

Contenido

I. ANTECEDENTES	2
II. PLAN MAESTRO Y DISEÑO EJECUTIVO DE AGUA POTABLE	3
2.1. DIAGNÓSTICO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	3
2.1.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	5
2.2. PLAN MAESTRO DESARROLLADO	13
2.3. DISEÑO EJECUTIVO DE LAS OBRAS	18
III. PLAN MAESTRO Y DISEÑO EJECUTIVO DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	18
3.1 RED BÁSICA Y RAMALES CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	19
3.1.1 RED BÁSICA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	19
A. ÁREA DE TRAZADO	19
B. SECTORES	20
C. DISEÑO Y MODELACIÓN DE LA RED BÁSICA	21
4.1.1. RAMALES CONDOMINIALES.....	24
A. DISEÑO Y MODELACIÓN DE RAMALES CONDOMINIALES	24
3.2 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL SISTEMA COLECTIVO Y DISEÑO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA	26
3.3 ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	26
3.4 DISEÑO EJECUTIVO DE LAS OBRAS	28
IV. ESTUDIO DE DISPOSICIÓN A PAGAR DE LA POBLACIÓN	29
V. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR	29
VI. ANÁLISIS INSTITUCIONAL DEL PRESTADOR	30
VII. PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES	30
VIII. CONSIDERACIONES FINALES.....	30
IX. ANEXOS.....	31

INFORME FINAL DEL DISEÑO EJECUTIVO DE LA CIUDAD DE YBY YAU

I. ANTECEDENTES

El Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), se encuentra ejecutando el Programa de Agua Potable y Saneamiento de Agua Potable y Saneamiento para Comunidades Rurales e Indígenas, con financiación del Banco Interamericano de desarrollo (BID), a través del préstamo 2222/OC-PR, y del Fondo Español de Cooperación para Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, mediante el Convenio de Financiamiento No Reembolsable de Inversión GRT/WS-12513- PR y aporte local.

El programa tiene por objetivo contribuir a incrementar el acceso a servicios agua potable y saneamiento principalmente en las comunidades rurales e indígenas, menores de 2.000 habitantes, del país con el fin de que las familias que no cuenten con dichos servicios puedan llegar a tenerlo a corto plazo mejorando así su calidad de vida.

Dentro de las actividades del Programa, se financia actividades de estudios y proyectos de sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento.

Para el efecto ha contratado LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD TÉCNICOS, AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS, PLANES MAESTROS Y DISEÑO DE INGENIERÍA PARA LA AMPLIACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA PEQUEÑAS CIUDADES en dos grupos. El GRUPO Nº 2 corresponde al desarrollo de los estudios para las ciudades de Yaguarón, Pirayú, Chore e Yby Yau, estableciéndose como priorizadas las dos primeras.

Se desarrollarán estudios de Factibilidad Técnicos, Ambientales, Institucionales, Socioeconómicos y Financieros, Planes Maestros y Diseños Ejecutivos de Ingeniería de Mejoras de Sistemas de agua y alcantarillado sanitario para las cuatro pequeñas ciudades mencionadas.

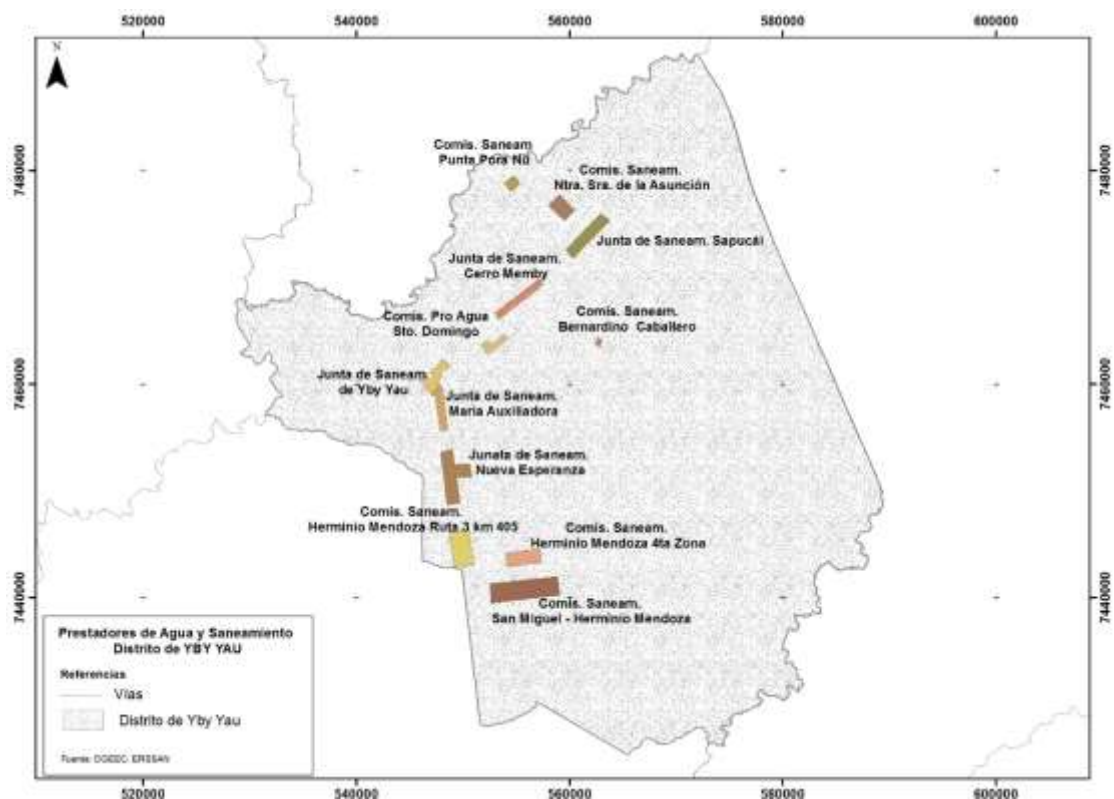
El presente constituye uno de los productos más importantes, correspondiente al INFORME FINAL DEL DISEÑO EJECUTIVO DE LA CIUDAD DE YBY YAU.

II. PLAN MAESTRO Y DISEÑO EJECUTIVO DE AGUA POTABLE

2.1. Diagnóstico del Abastecimiento de Agua Potable

De acuerdo a la legislación vigente¹, se definen las llamadas áreas prestacionales (AP) correspondientes a cada prestador de servicios de agua y saneamiento. El distrito de Yby Yau cuenta con 11 prestadores del servicio de distribución de agua potable, de los cuales se ubican las 11 áreas prestacionales en la Figura 1.

Figura 1 - Prestadores del Servicio de Agua y Saneamiento del Distrito de Yby Yau



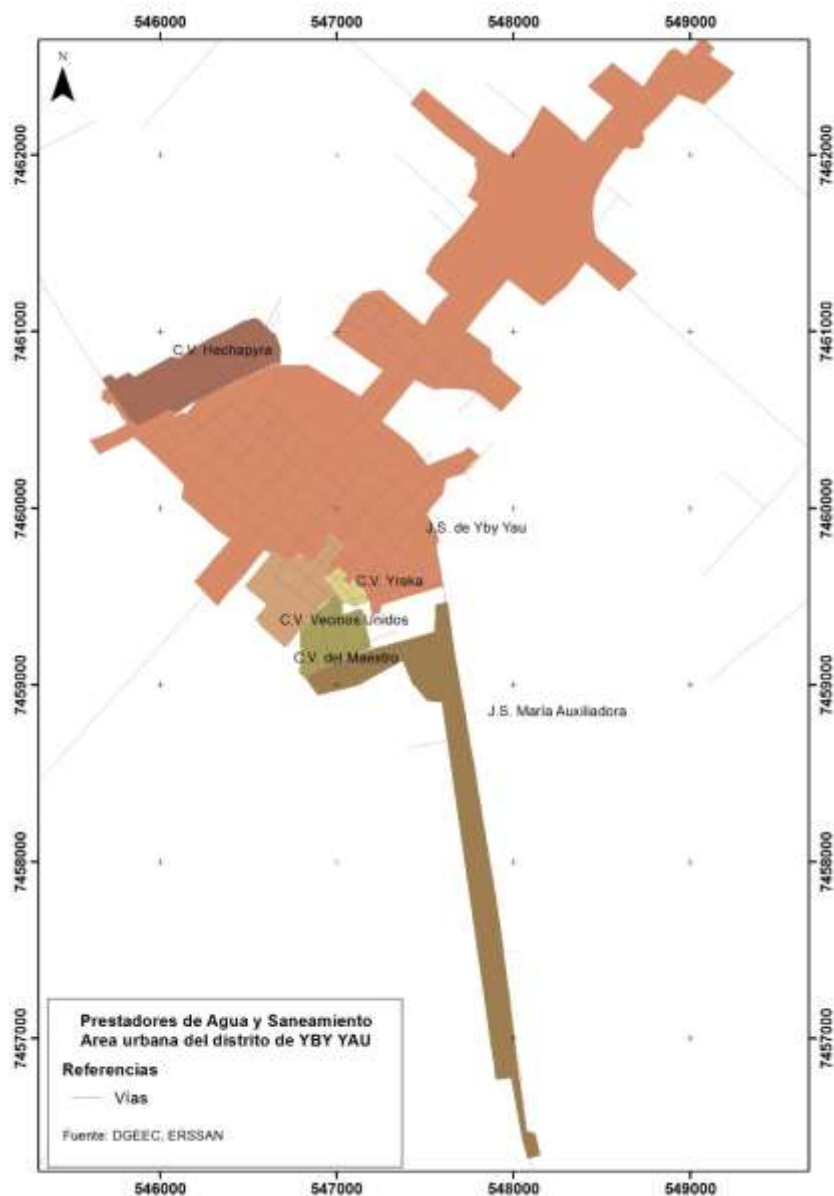
Cabe mencionar que durante las visitas de relevamiento fueron identificados otros prestadores del servicio de abastecimiento de agua en la zona urbana y periurbana de Yby Yau, los cuales se encuentran en proceso de verificación por el Ente Regulador. Entre los nuevos prestadores identificados se encuentran:

- Comisión de Saneamiento Vecinos Unidos;
- Comisión de Saneamiento Yreká;
- Comisión de Saneamiento Hechapyra;
- Comisión de Saneamiento Villa del Maestro.

¹ Ley 1614/2000 – GENERAL DEL MARCO REGULATORIO Y TARIFARIO DEL SERVICIO PUBLICO DE PROVISION DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA REPUBLICA DEL PARAGUAY

El área de influencia (AI) del proyecto, de acuerdo a los lineamientos presentados en TdR, se definirá como la correspondiente a la/las AP del/de los prestador/prestadores en la zona urbana y periurbana más poblada del distrito. Se toma finalmente el área prestacional de seis prestadores: Junta de Saneamiento de Yby Yau, Junta de Saneamiento María Auxiliadora, Comisión de Saneamiento Vecinos Unidos, Comisión de Saneamiento Yreká, Hechapyra, y Villa del Maestro.

Figura 2 – Prestadores en área urbana y periurbana del distrito de Yby Yau - actualizado



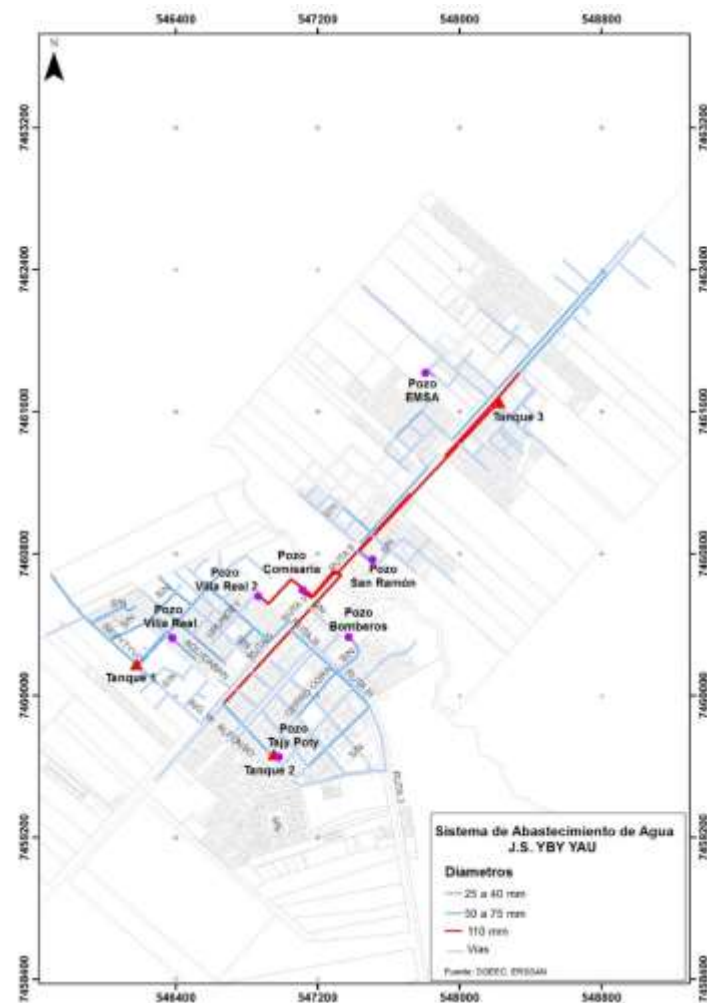
Cabe mencionar que, según el Listado de Prestadores del Servicio de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario por Distrito (ERSSAN, 2016), ninguno de los prestadores mencionados presta servicios de recolección y/o tratamiento de efluentes cloacales a la fecha.

Estudios específicos² indican que, ya en 2002 ninguna vivienda del distrito contaba con baño moderno conectado a alguna red de alcantarillado, mientras que el 25% de éstas contaban con baño moderno conectado a un pozo ciego. Datos específicos de soluciones individuales de saneamiento utilizadas actualmente se presentan el apartado de Diagnóstico.

2.1.1. Sistemas de Abastecimiento de Agua

Durante las visitas de relevamiento al (AI) se pudo conversar con presidente de la Junta de Saneamiento de Yby Yau, Sr. Aníbal Peña quien facilitó datos de infraestructura y operación del sistema de abastecimiento de agua de la Junta de Saneamiento de la misma. Además, encargados y plomeros de otros prestadores pudieron entregar información sobre los sistemas.

Figura 3 – Sistema de Abastecimiento de Agua de la Junta de Saneamiento de Ybu Yau



² Atlas de Necesidades Básicas Insatisfechas. (DGEEC, 2002)

Figura 4 – Sistema de Abastecimiento de Agua de la Junta de Saneamiento María Auxiliadora

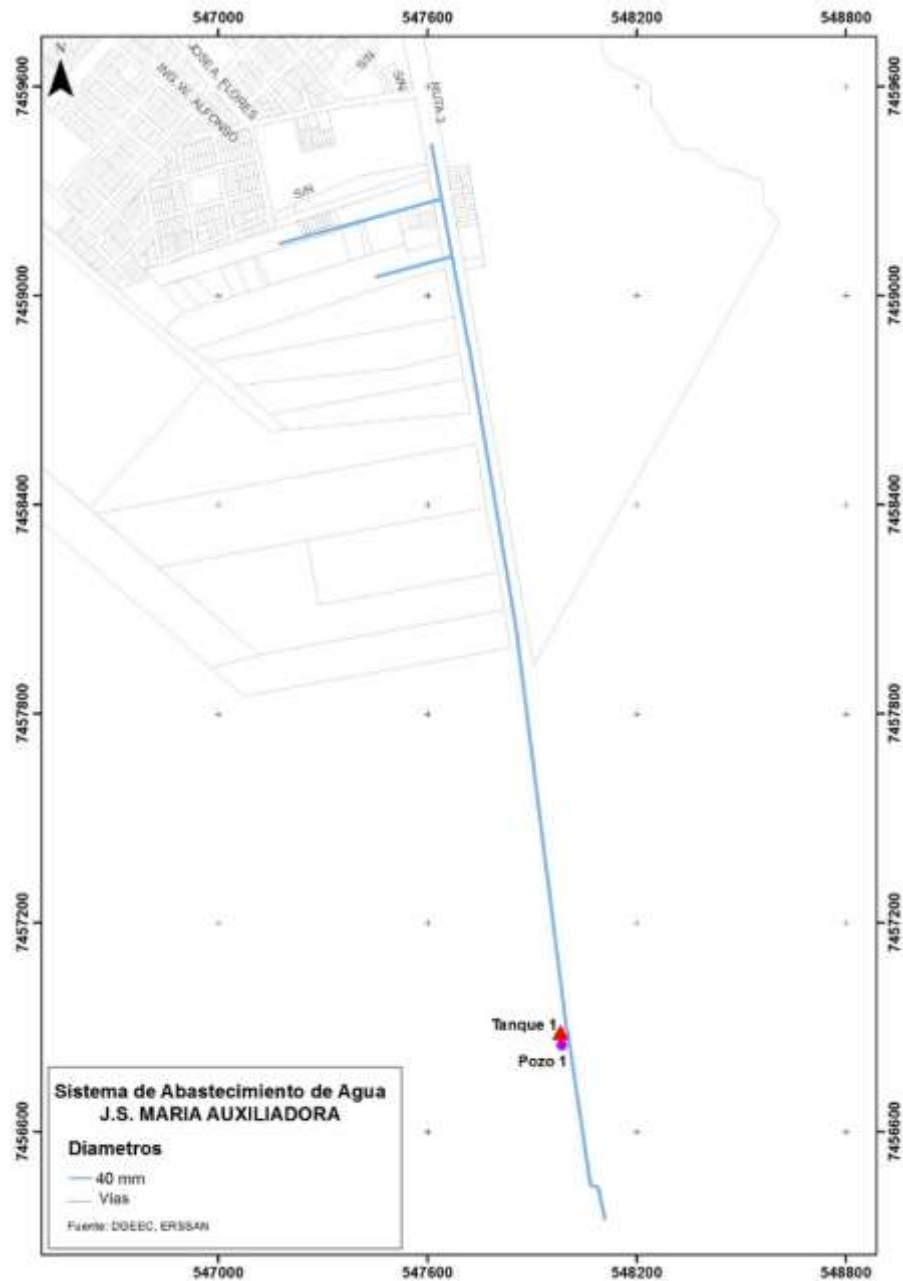


Figura 5 – Sistema de Abastecimiento de Agua de la Comisión de Saneamiento Vecinos Unidos



Figura 6 – Sistema de Abastecimiento de Agua de la Comisión de Saneamiento Yreka

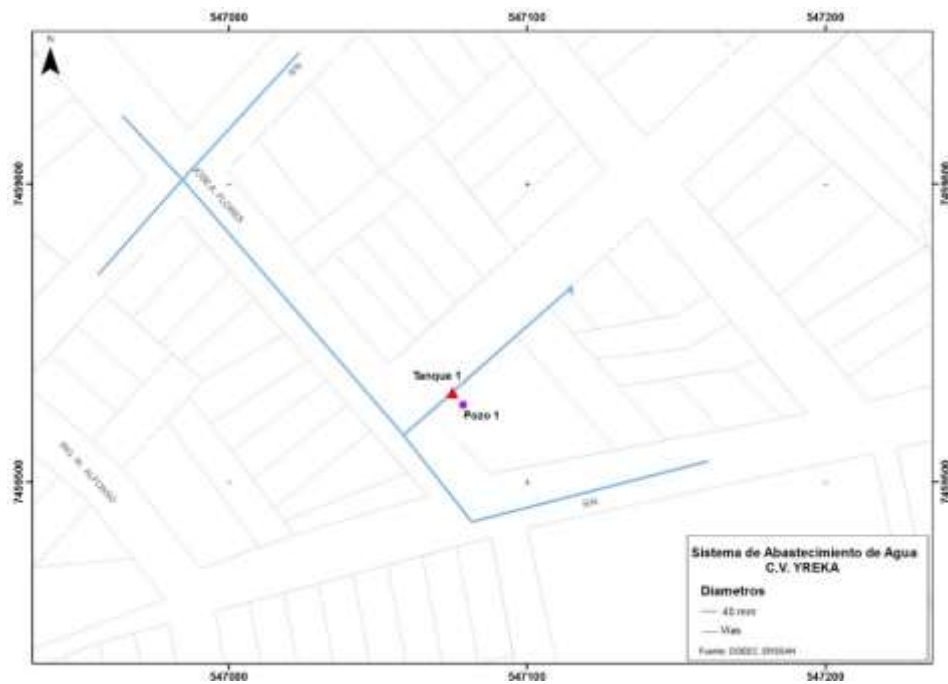


Figura 7 – Sistema de Abastecimiento de Agua de Comisión Vecinal Hechapyra

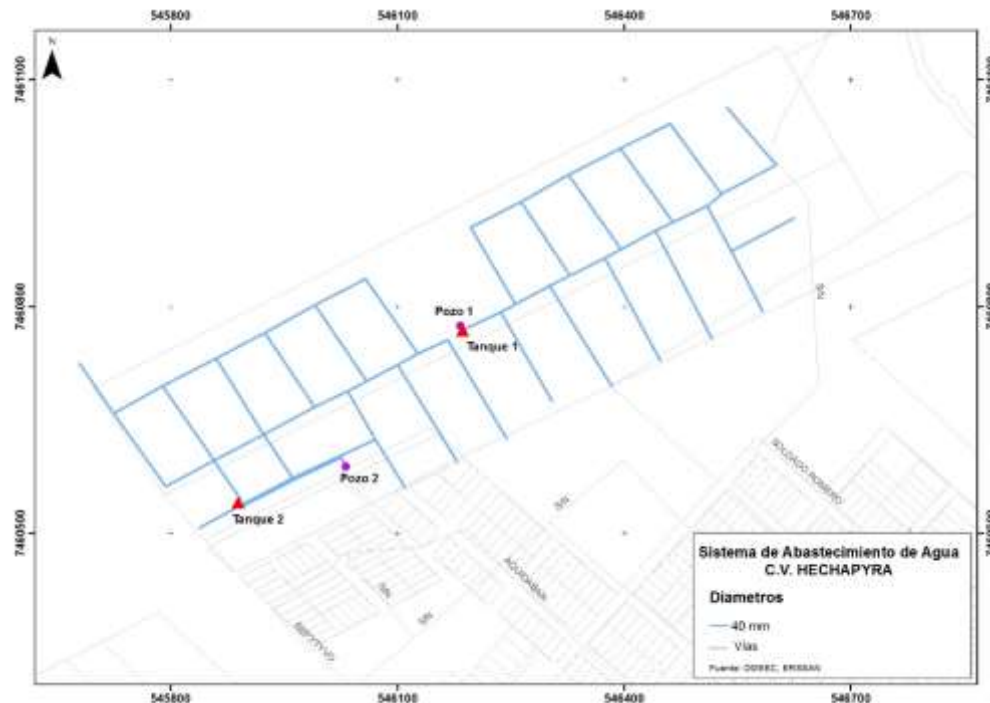
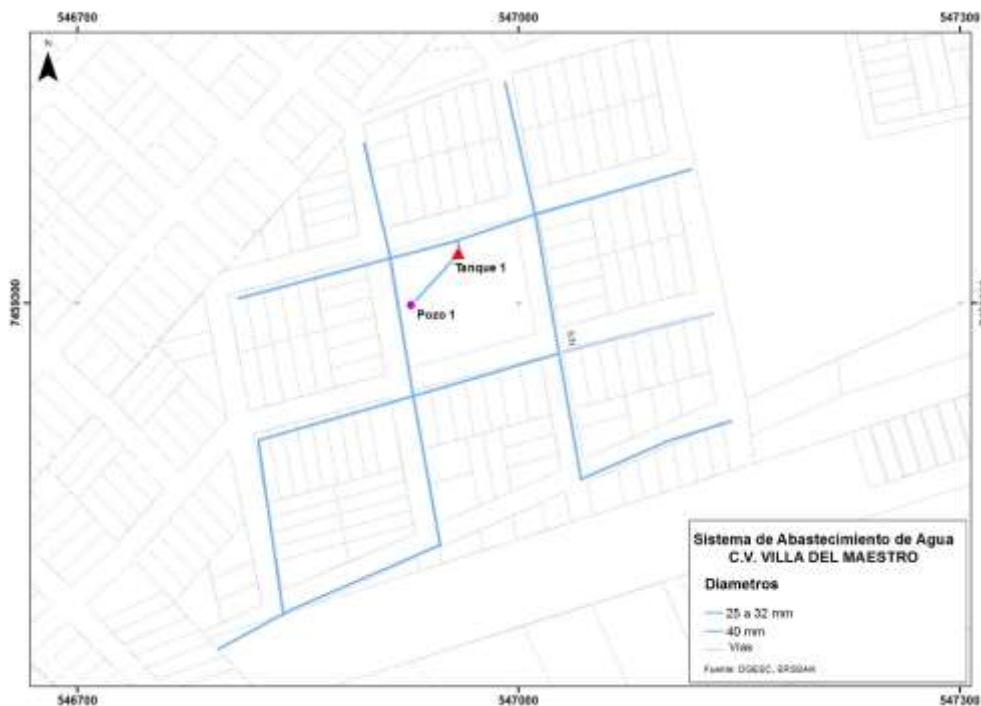


Figura 8 – Sistema de Abastecimiento de Agua de Comisión Vecinal Villa del Maestro



En cuanto a la **producción**, los prestadores cuentan con pozos profundos instalados y en operación con las características que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 – Infraestructura de Producción de Agua

JUNTA DE SANEAMIENTO DE YBY YAU - Producción							
	Pozo Comisaría	Pozo Bomberos	Pozo Tajy Poty	Pozo Villa Real 2	Pozo Villa Real	Pozo EMSA	Pozo San Ramón
Profundidad del pozo (m)	128	120	140	120	98	120	140
Potencia de electrobomba (Hp)	10	7,5	5	15	10	5	15
Caudal producido (l/h)	8.000	6.000	4.000	8.000	12.000	5.000	12.000
Salida (Impulsión, mm)	110	60	40	110	60	40	110
Nivel Dinámico (m)	92	86	110	87	81	93	91
JUNTA DE SANEAMIENTO MARÍA AUXILIADORA - Producción							
	Pozo 1						
Profundidad del pozo (m)	120						
Potencia de electrobomba (Hp)	5						
Caudal producido (l/h)	6.000						
Salida (Impulsión, mm)	110						
Nivel Dinámico (m)	95						
COMISIÓN DE SANEAMIENTO VECINOS UNIDOS - Producción							
	Pozo 1						
Profundidad del pozo (m)	120						
Potencia de electrobomba (Hp)	3						
Caudal producido (l/h)	5.000						
Salida (Impulsión, mm)	40						
Nivel Dinámico (m)	-						
COMISIÓN DE SANEAMIENTO YREKA - Producción							
	Pozo 1						
Profundidad del pozo (m)	80						
Potencia de electrobomba (Hp)	2,5						
Caudal producido (l/h)	8.000						
Salida (Impulsión, mm)	40						
Nivel Dinámico (m)	-						
COMISION DE SANEAMIENTO HECHAPYRA - Producción							
	Pozo 1	Pozo 2					
Profundidad del pozo (m)	100	100					
Potencia de electrobomba (Hp)	5	5					

Caudal producido (l/h)	10.000	10.000					
Salida (Impulsión, mm)	40	40					
Nivel Dinámico (m)	58	32					
COMISION DE SANEAMIENTO VILLA DEL MAESTRO - Producción							
	Pozo 1						
Profundidad del pozo (m)	60						
Potencia de electrobomba (Hp)	5						
Caudal producido (l/h)	10.000						
Salida (Impulsión, mm)	40						
Nivel Dinámico (m)	-						

La infraestructura de **almacenamiento** está compuesta por tanques elevados y reservorios apoyados.

Tabla 2 – Infraestructura de Almacenamiento

JUNTA DE SANEAMIENTO DE YBY YAU - Almacenamiento				
		Tanque 1	Tanque 2	Tanque 3
Tipo	Material	H°A°	Metálico	H°A°
	Forma	Cuadrangular	Circular	Circular
	Nivel de base	Sobre el terreno	14 mts sobre el terreno	12 mts sobre el terreno
Volumen de Almacenamiento		20 m3	30 m3	80 m3
Geometría	Diámetro/Lado	7	4	7 m
	Altura	1,5	3,5	3,5 m
Tubería de carga	Tubería 1	60 mm	60 mm	110 mm
Tubería de descarga	Tubería 1	60 mm	60 mm	40 mm
JUNTA DE SANEAMIENTO MARIA AUXILIADORA - Almacenamiento				
		Tanque 1		
Tipo	Material	Metálico		
	Forma	Circular		
	Nivel de base	8 mts sobre el terreno		
Volumen de Almacenamiento		30 m3		
Geometría	Diámetro/Lado	4		
	Altura	3,5		
Tubería de carga	Tubería 1	150 mm		

Tubería de descarga	Tubería 1	40 mm		
COMISION DE SANEAMIENTO VECINOS UNIDOS - Almacenamiento				
		Tanque 1		
Tipo	Material	F°V°		
	Forma	Circular		
	Nivel de base	8		
Volumen de Almacenamiento		10 m3		
Geometría	Diámetro/Lado	2 m		
	Altura	3 m		
Tubería de carga	Tubería 1	40 mm		
Tubería de descarga	Tubería 1	40 mm		
COMISION DE SANEAMIENTO YREKA - Almacenamiento				
		Tanque 1		
Tipo	Material	F°V°		
	Forma	Circular		
	Nivel de base	8		
Volumen de Almacenamiento		10 m3		
Geometría	Diámetro/Lado	2 m		
	Altura	3 m		
Tubería de carga	Tubería 1	40 mm		
Tubería de descarga	Tubería 1	40 mm		
COMISION DE SANEAMIENTO HECHAPYRA - Almacenamiento				
		Tanque 1	Tanque 2	
Tipo	Material	Metálico	Metálico	
	Forma	Circular	Circular	
	Nivel de base	4,8 m	4,8 m	
Volumen de Almacenamiento		10 m3	10 m3	
Geometría	Diámetro/Lado	2 m	2 m	
	Altura	3,5 m	3,5 m	
Tubería de carga	Tubería 1	40 mm	40 mm	
Tubería de descarga	Tubería 1	40 mm	40 mm	
COMISION DE SANEAMIENTO VILLA DEL MAESTRO - Almacenamiento				
		Tanque 1		
Tipo	Material	Metálico		

	Forma	Circular		
	Nivel de base	8,4 m		
Volumen de Almacenamiento		10 m ³		
Geometría	Diámetro/Lado	2 m		
	Altura	3,5 m		
Tubería de carga	Tubería 1	40 mm		
Tubería de descarga	Tubería 1	40 mm		

La **distribución** se realiza por gravedad para los sistemas de J.S. María Auxiliadora, C.S. Vecinos Unidos, C.S. Yreka, C.S. Hechapyra, C.S. Villa del Maestro. En el caso de la J.S. de Yby Yau, la distribución se realiza tanto por gravedad como por bombeo directo a la red

Se tienen instaladas un total de 49,5 km. de tuberías de PVC con diámetros entre 25 mm y 110 mm en toda la zona urbana y periurbana de Yby Yau.

Tabla 3 – Infraestructura de Distribución de Agua

LONGITUD DE TUBERÍAS INSTALADAS - Distribución								
JUNTA DE SANEAMIENTO DE YBY YAU								
Diámetro ³ (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	5.193	-	17.032	6.820	2.667	142	4.389
JUNTA DE SANEAMIENTO MARIA AUXILIADORA								
Diámetro (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	-	-	3.844	-	-	-	44
COMISIÓN DE SANEAMIENTO VECINOS UNIDOS								
Diámetro (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	466	-	1.726	-	-	-	-
COMISIÓN DE SANEAMIENTO YREKA								
Diámetro (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	-	-	450	-	-	-	-

³ Los valores presentados corresponden a diámetros nominales de las tuberías de distribución.

COMISIÓN DE SANEAMIENTO HECHAPYRA								
Diámetro (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	-	-	4.982	-	-	-	-
COMISIÓN DE SANEAMIENTO VILLA DEL MAESTRO								
Diámetro (mm)		25	32	40	50	60	75	110
Material	PVC	109	887	648	-	-	-	-

2.2. Plan Maestro Desarrollado

Como resultado del diagnóstico realizado se ha preparado el Plan Maestro de Agua Potable que se presentó en informes anteriores. Del mismo se seleccionaron las acciones prioritarias a ser desarrolladas a nivel de proyecto ejecutivo y construidas como con los recursos del SENASA. A continuación se extrae dicho plan y lo previsto en el diseño.

Atendiendo el diagnóstico realizado para los sistemas de abastecimiento de agua, se observó presiones elevadas en el sistema de la Junta de Saneamiento Barrio San José, incluso para consumos proyectados. Por otro lado, zonas con mayor elevación en el área de la Junta de Saneamiento de Yby Yau (Barrio San Francisco) presentan presiones de agua por debajo de los 10 mca. Se estudia inicialmente la unificación de los sistemas, verificando interconexiones y realizando un adecuado contraste del consumo y la producción.

La estimaciones arrojan que la demanda máxima actual de los usuarios es de alrededor de 98.200 l/h (2.358 m³/día o 27,3 l/s) mientras que la producción de los pozos asciende a unos 104.000 l/h (2.497 m³/día). Si bien resulta suficiente para el consumo actual, no podrá abastecerse a la población proyectada para el área, es decir los potenciales futuros usuarios.

Tabla 4 - Estimaciones de consumo y generación de efluentes para el AI de proyecto – Yby Yau

Tabla 5 - Verificación de Consumo - Producción disponible – Al Yby Yau

	Población Servida (hab)	Consumo Medio diario (m3/día)	Consumo Máximo Diario (m3/día)	Demanda Máxima Diaria (m3/día)	Producción actual (m3/ día)
Actual	10.075	1.511	1.814	2.358	2.497
-2017					
1ra Etapa	11.658	1.749	2.098	2.728	2.497
2017-2027					
2da Etapa	13.490	2.023	2.428	3.157	2.497
2027-2037					

Consumo Medio diario se obtiene tomando una dotación diaria de 150 l/hab/día, valor establecido como dotación promedio según la legislación pertinente (Ley 1614/2000, ERSAN). Los

PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE – YBY YAU (ADUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN)								
	Población Servida (hab.)	Usuarios	Consumo Medio diario (m3/día)	Factor de máximo consumo diario	Consumo Máximo Diario (m3/día)	Factor de máximo consumo horario	Consumo Máximo Horario (m3/día)	Generación de Efluentes (m3/día)
Actual	10.075	2.015	1.511	1,2	1.814	1,5	2.720	1.451
-2017								
1ra Etapa	11.658	2.332	1.749	1,2	2.098	1,5	3.148	1.679
2017-2027								
2da Etapa	13.490	2.698	2.023	1,2	2.428	1,5	3.642	1.942
2027-2037								

factores de máximo consumo producen los valores punta de Consumo al realizarse el producto correspondiente. El consumo máximo diario resulta mayor al de producción ya que representa un pico horario de consumo (valor puntual), el cual se da únicamente por un par de horas durante un día. Además se observa la reducción del consumo medio por las noches. Esto es considerado durante la modelación hidráulica de distribución utilizando la curva de consumo adecuada. Finalmente, durante el día se tiene un promedio menor a la Demanda máxima diaria calculada para producción.

Con los resultados obtenidos, se establecieron las acciones inmediatas que deberán ser tomadas para garantizar el abastecimiento de los usuarios.

El Plan Maestro propone la instalación de un tanque elevado con capacidad mínima de 500 m³ (reservorio de 250 m³ con tanque de 250 m³). y 16 metros de altura de base en las inmediaciones del Pozo de La C.S. Villa del Maestro. (manzana correspondiente al predio de la Plaza y la Iglesia San Juan Bautista). Cabe mencionar que el tanque propuesto fue estudiado con carga exclusiva desde el Pozo Comisaría de la Junta de Saneamiento de Yby Yau, y podrá ser alimentado igualmente por uno de los pozos de la C.S. Yreka y el pozo de la C.S. Vecinos Unidos. La descarga del tanque propuesto se hará a través de una tubería de 100 mm de diámetro según el trazado indicado, con interconexiones a los sistemas de la C.S. Villa del Maestro, C.S. Yreka, J.S. de Yby Yau y la C.S. Hechapyra.

Por otro lado, se propone como descarga del Tanque 1 de la J.S. de Yby Yau una tubería de 100 mm de diámetro hasta un punto de interconexión con el sistema de la C.S. Hechapyra. Cabe mencionar que este sistema podrá ser abastecido completamente por gravedad desde el Tanque 1 mencionado y el Tanque propuesto. Los Pozos 1 y 2 del sistema mencionado podrán alimentar el Tanque 1 de forma exclusiva.

Para el horizonte de proyecto, será necesario no solo la **instalación de nuevos pozos**, sino también **refuerzos en las redes principales** ya que se espera no solo la expansión del sistema sino un aumento de la densidad poblacional en la zona urbana, como vino desarrollándose décadas anteriores. En total, para el horizonte de proyecto, se necesitan 6.570 metros de tuberías de refuerzo de 100 mm y como parte del proyecto serán construidos 1.000 metros.

Figura 9 – Sistema integrado de abastecimiento de agua para Yby Yau y Sistema de la Junta de Saneamiento de María Auxiliadora- 2017

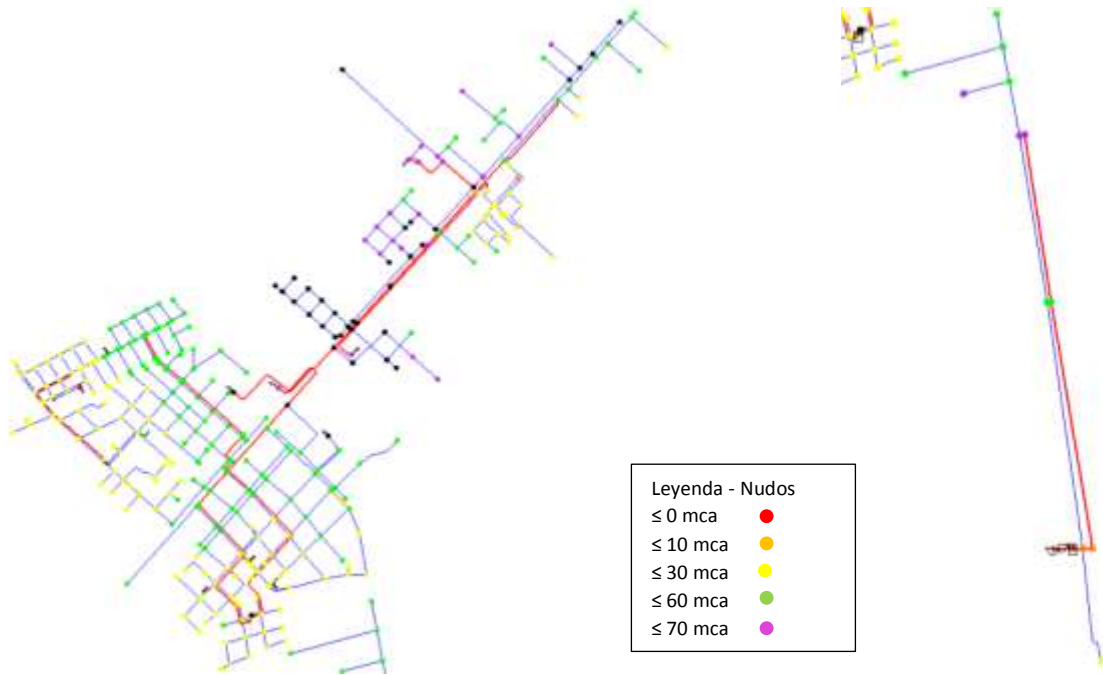


Figura 10 – Sistema integrado de abastecimiento de agua para Yby Yau - 2027

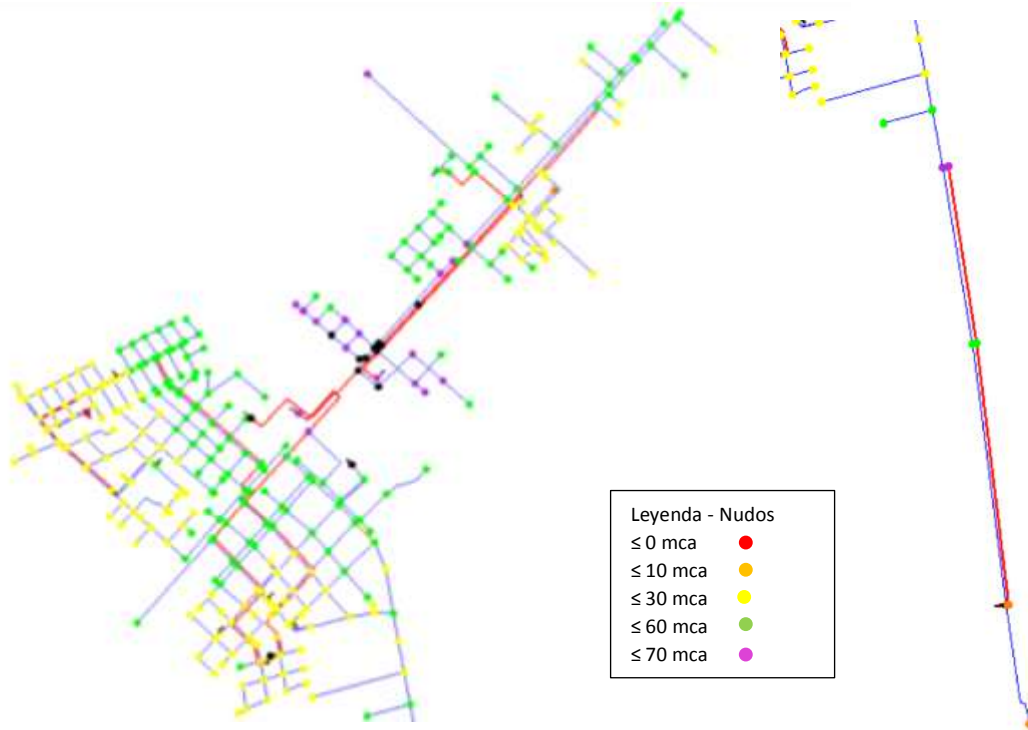
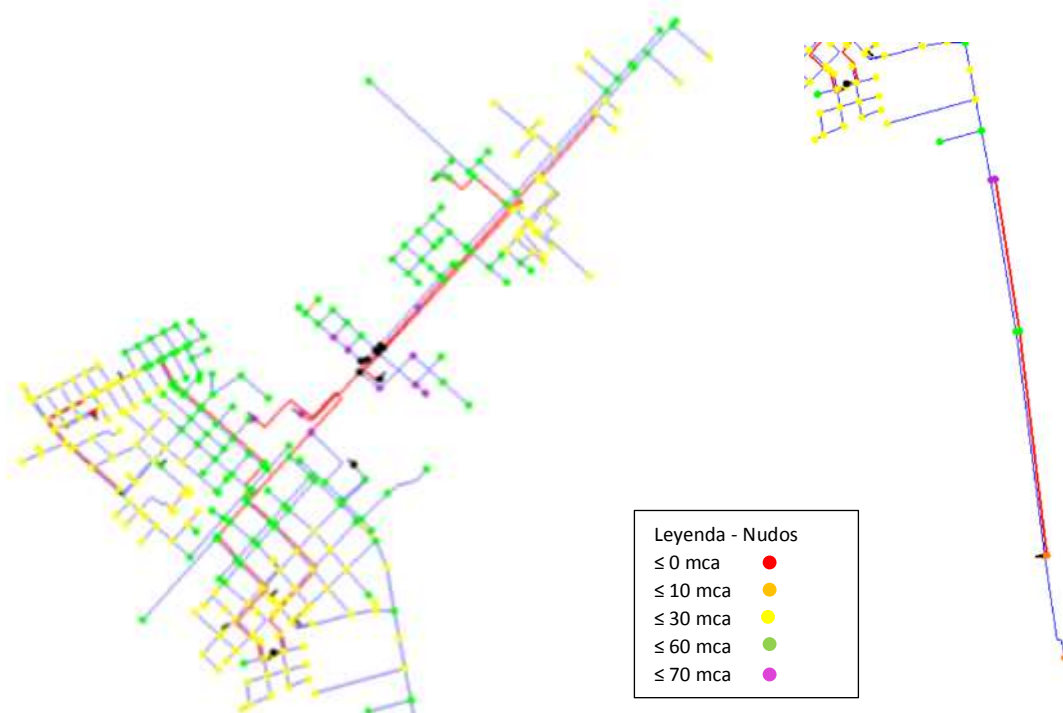


Figura 11 – Sistema integrado de abastecimiento de agua para Yby Yau - 2037



2.3. Diseño Ejecutivo de las Obras

Los valores de inversión son muy superiores a lo que puede ser ejecutado como parte de este proyecto. Conforme a lo desarrollado en el Plan Maestro se han seleccionado parte de las mismas para el diseño ejecutivo. Este diseño se realizó con el propósito de invertir aproximadamente un 10% de los recursos disponibles (2.500.000 US\$ por ciudad) para el proyecto en obras que fueron definidas como necesarias en el Plan Maestro hasta el 2027. Por ello, **para la etapa de ejecución de obras previstas se incluyen un pozo, un tanque elevado y anillos de refuerzo.**

Conforme a las obras seleccionadas se construirán un nuevo pozo profundo de 10.000 litros/hora y un tanque elevado de 250 m³ en el predio de la plaza mencionada, 1.000 metros de 100 mm en redes y obras accesorias. Las mismas se presentan en el Anexo 2 – Memoria Descriptiva de las Obras, que incluye las especificaciones técnicas, los planos, el cómputo métrico y el presupuesto.

III. PLAN MAESTRO Y DISEÑO EJECUTIVO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Como resultado del diagnóstico realizado se ha preparado el Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario que se presentó en informes anteriores se han seleccionado las acciones prioritarias a ser desarrolladas a nivel de proyecto ejecutivo y construidas como con los recursos del SENASA. A continuación se extracta dicho plan y lo previsto en el diseño.

En el proyecto de Diseño del Sistema de Alcantarillado de la ciudad de Yby Yau se define el Sistema Condominial para la recolección de los efluentes cloacales de un área específica de la zona urbana y periurbana de la ciudad de Yby Yau (Área de Influencia) afectando a parte de una de las Microcuencas delimitadas, según criterio desarrollado anteriormente.

Como fueron identificadas otras tres Microcuencas, se definen soluciones para las mismas de acuerdo a las características de las mismas y propuestas del proyecto en el que se embarca el Plan Maestro. Cabe mencionar que para la implementación del PM se definieron etapas de acuerdo a los trabajos proyectados y su urgencia para la comunidad.

El plan desarrollado para la ciudad incluyó a todos los sectores, que por su monto no pueden ser ejecutados como parte del proyecto. El diseño ejecutivo se realizó para el sector acordado con el contratante y los actores locales. En el presente informe se incluye solamente a las obras prioritarias que fueron seleccionadas para su ejecución.

3.1 RED BÁSICA Y RAMALES CONDOMINIALES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Habiendo delimitado las Microcuencas del distrito, se estableció que el Proyecto de Sistema de Alcantarillado Sanitario abarcaría un Área de Influencia que afecta a parte de 1 Microcuenca.

La 1ra Etapa de implementación del PM corresponde a la implementación de las Redes Básicas o principales diseñadas para la superficie correspondiente, y simultáneamente los Ramales Condominiales que se conectan a estas redes básicas.

3.1.1 Red Básica de Alcantarillado Sanitario

a. Área de trazado

Se ha considerado como base para el desarrollo del trazado el monto total de inversión del proyecto para la ciudad, que oscila en 2.500.000 US\$. De este monto el 10% podría ser utilizado para inversiones en agua potable. En la Figura 12 se muestra el área donde se implementará la Red Básica de Alcantarillado Sanitario, delimitada por un **polígono de color rojo**. Cabe resaltar que la misma se encuentra dentro de la actual área de prestación actualizada de la Junta de Saneamiento de Yby Yau (polígono de color verde) y claramente correspondiendo a la Microcuenca 1.

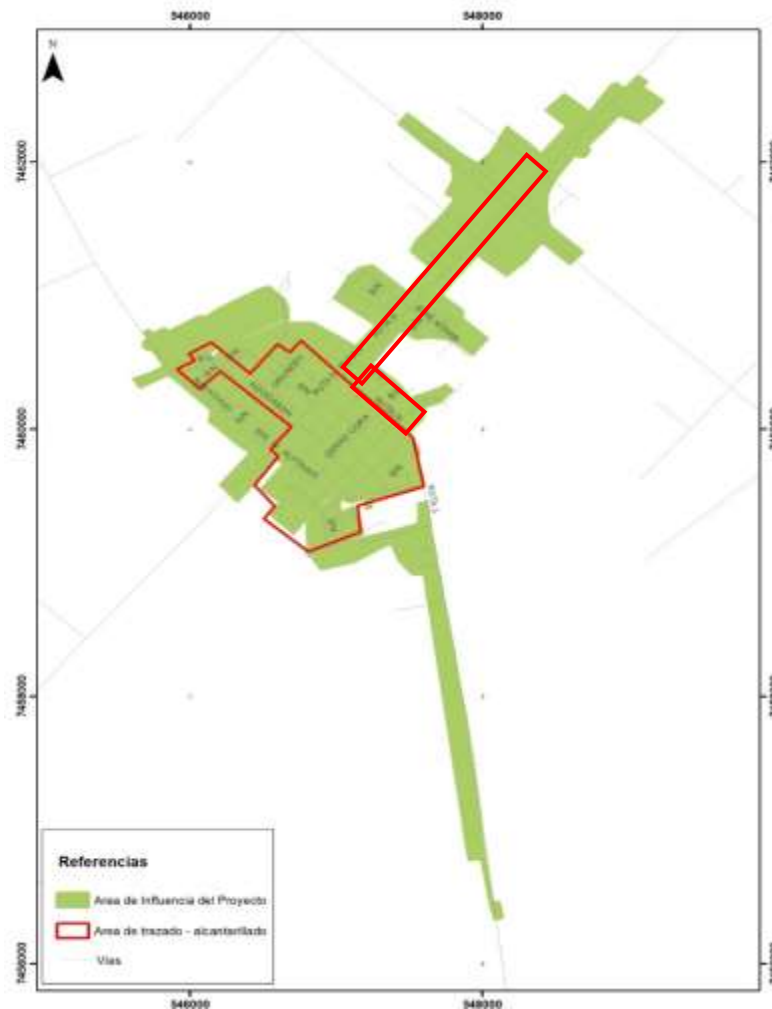
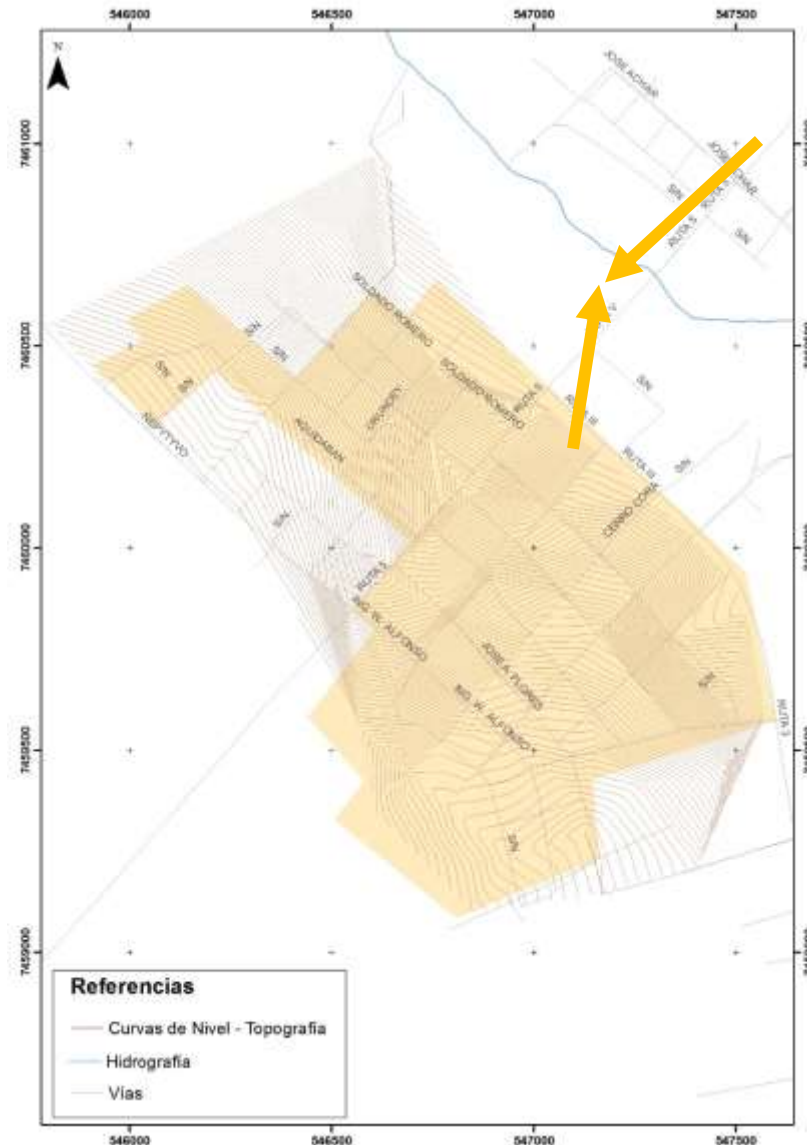


Figura 12 – Área de trazado de Alcantarillado Sanitario - Yby Yau

b. Sectores

El polígono en rojo mostrado en la figura anterior delimitó además la zona en que se debió realizar relevamiento topográfico. Todas las zonas estudiadas convergen a una única estación de bombeo.

Figura 13. Sectores de Alcantarillado Sanitario - Yby Yau



De acuerdo al diseño de la Red Básica, el efluente de todos los sectores llegará a la estación de bombeo y desde allí se enviará por impulsión a la planta de tratamiento.

c. Diseño y Modelación de la Red Básica

Debido a la complejidad del proceso, el dimensionamiento de redes de alcantarillado se realiza con la ayuda de programas de cálculo que se valen de parámetros de diseño y elementos

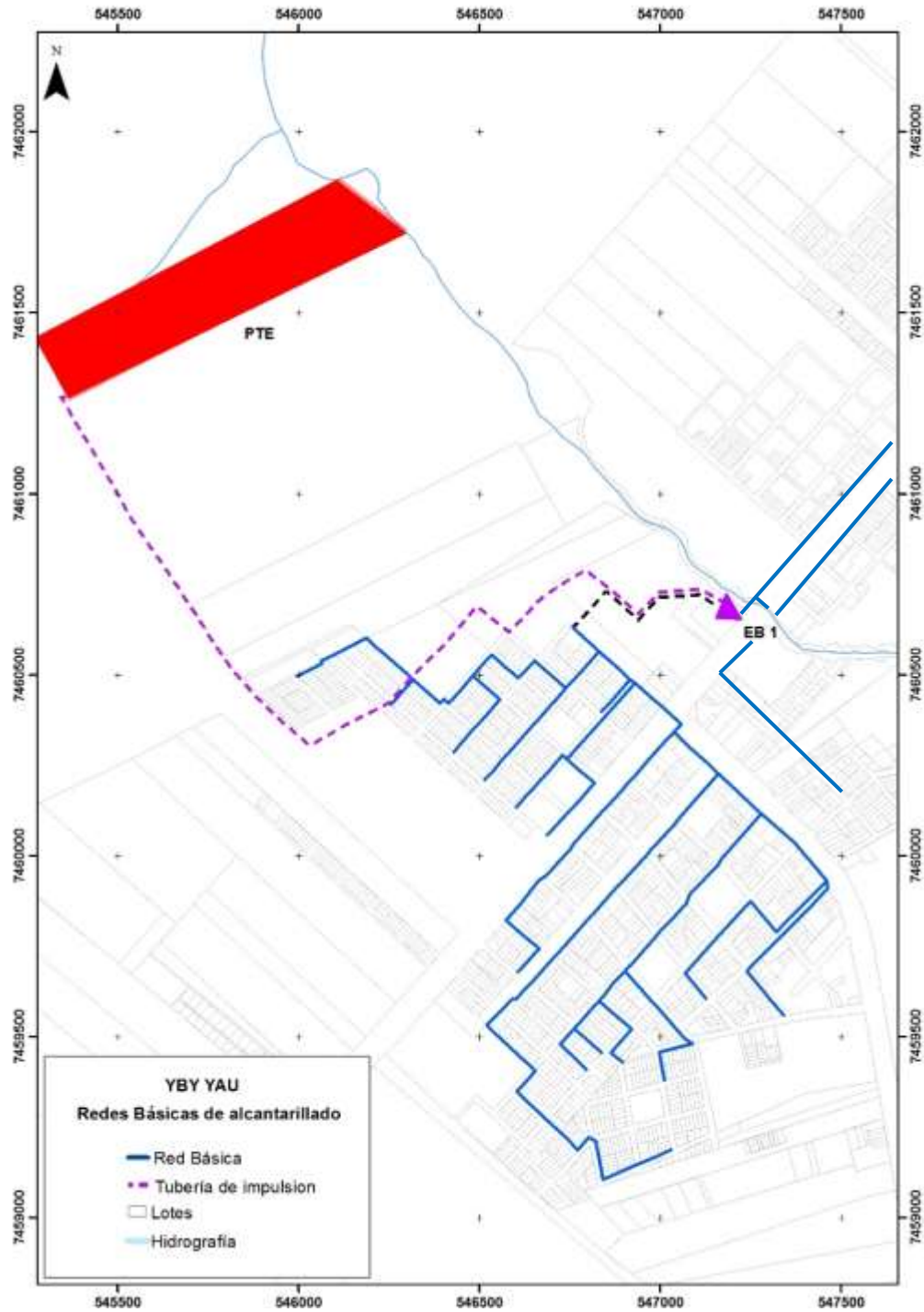
conceptuales para la representación de la red, los cálculos hidráulicos y el cómputo de cantidades. Para el diseño de la Red Básica se utilizó el programa de cálculo CEsg.

El diseño general de la Red Básica contempló los parámetros del Sistema Condominial. Se definieron los tramos por vereda para la Red Básica con los diámetros, tapadas y pendiente mínima establecidos (150 mm, 0,7 m, 0,005 m/m correspondientemente).

Tabla 6. Red Básica de Alcantarillado Sanitario - Parámetros de diseño

SISTEMA CONDOMINIAL - RED BÁSICA	UNID.	2017	2027	2037
DATOS				
Población	Hab.	10.075	11.658	13.490
Consumo efectivo per cápita	l/hab/día	150		
Coeficiente de retorno		0,8		
Coeficiente máximo diario (k1)		1,3		
Coeficiente máximo horario (k2)		1,5		
CRITERIOS DE PROYECTO				
Diámetro mínimo	mm	150		
Tasa de infiltración	l/s/km	0,01		
Recubrimiento mínimo	m	0,7		
Profundidad máxima	m	4		
Velocidad Máxima	m/s	5		
Pendiente mínima	m/m	0,005		

Figura 14. Redes Básicas de Alcantarillado Sanitario - Yby Yau



En la **Figura 14** se presenta un esquema de la Red Básica diseñada, donde se indica la estación de bombeo a instalarse y la correspondiente línea de impulsión hasta la descarga en la planta de tratamiento. Se indica así mismo la ubicación de la futura Planta de Tratamiento de Efluentes.

Por tratarse de una red diseñada por el sistema condominial, se computaron cantidades importantes de remoción, y por lo tanto reposición, de veredas.

4.1.1. Ramales Condominiales

Los trabajos corresponden a la instalación de los ramales condominiales que conectan cada manzana al sistema principal o Red Básica, de acuerdo a las especificaciones del Sistema Condominial.

El Área de Influencia corresponde a la misma delimitada para la Red Básica, buscando recolectar los efluentes de todas las manzanas o condominios comprendidos en la misma.

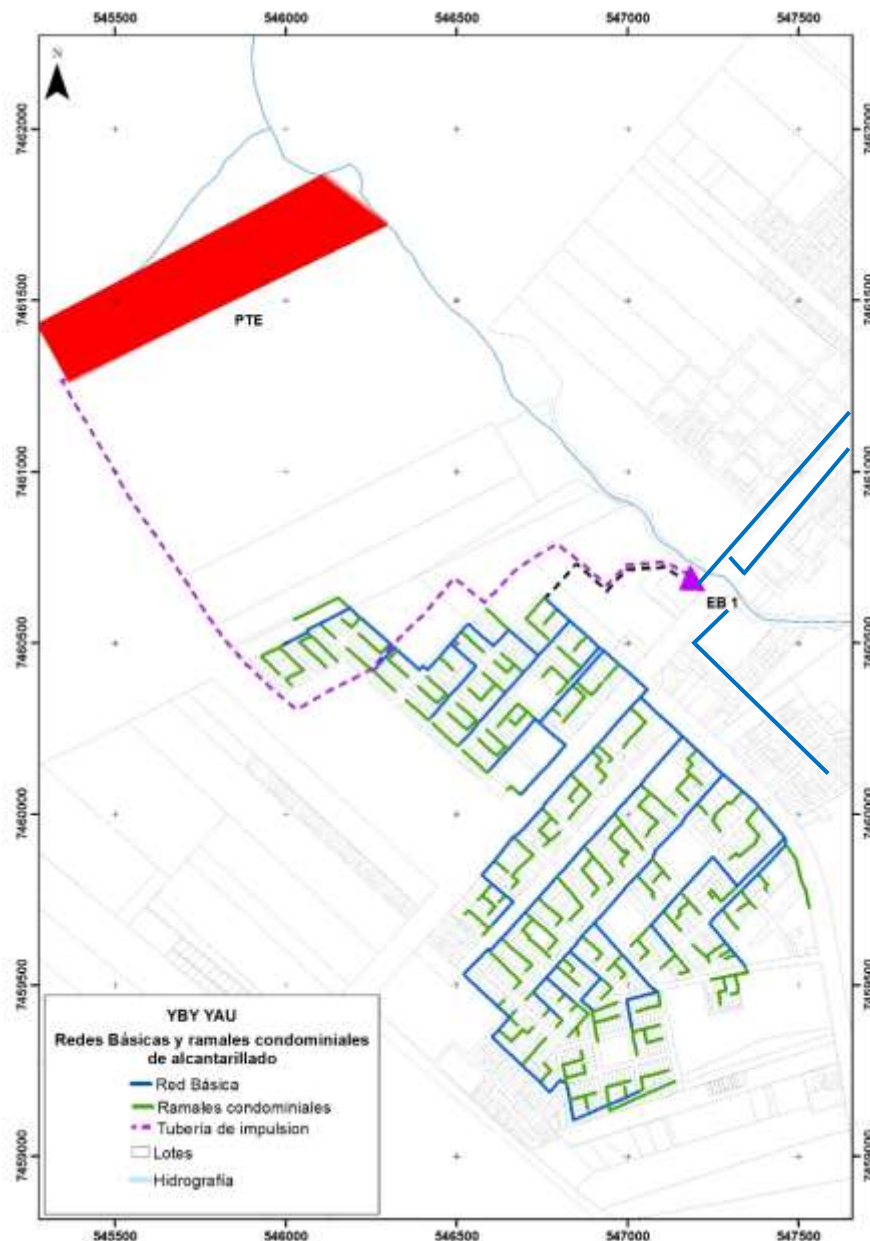
El diseño se ajustó de manera a que los Ramales deban implementarse en simultáneo con las Redes Básicas, y una vez concluidos funcionen de la manera adecuada.

a. Diseño y Modelación de Ramales Condominiales

El diseño general de los Ramales Condominiales contempló los parámetros del Sistema Condominial. Se definieron los tramos por vereda y a través de lotes cuando las condiciones topográficas así lo obligaron; con los diámetros, tapadas y pendiente mínima establecidos (100 mm; 0,60 m en vereda y 0,4 por lote; 0,005 m/m correspondientemente).

En la Figura a continuación se puede observar un esquema de los Ramales Condominiales, donde se indica igualmente la Red Básica, las Estaciones de Bombeo y las correspondientes líneas de impulsión hasta la descarga a las cámaras. Se indica así mismo la ubicación de la futura Planta de Tratamiento de Efluentes.

Figura 15. Redes Básicas y Ramales Condominiales de Alcantarillado Sanitario - Yby Yau



Finalmente, de la modelación realizada se concluyó que el diseño de toda la red satisfizo los requerimientos para el Sistema Condominial. La red básica presenta valores mínimos y máximos para el **tirante hidráulico (y/D) entre 0,02 y 0,74**.

Además, se tuvo que la **velocidad** en las tuberías principales varió de **0,35 m/s a 2,84 m/s**. Por otro lado, la **tensión tractiva** en los tramos de la red básica varió de **1 a 20 Pa**. Esto cumple con la normativa consultada donde se establece un mínimo de 1 Pa para tuberías de PVC (NBR 9649/86). En todos los tramos se tienen las pendientes apropiadas.

3.2 ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL SISTEMA COLECTIVO Y DISEÑO DE ALTERNATIVA SELECCIONADA

Como resultado de la valoración realizada de las diferentes alternativas de tratamiento de efluentes se llegó a la conclusión de que un conjunto de lagunas combinadas precedidas por un pretratamiento adecuado es la alternativa más conveniente. La Memoria Descriptiva de Estación de Tratamiento se presenta en el Anexo 1, al igual que la presentación realizada a la comunidad presentada en el Anexo 6. El costo de la Estación de Tratamiento se presenta en el Presupuesto General.

3.3 ESTMACIÓN DE COSTOS

Se realizó la estimación buscando conocer el costo total de la implementación de redes colectoras, sistemas de bombeo, emisario y planta de tratamiento en los Sectores 1, 2 y 3. Se tiene así un costo total de 4.239.377 US\$. El objetivo de esta estimación fue analizar qué porcentaje de esa área podía ser cubierta con los fondos disponibles para cada ciudad.

Tabla 7 – Presupuesto del Sistema de Alcantarillado Sanitario – 1ra Etapa – Yby Yau

SISTEMA DE RECOLECCIÓN

It.	Cantidad	Un.	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
1	245,00	M	PVC DN 250mm Tubos Principales de Gravedad (Instalados)	180	44.100
2	369,00	M	PVC DN 200mm Tubos Principales de Gravedad (Instalados)	165	60.885
3	8762,00	M	PVC DN 150mm Tubos Principales de Gravedad (Instalados)	125	1.095.250
4	12616	M	PVC DN 100mm Tubos Principales de Gravedad (Instalados)	92	1.160.672
5	502,00	M	EMISARIO DE PVC DN 250mm (Instalados)	180	90.360
6	3225,00	Un.	Ramal domiciliario	135	435.375
7	2780,00	M	PEAD DN 100mm Tubería de Impulsión de Est. Bombeo (Instalados)	106	294.680
8	691,00	Un.	Registros de Inspección condominiales (menor a 1,30m)	150	103.650
9	8,00	Un.	Registros de Inspección condominiales (hasta 1 a 1,8m)	265	2.120
10	159	Un.	Registros de Inspección de 60x60 (hasta 1,3 m)	530	84.270
11	13	Un.	Registros de Inspección de 80x80 (de 1,3 a 1,8 m)	595	7.735
12	6	Un.	Registros de Inspección de 100x100 (de 1,8 a 2,5 m)	650	3.900
13	11	Un.	Registros de Inspección circular 120 (de 2,5 a 3,5 m)	860	9.460
14	13	Un.	Registros de Inspección circular 150 (de 3,5 a 4,5 m)	1.090	14.170
15	1	Un.	Estaciones de Bombeo de 4 m de prof con IE y Generador	45.000	45.000
16	0	Un.	Estaciones de Bombeo de 3m de prof con IE y Generador	37.000	0
17	1	Un.	Equipo de mantenimiento de Alcantarillado	50.000	50.000
Total - Sistema de Recolección					3.501.627

PLANTA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES

It.	Cantidad	Un.	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
13	1	gl.	Planta de Tratamiento de efluentes con sistema de desinfección/caseta/laboratorio/equipamiento/red eléctrica	680.000	680.000
14	350	ml	Emisario de 200 mm con bloques de anclaje	165	57.750
Total - Artículos Auxiliares					737.750
COSTO TOTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO					4.239.377

Cabe recordar que la disponibilidad de fondos para la implementación del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Yby Yau es de 2.250.000 US\$, representando tan solo el 53% del costo total estimado. Este análisis ha permitido determinar dicho sector y el costo correspondiente, que se presenta en el punto correspondiente al diseño ejecutivo de las obras.

Buscando un mayor porcentaje de implementación de obras y usuarios beneficiados, se decidió por un enfoque de superficie para definición de las obras a ser implementadas. Tomando un 53% del área diseñada (polígono blanco en la Figura 16), se podrá abarcar la implementación de la totalidad de redes básicas para la misma, alrededor del 80% de los ramales condominiales y un módulo de la Planta de Tratamiento de efluentes. Finalmente se acordó desarrollar para el proyecto ejecutivo un área de implementación un poco mayor y la ejecución de la totalidad de la plana de tratamiento.

Figura 16 – Área a ser implementada para el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Yby Yau



Por otro lado, se realizó una estimación de los costos del proyecto por usuario beneficiado. Para esto se constató que en el área total diseñada se encuentran el 54% de los usuarios estimados para horizontes de proyecto, es decir 1.251 usuarios a 2027 y 1.447 usuarios a 2037.

Así se encontró que el proyecto de implementación de redes colectoras, sistema de bombeo, y planta de tratamiento tiene un costo de 3.388 US\$/usuario a 2027 y 2.929 US\$/usuario a 2037.

Se debe aclarar que la ubicación de las infraestructuras, y por lo tanto la definición del proyecto, está sujeta a la disposición de terrenos para el efecto.

3.4 DISEÑO EJECUTIVO DE LAS OBRAS

Conforme a lo desarrollado en el Plan Maestro y a la definición preliminar del área de implementación se ha definido con la Coordinación del Programa el área de diseño ejecutivo, considerando siempre las ampliaciones que se realizarán a futuro.

Los resultados del diseño ejecutivo se presentan en el Anexo 2 – Memoria Descriptiva de las Obras, que incluye las especificaciones técnicas, los planos, el cómputo métrico y el presupuesto. Se presentan los planos en planta y corte de las redes básicas y los planos manzaneros con las redes condominiales.

Los costos inherentes al sistema de alcantarillado a construir y a los demás componentes, tales como mejoras en agua potable, mejoras institucionales y otros se presentan seguidamente.

ÍTEM	RUBROS	TOTAL
1	SISTEMA: PROYECTO DE RED Y SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	254,376
2	SISTEMA: Alcantarillado Sanitario Red Condominial	260,030
3	SISTEMA: Alcantarillado Sanitario Red Basica	970,921
4	SISTEMA: Alcantarillado Sanitario - Planta de Tratamiento de Efluentes	1,010,191
5	SISTEMA: MEJORAS INSTITUCIONALES	191,300
	TOTAL GENERAL MATERIALES Y MANO DE OBRA	2,686,818

IV. ESTUDIO DE DISPOSICIÓN A PAGAR DE LA POBLACIÓN

Se realizó el estudio de disposición al pago de la población beneficiaria. Según los resultados, para la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales (TAR), tenemos que el 80,8 % de los entrevistados dice estar a favor de pagar por el proyecto de instalar el sistema en su zona de residencia, esto frente al 19,2 % que dio su negativa al mismo, quienes respondieron en ese sentido principalmente por no percibir una necesidad de contar con este sistema (34,8 % de los negativos) y por la incapacidad financiera (24,2 %). El Informe Final del estudio de Disposición al Pago (DAP) de la población se presenta en el Anexo 3.

V. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR

Para dar cumplimiento a la normativa ambiental se elaboró el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP), con el objetivo de adecuar el proyecto de ampliación y/o mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y construcción del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Yby Yau a la legislación ambiental vigente, específicamente a la Ley 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y al Decreto Reglamentario N° 453/2013, con el propósito de acceder a la Licencia Ambiental expedida por la Secretaría del Ambiente (SEAM), hoy Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible, que permitirá la construcción y operación del Proyecto. El EIAP se presenta en el Anexo 4.

VI. ANÁLISIS INSTITUCIONAL DEL PRESTADOR

Con el objeto de preparar al prestador para la administración futura de un eficiente sistema de agua potable y de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario, es necesario conocer la situación actual del mismo e identificar las acciones a realizar para su fortalecimiento. En el Anexo 5 se presenta el Informe del Análisis Institucional del Prestador, con las propuestas para mejora de la gestión, que incluyen el costo estimado para la implementación de dichas propuestas.

VII. PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES

En el Anexo 7 se presenta la propuesta de Pliego de Bases y Condiciones, en el cual se incluyen los criterios de elegibilidad propuestos, tales como personal clave, equipos mínimos para las obras, etc.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES

Como se explicó inicialmente, el presente documento corresponde al Borrador de Informe Final para el Diseño Ejecutivo de los sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la ciudad de Yaguarón. Los anexos fueron preparados de manera que los mismos cumplan de forma individual con su respectivo propósito. Por ello cuentan con su propio índice. Por ejemplo: la memoria descriptiva para la inclusión en el pliego de Bases y Condiciones y el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar para el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.

IX. ANEXOS

ANEXO 1 – MEMORIA DESCRIPTIVA DE ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

ANEXO 2 – MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS OBRAS SE ENCUENTRA EN EL TOMO II

ANEXO 3 - ESTUDIO DE DISPOSICIÓN AL PAGO (DAP) DE LA POBLACIÓN

ANEXO 4 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PRELIMINAR

ANEXO 5 - ANÁLISIS INSTITUCIONAL DEL PRESTADOR

ANEXO 6 – PARTICIPACIÓN DE ACTORES LOCALES SE ENCUENTRA EN EL TOMO IV

CONSULTORÍA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE
FACTIBILIDAD TÉCNICOS, AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y
FINANCIEROS, PLANES MAESTROS Y DISEÑO DE INGENIERÍA PARA
LA AMPLIACIÓN Y/O MEJORAMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA Y
COSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
PEQUEÑAS CIUDADES. GRUPO N° 2. YBY YAU



ICASA
Ingeniería y Consultoría
de Calidad S.A.

ANEXO 7 – PLIEGO DE BASES Y CONDICIONES