

1. MARCO GENERAL

Colombia es una República situada en el extremo NO de América del Sur, con un largo litoral tanto sobre el Caribe como sobre el Pacífico, con extensas llanuras amazónica y orinóquica y, sobre todo, con su corazón demográfico y económico en la cordillera de los Andes. Además tan variada y hermosa geografía alberga una considerable diversidad de riquezas naturales: hidrocarburos, esmeraldas, oro, maderas, feraces cafetales...

Pero, a pesar de ello, el segundo país de lengua española del mundo –por detrás de México y, desde 1997, por delante de España- terminó el siglo XX extenuado por largas décadas de violencia y corroído por el narcotráfico más notorio de América. Colombia pudo evitar la gran crisis de la deuda externa que padecieron buena parte de los países latinoamericanos durante los años 80 gracias, no sólo a sus exportaciones de petróleo y café, sino también a las ingentes cantidades de dinero *blanqueadas* por los tentaculares cárteles de la cocaína de Cali y Medellín, y todavía durante buena parte de la década de los 90 alcanzó un crecimiento aceptable del producto interior bruto (PBI).

Pero la etapa presidencial de Ernesto Samper (1994-98) registró un gradual cambio de tendencia, hasta el punto de que en 1998 el producto interior bruto cayó sustancialmente, en parte por la continua disminución de la cotización del petróleo hasta ese año, pero también por el efecto de rechazo que la violencia y la inseguridad tenían sobre la inversión nacional y extranjera: diversas guerrillas originalmente izquierdistas, grupos paramilitares y parapoliciales, y, conectando en distintos grados con unos y otros, el narcotráfico.

A todo ello vino a agregarse el agravamiento de las condiciones económicas y sociales, nos encontrábamos un país con una gran fractura social. El paro registrado alcanzaba a la quinta parte de la población activa, y el subempleo y la *economía informal* o de subsistencia a una proporción mucho mayor; la corriente migratoria crecía sin cesar hacia Estados Unidos y Europa.

Una de las regiones más afectadas resultó ser la Amazonía Colombiana, delimitada geográficamente por la cuenca hidrográfica por el río Amazonas, donde predomina la selva virgen y habitada en un 75% por tribus indígenas. Estas tribus habitan la selva y practican sus formas tradicionales de vida, tienen cultivos de yuca, piña, maní, ají, chontaduro y guama.

La Amazonía Colombiana la conforman cuatro departamentos: Amazonas, Caquetá, Putumayo y Vaupés. Es notable el proceso de colonización identificable a partir de la llegada al Caquetá de los cosecheros de quina, a los que siguieron los industriales del caucho y finalmente los cazadores que comerciaban con las pieles de los animales exóticos. La colonización masiva de la Amazonía ocurrió a partir de 1948, consecuencia de la violencia política desencadenada en esos años en el interior de la república. Con ellos se iniciaron los aserrios.

El departamento del Amazonas tiene como capital la ciudad de Leticia, y estuvo habitado por gran cantidad de grupos indígenas. Su territorio limita por el oriente con la república del Brasil, con la república del Perú por el occidente, por el sur con el departamento del Putumayo y por el norte con los departamentos de Caquetá y Vaupés. Dadas sus características fronterizas resultó una de las zonas del país más afectadas por el narcotráfico, que impulsó a los indígenas al abandono de sus formas tradicionales de vida, y al posterior abandono en el que se sumieron.

Dentro del departamento del Amazonas, nos encontramos con el Municipio de Puerto Nariño, ubicado aguas arriba de la desembocadura del río Loretoyacú, a 84 km de Leticia subiendo por el Amazonas. Fue fundado sobre un asentamiento indígena, habitado por colonos, convertido en un pueblo pintoresco, con trazado urbanístico regular.

Este proyecto partió como punto clave del Plan de Desarrollo del Municipio de Puerto Nariño, de 1999, donde la alcaldía plantea las principales necesidades a cubrir en el municipio, sintiendo la necesidad de agua potable y de un sistema adecuado de

alcantarillado como una de las prioridades de sus gentes. La ONG Raíces Vivas planteó la posibilidad de acudir a la cooperación internacional para dotar definitivamente de agua y saneamiento básico a la población.

Con anterioridad, en Puerto Nariño se han ejecutado diferentes proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento básico pero ninguno de ellos ha tenido el éxito esperado.

Raíces Vivas planteó al CCD (Centre de Cooperació per al Desenvolupament de la UPC), la posibilidad de identificar el proyecto. Después de una corta estancia de apenas 3 semanas, y de distintas reuniones con la Alcaldía, el Resguardo Indígena y otras instituciones relevantes en Puerto Nariño se valoró positivamente la petición.

2. SITUACIÓN GENERAL DE LA POBLACIÓN

2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ZONA

2.1.1. Situación

Administrativamente, Puerto Nariño es la cabecera municipal del municipio con el mismo nombre; pertenece al Departamento del Amazonas, el más septentrional de la República de Colombia.

La cabecera municipal está localizada a orillas del río Amazonas, al oeste de la desembocadura del río Loretoyacú, a 84 km de Leticia por vía fluvial. Está situado a los 3° 46' 13" de latitud sur y 70° 22' 59" de longitud oeste, a 85 metros sobre el nivel del mar.

2.1.2. Antecedentes históricos

Puerto Nariño fue fundado sobre un asentamiento indígena, habitado por colonos, convertido en un pueblo pintoresco, con trazado urbanístico regular.

Fue creado corregimiento de Leticia mediante Decreto Comisarial N° 31 del 4 de Diciembre de 1951, expedido con fundamento en la Ley 2 de 1943 aprobado por Decreto 274 del 28 de Mayo de 1953. Pasó a corregimiento departamental por el artículo 21 de la Presidencia de la República, Decreto 2.274 y luego fue reconocido Municipio a partir de 1984.

2.1.3. Geología y Edafología

La cabecera municipal de la población, se encuentra englobada geológicamente dentro de la zona sur del municipio. Sus suelos están formados por rocas sedimentarias del Cuaternario, del Cuaternario aluvial con depósitos no consolidados de origen fluvial, limo, arcilla, grava, y arena cuarzosa de origen eólico, que en general dificultarán el trabajo en época de lluvias.

Es necesario mencionar que el suelo de la región carece, en general, de humus. De manera que los cultivos que se establecen, son rotativos, y carentes de una elevada productividad.

2.1.4. Climatología

La climatología de la zona se corresponde con la de una zona tropical con una época de lluvias que se extiende desde mediados de Mayo hasta mediados de septiembre, y una época seca, en la que si bien las precipitaciones no son tan importantes como en época de lluvias, aparecen algunas tormentas tropicales de elevada intensidad. Las precipitaciones anuales acostumbran a estar entorno a los 3428 mm.

En cuanto a las temperaturas, el valor medio es de 25.7°C, alcanzándose máximos en época seca de hasta 38°C. La humedad relativa del aire es muy elevada con un valor medio del 83%. Se pueden consultar datos más concretos de Climatología en el Anejo correspondiente de la Memoria.

2.2. CONDICIONES SOCIALES

2.2.1. Población

Según el censo de 1993 la población de la cabecera municipal era de 1209 habitantes y del sector rural era de 2475. No obstante, en 1998 se realizó un estudio de recursos, donde consta que el número de habitantes en la población ha aumentado sustancialmente, siendo de 1635 habitantes en el casco urbano y de 3254 en la zona rural.

El municipio tiene un área total de 1.701 km², de los cuales la cabecera municipal ocupa aproximadamente un área de 0.9 km². El Resguardo Indígena ubicado en el territorio municipal lo comparte con Leticia, tiene un área de 87.122 has y una población de indígenas Ticuna, Yagua y Cocama, que representa el 66% de la población total del municipio.

En cuanto a la distribución de la población, según los datos disponibles, el 53.2% de la población es masculina y el 46.8% es femenina, habiendo un 6.4% más hombres que mujeres, diferencia significativamente mayor que el promedio nacional que no sobrepasa el 1.0%

2.2.2. Viviendas y Familias

El total de viviendas existentes en Puerto Nariño es de 310, a parte, existen diversos edificios dedicados a la educación, comercio, sanidad, y otras funciones similares.

Una de las peculiaridades más sorprendentes de las viviendas de Puerto Nariño, es que dadas las crecidas del río en época de lluvias, se encuentran elevadas respecto al terreno mediante pilotes. Esta forma de construcción ha sido adoptada principalmente por los Ticunas, que han ido abandonando su tradicional maloca o vivienda multifamiliar.

En la tabla se encuentran señaladas las características principales de las viviendas y su relación con las familias.

DISTRIBUCIÓN POR VIVIENDAS Y FAMILIAS	
Casas	252
Familias	282
#	1635
Promedio viviendas	6.5
Promedio Familias	5.8

Tabla 2.1 Distribución de la Población en Viviendas

2.3. CONDICIONES SANITARIAS E HIGIÉNICAS

Puerto Nariño cuenta con un hospital local ubicado en la cabecera municipal. El servicio en el hospital lo prestan 21 empleados; entre ellos existen dos médicos rurales, un odontólogo, un bacteriólogo y una enfermera. El resto son profesionales y técnicos que ejercen como auxiliares.

En el casco urbano, existe también un Puesto de Salud, que no recibe un mantenimiento adecuado y presenta un severo deterioro en infraestructura y dotación, por ejemplo de electricidad.

Los factores de enfermedad en la población municipal se relacionan directamente con las condiciones de vida inadecuadas por deficiencias en la vivienda, la ausencia de sistemas idóneos y eficientes para suministrar agua potable, la inexistencia de una red adecuada de alcantarillado, por el deficiente sistema de recolección y depósito de basuras; y por último por la inexistencia de sistemas para tratamiento de aguas servidas domiciliarias y recolectores de las mismas para su posterior tratamiento con el objeto de no descargar aguas contaminadas a los ríos.

La tasa bruta de mortalidad en el municipio es de 141.7/100.000 habitantes/año. Llama la atención la tasa de mortalidad entre la población menor de seis años, que resulta de 23.6/100.000, siendo la principal causa la Enfermedad Diarréica Aguda (EDA). En la tabla se encuentran señaladas las cinco primeras causas de enfermedad en la población.

CAUSA	GRUPO DE POBLACIÓN AFECTADO
1. Enfermedad Odontológica	De 15 a 44 años
2. Infecciones respiratorias agudas (IRA)	De 1 a 4 años
3. Helmintiasis	De 1 a 14 años
4. Enfermedad Diarréica Aguda (EDA)	De 1 a 4 años
5. Control normal del Embarazo	De 14 a 44 años

Tabla 2.2. Enfermedades más comunes entre la población de Puerto Nariño

2.4. ACCESIBILIDAD

La única vía de entrada a Puerto Nariño es el río y transportarse por el río resulta muy costoso. El servicio lo prestan empresas privadas, que no garantizan los desplazamientos ni en días ni en horas. Hay carencia de embarcaderos apropiados y del tamaño adecuado para atender cómodamente la población que demanda el servicio de transporte fluvial.

2.5. ECONOMÍA

Las principales actividades económicas en Puerto Nariño son las correspondientes al sector primario, las de más peso son la agricultura y la minería, le siguen la pesca, la caza y la explotación forestal. La producción de estas actividades se viene realizando de manera tradicional, como medio de subsistencia propio de los indígenas, con la extracción de elementos de la selva amazónica.

2.6. ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL

Puerto Nariño presenta características únicas en lo que a su conformación administrativa respecta. Del total de su territorio, más del 80% le pertenece al Resguardo Indígena que tiene autonomía presupuestal y cuenta con su propio gobierno, dentro del municipio gubernamental.

Sin embargo, el Resguardo no cuenta con unidad administrativa, pues cada una de las comunidades allí asentadas tiene su propia organización dirigida por un Curaca, elegido por los miembros de la respectiva comunidad, reunidos en Cabildos Indígenas.

Si bien, el Resguardo tiene autonomía, todos los habitantes que cumplan los requisitos, pueden votar por alcalde y concejales, nombrando sus representantes ante la entidad municipal.

Esta división de poderes también existente en la cabecera municipal origina una administración a dos niveles que deben coordinar acciones y cofinanciar programas de beneficio común para la población asentada en el Resguardo, cosa que, en general, no se da provocando graves conflictos sociales y económicos.

3. SITUACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA ACTUAL

Puerto Nariño, es un municipio situado a orillas del río Loretoyacu y en el cual existen, además, infinidad de quebradas y fuentes de agua, que son aprovechadas por todos sus pobladores. Ninguna de las comunidades adscritas al municipio tiene red de abastecimiento de agua, ni dispone de un sistema adecuado para el manejo de excretas.

Sólo la cabecera municipal dispone de una red de abastecimiento que, si bien sirve a aproximadamente el 90% de las viviendas del casco urbano, presenta serias deficiencias que es necesario solventar. En cuanto al sistema de alcantarillado, sólo el 20% del casco urbano está conectado a la red existente, que origina más problemas de los que realmente soluciona.

3.1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

3.1.1. Infraestructura existente

En 1995, se llevó a cabo un proyecto gestionado por la Alcaldía de Puerto Nariño, donde se creó una red de abastecimiento de agua en la cabecera municipal. Esta red presentó serias deficiencias tanto en su manejo como en su puesta en funcionamiento.

La toma de agua, se realiza aguas arriba de la cabecera municipal, en el río Loretoyacu mediante dos bombas centrífugas que funcionando alternativamente e impulsan un caudal aproximado de 20 lt/s hasta el tanque principal de abastecimiento. El tanque se encuentra elevado 30 metros sobre el nivel del río, con un volumen total de 120 m³. A continuación del tanque, existen dos filtros actualmente fuera de servicio, lo que provoca que el agua resulte no potable. El agua de consumo es, en general, agua de lluvia, que se recoge en cada viviendas mediante albercas de concreto y tanques de PVC de 200 a 500 lts, que la Alcaldía distribuye según las necesidades.

Cada día, a primera hora de la mañana, un operario bombea el agua hasta que el tanque rebasa, a partir de ese momento se comienza a abastecer a la población del casco urbano mediante una conducción de 1600 metros aproximadamente. El abastecimiento de agua se realiza a través de la red de forma racionalizada, de manera que la población recibe agua cada dos días, alternativamente según los distintos barrios. Para esto, es necesario manejar un complicado sistema de válvulas, de lo que se encarga otro funcionario de la Alcaldía.

En el casco urbano, existe además un segundo tanque de 32 m³ que en la actualidad se utiliza únicamente para abastecer al hospital. Aproximadamente el 90% de las viviendas de la población se encuentran conectadas a la red de abastecimiento. Únicamente las viviendas del polideportivo y alguna que otra, aisladamente, se encuentran carentes de este servicio.

3.1.2. Problema actual

Se ha expuesto, en el apartado anterior, las condiciones generales del sistema de abastecimiento de agua. Pasamos a analizar ahora, las deficiencias del mismo y su repercusión más importante.

En primer lugar es necesario mencionar que en toda la infraestructura existe un serio problema de mantenimiento y manejo. Así, el bombeo resulta ineficiente dado que el operario encargado no se encuentra suficientemente mentalizado ni formado para desempeñar un cargo tan importante. Si bien es cierto que bombea cada día, no lo hace a una hora fija, de manera que existe una descoordinación importante entre él y el funcionario encargado de abrir las válvulas en el casco urbano. Así, parte de la población sufre esta falta de coordinación recibiendo agua durante menos tiempo del que les corresponde o directamente, no la reciben.

En segundo lugar, los filtros se encuentran actualmente fuera de servicio, de manera que el agua abastecida no resulta en ningún caso potable y muy dudosamente podría utilizarse para que la población se bañe o, lave la ropa y otros utensilios. Como

consecuencia de esto, aparecen serios problemas sobre la población; enfermedades diarreicas agudas (EDA'S), e intoxicaciones varias, principalmente en la población de menor edad, entre 1 y 4 años.

Hemos mencionado el complejo sistema de válvulas que son activadas para abastecer racionalmente a la población. De esta forma, las viviendas del casco urbano sólo reciben agua una vez cada dos días durante un intervalo medio de unas 4 horas. El servicio de abastecimiento está completado con tanques de PVC y albercas de concreto, en cada una de las viviendas del casco urbano. Cuando se abre el suministro de agua, todas las llaves de las distintas casas se encuentran abiertas para llenar los tanques y albercas, lo que provoca pérdidas de presión importantes en los lugares más altos, que se quedan sin agua suficiente.

Por otro lado, el tanque del Hospital, como consecuencia de la falta de coordinación entre los funcionarios, del complejo sistema de válvulas y del abuso del agua por parte de la población, no siempre está lleno y más de una vez el Hospital se encuentra carente del servicio, con lo que surge un grave problema de continuidad.

3.1.3. Solución del Problema

Para solucionar todos estos problemas, es imprescindible actuar en los siguientes puntos clave en cuanto a la infraestructura del abastecimiento de agua:

- Dotar a la red de un adecuado sistema de potabilización del agua
- Acondicionar la red de abastecimiento dando servicio a todas las viviendas y al Hospital, de manera continua.

3.2. SANEAMIENTO BÁSICO

3.2.1. Sistemas empleados para el manejo de excretas

Si bien es cierto, que existe cierta infraestructura de alcantarillado en la cabecera municipal de Puerto Nariño, ésta abastece tan sólo a una pequeña parte de la población y presenta serias deficiencias que originan importantes problemas sanitarios sobre la población. A parte de este deficiente alcantarillado, coexisten en Puerto Nariño el uso de la letrina y el foso séptico en distinta proporción. Existen también, viviendas sin ningún tipo de sistema para el manejo de excretas, cuyos habitantes las vierten a las quebradas o bien, las entierran.

Sistema de eliminación de Excretas	Población afectada (%)
Pozo Séptico	46.0
Alcantarillado	34.0
Letrina	5.5
Carentes	14.5

Tabla 3.1 Sistemas empleados en el Manejo de Excretas

Del alcantarillado existente en la población, únicamente se encuentra en servicio el correspondiente al barrio Comercio. El resto de la red que fue dispuesta en 1996, se encuentra en pésimo estado. Algunas de las viviendas se han ido conectando a ella independientemente de la Alcaldía.

El problema más grave del Alcantarillado se presenta en dos puntos clave de la población dónde existen pozos sin salida, esto es, pozos ciegos que filtran las aguas negras a las dos quebradas principales de la cabecera municipal, la Quebrada del Salto y la Quebrada de la base militar.

La salida de aguas negras correspondiente al sistema de alcantarillado en funcionamiento, se realiza aguas abajo de Puerto Nariño, en el mismo río Loretoyacu. No existe ningún tipo de tratamiento de dichas aguas, que vierten directamente al río.

3.2.2. Sistema de recogida de basuras

En la zona urbana, existe un tractor que realiza la recogida de basuras en el 45% de las viviendas. Estas basuras son llevadas al vertedero municipal donde se hace una separación preliminar del vidrio, los metales y el resto de materiales, en su mayoría materia orgánica. El vidrio y los metales son recogidos cada cierto tiempo por parte de la gobernación. El resto de materiales se queman y entierran en el mismo vertedero, originando problemas de filtración de los lixiviados, a la Quebrada del Salto.

Otro uso generalizado, de menor impacto ambiental es el entierro y la quema de los desechos, además del vertido al monte o al río, que debe erradicarse completamente.

Sistema de eliminación de basuras	Población afectada (%)
Recogida Selectiva	44.0
Enterrada	19.8
Quemada	6.6
Vertida Monte/Río	29.6

Tabla 3.2 Sistema de eliminación de basuras

3.2.3. Problema actual

Se ha expuesto, en el apartado anterior, las condiciones generales de los distintos sistemas para el tratamiento de excretas y de basuras. Pasamos a analizar ahora, las deficiencias de los mismos y sus repercusiones más importantes.

Ya se ha comentado en el apartado anterior la existencia de pozos ciegos en el sistema de alcantarillado, pozos que filtran sus aguas a las Quebradas del Salto y de la base militar. Este vertido origina problemas serios de sanidad en la población, que dada la no potabilidad del agua de abastecimiento baja a bañarse y lavar a estos puntos, principalmente los niños, ignorantes de la situación. Aparecen serias enfermedades cutáneas en la población infantil, así como enfermedades diarréicas agudas (EDA'S).

También se han mencionado las filtraciones de lixiviados en el relleno sanitario, que van a parar a la Quebrada del Salto, provocando así los mismos problemas que los pozos ciegos anteriores.

Por último, es necesario mencionar los problemas que aparecen a la salida de las aguas negras del alcantarillado. Si bien es cierto, que éstas aguas están formadas básicamente por materia orgánica y que el río Loretoyacu lleva suficiente caudal como para disgregarlas y degradarlas rápidamente; aparece un grave problema en época de lluvias que resulta gravemente perjudicial para la población de la cabecera municipal.

Así en época de lluvias, nos encontramos con que el nivel del río Loretoyacu, llega a subir hasta en 16 metros. Esto no debería ser ningún problema sino fuese porque el río Amazonas, donde desemboca el Loretoyacu sufre una crecida todavía más espectacular, dando lugar a una inversión en el sentido de circulación del Loretoyacu. De esta forma, las aguas negras que vierten al río, invierten su sentido de circulación hacia aguas arriba de Puerto Nariño, donde se encuentra la toma de agua para la red de abastecimiento a la población. Este problema se acentúa al no existir ningún tipo de tratamiento a la salida del alcantarillado.

Es necesario mencionar que en época seca, el río transporta los desechos hasta el Amazonas, pasando por las orillas de la comunidad de Patrullero, cuyos habitantes utilizan el agua del río para lavar y bañarse.

3.2.4. Solución del Problema

Para solucionar todos estos problemas de saneamiento básico, es imprescindible actuar en los siguientes puntos clave en cuanto a la infraestructura sistema de alcantarillado:

- Ampliar la red de alcantarillado a todas las viviendas de la cabecera municipal, así como al relleno sanitario para poder evacuar los lixiviados.
- Acondicionar la red de alcantarillado, dando salida a los pozos ciegos y evitar las filtraciones a las Quebradas
- Tratar adecuadamente las aguas residuales y la salida de las mismas

4. OBJETIVOS

Antes de pasar a definir los objetivos del proyecto debe remarcarse que éste es un proyecto de cooperación para el desarrollo y por tanto tiene objetivos que van mucho más allá de lo meramente técnico.

De esta forma, se señala en primer lugar el objetivo general que se pretende alcanzar con la construcción y gestión de las obras establecidas en el presente proyecto y, en segundo lugar se establecen los objetivos particulares a alcanzar por el mismo. En el Anejo Objetivos a la Memoria, se muestran también, los indicadores y las correspondientes fuentes de verificación para el logro de dichos objetivos.

4.1. OBJETIVO GENERAL

Contribución al asentamiento de la población de Puerto Nariño, y a su desarrollo y crecimiento autosostenido, contribuyendo con ello a propiciar la paz y la estabilidad en la Amazonía Colombiana.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ***Sistema de Abastecimiento de Agua Potable***

Garantizar el acceso de agua potable a todas las viviendas del casco urbano de Puerto Nariño.

- ***Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales***

Garantizar la evacuación de excretas de todas las viviendas del casco urbano de Puerto Nariño y de los lixiviados del relleno sanitario.

- ***Economía***

Fortalecer la economía de la población, el empleo y la gestión de los servicios públicos.

- ***Hábitos y Salud***

Mejorar los hábitos de consumo de agua y manejo de excretas, evitando así todo tipo de enfermedades relacionadas con los mismos.

4.3. CONCLUSIÓN

El presente proyecto se enmarca en el ámbito de los proyectos de cooperación y, por ello, incluye aspectos relacionados con la educación y adiestramiento de la población en el manejo y mantenimiento de las infraestructuras. Existen pues, toda una serie de condicionantes de tipo sociocultural involucrados en el proyecto hidráulico aquí tratado.

En este documento, no se incluyen detalladamente los objetivos específicos relativos a la capacitación y al apoyo a la gestión de las obras. Tampoco se incluyen en el presupuesto que aquí se presenta dado que primero es necesario establecer las soluciones técnicas óptimas. Si que están incluidos en el análisis de viabilidad por entenderse que el éxito del proyecto depende en gran medida de ellos.

Así pues, este proyecto se centrará en los objetivos meramente técnicos, haciendo una referencia bastante puntual a la gestión de los mismos

5. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

5.1. CONDICIONANTES GENERALES

El presente proyecto presenta una serie de condicionantes debido al escenario territorial, económico y social en el que se desarrolla. Para entenderlo de forma completa no debe olvidarse que se trata de un proyecto de cooperación internacional, por lo que los parámetros con los que se trabaja son sensiblemente distintos a los que se manejarían en el caso de realizarlo en un país desarrollado.

El fracaso de los diversos proyectos previos de abastecimiento de aguas y del tratamiento y conducción de las aguas residuales, ha sido en gran parte debido a una gestión muy deficiente de los recursos económicos y naturales disponibles, a la vez de un inadecuado manejo y mantenimiento de las infraestructuras.

Este problema, acentúa y se acentúa ante la pasividad de la población afectada que no siente como propio el problema de la gestión de las infraestructuras. De esta forma es necesario, como ya se ha comentado con anterioridad, la creación de una Junta de Aguas, formada a partir de la iniciativa popular y en la que la población, incluyendo el Cabildo indígena, actúe como gestora y principal veedora. La Alcaldía y otras instituciones como OMACHA, Raíces Vivas, Corpo-Amazonía y Parque Amacayacú,

aparecerán en esta Junta como segundos veedores y como instrumentos de control de la calidad del manejo, mantenimiento y del sufragio de las necesidades de la población.

Será necesario, con posterioridad a la aprobación del siguiente proyecto, la realización de talleres y aulas de formación destinados al conjunto global de los habitantes del casco urbano.

Será también necesario, formar adecuadamente y en un mayor nivel a los encargados y operarios del manejo y mantenimiento de la infraestructura, y no únicamente en los aspectos técnicos relacionados al respecto, sino también en el grado de responsabilidad que adquieran.

5.2. CONDICIONANTES PUNTUALES

Los datos técnicos de los que se parte en la elaboración de este proyecto, no son todos de fiabilidad contrastada, por lo que se han tomado como indicativos. Así pues, el dimensionamiento se ha hecho suficientemente holgado como para cubrir las imprecisiones en los datos utilizados.

Trabajar en una zona rural de Colombia, en la región Amazónica dónde la principal vía de transporte es el río, provoca importantes problemas en la utilización de maquinaria adecuada. De esta manera, se da prioridad a una solución que no requiera de maquinaria pesada que hubiera supuesto un elevado coste monetario.

En la medida de lo posible se ha intentado aprovechar al máximo las obras realizadas con anterioridad al proyecto. Así por ejemplo, los depósitos y la red de abastecimiento existente o parte de la red de Alcantarillado, se han vuelto a calcular con la finalidad de aprovechar todo aquello que se encuentre bien dimensionado y en buenas condiciones.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Las diferentes alternativas a considerar en el presente Proyecto Constructivo deben partir del análisis de los condicionantes anteriormente descritos. Es necesario pues, llegar a una solución económica, de fácil manejo y que permita el aprovechamiento de los sistemas ya existentes.

6.1. ALTERNATIVAS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

En las tres alternativas que se presentan a la adaptación del sistema de abastecimiento de agua, es necesario realizar ciertas modificaciones obligatorias que se encuentran señaladas en el Estudio de Alternativas, adjunto a la Memoria. En cualquier caso, para conseguir abastecer a la totalidad del casco urbano de Puerto Nariño existen principalmente tres alternativas.

En la primera de ellas, se trataría de aumentar las dimensiones de los depósitos existentes, solución que no parece ser muy adecuada dado su elevado coste económico.

En la segunda, se trataría de colocar un depósito adicional a los ya existentes y que dotase de suministro al barrio 12 de Mayo. Esta solución presenta serios problemas de mantenimiento, puesto que es necesario un equipo de bombeo y un operario dedicado exclusivamente al nuevo sistema.

La tercera alternativa, consisten en la modificación del diámetro de la tubería de impulsión principal, que pasaría de 4 a 6 pulgadas. Es sin duda, la alternativa más económica de las tres presentadas, y la de manejo más sencillo.

6.2. ALTERNATIVAS AL SISTEMA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA.

A la hora de potabilizar el agua de abastecimiento, pueden optarse por dos tipos de sistemas básicamente: Los Filtros Rápidos y Los Filtros Lentos. Los primeros

resultan más adecuados para grandes poblaciones con un volumen de agua a filtrar mucho mayor que el necesario en este proyecto. Por otro lado, los filtros lentos son característicos de medios rurales con bajo nivel tecnológico disponible, dado que su manejo y mantenimiento resulta mucho más sencillo.

6.3. ALTERNATIVAS AL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Antes que nada, es necesario mencionar que la red de alcantarillado no presenta serios problemas de diseño, y que no existen alternativas con diferencias sustanciales en la misma. De esta forma, sólo se plantean las alternativas al tratamiento posterior de las aguas residuales.

También es necesario mencionar que el problema fundamental de la depuración de las aguas residuales radica en las características de la zona baja de la población, que resulta completamente inundable en época de lluvias.

Aparece como primera alternativa, la construcción de una EDAR flotante, de elevado coste y difícil mantenimiento. Como segunda alternativa, podría realizarse un emisario submarino, que si bien no trataría las aguas negras, las alejaría del casco urbano lo suficiente como para que estas no afectasen a la Sanidad de la población.

La tercera alternativa, consisten en un sistema de Lagunaje hacia el que se bombearían las aguas negras. Si bien, el Lagunaje es el sistema recomendado en zonas deprimidas, en este caso se vería complicado por la existencia del sistema de bombeo.

7. SOLUCIÓN ADOPTADA

Ante las alternativas planteadas en el apartado 6 de la presente memoria se ha optado por aquellas que presentan más ventajas que inconvenientes, a la hora de su ejecución.

Así, para el sistema de abastecimiento de agua, resulta más viable tanto social como económicamente la alternativa dónde se modifica la tubería procedente del depósito, permitiendo a su vez dar un suministro continuado a la población durante las 24 horas del día, con un mantenimiento sencillo de la misma.

Para el sistema de potabilización de aguas, se opta por la colocación de filtros lentos, más económicos, de manejo más sencillo y con suficiente capacidad como para tratar todo el agua necesaria. A su vez se instalará a la salida de estos filtros, un sencillo sistema de cloración.

En cuanto al alcantarillado, se ampliará la red existente a lo largo de las calles del casco urbano y al final de la misma las aguas residuales serán bombeadas hasta un sistema de lagunaje, relativamente económico y que garantiza una mínima repercusión ambiental.

8. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Una vez vistas las alternativas elegidas, se pasa a explicar de forma resumida y cualitativa cuál será el funcionamiento esperado del sistema completo.

8.1. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

Se realizarán tres bombeos diarios desde la toma de agua de 1h 45 min cada uno de ellos, de manera que el tanque principal se llene tres veces al día. A continuación el agua se filtrará a través de los filtros lentos colocados a continuación del depósito, pasando por varias capas de arenas y gravas. Una vez el agua esté filtrada, se clorará mediante un dosificador de cloro de carga constante, ampliamente utilizado en zonas rurales.

El agua se transportará mediante la tubería de impelencia a presión (diámetro 6" y longitud 1600 m) hasta la red de abastecimiento del casco urbano. Allí abastecerá directamente al barrio Comercio y llenará el tanque de compensación o depósito 2. Desde el depósito 2 se abastecerá al resto de las viviendas.

Toda la red funciona a presión, siguiendo la disposición urbanística regular de calles ortogonales y resultando una red entre mallada y ramificada. Los diámetros de las tuberías de PVC varían en función del suministro entre las 4 y las 2 pulgadas. La conexión a las viviendas se realizará mediante tubos de PVC de ½ pulgada.

Las dotaciones de agua se establecen en 135 l/hab.día, y con un consumo máximo de 1.4 veces el caudal medio necesario a las 13:00 horas.

8.2. SISTEMA DE SANEAMIENTO

Se mantendrán sin modificación, las tuberías de la red de alcantarillado en funcionamiento del barrio Comercio.

En el resto del casco urbano de Puerto Nariño, se dispondrá una red de alcantarillado siguiendo el trazado de las calles, esto es, de manera reticular. Las tuberías de alcantarillado funcionarán por gravedad intentando seguir el trazado dado por la topografía existente. Los tubos utilizados serán de PVC con diámetros variables entre las 6 y las 12 pulgadas, siendo mayores en las vías de recolección principales. Se colocarán pozos de registro e inspección cada 50 metros aproximadamente.

Todas las aguas se recogerán en la parte baja de la población, y desde ahí serán conducidas hasta el sistema de bombeo ubicado a las afueras del casco urbano. Desde el bombeo, el agua se llevará hasta el sistema de lagunaje, aproximadamente 15 metros más alto, donde las aguas serán tratadas adecuadamente a través de una laguna primaria y una secundaria. Posteriormente, las aguas tratadas serán llevadas hasta la desembocadura del río Loretoyacu mediante un emisario submarino.

9. BASES DE CÁLCULO

Los cálculos detallados que se han realizado para este proyecto, se encuentran detallados en el Anejo de Cálculo, no obstante se harán algunas referencias al mismo. Es necesario mencionar que dado que se trabaja dentro del marco de un proyecto de cooperación internacional, el dimensionamiento de algunos dispositivos se ha realizado en función de los medios técnicos disponibles en la zona y en función de la experiencia acumulada en proyectos similares.

Los datos de partida en lo referente a población y caudales relacionados, se han obtenido del Plan Integral de Desarrollo Municipal de Puerto Nariño en su mayoría, aunque muchos de ellos se han obtenido en función de la experiencia existente en proyectos similares.

Los filtros lentos y el sistema de cloración, se han dimensionado a partir de las directrices aportadas por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (Organización Mundial de la Salud).

La red de abastecimiento completa ha sido calculada y dimensionada a partir de las leyes generales de la Hidráulica, de esta forma todas las tuberías se han calculado a presión mediante la ecuación de Darcy y el factor de fricción de Colebrook-White, dando lugar a un complejo sistema de ecuaciones que se ha resuelto con la utilización del programa CYPE Ingenieros.

La red de alcantarillado funciona por gravedad, por lo que para su cálculo basta con aplicar la formulación de Manning. Las restricciones en cuanto a velocidades, pendientes, diámetros y otros valores en ambas redes, se encuentran detallados en el Anejo de Cálculos.

El sistema de Tratamiento de aguas Residuales (Lagunaje) se ha dimensionado en función de las directrices dadas por la Organización Mundial de la Salud, con amplia experiencia en proyecto similares.

10. SERVICIOS AFECTADOS

En este momento, en el casco urbano del municipio de Puerto Nariño, no existen otras instalaciones subterráneas más que las tuberías de la red de Abastecimiento de agua y de la red de Alcantarillado. Ambas se verán afectadas por las obras, si bien se intentará que lo mínimo posible, tomando las siguientes medidas:

- Durante la reparación de la red de abastecimiento de agua, únicamente se suprimirá el suministro al barrio 12 de Mayo mientras se realizan las obras correspondientes al mismo.
- Mientras se repare la tubería de impelencia, se abastecerá a la población por medio del tanque del Hospital.
- Durante la colocación de la red de alcantarillado, el barrio Comercio mantendrá su actual funcionamiento. Una vez se hallan terminado las obras, éstas se conectarán a las instalaciones del barrio Comercio.
- Mientras se construye el sistema de tratamiento de aguas residuales, el alcantarillado seguirá vertiendo su contenido al río Loretoyacu.

11. EXPROPIACIONES

No se llevará a cabo ninguna expropiación puesto que todos los terrenos afectados por las obras son de carácter comunal, público.

12. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras objeto de este proyecto se realizarán en 5 fases, en función principalmente del sistema a modificar. El orden de ejecución de las obras se traduce en la siguiente sucesión de actividades:

FASE 1ª: ACTIVIDADES PREVIAS DE ACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA

- Ubicación de la caseta de obras y del Acopio de los materiales.
- Replanteo del proyecto y movimientos de tierras.
- Se detectarán y repararán todos aquellos tramos que estén en malas condiciones y vayan a ser utilizados en el nuevo sistema, sobre todo en lo referente a tuberías, limpieza de los pozos de registro y válvulas.
- Extracción de las piezas que no vayan a ser utilizadas así como de la única tubería de hormigón del alcantarillado existente.

FASE 2ª: ABASTECIMIENTO DE AGUA

- Supresión de los servicios afectados.
- Se realizará la conexión del barrio 12 de Mayo a la salida del depósito 2 (Tanque del Hospital)
- Se realizarán las obras de ampliación a las casas del Polideportivo, sin conexión.
- Se abrirá la zanja de la tubería de impelencia y se cambiará dicha tubería por una de 6 pulgadas.

FASE 3ª SISTEMA DE POTABILIZACIÓN

- Colocación de los materiales y dispositivos de los filtros
- Colocación del sistema de cloración.

FASE 4ª RED DE ALCANTARILLADO

- Supresión de los servicios afectados.
- Se abrirán las zanjas nuevas de la red de alcantarillado.
- Se colocarán las tuberías indicadas en el proyecto, así como los pozos de registro y otros dispositivos.

FASE 5ª SISTEMA DE LAGUNAJE

- Excavación, y disposición de las lagunas de tratamiento.
- Colocación del equipo de bombeo y conexión con las lagunas de tratamiento.
- Excavación de la zanja y colocación de la tubería de salida y del Emisario submarino
- Conexión de la red de alcantarillado con el sistema de bombeo.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

De acuerdo con las Normativas Españolas debería incorporarse un Estudio de Seguridad y Salud. Debido a las condiciones en las que se enmarca este proyecto, no se pueden tomar ni garantizar todas las medidas de seguridad frente a riesgos que puedan existir durante las obras.

Por esta razón, sólo se marcarán unas pautas y se realizará una serie de recomendaciones para intentar reducir estos riesgos al máximo, pero teniendo siempre en cuenta la realidad de las condiciones de trabajo. Se encuentran en el anejo correspondiente de esta memoria.

14. PLAN DE TRABAJO DE LA OBRA

En el anejo del plan de trabajo, se desarrolla el plan de la obra con las actividades más importantes.

El plazo de ejecución de las obras será el de VEINTE SEMANAS (20), aproximadamente cinco meses dentro de la época climática seca (Junio-Diciembre).

15. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La justificación de precios de este proyecto se basa en parte, en los precios proporcionados por algunos fabricantes y constructores de Colombia, tanto en Puerto Nariño, como en Leticia y Bogotá. Pero debido a la dificultad de acceder a todos los precios desde España algunos provienen de bancos de precios españoles, realizados con los costes de maquinaria y materiales de mercado, aunque se ha retocado en lo referente a mano de obra.

Los costes de mano de obra varían de los del banco de precios por ser ésta proporcionada mayoritariamente por parte de los habitantes del casco urbano del Municipio de Puerto Nariño. Para tener en cuenta el porcentaje de colaboración comunitario en el financiamiento de la obra, se han considerado costes de 700 ptas./hora por ella.

El total de los costos indirectos aplicados a los precios del presente proyecto es de un 20 %. Con ello se intenta prever posibles devaluaciones o variaciones en el cambio de moneda, así como gastos complementarios no detallados en el presupuesto o variaciones en los precios de las unidades de obra.

Sería conveniente hacer un nuevo recálculo del presupuesto teniendo en cuenta los precios actuales de mano de obra, maquinaria y materiales en Guatemala.

16. PRESUPUESTO

El **Presupuesto de Ejecución Material**, resultante de aplicar las mediciones de las diferentes unidades de obra a los correspondientes precios, incrementando el nombrado Presupuesto de Ejecución Material con un 20% por gastos indirectos, se obtiene el **Presupuesto General de Ejecución por Contrato**, que asciende a:

Ciento sesenta y cinco millones ochocientos dieciocho mil seiscientos sesenta y cuatro pesetas
(165.818.664,- Ptas.)

Ochocientos ochenta y nueve mil novecientos cincuenta y dos dólares con setenta y cuatro centavos
(889.952,74.- US \$)

Dos mil cincuenta millones cuatrocientos cincuenta y un mil ciento ocho pesos colombianos
(2.050.451.108,- Co \$.)

Al cambio correspondiente al día 31 de Marzo de 2001.

1 US \$ = 185,865 Ptas.

1 US \$ = 2.304 Co \$.

17. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL PROYECTO

El presente Proyecto está formado un total de 4 Documentos, que contienen los siguientes apartados:

DOCUMENTO NÚM. 1.- MEMORIA Y ANEJOS.

MEMORIA

ANEJOS A LA MEMORIA

Anejo n° 1	Topografía y Replanteo
Anejo n° 2	Geología y Edafología
Anejo n° 3	Documentación Fotográfica
Anejo n° 4	Estudio Socio-Económico
Anejo n° 5	Estudio Sanitario
Anejo n° 6	Estudio Climático
Anejo n° 7	Estudio de Objetivos
Anejo n° 8	Análisis de Alternativas
Anejo n° 9	Cálculos Hidráulicos y Sanitarios
Anejo n° 10	Planificación de Obra
Anejo n° 11	Estudio de Seguridad y Salud Laboral
Anejo n° 12	Justificación de Precios
Anejo n° 13	Presupuesto

DOCUMENTO NÚM. 2.- PLANOS

Nº PLANO	HOJA	TITULO DEL PLANO/HOJA	
1	1 de 2	Situación y Emplazamiento	Situación
	2 de 2		Emplazamiento
2	1 de 2	Topografía	Topografía I
	2 de 2		Topografía II
3	1 de 3	Estado Actual	Abastecimiento Actual I
	2 de 3		Abastecimiento Actual II
	3 de 3		Saneamiento Actual
4	1 de 4	Sistema de Abastecimiento de Agua	Red de Abastecimiento I
	2 de 4		Red de Abastecimiento II
	3 de 4		Detalles Red de Abastecimiento
	4 de 4		Sistema de Potabilización
5	1 de 16	Sistema de Saneamiento de Agua	Red de Alcantarillado
	2 de 16		Perfiles Longitudinales I
	3 de 16		Perfiles Longitudinales II
	4 de 16		Perfiles Longitudinales III
	5 de 16		Perfiles Longitudinales IV
	6 de 16		Perfiles Longitudinales V
	7 de 16		Perfiles Longitudinales VI
	8 de 16		Perfiles Longitudinales VII
	9 de 16		Perfiles Longitudinales VIII
	10 de 16		Perfiles Longitudinales IX
	11 de 16		Perfiles Longitudinales X
	12 de 16		Perfiles Longitudinales XI
	13 de 16		Perfiles Longitudinales XII
	14 de 16		Perfiles Longitudinales XIII
15 de 16	Detalles Red de Alcantarillado		
16 de 16	Sistema de Lagunaje		

DOCUMENTO NÚM. 3.- PLIEGO DE CONDICIONES

- I. DISPOSICIONES GENERALES
- II. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES
- III. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO NÚM. 4.- PRESUPUESTO

- 1. MEDICIONES
- 2. CUADRO DE PRECIOS N°1
- 3. CUADRO DE PRECIOS N°2
- 4. PRESUPUESTO
- 5. PRESUPUESTO GENERAL

18. AGRADECIMIENTOS Y COLABORACIONES

En primer lugar me gustaría agradecer a Allen Bateman toda su colaboración, tanto en los aspectos técnicos de este proyecto como en las gestiones que fueron necesarias para el reconocimiento in situ de los problemas hidráulicos asociados al casco urbano de Puerto Nariño.

Agradezco también la colaboración mostrada por el CCD (Centre de Cooperació i Desenvolupament, UPC), a PARQUE AMACAYACU y CORPOAMAZONÍA, en particular a Artemio Cano y a Floresmiro Rodríguez, por haber estado pendientes en todo momento de la evolución del proyecto.

Por último, quiero acordarme de todos los habitantes de Puerto Nariño que con suma paciencia me abrieron las puertas de sus casas para que revisase las instalaciones; en especial de Armando y Venicio.

19. CONCLUSIÓN

Considerando que el Proyecto puede servir de base para la construcción de las obras, estando ampliamente desarrollado y detallado en los correspondientes documentos, se estima haber cumplido el objetivo y en consecuencia se presenta a la consideración de la autoridad correspondiente, sometiéndola a su aprobación si procede.

Barcelona, Abril de 2001

AUTORA DEL PROYECTO

Sara Rodríguez Alonso

Ingeniero de Caminos Canales y Puertos