)
8,487	994,727.44	11.51	9.21	3.03	3.00	1.84	27.63	0.95	0.64	0.18	0.64	1.47	11.64	30.06
8,699	1,019,575	11.80	9.44	3.01	3.00	1.89	28.32	0.95	0.66	0.19	0.66	1.51	11.90	30.78
8,917	1,045,126	12.10	9.68	3.00	3.00	1.94	29.03	0.95	0.68	0.19	0.68	1.55	12.18	31.53
9,140	1,071,263	12.40	9.92	2.99	2.99	1.98	29.69	0.95	0.69	0.20	0.69	1.59	12.46	32.23
9,368	1,097,986	12.71	10.17	2.98	2.98	2.03	30.32	0.95	0.71	0.20	0.71	1.63	12.74	32.90
9,602	1,125,412	13.03	10.42	2.97	2.97	2.08	30.97	0.95	0.73	0.21	0.73	1.67	13.04	33.59
9,842	1,153,542	13.35	10.68	2.96	2.96	2.14	31.63	0.95	0.75	0.21	0.75	1.71	13.34	34.29
10,088	1,182,374	13.68	10.95	2.95	2.95	2.19	32.31	0.95	0.77	0.22	0.77	1.75	13.65	35.01
10,341	1,212,027	14.03	11.22	2.94	2.94	2.24	33.00	0.95	0.79	0.22	0.79	1.80	13.97	35.74
10,599	1,242,266.54	14.38	11.50	2.93	2.93	2.30	33.70	0.95	0.81	0.23	0.81	1.84	14.29	36.49
10,864	1,273,326	14.74	11.79	2.92	2.92	2.36	34.41	0.95	0.83	0.24	0.83	1.89	14.63	37.25
11,136	1,305,206	15.11	12.09	2.91	2.91	2.42	35.15	0.95	0.85	0.24	0.85	1.93	14.97	38.03
11,414	1,337,789	15.48	12.39	2.90	2.90	2.48	35.89	0.95	0.87	0.25	0.87	1.98	15.32	38.82
11,699	1,371,193	15.87	12.70	2.89	2.89	2.54	36.65	0.95	0.89	0.25	0.89	2.03	15.68	39.63
11,992	1,405,535	16.27	13.01	2.88	2.88	2.60	37.43	0.95	0.91	0.26	0.91	2.08	16.05	40.46
12,292	1,440,696	16.67	13.34	2.87	2.87	2.67	38.22	0.95	0.93	0.27	0.93	2.13	16.43	41.31
12,599	1,476,679	17.09	13.67	2.85	2.85	2.73	39.03	0.95	0.96	0.27	0.96	2.19	16.81	42.17
12,914	1,513,598	17.52	14.01	2.84	2.84	2.80	39.85	0.95	0.98	0.28	0.98	2.24	17.21	43.05
13,237	1,551,456	17.96	14.37	2.83	2.83	2.87	40.70	0.95	1.01	0.29	1.01	2.30	17.62	43.94
13,568	1,590,251	18.41	14.72	2.82	2.82	2.94	41.55	0.95	1.03	0.29	1.03	2.36	18.03	44.86
13,907	1,629,984.03	18.87	15.09	2.81	2.81	3.02	42.43	0.95	1.06	0.30	1.06	2.41	18.46	45.80

6.2 Caudal de Diseño para el Sistema de AS de Buenos Aires

El caudal de aguas residuales para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se ha calculado con base a la estimación de la demanda de agua potable de la ciudad de Buenos Aires para el periodo de diseño 2022-2042.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, el caudal de diseño de la red de recolección al año 2042, alcanza los **26.82 l/s**, y el del sistema de tratamiento **10.20 l/s**.

Tabla 11- Proyección del Gasto de Agua Residuales de la Ciudad de Buenos Aires, en el Periodo de Diseño 2022- 2042

Año	Población de diseño	Demanda Domiciliar AP (DD)		Caudal de Aguas Residuales (Qm) (0.80*D.H)	Factor de Harmon		Producción de Aguas Residuales		Caudal de infiltración (2 l/hora/100m X cada 25 mm de Diámetro)	Demanda Institucional				Caudal de diseño PTAR	Caudal de diseño red AS
		l/día	l/s		$F. H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$		Q. min. (l/s)	Q. Max. (l/s)		Comercial	Industrial	Público Institucional	Sub total		
				Calculada	Adoptada	(1/5*Qm)			(F.H*Qm)					(l/s)	(l/s)
2022	4,262	547,697.05	6.34	5.07	3.31	3.00	1.01	15.21	0.56	0.35	0.10	0.35	0.81	6.45	16.59
2023	4,369	561,447	6.50	5.20	3.30	3.00	1.04	15.60	0.56	0.36	0.10	0.36	0.83	6.59	16.99
2024	4,478	575,455	6.66	5.33	3.29	3.00	1.07	15.98	0.56	0.37	0.11	0.37	0.85	6.74	17.40
2025	4,590	589,847	6.83	5.46	3.28	3.00	1.09	16.38	0.56	0.38	0.11	0.38	0.87	6.90	17.82
2026	4,705	604,626	7.00	5.60	3.27	3.00	1.12	16.80	0.56	0.39	0.11	0.39	0.90	7.06	18.25
2027	4,822	619,661	7.17	5.74	3.26	3.00	1.15	17.21	0.56	0.40	0.11	0.40	0.92	7.22	18.69
2028	4,943	635,210	7.35	5.88	3.25	3.00	1.18	17.64	0.56	0.41		0.41	0.94	7.39	19.15
2029	5,067	651,145	7.54	6.03	3.24	3.00	1.21	18.09	0.56	0.42	0.12	0.42	0.96	7.56	19.62
2030	5,193	667,337	7.72	6.18	3.23	3.00	1.24	18.54	0.56	0.43	0.12	0.43	0.99	7.73	20.09
2031	5,323	684,043.03	7.92	6.33	3.22	3.00	1.27	19.00	0.56	0.44	0.13	0.44	1.01	7.91	20.58
2032	5,456	701,134	8.11	6.49	3.21	3.00	1.30	19.48	0.56	0.45	0.13	0.45	1.04	8.09	21.08
2033	5,593	718,740	8.32	6.65	3.20	3.00	1.33	19.96	0.56	0.47	0.13	0.47	1.06	8.28	21.59
2034	5,732	736,602	8.53	6.82	3.19	3.00	1.36	20.46	0.56	0.48	0.14	0.48	1.09	8.47	22.12
2035	5,876	755,107	8.74	6.99	3.18	3.00	1.40	20.98	0.56	0.49	0.14	0.49	1.12	8.67	22.66
2036	6,023	773,998	8.96	7.17	3.17	3.00	1.43	21.50	0.56	0.50	0.14	0.50	1.15	8.88	23.21
2037	6,173	793,274	9.18	7.35	3.16	3.00	1.47	22.04	0.56	0.51	0.15	0.51	1.18	9.08	23.77
2038	6,328	813,193	9.41	7.53	3.15	3.00	1.51	22.59	0.56	0.53	0.15	0.53	1.20	9.30	24.36
2039	6,486	833,497	9.65	7.72	3.14	3.00	1.54	23.15	0.56	0.54	0.15	0.54	1.23	9.52	24.95
2040	6,648	854,315	9.89	7.91	3.13	3.00	1.58	23.73	0.56	0.55	0.16	0.55	1.27	9.74	25.56
2041	6,814	875,647	10.13	8.11	3.12	3.00	1.62	24.32	0.56	0.57	0.16	0.57	1.30	9.97	26.18
2042	6,984	897,493.24	10.39	8.31	3.11	3.00	1.66	24.93	0.56	0.58	0.17	0.58	1.33	10.20	26.82

6.3 Caudal de Diseño para el Sistema de AS de ambas ciudades- San Jorge y Buenos Aires.

El caudal de aguas residuales para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario conjunto, que atienda las demandas de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, se muestra en la tabla a continuación. Este caudal se ha determinado con base a las proyecciones de la demanda de agua y estimación del caudal de aguas residuales de San Jorge y Buenos Aires, mostrados anteriormente.

Como se puede apreciar en la Tabla 13, el caudal de diseño de la red de recolección conjunta, al año 2042, alcanza los **72.62 l/s.** y el del sistema de tratamiento **28.66 l/s.**

Tabla 12: Proyección de la Producción de Agua Residuales de las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires, Rivas al Año 2042

Año	Población de diseño	Demanda Domiciliar AP (DD)		Caudal de Aguas Residuales (Qm)	Producción de Aguas Residuales		Caudal de infiltración (2 l/hora/100m X cada 25 mm de Diámetro)	Demanda Institucional				Caudal de diseño PTAR	Caudal de diseño red AS
								Comercial	Industrial	Público Institucional	Subtotal		
		l/día	l/s	(0.80*D.H)	Q. min. (l/s)	Q. Max. (l/s)	(l/s)					(l/s)	(l/s)
		(l/s)	(1/5*Qm)	(F.H*Qm)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)			
2022	12,749	1,542,424.49	17.85	14.28	2.86	42.85	1.51	1.00	0.29	1.00	2.29	18.08	46.64
2023	13,068	1,581,022	18.30	14.64	2.93	43.92	1.51	1.02	0.29	1.02	2.34	18.50	47.77
2024	8,917	1,620,581	18.76	15.01	3.00	45.02	1.51	1.05	0.30	1.05	2.40	18.92	48.93
2025	13,730	1,661,110	19.23	15.38	3.08	46.08	1.51	1.08	0.31	1.08	2.46	19.36	50.05
2026	14,073	1,702,612	19.71	15.76	3.15	47.12	1.51	1.10	0.32	1.10	2.52	19.80	51.16
2027	14,424	1,745,073	20.20	16.16	3.23	48.18	1.51	1.13	0.32	1.13	2.59	20.26	52.28
2028	14,785	1,788,752	20.70	16.56	3.31	49.28	1.51	1.16	0.33	1.16	2.65	20.73	53.44
2029	15,155	1,833,519	21.22	16.98	3.40	50.39	1.51	1.19	0.34	1.19	2.72	21.21	54.62
2030	15,534	1,879,364	21.75	17.40	3.48	51.53	1.51	1.22	0.35	1.22	2.78	21.70	55.83
2031	15,922	1,926,309.57	22.30	17.84	3.57	52.70	1.51	1.25	0.36	1.25	2.85	22.20	57.07
2032	16,320	1,974,461	22.85	18.28	3.66	53.89	1.51	1.28	0.37	1.28	2.93	22.72	58.33
2033	16,729	2,023,946	23.43	18.74	3.75	55.11	1.51	1.31	0.37	1.31	3.00	23.25	59.62
2034	17,146	2,074,392	24.01	19.21	3.84	56.35	1.51	1.34	0.38	1.34	3.07	23.79	60.94
2035	17,575	2,126,301	24.61	19.69	3.94	57.63	1.51	1.38	0.39	1.38	3.15	24.35	62.29
2036	18,015	2,179,532	25.23	20.18	4.04	58.93	1.51	1.41	0.40	1.41	3.23	24.92	63.67
2037	18,465	2,233,970	25.86	20.68	4.14	60.26	1.51	1.45	0.41	1.45	3.31	25.51	65.08
2038	18,927	2,289,871	26.50	21.20	4.24	61.62	1.51	1.48	0.42	1.48	3.39	26.11	66.52
2039	19,400	2,347,095	27.17	21.73	4.35	63.01	1.51	1.52	0.43	1.52	3.48	26.72	68.00
2040	19,885	2,405,771	27.84	22.28	4.46	64.43	1.51	1.56	0.45	1.56	3.56	27.35	69.50
2041	20,382	2,465,898	28.54	22.83	4.57	65.88	1.51	1.60	0.46	1.60	3.65	28.00	71.05
2042	20,891	2,527,477.27	29.25	23.40	4.68	67.36	1.51	1.64	0.47	1.64	3.74	28.66	72.62

Distribución de Caudales

La asignación de caudales a cada Pozo de Visita que conforma la red de recolección de San Jorge y de Buenos Aires, se realizó distribuyendo los caudales uniformemente en la red, tomando en cuenta las áreas de crecimiento proyectadas, utilizando los polígonos de Thyessen generados a través del software Sewergems y procesada la información a través del software Arcgis e importada nuevamente a Sewergems. En las Figuras siguientes, se muestra la distribución de los polígonos para la red de San Jorge y Buenos Aires.

Figura 8- Polígonos de Thyessen para la red de San Jorge

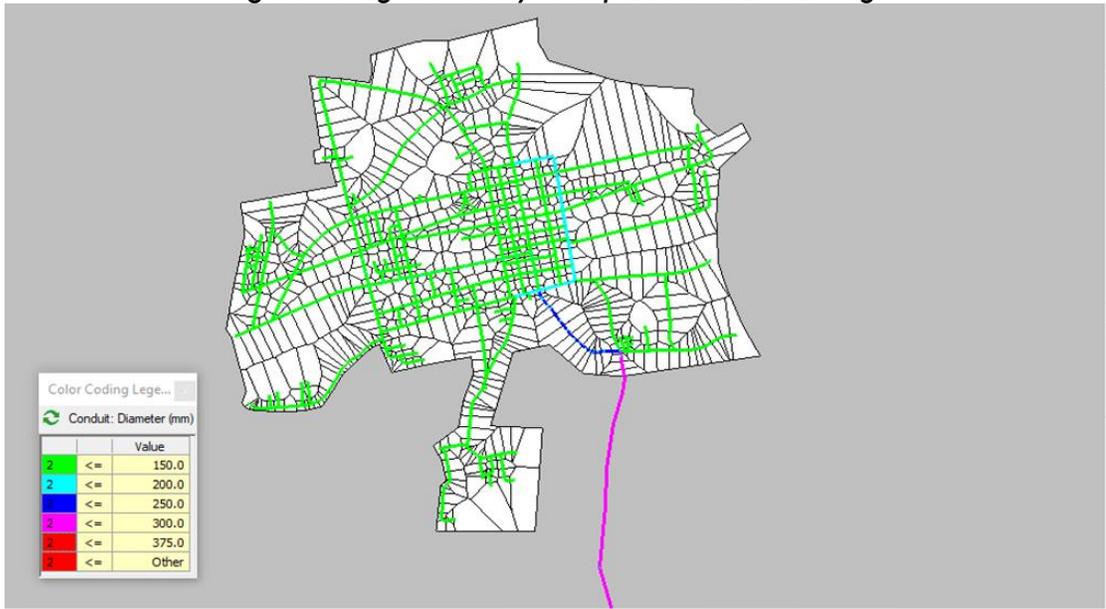
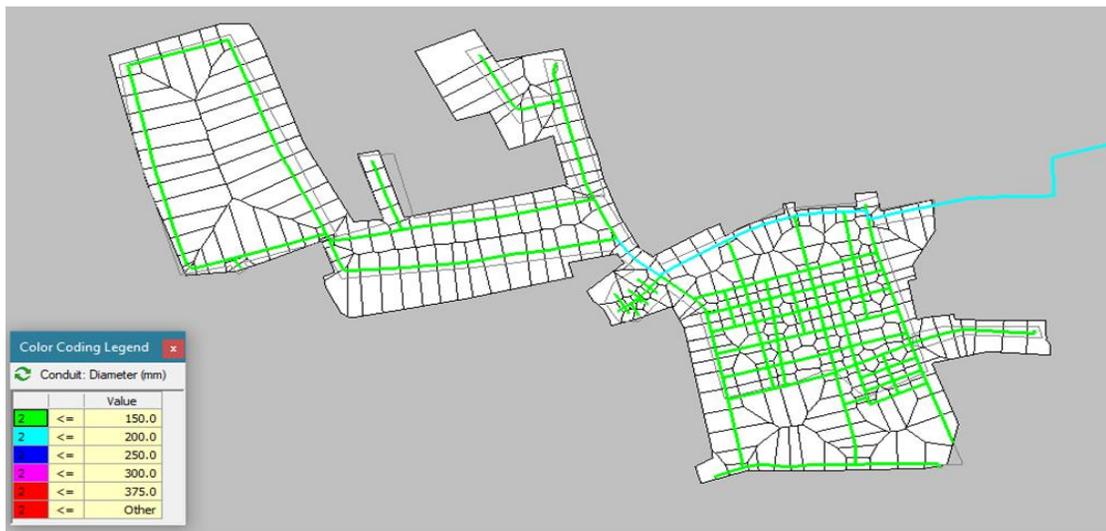


Figura 9- Polígonos de Thyessen para la Red de Buenos Aires.



La metodología implementada para la asignación de caudales se describe a

continuación:

1. Determinación de caudales; esta actividad es el resultado de la aplicación de los criterios de diseño y datos de población descritos en el acápite de "Estimación del Caudal de Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario"
2. Identificación del área de aporte; el insumo utilizado para este fin es el plano del área desarrollo definida y aprobada y los datos topográficos obtenidos de los levantamientos de plani y altimetría.

El área de aporte definida para la ciudad de San Jorge es de **5,110,004.22 m²**, en la cual se distribuirán los **45.80 l/s** que representa el caudal de diseño de la red de AS. El área de aporte para la ciudad de Buenos Aires es de **2,205,966.79 m²**, en la cual se distribuirán los **26.82 l/s** que representa el caudal de diseño de la red de AS. (Ver tabla 12). Para la alternativa en donde se consideran las dos ciudades integradas en un solo sistema, el área de aporte es de **7,379,839.06 m²**, en la cual se distribuirán los **72.62 l/s** que representa el caudal de diseño de la red de AS.

3. Definición de los polígonos de Thyssen, a través de las herramientas proporcionadas por los softwares Arcgis y Sewergems.
4. Distribución de caudales de forma proporcional al número de PVS previstos en cada área de aporte definida por los Polígonos de Thyssen, a través de las herramientas del software Sewergems.

7 ASPECTO TÉCNICO - ALTERNATIVA 3: RED DE RECOLECCIÓN UNIFICADA BUENOS AIRES Y SAN JORGE CON PTAR SAN FRANCISCO

La alternativa a desarrollar considera un sistema de recolección integrado por una sola red de recolección para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, que abarca seis (8) cuencas de drenaje sanitario, tres (3) para Buenos Aires y cinco (5) para San Jorge.

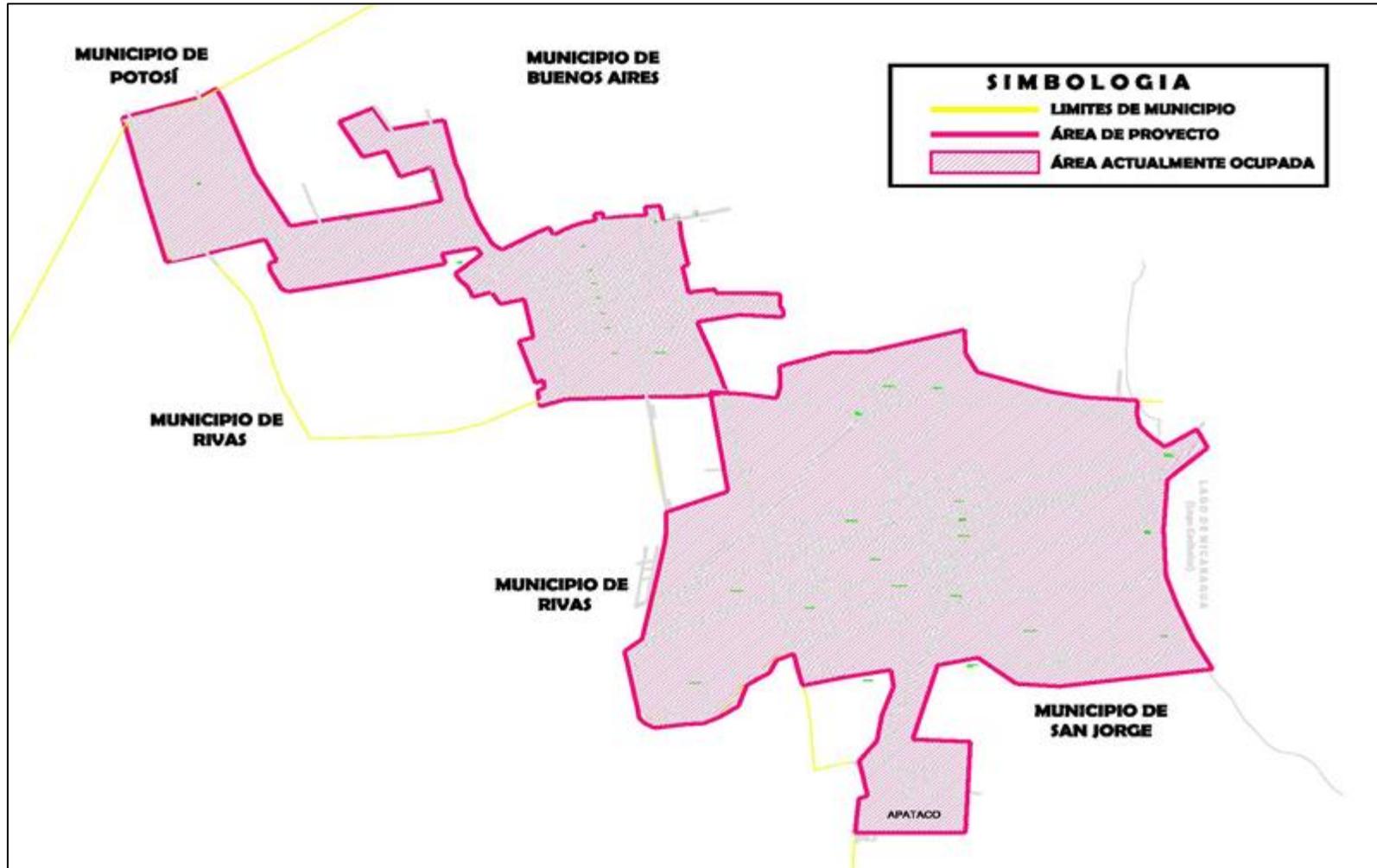
Identificadas las cuencas de drenaje sanitario, se determinó en esta alternativa la necesidad de cinco (5) EBAR's, cuatro de ellas para recolectar las aguas servidas de sectores de ambas ciudades que, por razones topográficas, no podrían drenar a la red y, tres EBAR, que colectara el caudal de las aguas residuales de todo el sistema y lo impulsara hasta la PTAR propuesta.

Es importante mencionar que en el análisis de esta alternativa se definió una cuenca de drenaje que por su topografía se hace difícil drenar las aguas por gravedad hacia el sistema de recolección propuesto, se ha considerado en esta zona la implementación de soluciones individuales. La zona en la que se propone la implementación de las soluciones individuales de saneamiento es la que abarca la cuenca del barrio El Cocal. Se ha considerado que esta zona sea atendida en una segunda fase del proyecto.

- **Área del Proyecto:**

El área de influencia en esta alternativa de proyecto corresponde a las áreas de proyecto definidas y aprobadas por las alcaldías municipales de Buenos Aires y San Jorge y ENACAL. Ver Figura a continuación.

Figura 10- Área de influencia del proyecto – Alternativa 3.



- **Topografía:**

La topografía de la ciudad de Buenos Aires es un poco irregular, con cambios de pendiente de moderados a bruscos, siendo más notorios en la parte central de la ciudad. Su drenaje natural se orienta hacia el Nor Este en dirección al Lago de Nicaragua.

En las siguientes imágenes de las calles de Buenos Aires, se muestra la dirección de la pendiente.



Imagen 15: Calles y dirección de la pendiente – Buenos Aires

Por su parte, la ciudad de San Jorge presenta una topografía bastante plana, con cambios de pendiente moderados. Su drenaje natural se orienta hacia el Este en dirección del Lago de Nicaragua, Ver imagen.



Imagen 16: Calles y dirección de la pendiente – San Jorge

En la configuración de la red para la alternativa No. 3 se identificaron ocho (8) cuencas de drenaje sanitario, tres (3) cuencas definidas para Buenos Aires y cinco (5) cuencas definidas para San Jorge.

La cuenca No.1 abarca el casco urbano de Buenos Aires, su periferia incluyendo los barrios San Antonio, el Omar Varela, los caminos que comunican Buenos Aires con San

Jorge y el barrio La Conchita que es parte de San Jorge, esta cuenca drena en dirección sur este y descargara el caudal de aporte en la EBAR SJ-BA-1.

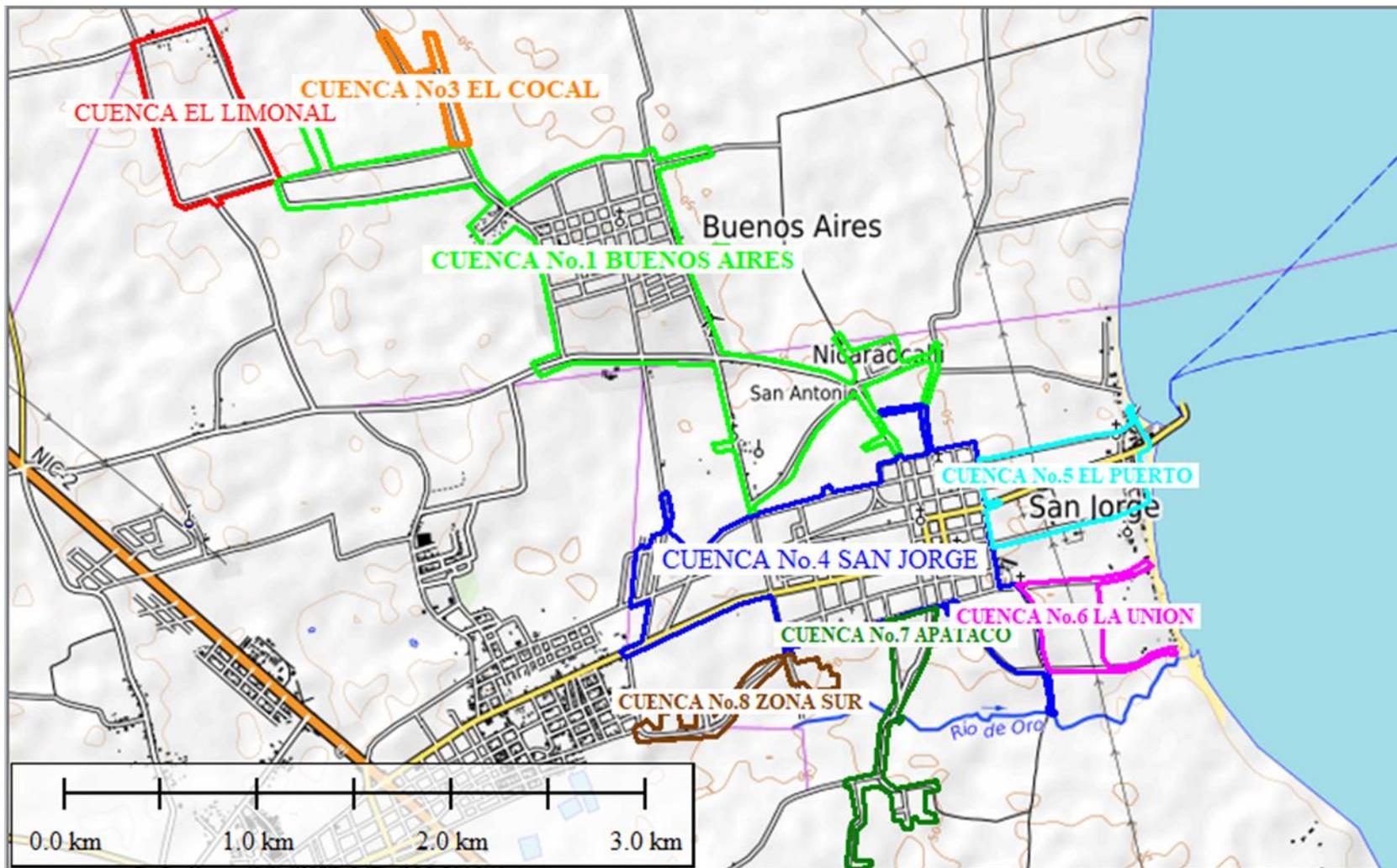
La cuenca No.2 abarca el barrio El Limonal, esta cuenca drena en dirección Este, y descarga el caudal de aporte de la subred en la EBAR BA-2;

La cuenca No.3 abarca el barrio El Cocal, esta cuenca drena en dirección norte de la ciudad de Buenos Aires, en esta cuenca se propone la implementación de los sistemas individuales;

La cuenca No.4 abarca la zona central de San Jorge (casco urbano), esta cuenca drena en dirección sur este;

La cuenca No.5 abarca la zona del puerto incluyendo el barrio El Lago, esta cuenca drena en dirección al Lago de Nicaragua; la cuenca No.6 abarca la zona turística de San Jorge incluyendo el barrio La Unión y drena hacia el lago, la cuenca No.7 abarca la zona del barrio semirural de Apataco y drena en dirección al rio de Oro y la cuenca No. 8 abarca la zona sur – oeste de San Jorge hacia el rio de Oro (barrio Anexo Santa Carlota). Ver figura siguiente.

Figura 11: Cuencas de drenaje de Buenos Aires y San Jorge. Alternativa No. 3



7.1 RED DE RECOLECCION Y ESTACIONES DE BOMBEO

7.1.1 Red de Recolección

Considerando que el Proyecto contempla la integración de las dos ciudades en una sola red de recolección, el caudal estimado para el dimensionamiento de la red es la suma del caudal de aguas residuales de la ciudad de San Jorge, más el caudal de aguas residuales de Buenos Aires calculados, restándoles el aporte de las viviendas que tendrán soluciones individuales, para un caudal de diseño total será de 70.16 l/s.

Tabla 13: Caudales aportados por cada ciudad

Ciudad	Caudal de diseño red AS (l/s)
San Jorge	45.80
Buenos Aires	26.82
Zona de Soluciones Individuales	-2.46
Red de Recolección Unificada	70.16

Mediante la modelación hidráulica de la red y demás cálculos realizados de los componentes del subsistema de recolección, se ha alcanzado el siguiente dimensionamiento de obras:

7.1.1.1 Red de Recolección

En resumen, en términos de instalación de tuberías, la red de recolección contempla la instalación de 58.0 Km de tuberías en diámetros desde 150 mm hasta 375 mm en PVC, calculándose para la fase I una longitud de tubería de 51.28 Km y para la fase II la instalación de 6.7 Km de tubería. Asimismo, se construirán 916 PVS con profundidades entre 1.20 y 15.0 m. Para la fase I se estiman 764 PVS con profundidades entre 1.20 y 14.87 m y en la fase II 152 PVS con profundidades entre 1.20 y 9.50 m. Ver tabla a continuación.

Tabla 14: Cantidad de Tubería a instalar en Redes

Descripción	Diámetro Tubería		Longitud I FASE	Longitud II FASE	TOTAL
	mm	pulg	m	m	m
Red de Recolección	150	6	45,144.80	6,732.00	51,876.80
	200	8	2,874.70	-	2,874.70
	250	10	1,277.00	-	1,277.00
	300	12	525.00	-	525.00
	375	15	1,455.60	-	1,455.60
Total			51,277.10	6,732.00	58,009.10

En general, la tubería de recolección propuesta será de PVC y deberá cumplir con la Norma ASTM F-949

En cuanto a los Pozos de Visita, la siguiente tabla muestra la cantidad de PVS a construir por rango de profundidad, tanto para la Fase I y la Fase II:

Tabla 15: Pozos de Visita a Construir por Rangos de Profundidad

H (m)	Cantidad I FASE	Cantidad II FASE	TOTAL
>1.50	208	49	257
1.51 - 2.50	235	37	272
2.51 - 3.50	80	30	110
3.51 - 4.50	59	11	70
4.51 - 5.50	37	7	44
5.51 - 6.50	31	2	33
6.51 - 7.50	32	4	36
7.51-8.50	32	9	41
8.51 - 9.50	11	3	14
9.51 - 10.50	6	0	6
10.51 - 11.50	13	0	13
11.51 - 12.50	17	0	17
12.51 - 13.50	1	0	1
13.51-14.50	1	0	1
14.51-15.50	1	0	1
Total	764	152	916

Con relación a las conexiones domiciliarias, para el inicio del proyecto se ha estimado la instalación de un total de 2,494 conexiones, calculadas a partir de la población esperada para el año 2023, considerado el año de finalización de la construcción del sistema. La población proyectada para ese año es de 13,069. A continuación se muestra por ciudad y por barrio las acometidas domiciliarias proyectadas:

Tabla 16: Acometidas Domiciliarias

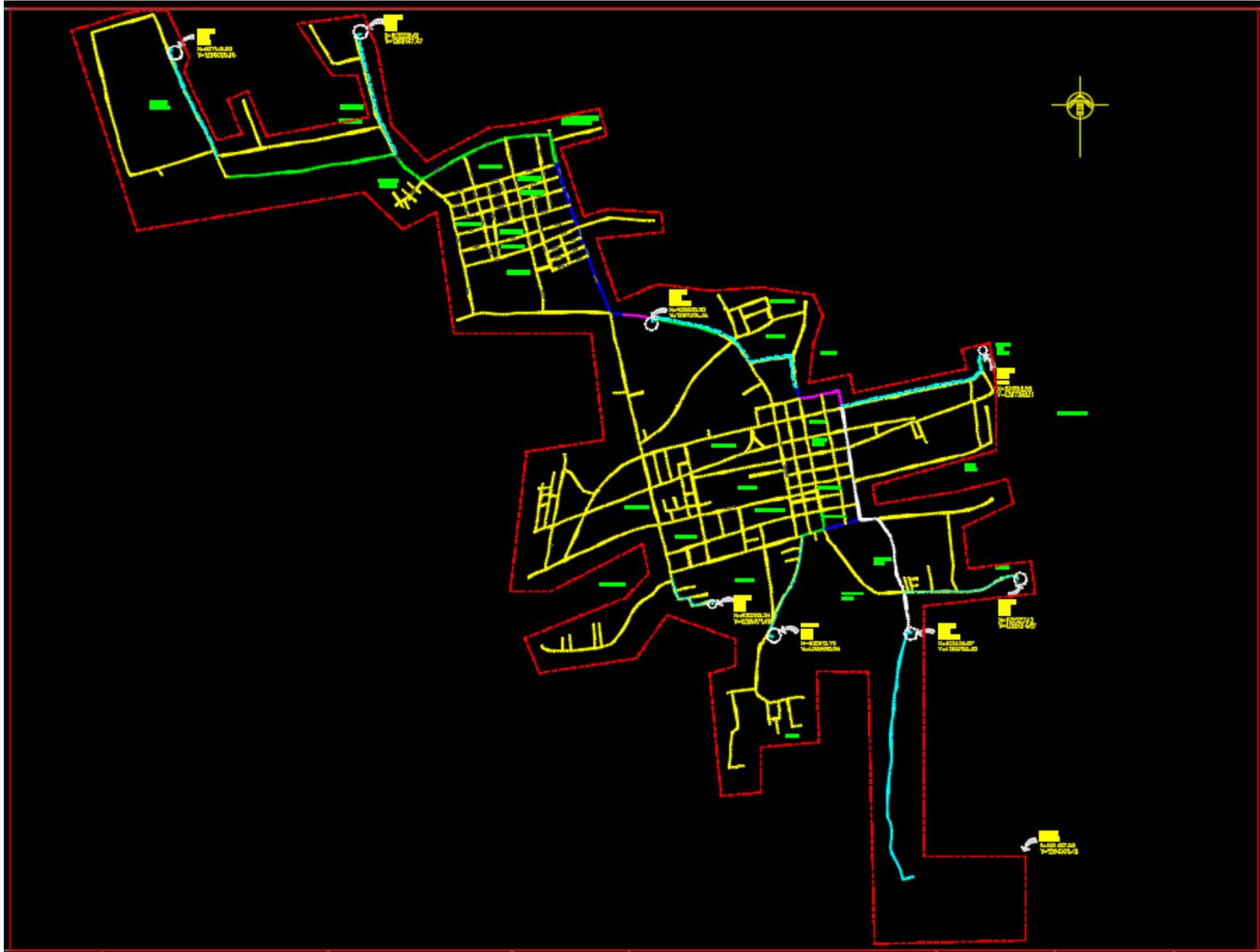
Área	Barrio	Población 2023	Viviendas x Barrio Fase I
Urbana Central	Calle Mercedes	824	186
	Cruz de España	976	221
	El Progreso	895	202
	Santa Carlota*	472	75
	Jorge Camargo	537	121
	Jorge Cubillo*	128	-
	Sub total	3,832	806
Periferia	Roberto Alvarado	333	75
	Ramón López	728	165
	Julio Buitrago	809	183
	Arlen Siu	405	92
	Sub total	2,275	515
Semi Urbana	El Lago	376	85
	19 de Julio	818	185
	San Antonio*	333	30
	Nicarao Cali*	409	-
	Apataco*	657	-
	Sub total	2,593	300

Área	Barrio	Población 2023	Viviendas x Barrio Fase I
SUB -TOTAL SAN JORGE		8,700	1,621
Área	Barrio	Población 2023	Población 2022
Urbana Central	Sector 3	320	74
	Sector 4	432	100
	Sector 5	279	65
	Sector 6	260	60
	Sub total	1290	299
Periferia	Sector 1	677	157
	Sector 2	223	52
	Sector 7	669	155
	Barrio Omar Varela	251	58
	Sub total	1820	422
Semi Urbana	Sector 8	353	82
	Barrio El Cocal*	608	-
	Barrio Limonal	297	69
	Sub total	1259	151
SUB-TOTAL BUENOS AIRES		4,369	873
TOTAL AÑO 2023		13,069	2,494

El cálculo de la red de recolección se realizó en función de las longitudes de tubería. Si bien es importante enfatizar que, para efectos de distribuir la carga de gastos en los nodos, ésta se efectuó mediante la previa determinación de la población futura y sus gastos en cada sector, asegurando de esa forma la capacidad de atención al eventual crecimiento en las zonas de expansión.

En la figura siguiente, se muestra la configuración de la red de recolección del Proyecto.

Figura 7: Configuración de la Red de Recolección del Proyecto



7.1.2 Estaciones de Bombeo

La Red de Recolección contempla el emplazamiento e instalación de ocho (8) EBAR), así: cinco (5) EBAR se prevé construir en la Fase I: EBAR BA No.2 (Cuenca El Limon; EBAR BA+SJ No.1 (Cuenca Buenos Aires ; EBAR SJ No.1 (Cuenca El Lago), EBAR SJ No.2 (Cuenca La Unión) y EBAR BA+SJ No.2 (Cuenca Casco Urbano San Jorge). Cabe mencionar que esta última EBAR se encargara de captar los afluentes de las otras cuencas para posteriormente enviar por impulsión las aguas hasta el sistema de tratamiento propuesto;

Las otras tres (3) EBAR se ha previsto su construcción la Fase II: EBAR BA No.1 (Cuenca El Cocal); EBAR SJ No.3 (Cuenca Apataco) y EBAR SJ No.4 (Cuenca Sur Oeste San Jorge).

A continuación se describen cada una de las EBAR´s propuestas:

a) EBAR BA No.1 (El Cocal): Se ubicará al Nor este de Buenos Aires y al Norte del Barrio El Cocal y recibirá las aguas de toda la cuenca definida como El Cocal, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR. Ver a continuación.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 1.96 l/s al final del período de diseño y de 1.65 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando un (1) equipo de 2.15 l/s al inicio de período más uno (1) en reserva, cubriendo holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042. EBAR considerada su construcción en la Fase II.

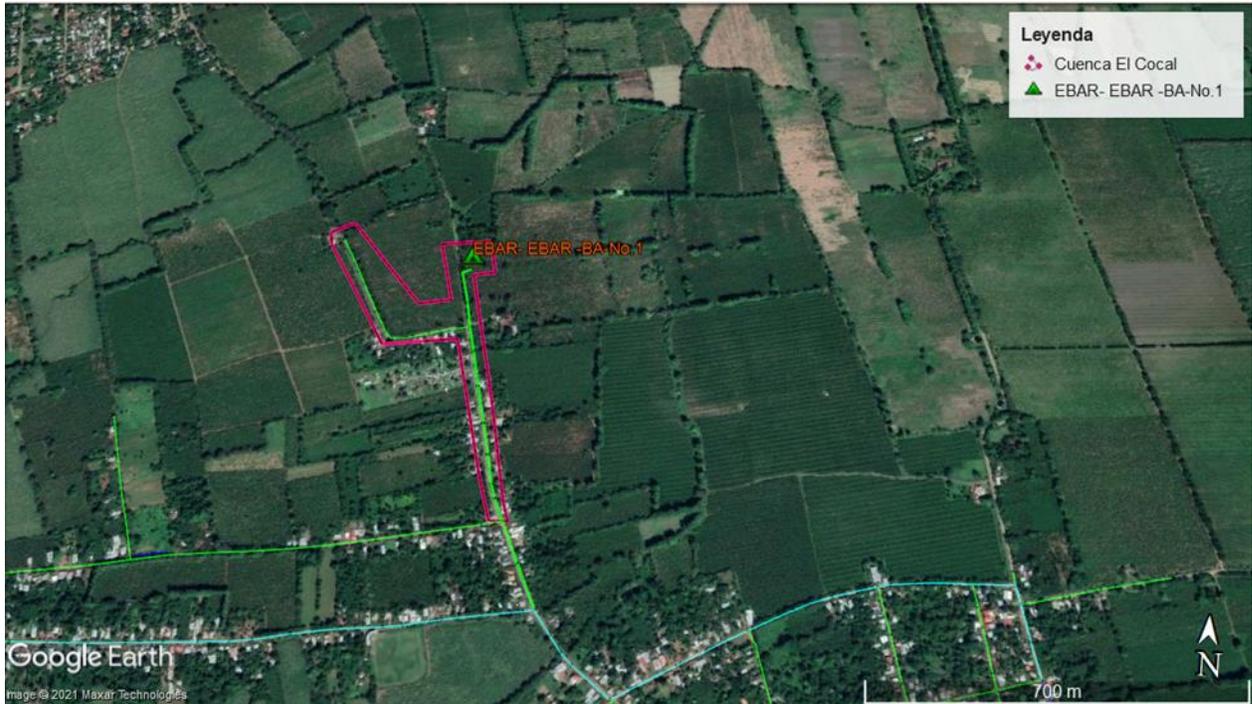
El Pozo de Succión, al ser una estructura debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 50 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 50 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 50 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 50 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 75 mm.

La Estación de bombeo contara además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia la quebrada al norte de la Estación, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de solidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para

depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura8: Ubicación y área de influencia de EBAR BA No.1 El Cocal (II Fase)



b) EBAR BA No.2 (El Limonal): Se ubicará al Nor oeste de Buenos Aires y al nor este del Barrio El Limonal y recibirá las aguas de toda la cuenca definida con el mismo nombre del barrio, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR, tal y como se aprecia en la siguiente figura.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 5.39 l/s al final del período de diseño y de 4.33 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 1 equipo de 5.63 l/s al inicio de período más 1 en reserva, con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 75 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 100 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase

para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 100 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 100 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 100 mm.

La Estación de bombeo contará además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia la alcantarilla ubicada al sur de la Estación, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de sólidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura9: Ubicación y área de influencia de EBAR BA No.2 El Limonal (I Fase)



c) EBAR BA+SJ No.1 (Buenos Aires y Periferia Norte de San Jorge): Se ubicará cerca del sitio conocido como Casa de Barro el cual se ubica al Norte de San Jorge y al Sur este de Buenos Aires en el Barrio de San Antonio y recibirá las aguas de todo el casco urbano de Buenos Aires, los barrios ubicados en la periferia norte de San Jorge (San Antonio y La Conchita) más los aportes realizados por las EBAR BA No.1 y EBAR No.2.

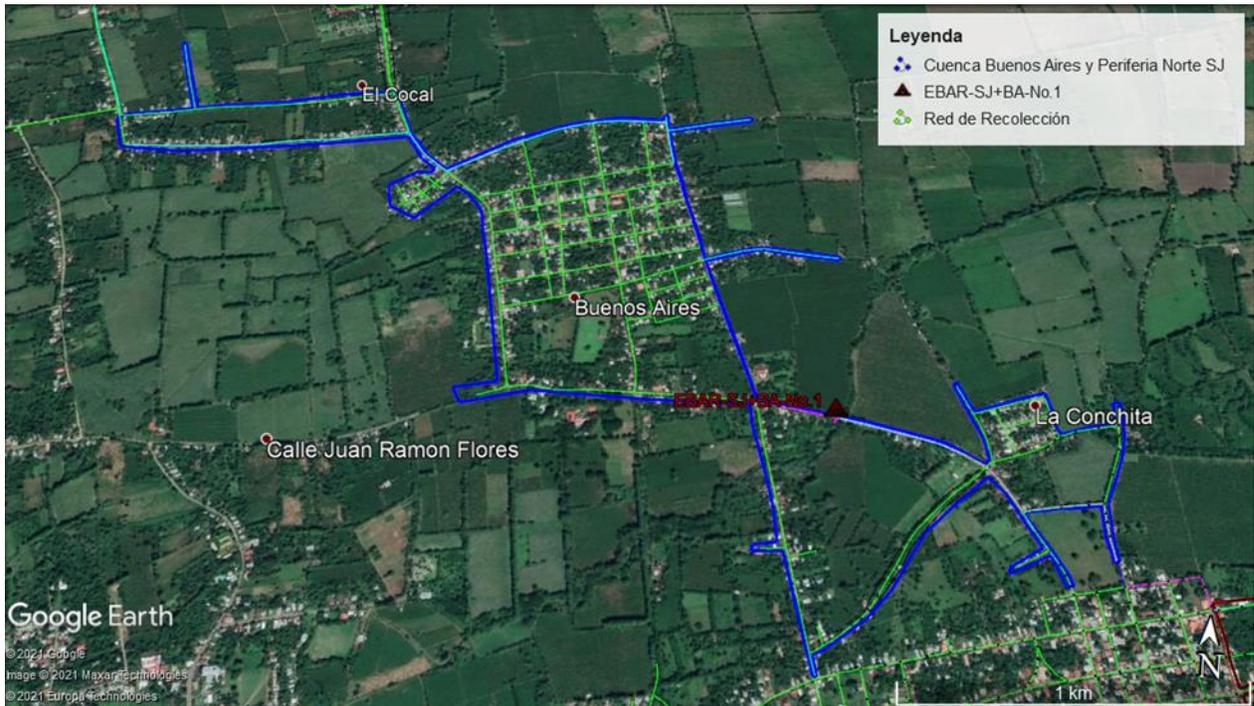
El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 32.29 l/s al final del período de diseño y de 25.35 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando se instalen más de dos bombas, sus capacidades deberán ser tales que estando una fuera de servicio las otras puedan bombear el caudal máximo, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 2 equipo de 12.68 l/s al inicio de período más 1 en reserva, agregando un cuarto equipo en el año 2032 para contar con una capacidad de 38.04 l/s manteniendo un equipo en reserva con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 100 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 150 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 150 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 150 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 200 mm.

La Estación de bombeo contara además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia la quebrada Casa de Barro ubicada a escasos 30 metros al este de la Estación, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de sólidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura 10: Ubicación y área de influencia de EBAR BA+SJ No.1 (I Fase)



d) EBAR SJ No.1 (El Lago): Se ubicará al Este de San Jorge cerca del Puerto de San Jorge y recibirá las aguas de toda la cuenca definida como El Lago, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR, esto se puede observar en la figura a continuación.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 7.69 l/s al final del período de diseño y de 6.13 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 1 equipo de 7.97 l/s al inicio de período más 1 en reserva, con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 75 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 100 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 100 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 100 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de

esta EBAR será de 100 mm.

La Estación de bombeo contará además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia será conducida hacia el lago, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de sólidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura11: Ubicación y área de influencia de EBAR SJ No.1 El Lago (I Fase)



e) EBAR SJ No.2 (La Unión): Se ubicará al Sur este de San Jorge en dirección sur del Puerto de San Jorge y recibirá las aguas de toda la cuenca definida como La Unión, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR. Ver figura siguiente.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 4.66 l/s al final del período de diseño y de 3.76 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 1 equipo de 4.89 l/s al inicio de período más 1 en reserva, con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 75 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 75 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 75 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 100 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 75 mm.

La Estación de bombeo contara además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia será conducida hacia la quebrada Rio Coco el cual desemboca en el lago, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de solidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura12: Ubicación y área de influencia de EBAR SJ No.2 La Unión (I Fase)



f) EBAR SJ No.3 (Apataco): Se ubicará al sur de San Jorge cerca del barrio Jorge Cubillo y a norte del barrio Apataco, recibirá las aguas de toda la cuenca definida como Apataco, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR.

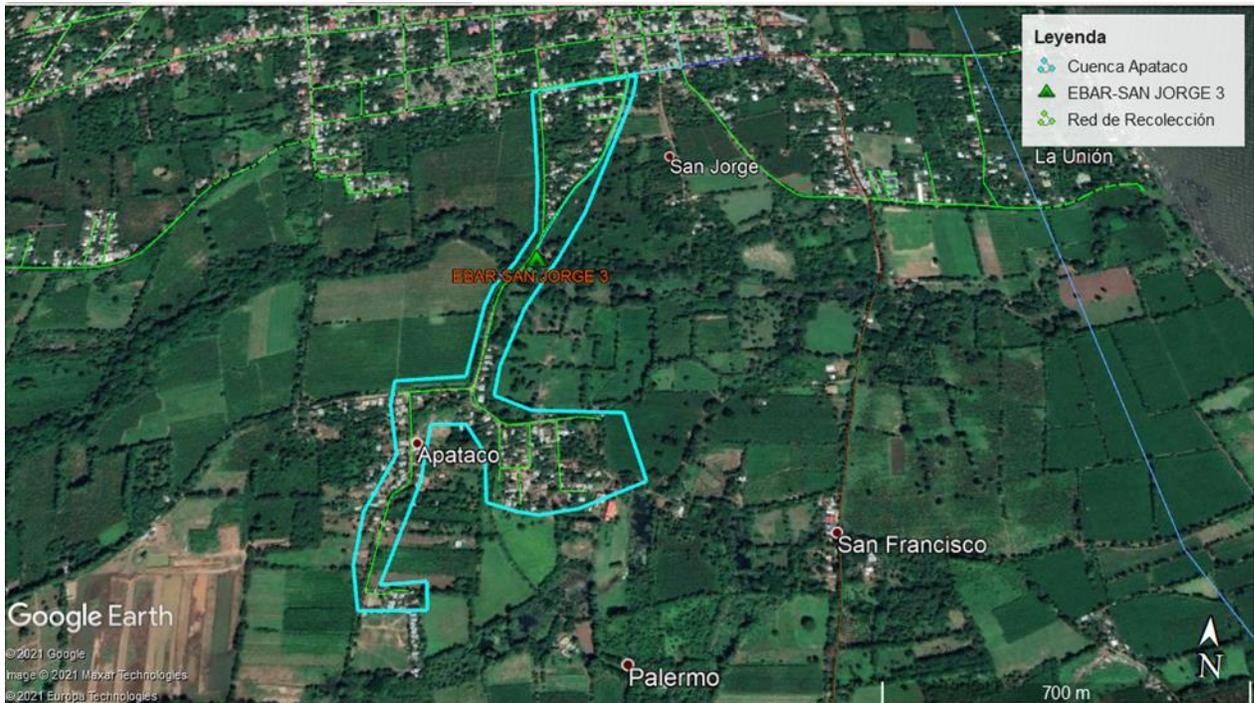
El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 5.31 l/s al final del período de diseño y de 4.27 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 1 equipo de 5.55 l/s al inicio de período más 1 en reserva, con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042. Cabe mencionar que esta EBAR está considerada su construcción en una segunda fase.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 75 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 50 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 50 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 50 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 75 mm.

La Estación de bombeo contara además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia el Rio de Oro, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de solidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura13: Ubicación y área de influencia de EBAR SJ No.4 Apataco (II Fase)



g) EBAR SJ No.4 (Sur Oeste San Jorge): Se ubicará al Sur oeste de San Jorge cerca del barrio Carlota, recibirá las aguas de toda la cuenca definida como Sur Oeste San Jorge, susceptibles de ser concentrados por gravedad en el sitio seleccionada para la EBAR, esto se puede observa en la figura a continuación.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 5.31 l/s al final del período de diseño y de 4.27 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales" que cuando solo se instalen dos unidades, su capacidad de bombeo deberá ser de un 30% a un 50% mayor que el máximo caudal esperado, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 1 equipo de 5.55 l/s al inicio de período más 1 en reserva, con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042. Cabe mencionar que esta EBAR está considerada su construcción en una segunda fase.

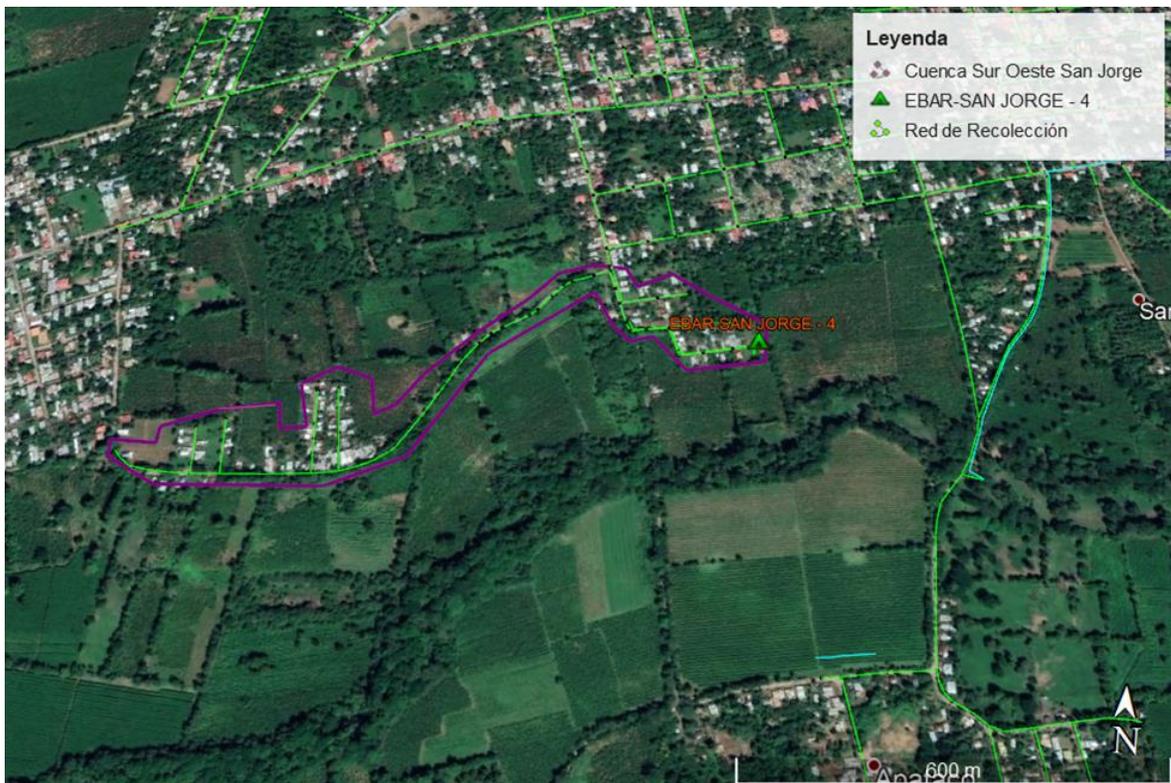
El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 50 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 50 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 50 mm;

medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 50 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 75 mm.

La Estación de bombeo contará además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia el Río de Oro, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de sólidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura14: Ubicación y área de influencia de EBAR SJ No.4 Apataco (II Fase)



h) EBAR BA+SJ No.2 (Buenos Aires y Periferia Norte de San Jorge): Se ubicará al Sur de Buenos San Jorge en la salida hacia San Francisco y recibirá las aguas de todo el casco urbano central de San Jorge, más los aportes realizados por todas las demás EBAR Propuestas, para después enviar las aguas recolectadas hacia el sitio del sistema de tratamiento propuesto.

El gasto promedio a impulsar en esta EBAR sería de 72.62 l/s al final del período de diseño y de 58.33 l/s al año 2032. Al considerarse que los equipos de bombeo normalmente se diseñan para un período de 10 años máximo y tomando en cuenta lo estipulado en las "Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de

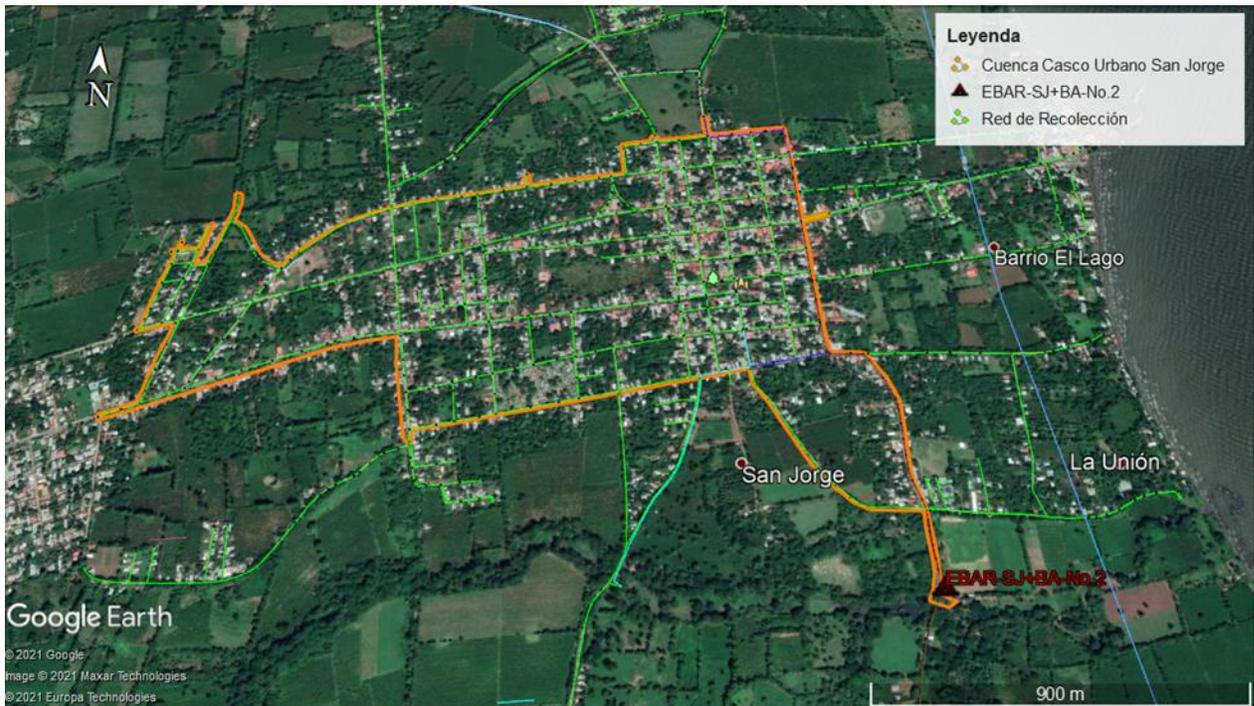
Aguas Residuales" que cuando se instalen más de dos bombas, sus capacidades deberán ser tales que estando una fuera de servicio las otras puedan bombear el caudal máximo, se ha decidido ajustar la capacidad de los equipos instalando 3 equipos de 19.44 l/s al inicio de período más 1 en reserva, agregando un cuarto equipo en el año 2032 para contar con una capacidad de 77.76 l/s manteniendo un equipo en reserva con esta capacidad se logra cubrir holgadamente el horizonte de proyecto en el año 2042.

El Pozo de Succión, al ser una estructura que debe ser dimensionada para el horizonte de Proyecto, y permita que con un caudal mínimo de llegada el tiempo de retención no sea mayor de 30 minutos. La tubería de succión de cada bomba será de HD y un diámetro de 100 mm.

A su vez, la conexión de las bombas a la línea de conducción (sarta), estará constituida por tubería de 150 mm y accesorios de conexión del mismo diámetro; válvulas de pase para aislamiento de cada Bomba; Válvulas de retención verticales, ambas de 150 mm; medidor general ultrasónico en la tubería de salida de 150 mm y válvula de alivio para la tubería principal con tubería de retorno al Pozo de succión. La tubería de impulsión de esta EBAR será de 200 mm.

La Estación de bombeo contara además con una caseta de controles y operador, la descarga de emergencia se realizará hacia el Rio de Oro ubicada a escasos 40 metros al sur de la Estación, y como factor de seguridad, se instalará un Generador de Energía que permitirá energizar la totalidad de los equipos de bombeo instalados. Así mismo, como elemento auxiliar se contará con cesta de tamizado retráctil y contenedor de basura de 1.0 m³ para la eliminación de solidos gruesos, también se ha dispuesto dentro de la EBAR un área para depósitos de desechos. El área estará protegida con cerco de malla ciclón.

Figura 15: Ubicación y área de influencia de EBAR BA+SJ No.1 (I Fase)



A continuación se presenta tabla resumen de las características de las EBAR que contempla el Proyecto

Tabla 17: Resumen de Principales Características de las EBAR Propuesta

Característica	EBAR- BA-No.1*	EBAR-BA- No.2	EBAR- SJ+BA No.1	EBAR-SAN JORGE 1	EBAR-SAN JORGE 2	EBAR SAN JORGE 3*	EBAR SAN JORGE 4*	EBAR- SJ+BA No.2
Elevación de Terreno (m)	47.85	53.42	44.25	33.04	36.17	40.99	45.85	38.57
Elevación de Fondo (m)	41.47	46.47	31.64	26.19	26.12	37.49	39.05	28.42
Profundidad Del Cárcamo	6.38	6.95	12.61	6.85	10.05	3.50	6.80	10.15
Área tributaria (ha)	6.46	43.56	138.88	36.30	22.39	18.12	9.06	145.33
Equipo / Esquema de Función	1+1R	1+1R	2+1R	1+1R	1+1R	1+1	1+1	3+1R
Caudal De Diseño (l/s) (año 2032)	2.15	5.63	12.68	7.97	4.89	5.55	3.05	19.44
Caudal total (l/s) (Año 2032)	2.15	5.63	25.35	7.97	4.89	5.55	3.05	58.33
CTD diseño (m)	10.39	15.17	21.91	24.32	23.49	19.85	15.14	29.45
Potencia HP (Calculada)	0.66	2.53	8.23	5.75	3.07	4.90	2.05	16.97
potencia comercial (HP)	1.00	5.00	10.00	7.50	5.00	5.00	2.50	20.00
Total Equipos en funcionamiento	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00
Potencia requerido Kw	0.75	3.73	14.92	5.60	3.73	3.73	1.87	44.76

Nota: * Se han considerado para una II Fase de construcción.

7.1.3 Líneas de Impulsión

Las conexiones o sartas de bombeo tanto nuevas como las que serán rehabilitadas incluirán válvulas de retención para prevenir retorno del flujo, válvulas de pase que permitirán el aislamiento de los equipos de bombeo y válvulas de alivio para controlar el golpe de ariete, descargando el retorno a los pozos de succión. Así mismo estas conexiones estarán dotadas de medidores ultrasónicos para controlar el caudal bombeado.

Las longitudes y características a cumplir por las tuberías descritas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18: Tubería de impulsión asociada a Estaciones de Bombeo

ID	Diámetro de Impulsión (mm)	Cedula	Longitud de Tubería (m)
EBAR -BA-No.1*	75	SDR-17	738.71
EBAR-BA-No.2	100	SDR-17	677.42
EBAR-SJ+BA No.1	200	SDR-26	1097.9
EBAR-SAN JORGE 1	100	SDR-17	927.32
EBAR-SAN JORGE 2	75	SDR-17	685.31
EBAR SAN JORGE 3*	100	SDR-17	632.86
EBAR SAN JORGE 4*	75	SDR-17	367.29
EBAR-SJ+BA No.2	250	SDR 26	1535.32
Total			6,662

7.1.4 Modelación de la Red de Recolección

Como se ha indicado, resultado de la modelación, se propusieron los diámetros y capacidades de las EBAR's señaladas con anterioridad, fijando para los gastos máximos en el Horizonte de Diseño, no exceder el 50% del diámetro de los colectores principales, lo que brinda condiciones óptimas de operación en cuanto a capacidad.

Cabe mencionar, particularmente para esta modelación, se ha considerado que para aquellos tramos con caudal menor a 1.5 lps, se les ha asignado un caudal de 1.5 lps, modelando las condiciones optimas de operación, en los tramos donde el caudal es mayor a 1.5 lps, se ha adoptado el caudal real. A ese respecto, las Normas de INAA establecen que el cálculo debería hacerse para un Caudal mínimo de 1.5 lps, equivalente a la descarga instantánea de un servicio sanitario.

Para tales condiciones, la pendiente mínima de 0.5% asegura una Tensión Tractiva de 1 Pascal, de manera que se asegura el funcionamiento adecuado de la red. El objetivo de realizar el análisis de esta forma es para determinar la pendiente, velocidad y tensión tractiva que permitan la optima operación del sistema.

Al revisar las velocidades en los tramos de la red, se observa que varía de 0.73 m/s,

ocasionado por el poco caudal que circula en tales tramos, hasta 1.43 m/s. Al considerar el caudal real en cada tramo la velocidad puede disminuir, principalmente en los tramos cabeceros, esto es una situación que escapa al alcance del proyectista y dado que no se puede aumentar pendientes pues la profundidad que se produciría encarecería aún más el Proyecto, lo que cabe es recomendar un mantenimiento periódico en estos tramos a efectos de prevenir acumulación de sedimentos, de ahí la conveniencia de incluir en el Proyecto equipamiento para mantenimiento de redes, que permita tal mantenimiento preventivo.

Con relación a la Tensión Tractiva, no se observan tramos con resultados menores a 1 Pascal.

El tercer aspecto que se valora es el porcentaje de llenado en las tuberías (Y/D), el cual evidente es óptimo por condiciones de diseño. En efecto, la Red de recolección funciona prácticamente en un 100% por debajo del 50%. Únicamente el Interceptor excede tal 50%, pero aun así por debajo los niveles establecidos en los Criterios de Diseño. En todo caso, se asegura el funcionamiento del sistema durante el período de diseño, quedando capacidad residual para un horizonte mucho mayor.

De forma ilustrativa, los resultados obtenidos se muestran en las siguientes figuras:

Figura16: Rango de Velocidades en Red Propuesta

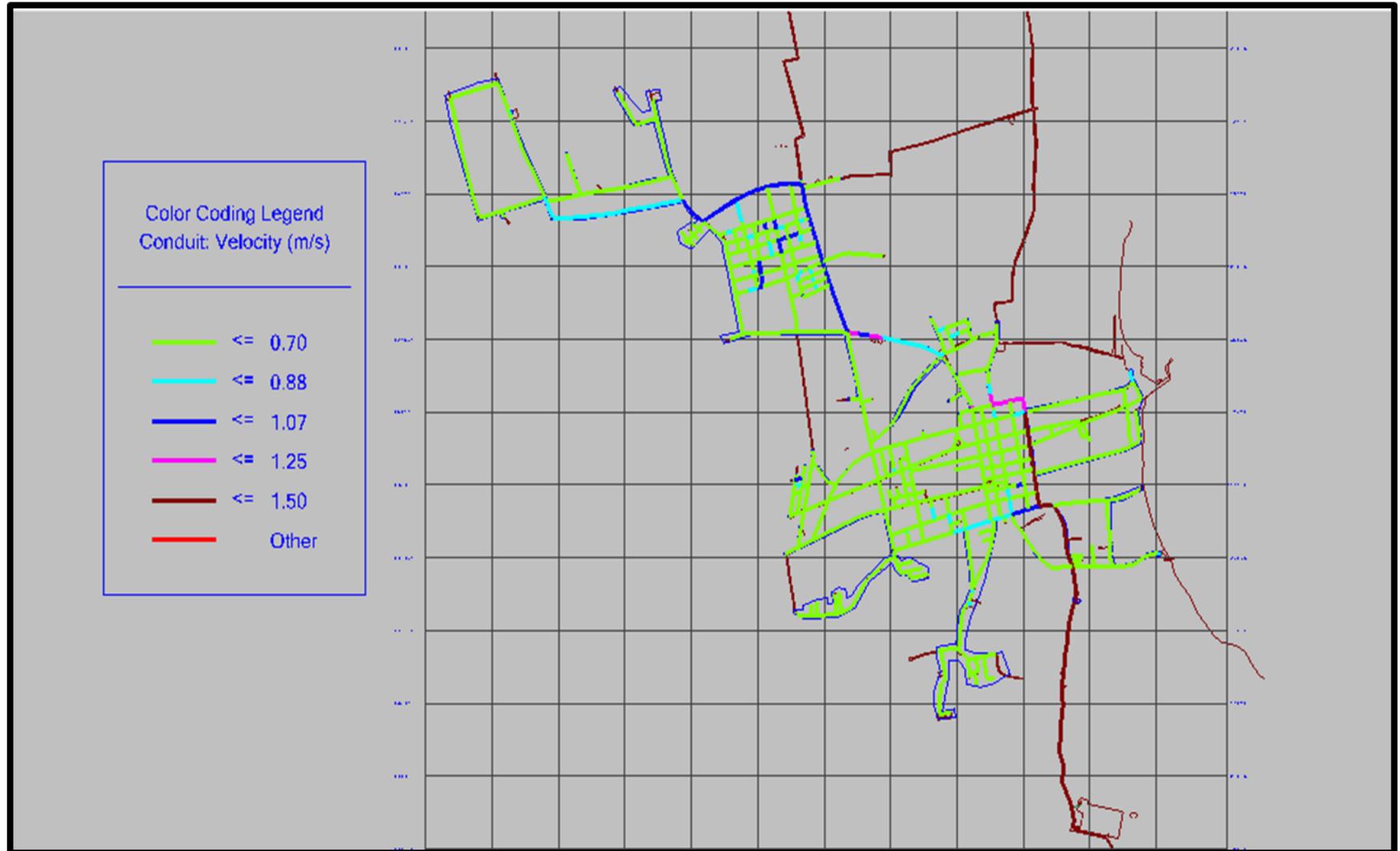


Figura17: Tensión Tractiva en Red Propuesta

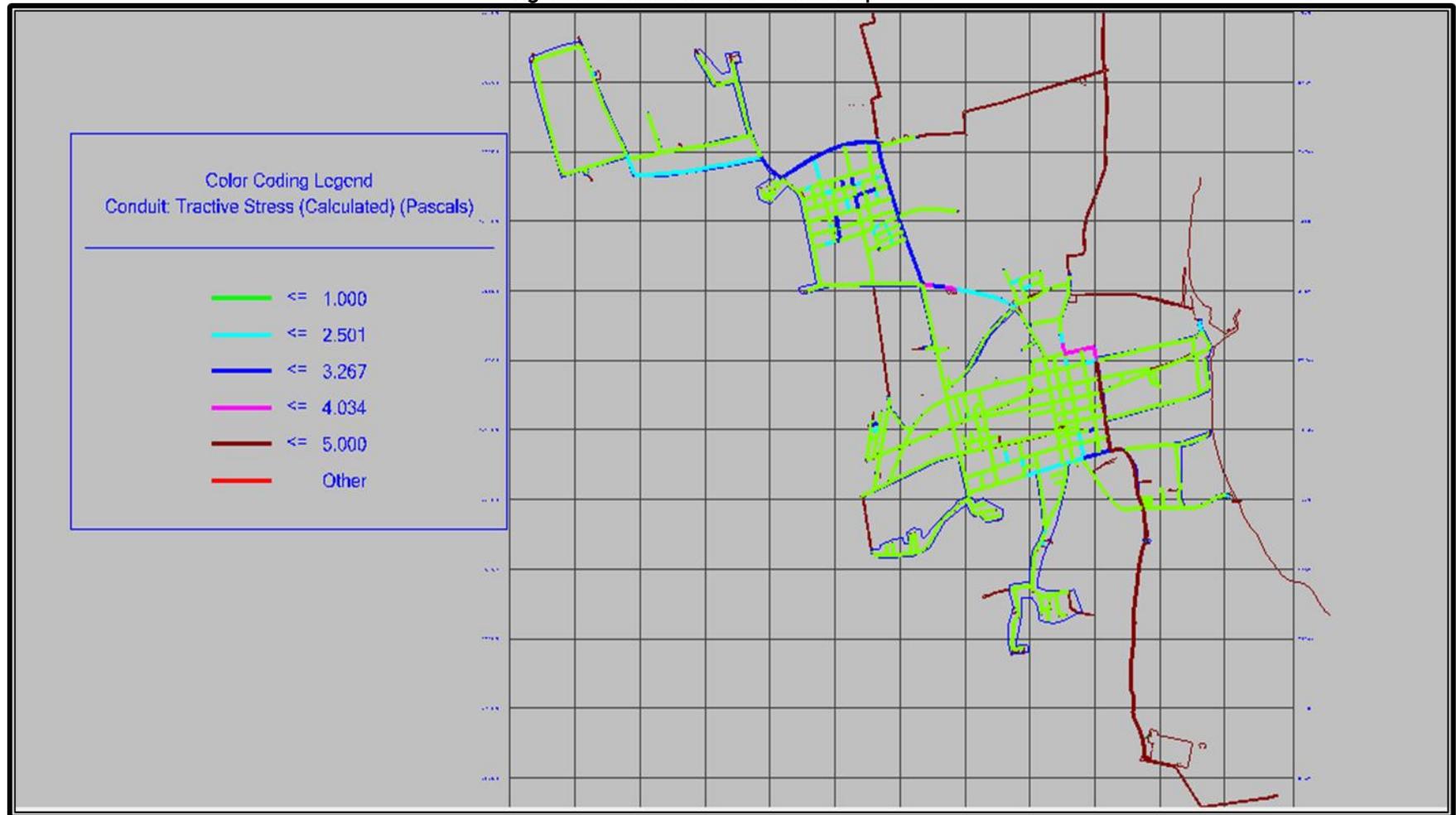
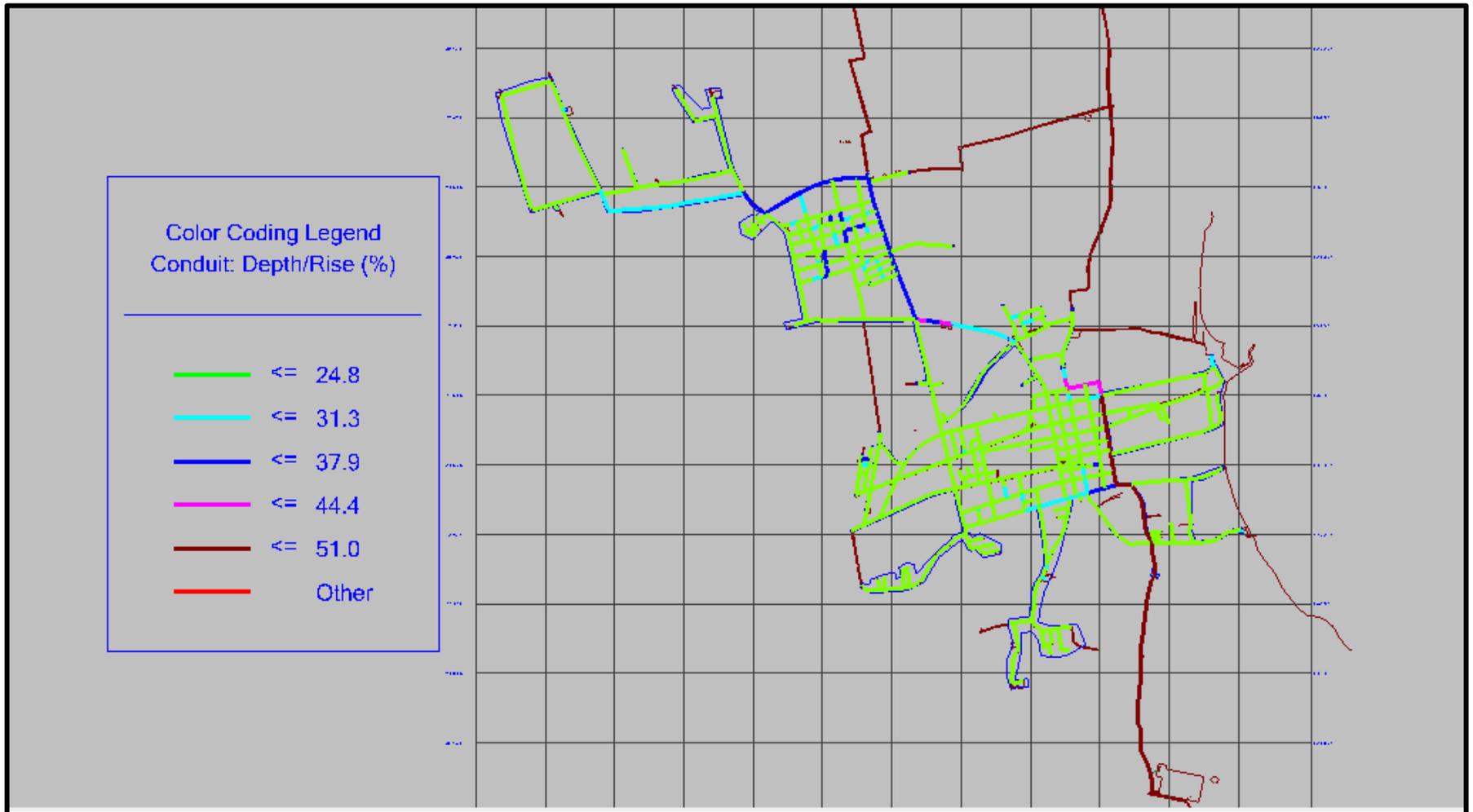


Figura18: Tirantes en Red Propuesta



7.2 Sistema de Tratamiento

7.2.1 Pretratamiento y Medida de Caudal

La línea de impelencia procedente de la red de saneamiento descarga a la cámara de entrada de la PTAR. Esta cámara tiene por finalidad lograr el aquietamiento en la misma. El ingreso de la tubería a la cámara de descarga se realiza por la parte inferior, para conseguir el máximo aquietamiento posible, mediante amortiguación gracias al propio volumen de agua. Las dimensiones interiores de la cámara en planta son 1.25 x 0.8 m y altura hasta coronación de 2.6 m.

El paso desde la cámara de entrada hacia los canales posteriores, se realiza mediante muro vertedero de altura 2 m que se diseña para que el resalto hidráulico que genera no afecte al proceso de desbaste que le sigue.

En esta cámara se dispone, además, otro muro vertedero para actuar como aliviadero o by-pass general de la planta. No se espera el ingreso de caudales que sobrepasen la capacidad de tratamiento de la PTAR, puesto que el influente llega impulsado. Por tanto, este aliviadero (o by-pass general) se dispone por seguridad, y se utilizaría excepcionalmente en caso de no posibilitarse la entrada a la línea de tratamiento de la PTAR, por algún problema interno en la operación de la PTAR. La derivación de caudales que no entrasen a la PTAR, se realizará hacia un pozo del colector de salida del efluente de la PTAR, para descargar finalmente sobre el río de Oro.

A continuación de la cámara de entrada se sitúan dos canales paralelos de geometría idéntica. Uno de ellos, es el canal de desbaste (equipado con dos rejillas situadas en serie) y, el otro, es el canal de by-pass (sin rejillas en su interior).

Cada canal presenta un ancho de 0.5 m, altura de cajero 1 m, longitud 6.25 m y pendiente de 0.5%. Ambos canales son aislables mediante compuerta tipo canal de accionamiento manual, situada a la entrada de cada uno de ellos. Las dimensiones de cada compuerta son: tablero de 0.6 x 0.6 m, altura de accionamiento (altura hasta coronación de muro) 1 m y columna de maniobra 0.85 m.

En el canal de desbaste se sitúa una rejilla de gruesos (luz de paso 25 mm), y una rejilla de finos (luz de paso 12 mm); ambas rejillas con inclinación de 60° con la horizontal, y construidas en acero inoxidable 316-L.

Los residuos retenidos por cada una de las rejillas, se descargarán de forma manual sobre un cajón metálico perforado apoyado sobre los muros del canal, con retorno de escurridos sobre el propio canal. Se empujarán los residuos sobre el cajón, de forma manual, hasta el contenedor metálico de capacidad 5 m³. Cada rejilla cuenta con su propio cajón metálico y su correspondiente contenedor. Las dimensiones del cajón metálico perforado son: longitud 1.5 m, ancho 0.3 m, alto 0.3 m. Para realizar las labores de limpieza de rejillas y de apertura/cierre de compuertas, se proyectan las pasarelas de concreto necesarias sobre los canales.

La salida del canal de desbaste y del canal de by-pass se realiza a un compartimento común, desde donde se accede a los dos canales desarenadores paralelos de tipo horizontal. Se posibilita la entrada a cada canal desarenador a través de hueco de 0.3 x 0.3 m; en cada hueco se dispone una compuerta tipo mural de dimensiones: tablero 0.4 x 0.4 m, altura de accionamiento 0.5 m y columna de maniobra de 0.79 m.

Las dimensiones de cada canal desarenador son: 6 m de longitud, 1.2 m de ancho, altura de la zona de sedimentación 0.45 m, y altura hasta coronación de muro 0.75 m. La sección transversal de los canales desarenadores es de tipo trapezoidal, con paredes inclinadas 45°.

La pendiente longitudinal de los dos canales desarenadores se establece en un 2%, para favorecer el flujo de la arena hacia la parte baja, y de ahí proceder a su evacuación a través de una caja de lodos (o caja de arenas). Cada desarenador tiene su propia caja de lodos.

Las dimensiones en planta del fondo de la caja de lodos son 0.6 x 0.78 m, con pendiente de 45° y 60° en sus muros laterales. La altura hasta coronación de la caja de lodos es de 1.45 m.

Para vaciar la caja de lodos de cada desarenador, se proyecta en cada caja un hueco de fondo de diámetro 0.2 m, con compuerta mural de accionamiento manual y dimensiones: tablero 0.3 x 0.3 m, altura de accionamiento 1.45 m y columna de maniobra de 0.79 m. Cada una de las cajas de lodos comunica con la arqueta de vaciado de desarenadores, que da servicio a los dos canales desarenadores y que se sitúa anexa a uno de los canales.

La arqueta de vaciado de desarenadores tiene una geometría rectangular (dimensiones en planta 2.75 x 2.5 m y altura hasta coronación 1.75 m), y está dotada de muro vertedero de altura 0.5 m y longitud 2.5 m, cuya finalidad es retener las arenas cuando se realice el vaciado de los desarenadores. Su mecanismo de funcionamiento es, por tanto, similar al de los canales desarenadores, donde las partículas más pesadas decantan por su mayor peso.

Cuando se realice el vaciado de un canal desarenador, las arenas quedarán retenidas en la arqueta de vaciado, y el agua clarificada pasará por encima del vertedero, para dirigirse hacia al pozo de bombeo de elevación a reactores UASB, a través de tubo de PVC de DN200 mm (8"). Por otro lado, en la propia arqueta de vaciado, se ha previsto un hueco de dimensiones 0.2 x 0.2 m en la base del muro vertedero, con compuerta mural de accionamiento manual, para posibilitar su apertura y evacuación del agua de lluvia que quede retenida en esta estructura. Las dimensiones de dicha compuerta son: tablero 0.3 x 0.3 m, altura de accionamiento 1.75 m y columna de maniobra de 0.79 m.

Siguiendo con la línea de agua, a la salida de los dos canales desarenadores se ubica una trampa de grasas, común para ambos desarenadores. Las dimensiones de la trampa de grasas son: 5.2 m de ancho, 3.43 m de largo, 3.3 m de alto útil (espejo de agua) y altura hasta coronación de muro de 3.82 m. La salida de la trampa de grasas se realiza mediante vertedero. Para favorecer el efecto de retención de grasas,

mediante el mecanismo de flotación, se diseñan dos muros en el interior de la trampa:

- Un muro próximo a la entrada de la trampa de grasas, con efecto tranquilizador, para conseguir el máximo aquietamiento posible en la trampa.
- Un muro próximo a la salida de la trampa de grasas, que actúa como muro deflector, y que genera un hueco corrido de 1.29 m de altura, en la zona inferior de la trampa. De este modo, se favorece que las grasas y aceites queden retenidos en la superficie de la trampa.

La retirada de grasas y flotantes se realizará de modo manual, mediante espumaderas y palas, desde la coronación de esta estructura.

A la salida de la trampa de grasas se sitúa el medidor de caudales, de tipo Parshall, con abertura de garganta 0.152 m. El medidor será de PRFV y se ubicará en el interior de un canal de concreto de ancho 0.5 m y altura de coronación 1.52 m. La longitud desde la salida de la trampa de grasas hasta el medidor parshall es de 5 m. Una vez sobrepasado el medidor Parshall, se conduce el agua pretratada hacia el pozo de bombeo de elevación a reactores, mediante conducción de PVC SDR-26 DN315 mm (12").

Todo el pretratamiento se ha dimensionado teniendo en cuenta la fase 2, por lo que no será necesaria su ampliación; se construye en su totalidad en la fase 1.

7.2.2 Bombeo de Elevación a Reactores UASB y Arqueta Principal de Reparto

El efluente pretratado se dirige hacia el tratamiento biológico, por lo que se requiere su elevación hasta la cota necesaria de entrada a los reactores UASB.

Se dispondrá de un cárcamo o pozo de bombeo que se construirá en la fase 1. Para establecer las dimensiones de este pozo se han tenido en cuenta los caudales correspondientes a la fase 2. Las dimensiones interiores del cárcamo de bombeo son: 5.1 x 2.5 m en planta, altura hasta coronación 2.9 m, y altura útil del pozo (lámina de agua) 1m. En su interior se dispone un muro tranquilizador de longitud 5.1m y altura 1.3 m, con 3 huecos de fondo de dimensiones 0.7x 0.75 m.

En el interior del pozo se dispondrán 4+1R bombas de caudal unitario 65.35 m³/h y altura manométrica (CTD) 11 m.c.a. El número de bombas se ha seleccionado para poder atender el caudal máximo esperado en fase 2 de 261.33 m³/h (72.62 l/s), y a su vez para poder adaptarse a la variabilidad de caudales dentro de cada una de las fases.

Además, todas las bombas dispondrán de variador de frecuencia para ajustarse al máximo a los caudales reales en fase de operación. Se instalarán todas las bombas en fase 1. Se instalará polipasto de accionamiento eléctrico con capacidad 250kg, sobre el cárcamo de bombeo, con estructura metálica soporte independiente, para la extracción de las bombas.

El caudal elevado por cada una de las bombas descarga sobre la arqueta de reparto principal. Esta última presenta dimensiones interiores en planta de 5.10 x 2.3 m, y altura de muro (coronación) 2.37 m. La solera se sitúa a 5.2 m sobre el terreno. En dicha arqueta se reparte mediante vertedero a otros 4 compartimentos. Las dimensiones interiores de cada uno de los 4 compartimentos son 1x1 m en planta y altura del murete vertedero de 1.90 m. De esta forma se pretende que el reparto sea equitativo para los 4 módulos que se disponen a continuación.

Se ha tenido en cuenta que uno de los reactores se construirá en la fase 2, por lo que en uno de los compartimentos (asociado al reactor N°4) se impedirá la entrada de agua en la fase 1, atornillando una chapa de acero en posición vertical sobre el muro vertedero del reactor N°4, para impedir que el agua entre en su interior. En la fase 2, esta chapa de acero se retirará. A su vez, cada pareja de compartimentos anexos se comunica mediante hueco de fondo de dimensiones 0.3 x 0.3 m con compuerta mural de accionamiento manual y dimensiones: tablero 0.4 x 0.4m, altura de accionamiento 2.3 m y columna de maniobra de 0.79 m. En total, se instalarán 2 compuertas de estas características.

Desde esta arqueta, parten dos conducciones de acero inoxidable 316 DN 200 mm (8"), para alimentar a cada pareja de reactores. Cada una de estas conducciones se aísla mediante compuerta mural de accionamiento manual de las siguientes dimensiones: tablero de 0.3 x 0.3 m, altura de accionamiento 2.3 m y columna de maniobra 0.79 m.

7.2.3 Reactores UASB

Se diseñan 4 reactores UASB dimensiones interiores de cada reactor 12 x 7 m en planta y altura hasta coronación 6.4 m. El volumen útil (espejo de agua) es de 504 m³. En la fase 1 se construyen 3 reactores UASB y en la fase 2 se construye el reactor N°4.

El reparto a cada pareja de reactores se realiza de forma simétrica mediante vertedero de 0.9 m de longitud y 0.5 m de altura, en una pequeña arqueta diseñada para tal fin (dimensiones interiores en planta de la arqueta 2.4 x 0.9 m, altura de coronación 1 m), y con aislamiento de cada reactor mediante compuerta de tipo canal, ubicada en hueco de dimensiones 0.4 x 1 m. Las dimensiones de la compuerta son: tablero 0.5 x 0.6 m, altura de accionamiento 1 m, columna de maniobra 0.85 m.

La entrada al reactor se realiza mediante canal de PRFV apoyado sobre el muro perimetral del reactor, de longitud 7.64 m y sección 0.4 x 0.55 m, dotado de vertedero tipo Thompson que descarga a un canal de 7.4 m de longitud y sección 0.4 x 0.5 m; a su vez, desde este segundo canal se descarga a otros tres compartimentos (dimensiones 0.5 x 0.5 m en planta y 0.5 m de altura) para conectar mediante tubería de PVC DN 125 mm (5") con las tres estructuras circulares de reparto asociadas (en PRFV), desde donde parten las mangueras flexibles (PEAD DN 75mm) ancladas al fondo del reactor; de este modo se genera una cuadrícula de reparto uniforme en toda la superficie en planta del reactor.

La salida del efluente en cada reactor se realiza a través de tres canaletas de PRFV, con vertedero Thompson, de longitud 7 m y sección 0.2 x 0.195 m. La conducción de salida desde cada una de las 3 canaletas es de diámetro 4" (100 mm) y se conectan a una conducción general de acero inoxidable DN 150 mm (6"), común para cada reactor.

Por otro lado, cada reactor cuenta con dos puntos de toma para la purga de fangos, a altura 0.5 y 1.5 m desde el fondo, respectivamente, con válvula de compuerta DN200. También dispone de tres (3) puntos para el muestreo de fangos a diferentes alturas, espaciados en altura 0.5 m entre sí, y empezando a 0.3 m desde el fondo. En cada una de estas tuberías de muestreo se instalará una válvula de bola (de corte) de 2".

Para recolectar el gas generado en cada reactor se disponen cuatro (4) campanas principales recolectoras de PRFV; cada campana cuenta con su correspondiente conducción para captación de gas, de acero inoxidable DN 75 mm, con aislamiento mediante válvula. Todas las tomas de captación de gas de un reactor se unen en una conducción general, de acero inoxidable DN100, dotada esta última de manómetro.

El gas recolectado por todos los reactores se dirige hacia la antorcha para su quemado. La antorcha seleccionada es de tipo 'llama cerrada', con capacidad para 50 m³/h. La antorcha dispone de olla de condensación, válvula de control aguas arriba de dicha olla, y caudalímetro para la medida del biogás generado.

7.2.4 Lagunas de Maduración

A continuación de los reactores, se sitúan las lagunas de maduración. Se diseñan 4 lagunas de maduración de calado (=altura útil=altura del espejo de agua) 1.1 m, 0.7 m de resguardo a coronación, altura total 1.8 m, y talud interior 2.5H: 1V. El volumen útil de cada laguna se ha establecido teniendo en cuenta un tiempo de retención superior a 12 días.

El fondo y taludes de las lagunas se impermeabilizarán mediante lámina plástica de polietileno de 1.5 mm de espesor sobre lámina geotextil de 200 g/m². Sobre la lámina plástica también se dispondrá lámina geotextil de 200 g/m², como capa de protección de la lámina. El anclaje del sistema de impermeabilización en la cresta del talud se realizará bajo dado de concreto de 2,500 psi, situado perimetralmente a cada laguna.

Para favorecer el flujo en pistón y conseguir maximizar el rendimiento del sistema en cuanto a eliminación de patógenos, se disponen mamparas de separación para generar tres canales interiores en cada laguna. Cada laguna cuenta con unas dimensiones en planta de 160 x 50 m en el fondo, y 169 x 59 m en cabeza de talud (incluido resguardo). El volumen útil (calado 1.1m) de cada laguna es de 10,257.5 m³.

La entrada de agua procedente de cada UASB a su laguna asociada, se realiza mediante tubo sumergido a mitad de la lámina de agua; mientras que la salida del efluente tras su paso por cada laguna, se realiza mediante vertedero de 3 m de longitud en arqueta de concreto de dimensiones interiores en planta 2 x 3 m y altura 1.3 m, situada en el interior de la laguna.

En la fase 1 se construirán tres (3) lagunas y en la fase 2 se construirá una (1) laguna adicional.

7.2.5 Obra de salida de la PTAR

El efluente de salida de cada una de las lagunas de maduración se dirige hacia la arqueta de salida de la PTAR, común para las cuatro lagunas.

Las dimensiones interiores en planta de la arqueta de salida son 8.75 x 1.85 m y una altura de 1.68 m. La arqueta cuenta con cuatro compartimentos, de dimensiones interiores en planta 0.8 x 2 m, cada uno de ellos asignado a un módulo; la descarga de cada uno de estos compartimentos se realiza a través de vertedero a un compartimento común, donde se rompe carga, para facilitar la evacuación final hacia el punto de vertido (río de Oro), por gravedad en lámina libre a través de colector de PVC. El diseño de este colector y su descarga sobre el río se ha incluido en la red de recolección de AS.

7.2.6 Eficiencias Esperadas y Calidad del Efluente en los Procesos de Tratamiento

El efluente tratado en la PTAR cumplirá con el Decreto 21-2017, esto es:

Tabla 19 Parámetros contaminantes del efluente depurado

PARÁMETRO	RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PROMEDIO DIARIO
pH	6-9
Sólidos suspendidos totales	100 mg/l
Sólidos sedimentables	1
Aceites y grasas totales	20 mg/l
DBO ₅	110 mg/l
DQO	220 mg/l
Nitrógeno total	45 mg/l
Fósforo total	15 mg/l
Coliformes fecales	1,000 NMP/100 ml

Se presentan a continuación las eficiencias esperadas en cada proceso de depuración, así como las eficiencias totales conseguidas una vez superado el tren de tratamiento completo.

Tabla 20 Calidad esperada y rendimientos

PRETRATAMIENTO+REACTORES UASB +LAGUNAS DE MADURACIÓN										
ETAPAS	Pretratamiento			Reactor UASB		Laguna maduración		Tren de tratamiento completo		
PARAMETROS	Valor entrada	Valor salida	Rto (%)	Valor salida	Rto (%)	Valor salida	Rto (%)	Rto total (%)	Decreto N°21-2017	Cumple
DBO (mg/l)	418.00	418.00	0.00	104.50	75.00	59.11	43.43	85.86	110	OK
SS (mg/l)	563.00	563.00	0.00	225.20	60.00	78.82	65.00	86.00	100	OK
Colis (NMP/100 ml)	100,000,000	100,000,000	0	100,000,000	0	1,000	99.9990	99.9990	1,000	OK
DQO (mg/l)	929.86	929.86	0.00	232.47	75.00	139.48	40.00	85.00	220	OK
pH	7.46	7.46	-	6-9	-	6-9	0.00	-	6-9	OK
SS sedimentables (mg/l)	10.00	4.00	60.00	1.00	75.00	1.00	0.00	90.00	1	OK
Aceites y grasas totales (mg/l)	100.00	20.00	80.00	20.00	0.00	20.00	0.00	80.00	20	OK
Nitrógeno total (mg/l)	81.42	81.42	0.00	81.42	0.00	28.50	65.00	65.00	45.00	OK
Fósforo total (mg/l)	11.04	11.04	0.00	11.04	0.00	7.73	30.00	30.00	15.00	OK

Con el reactor UASB, se logrará disminuir la DBO de entrada de 418 a 104.5 mg/l, que equivale a una eficiencia del 75%. La remoción de SS se estima en un 60%, pasando de 563 a 225.2 mg/l. La remoción de coliformes y de nutrientes se considera despreciable en los reactores UASB.

La eliminación de nutrientes se conseguirá en el siguiente proceso, las lagunas de maduración. En las lagunas de maduración se logrará disminuir los SS de 225.2 a 78.82 mg/l (lo que equivale a un rendimiento del 65%), y el nitrógeno de 81.42 a 28.50 mg/l (rendimiento del 65%). El fósforo se reduce de 11.04 a 7.73 mg/l (rendimiento del 30%). En el caso de la remoción de coliformes, y presuponiendo que las aguas crudas entran con un NMP/100 ml de 100,000,000, saldrán aproximadamente con un NMP de 1,000 (eficiencia estimada del 99.9990%), a través del proceso de desinfección en las lagunas de maduración.

Cuando se analiza el tren de tratamiento completo, es decir, pretratamiento+UASB+ lagunas de maduración, se obtiene una eficiencia en la remoción de DBO del 85.87%. En el caso de la eficiencia en la remoción de coliformes fecales del sistema, resulta de 99.9990%. La remoción de SS se establece en un 86%. La remoción de nutrientes se establece en un 65% para el N y en un 30% para el P.

Con el dimensionamiento de las obras descritas, se cumple con los valores permisibles estipulados en el Arto 24 y 25 "De los vertidos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo doméstica" del Decreto 21-2017.

7.2.7 Manejo de Lodos

Los fangos purgados de los reactores UASB se dirigen por gravedad hacia los lechos de secado, construidos en concreto estructural.

Se proyectan cuatro (4) módulos de secado, con 2 compartimentos cada uno de ellos

(8 compartimentos o lechos en total), de superficie unitaria de cada compartimento 108 m². Las dimensiones interiores en planta de cada compartimento (o lecho) son 9 x 12 m, con una altura interior de muro de 0.92 m. La pendiente del fondo de los lechos es del 1%. En el interior de estos compartimentos se ubica una capa de material drenante (40 cm de grava y 20 cm de arena) sobre la que se vierte el fango en capas de 20-30 cm.

Para la recogida del lixiviado se diseña un canal común por cada 8 compartimentos. La longitud del canal de recogida de drenajes es de 37.5m, ancho 0.8m y altura de muro 1.1m; la pendiente se establece en un 0.2%.

El lixiviado generado será conducido hacia un pozo de bombeo equipado con 1+1R bombas sumergibles, para impulsar dicho lixiviado hasta la caja de entrada de la PTAR. Las dimensiones interiores del pozo de bombeo son 2 x 2 m en planta y altura 3.3 m. Las características de las bombas ubicadas en su interior son: 15 m³/h y altura manométrica (CTD) 5m. Se dispondrá polipasto de accionamiento eléctrico con capacidad para 250kg en este pozo de bombeo, para la manipulación de las bombas.

Dada la climatología de la zona, se proyecta la cubierta de los lechos mediante estructura metálica soporte con cubierta de chapa nervada de acero prelacada de 0.6 mm de espesor.

En la fase 1 se construirán seis compartimentos y en la fase 2 se construirán los restantes dos compartimentos.

7.2.8 Tuberías de Interconexión y Perfil Hidráulico

En este acápite se presentan las principales conducciones de la línea de agua y de la línea de fangos; sus correspondientes longitudes se pueden consultar en el set de Planos.

El perfil hidráulico, tanto para la línea de agua como para la línea de fangos, se ha diseñado de manera que se disponga de suficiente energía para su funcionamiento por gravedad, sin necesidad de bombeos intermedios. Únicamente se requiere un bombeo para la elevación a los reactores UASB, dado que estos se construyen sobre el terreno, y otro bombeo para la reincorporación a cabecera de los drenajes de los lechos de secado.

Las conducciones y materiales de la línea de agua se presentan a continuación. Sus diámetros asociados se pueden consultar en el set de planos:

- Conducción agua desde pretratamiento hasta bombeo de elevación UASB (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducciones desde cada bomba del bombeo elevación UASB hasta la arqueta de reparto principal (aéreas). Material: Acero inoxidable AISI316L.
- Conducción desde arqueta principal de reparto a reactores UASB 1 y 2 (aérea). Material: Acero inoxidable AISI316L.
- Conducción desde arqueta principal de reparto a reactores UASB 3 y 4 (aérea). Material: Acero inoxidable AISI316L.

- Conducción de salida desde reactor UASB 1 a laguna de maduración 1 (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde reactor UASB 2 a laguna de maduración 2 (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde reactor UASB 3 a laguna de maduración 3 (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde reactor UASB 4 a laguna de maduración 4 (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde laguna de maduración 1 arqueta de salida de la PTAR (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde laguna de maduración 2 arqueta de salida de la PTAR (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde laguna de maduración 3 arqueta de salida de la PTAR (enterrada). Material: PVC SDR26.
- Conducción de salida desde laguna de maduración 4 arqueta de salida de la PTAR (enterrada). Material: PVC SDR26.

En cuanto a la línea de fangos, desde cada reactor UASB parte una conducción DN 200 (8") de PVC-SDR 26, hacia los lechos de secado. Se han dispuesto 2 lechos de secado por cada reactor UASB.

Se ha previsto el vaciado de cada una de las conducciones de fangos en su punto más bajo. Este punto bajo se da a la llegada a los lechos de secado. Para ello, se ha previsto una válvula de corte, de accionamiento manual, y diámetro 100mm, que posibilita el vaciado del volumen de fangos que queda acumulado en la tubería, una vez finalizada la operación de purga de fangos. La descarga de ese volumen retenido en la tubería se produce sobre un pozo (tipo pozo de saneamiento), con gravas en su base, para actuar a modo de pequeño lecho de secado. La retirada del fango descargado en el pozo, una vez deshidratado, se hará de forma manual.

7.2.9 Movimiento de Tierras

La inclinación del terreno natural donde se ubica la PTAR, varía aproximadamente desde la cota +50.50 msnm. hasta la +44 msnm.

Para la disposición en altimetría de la PTAR se ha constituido una única plataforma horizontal a cota +50.50 m, donde se sitúan: el pretratamiento, el bombeo de elevación a UASB, la arqueta principal de reparto, los reactores UASB, los lechos de secado, el bombeo de drenajes de los lechos de secado y las distintas casetas. Se genera una pequeña plataforma a cota +49.00 msnm para la arqueta de salida del efluente tratado. El talud adoptado para configurar estas dos plataformas es 3H:2V.

7.2.10 Edificio de Control-Taller-Almacén

Se diseña un edificio de control de una única planta con cubierta inclinada no transitable de zinc, de planta rectangular de superficie 60 m², distribuidos en: sala de control, aseo con ducha, laboratorio, cuarto para lavadora y sala taller-almacén.

El laboratorio se ha equipado con: pantry, frigorífico, muestreadores automáticos, medidor de pH portátil, medidor de oxígeno disuelto portátil, termómetros, equipo de producción de agua destilada, estufa e incubadora de DBO, balanza de precisión, placa de calentamiento, así como diferentes elementos como: reactivos, kits específicos, microscópico.

El saneamiento del edificio de control se dirige hacia el pozo de drenajes de los lechos de secado, para ser reincorporado a la caja de entrada de la PTAR.

El abastecimiento de agua potable al edificio de control se ha previsto desde la red de agua potable de la ciudad.

7.2.11 Caseta para Control de Accesos

Se diseña una pequeña caseta con cubierta inclinada no transitable de zinc, para el control de accesos a la PTAR. Se trata de una caseta dotada de despacho, aseo con ducha y vestidor, con una superficie aproximada de 20 m². El saneamiento del edificio de control se dirige hacia el pozo de drenajes de los lechos de secado, para ser reincorporado a la caja de entrada de la PTAR.

7.2.12 Abastecimiento de Agua Potable

Se proyecta la llegada de agua potable hasta el predio de la PTAR mediante conducción de PVC SDR26 DN 50, para abastecer al edificio de control y al edificio de control de accesos. Se dispone un depósito de 5,000l, que se alimentará desde dicha red de agua potable, y servirá para hacer frente a situaciones de fallo de la red de agua potable. Este depósito también se puede utilizar en caso de incendio.

7.2.13 Edificio de Grupo Electrónico

Se dispone un edificio -con cubierta inclinada no transitable de zinc-, para albergar el grupo electrónico, de superficie en planta 63 m².

7.2.14 Viales, Aceras y Cerramiento

El vial de acceso a la PTAR se ha diseñado con un ancho de 5 m. El firme seleccionado para el vial de acceso consta de una capa de suelo granular discontinua (macadam) compactado al 95% PN, de espesor 30 cm. Este tipo de pavimento también se dispone

en los viales perimetrales de las lagunas de maduración. Los viales para mantenimiento de las lagunas son de ancho 4m.

En el resto de la PTAR (zona donde no se disponen lagunas) el pavimento será adoquinado.

La mayor parte del tráfico que van a soportar los viales interiores de la PTAR se va a dar en la zona no ocupada por lagunas, y es el correspondiente a los camiones y vehículos ligeros ocupados en labores de mantenimiento, por lo que se propone un pavimento de adoquín tipo tráfico (de 10 cm) como capa de rodadura, sobre capa de arena de 5cm y base adecuadamente compactada al 95% Próctor Estándar. Se trata de una sección ampliamente utilizada en este tipo de instalaciones, que proporciona las garantías de cumplimiento de resistencia y durabilidad necesaria.

Bordeando las distintas edificaciones se ha dispuesto una acera de 1m aproximadamente de ancho formada por baldosa hidráulica sobre una base de concreto en masa de 20 cm que apoya sobre una capa de granular de regularización de 15 cm. Los viales quedan delimitados por un bordillo de concreto prefabricado en zona de acera, cimentado sobre base de hormigón.

Para el acceso de los vehículos se prevé una puerta de 3 m de ancho, con dos hojas. El accionamiento será de tipo manual.

El cerramiento perimetral de la parcela será con enrejado galvanizado de simple torsión de 2 m de altura, con postes de tubo de acero galvanizado cada 2.5 m anclados en pedestal de concreto de dimensiones 0.25 x 0.25 x 0.6 m.

7.2.15 Drenajes de Aguas Pluviales

El drenaje de aguas pluviales de la PTAR se realiza de forma superficial mediante cunetas a pie de talud, cunetas en los márgenes de los viales interiores y cruces bajo calzadas con conductos.

Se distingue entre las aguas de escorrentía procedentes de las cuencas hidrográficas exteriores a la planta, y las aguas pluviales recogidas en la propia superficie de la planta y cubiertas de los edificios proyectados que se han de evacuar al exterior.

Figura 19: Cuencas hidrográficas exteriores a la parcela de la PTAR.

Las cunetas perimetrales a la planta interceptan las aguas de escorrentía procedentes del exterior de la PTAR y las conducen hasta los puntos de vertido situados al oeste de la PTAR en el mismo predio.

Por su parte, las aguas de escorrentía de las cubiertas de los edificios y de las superficies interiores a la parcela de la PTAR se recogen en cunetas interiores situadas en el lateral de los viales interiores que recorren toda la planta y conectadas mediante cruces bajo calzada a las cunetas perimetrales principales.

Puesto que éstas últimas se encuentran al pie del talud que conforma la plataforma de la PTAR, la conexión entre ambas se produce mediante bajantes de concreto.

Al final de ciertos tramos de cuneta se encuentra una pequeña estructura de concreto que actúa como receptor del agua y permite realizar el paso del fluido bajo el vial. Los cruces bajo vial se realizan con tuberías de PVC de diámetros DN 250 y DN 300.

Adicionalmente, existe un colector que conecta un punto bajo generado por el terraplén de la plataforma al Este de la planta con una de las cunetas perimetrales. Este colector se realiza con tubería de PVC de diámetro DN500.

En los lechos de secado, las aguas pluviales recogidas en cubierta se conducen mediante bajantes a cunetas situadas a pie de los lechos de secado y éstas se conectan al colector anterior.

7.2.16 Jardinería

Como medida para minimizar el impacto visual de la PTAR desde el exterior, se dispondrá un seto vegetal anexo al cerco perimetral de la PTAR, y se crearán espacios ajardinados en la zona de entrada, alrededor del edificio de control y de la caseta de control de accesos. En estos espacios ajardinados se dispondrá vegetación autóctona que armonice (estética y ecológicamente) con el entorno. Se revegetarán los taludes exteriores de la PTAR. La tierra vegetal necesaria para ello procederá del propio predio.

7.2.17 Diseños Estructurales

Se presentan a continuación las estructuras previstas en la PTAR cuyos cálculos estructurales se presentan en el Anexo 04. Los elementos incluidos en el diseño son los siguientes:

- 1- Pretratamiento: caja de entrada, canales de desbaste, desarenador-desengrasador, arqueta de vaciado de desarenadores, trampa de grasas y medida caudal.
- 2- Bombeo de elevación a UASB, arqueta principal del reparto y reactores biológicos (UASB).
- 3- Lagunas de maduración.
- 4- Lechos de secado.
- 5- Bombeo de drenajes de los lechos de secado.
- 6- Edificio de control y personal, caseta de control de accesos, caseta del grupo electrógeno.
- 7- Estructuras metálicas:
 - Estructura de cobertura de los lechos de secado
 - Estructura soporte del depósito de agua potable
 - Polipastos
 - Soporte de trámex

Normativa utilizada

Las diferentes instrucciones empleadas y aplicadas en los cálculos estructurales de los elementos son:

- Estructuras de concreto: Código ACI 318 "Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural"; Código ACI 350-06 "Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary" y Código ACI 350.3-06 "Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures and Commentary".
- Estructuras de acero laminado: ANSI/AISC 360 "Specification for Structural Steel Buildings".
- Reglamento Nacional de la Construcción vigente (RNC-07) para los diseños estructurales y sus actualizaciones 2017 (AE-001, MP-001, CR-001)

7.2.18 Descarga del Efluente de la PTAR.

La descarga del efluente de la PTAR se realizará en el Río de Oro, que a su vez desemboca en el Lago de Cocibolca o Lago de Nicaragua, en el cual actualmente se localizan dos obras de captación para abastecimiento de agua potable de ciudades vecinas, por lo que se considera necesario analizar el impacto de posibles descargas que no cumplan con los parámetros de calidad exigidos en la Normativa.

En este sentido, la longitud del río desde el punto de descarga del efluente de la PTAR, hasta su desembocadura en el lago, es de aproximadamente 1 km. Esto favorece el funcionamiento del río como medio 'amortiguador' de la carga contaminante del efluente de la PTAR, en caso de que se llegara a presentar algún desperfecto en las instalaciones, y se estuviera incumpliendo con los parámetros de calidad exigidos en la Normativa. En dicha situación, los contaminantes presentes en el efluente de descarga de la PTAR, se verían sometidos a un efecto 'autodepurador' en el curso del propio río, a través de mecanismos de dispersión y dilución.

En el caso de vertidos al mar a través de emisarios submarinos, se considera para su diseño una distancia entre 500-4,000m desde que la descarga llega a la superficie hasta que alcanza la zona costera que se desea proteger (Fuente: Master en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia (UPV). España).

La longitud del Río de Oro desde el punto de descarga del efluente de la PTAR, hasta su desembocadura en el lago es de aproximadamente 1,000 m, que se sitúa en el rango indicado, y que por tanto propiciaría el efecto 'autodepurador' mencionado a lo largo del río.

7.3 Soluciones Individuales de Saneamiento

Como ha sido mencionado, existen zonas de la ciudad que por las características topográficas no pueden conectarse a la red de recolección propuesta.

La zona en donde se propone la implementación de la solución individual de saneamiento se encuentra al Norte de la ciudad de Buenos Aires, en el barrio El Cocal. El drenaje natural de esta zona se da en dirección Norte, contraria hacia donde drena la red principal. Tomando en cuenta que es una zona de poco desarrollo habitacional y con características semirurales y que la implantación de una estación de bombeo más encarecería los costos de inversión y de operación y mantenimiento del proyecto, se ha optado por implementar la solución de tratamientos individuales. Esta zona se ha considerado para la primera etapa de construcción del proyecto, con la finalidad de tener una conectividad del 100% para las viviendas que requieren de este tipo de alternativa.

A continuación, se presenta la cantidad de viviendas a ser beneficiadas con solución individual de saneamiento para el año 2022 y los caudales de aporte de la zona:

Tabla 21: Cantidad de viviendas a ser beneficiadas con S.T.I. – año 2022, Etapa I - Alternativa No.3

Características	Sistema Individual No.1 El Cocal
Caudal De Diseño (l/s)	2.46
Área tributaria (ha)	4.86
Habitantes atendidos por EBAR 2022	431
Viviendas atendidas 2022	100

Las Soluciones Individuales de Saneamiento, estarán constituidas por depósitos biodigestores prefabricados, dotados de un filtro anaeróbico en su parte central, con un volumen estimado preliminarmente de 1,300 litros, seguido de un pozo de infiltración. La figura siguiente, muestra un esquema de la solución individual de saneamiento propuesto.

**Figura 12: Solución individual de saneamiento Propuestos**

7.4 Diseño de la Alternativa de Sistemas de Tratamiento

7.4.1 Consideraciones Generales

El predimensionamiento de las alternativas propuestas será desarrollado bajo las siguientes consideraciones:

- Las características de las aguas residuales a procesar estarán determinadas en base a los datos obtenidos en la PTAR más cercana (PTAR de Rivas) y el consenso alcanzado con ENACAL-PISASH sobre las cargas máximas a considerar.
- La selección de trenes de tratamiento debe garantizar los parámetros de salida exigidos por la normativa del Decreto 21-2017 y, además, se debe minimizar el uso de energía para el funcionamiento de la PTAR.
- Considerar dos etapas de inversión. Una primera fase para el año horizonte 2032 y una segunda fase 2 al año horizonte 2042.
- Inclusión de obras de pretratamiento para la retirada de los residuos sólidos gruesos, sólidos finos y arenas.

- Se desestima la cloración como método de desinfección final, por la posible afectación a la fauna y flora del cuerpo receptor. En su lugar, se priorizará la incorporación de luz ultravioleta, o lagunas de maduración con mamparas separadoras, mediante las cuales se consigue mejorar notablemente el rendimiento en la eliminación de patógenos, asegurando un efluente de calidad acorde a lo establecido en el Decreto 21-2017.
- El planteamiento de alternativas ha de tener en cuenta el tratamiento independizado de las aguas residuales generadas en San Jorge y de las aguas residuales generadas en Buenos Aires. También ha de contemplarse la posibilidad del tratamiento conjunto de las aguas residuales generadas en las ciudades indicadas, en una única instalación. Con esta última opción se genera la ocupación de un único predio, se genera un único punto de vertido y se unifican costos de operación/control en una única instalación.

7.4.2 Datos de partida

7.4.2.1 Características del agua a tratar y cargas de diseño

En vista que las ciudades de San Jorge y Buenos Aires no disponen actualmente de un sistema de alcantarillado sanitario, para precisar las características del agua a tratar se ha decidido adoptar los datos de calidad de las aguas crudas influentes a las PTAR de la ciudad de Rivas, por ser la población urbana más próxima a San Jorge y Buenos Aires.

Al respecto, la información suministrada por ENACAL-PISASH, corresponde a los datos por año, correspondientes a registros de los años 2014, 2016 y 2017; de esta forma, la caracterización esperable para el agua residual de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires se considerará semejante a la del agua cruda que llega a la PTAR de Rivas, por su proximidad. Se muestran a continuación los registros históricos suministrados:

Tabla 22 Características de agua residual de PTAR Rivas

Parámetro	Unidad	REGISTROS PTAR RIVAS					
		2014	2014	2016	2016	2017	2017
Potencial de Hidrógeno	pH	6.5	7.23	6.86	7.46	-	-
Sólidos suspendidos	mg/l	316.00	230.00	355.00	404.00	563.00	362.00
Sólidos sedimentables	mg/l	3.48	2.00	2.88	4.38	5.50	4.00
DBO	mg/l	382.00	345.00	418.00	327.00	404.00	376.00
DQO	mg/l	764.86	571.86	858.26	929.86	845.07	848.45
Nitrógeno total	mg/l	26.93	20.18	64.01	41.29	81.42	81.05
Fósforo Total	mg/l	20.96	13.98	7.78	7.31	7.47	8.76
Grasas y aceites	mg/l	65.00	46.00	81.00	86.00	84.00	89.00
Coliformes fecales	NMP/100ml	-	-	-	-	-	-

El agua residual que llega a la PTAR de Rivas se puede clasificar, según la publicación

Metcalf&Eddy, como agua de tipo 'Fuerte' en lo referente a DBO y DQO, mientras que se clasifica como un agua de tipo 'Media' para Sólidos Suspendidos. Se muestra la clasificación de la mencionada publicación:

Tabla 23 Caracterizaciones típicas de aguas residuales. Metcalf&Eddy

Literatura Metcalf & Eddy				
Parámetro	Unidad	Débil	Media	Fuerte
Potencial de Hidrógeno	pH	-	-	-
Sólidos suspendidos	mg/l	350	720	1200
Sólidos sedimentables	mg/l	5	10	20
DBO	mg/l	110	220	400
DQO	mg/l	250	500	1000
Nitrógeno total	mg/l	20	40	85
Fósforo Total	mg/l	4	8	15
Grasas y aceites	mg/l	50	100	150
Coliformes fecales	NMP/100ml	$10^6 - 10^7$	$10^7 - 10^8$	$10^7 - 10^9$

Con el objetivo de establecer un diseño del lado de la seguridad, durante la fase de Conceptualización de Alternativas de AS se propusieron como valores de diseño para las PTAR los correspondientes a los valores más elevados de los registros históricos disponibles de la PTAR de Rivas. Para el valor del fósforo se adopta el valor medio de los registros históricos, puesto que el valor máximo se presenta como un dato puntual, que queda muy por encima del resto de valores registrados en el resto de años. Para el valor de coliformes totales, puesto que no se dispone de registros históricos, se toma en cuenta lo indicado en la publicación Metcalf&Eddy.

Tabla 24 Selección parámetros contaminantes de diseño

Parámetro	Unidad	REGISTROS PTAR RIVAS						Valor promedio	Valor max	Valor adoptado
		2014	2014	2016	2016	2017	2017			
Potencial de Hidrógeno	pH	6.5	7.23	6.86	7.46	-	-	7.01	7.46	7.46
Sólidos suspendidos	mg/l	316.00	230.00	355.00	404.00	563.00	362.00	371.67	563.00	563.00
Sólidos sedimentables	mg/l	3.48	2.00	2.88	4.38	5.50	4.00	3.71	5.50	5.50
DBO	mg/l	382.00	345.00	418.00	327.00	404.00	376.00	375.33	418.00	418.00
DQO	mg/l	764.86	571.86	858.26	929.86	845.07	848.45	803.06	929.86	929.86
Nitrógeno total	mg/l	26.93	20.18	64.01	41.29	81.42	81.05	52.48	81.42	81.42
Fósforo Total	mg/l	20.96	13.98	7.78	7.31	7.47	8.76	11.04	20.96	11.04
Grasas y aceites	mg/l	65.00	46.00	81.00	86.00	84.00	89.00	75.17	89.00	89.00
Coliformes fecales	NMP/100ml	-	-	-	-	-	-	-	-	1*10 ⁸

Los valores de diseño así propuestos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 25 Parámetros contaminantes de diseño de la PTAR

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

Posteriormente, para fines de actualización de la información disponible, a requerimientos de ENACAL - PISASH, Vielca Ingenieros - decon international realizó recientemente (Septiembre/20), el análisis de muestras de aguas residuales influentes a las PTAR de Rivas, cuyos resultados se muestran en la Tabla.

Tabla 26: Analíticas de agua residual de PTAR Rivas (septiembre 2020)

Parámetro	Unidad	Analíticas Vielca Ingenieros - decon international (2020)	Valor de diseño seleccionado	Cumple/ No cumple
Potencial de Hidrógeno	pH	7.2	7.46	OK
Sólidos suspendidos	mg/l	96.00	563.00	OK
Sólidos sedimentables	mg/l	0.30	5.50	OK
DBO	mg/l	289.80	418.00	OK
DQO	mg/l	463.68	929.86	OK
Nitrógeno total	mg/l	34.52	81.42	OK
Fósforo Total	mg/l	4.39	11.04	OK
Grasas y aceites	mg/l	25.40	89.00	OK
Coliformes fecales	NMP/100ml	3.50E+07	1.00E+08	OK

Al contrastar los resultados de las analíticas recientemente realizadas versus los datos de los registros históricos de la PTAR ya analizados, se aprecia que tales analíticas son inferiores a los valores seleccionados, por lo que se consideran apropiados los valores de diseño seleccionados y que serán los utilizados para el dimensionamiento de los sistemas de tratamiento a proponer.

7.4.2.2 Caudales y Modulación de la PTAR

Los caudales de tratamiento (medio y máximo) se han obtenido a partir de la proyección de población realizada para el estudio de la red de recolección de aguas residuales. En las Tablas siguientes, se muestran los caudales proyectados:

Tabla 27 Caudales Tratamiento PTAR por fases, según proyección de población

Ciudad	Caudal medio Fase 1 (2032) l/s	Caudal medio Fase 2 (2042) l/s
San Jorge	14.63	18.46
Buenos Aires	8.09	10.20
Caudal Total (l/s)	22.72	28.66
Caudal Total (m ³ /d)	1,963.01	2,476.22

Tabla 28 Caudal medio de dimensionamiento PTAR por fases

Caudal de dimensionamiento	Fase 1 (2032)	Ampliación Fase 2 (2042)	Fase 2 (2042)
Caudal medio San Jorge (l/s)	14.63	3.83	18.46
Caudal medio Buenos Aires (l/s)	8.09	2.11	10.20
Caudal medio San Jorge y Buenos Aires (l/s)	22.72	5.94	28.66

Se indica, a continuación, la propuesta de modulación más adecuada:

Tabla 29 Modulación de PTAR San Jorge y Buenos Aires por fases: cuatro módulos

Módulo	Caudal Fase 1 (l/s)	Caudal Fase 2 (l/s)	Caudal Fase 1 y Fase 2 (l/s)
Módulo 1	7.57		7.57
Módulo 2	7.57		7.57
Módulo 3	7.57		7.57
Módulo 4		7.57	7.57
Caudal medio total según modulación seleccionada (l/s)	22.72	7.57	30.29
Caudal medio total según proyección de población (l/s)	22.72	5.94	28.66

A la vista de lo indicado en las tablas anteriores, y con el objetivo de conseguir unos repartos equitativos de caudales entre módulos, así como de simplificar el funcionamiento y control de la PTAR, se considera como solución idónea para la modulación de la PTAR la siguiente:

- Fase 1: 3 módulos.
- Fase 2: 1 modulo adicional (4 módulos para el total de la PTAR: Fase 1+Fase 2)
- Todos los módulos tratarán el mismo caudal.

Esta modulación se aproxima a los caudales establecidos para cada fase del proyecto, atendiendo a la proyección de crecimiento de población, sin complicar la operatividad de la planta.

Por tanto, los caudales a tener en cuenta para el dimensionamiento de la PTAR son:

- PTAR San Jorge y Buenos Aires: un caudal medio total de 30.29 l/s, dividida en 4 módulos idénticos, cada uno de 7.57 l/s.

En esta alternativa se contempla que 100 viviendas depuren sus aguas residuales a través de soluciones individuales de saneamiento. Si asignamos una media de 4.3 personas por vivienda, resulta un total de 430 personas. Estas personas suponen el 2.0 % respecto a la población total correspondiente al año 2042 (20,891 habitantes en San Jorge y Buenos

Aires). Por criterios de diseño basados en la seguridad, la PTAR se dimensiona para el 100% de la población del 2042, en San Jorge y Buenos Aires.

7.4.2.3 Normativa a cumplir por el efluente de la PTAR

El efluente tratado en la PTAR cumplirá con el Decreto 21-2017, esto es:

Tabla 30 Parámetros contaminantes de efluente depurado

PARÁMETRO	RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PROMEDIO DIARIO
pH	6-9
Sólidos suspendidos totales	100 mg/l
Sólidos sedimentables	1
Aceites y grasas totales	20 mg/l
DBO ₅	110 mg/l
DQO	220 mg/l
Nitrógeno total	45 mg/l
Fósforo total	15 mg/l
Coliformes fecales	1,000 NMP/100 ml

7.4.3 Alternativa de Tratamiento para las Aguas Residuales de Ambas Ciudades.

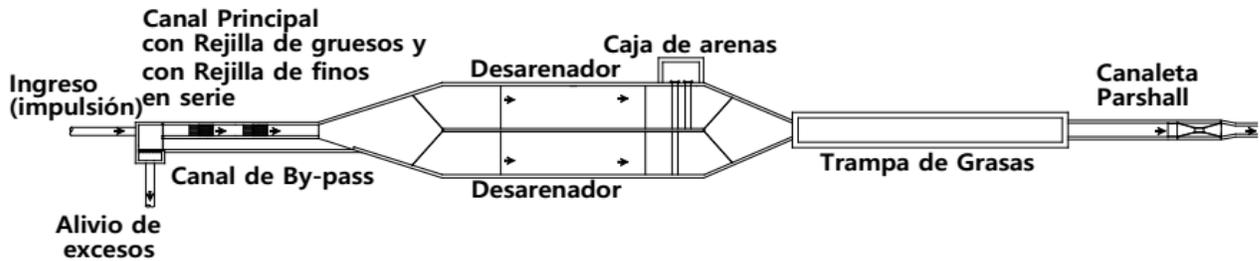
7.4.3.1 Pretratamiento PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires

El pretratamiento propuesto será común para las tres alternativas (PTAR conjunta) que se plantean y constará de los siguientes elementos:

- Caja de entrada y derivación de caudales de excedencia.
- Cribado mediante reja de gruesos (luz de paso 25mm).
- Cribado mediante reja de finos (luz de paso 12mm), a continuación de la reja de gruesos.
- Canal sin rejillas para by-passear el canal con rejillas.
- Desarenador horizontal doble en paralelo.
- Trampa de grasas. Se ubica a continuación del desarenador para minimizar la deposición de sólidos en su fondo. La Trampa de Grasas, que se diseña a caudal máximo, tendrá cierto efecto como Depósito de Ecuilibración, atenuando las variaciones en las cargas contaminantes.
- Medida de caudal en Canaleta Parshall.

Se presenta a continuación el esquema de flujo del pretratamiento:

Figura 13: Esquema de flujo del pretratamiento PTAR conjunta



7.4.3.2 Predimensionamiento del pretratamiento

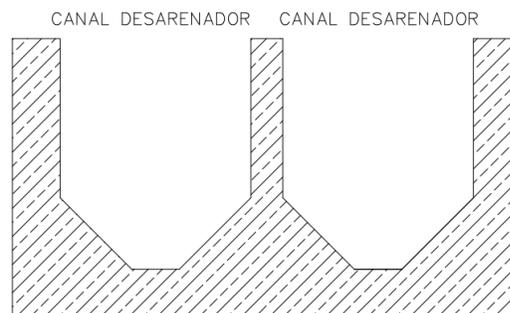
El pretratamiento dispondrá de aliviadero de caudales de excedencia. El agua bruta podrá acceder al canal principal de cribado, o bien acceder al canal de bypass. Ambos canales presentan un ancho de 0.5m, y una altura de muro de 1m. Se dispondrá una reja de limpieza manual, de luz de paso 25mm (*), e inclinación de 60° con la horizontal. Seguidamente, en el mismo canal, se dispondrá una rejilla de finos, de luz de paso 12mm (**), e inclinación de 60° con la horizontal.

(*) Valores frecuentes rejas de gruesos: luz de paso 20-60mm, con espesores de barra de 12-25 mm. Fuente: Cedex.

(**) Valores frecuentes rejas de finos: luz de paso 6-12 mm, con espesores de barra de 6-12 mm. Fuente: Cedex.

A continuación, se disponen dos canales desarenadores de tipo horizontal, dimensionados para funcionar correctamente a caudal medio y a caudal máximo. Las dimensiones de cada canal desarenador son: 6 m de longitud, 1.2 m de ancho, altura de la zona de sedimentación 0.45m, y altura hasta la coronación de muro de 1.45m. La pendiente longitudinal de cada canal se establece en un 2%, para favorecer el flujo de la arena hacia la parte baja, y de ahí proceder a su evacuación a través de una caja de lodos, dotada de la valvulería necesaria. La sección transversal de cada desarenado.

Figura 14: Esquema de sección transversal de canales desarenadores



A continuación de los canales desarenadores se sitúa la trampa de grasas. Presenta las

siguientes dimensiones: longitud de 5.2m, ancho 3.43m, profundidad útil 3m.

La medida de caudal se realiza mediante canaleta Parshall, de ancho de garganta 0.152m. En la siguiente tabla se muestran las dimensiones resultantes de dicho predimensionamiento.

Tabla 31: Resumen dimensiones pretratamiento PTAR conjunta San Jorge y Buenos Aires

Pretratamiento		
CONCEPTO	UNIDADES	VALORES
Canal de Entrada y desbaste		
N° de unidades	c/u	1.00
Ancho del Canal	m	0.50
Pendiente	mm/m	1.0000
Longitud	m	4.00
Alto de Canal	m	1.00
Rejas de Desbaste Gruesos		
Ancho de Canal	m	0.50
Pendiente	m/m	1.0000
Alto de Canal	m	1.00
Angulo de Inclinación Rejas (Φ) con la Hz	grados	60.00
Luz de paso	mm	25.00
Diámetro de Barras	mm	12.70
Reja de Desbaste Finos		
Ancho de Canal	m	0.50
Pendiente	m/m	1.0000
Alto de Canal	m	1.00
Angulo de Inclinación Rejas (Φ) con la Hz	grados	60.00
Luz de paso	mm	12.00
Diámetro de Barras	mm	8.00
Desarenadores		
N° de unidades	c/u	2.00
Longitud	m	6.00
Pendiente longitudinal	%	2.00
Ancho	m	1.20
Altura zona de sedimentación	m	0.45
Inclinación sección trapezoidal	grados	45.00
Altura hasta coronación	m	1.45
Volumen Disponible para deposición arena	m ³	4.05
Trampa de Grasas		
N° de unidades	c/u	1.00
Longitud	m	5.20
Ancho	m	3.43
Profundidad Útil	m	3.00
Profundidad Total	m	3.30
Canal Parshall		
Ancho de Garganta	m	0.152

Pretratamiento		
CONCEPTO	UNIDADES	VALORES
Longitud Pared Convergente (A)	m	0.621
Ancho de Sección Entrada (D)	m	0.403
Ancho de Sección de Salida (C)	m	0.394
AREA REQUERIDA POR PROCESOS	m²	34.25

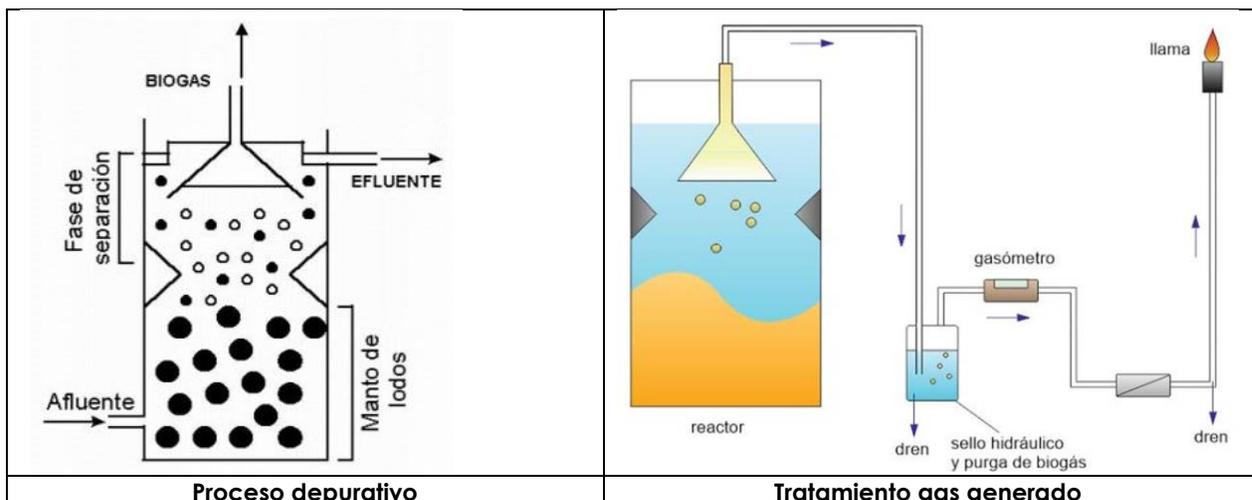
7.4.4 Alternativa B. PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: pretratamiento + reactores UASB + lagunas de maduración; lechos de secado

Esta alternativa consta de: Pretratamiento + Reactores UASB + Lagunas de maduración. El reactor UASB es altamente eficiente en remoción de DBO, DQO y SS, mientras que la laguna de maduración es necesaria para garantizar que el efluente cumpla con la normativa vigente en remoción de bacterias coliformes exigidas en el Decreto 21 – 2017.

Reactor UASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket). Los UASB son reactores de flujo ascendente con un manto de lodos en suspensión. En estos reactores, el agua ingresa por el fondo mediante boquillas uniformemente distribuidas en el fondo del reactor. El agua, en su trayectoria ascendente, pasa a través del manto de lodos en suspensión, antes de alcanzar el vertedero de salida. Estos reactores incluyen una estructura para la sedimentación y retorno de lodos al espacio de digestión inferior. Si bien el funcionamiento de un reactor UASB, es parecido a las fosas sépticas y Tanques Imhoff, su eficiencia es más alta y sus tiempos de retención hidráulicos menores.

A continuación, se presenta un esquema del funcionamiento básico de estos reactores:

Figura 15: Esquema funcionamiento reactor UASB



Los reactores UASB, como todo sistema anaeróbico, pueden presentar problemas de olores en algunos momentos, y su efluente requiere tratamiento adicional para adecuar las aguas del efluente antes de descargarlas al cuerpo receptor. Por su desempeño, se requiere acompañar al UASB de un tratamiento secundario, que en esta alternativa se propone una laguna de Maduración.

Lagunas de Maduración. Son lagunas de estabilización para tratar efluentes secundarios o aguas residuales previamente tratadas por algún sistema, en donde se produce una reducción adicional de bacterias. Los términos "lagunas de pulimento" o "lagunas de acabado" tienen el mismo significado.

En general, una laguna de maduración tiene una profundidad de 0.9 a 1.5 m. El tiempo de retención depende de la eficiencia de remoción de patógenos deseada, usando a los Coliformes fecales como indicadores. En este caso, se adopta un tiempo de retención mínimo de 12 días, dado que la concentración de coliformes adoptada para el diseño es de $1 \cdot 10^8$ NMP/100 ml. Se adopta una profundidad útil de las lagunas de 1.1m

En la alternativa B, para que la línea de agua disponga de la energía requerida para vencer las etapas del proceso, se requiere la disposición de un bombeo de elevación a reactores UASB, con el siguiente consume energético diario:

Tabla 32: Consumo energético requerido en Alternativa B

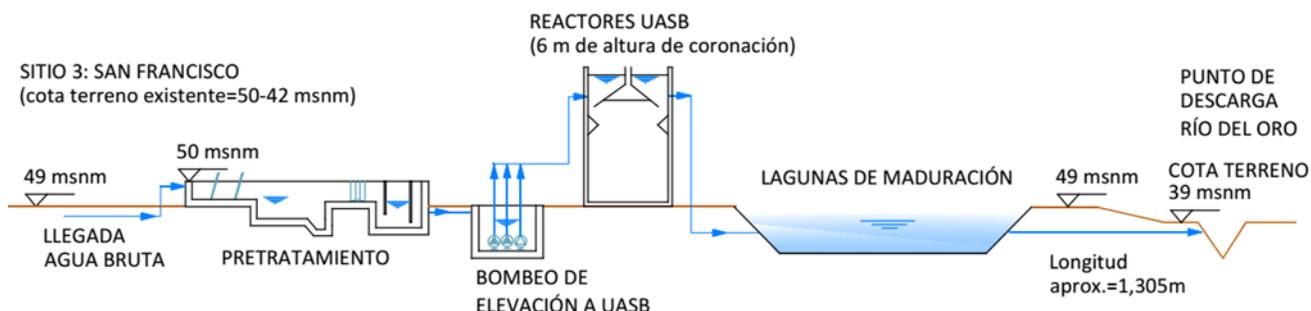
Equipos electromecánicos para el funcionamiento de la línea de agua en alternativa B	Sitio 3: San Francisco
Bombeo de elevación a reactores UASB (*)	
Potencia total	5.36 kW
Tiempo de funcionamiento	24 h/día
Consumo energético requerido en alternativa B. Fase 2	128.64 kW/día
Consumo energético requerido en alternativa B. Fase 1 (**)	96.48 kW/día

(*) Los cálculos realizados para determinar la potencia del bombeo se presentan en el 'Anejo de Cálculos del Sistema de Tratamiento'. Se ha calculado la potencia requerida para el funcionamiento de la línea de agua para el caudal correspondiente a la fase 2. La estimación del consumo energético contempla el funcionamiento a caudal medio horario durante 24 h/día.

(**) La potencia correspondiente a la fase 1 se obtiene por proporcionalidad a partir del valor determinado para la fase 2, puesto que se han dispuesto 4 módulos de tratamiento para la fase 2, y 3 módulos de tratamiento para la fase 1.

Se presentan a continuación los correspondientes esquemas de configuración en altimetría según los sitios propuestos:

Figura 16: Esquema de configuración en altimetría en alternativa de tratamiento B. Sitio 3 San Francisco



7.4.4.1 Predimensionamiento

En la Alternativa B, el tratamiento primario propuesto será realizado a través de **reactores UASB**. Se proponen 4 módulos con 1 reactor por módulo. Las dimensiones de cada reactor son 12 x 7 m y altura hasta coronación 6.4 m. Será necesario un bombeo de elevación hasta la caja de reparto de reactores. El pozo de bombeo será de tipo húmedo, de dimensiones en planta 2x3m y altura de coronación 2m. Para establecer estas dimensiones de este pozo se ha tenido en cuenta: que la capacidad efectiva del pozo evite períodos de retención mayores de 10 minutos para la descarga media de diseño y de 30 minutos para la descarga mínima. Se dispondrá un único pozo de bombeo, que se dimensiona para la fase 2, y se construirá en fase 1.

En el interior del pozo se dispondrán 2+1R bombas de caudal unitario y altura manométrica m.c.a, para el siguiente funcionamiento: 1 bomba a caudal medio y 2 bombas a caudal máximo. Dispondrán de variador de frecuencia para ajustarse al máximo al rango de caudales.

El reparto a cada uno de estos reactores se realiza mediante vertedero en una pequeña arqueta diseñada para tal fin, y con aislamiento de cada reactor mediante compuerta. La entrada al reactor se realiza mediante canal de PRFV apoyado sobre el muro perimetral del reactor, dotado de vertedero Thompson y con tres compartimentos para conectar con las tres estructuras circulares de reparto asociadas (en PRFV), desde donde parten las mangueras flexibles ancladas al fondo; de este modo se genera una cuadrícula de reparto uniforme en toda la superficie en planta del reactor.

La salida del efluente en cada reactor se realiza a través de tres canaletas de PRFV, con vertedero Thompson. Las conducciones de salida desde cada canaleta se conectan a una conducción general.

Por otro lado, cada reactor cuenta con dos puntos de toma para la purga de fangos, a altura 0.5 y 1.5m desde el fondo, respectivamente, con válvula de compuerta DN200. También dispone de tres (3) puntos para el muestreo de fangos a diferentes alturas, espaciados en altura 0.5m entre sí, y empezando a 0.3m desde el fondo. En cada una de estas tuberías de muestreo se instalará una válvula de bola de 2".

Para recolectar el gas generado en cada reactor se disponen cuatro (4) campanas recolectoras de PRFV; cada campana cuenta con su correspondiente conducción para captación de gas, de acero inoxidable DN75, con aislamiento mediante válvula. Todas las tomas de captación de gas se unen en una conducción general, de acero inoxidable, dotada esta última de manómetro. El gas recolectado se dirige hacia la antorcha para su quemado.

A continuación de los reactores, se sitúan las **lagunas de maduración**. Se diseñan 4 lagunas de maduración de calado (=altura útil=altura del espejo de agua) 1.1m, 0.7m de resguardo a coronación, altura total 1.7m, y talud interior 2.5H: 1V. El volumen útil de cada laguna se ha calculado teniendo en cuenta un tiempo de retención superior a 12 días.

El fondo y taludes de las lagunas se impermeabilizarán mediante lámina plástica de polietileno de 1.5 mm de espesor sobre lámina geotextil de 200 g/m². El anclaje del sistema de impermeabilización en la cresta del talud se realizará bajo las cunetas perimetrales de drenaje de pluviales, que se proyectan de concreto y bordean a cada laguna.

Para favorecer el flujo en pistón y conseguir maximizar el rendimiento del sistema en cuanto a eliminación de patógenos, también se disponen en cada laguna una serie de mamparas de separación para generar canales interiores. Cada laguna cuenta con unas dimensiones en planta (dimensiones del fondo) de 160x50m.

La deshidratación de fangos se realizará mediante **lechos de secado**. Los fangos purgados de los reactores UASB se dirigen por gravedad hacia los lechos de secado, contruidos en concreto estructural. Se proyectan cuatro (4) módulos de secado, con 2 compartimentos cada uno de ellos, de superficie unitaria de cada compartimento 108 m² (9x12m en planta); sobre estos módulos se ubica una capa de material drenante (40 cm de grava sobre 20 cm de arena) sobre la que se vierte el fango en capas de 20-30 cm. El lixiviado generado será conducido hacia un pozo de bombeo equipado con 1+1R bombas sumergibles, para impulsar dicho lixiviado hasta la arqueta de reparto a reactores.

Dada la climatología de la zona, se proyecta cubrición de los lechos mediante estructura metálica soporte con cubierta de chapa simple.

En la fase 1 se construirán tres módulos (con 6 compartimentos en total) y en la fase 2 el módulo restante (con 2 compartimentos).

Tabla 33 Resumen dimensiones elementos

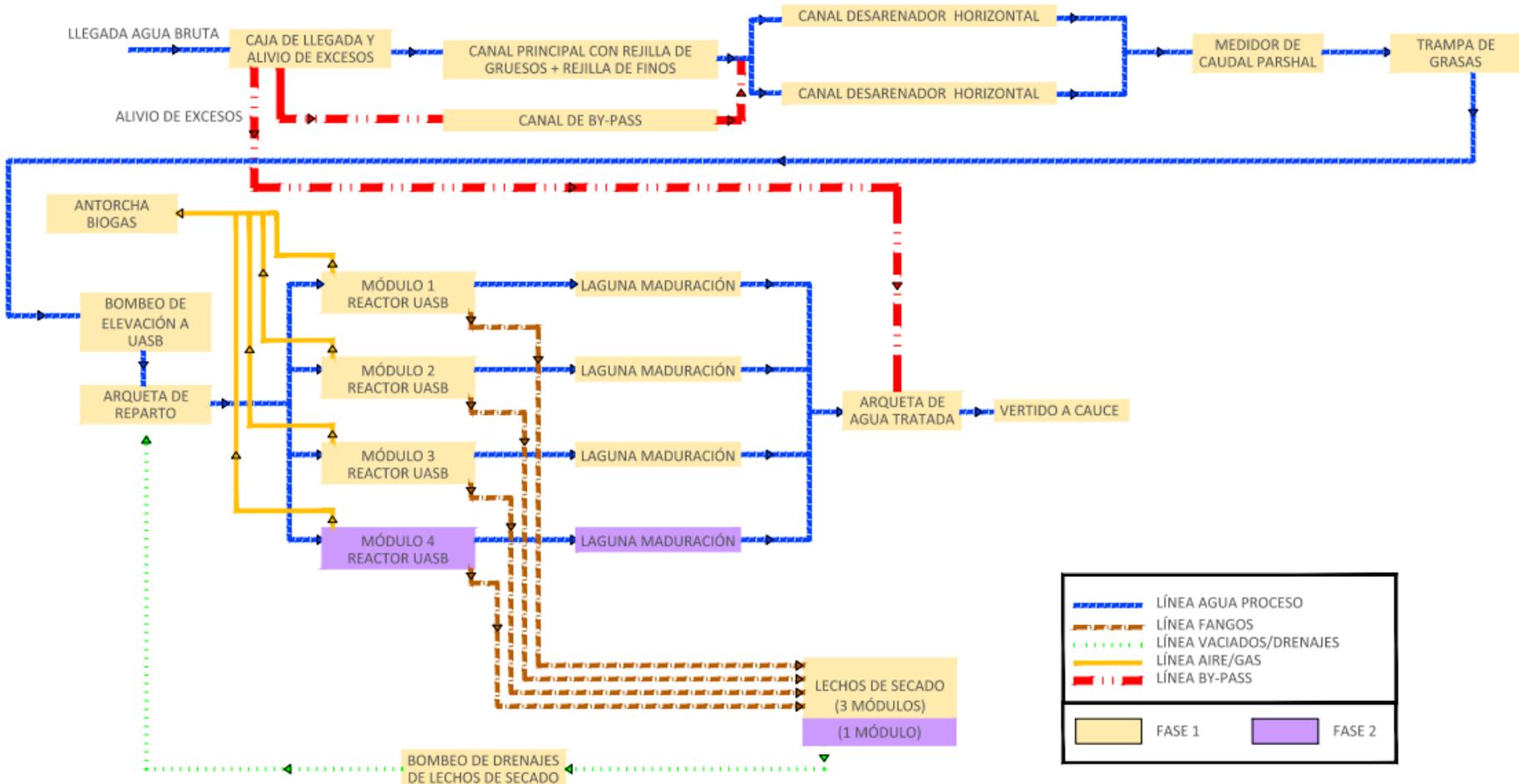
Alternativa B de Tratamiento: Pretratamiento+UASB + Lagunas de Maduración. Lechos de secado		
CONCEPTO	UNIDADES	VALORES
Pretratamiento		
Área Total	m ²	34.25
Pozo de bombeo de elevación a UASB		

Alternativa B de Tratamiento: Pretratamiento+UASB + Lagunas de Maduración. Lechos de secado		
CONCEPTO	UNIDADES	VALORES
Nº de unidades	c/u	1.00
Área	m ²	6.00
Ancho del pozo	m	2.00
Largo del pozo	m	3.00
Alto útil (lámina de agua)	m	1.50
Alto total (hasta coronación)	m	2.00
Nº de bombas	c/u	2+1R
Reactores UASB		
Nº de unidades	c/u	4
Área por reactor	m ²	84.00
Volumen Útil por Reactor	m ³	504.00
Profundidad total (con resguardo)	m	6.00
Longitud por reactor	m	12.00
Ancho por reactor	m	7.00
Reactores por Módulo	c/u	1.00
Número de Campanas por reactor	c/u	4.00
Longitud de Campanas	m	7.00
Altura de Campanas	m	1.32
Lagunas de Maduración con Mamparas		
Nº de unidades	c/u	4
Área Total (en cabeza de talud)	m ²	39,884.00
Dimensiones unitarias		
Profundidad total (con resguardo)	m	1.80
Profundidad útil (lámina de agua)	m	1.10
Longitud fonda	m	160.00
Ancho fondo	m	50.00
Número de Carriles	c/u	3.00
Ancho de Carriles	m	53.33
Longitud de Mamparas	m	106.67
Altura de Mamparas	m	1.40
Pendiente de Taludes	h:v	2.5:1
Lechos de Secado		
Área Total	m ²	864.00
Longitud de c/Lecho	m	12.00
Ancho de c/Lecho	m	9.00
Número de Lechos	c/u	8.00
AREA REQUERIDA POR PROCESOS	m²	41,124.25
AREA AUXILIAR: VIALES, EDIFICIOS, TALUDES	m²	33,984.27
AREA REQUERIDA ALTERNATIVA B	m²	75,108.52

7.4.4.2 Diagrama de bloques de la alternativa B

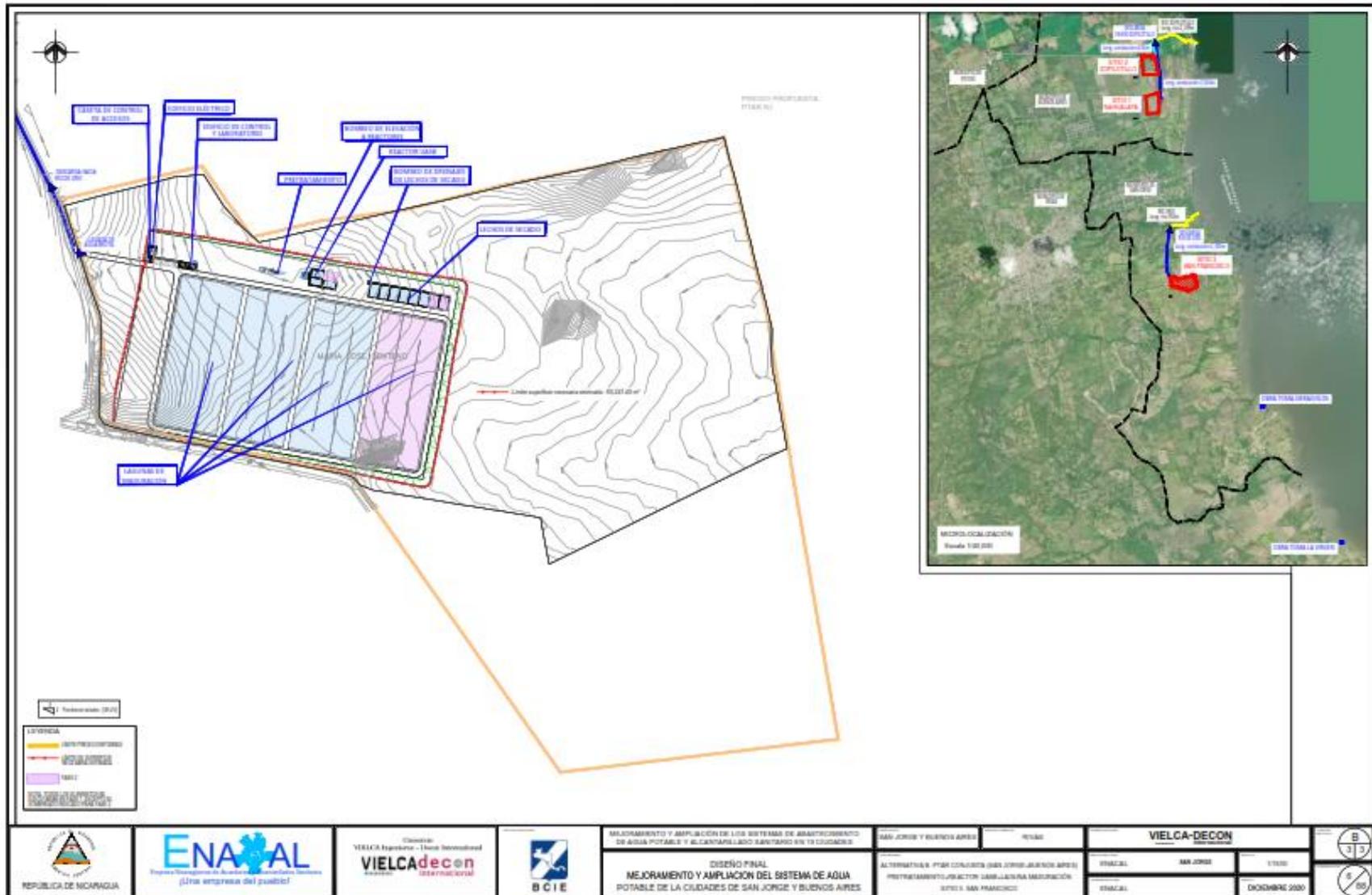
A continuación, se presenta el diagrama de bloques para esta alternativa

Figura 17: Diagrama de bloques de la alternativa a desarrollar



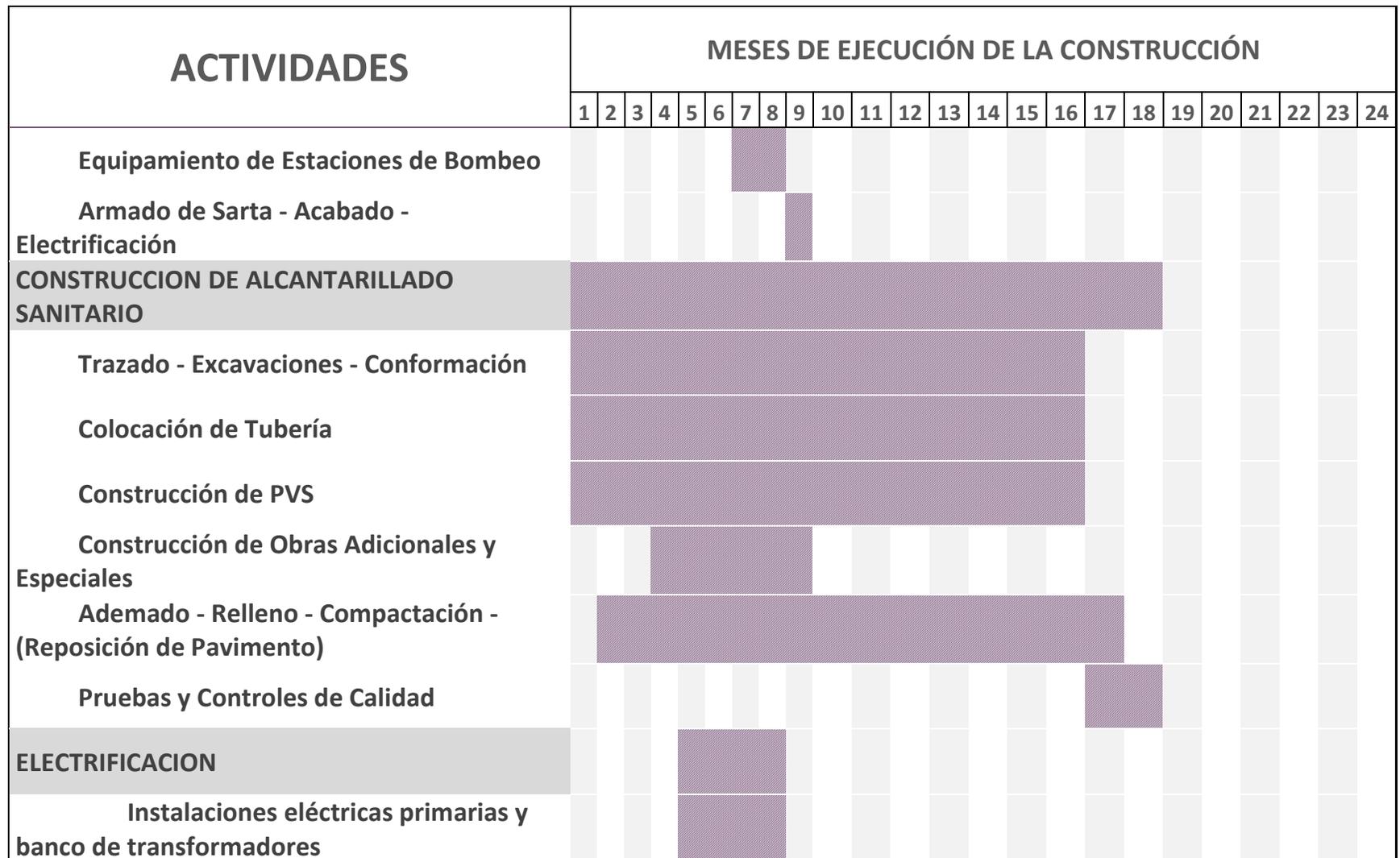
7.4.4.3 Planos de implantación alternativa B

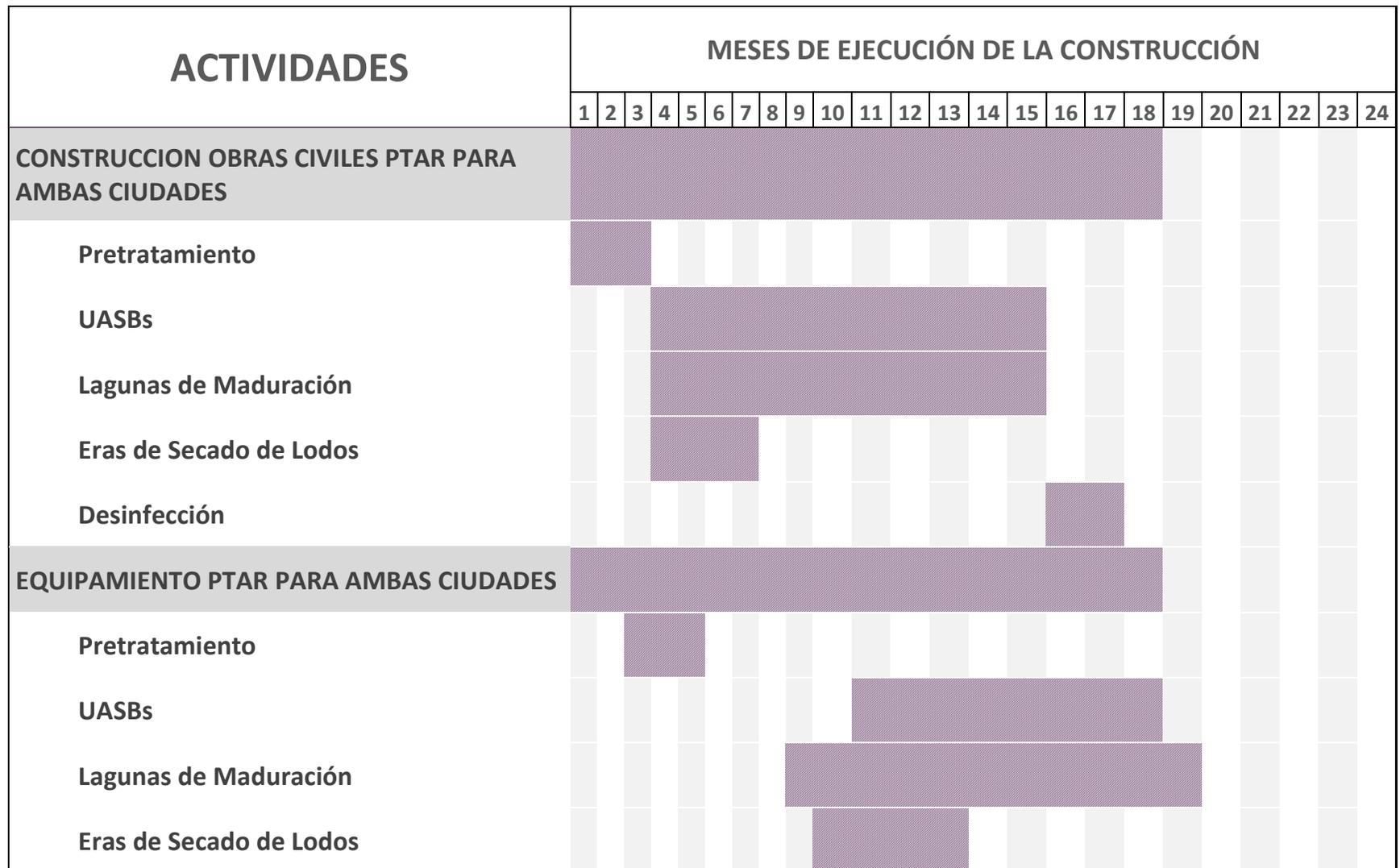
Se presenta la implantación de esta alternativa de tipo de tratamiento en los diferentes sitios propuestos, atendiendo a las alternativas de la red de recolección planteadas.



8 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES	■																									
ACTIVIDADES PRELIMINARES	■																									
Geotecnia	■																									
Verificación y Valoración de Puntos de Conexión Red Actual	■																									
Actividades Sociales - Talleres - Integración de Lideres	■																									
ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES				■																						
Preparación, Conformación y Acondicionamiento del Terreno				■																						
Corte - Conformación - Compactación				■																						
Formaleteado - Fundido - Fraguado de Concreto					■																					





ACTIVIDADES	MESES DE EJECUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Desinfección																								
ELECTRIFICACION																								
Instalaciones eléctricas primarias y banco de transformadores																								

9 COSTOS Y MATERIALES A UTILIZAR

El costo total de construcción de las obras del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en las ciudades de Buenos Aires y San Jorge, asciende a la suma **US\$ 35,530,606.89**, según resumen mostrado en la tabla siguiente:

Tabla 34: Resumen de Costos de Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario SJ - BA (US\$)

Ítem	Concepto de Obras	Costos de Inversión		
		Red de Recolección + PTAR		
		Etapa I	Etapa II	Total
1	Red de Alcantarillado	\$ 14,602,742.39	\$ 1,023,453.01	\$ 15,626,195.40
1.1	Excavación, Relleno y Compactación	\$ 8,951,892.37	\$ 331,169.30	\$ 9,283,061.67
1.2	Suministro e Instalación de Tubería	\$ 833,257.21	\$ 75,757.30	\$ 909,014.51
1.3	Suministro e Instalación de Válvulas	\$ 7,175.75	\$ 4,895.47	\$ 12,071.22
1.4	Pozos de Visitas	\$ 3,288,706.78	\$ 453,714.43	\$ 3,742,421.21
1.5	Conexiones Domiciliares	\$ 734,554.33	\$ 82,321.51	\$ 816,875.84
1.6	Remoción y Restauración de Superficie	\$ 787,155.96	\$ 75,595.00	\$ 862,750.96
2	Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales	\$ 2,398,097.83	\$ 570,988.26	\$ 2,969,086.09
2.1	Obra Civil	\$ 32,569.34	\$ 126,802.99	\$ 159,372.33
2.2	Instalaciones Hidráulicas	\$ 1,364,538.33		\$ 1,364,538.33
2.3	Instalación eléctrica, primaria y banco de transformadores	\$ 126,852.95	\$ 93,661.88	\$ 220,514.83
2.4	Suministro e instalación de equipos de bombeo	\$ 616,000.00	\$ 246,400.00	\$ 862,400.00
2.5	Obras conexas	\$ 258,137.21	\$ 104,123.39	\$ 362,260.60
3	Tren de Tratamiento de Aguas Residuales	\$ 7,287,615.37	\$ 463,076.20	\$ 7,750,691.57
3.1	Pretratamiento	\$ 163,628.59		\$ 163,628.59
3.2	Reactor UASB	\$ 835,692.28	\$ 339,411.37	\$ 1,175,103.65
3.3	Laguna de maduración	\$ 4,119,368.69	\$ 96,549.20	\$ 4,215,917.89
3.4	Lecho de secado de lodos	\$ 525,044.77	\$ 27,115.63	\$ 552,160.40
3.5	Instalaciones Eléctricas	\$ 169,145.87		\$ 169,145.87
3.6	Obras Conexas	\$ 1,336,679.07		\$ 1,336,679.07
Costo Directo US\$		\$ 24,288,455.59	\$ 2,057,517.47	\$ 26,345,973.06
Costo Indirecto US\$		\$ 4,226,761.79	\$ 753,845.03	\$ 4,980,606.82
SUBTOTAL (DIRECTO + INDIRECTO) US\$		\$ 28,515,217.38	\$ 2,811,362.49	\$ 31,326,579.87
Administración US\$		\$ 1,996,065.22	\$ 196,795.37	\$ 2,192,860.59

SUBTOTAL (DIRECTO + INDIRECTO + ADMINISTRACIÓN) US\$	\$ 30,511,282.60	\$ 3,008,157.87	\$ 33,519,440.47
Utilidad US\$	\$ 1,830,676.96	\$ 180,489.47	\$ 2,011,166.43
Precio Total de Venta US\$	\$ 32,341,959.55	\$ 3,188,647.34	\$ 35,530,606.89

El presupuesto detallado del Proyecto se presenta en el **Anexo 5**,

Por su parte, los costos de construcción por etapa de inversión, se presentan en las tablas 29 y 30, a continuación;

Costo de la Etapa I:

El costo de construcción de las obras de la Etapa II de inversión, asciende a **US\$ 32,341,959.55** según detalle mostrado en la Tabla 29

Tabla 35: Costos Etapa I del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SJ – BA (US\$)

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US\$	Total US\$
1		RED DE ALCANTARILLADO				14,602,742.39
1.1		Excavación, relleno y compactación: (Incluye remoción de capa vegetal, nivelación, excavación, relleno de acuerdo a la norma ASTM 2487, compactación al 95% Próctor Estándar (AASHTO-99), protección de todas las excavaciones, transporte, desalojo del material sobrante, explotación, entibado donde sea necesario y acarreo.				
1.1.1		Excavaciones Generales: replanteo de línea, con topografía, excavación manual o mecánica de la zanja de acuerdo con los rangos especificados, protección de las excavaciones, de acuerdo a las especificaciones y entibado donde sea necesario				
1.1.2	200163	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 0.00 a 1.50m	m ³	16,888.29	5.04	85,135.54

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.1.3	200164	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 1.51 a 2.00m	m³	12,368.31	6.01	74,347.14
1.1.4	200165	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 2.01 a 2.50m	m³	6,282.63	6.88	43,213.16
1.1.5	200166	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 2.51 a 3.50m	m³	8,220.65	7.49	61,542.27
1.1.6	200167	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 3.51 a 4.50m	m³	8,518.00	18.11	154,274.65
1.1.7	200168	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 4.51 a 5.50m	m³	6,512.53	31.93	207,940.53
1.1.8	200169	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 5.51 a 6.50m	m³	7,382.56	43.10	318,209.11
1.1.9	200170	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 6.51 a 7.50m	m³	6,578.61	48.27	317,565.76
1.1.10	200171	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 7.51 a 8.50m	m³	4,334.08	54.59	236,576.87
1.1.11	200601	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 8.51 a 9.50m	m³	9,311.09	62.60	582,880.47
1.1.12		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 9.51 a 10.50m	m³	5,839.98	87.34	510,068.77
1.1.13		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 10.51 a 11.50m	m³	4,910.22	122.96	603,758.76
1.1.14		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 11.51 a 12.50m	m³	5,658.56	177.49	1,004,317.55
1.1.15		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 12.51 a 13.50m	m³	9,218.25	191.85	1,768,548.31
1.1.16		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 13.51 a 14.50m	m³	5,354.71	207.12	1,109,074.18

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.1.17		Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 15.51 a 16.50m	m³	455.28	242.01	110,183.87
1.2		Excavación Adicional o Clasificada				
1.2.1	200159	Excavación en cascajo	m³	7,070.02	7.21	51,009.52
1.2.2	200157	Excavación en cantera	m³	9,426.70	13.36	125,982.18
1.2.3	201769	Excavación en roca	m³	11,783.37	50.76	598,164.13
1.3		Material de Relleno: mano de obra, acarreo de material, materiales, equipos y ensayos para los rellenos y compactación de acuerdo a la distribución de materiales mostrados en los planos, desalojo de material sobrante.				
1.3.1	200227	Relleno y compactación con material del sitio	m³	100,515.06	5.80	582,545.07
1.3.2	200362	Relleno compactación con material selecto	m³	13,125.46	21.41	280,987.16
1.3.3	200224	Relleno y compactación con material granular	m³	10,129.02	12.40	125,567.39
1.4		Suministro e Instalación de Tubería (El costo unitario debe incluir suministro e instalación de tubería en los diámetros y materiales indicados, excavación, relleno, topografía, cama de arena, desalojo de material sobrante y pruebas hidrostáticas o de exfiltración. Apegadas a las especificaciones técnicas, planos y normas de ENACAL y las instrucciones de EL INGENIERO.)				
1.4.1		TUBERIA DE IMPULSION				
1.4.1.1	200331	Tubería PVC SDR 41 de 100mm (4"), (Suministro e Instalación)	m	2,288.80	5.64	12,915.45
1.4.1.2	200333	Tubería PVC SDR 41 de 200mm (8"), (Suministro e Instalación)	m	245.60	16.20	3,979.32
1.4.1.3	200334	Tubería PVC SDR 41 de 250mm (10"), (Suministro e Instalación)		1,531.10	23.93	36,644.03

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.4.2		Suministro e instalación de Válvula de Aire. (con su caja)				
1.4.2.1		Suministro e instalación de válvula de aire y vacío triple función, diámetro 50mm (2")	c/u	13.00	414.20	5,384.55
1.4.2.2		Suministro e instalación de válvula de aire y vacío triple función, diámetro 100mm (4")	c/u	1.00	815.91	815.91
1.4.2.3		Suministro e instalación de válvula de aire y vacío triple función, diámetro 150mm (6")	c/u	1.00	975.29	975.29
1.4.5		COLECTORES PRINCIPALES				
1.4.5.1	200471	Tubería PVC F-949 de 150mm (6"), (Suministro e Instalación)	m	45,532.46	13.59	618,783.85
1.4.5.2	200473	Tubería PVC F-949 de 200mm (8"), (Suministro e Instalación)	m	2,767.32	16.98	46,988.29
1.4.5.3	200468	Tubería PVC F-949 de 250mm (10"), (Suministro e Instalación)	m	1,519.17	23.48	35,677.37
1.4.5.4	200474	Tubería PVC F-949 de 300mm (12"), (Suministro e Instalación)	m	820.92	24.71	20,280.93
1.4.5.5	200319	Tubería PVC F-949 de 375mm (15"), (Suministro e Instalación)	m	1,455.83	39.83	57,987.97
1.4.6		Construcción de Terminales de Limpieza				
1.5		POZOS DE VISITAS (trazado, excavación, construcción del PVS conforme planos constructivos, pruebas de estanqueidad, tapa de polietileno, relleno y desalojo de material sobrante)				
1.5.1		Construcción de Pozos de Visita Sencillo				
1.5.1.1	201779	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	c/u	207.00	2,002.00	414,414.00

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.5.1.2	201780	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51m a 2.50m	c/u	226.00	2,651.99	599,349.74
1.5.1.3	202034	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51m a 3.50m	c/u	86.00	3,471.89	298,582.20
1.5.2		Construcción de Pozos de Visita con Doble Pared				
1.5.2.1	202035	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	c/u	62.00	4,856.35	301,093.45
1.5.2.2	202036	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	c/u	33.00	5,265.11	173,748.50
1.5.2.3	202037	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	c/u	32.00	5,776.06	184,833.79

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.5.2.4	202038	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 6.51 a 7.50m	c/u	26.00	6,287.02	163,462.44
1.5.2.5	202039	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 7.51 a 8.50m	c/u	16.00	9,922.20	158,755.17
1.5.2.6	202040	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 8.51 a 9.50m	c/u	23.00	10,318.57	237,327.16
1.5.2.7		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 9.51 a 10.50m	c/u	11.00	10,992.76	120,920.40
1.5.2.8		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 10.51 a 11.50m	c/u	6.00	12,032.21	72,193.23
1.5.2.9		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de	c/u	12.00	13,176.07	158,112.78

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 11.51 a 12.50m				
1.5.2.10		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 12.51 a 13.50m	c/u	14.00	14,848.35	207,876.93
1.5.2.11		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 13.51 a 14.50m	c/u	9.00	16,081.57	144,734.14
1.5.2.12		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 14.51 a 15.50m	c/u	2.00	17,339.99	34,679.98
1.5.2.13		Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 15.51 a 16.50m		1.00	18,622.86	18,622.86
1.6		CONEXIONES DOMICILIARES (excavación, instalación de acometida sanitaria, accesorios, relleno, compactación, caja de registro domiciliar, desalojo de material sobrante, etc.) conforme				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		detalles constructivos y especificaciones técnicas.				
1.6.1	201762	Conexión domiciliar corta AS (longitud menor a 3.5 m), con caja de registro de mampostería de ladrillo cuarterón, dimensiones hidráulicas 0.50m x 0.50m	c/u	1,455.00	207.50	301,906.16
1.6.2	201763	Conexión domiciliar larga AS (longitud mayor a 3.50m y menor a 7.50m), con caja de registro de mampostería de ladrillo cuarterón, dimensiones hidráulicas 0.50m x 0.50m	c/u	1,454.00	238.50	346,784.15
1.6.3	200366	Tubería domiciliar adicional PVC SDR-41, DN 100mm (4"), suministro e instalación	m	15,997.50	5.37	85,864.02
1.7		REMOCION Y RESTAURACION DE SUPERFICIE (Rotura y reposición de carpeta de rodamiento y otros: Mano de obra, materiales y equipo necesarios para el retiro de material de relleno, conformación y compactación del fondo de excavación, reposición de base y subbase, carpeta asfáltica, adoquines según será el caso de acuerdo a las condiciones encontradas en el sitio)				
1.7.1	200234	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m ²	7,280.48	29.84	217,218.18
1.7.2	200239	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento de adoquín	m ²	27,743.30	11.61	322,066.44
1.7.3	202066	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	8,798.63	8.68	76,401.10
1.7.4	202067	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m ²	8,798.63	19.49	171,470.24

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2		ESTACION DE BOMBEO		5.00		2,398,097.83
2.1		OBRA CIVIL				
2.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	m ³	646.06	16.17	10,448.12
2.1.2	200286	Concreto de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundido, curado)	c/u	88.04	210.67	18,546.47
2.1.3	200381	Acero de refuerzo grado 60, (suministro e instalación)	kg	2,580.00	1.39	3,574.74
2.2		INSTALACIONES HIDRAULICAS				
2.2.1	202052	Suministro e Instalación de Equipos de bombeo con bombas y motores sumergibles para aguas residuales de 5 HP, CTD= 30 pie; Q = 13.82 l/s =219.00 GPM (incluye conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante)	c/u	2.00	10,312.21	20,624.43
2.2.2	202047	Suministro e Instalación de Equipos de bombeo con bombas y motores sumergibles para aguas residuales de 7.5 HP, CTD= 100 pie; Q = 6.84 l/s =108.47 GPM (incluye conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante)	c/u	2.00	12,793.81	25,587.63
2.2.3	202426	Equipo de bombeo con bomba y motor sumergible para aguas residuales, 20 HP, CTD = 18.36 m, Q total= 74.2 l/s (con conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante). Suministro e instalación	c/u	4.00	36,323.92	145,295.69

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2.2.4	202425	Equipo de bombeo con bomba y motor sumergible para aguas residuales, 10 HP, CTD = 13.81 m, Q total= 44.29 l/s (con conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante). Suministro e instalación	c/u	3.00	21,753.21	65,259.64
2.2.5	202196	Sarta de conexión de bombas, HFD DN 100mm (accesorios de conexión, bloques de reacción, pedestales, etc.), todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	2.00	5,125.30	10,250.59
2.2.6	202242	Sarta de conexión de bombas, HFD DN 75mm (accesorios de conexión, bloques de reacción, pedestales, etc.), todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	1.00	1,987.81	1,987.81
2.2.7	201132	Sarta de conexión de bomba, HFD DN 250mm (10"), (accesorios, bloques de reacción y pedestales), suministro e instalación	c/u	2.00	18,192.50	36,385.00
2.2.8	200371	Contenedor móvil de 1.10 m³ de acero, conforme planos y E.T. (suministro e instalación)	c/u	8.00	48,193.20	385,545.60
2.2.9	202555	Pasamuros de hierro dúctil de DN 100mm, con brida loca en dos extremos y placa de estanqueidad (suministro e instalación)	c/u	2.00	120.67	241.33
2.2.10	202556	Pasamuros de hierro dúctil de DN 150mm, con brida loca en dos extremos y placa de estanqueidad (suministro e instalación)	c/u	2.00	199.57	399.15
2.2.11	202602	Pasamuros de hierro dúctil de DN 200 mm, con brida loca en dos extremos y placa de estanqueidad (suministro e instalación)	c/u	2.00	223.28	446.56

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2.2.12	201234	Cesta de tamizado retráctil de acero inoxidable, tubería de entrada DN 200mm, dimensiones: largo= 0.43m, ancho = 0.23m, altura = 0.96m, abertura de rejilla de la canasta de 20mm, abertura de rejilla provisional 20mm, riel guía y accesorios (suministro e instalación)	c/u	5.00	44,834.33	672,514.89
2.3		INSTALACIONES ELECTRICAS, PRIMARIAS Y BANCO DE TRANSFORMADORES				
2.3.1	200873	lzar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones	c/u	28.00	2,564.89	71,816.98
2.3.2	201410	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 3/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	m	2,273.00	6.49	14,751.77
2.3.3	202947	Transformador monofásico 37,5kva 14.4/24.9kv 240/480v con sus protecciones	c/u	6.00	3,520.00	21,120.00
2.3.4	202327	Acometida aérea con cable cuádruplex 1/0 neutro ACSR y herrajes secundarios	m	35.00	20.02	700.70
2.3.5		Acometida de la mufa hacia interruptor termomagnético 3x150 Amperios (incluir termomagnético), cable 1/0 THHN AWG 600V + 2 tubo EMT 2 1/2".	m			
2.3.6	200859	Acometida soterrada del transfer switch al generador, cable 3N° 2 +1N° 2 +1N°4 THHN AWG 600V, tubo PVC 1 1/2X20' SCH 40 parte soterrada, excavación, protección mecánica de canalización, relleno y compactación	m	55.00	49.50	2,722.50
2.3.7	202116	Acometida soterrada del panel principal a cada uno de los motores, cable 3 N°4/0 + 1 N° 4/0 + 1 N° 4/0 THHN AWG 600V,	m	135.00	116.60	15,741.00

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		tubo PVC 3" SCH 40, excavación, protección mecánica de la canalización, relleno y compactación				
2.4		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO				
2.4.1	202118	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	5.00	4,950.00	24,750.00
2.4.2	200970	Planta emergencia (generador) 125Kw/147Kva trifásico con su transfer switch automático, plataforma de concreto	c/u	5.00	39,160.00	195,800.00
2.4.3	202835	Transferencia automática para operar en sistema de tres fases 4Hilos 480V 60hZ 225A, para servicio interior. Señal para arranque y paro automático	c/u	5.00	3,410.00	17,050.00
2.4.4	202572	Gabinete metálico centro control de motores CCM 480V trifásico, con sus interruptores ajustables, 4 arrancadores del Tipo Electrónico Suave, relés, contactores, bimetálicos, paro de emergencia, pulsadores start-stop, luces piloto, y autómatas de protección	c/u	5.00	72,600.00	363,000.00
2.4.5	200964	Red de tierra, malla de 3mt x 3mts cable No 1/0, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de conducrete en los puntos de varilla a polo	c/u	5.00	3,080.00	15,400.00
2.5		OBRAS CONEXAS				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2.5.1	202285	Caseta de operador y controles eléctricos (Obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario), todo conforme planos y E. T.	m ²	80.00	542.38	216,950.80
2.5.2	200398	Concreto ciclópea proporción 60% piedra bolón y 40% concreto de 2,500 PSI	m ³	0.61	101.14	308.48
2.5.3	200409	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo material. Sobrante. Subbase, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	m ²	22.50	49.72	5,593.56
2.5.4	200206	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	5.00	1,040.73	5,203.66
2.5.5	200140	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.	m	60.00	66.81	20,041.79
2.5.6		Trámex	m ²	20.65	76.80	-
2.5.7	200214	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 2.50m	c/u	8.00	889.11	7,112.91
2.5.8	201092	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fococelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	c/u	28.00	104.50	2,926.00
3		SISTEMA DE TRATAMIENTO				7,287,615.37
3.1		Obras de tratamiento preliminar desarenador, canal de medida de caudal y caja de salida.				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		Excavación y relleno para estructuras en cualquier tipo de suelo (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales). Mejoramiento de suelo.				
3.1.1		OBRA CIVIL				
3.1.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)	m³	57.47	16.17	929.37
3.1.1.2	201938	Concreto simple para nivelación de 150 Kg/cm²		1.61	146.82	236.54
3.1.1.3	202536	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundición, aditivos, formaletas, curado, acabados)		18.79	264.62	4,973.46
3.1.1.4	200381	Acero de Refuerzo G-60		1,181.66	1.39	1,637.25
3.1.2		OBRAS HIDRÁULICAS				
3.1.2.1	201939	Contenedor de residuos normalizado abierto, construido en chapa de acero laminado A 410 b con perfiles de refuerzo y cuatro enganches de carga y volteo. Capacidad: 5m³. Totalmente colocado.	c/u	2.00	4,967.69	9,935.39
3.1.2.2		Medidor de Caudal Parshall de PRFV	c/u	1.00	3,184.86	3,184.86
3.1.2.3		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.50m, Altura del hueco: 0.10m, de acero inoxidable.	c/u	2.00	3,640.52	7,281.04
3.1.2.4		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.30m, Altura del hueco: 0.30m, de acero inoxidable.	c/u	2.00	2,693.33	5,386.66
3.1.2.5		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.20m, Altura	c/u	3.00	1,907.07	5,721.21

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		del hueco: 0.20m, de acero inoxidable.				
3.1.2.6		Rejillas de limpieza manual de 12mm	c/u	1.00	649.69	649.69
3.1.2.7		Rejillas de limpieza manual de 25mm	c/u	1.00	946.69	946.69
3.1.2.8	200369	Suministro e instalación de Equipo de Pretratamiento Mecanizado (Tamiz y Desarenador compacto, conforme planos y E.T.)	c/u	1.00	68,707.07	68,707.07
3.1.2.9	200371	Suministro de Contenedor móvil de 1.10 m³ de acero, conforme planos y E.T.	c/u	1.00	48,193.20	48,193.20
3.1.3		OBRAS CONEXAS				
3.1.3.1		Trámex	m²	25.00	76.80	5,760.32
3.1.3.2	202540	Baranda de H°G° Ø 2"; 2 tubos horizontales @0.45m; tubos verticales de h=0.9 @1.5m. Conforme planos	m	15.00	1.91	85.83
3.2		REACTORES UASB - 1 Unidad		3.00		
3.2.1		OBRA CIVIL				
3.2.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)	m3	25.20	16.17	1,222.60
3.2.1.2	200177	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	m3	231.88	15.74	10,948.11
3.2.1.3	200608	Mejoramiento de base con material selecto	m3	8.40	9.97	251.23
3.2.1.4	202536	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm²), (suministro, fundición, aditivos, formaletas, curado, acabados)	m3	73.80	264.62	58,586.88
3.2.1.5	200381	Acero de Refuerzo G-60	kg	6,125.60	1.39	25,462.16
3.2.2		OBRAS HIDRÁULICAS				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
3.2.2.1		Suministro e Instalación de Equipo de bombeo Q: 65.3 m ³ /h; CTD: 11m, conforme planos y E. T.	c/u	1.00	38,981.57	116,944.72
3.2.2.2		Suministro e instalación de Polipasto de L: 6.5m, carga máxima de 250kg	c/u	1.00	4,604.38	13,813.15
3.2.2.3		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.20m, Altura del hueco: 0.20m, de acero inoxidable.	c/u	2.00	46,692.73	280,156.40
3.2.2.4		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.30m, Altura del hueco: 0.30m, de acero inoxidable.	c/u	2.00	2,693.33	16,159.98
3.2.2.5		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.40m, Altura del hueco: 0.10m, de acero inoxidable.	c/u	4.00	1,791.80	21,501.61
3.2.2.6	202277	Quemador de Biogás, conexiones hidráulicas, todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	1.00	40,825.10	122,475.31
3.2.2.7		Tubo flexible de PVC de 1"	ml	385.60	18.00	20,820.04
3.2.2.8		Campana superior Colectora de gases de Lámina de Fibra de vidrio, 6.95 x 2.20 m, espesor= 5.5mm, fijado con angulares L64x64x6.4	c/u	8.00	3,183.34	76,400.16
3.2.2.9		Campana inferior Colectora de gases de Lámina de Fibra de vidrio, 6.95 x 1.30 m, espesor= 5.5mm, fijado con angulares L64x64x6.4	c/u	8.00	2,325.34	55,808.16
3.2.2.10		Canal de recogida de agua de fibra de vidrio	m	15.00	16.24	730.62
3.2.2.11	200406	Suministro e instalación de Pantalla Deflectora chapa 3 mm de acero inoxidable AISI 316 de 0.50m x 0.55m, con estructura soporte.	c/u	2.00	660.00	3,960.00
3.2.3		OBRAS CONEXAS				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
3.2.3.1	202540	Baranda de H°G° Ø 2"; 2 tubos horizontales @0.45m; tubos verticales de h=0.9 @1.5m. Conforme planos	m	38.00	41.15	4,690.83
3.2.3.2		Trámex	m²	25.00	76.80	5,760.32
3.3		LAGUNA DE MADURACIÓN - 1 unidad		3.00		
3.3.1		OBRA CIVIL				
3.3.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)	m³	45,974.97	16.17	2,230,521.57
3.3.1.2	200403	Material impermeabilizante capa de arcilla con índice de plasticidad menor o igual a 30%	m³	32,722.01	13.68	1,342,990.72
3.3.1.3	201938	Concreto simple para nivelación de 150 Kg/cm²	m³	15.75	146.82	6,937.13
3.3.1.4	200381	Acero de Refuerzo ASTM A 615, G-60	kg	4,760.00	1.39	19,785.80
3.3.1.5	202536	Concreto Estructural resistencia mínima de 300 kg/cm² (incluye aditivos, formaletas y acabados), todo conforme planos y E. T.	m³	590.28	264.62	468,603.19
3.3.1.6	201182	Mamparas Muro de losetas y postes prefabricados, dimensiones de losetas 1.91m x 0.45m, de acuerdo a planos y E.T.	ml	148.33	113.55	50,530.29
3.4		LECHO DE SECADOS DE LODOS - 4 unidades		3.00		
3.4.1		OBRA CIVIL				
3.4.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material	m³	3,864.64	16.17	187,496.81

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)				
3.4.1.2	201938	Concreto simple para nivelación de 150 Kg/cm ²	m ³	1.39	146.82	613.99
3.4.1.3	202230	Mejoramiento de suelo con material selecto	m ³	10.46	24.60	771.63
3.4.1.4	200381	Acero de Refuerzo ASTM A 615, G-60	kg	33,610.90	1.39	139,709.74
3.4.1.5	202536	Concreto de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundido, curado)	m ³	34.73	210.67	21,946.71
3.4.1.6	200283	Concreto de 2,500 PSI (175 kg/m ²), (suministro, fundido, curado)	m ³	255.64	165.92	127,252.76
3.4.1.7	200410	Colchón de arena (e=0.20m) y grava (e=0.48m) graduada para fondo de lecho de secado de lodos	m ²	388.80	31.00	36,158.12
3.4.1.8	200214	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 2.50m	c/u	2.00	889.11	5,334.69
3.4.2		OBRAS CONEXAS				
3.4.2.1		Trámex	m ²	25.00	76.80	5,760.32
3.5		INSTALACIONES ELECTRICAS				
3.5.1	200873	lizar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones	c/u	28.00	2,564.89	71,816.98
3.5.2	201410	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 3/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	m	2,273.00	6.49	14,751.77
3.5.3	202327	Acometida aérea con cable cuádruplex 1/0 neutro ACSR y herrajes secundarios	m	35.00	20.02	700.70
3.5.4	201202	Banco de transformadores monofásico 15KVA 7.6/13.2KV 240/480 voltios con sus protecciones	c/u	2.00	1,595.00	3,190.00

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
3.5.5	200414	Acometida aérea del transformador monofásico al poste, tríplex N° 2 con neutro ACSR, incluye herraje para el tendido	m	25.00	4.41	110.14
3.5.6	201826	Acometida aérea del banco de transformadores 3x15kva al Panel principal, cable tríplex N° 2 neutro ACSR, con sus herrajes secundarios y empalme aéreo con conductor 3 N°4 + 1 N°4 + 1 N°4 THHN AWG 600V; canalización tubo PVC 1 1/4" x 20' SCH 40	m	55.00	13.86	762.30
3.5.7	202572	Gabinete metálico centro control de motores CCM 480V trifásico, con sus interruptores ajustables, 4 arrancadores del Tipo Electrónico Suave, relés, contactores, bimetálicos, paro de emergencia, pulsadores start-stop, luces piloto, y autómatas de protección	c/u	1.00	72,600.00	72,600.00
3.5.8	200794	Tablero de distribución, panel principal, 16 espacios, tensión de operación 120/240V, monofásico 3Hilos, barra de cobre de 125 Amperios, interruptor principal 2 x 110 Amp, interruptores para derivación de cada uno de las cargas	c/u	2.00	1,320.00	2,640.00
3.5.9	202506	Puesta a tierra en anillo cerrado, cable N° 2, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, relleno de conducrete en los puntos de varilla a polo	c/u	2.00	659.99	1,319.98
3.5.10	201092	Luminaria tipo cobra de 150w HPS 240V, fotocelda y brazo para luminarias.	c/u	12.00	104.50	1,254.00
3.6		OBRAS CONEXAS				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
3.6.1	200420	Caseta de Control de Acceso, obra civil y sistema eléctrico, todo conforme planos y E. T	m³	20.15	402.35	8,107.37
3.6.2	200421	Caseta de Administración y Laboratorio, obra civil y sistema eléctrico, todo conforme a planos y E. T	m²	69.00	361.28	24,928.28
3.6.3	202285	Caseta de operador y controles eléctricos (con su acometida, panel, sistema eléctrico, sistema sanitario)	m²	31.97	542.38	17,339.79
3.6.4	200206	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	m²	1.00	1,040.73	1,040.73
3.6.5	200140	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.	m²	994.92	66.81	66,466.60
3.6.6	200105	arborización con capa vegetal de 0.30cm de espesor y arboles de especies autóctonas 6 plantas por metro cuadrado	m	6,796.85	30.16	204,966.34
3.6.7	200409	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo material. Sobrante. Subbase, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	m²	20,390.56	49.72	1,013,829.96
Costo Directo (Dólares US \$)						24,288,455.59
Costo Indirecto US\$						\$ 4,226,761.79
Subtotal (Directo + Indirecto) US\$						\$ 28,515,217.38
Administración US\$						\$ 1,996,065.22
Subtotal (Directo + Indirecto + Administración) US\$						\$ 30,511,282.60
Utilidad US\$						\$ 1,830,676.96
Precio Total de Venta US\$						\$ 32,341,959.55

Costo de la Etapa II:

El costo de construcción de las obras correspondientes a la Etapa II de inversión, asciende a **US\$ 3,188,647.34**, según detalle mostrado en la Tabla 30

Tabla 36: Costos Etapa II del Sistema de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales SJ – BA (US\$)

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1		RED DE ALCANTARILLADO				1,023,453.01
1.1		Excavación, relleno y compactación: (Incluye remoción de capa vegetal, nivelación, excavación, relleno de acuerdo a la norma ASTM 2487, compactación al 95% Próctor Estándar (AASHTO-99), protección de todas las excavaciones, transporte, desalojo del material sobrante, explotación, entibado donde sea necesario y acarreo.				
1.1.1		<i>Excavaciones Generales: replanteo de línea, con topografía, excavación manual o mecánica de la zanja de acuerdo con los rangos especificados, protección de las excavaciones, de acuerdo a las especificaciones y entibado donde sea necesario</i>				
1.1.2	200163	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 0.00 a 1.50m	m ³	1,478.49	5.04	7,453.23
1.1.3	200164	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 1.51 a 2.00m	m ³	1,497.89	6.01	9,003.95
1.1.4	200165	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 2.01 a 2.50m	m ³	725.04	6.88	4,986.97

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.1.5	200166	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 2.51 a 3.50m	m³	1,329.20	7.49	9,950.75
1.1.6	200167	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 3.51 a 4.50m	m³	985.93	18.11	17,856.70
1.1.7	200168	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 4.51 a 5.50m	m³	505.37	31.93	16,135.95
1.1.8	200169	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 5.51 a 6.50m	m³	497.70	43.10	21,452.13
1.1.9	200170	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 6.51 a 7.50m	m³	607.63	48.27	29,331.77
1.1.10	200171	Excavación para suelo normal con equipo, en un rango de 7.51 a 8.50m	m³	1,351.97	54.59	73,797.28
1.2		Excavación Adicional o Clasificada				
1.2.1	200159	Excavación en cascajo	m³	448.96	7.21	3,239.20
1.2.2	200157	Excavación en cantera	m³	628.54	13.36	8,400.11
1.2.3	201769	Excavación en roca	m³	808.13	50.76	41,023.32
1.3		<i>Material de Relleno: mano de obra, acarreo de material, materiales, equipos y ensayos para los rellenos y compactación de acuerdo a la distribución de materiales mostrados en los planos, desalojo de material sobrante.</i>				
1.3.1	200227	Relleno y compactación con material del sitio	m³	7,806.71	5.80	45,244.57
1.3.2	200362	Relleno compactación con material selecto	m³	1,402.90	21.41	30,033.08
1.3.3	200224	Relleno y compactación con material granular	m³	1,069.65	12.40	13,260.28
1.4		Suministro e Instalación de Tubería (El costo unitario debe incluir suministro e instalación de tubería en los diámetros y materiales indicados,				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		excavación, relleno, topografía, cama de arena, desalojo de material sobrante y pruebas hidrostáticas o de exfiltración. Apegadas a las especificaciones técnicas, planos y normas de ENACAL y las instrucciones de EL INGENIERO.)				
1.4.1		TUBERIA DE IMPULSION				
1.4.1.1	200331	Tubería PVC SDR 41 de 100mm (4"), (Suministro e Instalación)	m	1,031.80	5.64	5,822.33
1.4.2		Suministro e instalación de Válvula de Aire. (con su caja)				
		Suministro e instalación de válvula de aire y vacío triple función, diámetro 100mm (4")	c/u	6.00	815.91	4,895.47
1.4.5		COLECTORES PRINCIPALES				
1.4.5.1	200471	Tubería PVC F-949 de 150mm (6"), (Suministro e Instalación)	m	5,146.08	13.59	69,934.97
1.5		POZOS DE VISITAS (trazado, excavación, construcción del PVS conforme planos constructivos, pruebas de estanqueidad, tapa de polietileno, relleno y desalojo de material sobrante)				
1.5.1		Construcción de Pozos de Visita Sencillo				
1.5.1.1	201779	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	c/u	36.00	2,002.00	72,072.00
1.5.1.2	201780	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media	c/u	34.00	2,651.99	90,167.66

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51m a 2.50m				
1.5.1.3	202034	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51m a 3.50m	c/u	20.00	3,471.89	69,437.72
1.5.2		Construcción de Pozos de Visita con Doble Pared				
1.5.2.1	202035	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	c/u	10.00	4,856.35	48,563.46
1.5.2.2	202036	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	c/u	4.00	5,265.11	21,060.42
1.5.2.3	202037	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	c/u	3.00	5,776.06	17,328.17
1.5.2.4	202038	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro	c/u	4.00	6,287.02	25,148.07

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 6.51 a 7.50m				
1.5.2.5	202039	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 7.51 a 8.50m	c/u	9.00	9,922.20	89,299.78
1.5.2.6	202040	Pozos de visita doble pared de ladrillo cuarterón trapezoidal, con repello de mortero aditivado, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 8.51 a 9.50m	c/u	2.00	10,318.57	20,637.14
1.6		CONEXIONES DOMICILIARES (excavación, instalación de acometida sanitaria, accesorios, relleno, compactación, caja de registro domiciliario, desalojo de material sobrante, etc.) conforme detalles constructivos y especificaciones técnicas.				
1.6.1	201762	Conexión domiciliar corta AS (longitud menor a 3.5 m), con caja de registro de mampostería de ladrillo cuarterón, dimensiones hidráulicas 0.50m x 0.50m	c/u	163.00	207.50	33,821.79
1.6.2	201763	Conexión domiciliar larga AS (longitud mayor a 3.50m y menor a 7.50m), con caja de registro de mampostería de ladrillo cuarterón, dimensiones hidráulicas 0.50m x 0.50m	c/u	163.00	238.50	38,876.08

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
1.6.3	200366	Tubería domiciliar adicional PVC SDR-41, DN 100mm (4"), suministro e instalación	m	1,793.00	5.37	9,623.64
1.7		REMOCION Y RESTAURACION DE SUPERFICIE (Rotura y reposición de carpeta de rodamiento y otros: Mano de obra, materiales y equipo necesarios para el retiro de material de relleno, conformación y compactación del fondo de excavación, reposición de base y subbase, carpeta asfáltica, adoquines según será el caso de acuerdo a las condiciones encontradas en el sitio)				
1.7.1	200234	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	m2	962.70	29.84	28,722.90
1.7.2	200239	Remoción y restauración de base y carpeta de rodamiento de adoquín	m2	1,644.50	11.61	19,090.67
1.7.3	202066	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m2	986.15	8.68	8,563.04
1.7.4	202067	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	m2	986.15	19.49	19,218.39
2		ESTACION DE BOMBEO		2.00		570,988.26
2.1		OBRA CIVIL				
2.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto)	m3	214.92	16.17	3,475.70
2.1.2	201272	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundición, acero de refuerzo,	c/u	18.65	485.85	9,058.59

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantida d	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		aditivos, formaletas, curado, acabados), etc.				
2.1.3	202052	Suministro e Instalación de Equipos de bombeo con bombas y motores sumergibles para aguas residuales de 5 HP, CTD= 30 pie; Q = 13.82 l/s =219.00 GPM (incluye conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante)	c/u	1.00	10,312.21	10,312.21
2.1.4	202053	Suministro e Instalación de Equipos de bombeo con bombas y motores sumergibles para aguas residuales de 3 HP, CTD= 35 pie; Q = 8.57 l/s =135.82 GPM (incluye conexión de bombas, conforme diámetro de descarga según fabricante)	c/u	1.00	10,312.21	10,312.21
2.1.5	202242	Sarta de conexión de bombas, HFD DN 75mm (accesorios de conexión, bloques de reacción, pedestales, etc.), todo conforme detalles en planos y E. T.	c/u	2.00	1,987.81	3,975.62
2.1.6	201234	Cesta de tamizado retráctil de acero inoxidable, tubería de entrada DN 200mm, dimensiones: largo= 0.43m, ancho = 0.23m, altura = 0.96m, abertura de rejilla de la canasta de 20mm, abertura de rejilla provisional 20mm, riel guía y accesorios (suministro e instalación)	c/u	2.00	44,834.33	89,668.65
2.2		INSTALACIONES ELECTRICAS, PRIMARIAS Y BANCO DE TRANSFORMADORES				

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantida d	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2,2,1	200873	lzar y aplomar poste de concreto con su estructura primaria trifásica 4H 24.9kv, incluye las mediciones		28.00	2,564.89	71,816.98
2,2,2	201410	Tendido y flechado de línea primaria trifásica 3/0 ACSR 4Hilos 24.9kv	m	910.00	6.49	5,905.90
2,2,3	202947	Transformador monofásico 37,5kva 14.4/24.9kv 240/480v con sus protecciones	c/u	2.00	3,520.00	7,040.00
2,2,4	202327	Acometida aérea con cable cuádruplex 1/0 neutro ACSR y herrajes secundarios	m	125.00	20.02	2,502.50
2,2,5		Acometida de la mufa hacia interruptor termomagnético 3x150 Amperios (incluir termomagnético), cable 1/0 THHN AWG 600V + 2 tubo EMT 2 1/2".	m			
2,2,6	200859	Acometida soterrada del transfer switch al generador, cable 3N° 2 +1N° 2 +1N°4 THHN AWG 600V, tubo PVC 1 1/2X20' SCH 40 parte soterrada, excavación, protección mecánica de canalización, relleno y compactación	m	35.00	49.50	1,732.50
2,2,7	202116	Acometida soterrada del panel principal a cada uno de los motores, cable 3 N°4/0 + 1 N° 4/0 + 1 N° 4/0 THHN AWG 600V, tubo PVC 3" SCH 40, excavación, protección mecánica de la canalización, relleno y compactación	m	40.00	116.60	4,664.00
2.3		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO				
2,3,1	202118	Tablero de distribución, panel principal, 12 espacios, Tensión de operación 480V, trifásico 4Hilos, Barra de cobre de 600 Amperios, interruptor principal	c/u	2.00	4,950.00	9,900.00

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		500 Amperios 3 polos, conteniendo tres interruptores termomagnéticos, dos interruptores termomagnéticos enchufable ajustable de 250 Amperios 3 polos, uno de 20 Amperios 2 polos				
2,3,2	200970	Planta emergencia (generador) 125Kw/147Kva trifásico con su transfer switch automático, plataforma de concreto	c/u	2.00	39,160.00	78,320.00
2,3,3	202835	Transferencia automática para operar en sistema de tres fases 4Hilos 480V 60hZ 225A, para servicio interior. Señal para arranque y paro automático	c/u	2.00	3,410.00	6,820.00
2,3,4	202572	Gabinete metálico centro control de motores CCM 480V trifásico, con sus interruptores ajustables, 4 arrancadores del Tipo Electrónico Suave, relés, contactores, bimetálicos, paro de emergencia, pulsadores start-stop, luces piloto, y autómatas de protección	c/u	2.00	72,600.00	145,200.00
2,3,5	200964	Red de tierra, malla de 3mt x 3mts cable No 1/0, Varilla polo copperweld 5/8" x 10', soldadura exotérmica, barra de cobre equipotencial, relleno de conducrete en los puntos de varilla a polo	c/u	2.00	3,080.00	6,160.00
2.4		OBRAS CONEXAS			-	-
2,4,1	202285	Caseta de operador y controles eléctricos (Obra civil, sistema eléctrico e hidrosanitario), todo conforme planos y E. T.	m2	80.00	542.38	86,780.32

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
2,4,2	200409	Área adoquinada (Incluye movimiento de tierra descapote, trazo, excavación y desalojo material. Sobrante. Subbase, base, bordillos y adoquines nuevos de acuerdo a las especificaciones)	m2	22.50	49.72	2,237.42
2,4,3	200206	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	m	2.00	1,040.73	4,162.93
2,4,4	200140	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.	m	60.00	66.81	8,016.72
2,4,5	201092	Luminaria tipo cobra de 150HPS 240V, Fococelda y brazo para luminarias (suministro e instalación)	c/u	28.00	104.50	2,926.00
3		SISTEMA DE TRATAMIENTO				463,076.20
3.1		REACTORES UASB - 1 Unidad		1.00		
3.1.1		OBRA CIVIL				
3.1.1.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)	m3	25.20	16.17	407.53
3.1.1.2	200177	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	m3	231.88	15.74	3,649.37
3.1.1.3	200608	Mejoramiento de base con material selecto	m3	8.40	9.97	83.74

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
3.1.1.4	202536	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundición, aditivos, formaletas, curado, acabados)	m3	73.80	264.62	19,528.96
3.1.1.5	200381	Acero de Refuerzo G-60	kg	6,125.60	1.39	8,487.39
3.2		OBRAS HIDRÁULICAS				
3.2.1		Suministro e Instalación de Equipo de bombeo Q: 65.3 m ³ /h; CTD: 11m, conforme planos y E. T.	c/u			
3.2.2		Suministro e instalación de Polipasto de L: 6.5m, carga máxima de 250kg	c/u			
3.2.3		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.20m, Altura del hueco: 0.20m, de acero inoxidable.	c/u			
3.2.4		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.30m, Altura del hueco: 0.30m, de acero inoxidable.	c/u			
3.2.5		Compuerta Manual Mural Ancho del hueco: 0.40m, Altura del hueco: 0.10m, de acero inoxidable.	c/u			
3.2.6		Tubo flexible de PVC de 1"	ml	1.00	38,981.57	38,981.57
3.2.7		Campana superior Colectora de gases de Lámina de Fibra de vidrio, 6.95 x 2.20 m, espesor= 5.5mm, fijado con angulares L64x64x6.4	c/u	1.00	4,604.38	4,604.38
3.2.8		Campana inferior Colectora de gases de Lámina de Fibra de vidrio, 6.95 x 1.30 m, espesor= 5.5mm, fijado con angulares L64x64x6.4	c/u	1.00	46,692.73	46,692.73
3.2.9		Canal de recogida de agua de fibra de vidrio	c/u	4.00	53,523.02	214,092.08
3.2.10	200406	Suministro e instalación de Pantalla Deflectora chapa 3 mm de acero inoxidable AISI	c/u	2.00	660.00	1,320.00

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		316 de 0.50m x 0.55m, con estructura soporte.				
3.3		OBRAS CONEXAS				
3.3.1	202540	Baranda de H°G° Ø 1 ½; 2 tubos horizontales @0.45m; tubos verticales de h=0.9 @1.0m. Conforme planos	m	38.00	41.15	1,563.61
3.3.2		Trámex				
3.4		LAGUNA DE MADURACIÓN - 1 unidad		1.00		
3.4.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de aguas subterráneas y pluviales)	m³	2,400.00	16.17	38,812.80
3.4.2	200403	Material impermeabilizante capa de arcilla con índice de plasticidad menor o igual a 30%	m³	1,200.00	13.68	16,416.97
3.4.3	201938	Concreto simple para nivelación de 150 Kg/cm²	m³	2.67	146.82	391.51
3.4.4	200381	Acero de Refuerzo ASTM A 615, G-60	kg	11,611.85	1.39	16,088.91
3.4.5	202536	Concreto Estructural resistencia mínima de 300 kg/cm² (incluye aditivos, formaletas y acabados), todo conforme planos y E. T.	m³	93.87	264.62	24,839.00
3.4.6		Mamparas de Losetas prefabricadas	m²			
3.5		LECHO DE SECADOS DE LODOS - 4 unidades		1.00		
3.5.1	200195	Movimiento de Tierra (Incluye descapote, excavación, desalojo material. Sobrante de excavación, acarreo de material selecto, relleno y compactación con material selecto) (Incluye manejo de	m³	32.40	16.17	523.97

Ítem	Código ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Directo US\$	
					Unitario US \$	Total US \$
		aguas subterráneas y pluviales)				
3.5.2	200177	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	m ³	294.13	15.74	4,629.07
3.5.3	201938	Concreto simple para nivelación de 150 Kg/cm ²	m ³	10.80	146.82	1,585.63
3.5.4	200381	Acero de Refuerzo ASTM A 615, G-60	kg	4,375.00	1.39	6,061.83
3.5.5	202536	Concreto estructural resistencia mínima de 4,000 PSI (280 kg/cm ²), (suministro, fundición, aditivos, formaletas, curado, acabados)	m ³	34.73	264.62	9,188.93
3.5.7	200410	Colchón de arena (e=0.20m) y grava (e=0.48m) graduada para fondo de lecho de secado de lodos	m ²	108.00	31.00	3,347.97
3.5.8	200214	Pozos de visita sencillos de ladrillo cuarterón trapezoidal, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 2.50m	c/u	2.00	889.11	1,778.23
Costo Directo (Dólares US \$)						2,057,517.47
Costo Indirecto US\$						\$ 753,845.03
Subtotal (Directo + Indirecto) US\$						\$ 2,811,362.49
Administración US\$						\$ 196,795.37
Subtotal (Directo + Indirecto + Administración) US\$						\$ 3,008,157.87
Utilidad US\$						\$ 180,489.47
Precio Total de Venta (Dólares US \$)						\$ 3,188,647.34

10 MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS DURANTE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

• 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 81 personas laborando en la ejecución del proyecto, entre ingenieros, personal administrativo y personal obrero, lo que equivale a un total de 6 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 124.7 m³/mes/6 letrinas, siendo un total de 1,995.84 m³ para toda la obra.

Etapa de Operación y Mantenimiento

La generación de residuos líquidos para el caso de la etapa de operación y mantenimiento será dispuesto en cada sitio, en este sentido, tendremos:

- EBAR's: Tomando en consideración que todas las EBAR's tiene como objetivo la captación de las aguas residuales de las cuencas de drenaje que no tienen un gradiente para ser colectadas en las redes principales, el manejo de las aguas residuales de la caseta de operación para cada una de estas, será enviada al cárcamo de bombeo. Estas aguas residuales serán conducidas a través de la línea de impulsión a la red de cada una de las ciudades, hasta llegar a la PTAR ubicada en la zona de San Francisco.
- PTAR: Posiblemente el componente con mas personal en las actividades de O&M,

tendrá la mayor facilidad para a disposición de sus aguas residuales, puestos que estas serán dispuesta directamente en el caudal de llegada a la PTAR.

Cada EBAR, considerando que se tengan 2 turnos diarios, en O&M, y una dotación mínima de 50 lppd¹, para un total de 100 l/día (tomando el factor de retorno del 80%), nos dará como resultado un total de 80 l/día. Este sería el caudal diario que estaría llegando a los carcamos de bombeo, producto de la O&M de los mismos. Para el caso de la PTAR, consiramos un total de **11 Personas por turno, siendo así que la cantidad de aguas residuales a generarse es de un total de 880 l/día, para un total de 321.2 m³/año.**

Tabla 37: Personal necesario para la operacion y mantenimiento de la planta de tratamieto de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Personal de planta	
Dirección y control	
Jefe de Planta	1
Analista de Laboratorio	1
Secretaria-Asistente	1
Operación y mantenimiento	
Operarios	4
Vigilante	2
Conserje	1
Jardinero	1

11 TIPO Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

11.1 Principales Residuos Generados en las Diferentes Etapas del Proyecto

11.1.1 Etapa de Construcción

A continuación, se enlistan los tipos de desechos esperados para la etapa de construcción del Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en ambas ciudades:

- Residuos sólidos domésticos, desperdicios de alientos, material de embalajes botellas, bolsas plásticas, papel.
- Residuos sólidos no peligrosos material de embalaje, bolsas de papel (cemento), madera.
- Residuos sólidos material sobrante, (tierra, arena, piedra), trozos de tuvo PVC.
- Residuos sólidos peligrosos como aceites gastados de maquinaria, trapos impregnados con aceites, embalajes de pintura y otros.

¹ 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.

En la tabla a continuación se presentan los tipos de residuos a generarse para cada componente.

Tabla 38: Tipos de desechos esperados para la construcción del Alcantarillado Sanitario en las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Descripción	Desperdicios (m ³)					
	Suelo	Material PVC	Concreto y mortero	Acero de refuerzo	Pavimentos de cualquier superficie	Residuos solidos
RED DE ALCANTARILLADO	17,359.05	173.59	-	-	5,396.92	195.95
POZOS DE VISITA	1,367.00	-	72.36	-	-	-
CARCAMOS DE BOMBEO	1,960.21	-	42.65	0.88	-	-
OBRAS CONEXAS	-	-	-	-	-	-
TOTALES	20,686.25	173.59	115.01	0.88	5,396.92	195.95

Tabla 39: Volumen de residuos sólidos esperados para la construcción de la PTAR San Jorge/Buenos Aires, para las dos fases contempladas

Descripción	Desperdicios (m ³)			
	Concreto	Tubo PVC	Madera	Acero
FASE 1	190.20	4.62	59.92	1.10
FASE 2	62.93	1.47	19.37	0.34
TOTALES	253.13	6.09	79.29	1.44

11.1.2 Etapa de Operación y Mantenimiento

- Residuos sólidos domésticos, desperdicios de alimentos, material de embalajes botellas, bolsas plásticas, papel.
- Residuos sólidos no peligrosos que entra a la PTAR como plástico, tela, vidrio, metal, hule, etc.
- Lodos y arenas producto de los procesos de tratamiento de la PTAR, los cuales serán dispuestos luego de su secado y estabilización en el botadero municipal.

Tabla 40: Cantidad de lodos esperados producto de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

Tipo	2022	Promedio Anual	2042	Promedio Anual
	(ton/d)	2022 – 2022 (ton/año)	(ton/d)	2032 – 2042 (ton/año)
Lodos	0.87	317.76	1.30	474.83

11.2 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.

11.3 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 las alcaldías de San Jorge y Buenos Aires, 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.

11.4 Disposición Final de los Residuos Sólidos

En general para la disposición de los residuos sólidos se tendrá el Botadero de la ciudad de San Jorge, siempre y cuando los residuos sean no peligrosos. Lo anterior, bajo convenio y autorización de la ENACAL con la alcaldía 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 escombros 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.

11.5 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.

Etapa de Construcción

Por las características de temporalidad de las actividades de construcción, sobre todo en AS, las medidas deben de poderse adaptar al desplazamiento de sitios y no tener un costo alto que impacte en las obras del proyecto, en este sentido se tiene las siguientes acciones:

- En la obra se deberá 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, tanto en las áreas con niveles freáticos mas someros, como en el área de la PTAR, como medida de precaución respecto a estos niveles freáticos.

Se pueden colocar equipos como los mostrados en la imagen, con sus debidos electroniveles, con lo cual las aguas pluviales al tener cierto nivel en la fosa, son bombeadas fuera de las obras. Es importante tener definidos los puntos de bombeo, como quebradas, o en caso de que se lleve a cabo sobre las calles, solocar la tubería necesaria para evitar afectaciones de circulación vehicular.

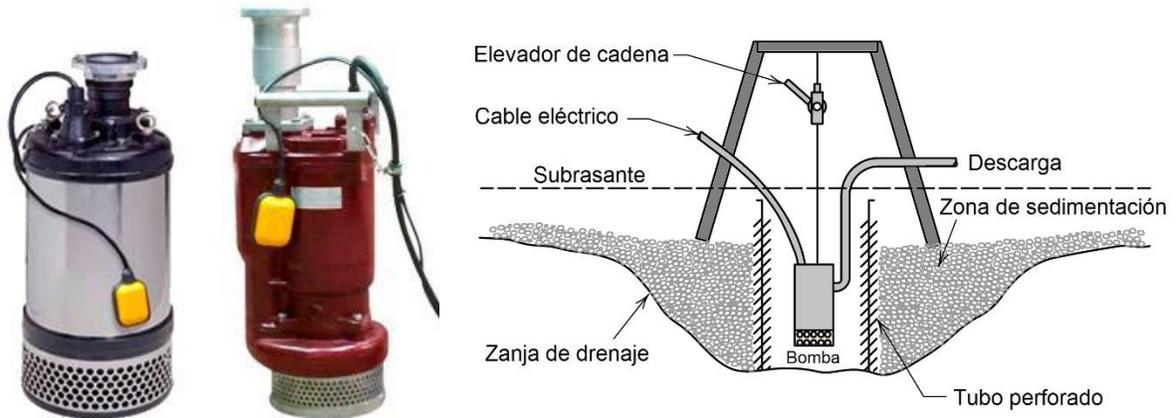


Imagen 17: Tipo de bombas a utilizar para achicar aguas pluviales en excavaciones, o aguas provenientes de niveles freáticos someros. A la derecha un esquema de montaje de equipo de bombeo.

-
- 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 zonas de circulación peatonal o vehicular, se podrá valorar la colocación de galerías filtrantas con concreto ciclópeo en la superficie, con la finalidad de drenar las aguas de la zona de trabajo. Ver imágenes a continuación.

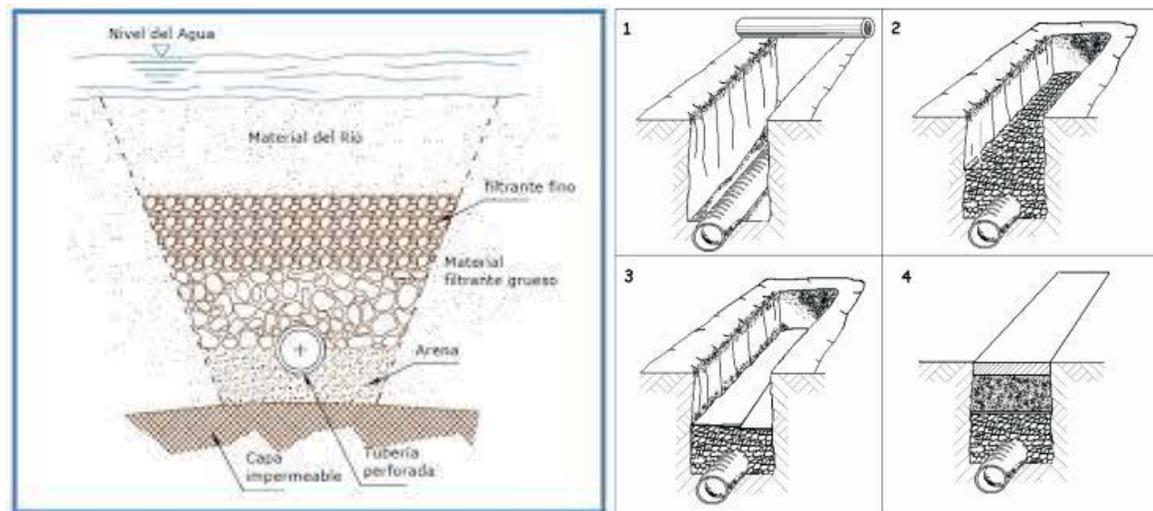


Imagen 18: Ejemplo de Zanjas de Infiltración y Conducción de Aguas Pluviales a valorar su uso en la obra

- 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.

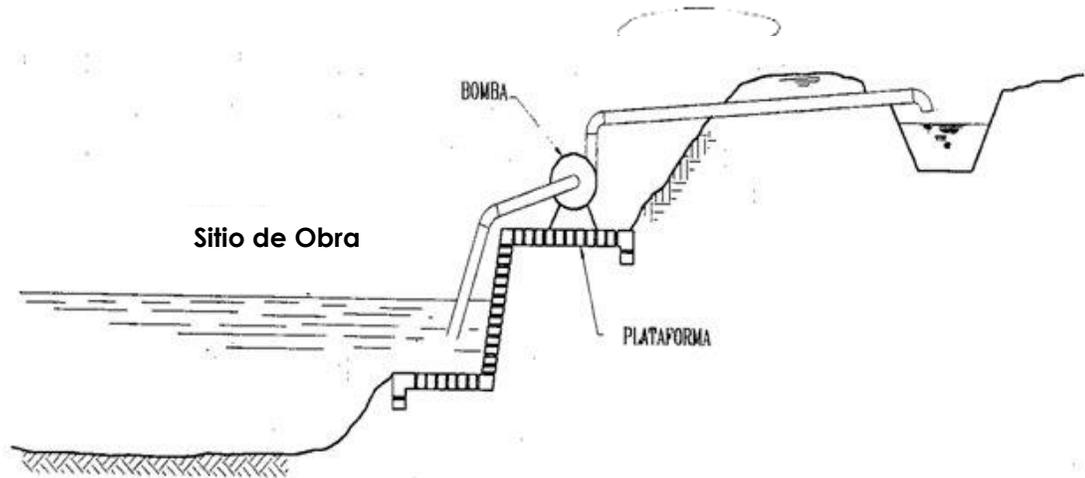


Imagen 19: Alternativa de colocación de equipo de bombeo para extracción de aguas pluviales en puntos de excavación

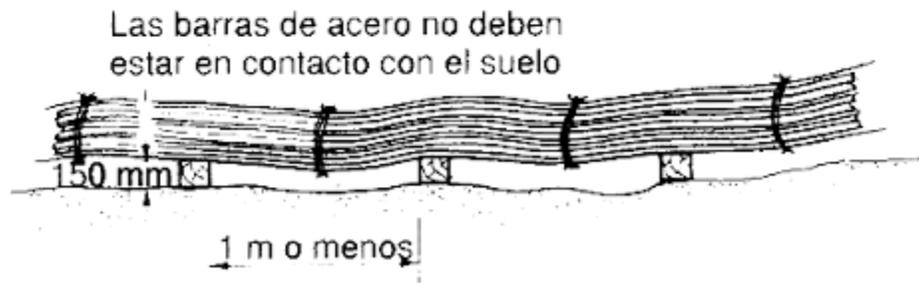


Imagen 20: Ejemplo de protección para los materiales de construcción en la obra.

- 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.



Imagen 21: Ejemplo de áreas de excavación despejadas de sitios de colocacion de material de coste, disminuyendo la erosión y movimiento de material a zonas de trabajo.

- 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.



Imagen 22: A la izquierda, el ejemplo de una zanja con aguas pluviales y material colocado riesgosamente. A la derecha, una zanja despejada de material de coste, a una distancia segura.

- 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.

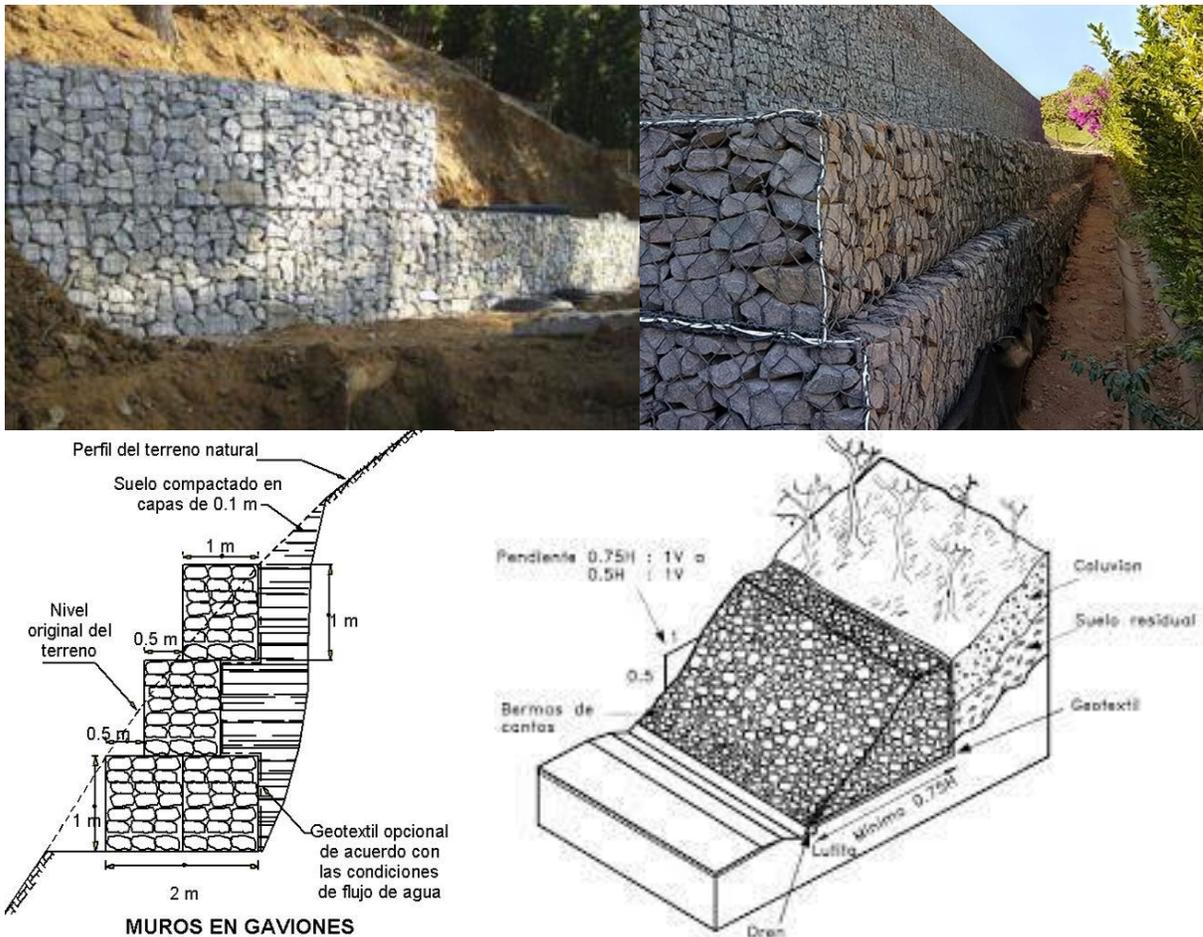
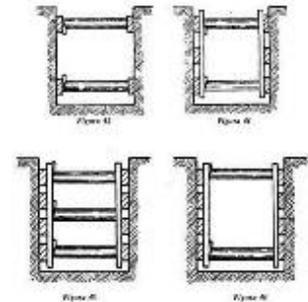


Imagen 23: Ejemplo de obras de contención con gaviones, las cuales serán usadas en caso de que se requiera, para la estabilización de taludes od disipadores de energía.

- En previsión de que parte de la escorrentía, procedente de aguas arriba de la PTAR, pueda drenarse hacia la zona norte de las instalaciones, se ha previsto la ejecución de una cuneta drenante que recoja las citadas escorrentías.
- Se prevén dos cunetas trapeziales de concreto, con pendiente del 2.5 %, que repartan equitativamente el caudal total, drenándolo hacia las vaguadas que existen al este y al oeste del predio de la PTAR.



van rellenando las zanjas, podrá usarse cualquier tipo de madera con
corte ya traqueado, ya que de otro modo sería muy difícil e

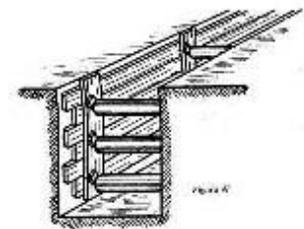


Imagen 24: Para excavaciones en zanjas que tendrán un tiempo de ejecución mayor de un día o que el tipo de suelo y profundidad lo amerite, se llevará a cabo el apuntalamiento de las paredes.

Etapa de Operación y Mantenimiento

En las obras de las EBAR's se tienen contempladas obras menores para la evacuación de las aguas pluviales, estas obras están trazadas y esquematizadas en los planos adjuntos en Anexos. Igualmente para el caso de la PTAR, se tienen contempladas obras de drenajes menores, tomando en cuenta que la misma se encuentra en una zona y altura estratégica, con lo cual el riesgo de inundaciones es muy bajo, teniendo pendientes a favor, con lo cual la zona drena muy rápidamente. Dentro de las actividades a realizar, que se encuentran descritas dentro de los manuales de Operación y Mantenimiento, tenemos:

- Limpieza de canales pluviales y obras menores, para evitar acumulación de agua en el mismo.
- Mantenimiento constante a techos y bajantes de las casetas para que drenen de forma adecuada.
- Se debe de elaborar un protocolo de seguridad, a seguir en eventos de lluvias extremas.

11.6 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 esperados 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 RP².
- 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.

² 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 41: 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 peligrosos que se generan, y que son asociados a la generación de residuos no peligrosos en un porcentaje de los mismos es de:

AS, 243.01 ton (PVC), 276.02 ton (Concreto), 6.78 ton (Acero), 12,952.61 (Asfalto) y 553.03³ ton (Otros Residuos). El total de RP a generarse en la obra es de 95.56 ton, que su mayoría son residuos de asfalto y material asfáltico removido, en caso de que no se reunilice. Esto representa un volumen estimado de 229.37 m³, en toda la obra, considerando las áreas de construcción de las EBAR's y Redes AS, 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 5 toneladas.

PTAR, 607.51 ton (PVC), 8.5 ton (Concreto), 11.09 ton (Acero), 193.47⁴ ton (Otros Residuos). El total de RP a generarse en la obra es de 3.5 ton, en este caso, la cantidad a generar no es tanta, debido a que no estamos hablando de retiro de asfalto y recubrimiento con este. El volumen estimado es de 30.5 m³, en toda la obra. 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 5 toneladas.

³ Calculado tomando como referencia el valor promedio de la densidad de todos los materiales no utilizados en los cálculos.

⁴ Calculado tomando como referencia el valor promedio de la densidad de todos los materiales no utilizados en los cálculos.

- 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 y mantenimiento se tiene prevista la generación de residuos peligrosos del tipo biológico infeccioso y residuos de hidrocarburos producto de los mantenimientos a los equipos electromecánicos. De lo anterior, se espera estar generando los siguiente volúmenes:

Residuos Biológico Infecciosos, referidos al lodo proveniente de las purgas de los UASB y Limpieza de Lagunas. Se estima un total de:

Tipo	2022 (ton/d)	Promedio Anual 2022 – 2022 (ton/año)	2042 (ton/d)	Promedio Anual 2032 – 2042 (ton/año)
Lodos	0.87	317.76	1.30	474.83

Residuos de Hidrocarburos, producto de engrase, aceitado y en general mantenimiento correctivo y preventivo a las unidades de tratamiento. La cantidad esperada es de un total de 18 kg/año, incluido material de envases de pintura, trapos impregnados con aceites, embase de aceite y grasas, entre otros.

Para el manejo, se tendrá contratación con una empresa especializada, tal cual se ha venido describiendo al inicio del presente acápite.

11.7 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 equipamiento, acero y tuberías, además de algunos 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 del alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales 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 más 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, sobre todo en las EBAR's y PTAR, siendo que tanto la fuente como la cantidad de energía deben de ser controlados para aminorar la Huella de Carbono. 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 (EBAR's y componentes en la PTAR). 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 y equipamiento tanto en las EBAR's como en la PTAR, 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.

En cuanto la cantidad de gases de efecto invernadero, no se tiene una normativa como tal que defina indicadores o establezca parámetros de generación por metro cuadrado de construcción o que sea aplicado a la construcción de sistemas sanitarios, sin embargo, intentando brindar una idea aproximada de la generación en toneladas de CO₂ a generarse, se utilizará el indicador de infraestructura variada por metro cuadrado construido el cual equivale a 441 Kg de CO₂/m². Si tomamos la media de diámetro de tubería aplicando la cantidad de metros lineales para encontrar un dato de metros cuadrados, tenemos que la cantidad de CO₂, a generarse es de 531.37 toneladas, donde estaría contemplada la generación de CO₂, desde el transporte de los materiales, hasta la excavaciones de zanjas, colocación de tuberías, compactación y restitución de carpeta de rodamiento. En cuanto a las EBAR's el cantidad de CO₂ a generarse se estimaría en 436.62 ton. Para el caso de las obras de la PTAR, tendremos 12,043.25 toneladas para la primera etapa y 4.48 toneladas para la segunda etapa aproximadamente.

Hablando sobre la calidad del aire y el ruido a generarse, a continuación hacemos una descripción al respecto para cada una de las etapas del proyecto.

- **Construcción**

Los vehículos, maquinaria y equipos utilizados en la construcción del proyecto implican la emisión de gases de combustión como el NO_x, CO, CO₂ y SO₂, ocasionando afectaciones a la calidad del aire. La construcción de las obras de alcantarillado sanitario conlleva posibles interrupciones del tráfico vehicular. Esto se espera especialmente durante la construcción del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de San Jorge, la cual a diferencia de Buenos Aires, atraviesan vías moderada a baja circulación. Lo anterior podría incrementar la emisión de gases de combustión por una mayor permanencia de vehículos.

La generación de ruido y vibraciones representa un impacto sobre el factor. La afectación se deriva de la utilización de equipos, vehículos y maquinarias, que podría manifestarse con mayor intensidad en caso que estos elementos no reciban un mantenimiento adecuado. Este impacto se evalúa como moderado, y resulta mitigable aplicando medidas ambientales correspondientes. Se espera esta afectación a lo largo del trazado del sistema de alcantarillado sanitario; además de la afectación por la generación de ruido a los trabajadores de la PTAR, y el personal que labora en el proyecto, aunque este último se encuentra suficientemente alejado de la población.

La calidad del aire también podría ser afectada por la generación de polvo y partículas suspendidas durante las actividades constructivas, especialmente durante el movimiento de tierra, transporte de materiales y excavación de zanjas para la instalación de tuberías. El transporte de materiales hacia el sitio del proyecto podría resultar en la emisión de material particulado, en el caso de que este sea realizado en camiones sin ningún elemento de protección como lona que evita la emisión de polvo y material particulado hacia la atmósfera local, que luego podría ser incorporado al aire generando nubes o cúmulos de polvo, afectando la calidad del aire local.

- **Operación, Mantenimiento, cierre o abandono**

La calidad del aire podrá potencialmente ser afectada por la generación de polvo, partículas, gases de combustión, ruido y vibraciones, durante labores de mantenimiento. Además, se considera el impacto por la generación de malos olores en la PTAS, en caso de un mantenimiento inadecuado de las unidades de tratamiento o fallas en el sistema de tratamiento. Este impacto también podría manifestarse en los sitios donde operarán las estaciones de bombeo. Un efecto similar en el caso de cierre de las obras. De igual manera, la producción de lodos y el posterior tratamiento de estos, podría generar malos olores.

Además, del gas que se genere de la PTAR para ambas ciudades, afectará la calidad del aire en caso de que el metano producido no sea combustionado.

11.8 Insumos, Equipos y Maquinaria Requerida

11.8.1 Insumos requeridos

Fuente y volumen de aprovechamiento de agua durante la construcción

Tabla 42: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de sistema de AS para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Descripción-concepto	Unidad de medida	Rendimiento	Cantidad	Tiempo (Días)	Caudal (lpd)	Volumen (m ³)
Generales						
Consumo del personal de trabajo	Personas	81.0 lpp/d	100.00	604.00	-	4,860
Agua empleada en riego (Medidas de mitigación)	m ²	2.00 l/m ² /d	600.00	550.00	-	660.00
Movimiento de tierra						
Movimiento de tierra	m ³	200.00 l/m ³	112,665.00	1.00	-	22,533.00
Superficies de rodamiento	m ²	30.00 l/m ²	41,514.73	1.00	-	1,245.44
Concreto						
Pozos de visita sanitarios	m ³	210.00 l/m ³	686.13	1.00	-	144.09
Pisos y cascotes de edificios	m ³	210.00 l/m ³	24.00	1.00	-	5.04
Cárcamos de bombeo	m ³	210.00 l/m ³	426.53	1.00	-	89.57
Paredes						
Curado en paredes y muros	m ²	15.00 l/m ²	725.00	1.00	10,875.00	10.88
Total						29,548.02

Como se puede observar en la tabla anterior, el volumen de agua requerido para la construcción de este componente del proyecto es de 29,592.49 m³.

Tabla 43: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de PTAR Fase I

Descripción-concepto	Unidad de medida	Rendimiento	Cantidad	Tiempo (Días)	Caudal (lpd)	Volumen (m³)
Generales						
Consumo del personal de trabajo	Media Personas	56.00	lpp/d	40.50	540.00	- 1,224.72
Agua empleada en riego (Medidas de mitigación)	m²	2.00	l/m²/d	4,000.00	540.00	- 4,320.00
Movimiento de tierra						
Movimiento de tierra	m³	200.00	l/m³	20,017.00	1.00	- 4,003.40
Superficies de rodamiento	m²	30.00	l/m²	11,875.00	1.00	- 356.25
Concreto						
Concreto fase 1	m³	210.00	l/m³	1,902.00	1.00	- 399.42
Total						10,303.79

En la tabla anterior, se observa el volumen total requerido para la etapa de construcción de la PTAS en su primera fase es de 10,303.79 m³.

Tabla 44: Consumo de agua potable durante la ejecución del proyecto de PTAR Fase II

Descripción-concepto	Unidad de medida	Rendimiento	Cantidad	Tiempo (Días)	Caudal (lpd)	Volumen (m³)
Generales						
Consumo del personal de trabajo	Pers onas	56.00	lpp/d	27.50	300.00	- 462.00
Agua empleada en riego (Medidas de mitigación)	m²	2.00	l/m²/d	1,800.00	300.00	- 1,080.00
Movimiento de tierra						
Movimiento de tierra	m³	200.00	l/m³	1,250.00	1.00	- 250.00
Superficies de rodamiento	m²	30.00	l/m²	-	1.00	- -
Concreto						
Concreto fase 2	m³	210.00	l/m³	629.30	1.00	- 132.15

Total	1,924.15
--------------	-----------------

En la tabla anterior, se observa el volumen total requerido para la etapa de construcción de la PTAR en su segunda fase es de 1,924.15 m³.

11.8.2 Energía eléctrica a utilizarse

Durante la construcción de las obras AS para ambas ciudades, la energía se estima que la energía eléctrica promedio a consumirse por iluminación y el uso de equipos como pulidoras, soldadura y sierras será de 415 Kwh al mes.

En el caso del trabajo en oficina, se estima un consumo de 300 Kwh al mes de consumo teniendo un equipo de medición de parte de la Distribuidora, esto se consume en proyectos de este tipo teniendo en cuenta en horas al mes de uso de los equipos.

En la construcción de la nueva PTAR en su primera fase se estima un consumo promedio al mes de 2,337 Kwh y en su segunda fase se proyecta un consumo promedio al mes de 1,525 Kwh.

11.8.3 Tipo y volúmenes de materia prima a utilizar en la construcción de las obras del sistema de Alcantarillado Sanitario en las ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Los insumos necesarios para la construcción de las obras del AS, y los volúmenes requeridos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 45: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras del sistema alcantarillado sanitario para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - FASE 1

Descripción-concepto	Unidad de medida	Cantidad
Arena	m ³	42,494.10
Cemento	Bolsas	3,311.00
Grava	m ³	215.00
Material selecto	m ³	37,700.00
Acero de refuerzo	Kg	76,332.96
Acero estructural A-36 (Techo edificaciones y cruces de tuberías)	Kg	3,500.00
Adoquines	C/U	132,700.00
Hormigón rojo (Piroclasto)	m ³	3,750.00

Tabla 46: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras del sistema alcantarillado sanitario para ambas ciudades - FASE 2

Descripción-concepto	Unidad de medida	Cantidad
Arena	m ³	346.50
Cemento	Bolsas	3,465.00
Grava	m ³	225.00
Material selecto	m ³	11,961.00
Adoquines	C/U	88,420.00
Hormigón rojo (Piroclasto)	m ³	2,490.00

Los insumos necesarios para la construcción de las obras de la PTAS en su primera fase y los volúmenes requeridos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 47: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase I

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Arena	m ³	1,176.10
Cemento	Bolsas	15,663.53
Grava	m ³	1,732.08
Material selecto	m ³	1,676.00
Acero de refuerzo	Kg	126,830.00
Acero estructural A-36 (Edificaciones y cerchas UASB)	Kg	45,250.00
Baldosas de concreto (lechos de secado)	m ²	1,120.00
Pavimento Adoquín (parqueo y viales)	m ²	11,875.00

Los insumos necesarios para la construcción de las obras de la PTAR en su segunda fase y los volúmenes requeridos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 48: Volúmenes de insumo requeridos para la construcción de las obras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase II

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Arena	m ³	402.12
Cemento	Bolsas	5,182.47
Grava	m ³	595.81
Material selecto	m ³	-
Acero de refuerzo	Kg	41,700.00
Acero estructural A-36 (Cerchas UASB)	Kg	12,080.00
Baldosas de concreto (lechos de secado)	m ²	560.00
Pavimento adoquín (parqueo y viales)	m ²	-

11.8.4 Equipos requeridos

Los equipos necesarios para la construcción del proyecto de construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario para ambas ciudades, se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 49: Equipos requeridos para la construcción de las obras del sistema de AS en ambas ciudades.

Descripción	Cantidad
Cargador frontal Grande	3
Camión cisterna	4
Bomba de succión	4
Mezcladoras	9
Camión Plataforma de 2 Toneladas	2
Bomba estacionaria	3
Compactadora	3
Camión volquete	6
Retroexcavadora	5
Camión concretero	1
Motoniveladora	2
Compactador manual	5
Grúa	1

Los equipos necesarios para la construcción del proyecto PTAR Fase I, se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 50: Equipos requeridos para la construcción de las obras de la PTAR para la ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase I

Descripción	Cantidad
Cargador frontal	2
Camión cisterna	3
Bomba de succión	2
Mezcladoras	2
Camión Plataforma de 2 Toneladas	2
Bomba estacionaria	2
Compactadora	3
Camión volquete	3
Retroexcavadora	2
Camión concretero	4
Motoniveladora	2
Compactador manual	2
Grúa	1

Los equipos necesarios para la construcción del proyecto PTAR Fase II, se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 51: Equipos requeridos para la construcción de las obras de la PTAR para la ciudades de San Jorge y Buenos Aires - Fase II

Descripción	Cantidad
Cargador frontal	1
Camión cisterna	2
Bomba de succión	2
Mezcladoras	2
Camión Plataforma de 2 Toneladas	1
Bomba estacionaria	2
Compactadora	1
Camión volquete	1
Retroexcavadora	1
Camión concretero	2
Motoniveladora	1
Compactador manual	1
Grúa	1

11.9 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 EBAR y PTAR, 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.

11.10 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 afectaciones negativas sobre los factores ambientales agua, aire y suelo se dan principalmente en la etapa de construcción siendo producidas por las actividades tales como:

- Adecuación de camino y Movilización de máquinas y equipos, lo que causa los siguientes impactos:
 - Contaminación de residuos ya sean sólidos, líquidos o gases
 - Emisión de partículas al aire (Polvo)
 - Generación de ruidos y vibraciones.
 - Compactación de suelos
 - Contaminación con hidrocarburos, esto principalmente cuando no se tienen los procedimientos, equipos y requerimientos adecuados para el manejo y disposición de los mismos.
- 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 AS. Los impactos esperados son:
 - Incremento de puntos de concentración de gases y partículas producto de los tiempos de espera de los automotores en los tramos o vías de acumulación.
 - Incremento de ruido.
 - Molestias a las personas que habitan la zona. Impacto Social.
- Movimiento de tierra, producto de las excavaciones de zanjas en el AS y para la construcción de las obras en la PTAR.
 - Afectando el relieve natural del terreno
 - Compactación de suelos
 - Cambios en la morfología superficial de la zona
 - Emisión de partículas al aire (polvo)
 - Inestabilidad del suelo y erosión
 - Contaminación de residuos sólidos, líquidos o gases.
 - Afectaciones por disposición de este material de corte, en otros sitios a los que se destine la colocación del material.
- Instalación de tuberías y construcción de EBAR's.
 - Afectando el relieve natural del terreno
 - Compactación de suelos
 - Cambios en la morfología superficial de la zona
 - Emisión de partículas al aire (polvo)
 - Contaminación de residuos sólidos, líquidos o gases.
- Instalación de colectores.
 - Afectando el relieve natural del terreno
 - Compactación de suelos
 - Cambios en la morfología superficial de la zona

- Emisión de partículas al aire (polvo)
- Contaminación de residuos sólidos, líquidos o gases.
- Construcción de la Planta de tratamiento.
 - Afectando el relieve natural del terreno
 - Compactación de suelos
 - Cambios en la morfología superficial de la zona
 - Emisión de partículas al aire (polvo)
 - Inestabilidad del suelo y erosión
 - Contaminación de residuos sólidos, líquidos o gases.
 - Afectaciones por disposición de este material de corte, en otros sitios a los que se destine la colocación del material.

Durante la etapa de funcionamiento las acciones impactantes se ejercerán sobre los tres componentes de Agua, Suelo y Aire, presentándose de la siguiente forma:

- Generación de Lodos producto de la operación del sistema.
 - Habrán afectaciones temporales de olores, producto de las purgas.
 - En la disposición de los mismos habrán cambios en la química de los suelos de forma puntual. Aun cumpliendo la calidad desperada, pueden haber cambios, positivos en la química del suelo. Positiva para la vegetación circundante.
- Contingencias en la Operación de la PTAR
 - Generación de Olores en toda el área de la PTAR y en las zonas circundantes
 - Aporte de contaminantes en el punto de descarga, río Oro, y en el cuerpo receptor final el Lago de Nicaragua.
 - Aporte de contaminación en las zonas rivereñas.
 - Deposición de sólidos y sedimentos generales en el fondo de los cuerpos receptores

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.

Se espera afectación moderada de la flora y fauna principalmente en el predio donde se construirá la planta de tratamiento. Para la remoción de árboles se deberá realizar un inventario forestal autorizado por el INAFOR.

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 captación de aguas residuales, sobre todo dentro de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, durante la construcción. En el caso de la planta de tratamiento, al ser terrenos baldíos, o de uso pecuario, el colocar la planta de tratamiento causara una alteración al paisaje natural, para ello se establecerán pedidas relacionadas con la forestería, con el fin de atenuar el cambio y la discordancia de las obras con el entorno.

El impacto sobre el paisaje radica en la pérdida de elementos escénicos por el corte o eliminación de vegetación, en caso que resulte necesario para la instalación de tuberías y la construcción de las EBAR's y PTAR.

Otro impacto potencial deriva de la generación de desechos sólidos y acumulación de materiales orilla de la carretera y calles, que podrá ocasionar un impacto negativo en la calidad visual del paisaje.

12.4 Analisis de Inundaciones sobre los Componentes del Proyecto

El cálculo hidráulico se realiza con un modelo bidimensional de flujo en lámina libre en aguas poco profundas denominado *IBER*, y desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (*CEDEX*), del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España, en colaboración con el *Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente* y el *Grupo Flumen* de las universidades de La Coruña y Barcelona, respectivamente, y el Internacional Center for Numerical Methods in Engineering, *CIMNE*.

El uso de este modelo permite resolver las ecuaciones hidrodinámicas que dominan el flujo en el área de estudio, al tratarse de un flujo desbordado, difuso y poco profundo.

Los datos de partida empleados para este estudio son los caudales correspondientes a los períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años. Además, a partir del modelo digital del terreno (MDT) de 12x12 m de malla, se ha definido la malla de modelación hidráulica bidimensional.

En el presente apartado del análisis se han modelizado los cauces ubicados en los entornos de las parcelas donde se ubicarán las instalaciones de alcantarillado sanitario y depuración de San Jorge y Buenos Aires.

12.4.1 Caudales de Diseño

Con la finalidad de determinar la afección sobre las parcelas del flujo difuso que circula en la zona de estudio se precisa introducir en los modelos hidráulicos los siguientes valores

de caudales (que fueron determinados estudio hidrológico).

Tabla 52. Tabla de caudales pico para cada escenario y cuenca hidrológica

	Q (m ³ /s)			
	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años
C1	94.54	123.05	149.27	176.57
C2	74.64	95.88	114.99	134.72
C3	47.05	61.00	73.75	87.00
C4	22.69	28.29	33.04	37.85

La entrada de caudales al programa se realiza de forma variable con el tiempo siguiendo la estructura del hidrograma adimensional del Soil Conservation Service (SCS) multiplicando los valores del eje vertical por los caudales pico y los valores del eje horizontal por el tiempo pico, obtenido a partir del tiempo de concentración. A continuación, se muestran los hidrogramas de entrada para los distintos cauces y los distintos períodos de retorno considerados:

Figura 20 Hidrograma SCS. Cuenca 1. T = 10 años.

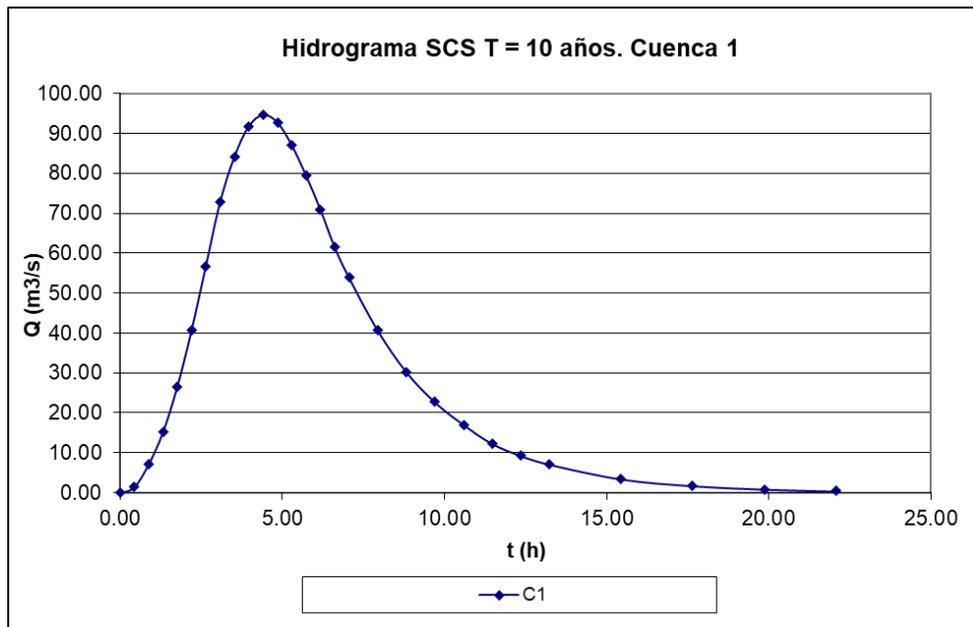


Figura 21 Hidrograma SCS. Cuenca 1. T = 25 años.

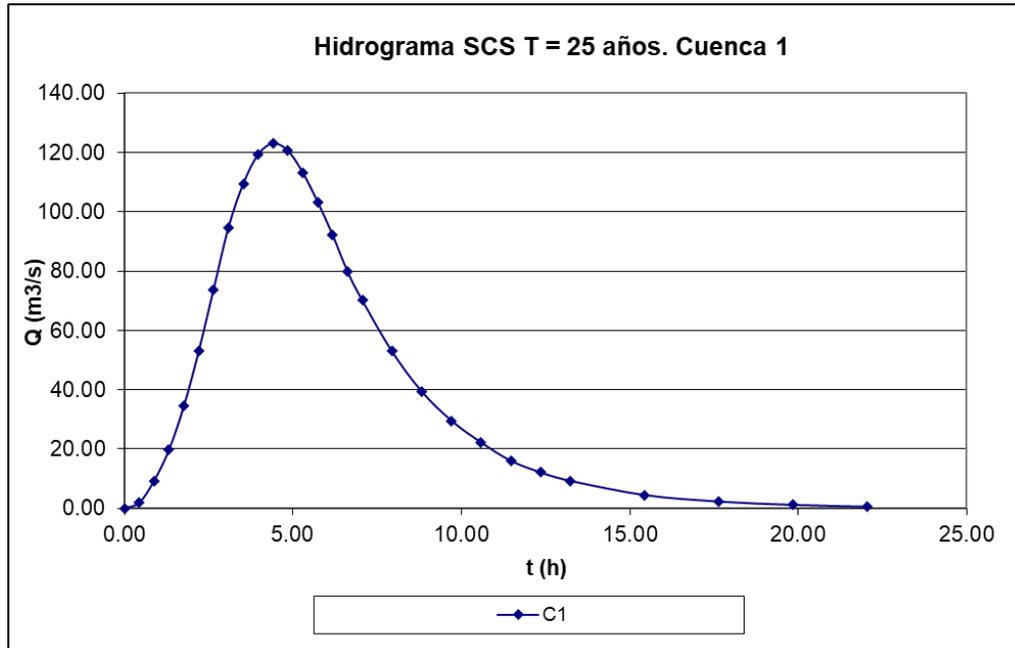


Figura 22 Hidrograma SCS. Cuenca 1. T = 50 años.

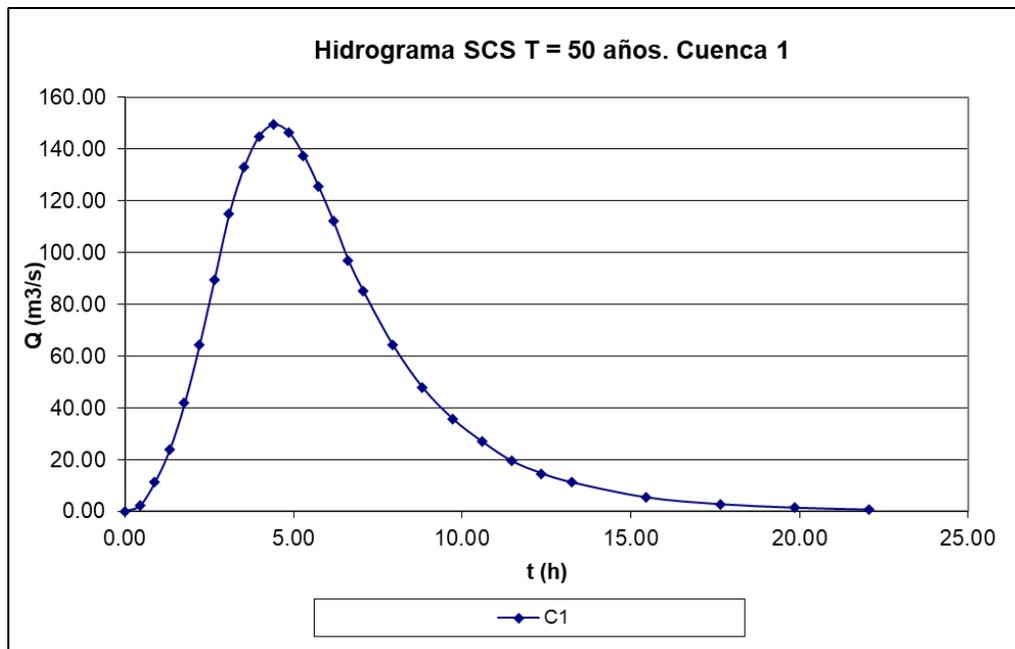


Figura 23 Hidrograma SCS. Cuenca 1. T = 100 años.

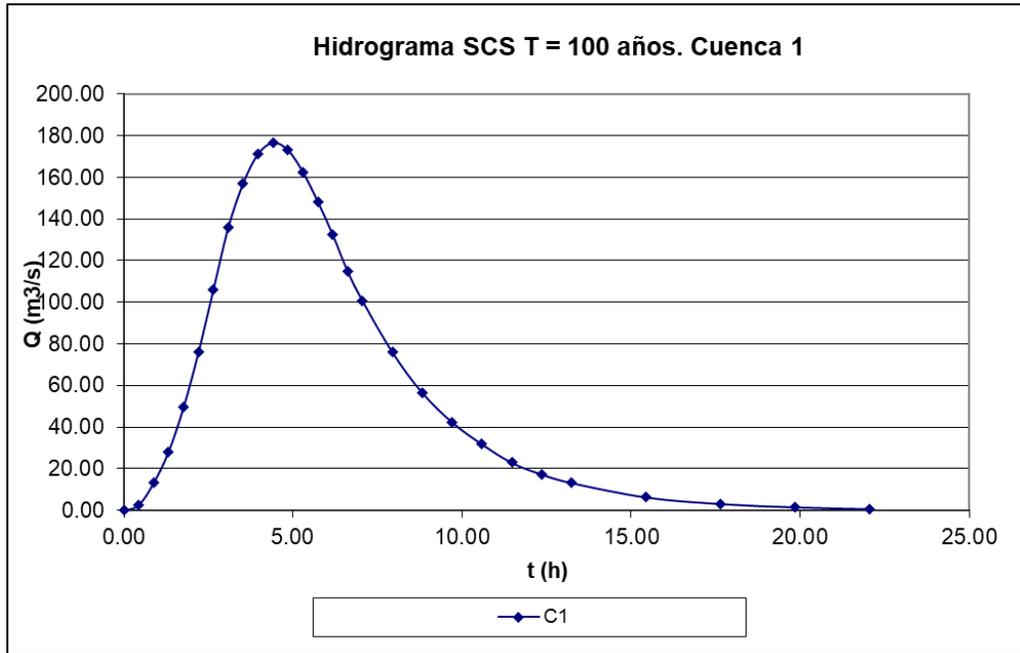


Figura 24 Hidrograma SCS. Cuencas 2 y 3. T = 10 años.

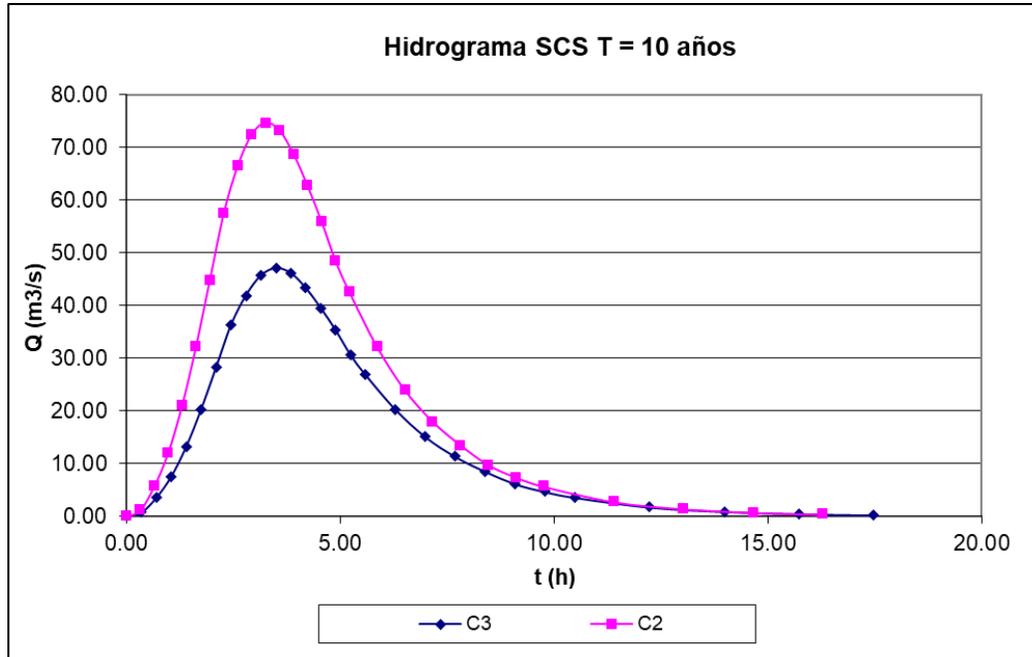


Figura 25 Hidrograma SCS. Cuencas 2 y 3. T = 25 años.

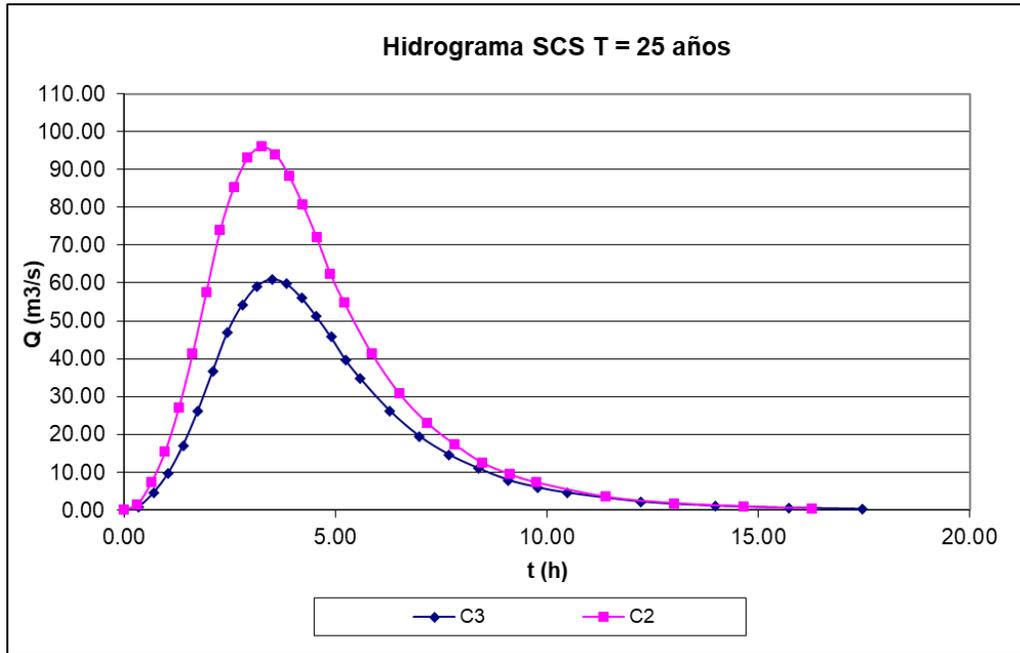


Figura 26 Hidrograma SCS. Cuencas 2 y 3. T = 50 años.

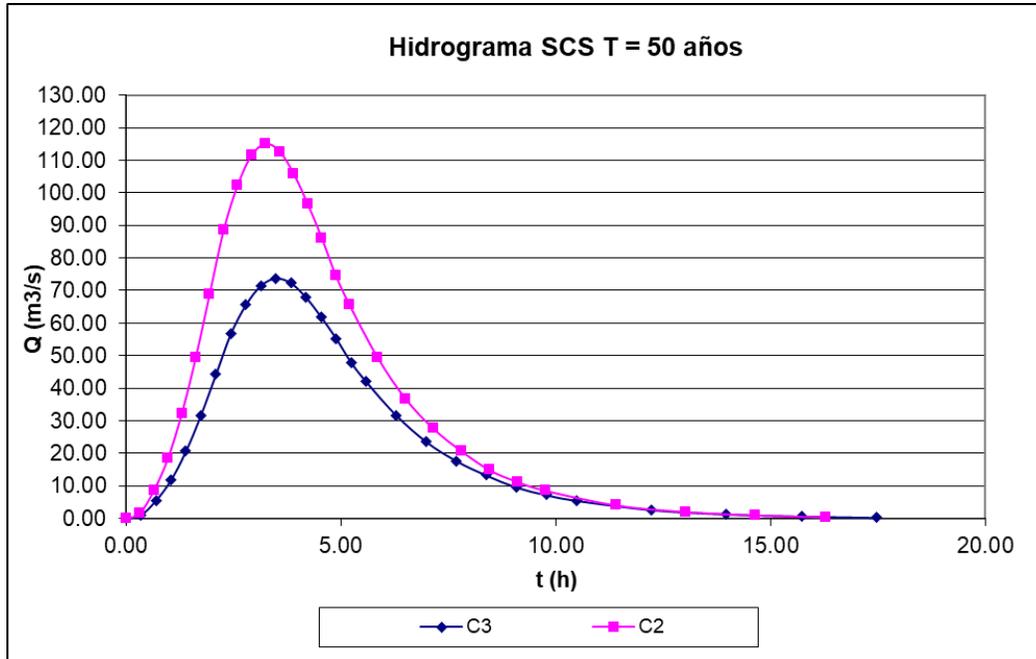


Figura 27 Hidrograma SCS. Cuencas 2 y 3. T = 100 años.

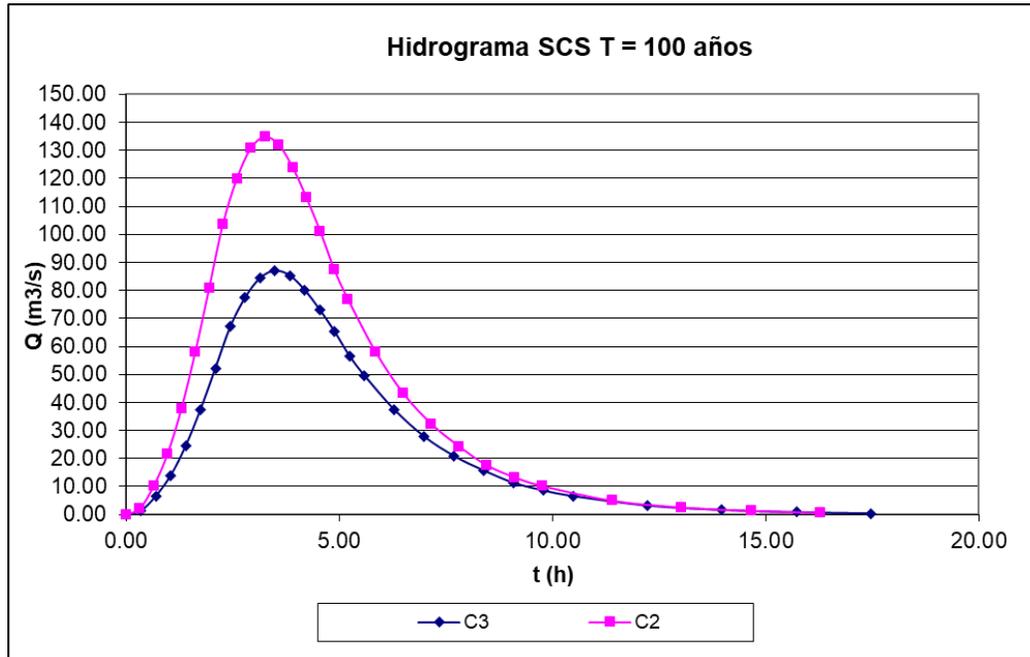


Figura 28 Hidrograma SCS. Cuenca 4. T = 10 años.

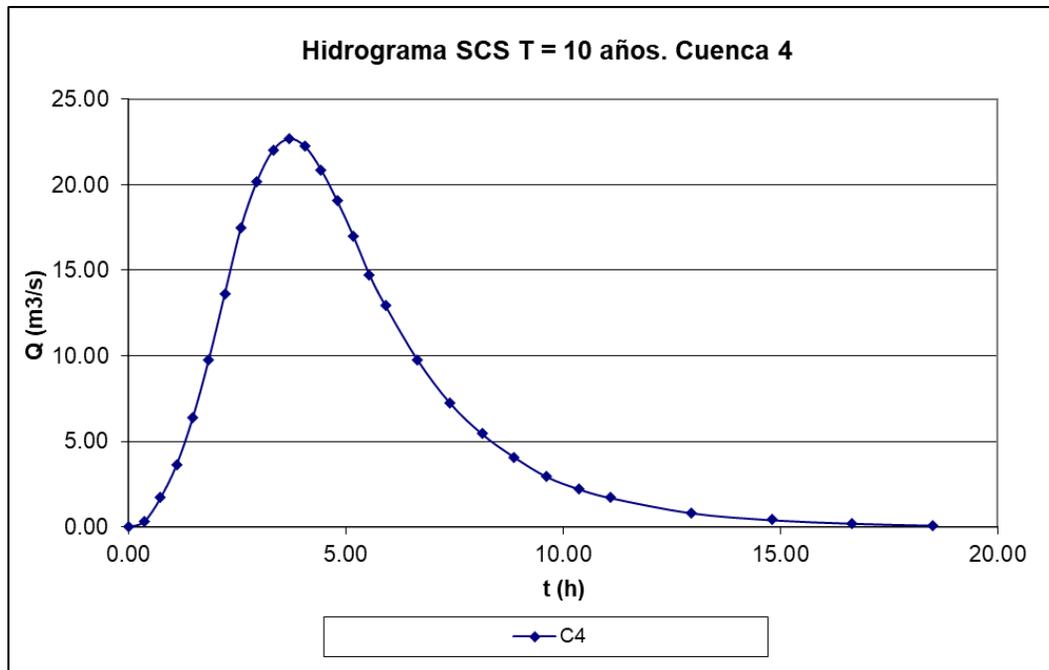


Figura 29 Hidrograma SCS. Cuenca 4. T = 25 años.

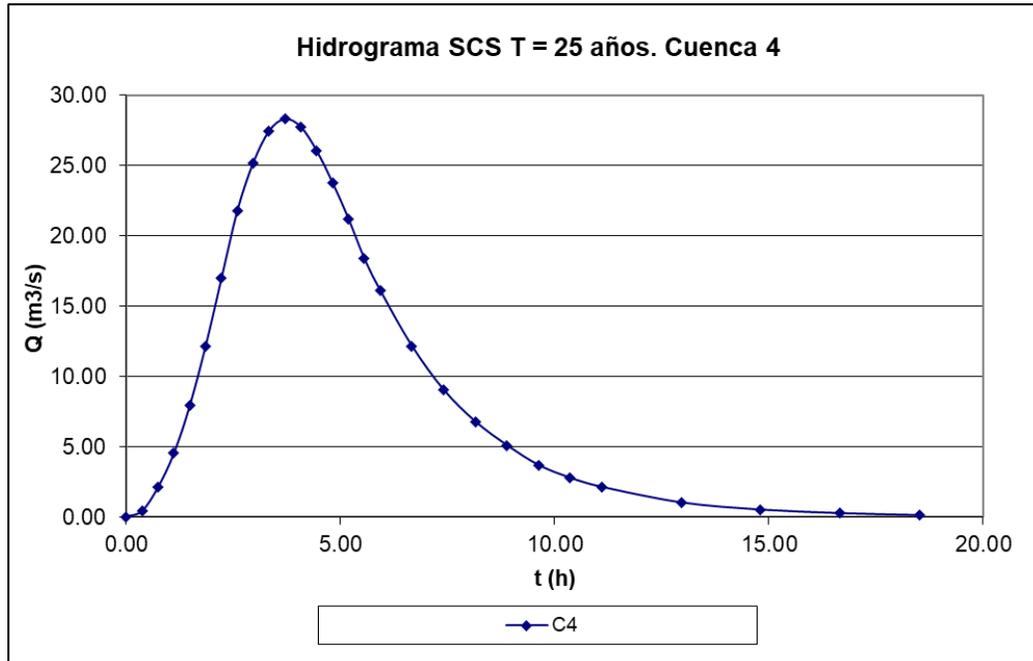


Figura 30 Hidrograma SCS. Cuenca 4. T = 50 años.

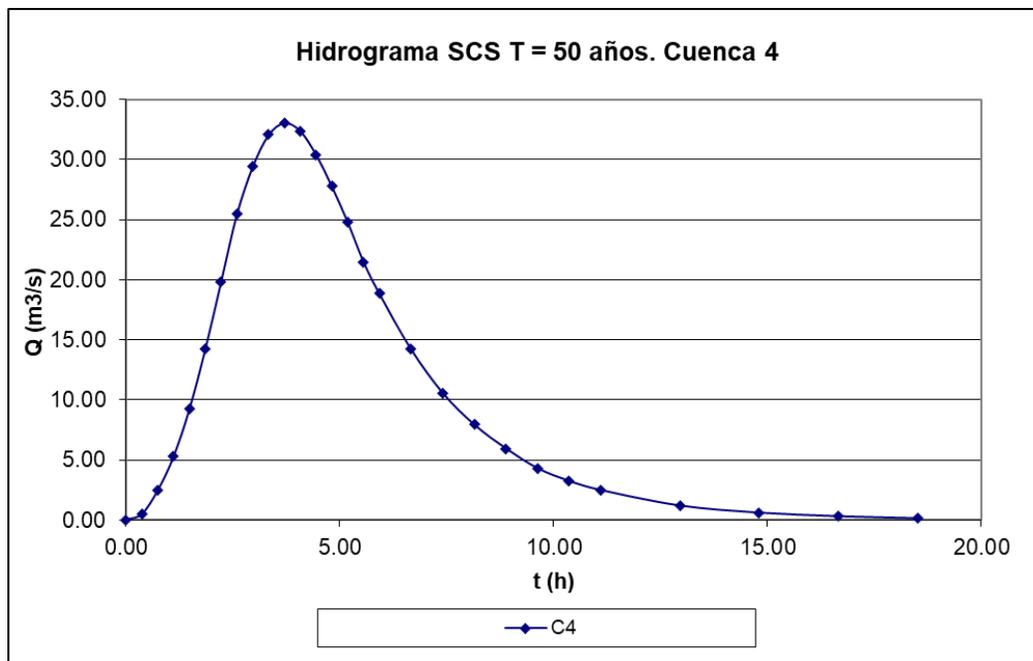
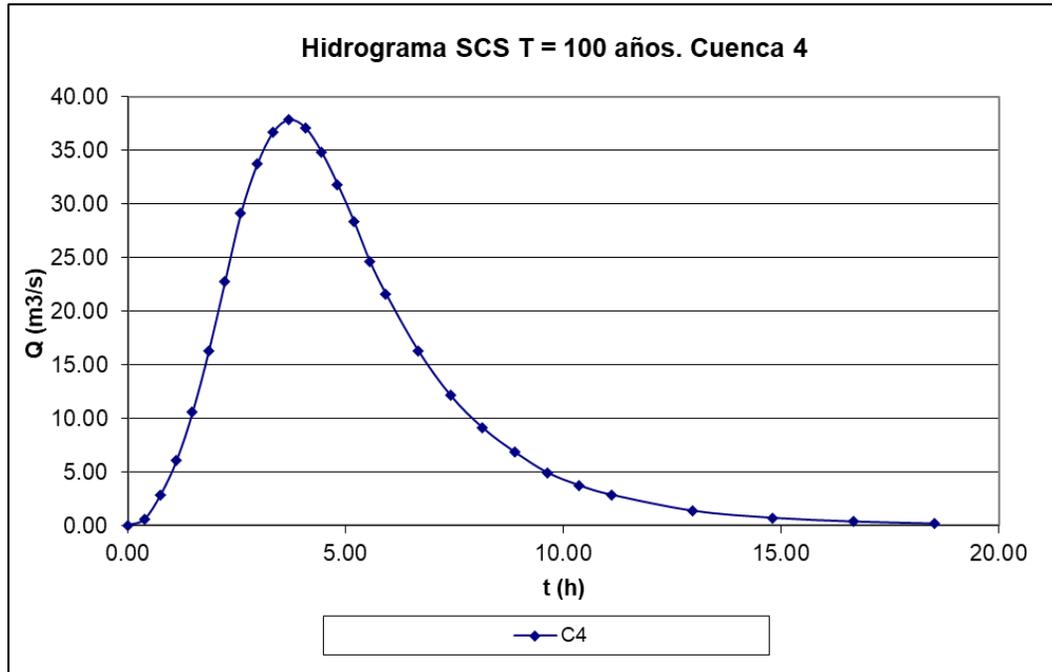


Figura 31 Hidrograma SCS. Cuenca 4. T = 100 años.



12.4.2 Condiciones de Entorno

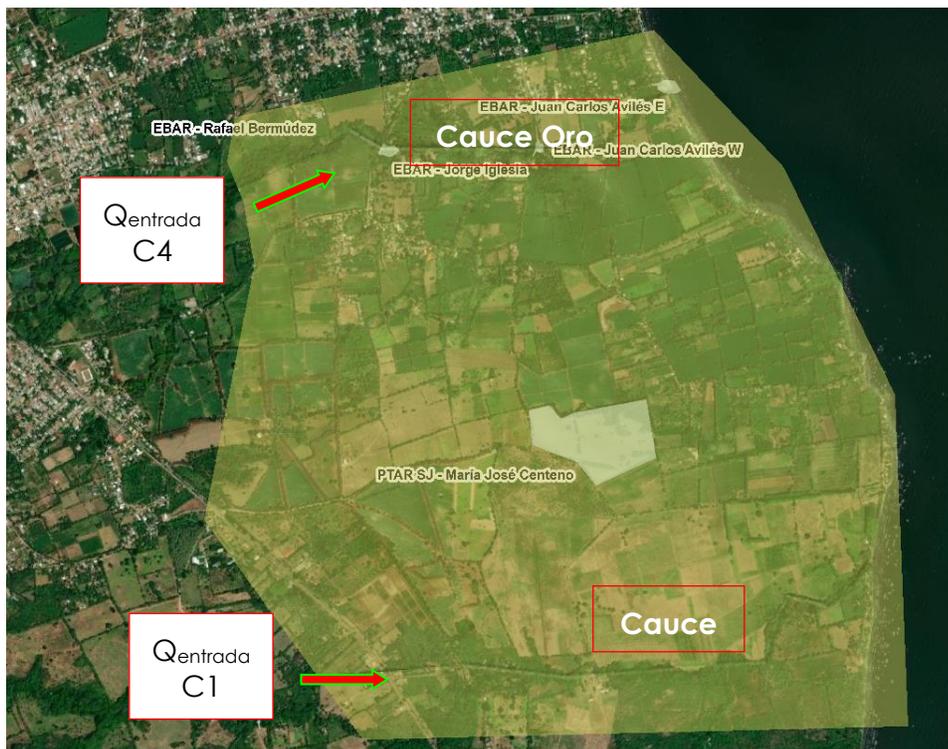
Es necesario definir las condiciones iniciales, internas y de contorno de problema. Para los escenarios considerados se han impuesto las siguientes:

- Condición de Contorno Aguas Arriba: se ha utilizado una condición de Caudal Total (Q) correspondiente con el hidrograma obtenido del estudio hidrológico para cada uno de los periodos de retorno considerados en régimen Crítico/Subcrítico.

Figura 32 Condición de contorno (entrada) aguas arriba en IBER. Modelo San Jorge – Buenos Aires Norte.



Figura 33 Condición de contorno (entrada) aguas arriba en IBER. Modelo San Jorge – Buenos Aires Sur.



- Condición de Contorno Aguas Abajo: se ha utilizado la condición de flujo Supercrítico/Crítico en el contorno de salida del ámbito del modelo hidráulico de forma que los caudales que alcancen dichos límites salen del modelo sin afectar a la hidrodinámica de aguas arriba.

Figura 34 Condición de contorno (salida) aguas abajo en IBER. Modelo San Jorge – Buenos Aires Norte.

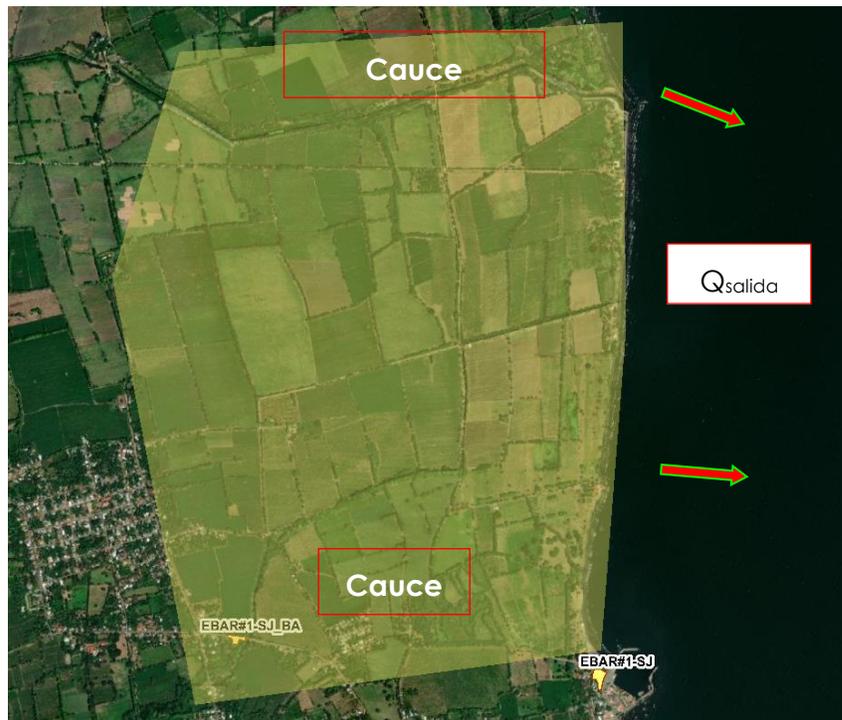
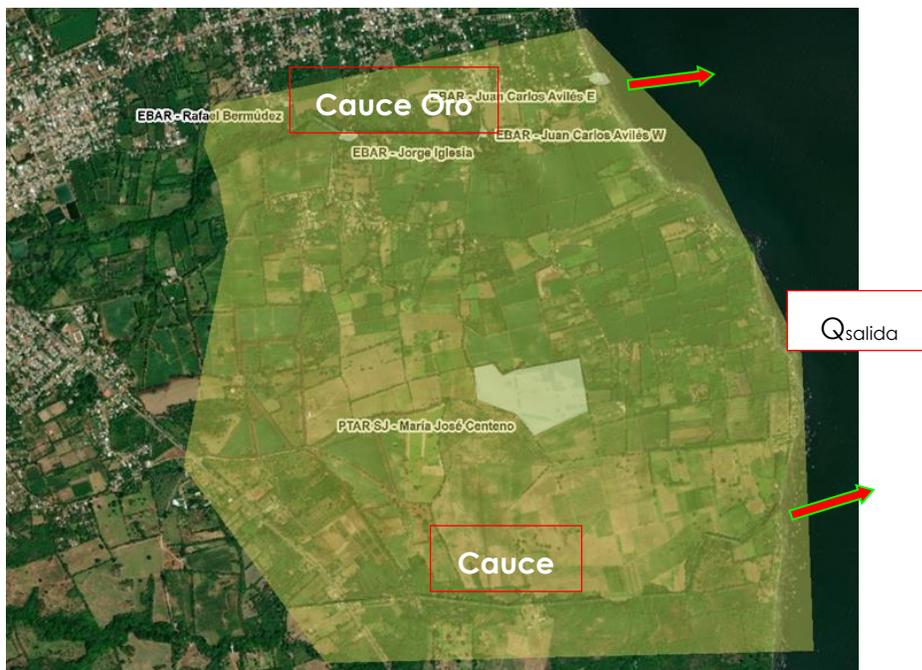


Figura 35 Condición de contorno (salida) aguas abajo en IBER. Modelo San Jorge – Buenos Aires Sur.



- Condiciones Iniciales: se establece la cota del agua a 0 m, y se parte por tanto de condiciones de cauce y llanura de inundación secos. Las condiciones iniciales hacen referencia al estado del modelo antes del inicio de la simulación, por lo que no debe interpretarse que el ingreso de agua en el modelo es nulo. Esto significa que el ámbito modelado está seco al inicio de la simulación y el caudal de entrada va aumentando la lámina de agua del modelo hasta que alcanza el valor máximo correspondiente al caudal simulado.
- Los coeficientes de rugosidad de Manning se han asignado según los usos del suelo identificados, par ampliar en el tema, remitirse a Anexos.

12.4.3 Resultados

Se ha desarrollado un modelo hidráulico de la situación actual para evaluar el comportamiento del cauce. A continuación, se presentan los resultados de mapa de calados y velocidades en ambos entornos de estudio y para los dos períodos de retorno de análisis:

Figura 36. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 10 años.

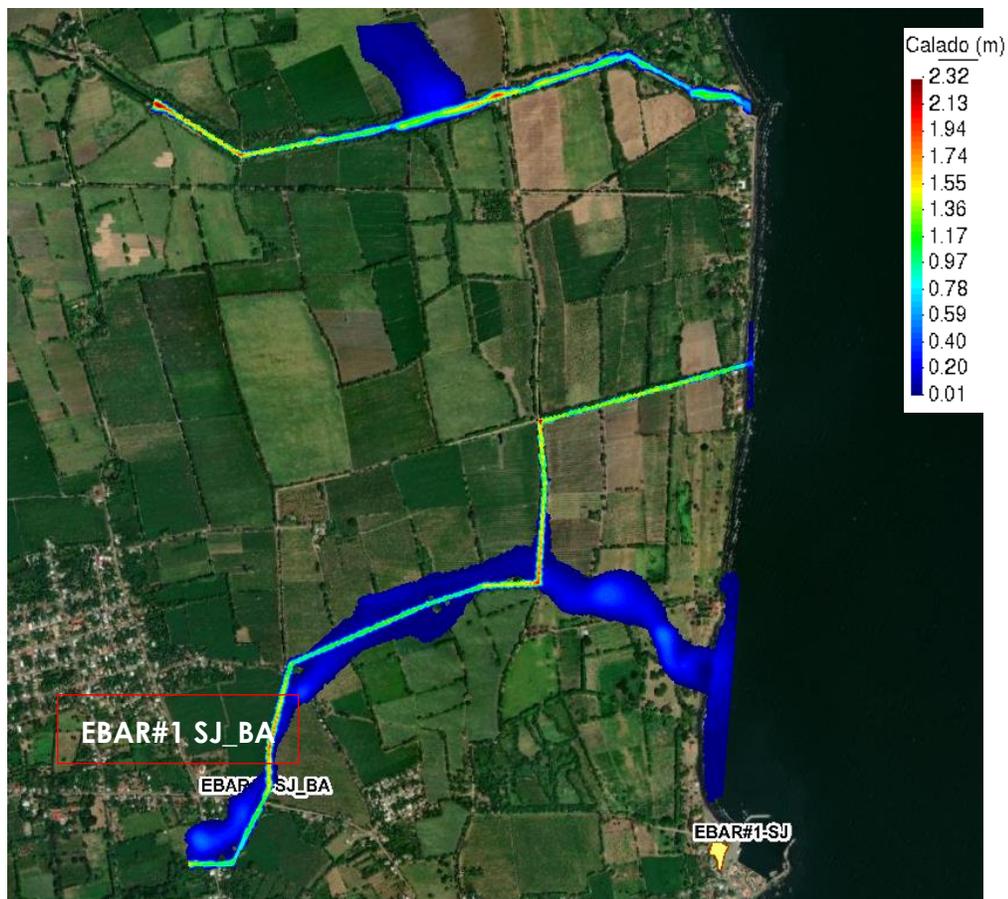


Figura 37. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 10 años.

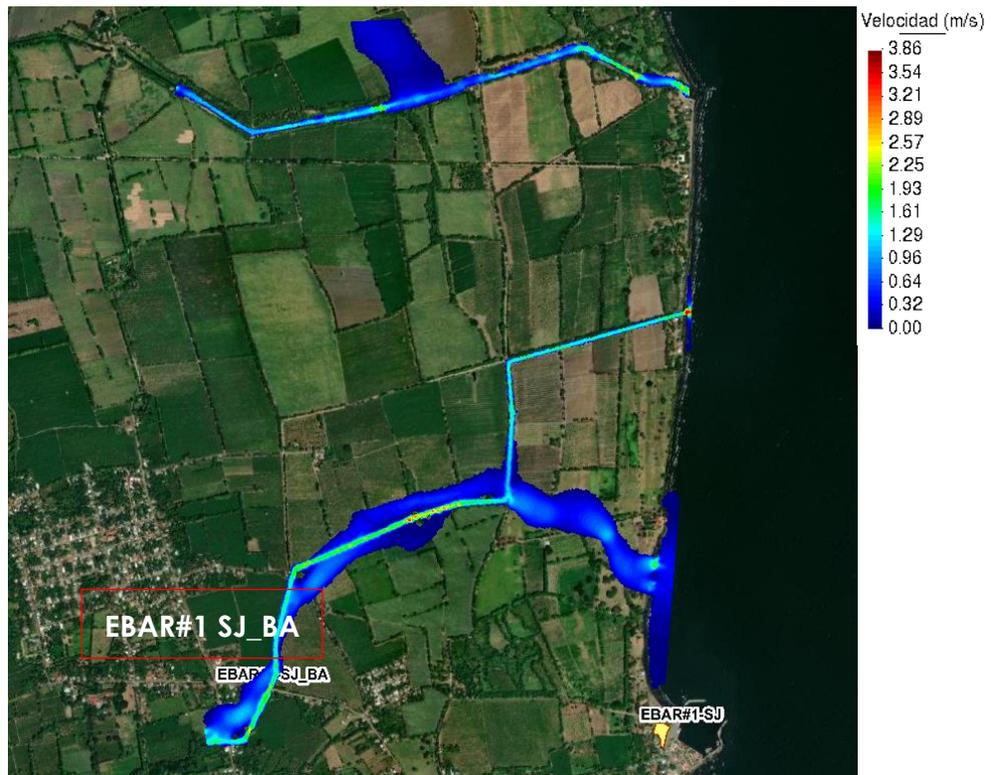


Figura 38. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 25 años.

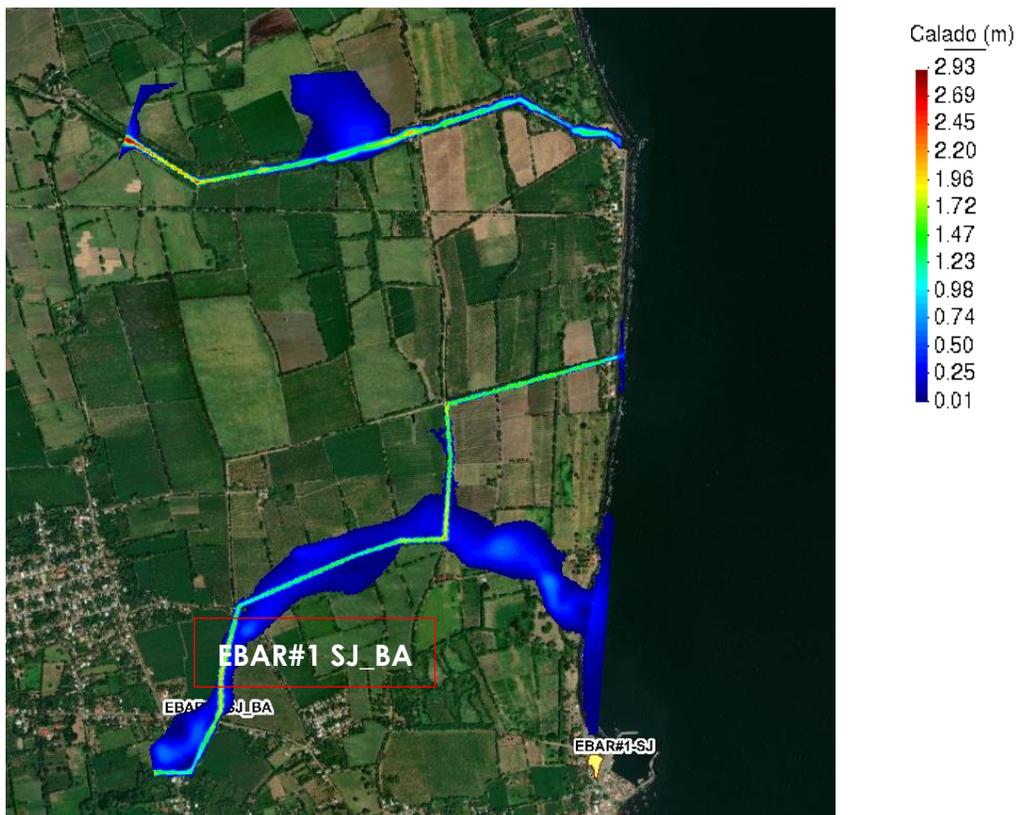


Figura 39. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 25 años.

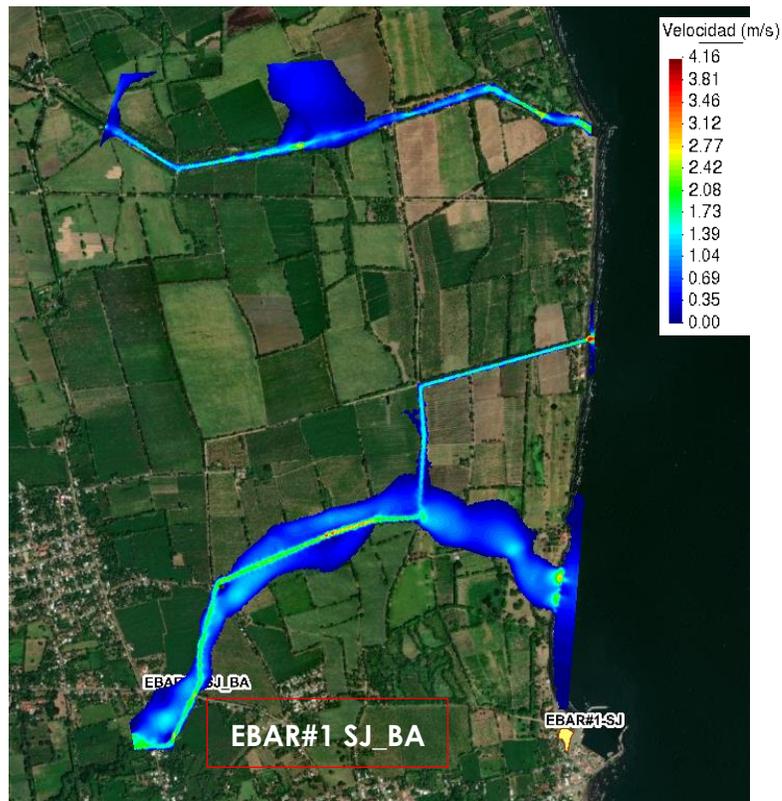


Figura 40. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 50 años.

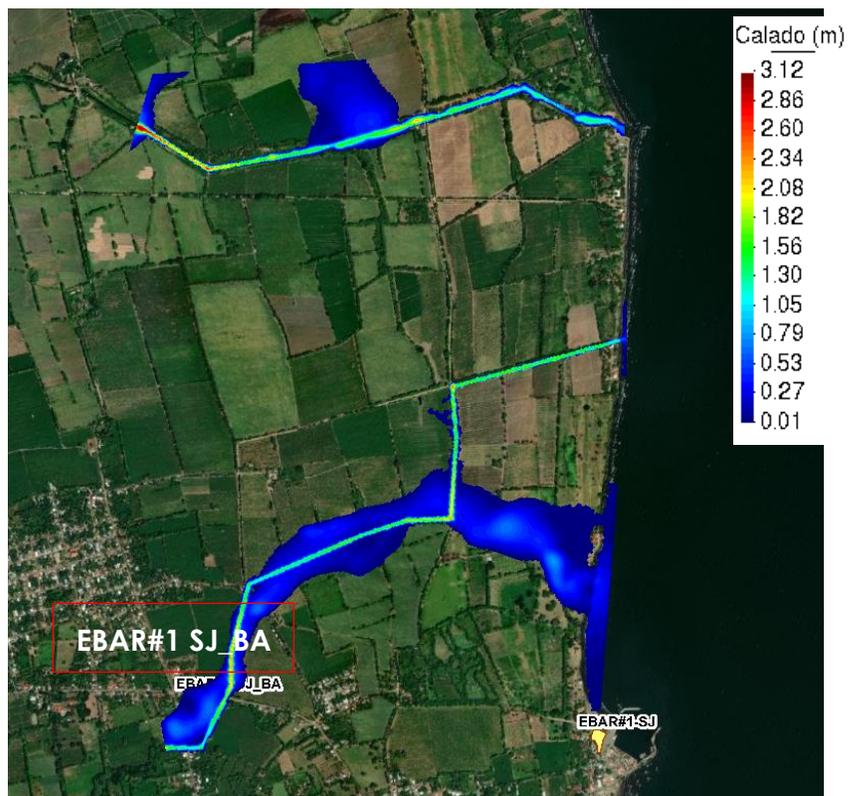


Figura 41. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 50 años.

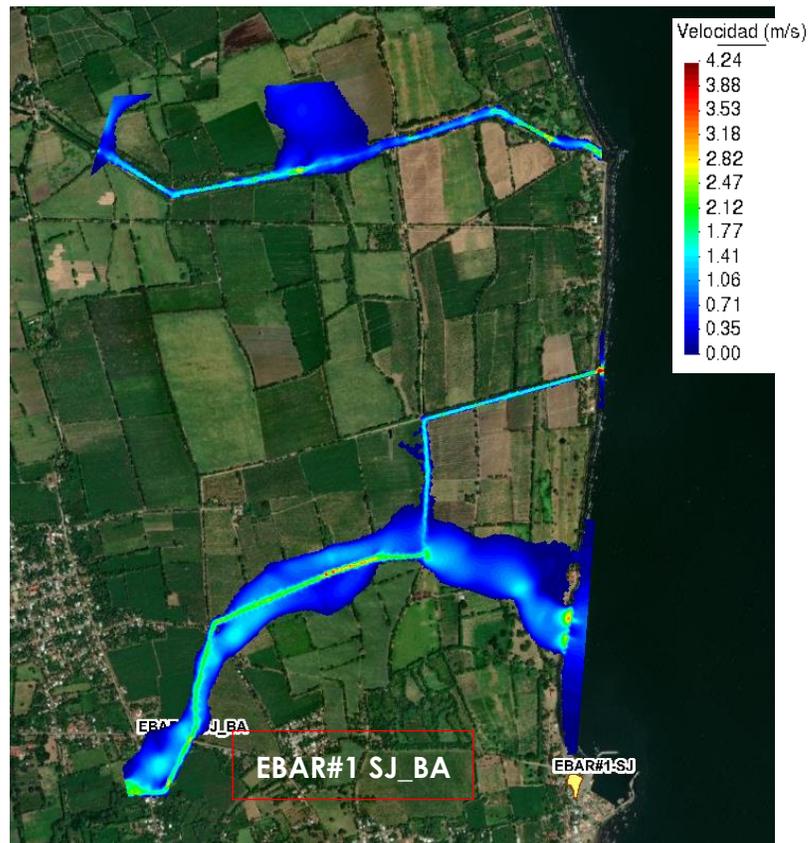


Figura 42. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 100 años.

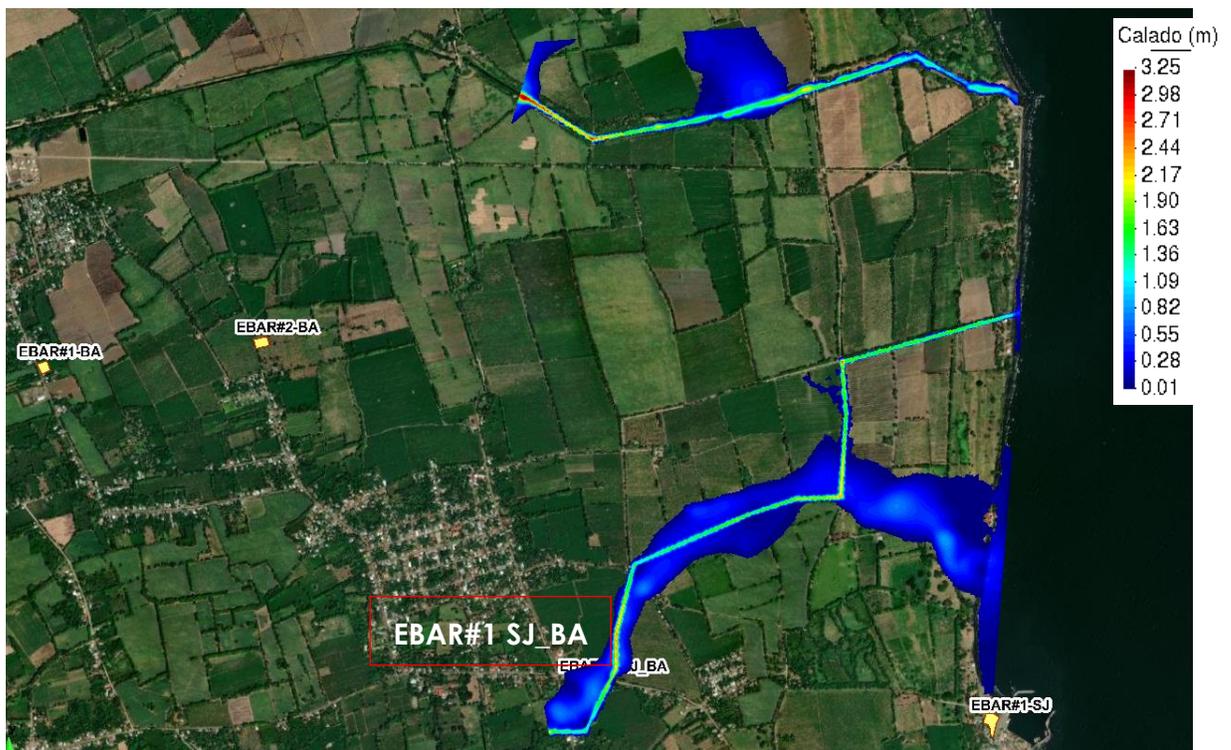


Figura 43. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 100 años.



Figura 44. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 10 años.



Figura 45. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 10 años.

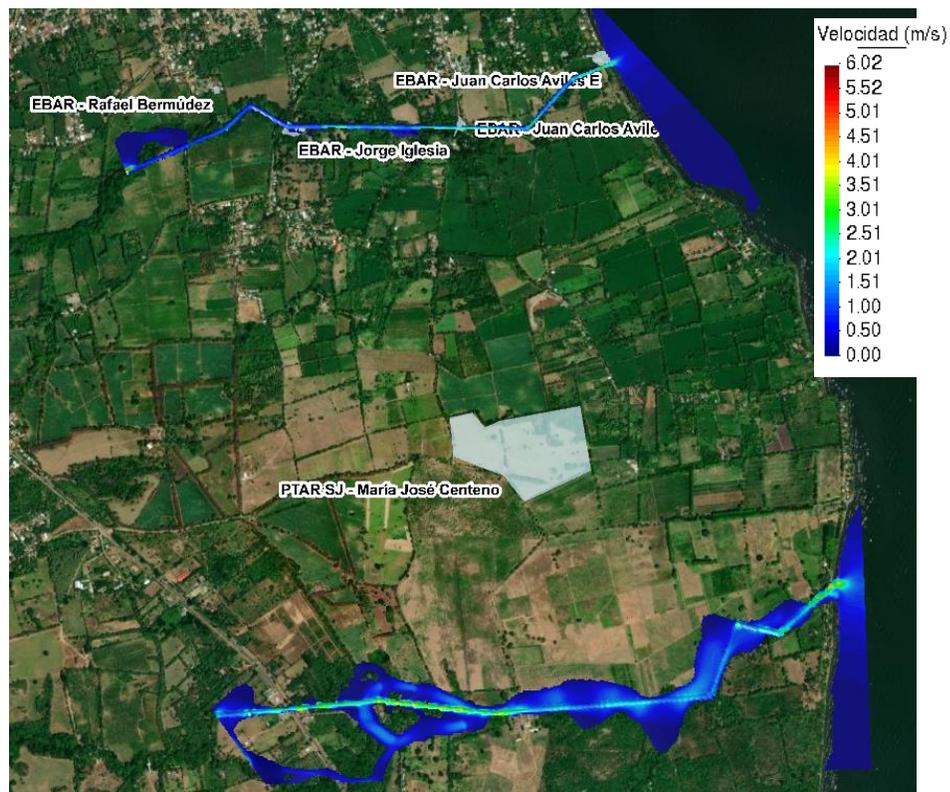


Figura 46. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 25 años.

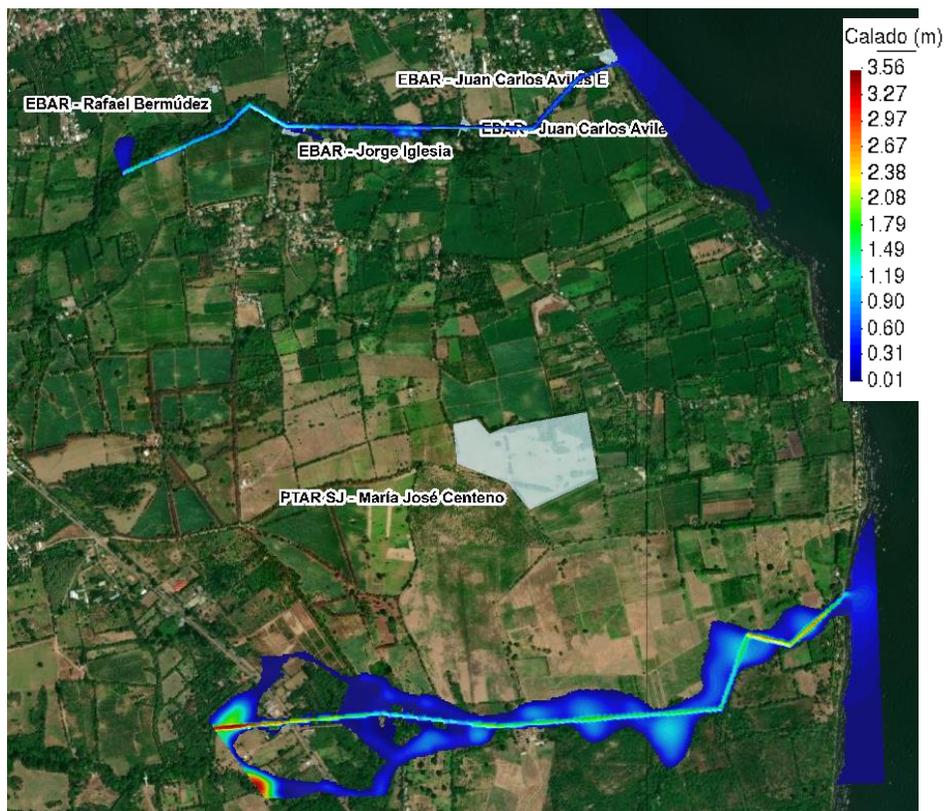


Figura 47. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 25 años.

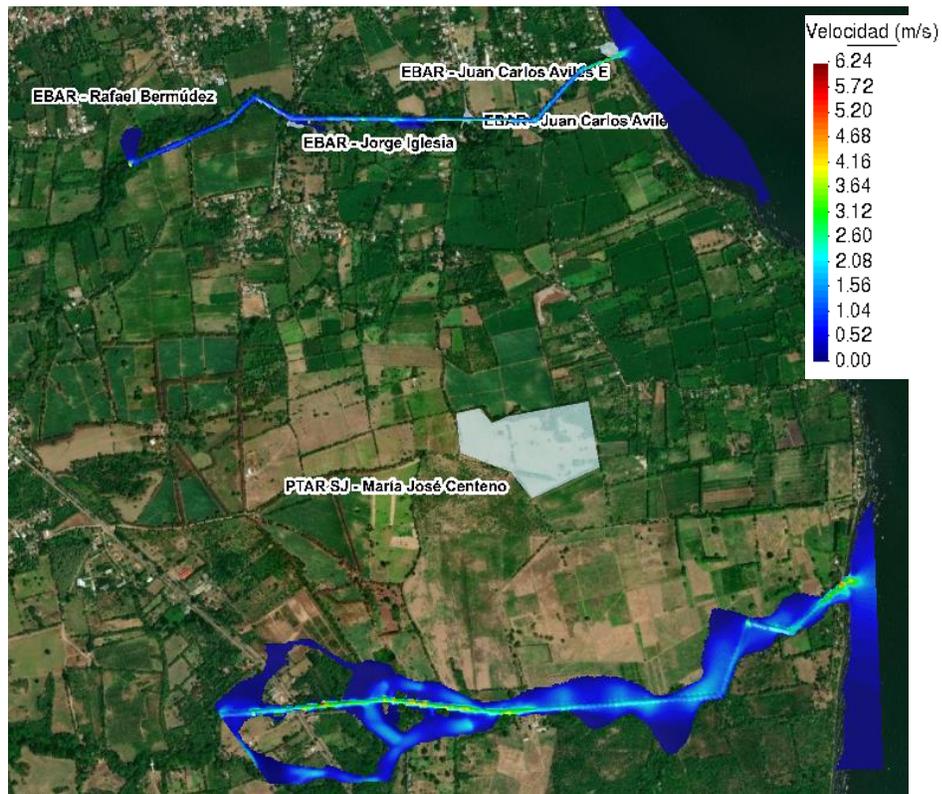


Figura 48. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 50 años.

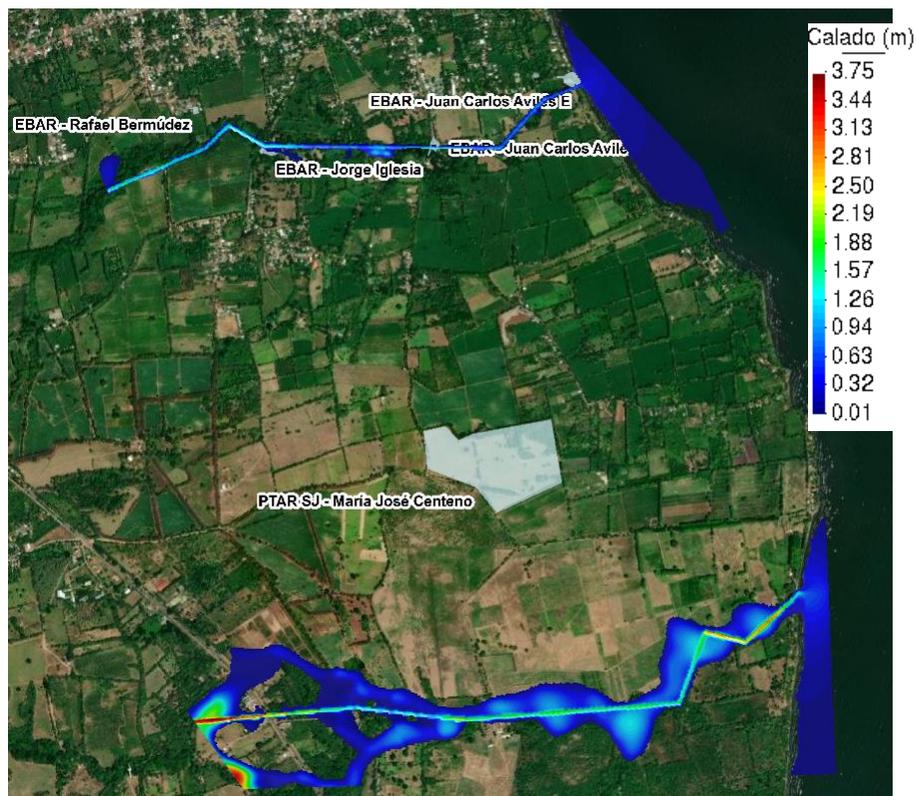


Figura 49. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 50 años.

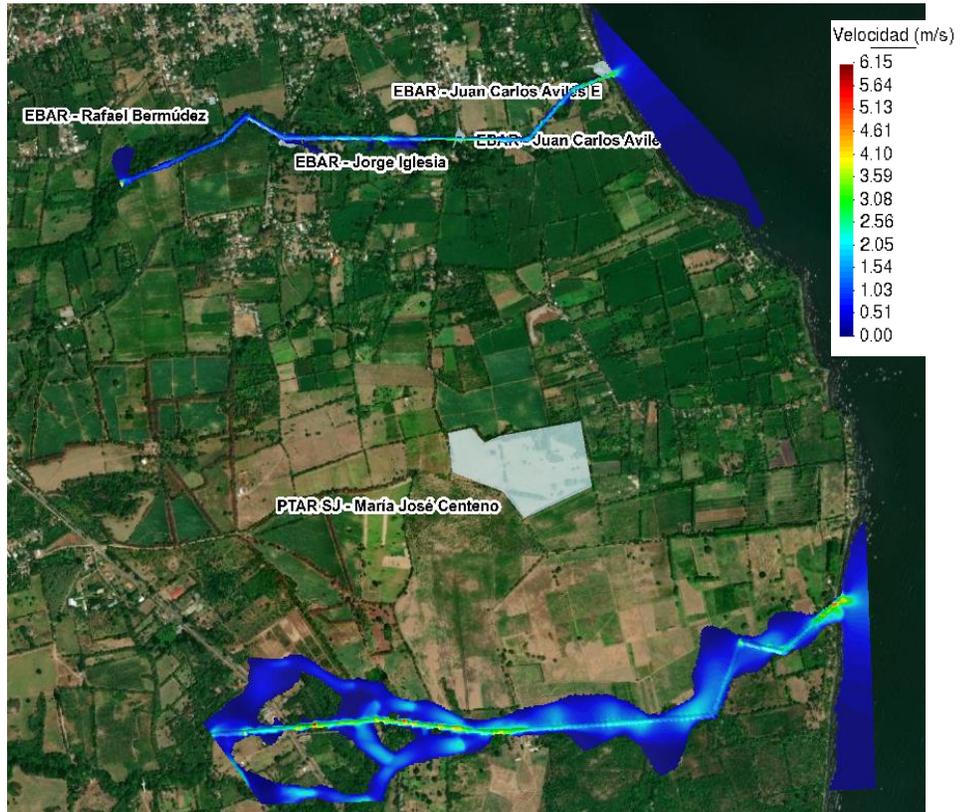
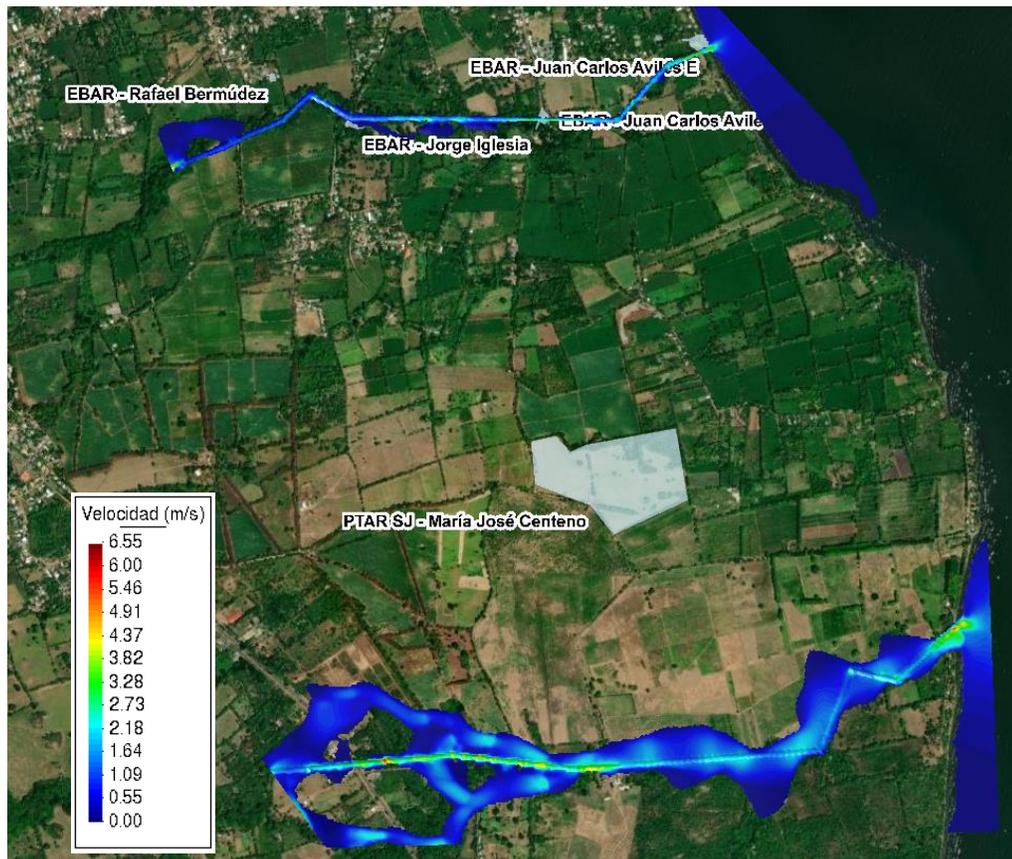


Figura 50. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Figura 51. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Particularizando los resultados obtenidos para cada una de las obras diseñadas, se observa:

- PTAR de San Jorge (PTAR SJ)

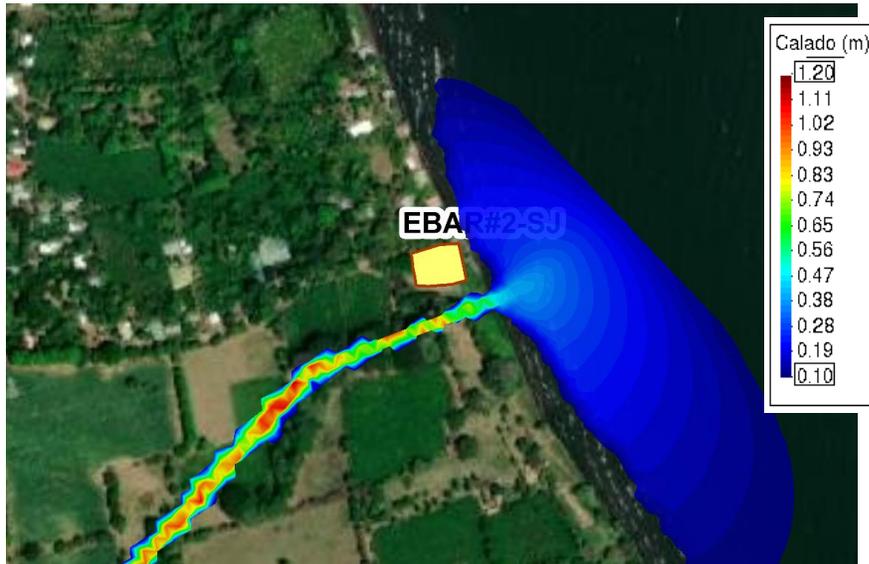
Figura 52. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Se concluye que el predio donde se ha diseñado la PTAR de San Jorge no es inundable por el cauce Oro ni por el cauce 1 para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior.

- EBAR 2 de San Jorge (EBAR#2-SJ)

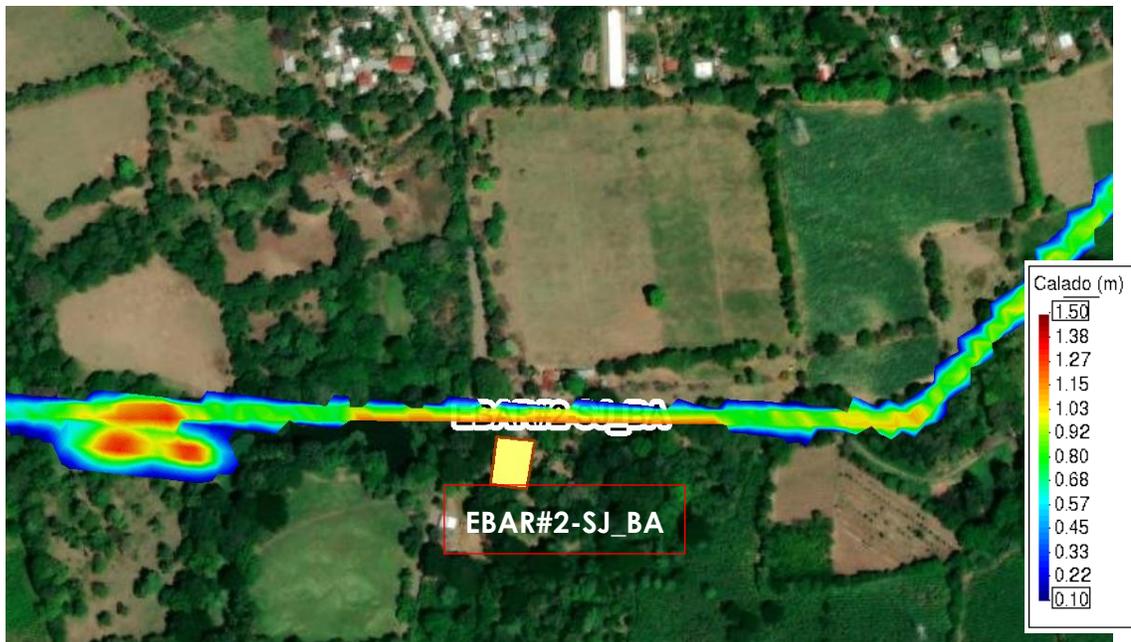
Figura 53. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Se concluye que el predio donde se ha diseñado la EBAR 2 de San Jorge no es inundable por el cauce Oro para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior.

- EBAR 2 de San Jorge-Buenos Aires (EBAR#2-SJ_BA)

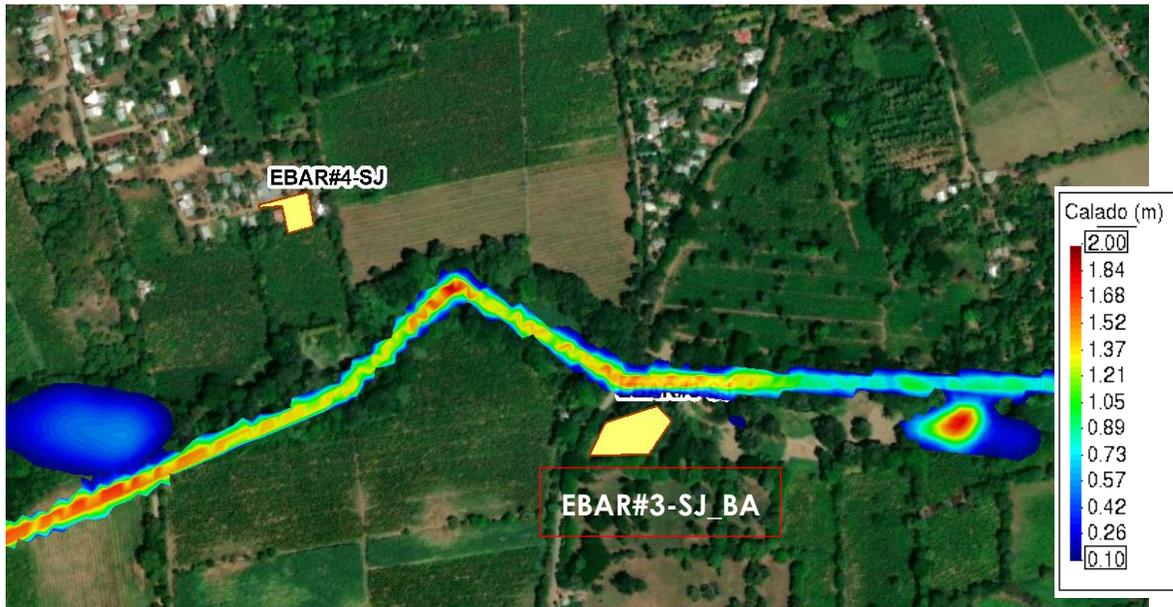
Figura 54. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Se concluye que el predio donde se ha diseñado la EBAR 2 de San Jorge-Buenos Aires no es inundable por el cauce Oro para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior.

- EBAR 3 y EBAR 4 de San Jorge-Buenos Aires (EBAR#3-SJ_BA y EBAR#4-SJ_BA)

Figura 55. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Sur. T = 100 años.



Se concluye que los predios donde se han diseñado la EBAR 3 y la EBAR 4 de San Jorge-Buenos Aires no son inundables por el cauce Oro para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior.

- EBAR 1 de San Jorge y EBAR 1 de San Jorge-Buenos Aires (EBAR#1-SJ_BA y EBAR#1-SJ)

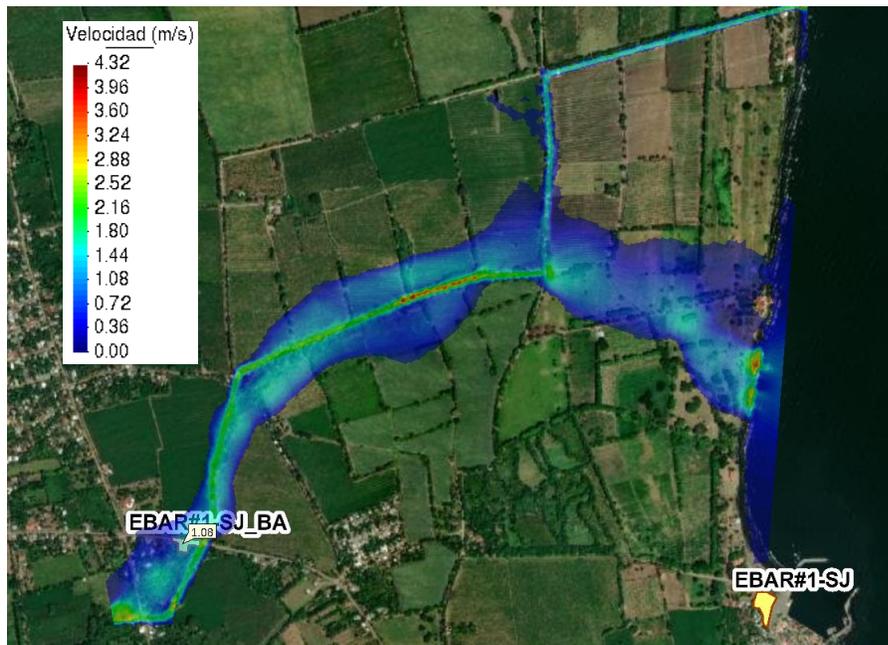
Figura 56. Mapa de calados máximos en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 100 años.



Se concluye que los predios donde se han diseñado la EBAR 1 de San Jorge no es

inundable por el cauce 2 para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior. Sin embargo, la EBAR 1 de San Jorge-Buenos Aires si es inundable por el cauce 2 para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años con calados máximos de 0.60 m y velocidades máximas de 1 m/s aproximadamente.

Figura 57. Mapa de velocidades máximas en el modelo de San Jorge – Buenos Aires Norte. T = 100 años.



Por su parte, la EBAR 1 de Buenos Aires (EBAR#1-BA) y la EBAR 2 de Buenos Aires (EBAR#2-BA) no son inundables ni por el cauce de Zopilotillo ni por el cauce 2 para las avenidas hidráulicas correspondientes a un período de retorno de 100 años o inferior.

12.4.4 Conclusiones con Base a los Resultados Obtenidos

En base a los resultados obtenidos y mostrados en el apartado anterior, pueden alcanzarse las siguientes conclusiones en las parcelas del ámbito de actuación para el sistema de depuración de las aguas residuales de San Jorge y Buenos Aires:

- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Norte**, para **T = 10 años**, se observa que no se produce afección por inundabilidad en las parcelas propuestas para las EBAR 1 de Buenos Aires, EBAR 2 de Buenos Aires y EBAR 1 de San Jorge. Sin embargo, la EBAR 1 de San Jorge Buenos Aires situada en el margen izquierdo del cauce 2, se ve afectada por inundabilidad con calados menores a 0,30 m y velocidades menores 0,60 m/s.
- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Norte**, para **T = 25 años**, se observa que no se produce afección por inundabilidad en las parcelas propuestas para las EBAR 1 de Buenos Aires, EBAR 2 de Buenos Aires y EBAR 1 de San Jorge. Sin embargo, la EBAR 1 de San Jorge Buenos Aires situada en el margen

izquierdo del cauce 2, se ve afectada por inundabilidad con calados menores a 0,40 m y velocidades menores 0,90 m/s.

- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Norte**, para **T = 50 años**, se observa que no se produce afección por inundabilidad en las parcelas propuestas para las EBAR 1 de Buenos Aires, EBAR 2 de Buenos Aires y EBAR 1 de San Jorge. Sin embargo, la EBAR 1 de San Jorge Buenos Aires situada en el margen izquierdo del cauce 2, se ve afectada por inundabilidad con calados menores a 0,55 m y velocidades menores 1,00 m/s.
- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Norte**, para **T = 100 años**, se observa que no se produce afección por inundabilidad en las parcelas propuestas para las EBAR 1 de Buenos Aires, EBAR 2 de Buenos Aires y EBAR 1 de San Jorge. Sin embargo, la EBAR 1 de San Jorge Buenos Aires situada en el margen izquierdo del cauce 2, se ve afectada por inundabilidad con calados menores a 0,60 m y velocidades menores 1,15 m/s.
- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Sur**, para **T = 10 años**, no se produce afección por inundabilidad en la parcela propuesta PTAR – San Jorge. En cuanto a las parcelas propuestas para las EBAR, las EBAR localizadas en los predios de EBAR 4 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge no se encuentran afectadas por inundabilidad. Por su parte, los predios propuestos para las EBAR 3 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge Buenos Aires están situadas junto al cauce del río Oro y no se ven afectadas por inundabilidad pues las aguas no sobresalen del cauce del río.
- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Sur**, para **T = 25 años**, no se produce afección por inundabilidad en la parcela propuesta PTAR – María José Centeno.
En cuanto a las parcelas propuestas para las EBAR, las EBAR localizadas en los predios de EBAR 4 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge no se encuentran afectadas por inundabilidad. Por su parte, los predios propuestos para las EBAR 3 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge Buenos Aires están situadas junto al cauce del río Oro y no se ven afectadas por inundabilidad pues las aguas no sobresalen del cauce del río.
- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Sur**, para **T = 50 años**, no se produce afección por inundabilidad en la parcela propuesta PTAR – María José Centeno.
En cuanto a las parcelas propuestas para las EBAR, las EBAR localizadas en los predios de EBAR 4 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge no se encuentran afectadas por inundabilidad. Por su parte, los predios propuestos para las EBAR 3 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge Buenos Aires están situadas junto al cauce del río Oro y no se ven afectadas por inundabilidad pues las aguas no sobresalen del cauce del río.

- En los resultados del modelo de **San Jorge-Buenos Aires Sur**, para **T = 100 años**, no se produce afección por inundabilidad en la parcela propuesta PTAR – María José Centeno.
En cuanto a las parcelas propuestas para las EBAR, las EBAR localizadas en los predios de EBAR 4 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge no se encuentran afectadas por inundabilidad. Por su parte, los predios propuestos para las EBAR 3 de San Jorge y EBAR 2 de San Jorge Buenos Aires están situadas junto al cauce del río Oro y no se ven afectadas por inundabilidad pues las aguas no sobresalen del cauce del río.
- Por tanto, la EBAR 1 de San Jorge Buenos Aires presenta afectaciones por el cauce 2 con calados menores a 0.60 m para un T=100 años de retorno. En el plano de la EBAR mencionada se considera un canal de concreto de 0.57 m de alto el cual funcionaría también como medida preventiva para evitar inundación, pero como medida adicional se incorporará en los planos un muro de contención para evitar mayores afectaciones.

12.5 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 AS, PTAR y EBAR's, 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 AS, dentro de la ciudad, hasta las EBAR's y la PTAR, podría afectar, de manera temporal, la infraestructura de servicios, que puede resultar en posibles cortes 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, estimulando 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 RESUMEN - EVALUACIÓN AMBIENTAL/SOCIAL DE LAS ALTERNATIVAS

La evaluación socio/ambiental que corresponde a las obras y componentes que serán parte del sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales para ambas ciudades estará orientado en un primer punto, a la valoración de los emplazamientos de los sitios propuestos para la ubicación de las PTAR. Cabe mencionar que esta valoración es indistinta de las alternativas a valorar en AS y PTAR, ya que los terrenos forman parte integral de todas las alternativas, y al no ser viable la ubicación o utilización de un terreno, diluye la posibilidad de que apliquen algunas de las alternativas, siendo así su importancia.

Posteriormente, se hará una valoración social y ambiental de la conjugación de alternativas de AS y PTAR, con la finalidad de seleccionar la más idónea para brindar solución dentro del componente sanitario a las ciudades de San Jorge y Buenos Aires. Finalmente, se llevará a cabo la integración de los valores acumulados para cada alternativa, brindándose así la valoración total que resultará en la más viable social y ambiental.

13.1 Evaluación de los Sitios Identificados para Emplazamiento de las PTAR

13.1.1 Criterios de Ubicación para Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales según NTON 05 027 05

Según la NTON 05 027-05, Norma Técnica Obligatoria para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso, el predio para el emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR), deberá cumplir con los criterios de ubicación de predios, siendo estos:

- "La ubicación de los STAR debe tomar en cuenta los planes de desarrollo urbano de la municipalidad o localidad. El sistema de tratamiento no deberá afectar las condiciones ambientales del casco urbano de la ciudad y las posibles áreas de desarrollo municipal.

- El terreno donde se construya un STAR no debe ser un área inundable. No se permite la construcción en pantanales, humedales (swampo), marismas y similares.
- El área del terreno donde se ubique o se instale un STAR debe tener una pendiente menor de 5%.
- La instalación o construcción de los STAR debe estar ubicados a sotavento de cualquier actividad donde haya permanencia de personas por más de 8 horas, de tal manera que el aire circule de las actividades hacia el sitio de la ubicación del STAR y no lo contrario.
- La distancia de separación entre la instalación o construcción de cualquier STAR, y viviendas, fuente de abastecimiento y nivel freático se establece en la Tabla 141.
- En el caso de nuevas actividades o proyectos que requieran instalarse cerca del área de influencia de un STAR en operación, deben de registrarse por los criterios establecidos en la NTON 05 027 05 y los criterios técnicos que las autoridades competentes dictaminen.
- La distancia mínima entre los STAR y campos de pozos de abastecimiento de agua potable debe ser en un radio de 1000 metros medidos desde el pozo más cercano.
- Todo STAR que se ubique en áreas protegidas debe solicitar la autorización o permiso ambiental al MARENA según corresponda. En el caso de áreas protegidas con planes de manejo, el sitio de ubicación de los STAR deberá registrarse según la zonificación y normativa correspondiente.
- La distancia mínima entre un STAR y esteros (estuarios), mar debe ser de 100 m de la línea máxima de crecida, en caso contrario el MARENA o INAA según su competencia, establecerá su autorización en dependencia del tipo de sistema.

Tabla 53: Distancias de ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales según NTON 05 027 05

10-05-06		LA GACETA - DIARIO OFICIAL		90	
Cuadro 1: Ubicación de los Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales					
UNIDADES DE TRATAMIENTOS	POZOS INDIVIDUALES DE AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO ¹	LINDERO DE PROPIEDAD	VIVIENDAS o Zonas Pobladas	NIVEL FREATICO	
Tanque séptico	Mayor de 20 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 5 metros	Mayor de 1.5 metros	
Tanque Imhoff	Mayor de 15 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 1.5 metros	
Pozo de absorción	Mayor de 30 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3 metros	Mayor de 3.0 metros	
Laguna de Estabilización	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 300 metros	Mayor de 3.0 metros	
Facultativas y Aerobias					
Lagunas Anaerobias	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	Mayor de 1000 metros	Mayor de 3.0 metros	
Lodos activados	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 1.5 metros	
Reacto UASB	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 1.5 metros	
Filtro Anaerobio	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 100 metros	Mayor de 1.5 metros	
Zanjas de Oxidación	Mayor de 100 metros	Mayor de 10 metros	Mayor de 50 metros	Mayor de 1.5 metros	
Biofiltros	100 metros	Mayor de 5 metros	25 metros	3.0 metros	
Humedales					
(Lagunas con macrofitas)	200 metros	Mayor de 20 metros	100 metros	1.5 metros	
Laguna aerobia (Madaración)	Mayor de 200 metros	Mayor de 20 metros	200 metros	Mayor de 3.0 metros	
Infiltración al suelo en general	Mayor de 200 metros	Mayor de 3 metros		Mayor de 3.0 metros	

Igualmente, los distanciamientos para cada una de las unidades de tratamiento de la PTAR, deberán de no ser menores a los que se establecen a continuación, basados el

cuadro de Ubicación de los sistemas de Tratamientos de Agua Residuales de la NTON 05 027 05:

- Para el caso de los Reactores UASB no menores a 50 m respecto a viviendas o zonas pobladas.
- En el caso de las Lagunas de Aerobia (Maduración), el distanciamiento no debe de ser menos a los 200 m.

Para ambos casos se esta cumpliendo con la normativa mencionada.

13.1.2 Eficiencias esperadas y calidad del efluente en los procesos de tratamiento de acuerdo al Decreto 21 – 2017.

Haciendo una revisión de los artículos expresados en el Decreto 21-2017, se ha determinado que los parámetros mínimos permisibles con los que se deberá de cumplir para la descarga de las aguas residuales tratadas, Efluente, al cuerpo receptor son:

Tabla 54 Parámetros contaminantes del efluente depurado

PARÁMETRO	RANGOS Y LÍMITES MÁXIMOS PROMEDIO DIARIO
pH	6-9
Sólidos suspendidos totales	100 mg/l
Sólidos sedimentables	1
Aceites y grasas totales	20 mg/l
DBO ₅	110 mg/l
DQO	220 mg/l
Nitrógeno total	45 mg/l
Fósforo total	15 mg/l
Coliformes fecales	1,000 NMP/100 ml

Se presentan a continuación las eficiencias esperadas en cada proceso de depuración, así como las eficiencias totales conseguidas una vez superado el tren de tratamiento completo.

Tabla 55 Calidad esperada y rendimientos

PRETRATAMIENTO+REACTORES UASB +LAGUNAS DE MADURACIÓN										
ETAPAS	Pretratamiento			Reactor UASB		Laguna maduración		Tren de tratamiento completo		
PARAMETROS	Valor entrada	Valor salida	Rto (%)	Valor salida	Rto (%)	Valor salida	Rto (%)	Rto total (%)	Decreto N°21-2017	Cumple
DBO (mg/l)	418.00	418.00	0.00	104.50	75.00	59.11	43.43	85.86	110	OK
SS (mg/l)	563.00	563.00	0.00	225.20	60.00	78.82	65.00	86.00	100	OK
Colis (NMP/100 ml)	100,000,000	100,000,000	0	100,000,000	0	1,000	99.9990	99.9990	1,000	OK
DQO (mg/l)	929.86	929.86	0.00	232.47	75.00	139.48	40.00	85.00	220	OK
pH	7.46	7.46	-	6-9	-	6-9	0.00	-	6-9	OK
SS sedimentables (mg/l)	10.00	4.00	60.00	1.00	75.00	1.00	0.00	90.00	1	OK
Aceites y grasas totales (mg/l)	100.00	20.00	80.00	20.00	0.00	20.00	0.00	80.00	20	OK
Nitrógeno total (mg/l)	81.42	81.42	0.00	81.42	0.00	28.50	65.00	65.00	45.00	OK
Fósforo total (mg/l)	11.04	11.04	0.00	11.04	0.00	7.73	30.00	30.00	15.00	OK

Con el reactor UASB, se logrará disminuir la DBO₅ de entrada de 418 a 104.5 mg/l, que equivale a una eficiencia del 75%. La remoción de SS se estima en un 60%, pasando de 563 a 225.2 mg/l. La remoción de coliformes y de nutrientes se considera despreciable en los reactores UASB.

La eliminación de nutrientes se conseguirá en el siguiente proceso, las lagunas de maduración. En las lagunas de maduración se logrará disminuir los SS de 225.2 a 78.82 mg/l (lo que equivale a un rendimiento del 65%), y el nitrógeno de 81.42 a 28.50 mg/l (rendimiento del 65%). El fósforo se reduce de 11.04 a 7.73 mg/l (rendimiento del 30%).

En el caso de la remoción de coliformes, y presuponiendo que las aguas crudas entran con un NMP/100 ml de 100,000,000, saldrán aproximadamente con un NMP de 1,000 (eficiencia estimada del 99.9990%), a través del proceso de desinfección en las lagunas de maduración.

Cuando se analiza el tren de tratamiento completo, es decir, pretratamiento + UASB + Lagunas de Maduración, se obtiene una eficiencia en la remoción de DBO del 85.87%. En el caso de la eficiencia en la remoción de coliformes fecales del sistema, resulta de 99.9990%. La remoción de SS se establece en un 86%. La remoción de nutrientes se establece en un 65% para el N y en un 30% para el P.

Con el dimensionamiento de las obras descritas, se cumple con los valores permisibles estipulados en el Arto 24 y 25 "De los vertidos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo doméstica" del Decreto 21-2017.

Tren de tratamiento completo		
Rto total (%)	Decreto N°21-2017	Cumple
85.86	110	OK
86.00	100	OK
99.9990	1,000	OK
85.00	220	OK
-	6-9	OK
90.00	1	OK
80.00	20	OK
65.00	45.00	OK
30.00	15.00	OK

13.1.3 Matriz comparativa de características de los predios propuestos

En la siguiente tabla se presenta una matriz comparativa de las características y requerimientos en cumplimiento de los principales criterios de ubicación establecidos en la norma NTON 05-027-05, observándose que los sitios preseleccionados cumplen con la mayoría de los requisitos exigidos para la implantación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Tabla 56: Normativa sobre Ubicación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales

Parámetro	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Comentarios
Área del Proyecto	El área que abarca la poligonal aproximadamente es de 32.3 Ha.	El área que abarca la poligonal aproximadamente es de 32.3 Ha.	El área que abarca la poligonal aproximadamente es de 32.3 Ha.	Los tres sitios disponen de suficiente área para cumplir con el requerimiento

<p>Distancias a viviendas más cercanas al sitio</p>	<p>Mayor a 300 m</p>	<p>Mayor a 300 m</p>	<p>Mayor a 300 m</p>	<p>del proyecto. Los sitios 1 y 2 no tienen viviendas próximas a poligonales entre 50 m, el sitio 3 tiene una vivienda ubicada aproximadamente a 100 m hacia el Este con lo que se cumple con los retiros a linderos de propiedad. La NTON O5 027 05 también establece distancia con relación a la STAR, los sitios 1,2 y 3 podrán cumplir con los retiros para tecnologías, como UASB, lagunas de maduración, lagunas facultativas, que exigen retiros de 300 m con relación a viviendas y zonas pobladas.</p>
<p>Orientación del viento a sotavento</p>	<p>A sotavento, no hay población en dirección predominante de los vientos.</p>	<p>A sotavento, no hay poblados cercanos en dirección predominante de los vientos.</p>	<p>A sotavento, hay población dispersa al sur del sitio.</p>	<p>Los 3 sitios cumplen con este parámetro.</p>
<p>Ubicación de PTAR aguas debajo de cualquier</p>	<p>No se localizan pozos cercanos para captación de agua.</p>	<p>No se localizan pozos cercanos para captación de agua.</p>	<p>No se localizan pozos cercanos para captación de agua.</p>	<p>Los 3 sitios cumplen.</p>

campo de pozos				
El STAR no deberá afectar las condiciones ambientales de la ciudad y las posibles áreas de desarrollo municipal.	Esta fuera de los límites del área de desarrollo municipal	Esta fuera de los límites del área de desarrollo municipal	Esta fuera de los límites del área de desarrollo municipal.	Los 3 sitios cumplen.
Presentar condiciones topográficas que no permita inundación alguna	No existe fuente que genere peligro de inundación en el sitio.	No existe fuente que genere peligro de inundación en el sitio.	No existe fuente que genere peligro de inundación en el sitio.	Los 3 sitios cumplen.
El área del terreno donde se ubique o se instale un STAR debe tener una pendiente menor al 5%.	En general, se trata de terrenos relativamente planos	En general, se trata de terrenos relativamente planos	En general, se trata de terrenos relativamente planos	Cumplen

13.2 Evaluación Social de las Alternativas AS - PTAR

Desde el punto de vista técnico, en el estudio de conceptualización de alternativas para el Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de las ciudades de San Jorge y Buenos Aires, aprobado por ENACAL-PISASH, se han considerado una serie de alternativas de solución para la implementación de los sistemas sanitarios. El grado de beneficios o impactos que puede tener una u otra alternativa y el orden de magnitud de esta, es lo que nos brindará, en términos de peso, cual es la más beneficiosa. En este sentido, se han establecido una serie de criterios, arreglados en una matriz de puntuación múltiple que valora todas las alternativas en paralelo.

Matriz Multicriterio⁵ se utilizó para evaluar el Impacto Social del Proyecto comparando las siguientes alternativas:

Alternativas para AS:

- **Alternativa 1:** Red San Jorge con PTAR en sitio San Francisco y Red Buenos Aires con PTAR en sitio Nahualpa Norte.
- **Alternativa 2:** Red San Jorge + Buenos Aires con una PTAR en sitio Nahualapa Norte.
- **Alternativa 3:** Red San Jorge + Buenos Aires con una PTAR en sitio San Francisco.

Alternativas para PTAR:

- **Alternativa A:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Laguna Facultativa + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa B:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa C:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Biodiscos + Decantador + Filtro de Tambor + Desinfección con lámparas ultravioleta (UV). Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa D:**
 - o **PTAR individual para San Jorge:** Pretratamiento + Laguna Facultativa+ Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
 - o **PTAR individual para Buenos Aires:** Pretratamiento + Laguna Facultativa +

⁵ (NU. CEPAL. ILPES, 2008)

Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

El sistema de saneamiento se compone de una solución para la recolección más una para el tratamiento. Por tanto, se plantean siete (7) escenarios de combinaciones AS+PTAR para determinar la solución que cumple con el criterio brindar mayor beneficio social mediante su análisis por medio de matriz multicriterio:

- **Escenario 1: Alternativa 1 + Alternativa D.**
- **Escenario 2: Alternativa 2 + Alternativa A.**
- **Escenario 3: Alternativa 2 + Alternativa B.**
- **Escenario 4: Alternativa 2 + Alternativa C.**
- **Escenario 5: Alternativa 3 + Alternativa A.**
- **Escenario 6: Alternativa 3 + Alternativa B.**
- **Escenario 7: Alternativa 3 + Alternativa C.**

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, en la tabla a continuación, se muestra la jerarquización por puntuación de los criterios seleccionados, de tal forma que, al ir obteniendo los resultados de la valoración, podemos ir obteniendo a su vez el razonamiento teórico de dichas magnitudes. A estos valores, los manejaremos como orden de intensidad o magnitud de intensidad.

Tabla 57: 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

INTENSIDAD DE LAS VALORACIONES DE LA MATRIZ		
Intensidad	Definición	Explicación
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 actualmente en la problemática sanitaria para ambas ciudades y, por otro lado, los problemas con que se podría encontrar cada alternativa, desde el punto de vista técnico, pero que su impacto tiene una connotación social.

- 1) Cobertura: comprende la capacidad de la solución para lograr una cobertura del 100%. Se espera que todas las soluciones alcancen esta meta. Su implicancia relativa es la más alta al ser una necesidad importante para toda la población en la zona de estudio.
- 2) Contaminación: Comprende la capacidad de la solución en coleccionar y tratar el 100% de los efluentes crudos que se generen. Actualmente, parte de la población descarga sus efluentes a las calles o algún cauce cercano creando problemas de calles rebosadas o contaminadas disminuyendo los niveles de salubridad y limpieza. Se espera que su importancia relativa sea moderada-alta dado que representa una gran necesidad general. Relacionado también con el aspecto anterior, la contaminación o grado de contaminación de los drenajes superficiales, se deberá de expresar y notar rápidamente al momento que se tenga el 100% de cobertura y conectividad. Una cobertura parcial o menos a este 100%, representa un nivel de insatisfacción de la fracción de la población que no recibe estos beneficios y por tanto se expresará en mantener las mismas alternativas de disposición de sus aguas residuales, encontrándose problemas de contaminación focalizados.
- 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. Al igual que el anterior, este aspecto de valoración acumula los dos anteriores, pero a su vez lo vuelve más específico, porque toca directamente al factor humano en su interrelación de entorno, respecto a las condiciones sanitarias que posee. A nivel general, muchas enfermedades gastrointestinales y respiratorias se deben a las condiciones sanitarias en que vive la población, a tal punto, que este ha resultado ser un indicador bastante utilizado para la valoración de pobreza y desarrollo.

- 4) Indicadores de Servicio AS/PTAR: Comprende las mejoras tanto en servicio, operación, mantenimiento y facturación que se pretende alcanzar en la situación con Proyecto. Su implicancia relativa es moderada. Esta es la óptica institucional y de país, la cual es de preponderante importancia para la justificación de los beneficios sociales de la implementación de este tipo de proyectos. Aquí lo importante es valorar en términos de magnitud, cuanto se verá mejorado el indicador de saneamiento con la implementación de X o Y alternativa.

Habiendo descrito los aspectos a valorar, en la tabla 124 que se muestra a continuación se presenta la estructura del instrumento de valoración a utilizar.

Tabla 58: Matriz comparativa de los Problemas Socioeconómicos detectados.

Social	Cobertura	Contaminación	Enfermedades	Contaminación	Suma	Peso
Cobertura	1.00	2.00	4.00	2.00	9.00	0.44
Contaminación	0.50	1.00	2.00	2.00	5.50	0.27
Enfermedades	0.25	0.50	1.00	1.00	2.75	0.14
Indicadores de Servicio AS+PTAR	0.50	0.50	1.00	1.00	3.00	0.15
Total	2.25	4.00	8.00	6.00	20.25	PC=2.29%

Se observa que la cobertura lleva el mayor peso por su importancia tanto para la población, así como para el cliente de acuerdo con los términos de referencia. Igualmente, la contaminación percibida por la población en forma agua no tratada que no se dispone apropiadamente lleva un mayor peso que las enfermedades

Matriz de Resultados

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

Tabla 59: Matriz comparativa de Alternativas AS+PTAR.

		AS+PTAR						
Alcances Específicos	Ponderación (Global)	Puntaje Ponderado						
		Alt. 1 + Alt. D	Alt. 2 + Alt. A	Alt. 2 + Alt. B	Alt. 2 + Alt. C	Alt. 3 + Alt. A	Alt. 3 + Alt. B	Alt. 3 + Alt. C
Cobertura	0.444	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Contaminación	0.272	2.444	2.444	2.444	2.444	2.444	2.444	2.444
Enfermedades	0.136	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951
Indicadores de Servicio AS+PTAR	0.148	0.889	0.889	0.889	0.889	0.889	0.889	0.889
Puntaje Ponderado Total		8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284	8.284

Como resultado de la valoración, se determina que todos los escenarios cumplen con la capacidad de solventar los problemas que actualmente afectan la zona de estudio en similar condición de magnitud y relevancia. Por tanto, la evaluación social no tiene un rol predominante en la selección final de la alternativa a implementar como parte del Proyecto. Siendo así, el criterio social, se ve beneficiado de igual forma y no brinda un resultado que favorezca a una u otra alternativa, siendo neutral. Cabe mencionar, que la implementación de cuales quiera de las alternativas, resulta en un impacto social altamente positivo.

13.3 Evaluación Ambiental de las Alternativas AS – PTAR

La valoración de la mejor alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de ambas ciudades, desde el punto de vista ambiental, está íntimamente relacionado con una interacción de los impactos con el funcionamiento, eficiencias y sostenibilidad de la alternativa de tratamiento. Es por tal razón que la metodología que a continuación se utiliza, integra 8 criterios de valoración, en los cuales se abordan temas técnicos, de mano de obra, de disponibilidad de terreno y de calidad de efluente. A continuación, hacemos una descripción de la metodología aplicar para la valoración de las alternativas pre establecidas.

Alternativas para AS:

- **Alternativa 1:** Red San Jorge con PTAR en sitio San Francisco y Red Buenos Aires con PTAR en sitio Nahualpa Norte.
- **Alternativa 2:** Red San Jorge + Buenos Aires con una PTAR en sitio Nahualapa Norte.
- **Alternativa 3:** Red San Jorge + Buenos Aires con una PTAR en sitio San Francisco.

Alternativas para PTAR:

- **Alternativa A:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Laguna Facultativa + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa B:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa C:** PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Biodiscos + Decantador + Filtro de Tambor + Desinfección con lámparas ultravioleta (UV). Secado de fangos mediante lechos de secado.
- **Alternativa D:**
 - o **PTAR individual para San Jorge:** Pretratamiento + Laguna Facultativa+ Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.
 - o **PTAR individual para Buenos Aires:** Pretratamiento + Laguna Facultativa + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante lechos de secado.

El sistema de saneamiento se compone de una solución para la recolección más una para el tratamiento. Por tanto, se plantean siete (7) escenarios de combinaciones AS+PTAR para determinar la solución que cumple con el criterio brindar mayor beneficio social mediante su análisis por medio de matriz multicriterio:

- **Escenario 1: Alternativa 1 + Alternativa D.**
- **Escenario 2: Alternativa 2 + Alternativa A.**
- **Escenario 3: Alternativa 2 + Alternativa B.**
- **Escenario 4: Alternativa 2 + Alternativa C.**
- **Escenario 5: Alternativa 3 + Alternativa A.**
- **Escenario 6: Alternativa 3 + Alternativa B.**
- **Escenario 7: Alternativa 3 + Alternativa C.**

13.3.1 Abordaje Metodológico

13.3.1.1 Criterios a Evaluar

- Estabilidad del sistema

Si bien es cierto, desde el punto de vista teórico, todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas tienen algún poder de acción sobre este tipo de fluidos; desde la perspectiva práctica esto puede ser limitado por ciertas condiciones operativas que, sobre todo en tratamientos biológicos, afectarían las condiciones para el desarrollo de los procesos unitarios actuantes. En otras palabras, la interacción de condiciones hidráulicas y cinéticas en los sistemas de tratamiento, afecta positiva o negativamente el equilibrio de ciertos factores operativos, lo que influye directamente sobre la estabilidad del sistema.

La estabilidad que presenta un sistema, puede o no ser causa de impactos ambientales provocados por descargas de aguas residuales fuera de los parámetros establecidos en la normativa, o afectaciones a la vida acuática en el punto de descarga del río Oro o el Canal Pluvial del Río Zopilotillo, además de incomodidades a la población y riesgos de afectaciones sanitarias por la presencia de vectores.

Para mencionar algunos aspectos importantes que intervienen en este equilibrio, tenemos los siguientes:

- a) Carga másica de contaminantes de ingreso: especialmente la carga biodegradable medida como DBO, que representa el alimento de la biota del proceso.
- b) Carga hidráulica: sobre todo lo referente a cargas de choque que ejercen una acción de lavado de la biota del sistema biológico.
- c) Contaminantes inhibidores: aquellas sustancias que inhiben la síntesis celular de la biota que actúa en el proceso.
- d) Temperatura y pH del agua afluente.
- e) Sólidos biológicos: población de microorganismos que interviene en la oxidación de la materia orgánica.
- f) Nutrientes: esenciales para el crecimiento celular.

Evaluar este aspecto es de suma importancia pues se requiere que el sistema de tratamiento sea lo más estable posible, es decir, las fluctuaciones en el desempeño y control de los factores operativos sea lo más leve posible.

- Cumplimiento de las normas de límites de descarga

Nicaragua tiene vigente el Decreto 21-2017 – Disposición para el Vertido de Aguas Residuales, este busca la regularización y control de la contaminación proveniente de descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias e impone límites de contaminación en las aguas residuales, tanto para vertido en cuerpo receptor, como

para reúso. Dado que el cumplimiento de dicha norma es obligatorio para todo ente generador, y que no todas las tecnologías pueden tener las características que permitan obtener la calidad de agua tratada especificada por ésta, la capacidad de cumplimiento se convierte en un factor de peso en la escogencia del sistema de tratamiento.

Aquel sistema que tengan alguna vulnerabilidad en el cumplimiento de esta normativa, será valorado negativamente con un puntaje ponderado, relativo a la alternativa de mayor puntaje.

- Necesidades de terreno

Otro de los elementos necesarios de tomar en cuenta a la hora de determinar o escoger el sistema de tratamiento de aguas residuales, es el referente a sus necesidades de terreno, especialmente en cuanto a aspectos topográficos, extensión, accesibilidad, riesgo, vulnerabilidad entre otros aspectos. En este sentido, como parte de los resultados de la valoración técnica, se estará abordando dentro de la valoración de este criterio, únicamente a las alternativas de los sitios de ubicación seleccionados.

En este caso, partiendo del supuesto de que la topografía de los sitios de construcción de las correspondientes plantas de tratamiento cumple con los requerimientos mínimos preestablecidos para cada sistema, se evaluará y puntuará cada alternativa de sitio a través de una metodología complementaria, conocida como Valoración de Emplazamiento.

- Costos básicos de inversión de capital fijo

Este es sin duda uno de los elementos primordiales de evaluación en la escogencia de cualquier sistema de tratamiento. Para la valoración de este parámetro se tendrán como criterio, la experiencia de los consultores, a fin de poder asignar en orden de magnitud la valoración más adecuada a cada alternativa.

- Costos básicos de mantenimiento y operación

En este rubro se toman en cuenta los costos relacionados con los diversos requerimientos financieros de insumos, energía y mano de obra que cada sistema requiere para su funcionamiento de acuerdo al dimensionamiento aquí establecido. La importancia de este aspecto a valorar, está en que la sostenibilidad de la planta de tratamiento en el tiempo, está atada a la capacidad de pago que tengan ambas ciudades, a través de sus mecanismos de cobro y actual cartera, sin embargo, esta capacidad se va a mermar si se selecciona una planta de tratamiento cuyo costo de operación es alto.

- Especialización de mano de obra

El grado de especialización de la mano de obra operativa de los sistemas de tratamiento 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 especialización de sus operarios, lo que redundará en la competitividad del país y la mejora de su capital humano.

- 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. El aporte de análisis de los criterios anteriores, aunado a la experiencia de cada uno de los expertos en el tema, aporta a la calificación de este aspecto.

- Generación de lodos

Es importante valorar la cantidad de generación de lodos del sistema, esto no solamente en términos de volumen, sino de estabilidad del mismo. Este parámetro resulta bastante adecuado para compararse entre uno y otro sistema, puesto que existen sistemas que pueden brindar una calidad de lodo lo suficientemente depurado como para no significar un riesgo alto o potencialmente alto de contaminación microbiológica, en cambio, hay otras tecnologías como Lodos Activados, que necesitan de tratamiento adicional a sus lodos para poder ser dispuestos con seguridad.

13.3.1.2 Criterios de Ponderación

En la tabla que se muestra a continuación, se resumen los 8 criterios seleccionados dentro de la metodología para la valoración de la alternativa tecnológica propuesta más viable para su implementación, en términos de sostenibilidad, en recolección y tratamiento de las aguas residuales de las ciudades.

Tabla 60: Resumen de Criterios para la Selección de la Mejor Alternativa de Tratamiento

Criterio	Peso	Descripción
Estabilidad del sistema	10	La calificación se asigna según criterios personales de los consultores (según el mejor criterio profesional) con respecto a la consecución y mantenimiento de la estabilidad del sistema de tratamiento.
Cumplimiento de límites de descarga	15	Según el criterio técnico de esta consultoría, se asigna esta calificación con base en la capacidad de la tecnología para cumplir con las normas de vertido según el mejor criterio profesional.
Necesidad de Terreno	10	Se calculan las áreas requeridas por las principales unidades de cada sistema de tratamiento. La calificación se realiza calculando la relación con respecto a la tecnología con menor requerimiento de terreno.
Costos básicos de inversión de capital fijo	15	Para cada sistema se calculan los costos de capital fijo y se comparan entre ellos, obteniendo

Criterio	Peso	Descripción
		la relación con respecto al menor costo.
Costos básicos de mantenimiento y operación	20	Se calculan los principales costos operativos del sistema (energía, insumos, mano de obra) y se comparan entre ellos, obteniendo la relación con respecto al menor costo.
Requerimientos de mano de obra	10	Con base en la de experiencia de los consultores según el mejor criterio profesional, se realiza la calificación bajo el criterio de que, a mayor especialización, mejor calificación.
Factibilidad de implementación	5	Gracias a la experiencia de los consultores, según el mejor criterio profesional, se establece la calificación correspondiente conforme a una proporción inversa de la complejidad esperada del sistema.
Generación de Lodos	15	Para la valoración de este criterio, interviene la experiencia de los consultores en el tema, quienes calificarán en una proporción inversa a la cantidad de lodos generada, el mejor puntaje, ponderando el resto de las alternativas con base a la de mejor puntaje.
Total	100	Se suman las calificaciones de todos los criterios, de tal forma que, a mayor puntuación, mejores características esperadas del sistema.

13.4 Resultados de la Valoración de alternativas de Alcantarillado Sanitario + Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

En la tabla que se muestra a continuación, se presentan los resultados de la valoración de alternativas de AS + PTAR:

Tabla 61: Resultados de la Valoración de Alternativas de Alcantarillado Sanitario y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para las Ciudades de San Jorge y Buenos Aires

Criterio	Referencia	Referencia						
		Escenario 1: Alternativa 1 + Alternativa D	Escenario 2: Alternativa 2 + Alternativa A	Escenario 3: Alternativa 2 + Alternativa B	Escenario 4: Alternativa 2 + Alternativa C	Escenario 5: Alternativa 3 + Alternativa A	Escenario 6: Alternativa 3 + Alternativa B	Escenario 7: Alternativa 3 + Alternativa C
Estabilidad el sistema	10	10	10	8	7	10	8	7
Cumplimiento de límites de descarga	15	8	8	15	13	8	15	13
Necesidad de Terreno	10	2	2	8	10	2	8	10
Costos básicos de inversión de capital fijo	15	7	7	13	15	7	13	15
Costos básicos de mantenimiento y operación	20	20	20	18	13	20	18	13
Requerimientos de mano de obra	10	10	10	10	8	10	10	8
Factibilidad de implementación	5	5	4	3	3	5	5	5
Generación de Lodos	15	15	15	13	10	15	13	10
Total	100	77	76	88	79	77	90	81
Total, Ponderado	2	1.54	1.52	1.76	1.58	1.54	1.8	1.62

Tal y como se puede observar en la tabla anterior, el resultado de la alternativa AS + PTAR, más viable fue:

Alternativa 6 – Red San Jorge + Buenos Aires con una PTAR en sitio San Francisco/PTAR conjunta para San Jorge y Buenos Aires: Pretratamiento + Reactor UASB + Laguna de Maduración. Secado de fangos mediante Lechos de Secado.

14 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 62: 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	Etapa de la medida (construcción, operación, mantenimiento)	Costo de la medida	Responsable
- 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.	- Afectaciones a las propiedades edáficas del suelo por efecto de compactación - Posible disminución de la capacidad de infiltración del suelo por el paso	- 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	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

<p>- Disminución de aguas infiltradas al manto acuífero</p>	<p>de maquinaria y equipos</p>	<p>equipos, además de sitios de estacionamiento de maquinaria pesada. - Se definirán los sitios de trabajo para el caso de las Líneas de AS, EBAR y PTAR's de ambas ciudades.</p>			
<p>- Formación de cúmulos de polvo por el transporte de materiales que podrían alterar la calidad del aire</p>	<p>- 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</p>	<p>- 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</p>	<p>Construcción</p>	<p>\$1,500.00</p>	<p>Contratista</p>

eólica.					
<ul style="list-style-type: none"> - Perturbación a la población circundante a la obra debido al paso de maquinaria y equipos 	<ul style="list-style-type: none"> - Formación de cúmulos de polvo por el transporte de materiales que podrían afectar calidad del aire pesada y materiales en la vía. 	<ul style="list-style-type: none"> - Humedecimiento continuo de accesos y material extraído durante excavaciones para evitar la generación de polvo 	Construcción		Contratista
		<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	\$44000.00	Contratista
<ul style="list-style-type: none"> - Emisión de gases de combustión generado durante la movilización y transporte de materiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones a la calidad del aire por el incremento en la emisión de gases de combustión, 	<ul style="list-style-type: none"> - La maquinaria empleada en la construcción del proyecto deberá cumplir con los niveles máximos 	Construcción	Costo incluidos en el mantenimiento de maquinaria y equipos	Contratista

	polvo y material particulado	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de la calidad del aire 		Costo monitoreo de calidad del aire: \$2,200.00	
- Disminución de la calidad de los suelos y agua por posibles derrames de sustancias almacenados en los planteles, tales como: hidrocarburos, aceites y pinturas	- Posibles afectaciones a la calidad del suelo y el agua por posibles derrames o filtraciones de combustibles, aceites, lubricantes y pinturas	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento preventivo y rutinario de maquinarias y equipos que serán utilizados durante la construcción del proyecto. El mantenimiento debe realizarse en sitios autorizados. 	Construcción	Costo incluidos en el mantenimiento de maquinaria y equipos	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de desechos de acuerdo a los lineamientos generales 	Construcción	\$16,260.00	Contratista

			establecidos en el plan de manejo de desechos sólidos, en cumplimiento con la NTON 05 014 02 y 05 015 02			
			- 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
	- Aumento o incremento de los procesos erosivos		- Se almacenará y reutilizará la capa de suelo fértil para la restauración de sitios intervenidos	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
	- Afectación a las propiedades edáficas del suelo					
- Cambio en los patrones de drenaje y	- Modificación puntual y directa de la		- El suministro de materiales selecto deberá proceder	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

<p>topografía natural de sitios destinado a la explotación de materiales para el suministro durante el proyecto</p>	<p>geomorfología natural del terreno</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio en los patrones de drenaje en el terreno - Inestabilidad de taludes 	<p>de sitios debidamente autorizados y con los permisos ambientales vigentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 Contratista</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de la calidad estética del paisaje por las excavaciones y suministro de materiales 	<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 el caso de las redes de AS y EBAR, que se encuentran dentro de las ciudades, 	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional Contratista</p>

	<p>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>	
<p>- Cacería o extracción de especies en las líneas de trabajo durante las actividades de construcción</p>	<p>- Disminución de especies faunísticas</p>	<p>- 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.</p> <p>- Se colocarán rotulaciones en los perímetros de las obras para redes de AS, EBAR y PTAR, para la protección de la fauna local, además de la prevención de incendios y demás riesgos a los que sería sometido o que es vulnerable el ecosistema afectado.</p> <p>Construcción</p> <p>No implica costo adicional</p> <p>Contratista</p>

<p>- Ahuyentamiento de avifauna debido al ruido generado por el paso de maquinaria y equipos</p>		<p>- Evitar aceleraciones frecuentes o innecesarias</p>	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>
<p>- Disminución de la calidad estética del paisaje debido a la instalación de obras temporales</p>	<p>- Afectaciones a la cobertura vegetal</p>	<p>- Se establecerán planteles y obras temporales asociadas en sitios desprovistos de vegetación</p>	<p>Construcción</p>	<p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>
<p>- Disminución de la cobertura vegetal durante actividad de limpieza del sitio</p>	<p>- Pérdida de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas</p> <p>- Afectaciones a la calidad del paisaje por la disminución de elementos escénicos</p>	<p>- 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.</p> <p>- Se establecerá un contrato de reposición con INAFOR para la</p>	<p>Construcción</p>	<p>\$1500.00</p> <p>No implica costo adicional</p>	<p>Contratista</p>

		obtención del permiso de corte o poda de árboles		
- 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 Contratista proyecto
- Formación de charcas de agua estancada		- Se evita colocar desechos sólidos generados durante la construcción, material excedente o escombros en sitios que representen una obstrucción al drenaje de las aguas pluviales, especialmente en época de lluvias	Construcción	No implica costo adicional Contratista
- Accidentes por la intrusión de personas ajenas al proyecto a las zonas constructivas	- Pobladores expuestos a posibles accidentes	- Delimitación y cercado perimetral de plantel y obras temporales asociadas como bodegas, acopios de materiales, zona del proyecto, circulación de maquinaria y	Construcción	Costo incluido en los costos del Contratista proyecto

		<p>parqueo de equipos del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 			
<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones a la libre circulación durante la construcción de las obras 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones puntuales a los usuarios de las vías que serán intervenidas por la construcción del proyecto, trabajadores que laboran en las obras y 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	Construcción	\$500.00	Contratista

ciudadanos de la ciudad de ambas ciudades	inconvenientes por traslado de materiales y equipos, por desvíos durante las actividades constructivas, y en caso de ser necesario 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	Construcción	\$600.00	Contratista

y reforestación					
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgos sobre la higiene y seguridad de los trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación a la salud de los trabajadores debido a las condiciones de riesgo a los que esta expuestos en las diferentes actividades 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<p>Construcción</p>	<p>\$117,300.00</p>	<p>Contratista</p>
		<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones de seguridad e higiene para los trabajadores, que incluye la dotación de letrinas móviles, lavamanos, comedor y vestidores con anaqueles. Dotación de agua para consumo para trabajadores 	<p>Construcción</p>	<p>\$13,662</p>	<p>Contratista</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 de San Jorge y Buenos Aires la Dirección de Tránsito de la Policía Nacional durante la instalación de desvíos temporales. Se deberán 	Construcción	No implica costo adicional	Contratista

		<p>suministrar e instalar las señales de tráfico tanto verticales como horizontales necesarios para señalar los desvíos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se establecerán las vías alternas a seguir. - Se colocarán rótulos indicando las zonas de trabajo y reglamentación de circulación correspondiente, asistido con personal destinado a la gestión vial. 			
- Población molesta por afectación a sus propiedades	- Afectación a la población por intervención en su propiedad	<ul style="list-style-type: none"> - Se evitará afectar propiedades vecinas al área intervenida en los sitios donde se realizarán las actividades constructivas 	Construcción	No implica costo adicional	Contratista
		<ul style="list-style-type: none"> - 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

<ul style="list-style-type: none"> - Posibles perturbaciones a los bienes culturales 	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Construcción</p>	<p>\$ 200.00 c/ p</p> <p>\$ 250.00 cada semana. Durante la construcción de los pozos.</p>	<p>Contratista</p> <p>Contratista</p>
<p>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>					
<ul style="list-style-type: none"> - Riesgos sobre la higiene y seguridad de los trabajadores - Accidentes por la intrusión de personas ajenas al proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectaciones a la integridad física de los trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> - 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 - Realización de un chequeo médico semestral al personal que componen las cuadrillas de mantenimiento 	<p>Operación y mantenimiento</p>	<p>Costo incluido en los costos estimados para la operación</p> <p>Costo por compra de detectores de gases inflamables: \$90,000.00</p> <p>Costo por calibración: \$4,800.00</p>	<p>ENACAL</p>

- 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.			
- 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
- Inconformidades de la población por interrupciones en el suministro de agua potable.	- Falta de suministro de agua a la población por desperfecto del sistema de agua potable, causado por rupturas en la construcción de las redes de AS.	- 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. - El volumen adicional de desechos que se genere será recopilado de conformidad a los planes operativos para el manejo de		Operación y mantenimiento	Costo incluido en los costos estimados para la operación	ENACAL

		<p>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>- Afectaciones por fallas u operación inadecuada de la PTAR</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Generación de caudales con altas cargas de contaminante, específicamente carga orgánica y patógenos. - Afectaciones con aportes de cargas orgánicas y patógenos al cuerpo receptor. - Afectaciones a zonas cercanas por cargas orgánicas y contaminante biológico infecciosos al lago. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar el By Pass para el caudal de tratamiento producto de la mala operación de la unidad o falla en la unidad que está ocasionando el problema. - Mantener en funcionamiento la desinfección para ayudar a amortiguar en la medida de lo posible a los patógenos. - En caso de tener oportunidad de modular las unidades de la PTAR por la falla o mala operación de una unidad, se debe de 	<p>Operación y Mantenimiento</p> <p>Costos incluidos en la Operación y Mantenimiento</p> <p>Operador/ENACAL.</p>

cargar
hidráulicamente las
unidades
moduladas
adicionales,
mientras se resuelve
la contingencia.

- Se deberá de elaborar en conjunto con la ENACAL y la alcaldía de San Jorge, un Plan de Emergencia para estos eventos, para limitar el tipo de actividad en el lago, al momento de presentarse la contingencia.
- Se debe de establecer la línea de base que puede determinar y definir la calidad de agua en el lago y poder tener parámetros de control.
- Por parte del Operador y la ENACAL, se deberá de llevar a cabo un Plan de Monitoreo de Calidad de

		Aguas Tratadas y Calidad de Agua tanto en el río Oro como en una Pluma de Dispersión que se defina a través del estudio de línea de base.		
ETAPA DE CIERRE				
- Afectaciones a la calidad de los suelos	- Generación de desechos sólidos	- Limpieza de desechos y disposición en el relleno sanitario	Cierre	Costo incluido en los costos del ENACAL proyecto
		- Planificación ordenada del desmantelamiento. Delimitación de las áreas de trabajo.		
- Posibles afectaciones en la calidad del aire y niveles de ruido por el desmantelamiento para el cierre de los diferentes elementos del sistema.	- Afectaciones a la población y trabajadores	- Mantenimiento de equipos en buenas condiciones	Cierre	Costo incluido en los costos del ENACAL proyecto
		- Utilización de silenciadores a fin de disminuir el ruido		
		- Riego con agua tres veces al día para mitigar el polvo		
- Aumento de emanaciones de polvo y generación de		- Trabajadores con equipo de protección personal		

ruido por el desmantelamiento de los equipos que serán cerrados por abandono del proyecto.			
- Corte de servicio de sistema de agua potable	- Afectaciones a la población	- Colocación de señales que avisan a la población que circula por la vía que se realizarán obras de desmantelamiento	Cierre Costo incluido en los costos del ENACAL proyecto

15 PERSONAL REQUERIDO PARA LAS ETAPAS DE CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

15.1 Personal Etapa de Construcción

La cantidad de personal que se espera para la construcción de las obras se estima en 81 personas, de las cuales se tiene contemplado tener:

Tabla 63: Personal Requerido para la Etapa de Construcción

Especialidad del Personal Requerido	Cant.	Preparación
Ingeniero Gerente de Proyecto	1.0	Ing. Civil, con especialidad en administración de proyectos de construcción o desarrollo preferiblemente.
Ingeniero Residente	2.0	Ing. Civil, con especialidad en Seguimiento de Proyectos de Construcción
Ingeniero Electromecánico	1.0	Ing. Electromecanico o Mecánico, con experiencia en bombeo y equipamiento mecanizado para aguas residuales.
Ingeniero Hidráulico	1.0	Ing. Civil, con especialidad en ingeniería hidráulica o similar.
Ingeniero Estructurista	1.0	Ing. Civil, con especialidad en estructuras y experiencia en obras hidráulicas
Encargado en Higiene Seguridad y Ambiente	2.0	Ing. Ambiental o Civil con especialidad en Gestión de Riesgos
Fiscal del Obra	3.0	Ing. Civil con Experiencia en Construccion de Obras Sanitarias.
Ayudante de Fiscal	3.0	Ing. Civil
Jefe de Corte y Compactación	1.0	Ing. Civil, con experiencia en corte y compactacion, además de geotecnia.
Esp. Geotecnia	1.0	Ing. Civil con especialidad en Geotecnia y Suelos
Esp. Ambiental	1.0	Ing. Ambienta, Ecólogo o similar
Esp. Eléctrico	1.0	Ing. Eléctrico
Dibujante - Calculista	2.0	Arquitecto o Ing. Civil, con especialidad en Dibujo Profesional y experiencia en calculo de obras, de preferencia en obras de tipo sanitarias.
Dibujante	3.0	Arquitecto o Ing. Civil, con especialidad en Dibujo Profesional
Maestro de obras	8.0	Ing. Civil o Maestro de Obras
Ayudante de construcción	40.0	Maestro de Obra o graduado de secundaria, con experiencia en construcción.
Bodeguero	2.0	Bachier, con experiencia en trabajos similares.
Asistente de bodega	2.0	Bachier, con experiencia en trabajos similares.
Gerente Admón.. - Financiero	1.0	Lic. en Administración de Empresas, Economista o Ing. Industrial, con experiencia en proyectos y contabilidad.
Responsable Contable - Tributario	1.0	Lic. en Administración de Empresas, Economista o Ing. Industrial
Conductor de Equipo Liviano	1.0	Bachier, con licencia de conducir categoría profesional
Vigilante	3.0	Bachier.

Se procurará contar con al menos un 30% de personal femenino en puestos de especialidad y administrativos.

15.2 Persona Etapa de Operación y Mantenimiento

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, al se basará en el principio de la asignación de unas funciones para cada puesto de trabajo, y por lo tanto una responsabilidad en cada puesto.

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 de la estación de tratamiento, evaluándose las necesidades en puestos de trabajo que requiere cada una de las funciones que se desarrolla en la misma.

15.2.1 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 de la planta.
- De operación, mantenimiento y conservación rutinarios: donde se incluyen los operarios a nivel de planta. 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 64: Personal necesario en la planta.

Personal de planta	
Dirección y control	
Jefe de Planta	1
Analista de Laboratorio	1
Secretaria-Asistente	1
Operación y mantenimiento	
Operarios	4
Vigilante	2

Personal de planta	
Conserje	1
Jardinero	1
Personal necesario para el proceso	
Dirección y control	
Ingeniero supervisor	1
Analista de laboratorio	1
Operación y mantenimiento	
Operarios	3
Vigilante	1

15.2.2 Funciones a realizar por cada nivel del organigrama

- Ingeniero supervisor.

Funciones: dirección técnica de la planta con la colaboración de los operarios; responsable de la gestión administrativa y de personal; responsable ante ENACAL del funcionamiento correcto de la planta 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 proceso de la planta; responsable de la cumplimentación de los partes de toda la planta; hará cumplir estrictamente el mantenimiento preventivo, y adecuará los medios existentes en la planta a las necesidades que en todo momento demande el proceso y sus equipos.

- Analista

Responsable de los análisis, control de anomalías en los análisis, control de reactivos y material de laboratorio. Depende directa y orgánicamente del Ingeniero Supervisor.

- Operarios

Funciones: responsables de los trabajos de mantenimiento, conservación y seguridad e higiene de toda la planta; responden del proceso ante el Ingeniero Supervisor.

15.2.3 Capacitación y/o Preparación Requerida

El personal requerido para la operación y mantenimiento de la PTAR se establece en:

- Ingeniero supervisor.

1 Ingeniero supervisor con Grado de Ingeniero Civil con capacitación en diseño, operación y mantenimiento de UASB's y lagunas de estabilización. Capacitación en primeros auxilios, seguridad y salud ocupacional, monitoreo de aguas residuales, e interpretación de resultados del laboratorio y monitoreo. Capacitación y experiencia en financiamiento de operación de obras públicas.

- Analista laboratorio (dedicación puntual).

1 Técnico de laboratorio, licenciado o ingeniero químico, con dedicación de 1 día por semana, para la realización de los análisis, control de anomalías en los análisis, control de reactivos y material de laboratorio.

- Operadores.

3 operadores a tiempo completo con educación secundaria aprobada o superior, habilidades propias para labores de operación, mantenimiento y monitoreo básico de aguas residuales UASB, y lagunas de estabilización. Capacitación en primeros auxilios, seguridad y salud ocupacional, operación de lagunas, monitoreo de caudales, operación de desarenadores, y muestreo básico de aguas residuales.

- Vigilante.

1 vigilante a tiempo completo con habilidades propias para labores de vigilante. Capacitación en primeros auxilios. Mínimo de preparación bachier.

- Especialistas.

Varios cuando sea necesario contratar especialistas para actividades específicas como: puesta en marcha, remoción de lodos, mantenimiento y reparación de bombas.

15.2.4 Documentación requerida en planta

La documentación que deberá estar disponible en todo momento en la planta es la siguiente:

- Memoria técnica del proyecto.
- Un juego completo de los planos de construcción.
- Especificaciones técnicas de construcción.
- Manual de operaciones y mantenimiento.
- Formularios de registro de datos operacionales y de análisis de calidad.
- Libro de observaciones. El Ingeniero Supervisor anotará diariamente los acontecimientos importantes ocurridos, las lecturas de caudales efectuadas, así como los resultados de los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos, medios o analizados tanto en la planta como fuera de ella (laboratorio externo).

16 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MÍNIMOS REQUERIDOS

Las herramientas e implementos básicos para la operación y mantenimiento del sistema de lagunaje son:

- Guantes de hule: 4 pares, para protección del operador.
- Botas altas de hule: 4 pares, para protección del operador.
- Capotes de hule: 3 pares, para protección del operador.
- Botiquín de primeros auxilios: 1, para protección del operador.
- Salvavidas: 6, para protección del operador.
- Uniforme de campo: 2, para protección del operador.
- Casco protector: 2, para protección del operador.
- Rastrillo para rejilla: 2 para limpieza de natas.
- Pala: 2 para entierro sólidos, natas, ...
- Pico: 2 para excavación para el entierro.
- Carretilla de mano: 1 para transportes de natas, sólidos,...
- Cortadora de césped: 1 para mantenimiento de grama.
- Martillo: 1 para mantenimiento en general.
- Serrucho: 1 para mantenimiento en general.
- Escoba: 1 para mantenimiento en general.
- Desnatador (espumadera) de 3m de largo: 1 para limpieza de natas.
- Lancha: 1 para medición de lodos, muestreo...
- Manguera: 1 para limpieza en general.
- Machete: 1 para mantenimiento de la vegetación/césped.
- Destornillador: 2 para mantenimiento general.
- Baldes: 2 para recolección de natas y sólidos
- Llaves Stilson de 12": 2 para mantenimiento en general.

17 MEDIDAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN LA PTAR

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 dispuestas son:

1. Se dispone de un depósito para almacenar agua potable, de modo que se disponga de una fuente de agua limpia, jabón y cloro. 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. El edificio de control cuenta con un botiquín de primeros auxilios. También cuenta con extintor y un teléfono celular para emergencias.
3. En el edificio de control-taller se dispone de guantes y botas de hule, casco de trabajo, y todos los implementos básicos comentados en el apartado 'Herramientas de mantenimiento'. Todas las prendas utilizadas en la instalación deben permanecer en ella al finalizar la jornada laboral. Se dispone de cuarto con lavadora para limpieza de las prendas.

4. Siempre que se vaya a comer o beber, se deben lavar las manos con agua limpia y jabón. El edificio de control es el lugar destinado para las comidas. 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. Lo más recomendable es no comer cerca de desechos líquidos, o sólidos depositados/almacenados.
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 las compuertas, la retirada del material flotante, natas, etc., para prevenir posibles cortes.
7. Dado que el sitio 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 del sitio debe mantenerse cerrada cuando no existen visitas autorizadas. Se deben recordar los riesgos higiénicos para los visitantes si no están suficientemente informados.
9. La instalación debe disponer de una lancha, cuerda y varios salvavidas.
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.

18 ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES EN EL SITIO DEL PROYECTO

A continuación, se presentan los esquemas de emplazamiento y distribución de los componentes de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para las ciudades de San Jorge y Buenos Aires.

Figura 18: Configuración de Alternativa No.3 Red Buenos Aires y San Jorge unificado más PTAR Sur.

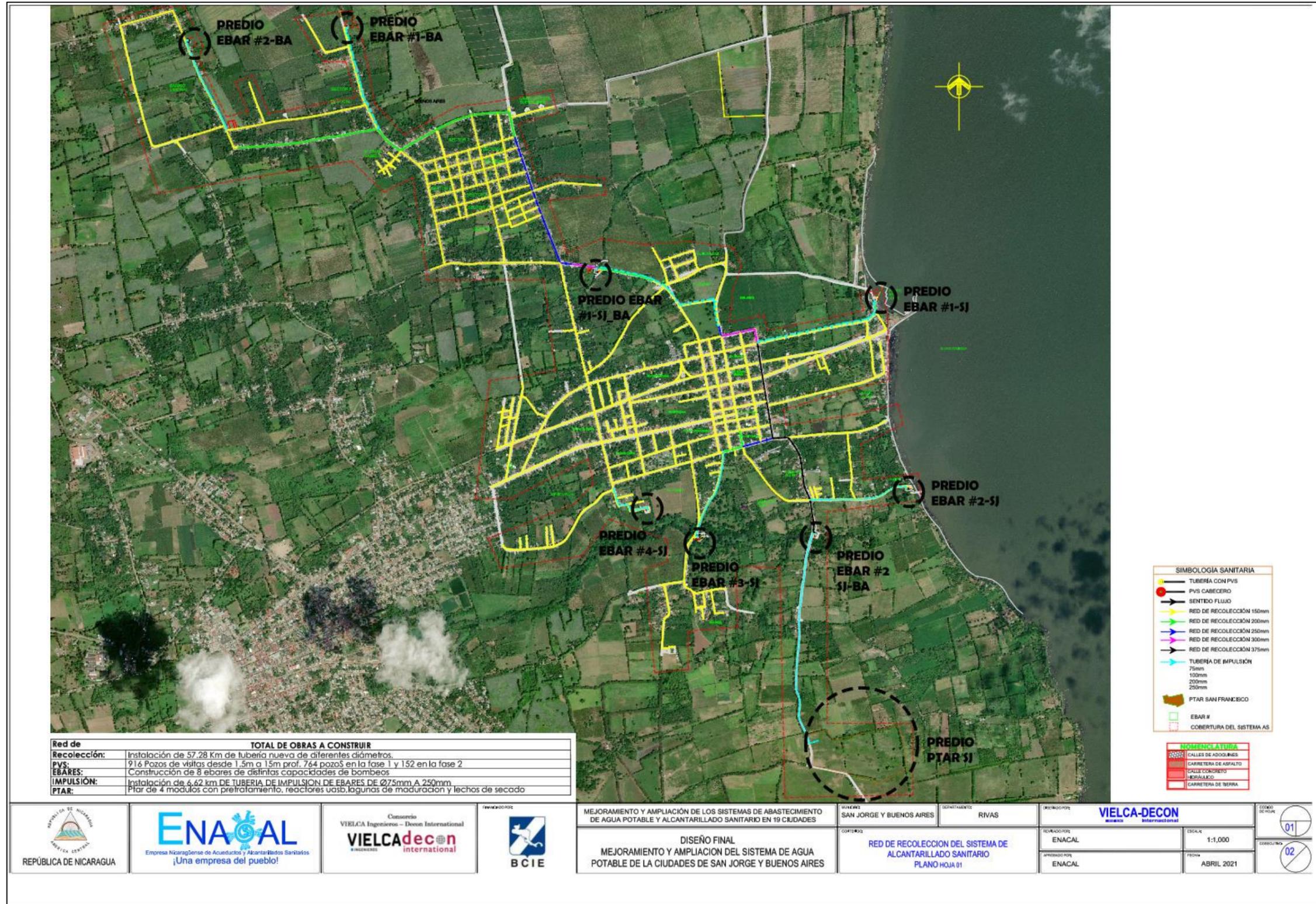
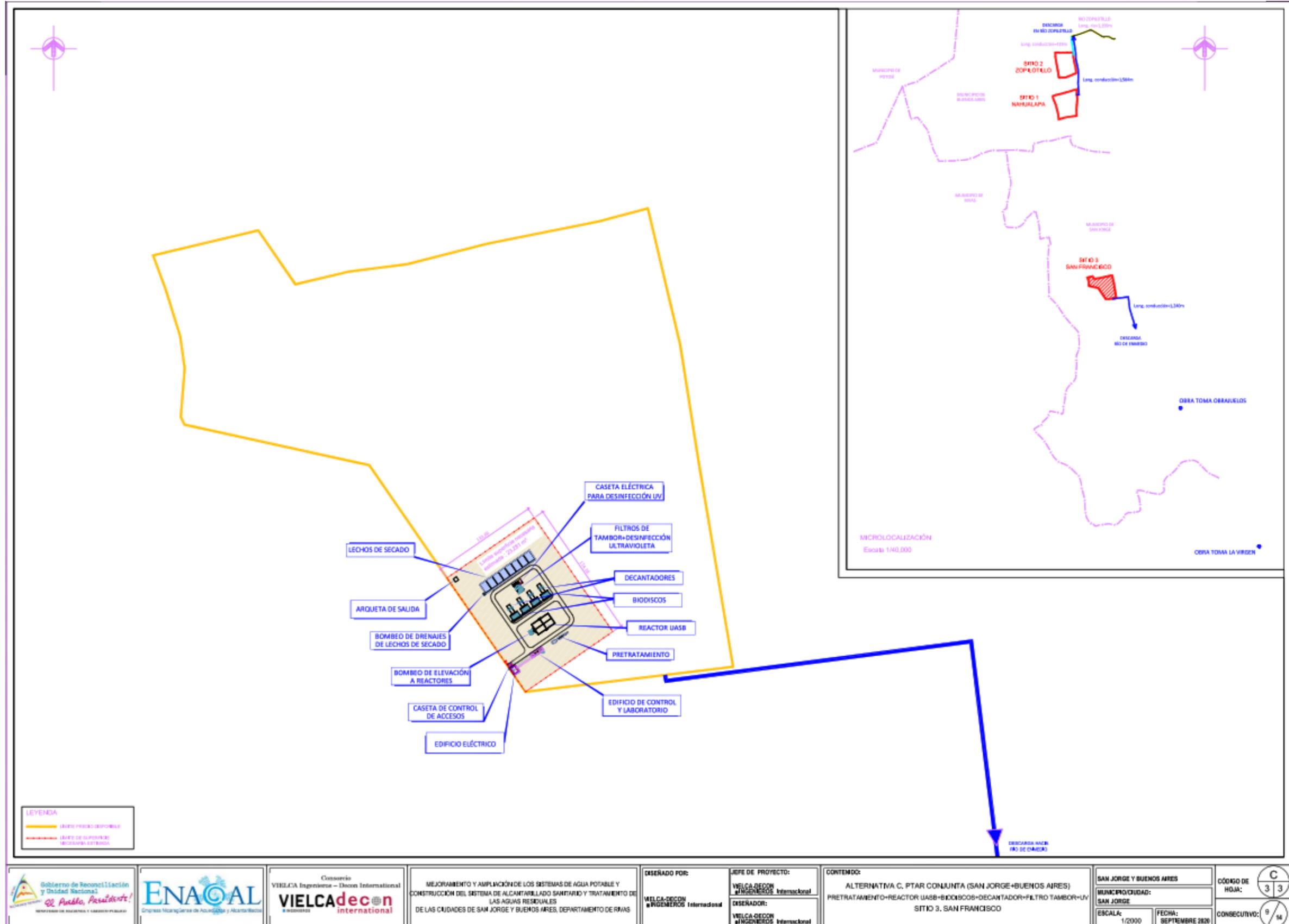


Figura 58: Emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales que brindará servicio a las ciudades de San Jorge y Bueno Aires



<p>Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional <i>Que Pueblo, Pasadiverte!</i></p>	<p>ENAOAL Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado</p>	<p>Consorcio VIELCA Ingenieros – Decon International</p>	<p>MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS CIUDADES DE SAN JORGE Y BUENOS AIRES, DEPARTAMENTO DE RIAS</p>	DISEÑADO POR: VIELCA-DECON INGENIEROS International	JEFE DE PROYECTO: VIELCA-DECON INGENIEROS International	CONTENIDO: ALTERNATIVA C. PTAR CONJUNTA (SAN JORGE+BUENOS AIRES) PRETRATAMIENTO+REACTOR UASB+BIODISCOS+DECANTADOR+FILTRO TAMBOR+UV SITIO 3. SAN FRANCISCO	SAN JORGE Y BUENOS AIRES MUNICIPIO/CUADRA: SAN JORGE	CÓDIGO DE HOJA: C/33 CONSECUTIVO: 8/14
				VIELCA-DECON INGENIEROS International	VIELCA-DECON INGENIEROS International		ESCALA: 1/2000	

ANEXO I – ESTUDIO DE INUNDACIONES REALIZADO PARA LOS COMPONENTES DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLANTA DE TRATAMIENTO

ANEXO II – PLANOS DE LOS COMPONENTES DE EBAR´S Y CONJUNTO DEL SISTEMA PROPUESTO.

ANEXO III - MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AS Y PTAR DE SAN JORGE/BUENOS AIRES