UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

AUTOR: GRAGIRENA PEÑA ELIZABETH LORENA

CIUDAD GUAYANA, ABRIL DE 2012

DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

UNEXPO

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA

"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"

VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

Trabajo de Grado presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Br. Gragirena Peña Elizabeth Lorena

Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutor Académico

Ing. Sandré Pantaleón
Tutor Industrial

CIUDAD GUAYANA, MAYO DE 2012

ELIZABETH LORENA GRAGIRENA PEÑA

"DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO"

297 Pág.

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre". Vicerrectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy. Blanco.
Tutor Industrial: Ing. Sandré Pantaleón

Puerto Ordaz, Abril de 2012

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI. Resultados. Conclusiones. Bibliografía. Páginas Electrónicas. Recomendaciones. Apéndices y Anexos

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por la Comisión de Trabajos de Grado del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vicerrectorado Puerto Ordaz, para evaluar el Trabajo de Grado presentado por la ciudadana: **ELIZABETH LORENA GRAGIRENA PEÑA,** portador de la Cédula de Identidad Nº **V-19.094.741,** titulado: **DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO,** para optar al título de **INGENIERO INDUSTRIAL**, consideramos que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los once días del mes de Agosto de dos mil once

_____	_____
Ing. Andrés Eloy Blanco	**Ing. Sandré Pantaleón**
Tutor Académico	**Tutor Industrial**
_____	_____
Jurado Evaluador	**Jurado Evaluador**

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de grado a aquellas personas quienes me acompañaron y brindaron su apoyo a lo largo de mi carrera:

A mis padres y hermanos y familiares que incondicionalmente están a mi lado y me han dado palabras de aliento para seguir adelante.

A mis amigos que ocupan un lugar muy importante y especial en mi corazón y en mi vida, sin ellos no hubiese sido posible culminar mi carrera con gratos resultados.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas especiales a las que les quisiera agradecer, su apoyo, amistad, ánimo y compañía en cada una de las etapas de mi vida. Algunas están aquí y otras en mi recuerdo y mi corazón, quiero darles las gracias por formar parte de mí, todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A Dios Todopoderoso, por guiarme en el buen camino, acompañarme y llevarme de la mano al éxito, por acompañarme durante todo el camino recorrido y llenarme de bendiciones.

A Mis Padres, Lisbeth Peña y Manuel Gragirena. No tendré palabras para explicarles lo importante que son para mí y agradecerles su dedicación, y apoyo.

A mi Tutora Industrial, Ing. Sandré Pantaleón, por servirme de guía en este reto y por brindarme sus valiosos conocimientos. Le agradezco sinceramente su confianza y ayuda.

A la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento del PSO, por haberme dado la oportunidad de realizar mi práctica profesional y compartir el día a día con su personal y muy especialmente a Nohely Somoza, sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y por contestar cada una de mis dudas e inquietudes, corrigiendo minuciosamente este trabajo y me ha dado la posibilidad de mejorarlo. Doy gracias siempre por su atención, pero sobre todo por su amistad.

A mi Tutor Académico, Ing. Andrés Eloy Blanco quien con paciencia y dedicación brindó su tiempo y dedicación para el resultado de este informe

También quiero expresar mi agradecimiento a mi familia y amigos. Quienes con toneladas amor, cariño y comprensión fueron sostén durante esto meses. Nombrarlos sería egoísta.

¡Gracias a Todos!

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

DISEÑO DEL ACUEDUCTO MAYOR DEL ÁREA BOYACÁ DE LA FAJA PETROLÍFERA DEL ORINOCO

Autora: Elizabeth Lorena Gragirena Peña
Tutor Académico: Ing. Andrés Eloy Blanco
Tutor Industrial: Ing. Sandré Pantaleón

RESUMEN

El presente informe contiene los resultados de una investigación técnica, económica y ambiental que engloba la construcción del Acueducto Mayor Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco, así como también el planteamiento de las alternativas de configuración del mismo de manera que se pueda evaluar la opción más idónea. Dicho acueducto tendrá la finalidad de abastecer la demanda hídrica para la población natural y la población asociada a la fuerza laboral, así como el desarrollo petrolero (bloques de producción, refinería y posterior petroquímica), generación eléctrica presentes en las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino del estado Guárico. Para la elaboración de este trabajo, fue preciso elaborar la un balance de oferta y demanda, evaluar las alternativas de en el ámbito de ingeniería y aspectos tecnológicos, identificar las variables ambientales de la región, realizar un plan de ejecución clase V, elaborar la estimación de costos clase V de cada alternativa, evaluar la factibilidad económica del proyecto y por ultimo un análisis cualitativo de riesgos.

Palabras Claves: Acueducto, Área Boyacá, balance, Faja Petrolífera Del Orinoco, técnico, económico.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... **vi**
AGRADECIMIENTOS ..... **vii**
INTRODUCCION **1**

CAPITULO I **4**
EL PROBLEMA **4**
Planteamiento del Problema 4
Objetivo general 6
Objetivos específicos 6
Justificación 7
Delimitación 8
Alcance 8

CAPITULO II **10**
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA **10**
Ubicación la Empresa 12
Misión 12
Objetivos Estratégicos 12
Valores 13
Descripción del Área de Pasantía y Trabajo Asignado 14

CAPITULO III **17**
MARCO TEORICO **17**
Ingeniería de proyecto 17
Procesos y tecnologías disponibles 19
Selección de la tecnología 19
Fase visualización según al manual GGPIC de PDVSA 20
Elaborar el alcance del proyecto 22
Elaborar estimado de costos Clase V 22
Preparar plan de ejecución Clase V 23
Evaluar factibilidad del proyecto 23
Estudio de Factibilidad 24
Evaluación Económica 25
Medios de evaluación de alternativas de inversión 26
Acueductos 29
Tipos de sistemas de abastecimiento o acueducto 31

Sistema de abastecimiento de agua por gravedad 31
Sistema de abastecimiento de agua por bombeo 31
Sistemas de abastecimiento por pozos equipados con bomba manual.....31
Partes que componen un sistema de abastecimiento de agua..... 32
Captaciones 32
Línea de conducción: (línea aductora y de impelencia) 32
Tanque de almacenamiento.....32
Red de distribución.....33
Conexión domiciliar 33
Estaciones de bombeo 33
Tipo de estaciones de bombeo 34
Consumo de agua 35
Consumo domestico.....36
Consumo industrial.....37
Factores que pueden afectar los consumos.....38
Consumo per cápíta 38
Consumo medio 39
Consumo máximo diario o consumo pico.....39
Consumo máximo horario 39
Periodo de diseño económico 40
Periodo de diseño económico 40
Aguas Superficiales 41
Fuentes superficiales sin regulación 41
Fuentes superficiales que requieren regulación.....42
Aguas Subterráneas 42
Tipos de acuíferos.....43
Impacto ambiental..... 43
Clasificación del impacto ambiental 44

CAPITULO IV 47
ASPECTOS PROCEDIMENTALES 47
Tipo de investigación 47
Nivel de investigación 47
Población y muestra 48
Población.....48
Muestra 49
Técnicas e instrumentos de recolección de datos 49
Encuestas no estructuradas.....50

Red de Internet, bibliotecas y otras fuentes 50
Paquetes computarizados 50

CAPITULO V 52
RESULTADOS 52
Identificación de Usuarios 52
Nuevos negocios en el Área Boyacá 52
Nuevos negocios petroleros 52
Proyectos industriales 57
Proyectos agroproductivos 57
Sector salud 58
Sector eléctrico 58
Población del Área Boyacá 58
Crecimiento poblacional 58
Estudio preliminar de la demanda 64
Consumo industrial 64
Cálculo de demanda de agua para producción petrolera en el Área Boyacá 65
Consumo humano 67
Premisas para la estimación de la demanda agua para consumo humano 67
Eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable 68
Demanda media (l/s) para consumo humano 68
Parámetros de diseño. Demanda pico 69
Identificación de la Oferta 72
Aguas Superficiales 72
Río Orinoco 75
Niveles máximos anuales 76
Niveles mínimos mensuales 77
Niveles promedios mensuales 78
Aforos Río Orinoco Sección Caicara. 79
Aguas Subterráneas 82
Estado actual de los pozos en el Área Boyacá 82
Balance de Oferta y Demanda 84
Demanda 84
Oferta 84
Balance 85
Ingeniería y aspectos tecnológicos 85
Premisas y bases de diseño 86

Identificación y análisis de suministro 87
Captación 88
Captación sobre el río Orinoco 88
Tipos de obras de captación 93
Alternativas de ubicación de captación 100
Evaluación de la ubicación de la captación 102
Obras de tratamiento 107
Estaciones de bombeo 116
Aducción: 118
Aspectos generales de constructibilidad 119
Alternativas de configuración del acueducto 126
Características de los componentes que integran el acueducto por alternativa 142
Sistemas de servicios y “off-sites” 154
Interrelación con otros proyectos de la Faja 155
Aspectos socioculturales y ambientales 157
Caracterización ambiental 157
Caracterización físico-natural relevante 157
Sistemas Ecológicos 179
División político-territorial 180
Actividades económicas en el Área Boyacá 186
Población asociada a la fuerza de trabajo por rama de actividad económica y proporción 192
Aspectos culturales y manifestaciones religiosas 194
Alternativas de tecnologías y componentes del proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO. 195
Restricciones ambientales que condicionan la viabilidad del proyecto 200
Evaluación Multicriterio de las alternativas de configuración del Acueducto 204
Estimación de Costos Clase V 210
Bases y premisas para la estimación de Costo Clase V 210
Estimación del CAPEX del proyecto 216
Estimación del OPEX del proyecto 217
Estimación del OPEX del proyecto- Obtenido 222
Costo Total del proyecto por alternativa. 223
Evaluación de factibilidad económica del proyecto 229
Bases y premisas económicas y financieras 229
Análisis Económico Financiero 230

Valor Presente....246
Análisis cualitativo de riesgos 247
Análisis de riesgos 247
Método de Priorización y jerarquización:....247
Definición de probabilidades: 248
Matriz Prioridad-Impacto 249
Identificación de los principales tipos de riesgo para el proyecto. 250
Plan de Mitigación 252
Plan de ejecución de proyecto clase V 253
Estrategias aplicables para cada área del proyecto. 254
Ingeniería 254
Procura....255
Construcción 255
Contratación 260
Cronograma 263
Organización/Responsabilidades 266
Organización 266
Planificación 267
Estructura de partición de trabajo....267
Control de proyecto 269
Esquemas de planificación y control 270
Aspectos críticos 272

CONCLUSIONES 275
RECOMENDACIONES 279
GLOSARIO 281
BIBLIOGRAFIA 284
ANEXOS 286

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Consumos directos estimados según normas INOS 37

Tabla 2: Distribución poblacional del Área Boyacá 59

Tabla 3: Distribución poblacional por centros poblados en el Área Boyacá, año 2012-2034 62

Tabla 4: Proyectos seleccionados para el consumo de agua industrial 65

Tabla 5: Volumétrica de los bloques concretados 66

Tabla 6: Demanda media para consumo Industrial (l/s) 66

Tabla 7: Demanda media de consumo humano por centro poblado 69

Tabla 8: Demanda Pico por consumo del Área Boyacá (l/s) 70

Tabla 9: Valores medios mensuales y anuales de caudal medio, máximo y mínimo 72

Tabla 10: Rendimientos medios mensuales y anuales (m3/s) del Área Boyacá 74

Tabla 11: Resumen aforos sección Caicara, sector Manapire Tramo El Jobal – Matanzas 81

Tabla 12: Parámetros físico-químicos del agua en la planta potabilizadora de Soledad. Estado Anzoátegui. 82

Tabla 13: Balance hídrico. Demanda máxima y oferta mínima 85

Tabla 14: Matriz de ponderación para la selección de alternativas 106

Tabla 15: Características de las tecnologías de tratamiento de agua 110

Tabla 16: Comparación entre las instalaciones de tuberías aéreas y enterradas. 118

Tabla 17: Estaciones Metereológicas 158

Tabla 18: Velocidad promedio del viento (km/h) Estación Musinacio 168

Tabla 19: Humedad relativa y temperatura. Estación Valle de la Pascua ..169

Tabla 20: Humedad relativa y temperatura. Estación Los Llanos. 170

Tabla 21: Humedad relativa y temperatura. Estación Musinancio 171

Tabla 22: Caracterización del río Manapire de acuerdo a los causes que lo conforman en los márgenes derecha e izquierda.....176

Tabla 23: Principales centros poblados del Área Boyacá 182

Tabla 24: Crecimiento poblacional de las principales entidades 182

Tabla 25: Población Indígena en el Área Boyacá.....185

Tabla 26: Actividad económicas por población indígena en el Área Boyacá. 185

Tabla 27: Actividades correspondientes al sector primario desarrollados en el Área Boyacá (km^2).....190

Tabla 28: Población asociada a la fuerza de trabajo por rama de actividad económica y proporción. Año 2.001, Año 2.009 193

Tabla 29: Criterios relevantes del sistema por configuración 205

Tabla 30: Indicadores ambientales.....207

Tabla 31: Indicadores ambientales normalizados 207

Tabla 32: Indicadores ambientales normalizados 208

Tabla 33: Características de las tuberías de acero requeridas por configuración.....213

Tabla 34: Costos unitarios por metro de tubería para diversos diámetros 214

Tabla 35: Costos unitarios de una planta potabilizadora.....215

Tabla 36: Actualizado CAPEX para opciones propuestas.....217

Tabla 37: Demanda energética requerida por elemento de la planta potabilizadora.....219

Tabla 38: Tarifa mensual del servicio eléctrico.....219

Tabla 39: Costos unitarios y productos químicos necesarios en una planta potabilizadora.....219

Tabla 40: Valor Actualizado del OPEX para las opciones propuestas 222

Tabla 41: Costo total del proyecto por alternativa propuesta 223

Tabla 42: Costo total del proyecto.....230

Tabla 43: Índices para el cálculo de tarifas 231

Tabla 44: Tarifas por usuario.....231

Tabla 45: Repartición por cargo fijo, variable y exceso por tipo de usuario 232

Tabla 46: Flujo de Caja. Opción 1.....234

Tabla 47: Flujo de Caja. Opción 2.....236

Tabla 48: Flujo de Caja. Opción 3.....238

Tabla 49: Flujo de Caja. Opción 4.....240

Tabla 50: Flujo de Caja. Opción 5.....242

Tabla 51: Valor Presente Neto del Proyecto 246

Tabla 52: Probabilidades de riesgo definidas para el proyecto 248

Tabla 53: Nivel de incidencia del impacto de riesgo en el proyecto 248

Tabla 54: Matriz de probabilidad-impacto 249

Tabla 55: Probabilidades de riesgo definidas para el proyecto 251

Tabla 56: Plan de acción a riesgos 252

Tabla 57: Cronograma de ejecución del proyecto.....254

Tabla 58: Modalidades de contratación en el proyecto 260

Tabla 59: Matriz de responsabilidades por fase del proyecto 267

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área Boyacá 5

Figura 2: Organigrama de la Línea Agua Potable y Saneamiento del PSO. 16

Figura 4: Esquema de estudio de ingeniería 18

Figura 5: Componentes principales de un acueducto a presión 30

Figura 6: Ubicación de los bloques de producción petrolera en el Área Boyacá 54

Figura 7: Cuencas de Presentes en la FPO, señalando las que se localizan en Boyacá. 1 Río Manapire, 2 Iguana.....73

Figura 8: Ubicación del tramo Caicara-Cabruta y sectores que restringen el canal del Río Orinoco, tramo Jobal-Matanzas. 76

Figura 9: Plano batimétrico del río Orinoco en las cercanías de la población de Cabruta. 90

Figura 10: Plano batimétrico del río Orinoco aguas abajo de la población de Cabruta. 92

Figura 11: Ejemplo de captación, muelle con torre toma. Ciudad de Rosario. Argentina. 95

Figura 12: Ejemplo de captación, torre toma. Castilla- La marcha. España. 96

Figura 13: Ejemplo de captación, toma lateral. Vista frontal. 98

Figura 14: Ejemplo de captación, toma flotante en el embalse de Vallehermoso. 100

Figura 15: Opciones de captación de agua para el Acueducto Mayor Boyacá 101

Figura 16: Esquema de bombas. (A) Bombas elevadoras verticales.....111

Figura 17: Esquema decantadores 113

Figura 18: Proceso de potabilización del agua de la planta de tratamiento Gral. San Martín. Argentina. 114

Figura 19: Estación de bombeo en la captación de planta potabilizadora de Hidrobolívar. 117

Figura 20: Esquema de instalación de tuberías enterradas.....119

Figura 21: Esquema de instalación de tuberías aéreas 119

Figura 22: Vista digital del trazado del acueducto. Alternativa 1.....121

Figura 23: Aducción para suministro de agua potable para la población de Cabruta.....122

Figura 24: Vista de la sabana en el punto mas alto de la Mesa de la Malena 124

Figura 25: Presencia de escorrentía. A) Al margen de la carretera. B) Quebrada localizada perpendicular a la carretera. 125

Figura 26: Paso sobre el río Manapire.....125

Figura 27: Alternativa de trazado del acueducto Nº 1.....129

Figura 28: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 1.....130

Figura 29: Alternativa de trazado del acueducto Nº 2.....132

Figura 30: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 2.....133

Figura 31: Alternativa de trazado del acueducto nº 3 135

Figura 32: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 3.....136

Figura 33: Alternativa de trazado del acueducto nº 4. 137

Figura 34: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 4.....138

Figura 35: Alternativa de trazado del acueducto nº 5. 140

Figura 36: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 5 1era etapa.....141

Figura 37: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 5 2da etapa.....141

Figura 38: Esquema de la planta de tratamiento. 144

Figura 39: Esquema de la planta potabilizadora.....145

Figura 40: Esquema de la planta de tratamiento. 147

Figura 41: Esquema de la planta de tratamiento. 149

Figura 42: Esquema de la planta de tratamiento. 151

Figura 43: Esquema de la planta de tratamiento. 153

Figura 44: Cronograma de arranque de proyectos petroleros y no petroleros de Área Boyacá de la FPO 156

Figura 45: Áreas inundables del Área Boyacá.....177

Figura 46: Clasificación de los acuíferos presentes en el Área Boyacá de la FPO.....178

Figura 47: Subregiones ecológicas de la FPO.....179

Figura 48: Población Indígena Área Boyacá.....184

Figura 49: Localización del sector agrícola en el Área de Boyacá.....188

Figura 50: Sector pecuario y pesca en el Área de Boyacá. 189

Figura 51: Alternativas de la ubicación de la captación 197

Figura 52: Caminos de granza, Via Espino-Rabanal 201

Figura 53: Camino que conduce a la troncaL 12. Rabanal Troncal 12.....202

Figura 54: Escorrentía al margen de la carretera.....202

Figura 55: Paso sobre el Río Manapire 203

Figura 56: Vista de la sabana en el punto más alto de la Mesa de Rabanal. 204

Figura 57: Alternativa más conveniente desde el punto de vista ambiental. Opción 2 209

Figura 58: Organigrama de los elementos que intervienen en el proyecto 266

Figura 59: Estructura de partición de trabajo 268

INDICE DE GRAFICO

Gráfico 1: Volúmenes de producción de crudo (MBD) por bloque.....55

Gráfico 2: Proyección del crecimiento poblacional del Área Boyacá. Año 2010-2034 63

Gráfico 3: Demanda de agua en el Área Boyacá por actividad 71

Gráfico 4: Niveles Máximos mensuales del Río Orinoco, Tramo Caicara-Cabruta. 1988-2011 77

Gráfico 5: Niveles mínimos mensuales del Río Orinoco. Tramo Caicara-Cabruta.1988-2011.....78

Gráfico 6: Niveles Promedios Mensuales del Río Orinoco. Tramo Caicara-Cabruta. 1988-2011 79

Gráfico 7: Relación de pozos del Área Boyacá de la FPO. 83

Gráfico 8: Condición actual de los pozos del Área Boyacá de la FPO. 84

Gráfico 9: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Valle de la Pascua. 160

Gráfico 10: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación El Sombrero 161

Gráfico 11: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Toro Negro**.** 162

Gráfico 12: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Musinancio. 163

Gráfico 13: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Cabruta**.** 164

Gráfico 14: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Valle de la Pascua. 165

Gráfico 15: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Toro Negro**.** 166

Gráfico 16: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Musinancio**.**.....167

Gráfico 17: Crecimiento poblacional de los centros poblados del Área Boyacá. Año 2001-2011. 183

Gráfico 18: OPEX de las alternativas propuestas.....222

Gráfico 19: Flujo de Caja opción 1.....244

Gráfico 20: Flujo de Caja opción 2.....244

Gráfico 21: Flujo de Caja opción 2.....245

Gráfico 22: Flujo de Caja opción 2.....245

Gráfico 23: Flujo de Caja opción 2.....246

INTRODUCCION

El Proyecto Socialista Orinoco (PSO) en el marco del Plan Siembra Petrolera y en concordancia con el Plan de Desarrollo Económico y Social de la Nación Simón Bolivar 2007-2013, tiene como objetivo fundamental articular el desarrollo petrolero con el no petrolero, para así garantizar el desarrollo territorial de los centros poblados ubicados en la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO).

La Faja Petrolífera del Orinoco ocupa una superficie de 55.000 km^2, repartida entre los estados Monagas, Bolívar, Anzoátegui y Guárico, y se encuentra dividida longitudinalmente en 4 áreas petroleras , de este a oeste: Carabobo, Ayacucho, Junín y Boyacá.

El Área Boyacá corresponde a la parte occidental de la FPO y está ubicada al sur del estado Guárico y el municipio Cedeño del estado Bolívar, ocupando una superficie de 14.333 km^2. Entre las poblaciones ubicadas en el área de influencia del desarrollo petrolero del Área Boyacá se encuentran: Cabruta, Santa Rita de Manapire y Espino.

Para el Área Boyacá se tiene planificado una serie de proyectos petroleros e industriales, que abarcan los bloques de producción de crudo, la construcción y puesta en marcha de la Refinería y próxima Petroquímica de Santa Rita, industrias básicas como la Planta de Rieles y Perfiles y la Planta de Laminación de Aluminio, y una Planta de Generación Eléctrica y Empresas Agroindustriales.

Significa entonces, que estos planes traerán como resultado un crecimiento poblacional acelerado a la región producto del requerimiento de la fuerza laboral asociada a la ejecución de los proyectos ya mencionados. Es por ello, que el Proyecto Socialista Orinoco a través de su Línea

Programática de Agua Potable y Saneamiento tienen el objetivo de garantizar la infraestructura necesaria para satisfacer la demanda de agua potable e industrial a través de la construcción de Sistemas de Acueductos mancomunados con la empresa pública rectora de los servicios de agua en Venezuela.

El presente informe de pasantías contiene el estudio de todos los aspectos técnicos, tecnológicos, ambientales y financieros involucrados en la construcción del sistema, así como también, el planteamiento de distintas alternativas de configuración del acueducto, partiendo del balance de oferta y demanda agua para el Área Boyacá, que comprende el consumo humano e industrial.

Se aplicaron metodologías de cálculo y estableciendo premisas que hicieron posible la elaboración de este documento.

La presente investigación se encuentra estructurada en los siguientes capítulos:

- El Capítulo I contiene el problema objeto de investigación, objetivos tanto general como específicos, justificación y alcance de la investigación.

- El Capítulo II presenta las generalidades de la empresa, su visión, misión, objetivos, estructura, proceso productivo y políticas.

- El Capítulo III contiene los antecedentes de la investigación y los fundamentos teóricos claves para el desarrollo del estudio.

- El Capítulo IV sujeta la metodología utilizada en el proyecto, el tipo de investigación, la población utilizada para la muestra; así como la técnica manejada para la recolección de datos y los pasos realizados para ejecución del mismo.

- El Capitulo V muestra los análisis y resultados.

Y por último se encuentran, las conclusiones y recomendaciones que enmarcan el estudio, así como la bibliografía, páginas electrónicas, apéndices y anexos.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

En el presente capítulo se determinarán los elementos necesarios para plantear el problema de investigación su delimitación, justificación y objetivos a cubrir.

Planteamiento del Problema

En el marco del Plan Simón Bolívar se establece el Plan Siembra Petrolera, en el que Petróleos de Venezuela S.A. desarrolla proyectos dedicados a la explotación petrolera de la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO). Bajo estas directrices nace la figura del Proyecto Socialista Orinoco (PSO), el cual tiene como objetivo principal impulsar la actividad productiva e industrial en un modelo de desarrollo socialista y promover la infraestructura para el sector petrolero, industrial y la comunidad. Este proyecto comprende diversas líneas programáticas tales como: Vialidad y Transporte, Electricidad, Agua Potable y Saneamiento, Hábitat y Vivienda, Industrial Socioproductivo, Salud, Educación, Ambiente.

La Faja Petrolífera del Orinoco, está ubicada entre los estados Guárico, Monagas, Anzoátegui y Bolívar (Ver figura 1) y ocupa una superficie total de 70.353 Km^2, dividida en cuatro áreas petroleras: Ayacucho, Carabobo, Junín y Boyacá.

El Área Boyacá corresponde a la parte occidental de la FPO y está ubicada en al sur del estado Guárico y el municipio Cedeño del estado

Bolívar. Sus limitaciones son: al norte el Eje Norte Llanero, al sur la ribera norte del río Orinoco, al este el Área Junín y al oeste el Parque Nacional Aguaro-Guaraquito. Ocupa un área de 28.970 km^2.

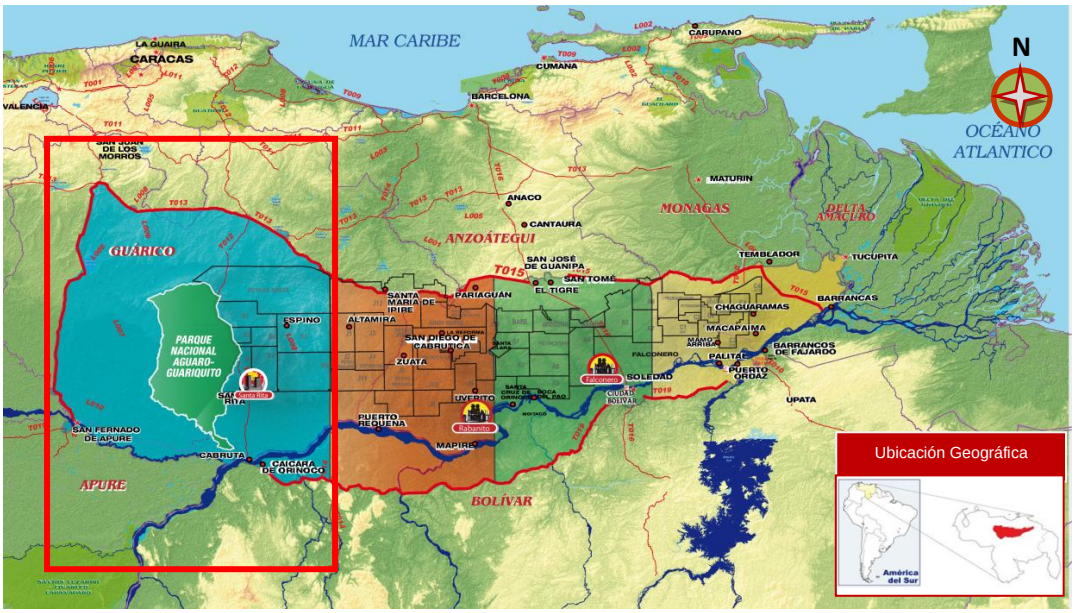


Figura 1: Área Boyacá
Fuente: Proyecto Socialista Orinoco, PDVSA CVP.2012

En el Área Boyacá se tiene proyectado el desarrollo de 8 bloques de producción asignados a empresas mixtas que conjuntamente con el estado venezolano tienen la tarea de explotar y producir crudo, así como la construcción de la Refinería y Petroquímica de Santa Rita, la cual tendrá una capacidad de procesamiento de 442 MBD. Adicionalmente en el marco del desarrollo petrolero, se tienen previsto un desarrollo industrial, socioproductivo y servicios en el área.

El desarrollo industrial petrolero y no petrolero en el Área Boyacá demandará una fuerza laboral que conllevará a un crecimiento poblacional acelerado de 188.383 habitantes para año 2019, el cual representa un incremento del 58% de con respecto al año 2010, de acuerdo a estudios realizados por el Ministerio del Poder Popular Para la Planificación y

Desarrollo. Significa entonces, que el desarrollo en la región generará un déficit en el servicio de agua potable.

Es por ello, que el desarrollo de las actividades petroleras en la FPO será un atractivo de actividades económicas alrededor de una amplia cadena de servicios estructurantes requeridos por el movimiento petrolero que generará un incremento poblacional, para el cual se deberá planificar las acciones que permitan satisfacer las necesidades tanto de agua potable e industrial como de otros servicios.

De acuerdo con lo antes descrito, se desarrolla el presente proyecto con el propósito de dar solución al siguiente planteamiento problemático: El desarrollo y ejecución de proyectos petroleros, industriales y socioproductivos en el Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco generará un impacto poblacional en la región, por lo cual surge la necesidad de realizar el diseño del Acueducto Mayor del Área Boyacá, el cual tendrá como finalidad de garantizar el suministro de agua para consumo humano, petrolero e industrial.

Objetivo general

Diseñar el acueducto Mayor para el Área Boyacá para garantizar el suministro de agua potable e industrial en el marco del desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Objetivos específicos

- Actualizar información existente de oferta y demanda hídrica en la Faja Petrolífera del Orinoco.
- Establecer distintas alternativas de ruta de suministro y tratamiento.
- Identificar las tecnologías para el sistema de captación del agua del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

- Definir los parámetros de diseño de las tuberías y equipos de bombeos.
- Identificar los sistemas de servicios y “off site”.
- Analizar la factibilidad técnica del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO considerando las distintas alternativas de rutas de aducción.
- Analizar aspectos socioculturales y ambientales del Área de influencia del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO. considerando las regiones afectadas por el sistema de suministro.
- Identificar la relación del proyecto del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO con otros proyectos de la Faja.
- Actualizar el plan de ejecución del proyecto Clase V abordando las estrategias de ingeniería, procura, construcción, arranque y operaciones del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO.
- Actualizar el estimado de costos clase V del proyecto del Acueducto Mayor Boyacá.
- Evaluar la factibilidad económica-financiera de la fase visualización del proyecto Acueducto Mayor Boyacá.
- Desarrollar el análisis cualitativo de los riesgos del proyecto Acueducto Mayor Boyacá.

Justificación

El diseño del Acueducto Mayor del Área Boyacá permitirá garantizar de agua potable e industrial así como los indicadores de cobertura, continuidad y calidad, considerando el incremento poblacional con el impacto del desarrollo petrolero: Refinería de Santa Rita en sus tres etapas, I) Mejorador 2026, II) Refinería y Petroquímica (2026), adicionalmente. La construcción de la planta de generación eléctrica de 900 Kw. que será alimentada con coque cuyo arranque esta planificado para el año 2026, el

desarrollo agroproductivo en el Área Boyacá y la fuerza labora asociada a la construcción y operación de la refinería.

La importancia de este trabajo radica en la elaboración del proyecto en fase de visualización del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco, lo cual permitirá en primer lugar definir el alcance y factibilidad técnica del proyecto, así como también definir las distintas alternativas de rutas del acueducto, elaborar una evaluación económico-financiero del proyecto, luego, elaborar el plan maestro en clase V y por ultimo actualizar el estimado de costos clase V del proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá.

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se estudiarán los aspectos tecnológicos e ingeniería, identificación de usuarios y estudio preliminar de la demanda e identificación de la oferta hídrica. Así como también, consolidar información de interrelación con otros aspectos de la FPO, presentar la estimación de de costos clase V como parte de la fase de visualización del proyecto y por último evaluar preliminarmente la factibilidad económica del proyecto.

Delimitación

El tema de esta investigación se delimitará en el diseño del Acueducto Mayor Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Alcance

El presente proyecto consiste en el diseño del acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO, con el fin de garantizar el suministro de agua potable e industrial para los proyectos petroleros, de generación eléctrica y agroproductivos.

El Acueducto Mayor del Área Boyacá deberá brindar servicio que garantice los indicadores de continuidad, continuidad y calidad, considerando las variables del crecimiento poblacional y de desarrollo industrial del Área.

Desarrollo de los aspectos necesarios para el diseño de la infraestructura que transportará agua de manera continua a los diferentes usuarios y con este obtener el Documento de Soporte de Decisión 1 del proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

El diseño del Acueducto deberá contemplar, con un horizonte de diseño de 20 años los aspectos técnicos y económicos asociados a: factibilidad técnica del proyecto (Balance de oferta y demanda), interrelación con otros proyectos de la Faja Petrolífera del Orinoco, cronograma maestro del proyecto clase V, plan de ejecución del proyecto clase V, estimación de los costos clase V y factibilidad económica del proyecto.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) es la corporación estatal de la República Bolivariana de Venezuela creada luego de la nacionalización de la industria petrolera, dando inicio a sus operaciones el 1 de enero de 1976, encargada de la exploración, producción, manufactura, transporte y mercadeo de los hidrocarburos, de manera eficiente, rentable, segura, transparente y comprometida con la protección ambiental; con el fin último de motorizar el desarrollo armónico del país, afianzar el uso soberano de los recursos, potenciar el desarrollo endógeno y propiciar una existencia digna y provechosa para el pueblo venezolano, propietario de la riqueza del subsuelo nacional y único dueño de esta empresa operadora.

En ese sentido, PDVSA está subordinada al Estado Venezolano y por lo tanto actúa bajo los lineamientos trazados en los Planes de Desarrollo Nacional y de acuerdo a las políticas, directrices, planes y estrategias para el sector de los hidrocarburos, dictadas por el Ministerio de Energía y Petróleo.

Petróleos de Venezuela S.A. (PDVSA) desarrolla sus operaciones a través de sus filiales, así como también, con la participación en asociaciones con compañías locales y extranjeras; estas últimas sujetas a leyes y regulaciones diferentes. Las operaciones incluyen:

- Exploración, producción y mejoramiento de crudo y gas natural.
- Exploración y producción de gas natural de recursos costa afuera, incluyendo la posibilidad para la exportación de líquidos de gas natural (LGN).

- Refinación, mercadeo, transporte de crudo y productos refinados, y el procesamiento, mercadeo y transporte de gas natural.

Las reservas de petróleo y gas natural de Venezuela y las operaciones de exploración, producción y mejoramiento están localizadas sólo en Venezuela, mientras que las operaciones de refinación, mercadeo y transporte están localizadas en Venezuela, el Caribe, Norteamérica, Suramérica, Europa y Asia.

Las actividades de PDVSA están estructuradas en cinco áreas geográficas: Occidente, Oriente, Centro Sur, Faja Petrolífera del Orinoco y Costa Afuera, con el fin de manejar sus operaciones aguas arriba que incluyen las actividades de: exploración, producción y mejoramiento de crudo extrapesado.

La Corporación Venezolana de Petróleo PDVSA CVP es una filial de propósitos especiales de Petróleos de Venezuela S.A., controla y administra todo lo concerniente a los negocios que se realizan con otras empresas petroleras de capital nacional o extranjero; a través de sus proyectos de desarrollo, constituye el brazo ejecutor de PDVSA para apalancar el desarrollo económico, endógeno y social de Venezuela. Es así como esta filial de PDVSA maximiza el valor de los hidrocarburos para el Estado venezolano en función del bienestar colectivo, a través de las Empresas Mixtas, los Convenios de Asociación, los Convenios de Exploración a Riesgo y Ganancias Compartidas, el desarrollo de los proyectos de gas Costa Afuera.

Actualmente la Corporación Venezolana del Petróleo tiene como objetivo impulsar la actividad productiva e industrial mediante El Proyecto Socialista Orinoco (PSO) formulado en el Plan Siembra Petrolera que articula el desarrollo petrolero con el no petrolero en la Faja Petrolífera del Orinoco

(FPO). Tiene bases firmes en los lineamientos establecidos en el Plan Simón Bolívar y comprende las líneas programáticas: vialidad y transporte, electricidad, agua y saneamiento, hábitat y vivienda, salud, educación, socioproductivo.

Ubicación la Empresa

La sede de la Corporación Venezolana de Petróleo en Puerto Ordaz, opera en las instalaciones ubicadas en Calle Aerocuar, edificio CVP, Unare I, Estado Bolívar. Venezuela.

Misión

Maximizar el valor de los hidrocarburos al Estado venezolano, mediante una eficiente y eficaz administración y control de los negocios con terceros, generando nuevas oportunidades de inversión a través del desarrollo de proyectos y empresas relacionadas directa e indirectamente con la industria de hidrocarburos, canalizando los recursos financieros necesarios para la ejecución de obras, servicios o cualquier otra inversión productiva vinculando los beneficios obtenidos con el bienestar colectivo, alineado con el Plan de Desarrollo de la Nación.

Objetivos Estratégicos

- Asegurar el basamento técnico, económico, comercial y jurídico necesario para el desarrollo de los negocios actuales y futuros de mayor rentabilidad para la Nación.
- Promover negocios de hidrocarburos en toda la cadena de valor, impulsando la industrialización de los mismos ajustado a los lineamientos geopolíticos del Estado y Políticas del MENPET.

- Asegurar el desarrollo oportuno y coordinado del potencial hidrocarburífero de la Faja Petrolífera del Orinoco, concretando los negocios más favorables para la Nación.
- Fortalecer el posicionamiento de las áreas geográficas de su responsabilidad: Faja Petrolífera del Orinoco y áreas tradicionales.
- Asegurar la participación del capital nacional y la promoción de los distritos sociales.
- Asegurar la plataforma tecnológica de vanguardia y el recurso humano idóneo.

Valores

- **Responsabilidad**: Capacidad existente en todo sujeto activo de derecho para reconocer y aceptar las consecuencias de un hecho realizado libremente.
- **Humanismo:** Entendido como el ejercicio de una gran gestión con sentido de justicia y participación orientada al desarrollo integral de los trabajadores.
- **Respeto:** Constituye el trato justo y considerado entre los trabajadores, hacia el ambiente, las instituciones y la sociedad.
- **Honradez:** Apegado a las normas sociales y morales, el Nuevo Trabajador Petrolero es integro, obra con honor,, estima, al igual que con respeto a sí mismo y hacia los demás.
- **Participación:** Propiciando una cultura de ideas y acciones dirigidas al mejoramiento continuo de la organización de todos los habitantes del territorio.
- **Disciplina:** Con el Nuevo Trabajador Petrolero actúa ordenadamente y persevera para lograr las metas comunes. Con su esfuerzo y dedicación hace las cosas de la mejor manera posible.

- **Sensibilidad social:** El compromiso de mejorar la calidad de vida de las comunidades venezolanas, es muestra de la capacidad de identificación, humanidad y sensibilidad social que define al Nuevo Trabajador Petrolero.
- **Humildad:** Ser humilde es una de las características del Nuevo Trabajador Petrolero, profesional, modesto y labora a la par de sus compañeros.
- **Solidaridad:** El Nuevo Trabajador Petrolero tiene la virtud de actuar siempre en la búsqueda del bien común, dejando a un lado el individualismo y el egoísmo

Descripción del Área de Pasantía y Trabajo Asignado

PDVSA CVP a través de la Gerencia Distrito Social Faja contribuye a impulsar la actividad productiva e industrial en la Faja Petrolífera del Orinoco (FPO) mediante el Proyecto Socialista Orinoco (PSO), el cual fue creado bajo los fundamentos del Proyecto Simón Bolívar el objeto de impulsar el desarrollo petrolero y no petrolero en la región.

El presente informe de pasantita se desarrolla bajo las directrices de la línea programática *Agua potable y Saneamiento* del Proyecto Socialista Orinoco (PSO), el cual está inmerso en la amplia cadena de servicios estructurantes y de fortalecimiento requeridos por la actividad petrolera y no petrolera de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Línea Programática Agua Potable y Saneamiento

Misión

Desarrollar la infraestructura, para cubrir las necesidades de suministro de agua potable y manejos de las aguas residuales en la Faja Petrolífera del Orinoco.

Visión

Ser reconocidos por la División Ejecutiva de la FPO, como la organización capaz de desarrollar verdaderas alternativas de suministro y manejo de las aguas en la Faja Petrolífera del Orinoco.

Objetivos

- Desarrollar la infraestructura, para cubrir las necesidades de suministro de agua potable y manejos de las aguas residuales en la FPO.
- Implantar un sistema único para la administración del recurso agua potable, tratamiento y disposición de las aguas residuales de acuerdo a la nueva Ley de Aguas.
- Crear nuevas oportunidades de desarrollo endógeno como medio económico sustentable de la población que permita fortalecer la industria manufacturera y de servicios en materia de agua potable y saneamiento.
- Desarrollar estrategias que garanticen la preparación de profesionales de oficio para la operación y mantenimiento de sistemas de suministros de agua y saneamiento en la FPO.
- Incentivar en la población cultura de buen uso y conservación del recurso natural AGUA en la FPO.

Organigrama de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento del PSO

La estructura de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento está basada en el liderazgo, la asignación de tareas adecuadas para el aprovechamiento del potencial humano de quienes la conforman, una dirección adecuada al cambio y al mejoramiento continuo. Considerando todos estos elementos, se presenta la estructura organizativa iniciada por el Gerente General. (Ver Figura 2)

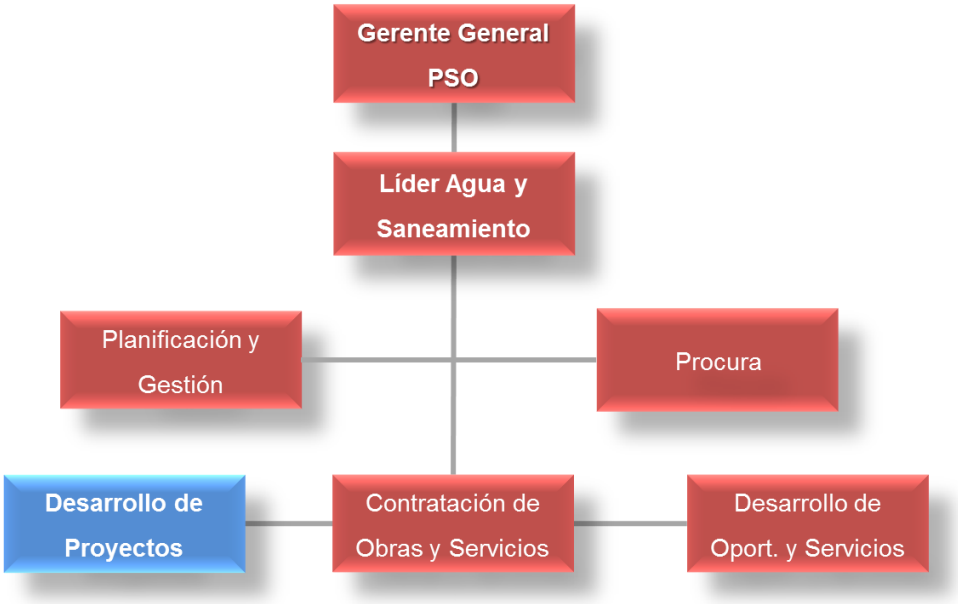


Figura 2: Organigrama de la Línea Agua Potable y Saneamiento del PSO.
Fuente: Línea Agua Potable y Saneamiento del PSO

En la Unidad funcional Desarrollo de Proyectos de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento se desempeñan los siguientes roles:

1. Identificación de proyectos en materia de agua y saneamiento.
2. Coordinar los esfuerzos jurídicos y técnicos que soportan la visualización del proyecto.
3. Organizar y coordinar demandas y necesidades, así como metodologías, para la adecuada formulación y ejecución de proyectos.
4. Planificar, coordinar, supervisar, controlar y evaluar el trabajo ejecutado por el personal asignado a los proyectos.
5. Asegurar que cada proyecto cumpla con el sistema de normalización de PDVSA (GGPIC).

CAPITULO III

MARCO TEORICO

A continuación se presentan las secciones referidas a la Revisión de Literatura, Bases Teóricas, Preguntas de Investigación y Sistema de Variables que fundamentan el estudio realizado.

Ingeniería de proyecto

El estudio de ingeniería está vinculado con los aspectos técnicos del proyecto. Para iniciar este estudio, se necesita disponer de cierta información, la cual se obtiene del estudio de mercado, del estudio del marco regulatorio legal, de las posibles alternativas de localización, del estudio de tecnologías disponibles, de las posibilidades financieras, de la disponibilidad de personal idóneo y del estudio del impacto ambiental.

El resultado de la ejecución de este estudio será la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado. Para determinar la función de producción óptima deberán analizarse las distintas alternativas y condiciones en que se pueden combinar los factores productivos, identificando, a través de la cuantificación y proyección en el tiempo los montos de inversiones, los costos y los ingresos de operación asociados a cada una de las alternativas de producción para luego realizar el estudio económico.

La figura que se presenta a continuación (figura 3), esquematiza el estudio de Ingeniería, intentando de esta manera ilustrar cuales son las

variables necesarias para su ejecución, y cuales variables son las que se determinan.

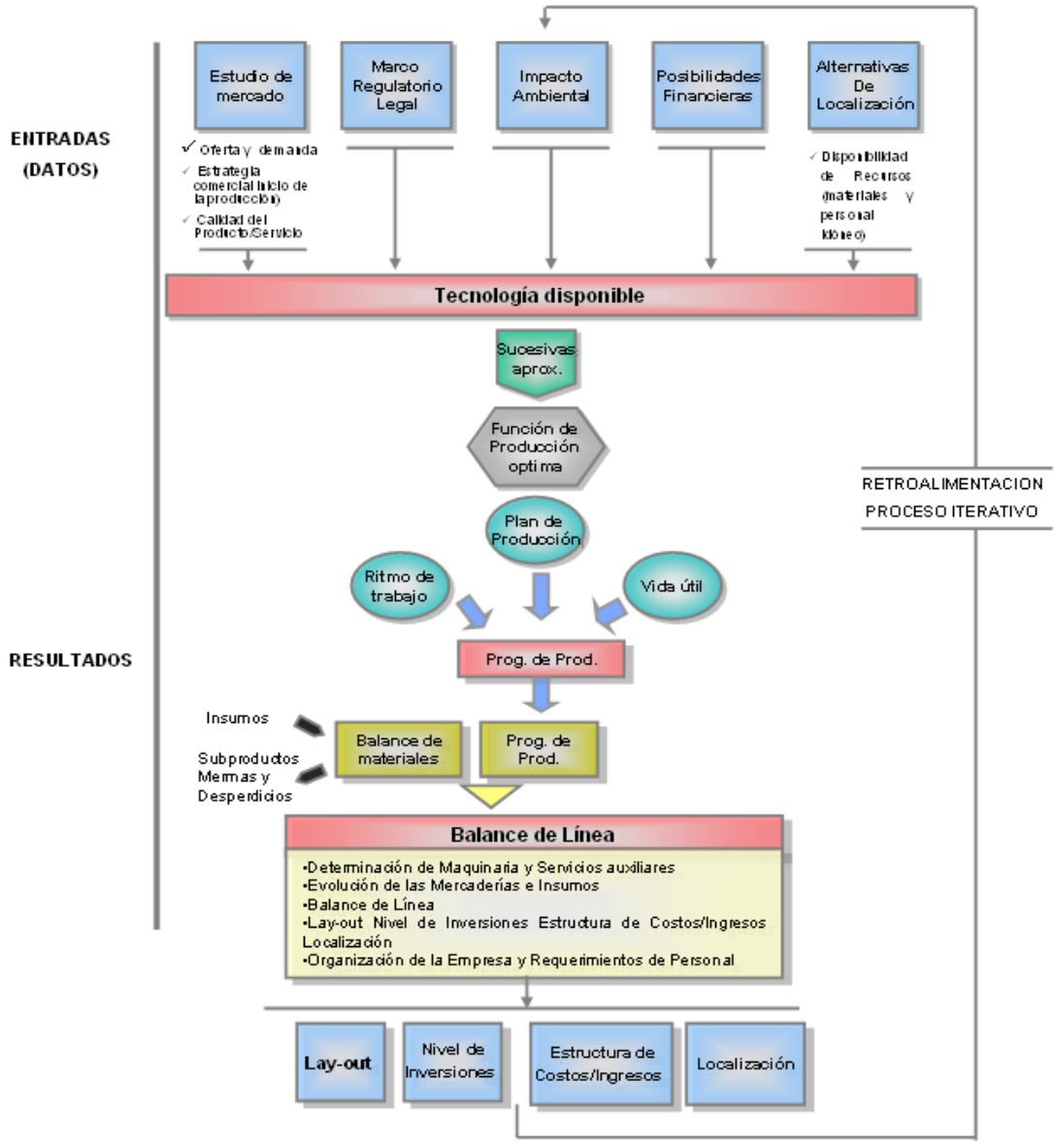


Figura 3: Esquema de estudio de ingeniería
Fuente: Formulación y evaluación de proyectos. Córdoba Padilla (2006)

Procesos y tecnologías disponibles

El estudio de ingeniería se elabora en sinergia con estudio de mercado, el estudio legal, localización y el monto financiero aproximado con el que se desee trabajar.

En el estudio de mercado se determinan las características del producto o servicio, la cantidad a producir a través del tiempo, la estacionalidad, el abastecimiento de materias primas y la estrategia comercial, etc., que deberán tenerse en cuenta al seleccionar el proceso productivo para elaborar los bienes y/o las actividades a realizar para prestar los servicios.

Por otra parte, el estudio legal indica las restricciones de la localización y tecnologías a utilizar por el proyecto, que podrían de alguna manera condicionar el tipo de proceso productivo.
Y por ultimo en el estudio financiero, es el determinante en la selección del proceso/actividades, ya que si en el se definiera la imposibilidad de obtener los recursos económicos necesarios para la adquisición de la tecnología/metodología más adecuada. Una vez analizados los posibles procesos existentes se adoptará el más apropiado en función de las ventajas y desventajas que presenten. De la selección del proceso productivo óptimo derivarán las necesidades de equipos, maquinarias e instalaciones, recursos humanos (cantidad y características) volumen de la inversión a realizar.

Selección de la tecnología

Definido el o los productos (o servicios) y el programa de producción correspondiente, puede iniciarse la selección del proceso productivo. Variables a considerar en la selección de la tecnología:

- Económicas
- Flexibilidad
- Elasticidad
- Obtención de elementos de mantenimiento
- Disponibilidad de los insumos
- Disponibilidad de la Mano de Obra

Fase visualización según al manual GGPIC de PDVSA

En esta primera fase se originan los proyectos de inversión. Las ideas que originan los proyectos pueden provenir, en cualquier momento, de cualquier parte de la Corporación, pero son generalmente el producto de los análisis del ambiente externo e interno a ella, o del análisis F.O.D.A (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) que se realiza como parte de los ciclos de planificación. Estos análisis se efectúan en equipo con la participación de todas las organizaciones de la Corporación y bajo la responsabilidad integradora de las unidades de Planificación Corporativa. Como producto de estos ciclos se producen diferentes documentos que se describen a continuación.

Para llevar a cabo esta fase de visualización, al inicio del desarrollo de un proyecto, debe cumplir con tres objetivos principales:

1. Establecer los objetivos y propósitos del proyecto

Tal como se mencionó, la base de recursos transformada luego a un plan de negocios, debe enumerar claramente los propósitos requeridos de los proyectos del plan corporativo, tales como:

- Productos y volúmenes de producción.
- Calidad de los productos.

- Tiempo de desarrollo estimado y qué tan sensible es para la ventana de oportunidad del negocio.
- Las premisas consideradas para establecer estos objetivos y propósitos.
- Requerimiento de pruebas / investigación adicional para verificar estos objetivos y propósitos.
- El margen de incertidumbre o la banda de variación de estos objetivos para el análisis de sensibilidades.
- Dependencia y relación con otros proyectos del plan.

2. Verificar la alineación de los objetivos del proyecto con las estrategias corporativas

El proyecto debe estar enmarcado dentro de las estrategias y lineamientos del plan de negocios. Esta tarea le corresponde a las organizaciones de Planificación de la Corporación, las cuales verificarán que el proyecto añade valor y forma parte integral del plan corporativo.

3. Desarrollo preliminar del proyecto

Aquí se elabora una ficha del proyecto con base en un alcance preliminar, con el objeto de verificar si la idea tiene los méritos suficientes para proseguir analizándola y desarrollándola.

Las actividades para lograr este objetivo son:

- Elaborar el alcance del proyecto.
- Elaborar el estimado de costos Clase V.
- Preparar el plan de ejecución Clase V.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de proseguir con el proyecto.

Elaborar el alcance del proyecto

Elaborar un alcance preliminar para cumplir fielmente con los objetivos y propósitos del dueño. Se debe evitar introducir elementos adicionales que los distorsionen.

En la fase Visualizar se desarrollar preliminarmente el proyecto y es preciso, elaborar el alcance del proyecto. Esta fase consiste en plasmar una idea inicial que no precisamente debe ser la mejor opción, sin embargo debe estar respaldado por un análisis en la evaluación de factibilidad técnico – económica.

Elaborar estimado de costos Clase V

Es un estimado con una precisión del tipo *orden de magnitud,* el cual se utiliza en la planificación a mediano plazo para establecer si los proyectos reúnen los méritos suficientes para proseguir su desarrollo.

El mismo deberá incluir un estimado de costos de mayor precisión de los fondos requeridos para el desarrollo de la fase “Conceptualizar” y de los trabajos de laboratorio necesarios para mejorar la definición del proyecto. Estos fondos deberán ser solicitados y aprobados antes de proseguir con dicha fase.

La información requerida para elaborar este estimado debe basarse en una definición global*, a “grosso modo”*, del proyecto y de sus principales unidades de proceso, en la que la información disponible se limite esencialmente a los tamaños o capacidades propuestas, ubicación geográfica, especificación preliminar de insumos y productos, fechas tentativas de inicio y finalización del proyecto

El método de estimación se basa en datos históricos de costos que provienen de proyectos similares ejecutados o curvas de costos de unidades de proceso similares (extrapolación estadística), correlacionadas por su capacidad y corregidas por índices de precios, factores de ubicación geográfica, etc.

Preparar plan de ejecución Clase V

Se debe preparar un plan preliminar para la ejecución del proyecto mediante el uso de datos históricos sobre tiempos de ejecución de proyectos similares. Este plan debe incluir:

- Premisas consideradas para la programación de la ejecución.
- Cronograma para el desarrollo de los hitos principales de la ejecución del proyecto.
- Las holguras permisibles después de la cual se comienza a: afectar la rentabilidad del proyecto e incumplir compromisos de mercado ó ministeriales (oficiales).
- Los potenciales riesgos de incumplimiento con el cronograma planteado.

Este plan Clase V servirá de base en las fases posteriores a fin de ir precisando los tiempos y desagregando las actividades requeridas en el plan detallado de ejecución.

Evaluar factibilidad del proyecto

En conformidad con el manual GGPIC de PDVSA, una vez que se tiene estimada la inversión/gastos y el plan para la ejecución del proyecto, se procede con estos datos a establecer la rentabilidad del mismo. Luego se establece su jerarquización dentro de la cartera de proyectos que conforman la base de recursos.

La evaluación económica de la cartera de proyectos genera como producto una serie de índices financieros, que permiten analizar qué tan bueno es cada proyecto con respecto al resto.

Los proyectos que presentan los índices económicos más bajos, son sometidos a un análisis alternativo, a objeto de determinar si existe un esquema de explotación (en el caso de producción) o un proceso más económico (en el caso de manufactura) diferente al planteado que mejore la rentabilidad.

Normalmente, se realiza una evaluación económica incremental de manera de visualizar el momento en el cual la actividad planificada comienza a afectar los rendimientos del proyecto.

Estudio de Factibilidad

Un estudio de factibilidad consiste en ordenar las alternativas de solución para el proyecto, según los criterios elegidos para asegurar la optimización de los recursos económicos, técnicos y humanos, empleados, y los efectos del proyecto en el área o sector de destino.

El estudio de factibilidad de un proyecto tiene como finalidad:

- Determinar las características técnicas de la operación.
- Fijar los medios para implementar la organización requerida y los problemas humanos que conlleva.
- Establecer los costos de operación (estimativos provisionales).
- Evaluar los recursos disponibles reales o potenciales.

La evaluación de un proyecto de factibilidad estará centrada especialmente en los recursos, los cuales se analizarán en 3 aspectos básicos: Operativos, técnicos y económicos, así como en los posibles

resultados, por tanto, el éxito del proyecto estará determinado por el grado de factibilidad que se presente en cada uno de los 3 aspectos anteriores. De allí que se contemplen las siguientes factibilidades:

- **Factibilidad Operativa**: Se refiere a todos aquellos recursos donde interviene algún tipo de actividad (procesos), depende de los recursos humanos que participen durante la operación del proyecto. Durante esta etapa se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo, evaluando y determinando lo necesario para llevarla a cabo.
- **Factibilidad Técnica**: Se refiere a los recursos que son necesarios para efectuar las actividades que requiere el proyecto. Generalmente nos referimos a elementos tangibles (medibles). El proyecto debe considerar si los recursos técnicos actuales son suficientes o deben complementarse.
- **Factibilidad Económica**: Se refiere a los recursos económicos y financieros necesarios para desarrollar o llevar a cabo las actividades o procesos y/o para obtener los recursos básicos que deben considerarse como son el costo del tiempo, el costo de la realización y el costo de adquirir recursos. Por tanto, la factibilidad económica se evalúa a través del análisis de costo-beneficio, el cual compara beneficios y costos del proyecto y, si los primeros exceden a los segundos, se dispone entonces de un primer juicio que indica su viabilidad.

Evaluación Económica

Denominada también Evaluación del Proyecto puro, tiene como objetivo analizar el rendimiento y rentabilidad de toda la Inversión independientemente de la fuente de financiamiento. En este tipo de evaluación se asume que la inversión que requiere el proyecto proviene de fuentes de financiamiento internas (propias) y no externas, es decir, que los

recursos que necesita el proyecto pertenece a la entidad ejecutora o al inversionista. Examina si el proyecto por si mismo genera rentabilidad; las fuentes de financiamiento no le interesan.

Cuantifica la Inversión por sus precios reales sin juzgar si son fondos propios o de terceros, por lo tanto sin tomar en cuenta los efectos del servicio de la deuda y si los recursos monetarios se obtuvieron con costos financieros o sin ellos, hablamos de los intereses de pre-operación y de los intereses generados durante la etapa de operación o funcionamiento del Proyecto.

Medios de evaluación de alternativas de inversión

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos-financieros es una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones por parte de los administradores financieros, ya que un análisis que se anticipe al futuro puede evitar posibles desviaciones y problemas en el largo plazo. La aceptación o rechazo de un proyecto en el cual la empresa planea invertir, depende de la utilidad que este brinde proporcione en un futuro frente a los ingresos y a las tasas de interés con las que se evalúen.

Los principales índices de rentabilidad que se utilizan para medir la bondad de un proyecto son: Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), Costo Capitalizado (CC).

Todos y cada uno de estos índices de rentabilidad deben conducir a tomar idénticas decisiones económicas, lo única diferencia que se presenta es la metodología por la cual se llega al valor final, por ello es sumamente importante tener las bases matemáticas muy claras para su aplicación.

En ocasiones utilizando una metodología se toma una decisión; pero si se utiliza otra y la decisión es contradictoria, es porque no se ha hecho una correcta utilización de los índices.

Valor Presente Neto (VPN)

Según Padilla (2006), el valor presente neto es **"la diferencia entre los ingresos y egresos (incluida como egreso la inversión) a valores actualizados o la diferencia entre los ingresos netos y la inversión inicial"**. (Pág. 364)

En otras palabras, es un indicador de rentabilidad expresado en una cantidad o valor único, que es equivalente a los flujos monetarios netos del proyecto a una tasa de interés dada (i) que puede representar un beneficio o una pérdida.

Las empresas utilizan el valor presente neto (VPN) del ingreso futuro proveniente de la inversión, para determinar una decisión de inversión. Para calcularlo, la empresa utiliza el valor presente descontado (VPD) del flujo de rendimientos netos (futuros ingresos del proyecto) tomando en cuenta una tasa de interés, y lo compara contra la inversión realizada. Si el valor presente descontado de los flujos es mayor que la inversión, el valor presente neto será positivo y la empresa aceptará el proyecto; si el valor presente descontado fuera menor que la inversión la empresa lo rechazaría, es decir, que los criterios de decisión son los siguientes:

- VAN > 0 (+): si el VAN es positivo indica que con los flujos monetarios neto del proyecto se recupera la inversión inicial se cubre el rendimiento mínimo esperado (i), además se obtiene un beneficio o ganancia que es el valor del VAN, es decir, los ingresos son mayores que los egresos en este caso el proyecto es rentable.

- VAN = 0, para este caso los flujos monetarios netos del proyecto recuperan la inversión inicial, cubren el rendimiento mínimo esperado (i), pero no se obtienen ni ganancias ni pérdidas, es decir, los ingresos son iguales a los egresos; por lo tanto se está en un punto de equilibrio o de indiferencia. El proyecto se considera rentable.
- VAN < 0 (-): para esta situación los flujos monetarios netos del proyecto no recuperan la inversión inicial ni cubren el rendimiento esperado (i) y adicionalmente se obtiene una pérdida, es decir, los ingresos son menores que los egresos por lo tanto el proyecto no es rentable.

Por otro lado, además de los criterios de decisión, existen las siguientes consideraciones sobre el VPN:

- En el caso de maximizar beneficios o ganancias, el proyecto a seleccionar es el que tenga mayor valor VAN de todos los proyectos comparados.
- En el caso de minimizar costos, el proyecto a seleccionar es el que tenga el menor VPN de todos los proyectos comparados.

Tasa Interna De Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, es un indicador de rentabilidad que expresa el beneficio neto por período que se obtiene con relación a la inversión inicial pendiente por recuperar al inicio de cada período y siempre se expresa de manera porcentual. Los criterios de decisión para saber si el proyecto es rentable o no, son los siguientes:

- ✓ i* >i: El proyecto es rentable. Ingresos> Egresos.
- ✓ i* = i: Punto de Indiferencia de equilibrio. Ingresos = Egresos.
- ✓ i*<i: El proyecto no es rentable. Ingresos < Egresos.

Acueductos

Los acueductos son sistemas o conjunto de sistemas de irrigación que permiten transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que ésta accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante.

Por lo general, la idea de construir un Acueducto surge ante la necesidad de proveer de agua a sitios o poblaciones que no disponen en abundancia de la misma, o en caso de disponer, que su calidad sea deficiente. Por estar transportando un recurso de primera necesidad para el desarrollo humano y por estar involucrada en general una cantidad importante de personas, de recursos de la Ingeniería e importantes recursos económicos, es que el diseño correcto de esta obra se hace especialmente importante, sobre todo teniendo en cuenta la trascendencia social de la obra en consideración.

Los Acueductos pueden funcionar “a presión”, (en tuberías cerradas) o bien “a superficie libre” (a través de canales o tuberías parcialmente llenas). Los primeros tienen la limitación impuesta por la tecnología actual de tuberías, por lo que se usan por lo general para caudales menores a los 4 m^3/s. Cuando los caudales son muy grandes, resulta mucho más cómodo y económico el transporte a superficie libre. En el rango de caudales medios, habrá que analizar la situación de la zona, sobretodo la topografía, para decidir cuál sería la alternativa más conveniente.

Componentes de un acueducto a presión

En la Figura 4 se puede apreciar de manera esquemática del corte longitudinal de un acueducto a presión, con las correspondientes líneas de energía dinámica y estática.

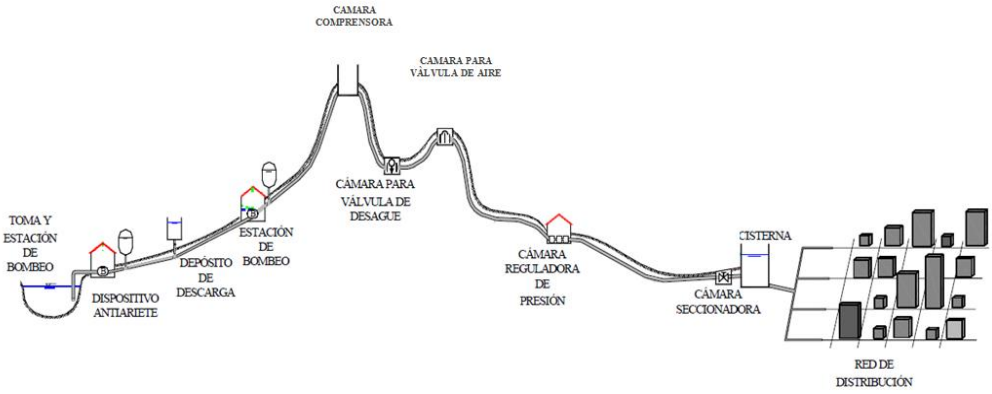


Figura 4: Componentes principales de un acueducto a presión
Fuente: Acueductos a Presión Nociones Básicas de Diseño. 2005

Abastecimiento de agua a través de sistemas o acueductos

Son estructuras u obras estructurales que se colocan directamente sobre las fuentes superficiales o subterráneas con la finalidad de surtir una red de acueductos y conducirlas a la comunidad distribuyéndola por medio de la red de abastecimiento hacía las tomas públicas o a nivel de los domicilios.

Un sistema de abastecimiento de agua está planificado y diseñado de manera que los usuarios del servicio puedan disponer de agua para las necesidades básicas de la familia y con la seguridad de que se le está proporcionando agua sanitariamente segura para el consumo.

El sistema de abastecimiento de agua varía notablemente según sea la fuente seleccionada (superficial o subterránea), cada una tiene sus características propias.

Tipos de sistemas de abastecimiento o acueducto

Sistema de abastecimiento de agua por gravedad

Funciona por si solo, el agua fluye por gravedad desde la captación al tanque y a la red de distribución, requiriendo solamente del control de válvulas para dar un buen servicio de agua. La fuerza del agua permite que de la captación que es el punto más alto, por gravedad llegue a uno más bajo sea donde está ubicada la comunidad para que no exista problema en la conducción del agua. Se le llama de gravedad debido a que el sistema utiliza el peso del agua para conducirse.

Sistema de abastecimiento de agua por bombeo

El sistema por bombeo es cuando la fuente se encuentra en un nivel más bajo que la comunidad, por lo tanto se hace necesario elevar el agua a un nivel más alto, en donde se ubican los tanques de almacenamiento y distribución para que luego el agua llegue por gravedad a los distintos sectores de la comunidad.

Los sistemas de abastecimiento de agua por bombeo pueden ser de dos tipos: con bomba eléctrica o con motor de gasolina o diesel.

Sistemas de abastecimiento por pozos equipados con bomba manual

Este es un sistema que consiste en la excavación o perforación de pozos, ubicados en lugares apropiados de la comunidad. Para la extracción del agua, se utilizan bombas manuales, como la bomba de mecate, bomba maya, de pistón entre otras, las cuales necesitan de la fuerza humana para sacar el agua del pozo.

La cantidad de agua por familia, a través de este sistema es menor comparada con la cantidad de agua cuando se utiliza el abastecimiento por gravedad.

Partes que componen un sistema de abastecimiento de agua

Captaciones

Las captaciones o presas tienen el fin de recoger el agua para llevarla a un tanque de almacenamiento o directamente al sistema de distribución. Las captaciones varían en su forma de construcción, bien por la topografía del terreno o por el tipo de sistema, por lo que pueden ser: captaciones abiertas o cerradas.

Línea de conducción: (línea aductora y de impelencia)

Es la red de cañería o tubería, que transporta el agua de la captación a un tanque de almacenamiento.

Línea aductora: Es la tubería que une la captación de agua con el tanque de almacenamiento, donde el tanque está a una altura menor que la presa, pues es un sistema por gravedad.

Línea de impelencia: Es el tramo de tubería que une la presa con el tanque de almacenamiento, donde el tanque está a una altura mayor que la presa, pues es un sistema por bombeo.

Tanque de almacenamiento

Llamado también tanque de distribución o reservorio, que sirve para almacenar el agua y poderla distribuir a toda la comunidad. Se construyen en la parte más alta de la comunidad para que así el agua baje por gravedad.

Algunos tanques se construyen sobre la superficie del terreno otros sobre torres de concreto o de estructura metálica, a fin de elevarlos para que el agua alcance una altura adecuada para su distribución. Este dispositivo asegura que exista suficiente cantidad de agua en horas de mayor demanda, además sirve para tener reserva de agua al existir algún problema en la línea de conducción.

Red de distribución

Es la tubería que va desde la línea de conducción hasta las conexiones domiciliares. La red de distribución la forman tubería de menor diámetro, partiendo de esta las tomas domiciliares y/o los puestos públicos.

Conexión domiciliar

Es la parte final de un sistema de abastecimiento. Consta de un tramo de tubería que une la red de distribución con la llave o chorro dentro del domicilio.

Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. Habitualmente, los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Rejas, cámara de succión, las bombas propiamente dichas, línea de impulsión.

- Servicios auxiliares: dispositivos de protección contra el golpe de ariete, línea de alimentación de energía eléctrica o instalación para almacenamiento de combustible.

- Obras civiles: pozo de bombeo, casa de maquina.

Tipo de estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo se clasifican dependiendo a parámetros de forma y de criterios y las más comunes son:

- Capacidad: m^3/s, m^3/h, l/s.
- Fuente de energía: electricidad, diesel.
- Método constructivo: convencional, premoldeada.
- Altura manométrica.
- Función específica.

De acuerdo con su capacidad, las estaciones de bombeo se clasifican en: pequeñas: menor de 50 l/s, medias: 50 l/s a 500 l/s, grandes: superior a 500 l/s.

La elección del tipo de bomba obedece básicamente de los siguientes factores localización, capacidad de la bomba, número, tipo y tamaño de la bomba, proyecto estructural, proyecto arquitectónico y aspectos estéticos.

El tipo de bomba también puede definirse por el área disponible para su construcción.

- Bombas con eyectores neumáticos
- Bombas centrífugas
- Bombas helicoidales

De acuerdo a su posición e instalación de los conjuntos elevatorios, las bombas convencionales pueden ser clasificadas en:

- Pozos secos:

- Conjunto motor-bomba de eje horizontal.
- Conjunto motor-bomba de eje prolongado-bomba no sumergida.
- Conjunto motor-bomba de eje vertical-bomba no sumergida.
- Conjunto motor-bomba de eje horizontal-bomba auto escorvante.

- Pozos húmedos:

  - Conjunto vertical de eje prolongado-bomba sumergida.
  - Conjunto motor-bomba sumergido.

Criterios de diseño

La acertada escogencia de los parámetros de diseño, y entre ellos la cifra de consumo, da lugar a un eficiente sistema de abastecimiento a lo largo de su periodo de diseño.

Para iniciar el diseño de acueductos es necesario tener en cuenta las características que lo conforman:

- Disponibilidad en calidad y cantidad de agua en las fuentes.
- Estadísticas de consumo de agua en la localidad.
- Periodo de diseño y vida útil de las estructuras.
- Variaciones periódicas de los consumos e influencias sobre los componentes de consumo.
- Calidad de los materiales a utilizar

Consumo de agua

El agua utilizada por un grupo cualquiera, constituye en consumo de agua. Este consumo estará en proporción directa al número de habitantes, en proporción al mayor o menor desarrollo de sus actividades comerciales o industriales y también a la proporción a su mayor o menor modo de vivir. Por

otra parte, esos consumos pueden estar influidos por factores climatológicos y sociales.

Estos consumos pueden resumirse en cuatro grupos básicos: aguas para consumo domestico, aguas para el consumo industrial, aguas para el consumo comercial y agua para uso público. Al consumo total al consumo total obtenido debe agregarse un porcentaje para prever las perdidas y fugas de agua por el uso irrestricto y debido a las filtraciones que pueda presentar el grup de obras que constituye el sistema. Para efectos de este estudio solo se limitara a estudiar dos ramas de consumo: consumo domestico y consumo industrial.

Consumo domestico

Este consumo depende del clima y de la cultura de la población, as costumbres, y sobre todo con la disponibilidad y controles que ejecuten sobre ellas. Este consumo expresa usualmente en litros por persona y por día, como dotación poblacional directa, podrían servir de base para el diseño de un sistema de abastecimiento en el cual se conoce el numero de habitantes y su tendencia de aumento, ya que estas obras deben ser diseñadas para cubrir las necesidades de cierto numero de años en el futuro. Básicamente, la determinación de la población actual mediante un censo y la fijación de los períodos económicos de diseño determinan las necesidades del sistema aun para ese futuro.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) y la “Normas para el diseño de los abastecimientos de agua” las dotaciones para centros urbanos que generalizan todos los tipos de consumo son las siguientes:

Tabla 1:Consumos directos estimados según normas INOS

Población	Servicios con medidores Litros/persona*día	Servicios con medidores Litros/persona*día
Hasta 20.000……	200	400
De 20.000 hasta 50.000	250	500
Mayor de 50.000….	300	600

Fuente. Abastecimiento de aguas y alcantarillas. Gustavo Rivas. (p38)

Consumo industrial

Este consumo comprende el agua suministrada para plantas comerciales e industriales y puede ser significativo en aquellas areas de desarrollo destinadas a estas actividades. La demanda dependerá de condiciones locales del tipo de industria y los procesos que tengan adoptados para su producción.

En cuanto a las dotaciones se calculan añadiendo al consumo de agua requerido para fines sanitarios de su personal de trabajadores y empleados, el correspondiente a las operaciones industriales propiamente dichas de acuerdo a lo siguiente:

a) *Para fines sanitarios:* Esta dotación no incluye riego de jardines, instalaciones de servicio, áreas recreacionales, restaurantes, comedores, oficinas, comercios, estacionamientos, entre otros, las cuales se calcularán de acuerdo a lo estipulado para cada caso por estas normas y se expresa mediante la siguiente ecuación 80 l/turno de 8 h*(trabajadores+empleados).

b) *Para fines industriales:* Se calculará de acuerdo al tipo de industria, sus procesos específicos de manufactura, las unidades diarias de producción y el número de turnos de funcionamiento.

Factores que pueden afectar los consumos

Los consumos pueden presentar variaciones muy apreciables para diferentes localidades, y existen factores que inciden en ellos, entre los cuales pueden citarse los siguientes: tamaño de la ciudad; extensión y densidad de la población y construcción; la presencia de industrias en su área; la calidad del agua y su costo, las condiciones de servicio; si el agua es o no medida; continuidad y presiones; condiciones climatologiítas, si el agua es tratada para mejorar su apariencia física de color, turbidez, olor, será consumido en mayor proporción. Así mismo, el consumo puede ser afectado dependiendo de las condiciones de habitabilidad de cada zona.

No obstante, la presencia de industrias y comercios en la localidad determina consumos por persona y por día.

Dentro de todos los factores que afectan el consumo, el de las instalaciones de medidores es probablemente el más significativo. Los desperdicios serán mínimos; los consumos necesarios estarán directamente restringidos, mas aún cuando el agua es tratada y ha sido incorporado a un alto costo.

Consumo per cápíta

Este consumo indica el consumo de agua por persona y se expresa l/hab/día. Existen dos maneras para determinar este tipo de consumo: por registro de consumo o mediante la norma que establece el consumo per cápita, es la suma de todos los consumos industriales, domésticos y públicos.

Consumo medio

Se define como el promedio aritmético de los consumos día a día del periodo de un año. Se determina mediante consumos registrados. Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Cm = \left(\frac{p \times d}{3600 \times h} \right)$$ **Ecuación 1**

Donde: Cm = Caudal medio [l/s].

P = Población existente al final del periodo de diseño [habitantes].

D = dotación [l / hab / día].

h = Número de horas de funcionamiento del sistema o de la unidad considerada por días.

Consumo máximo diario o consumo pico

Es el día de consumo máximo reportado en un año. Se determina mediante registros de consumo o mediante la ecuación:

$$CMD = k_1 x Cm$$ **Ecuación 2**

Donde: CMD = Consumo máximo diario (l/s)

K2 = Factor que comprende el rango $1{,}1 \leq \mathrm{K}_1 \leq 1{,}4$.

Este factor es constante de diseño para aquellas instalaciones o partes del acueducto que se verán afectadas por el Consumo Máximo Diario.

Consumo máximo horario

$$CMD = k_2 Cm$$ **Ecuación 3**

Donde: CMD = Consumo máximo diario (l/s)

K2 = Factor que comprende el rango $1{,}4 \leq K_2 \leq 1{,}7$.

Este factor es mayor en aquellas localidades en las cuales la actividad domestica se concentra en determinadas horas del día, escaso contrario en localidades donde las actividades requieren consumo de agua se elaboran a lo largo del día, ocasionando distribución de consumo en todas o varias horas de día.

La hora de máximo consumo en el día se determina mediante registros día a día o mediante la siguiente expresión:

Periodo de diseño económico

Para diseñar un sistema de abastecimiento se considera la vida útil del sistema, para l cual se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Vida probable de las estructuras y equipos.
- Posibilidades de ampliación de acuerdo a condiciones locales.
- Rata de interés para los préstamos de la construcción.
- Posibles variaciones del poder adquisitivo de la moneda.
- Funcionamiento de la obra en los primeros años y en aquellos años en los que no este marchando a plena capacidad.
- Posibilidad de perfección próximo de los equipos

Periodo de diseño económico

El diseño de un sistema de abastecimiento depende ampliamente de diversos factores, en los cuales destacan los siguientes. Periodo de diseño, crecimiento poblacional, la capacidad de endeudamiento de la entidad que

va a construir y mantener el sistema, entre otros. El periodo de diseño a su vez, esta asociado al crecimiento poblacional.

El crecimiento de la población es función de factores económicos, sociales y de desarrollo industrial. Un sistema de acueducto por si solo genera crecimiento y debe propiciar el desarrollo a loa población a la que sirve.

Aguas Superficiales

El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Esta agua comprenden rios, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales y provienen de las precipitaciones que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación.

Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas. El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente hasta que llega a los ríos y lagos.

Fuentes superficiales sin regulación

Conocidos los datos de escorrentía, analizaremos la posibilidad de utilizar la fuente superficial sin necesidad de regularla, en cuyo caso el gasto mínimo para el periodo de registro debe ser superior al gasto del día de máximo consumo para el período de diseño fijado.

La utilización de una fuente superficial sin regulación supone el diseño de obras de captación específicas, de acuerdo a las características particulares del río o quebrada utilizada. La existencia de registros de

escorrentía en periodos largos (20 años o más) permite determinar los valores de gasto mínimo, medio y máximo de la fuente; sin embargo, es también aconsejable la realización de aforos en las cercanías a los posibles sitios de captación.

Es también importante el conocimiento de otras características del río, que incidirán en el diseño de la obra de captación, tales como contenido normal de arena, arrastre de sedimentos durante crecidas, velocidad del río en los sitios de captación, magnitud del material de arrastre, etc.

Fuentes superficiales que requieren regulación

Cuando los aforos mínimos del río en determinadas épocas no son suficientes para cubrir la demanda, es posible lograr, mediante el represamiento de aguas de épocas de crecidas, compensar el déficit y aportarlo para satisfacer la demanda.

Se dice entonces que la fuente precisa de una regulación bajo el punto de vista físico, cualquier río es regulable, pero bajo el punto de vista práctico consideraremos a una fuente superficial como regulable, sólo cuando podamos satisfacer la demanda en las épocas de baja escorrentía sólo con el exceso almacenado durante la época de crecida. Ello supone, por tanto, un período más crítico, dentro de una seria de registros (20 años mínimos), que estará comprendida entre una época de mínima y una máxima consecuencia que definirá el volumen necesario de embalse.

Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas se forman a partir de la infiltración de las lluvias y por aportes de los cursos superficiales, viajan en forma vertical por la fuerza de la gravedad, generalmente hasta encontrar un piso impermeable, y luego discurren horizontalmente hasta desaguar en los

colectores mayores que la llevarán al mar para reiniciar su ciclo. En este tránsito se alojan en los espacios intersticiales de los sedimentos del subsuelo y formar los yacimientos de agua subterránea o acuíferos.

Tipos de acuíferos.

Los acuíferos libres.

Está formado en general por un estrato permeable parcialmente saturado de agua que yace sobre otro estrato impermeable o relativamente impermeable.

Los acuíferos confinados o artesianos

Los acuíferos confinados o artesianos son formaciones geológicas permeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas o estratos impermeables o prácticamente impermeables (una inferior y otra superior). En estos acuíferos, el agua está sometida, en general, a una presión mayor que la atmosférica y al perforar un pozo en ellos, el agua se eleva por encima de la parte superior.

Acuíferos Semiconfinados

Los acuíferos semiconfinados son acuíferos completamente saturados sometidos a presión que están limitados en su parte superior por una capa semipermeable y en su parte inferior por una capa impermeable.

Impacto ambiental

Es un evento o efecto que resulta de una acción previa y que contiene componentes espaciales y temporales. Por esto, también se define como el cambio en un parámetro ambiental, sobre un periodo de tiempo específico y dentro de un área definida, originado en una actividad, respecto a la situación

que se tendría si no hubiera ocurrido esa actividad. Es decir, el impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la realización de dicho proyecto (la alteración neta positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano, resultante de una actuación en función del tiempo).

Existe un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o en algunos de los componentes del medio; esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Clasificación del impacto ambiental

Impactos Sobre Aire, Agua y Suelo

En los estudios de impacto ambiental se evalúa el grado de afectación o mejora que pueden tener los proyectos sobre las condiciones ambientales de su área de influencia y sus resultados son determinantes para que las autoridades tomen la decisión de aprobar o rechazar el desarrollo del mismo. El análisis del impacto del proyecto sobre el agua tienen como objetivo determinarlos posibles efectos negativos o positivos del proyecto sobre la calidad y cantidad del recurso, así como la potencialidad de amenazas naturales que las características hidrológicas del área tendrían sobre el propio proyecto que se analiza. También debe incluir análisis de los potenciales efectos que el proyecto tiene sobre componentes ambientales como aire y suelo.

Impactos Sociales y Culturales

Los estudios de impacto ambiental procuran identificar, predecir y evaluar los efectos de una actividad en el medio físico, biológico, geográfico, así como también los aspectos asociados a la salud y el bienestar humano.

El objetivo básico es evitar posibles errores y daños ambientales, muchas veces irremediables o costosos de corregir. Estas medidas de vigilancia ambiental fomentan además un control de las acciones propuestas para evitar o minimizar los impactos ambientales y sociales y permiten evaluar los procesos de ejecución y verificar que el grado de incidencia sea el previsto y no rebase los niveles permisibles. Estas medidas de vigilancia ambiental fomentan además un control de las acciones propuestas para evitar o minimizar los impactos ambientales y sociales les permite evaluar los procesos de ejecución y verificar que el grado de incidencia sea el previsto y no rebase los niveles permisibles. Desde el punto de vista social, la evaluación de impactos puede prevenir la destrucción de riquezas culturales y promover la participación pública en los procesos de decisión, puesto que las partes afectadas pueden utilizar los estudios de impacto como un instrumento de negociación y control conducente a un consenso social.

Impactos sobre la fauna y la flora

Los impactos ambientales son los efectos que sobre estos elementos del ambiente tiene una determinada acción o actividad. Todas las acciones del hombre, como las de cualquier ser vivo, tiene impactos sobre le ambiente. Al comprar un producto, al desecharlo o re-ciclarlo, al plantar un árbol de una determinada especie, al caminar o trasladarse a través de algún medio de transporte, al cultivar la tierra, al respirar. Siempre al hacer algo se está produciendo algún impacto ambiental.

Debido a que frecuentemente se dice que el hombre es testigos de la degradación del ambiente, casi siempre se concibe los impactos ambientales como negativos. No obstante, existen también impactos positivos. Plantar árboles autóctonos suele tener impactos positivos sobre la fauna y flora de lugar. Muchas veces una acción tiene efectos positivos sobre determinados elementos del ambiente y negativos sobre otros. La construcción de un complejo habitacional puede resolver el problema de la vivienda de numerosas familias, pero impactar negativamente sobre aspectos culturales o estéticos. Además de su carácter negativo o positivo, un impacto puede ser más o menos grave, temporal o permanente, reversible o irreversible, de alcance local, regional o global.

Del mismo modo que se suele restringir el uso del concepto de impacto ambiental a los impactos negativos, generalmente se utiliza la noción de impacto ambiental para referirse a los efectos que producen sobre el ambiente determinadas acciones o actividades que, por su magnitud o naturaleza, son consideradas como de alto o relevante impacto ambiental. Casi siempre se hace referencia a proyectos. Algunos ejemplos de éstos son la construcción de autopistas, aeropuertos, represas, grandes centros comerciales y edificios; la instalación de industrias contaminantes, el trazado de líneas eléctricas de alta tensión y de gasoductos, los proyectos de explotación minera.

CAPITULO IV

ASPECTOS PROCEDIMENTALES

En este capítulo se describe la metodología de investigación que permitirá el desarrollo del presente informe, en el cual destaca la recolección, interpretación o procesamiento y el análisis de la información.

Tipo de investigación

La presente investigación será de tipo no experimental según lo plantea Kerlinger (1983)

> **"... investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables".** (Pág. 269).

El estudio planteado se ajusta a la investigación no experimental de campo evaluativa, donde no se han planteado hipótesis, pero si se definirán las variables que intervienen en el problema.

Así mismo, se trata de una investigación de tipo campo evaluativa en la medida de que el fin único es el diseño del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Nivel de investigación

De acuerdo a la problemática existente y al tipo de investigación definida, el nivel de investigación corresponde a los siguientes tipos:

- **Documental: Marín Villada (2008)**, define la investigación documental con el siguiente argumento:

> "…**es la investigación que se realiza, apoyándose en fuentes de carácter documental, esto es, en documentos de cualquier especie tales como, las obtenidas a través de fuentes bibliográficas, hemerográficas o archivísticas; la primera se basa en la consulta de libros, la segunda en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la tercera en documentos que se encuentran en archivos como cartas oficios, circulares, expedientes, etcétera…"**

Según lo antes citado, esta investigación es de tipo documental, debido a que es preciso revisar documentos, libros e informes técnicos referentes al tema para así darle ejecución a los objetivos planteados.

- **Descriptiva.** Según plantea **Namakforoosh (2005)** la investigación descriptiva **"…es una forma de estudio para saber quien, donde, cuando, como y por que del sujeto de estudio"** (Pág. 91)

En otras palabras, la información obtenida de este tipo de investigación explica perfectamente a la organización, los objetos, cuentas y conceptos tal y como son observados.

Población y muestra

Población

La población es definida según **WEIERS** (1989) como: **"...el total de elementos sobre la cual queremos hacer una inferencia basándonos en la información relativa o la muestra".** (Pág. 517).

Del mismo modo, **Bernal (2006)** define a la población como: **“el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como todas las unidades de muestreo”** (Pág.164).

Aclarado entonces el concepto anterior, la población en el presente trabajo de investigación corresponde a la totalidad de los Acueductos Mayores planificados para cada Área: Carabobo, Junín, Ayacucho y Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Muestra

La muestra es definida por **WEIERS** (1989) como**: "la parte de la población que seleccionamos, medimos y observamos"** (Pág. 22).

De acuerdo con los objetivos del presente estudio es necesario que se definan claramente las características de la muestra que será objeto de estudio de la presente investigación. Por esta razón, se debe establecerse la unidad de análisis y delimitación tanto de la población como de la muestra en estudio. Es por ello, que se deduce como muestra correspondiente al Acueducto Mayor del Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Una vez definido el tipo de estudio a realizar y la muestra adecuada al problema en estudio, la siguiente etapa consiste en realizar la recolección de datos e información que sea pertinente. En tal sentido, **HERNÁNDEZ Y OTROS** (1994) plantean que en esta etapa se deben realizar las siguientes actividades de investigación que están estrechamente relacionadas entre sí:

> **... a) seleccionar o desarrollar un instrumento de medición. Este instrumento debe ser válido y confiable, b) aplicar ese**

instrumento de medición (medir las variables), y c) preparar las mediciones obtenidas (codificación de los datos) para que puedan analizarse correctamente (Pág. 349).

Con base en lo planteado por los autores citados y para desarrollar la etapa referida a la recolección, codificación y análisis de los datos e información se utilizarán los instrumentos siguientes:

Encuestas no estructuradas

Citando a **Narváez** (2008) "**Las encuestas son herramientas que permiten la recolección de información acerca de determinada situación, para luego ser analizada, tabulada e interpretada".**

En esta investigación se elaborarán y aplicarán entrevistas no estructuradas a las personas familiarizadas con el proceso, incluyendo a los líderes de las líneas programáticas y analistas de proceso, con al finalidad de dar cumplimiento y solución a la problemática existente y los objetivos del proyecto.

Red de Internet, bibliotecas y otras fuentes

Para la obtención de información se realizará la revisión de material bibliográfico especializado en el tema de diseño y construcción de acueductos

Paquetes computarizados

Serán utilizados los paquetes computarizados como instrumento de recolección de datos, para el desarrollo, cálculo, análisis y obtención de graficas de los datos del estudio será necesario tabular los datos para que

puedan analizarse correctamente utilizando los paquetes computarizados Microsoft Office 2003: Word, Excel, Power Point.

CAPITULO V

RESULTADOS

Identificación de Usuarios

La finalidad del acueducto es garantizar el suministro de agua a los desarrollos petroleros, industriales, productivos y urbanos que requerirán agua de manera confiable y constante. Con este objetivo se recopiló información sobre los principales proyectos de explotaciones petroleras, establecimientos industriales, centrales de generación eléctrica, tipos de actividades económicas, tanto actuales como proyectadas a futuro, así como los centros poblados ubicados en el área de influencia del desarrollo petrolero.

A continuación se presenta la información recopilada en este aspecto, a los efectos de identificar los puntos de abastecimiento.

Nuevos negocios en el Área Boyacá

Nuevos negocios petroleros

PDVSA-CVP. Inició en agosto de 2007 la exploración en el Área Boyacá, con la intención de levantar la información geológica de los yacimientos ya existentes.

PDVSA en el marco del plan del Proyecto Socialista Orinoco contempla la explotación y producción de los recursos petroleros en el Área Boyacá, en sinergia con empresas extranjeras, creando la figura de Empresas Mixtas. Es por ello, que el área se ha dividido en de nueve (9)

bloques producción. Bajo este criterio, PDVSA es el accionista mayoritario, obteniendo un 60% de las mismas, cumpliendo con la Ley de Hidrocarburos.

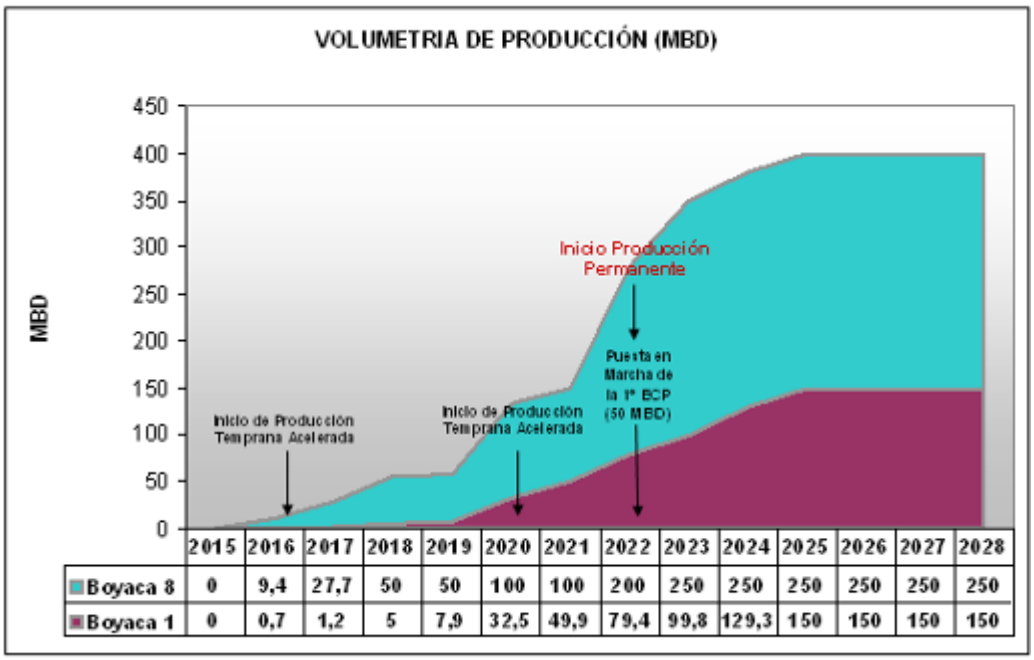
El desarrollo del sector petrolero del Área Boyacá está asociado a dos ejes fundamentales, los bloques de producción y la Refinería y Petroquímica de Santa Rita.

Bloques de producción en el Área Boyacá

A propósito del desarrollo petrolero, se contempla en la visión 2013-2030 para el Área Boyacá, la explotación de crudo mediante la división de la región en nueve (9) bloques de producción con la participación empresas extranjeras: Bloque 1 CUPET (Cuba), Alba Energía (ALBA), 2 PETROCARIBE, 3 SINOPEC (China), 4 PETROSA (Sudáfrica), 5 PETRONAS (Malasia), 6 GALP (Portugal). El Bloque 8 es propio de PDVSA, la cual lleva las actividades de explotación y producción. Los bloques 7 y 9 aún faltan por asignar. (Ver figura 5).

Figura 5: Ubicación de los bloques de producción petrolera en el Área Boyacá
Fuente: Elaboración propia. Mapa PSO

Hasta la fecha solo se conoce el desarrollo de dos bloques de producción, Bloques 8 (EYP) y Boyacá (Cupet-Cuba), como caso base, volumétrica de 350 MBD para los dos bloques: 200 MBPD para Boyacá 8 y 150 MBD para Boyacá 1. En el grafico 1, se puede observar la volumetría de producción para estos dos bloques de explotación petrolera.



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Boyaca 8	0	9,4	27,7	50	50	100	100	200	250	250	250	250	250	250
Boyaca 1	0	0,7	1,2	5	7,9	32,5	49,9	79,4	99,8	129,3	150	150	150	150

Gráfico 1: Volúmenes de producción de crudo (MBD) por bloque
Fuente: Dirección Ejecutiva de Proyectos de Nuevas Refinerías, Mejoradores y Terminales. (DEPNRMT).

- **Producción Temprana Boyacá**

El proceso de Producción Temprana en el Área Boyacá está asociado a los volúmenes de crudo que resultan de los procesos de Exploración y Producción destinados a satisfacer los insumos de la refinería cuando todavía las facilidades de procesamiento no se encuentran listas para procesarlos. El inicio de producción temprana acelerada se planifica para el año 2016, con camiones vacuums para el traslado de crudo/diluente. La puesta en marcha de las tuberías de producción y Estación Central de Procesamiento (ECP).

Para el año 2025 se planifica la puesta en marcha del Mejorador de Crudo Cabruta, evento con el que culmina la producción temprana e inicia la producción de 400 MBD (producción permanente) y la puesta en marcha del Mejorador de Crudo en Cabruta.

Refinería y Petroquímica de Santa Rita

Entre los planes del Proyecto Socialista Orinoco (PSO) se encuentra proyectado el desarrollo de un parque industrial, el cual forma parte de una cartera de proyectos que se desarrollan en la Faja Petrolífera del Orinoco como estrategia para incrementar la capacidad de procesamiento de crudo venezolano en el país.

Comprende la construcción de un Centro de Refinación de crudo extra pesado, con gravedad entre 8 - 10º API, proveniente de la misma Faja y la posterior integración de este complejo con un Polo de Desarrollo Petroquímico. Este complejo industrial se establecerá en el eje Cabruta – Santa Rita, al sur del Estado Guárico, dentro del Área Boyacá. Comprende una superficie de 6.000 ha y abarca los sectores: El Perro, Sabanas de Santa Clara, Sabanas de Las Trincheras y Sabanas de la Perra, se sitúa al norte de los centros poblados de Santa Rita y Cabruta del Edo. Guárico. Limita al este con el Río Manapire y al oeste con la carretera Las Mercedes-Santa Rita (troncal 12).

La construcción de la Refinería de Santa Rita permitirá impulsar el desarrollo endógeno sustentable en el área de Santa Rita, estimular la desconcentración de la población, valorizar crudo extrapesado de la FPO a través de la transformación a productos refinados e insumos petroquímicos, en armonía con el ambiente y el entorno social de la instalación y promover el desarrollo de tecnología nacional.

Propuesta de ejecución por etapas

La construcción de la refinería será ejecutada en dos (2) fases:

Fase I: Mejorador de 221 MBD para producción de un crudo de 38º API, cuya fecha de arranque está planificado para el 2026.

Fase II: Refinería y petroquímica integrada de 221 MBD para producción de bases petroquímicas y combustibles, para abastecer el mercado local e internacional, cuya fecha de arranque está planificado para el año 2029.

Proyectos industriales

En el marco del PSO se prevé el desarrollo industrial en el Área Boyacá a través de diferentes emprendimientos. Se tiene planificado dos (2) industrias básicas para la región: Fabrica de Rieles y Perfiles y la Industria de Laminación de Aluminio, las cuales son llevadas a cabo bajo la jurisdicción del Ministerio del Poder Popular para las Industrias Básicas y Minería (MIBAM).

La fábrica de Rieles y Perfiles llevará a cabo sus procesos en la población de Chaguaramas, municipio del mismo nombre del estado Guárico y la fábrica de Laminación de Aluminio será ubicada en la población de Caicara del Orinoco, municipio Cedeño del Estado Bolívar, de esta última tendrá una producción de 60000 Tn/año de aluminio laminado y de 54500 TN/año de aluminio alienado.

Es importante señalar, que para efectos del presente estudio, estas fábricas no serán consideradas para la estimación preliminar de la demanda por su ubicación geográfica, la cual se encuentran fuera del perímetro del eje de influencia del Acueducto Mayor.

Proyectos agroproductivos

Las empresas agroproductivas identificadas para el Área Boyacá son las que se encuentran en el eje 6: Cabruta-Las Mercedes del Llano del estado Guarico.

Sector salud

Abordando el sector salud, se tiene en la Fase de Visualización la construcción de un hospital ubicado en la población de Santa Rita, que contará con aproximadamente 250 camas, el cual culminará en el 2015.

Sector eléctrico

El proyecto eléctrico corresponde a la expansión del Sistema Eléctrico de Generación de Boyacá. Se tiene proyectado a construcción de La Planta Termoeléctrica ubicado en la población de Santa Rita, donde el combustible principal de esta planta será el coque y proporcionará una capacidad de 900 MW de energía. Se estima el arranque del servicio para mediados del 2026.

Población del Área Boyacá

La estimación de la población depende considerablemente del impacto que van a generar las nuevas industrias básicas, agroindustriales y los proyectos petroleros planificados para el Área Boyacá.

De esta manera, se han considerado, los siguientes aspectos: población natural, población asociada a la fuerza laboral, distribución espacial de la población industrial, los cuales se explican a continuación.

Crecimiento poblacional

Para realizar la estimación del crecimiento natural, se consideró las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE) para las diferentes parroquias incluidas dentro del área en estudio.

Crecimiento poblacional considerando el impacto del desarrollo petrolero en el Área Boyacá.

Para estimar el crecimiento poblacional con el impacto del desarrollo petrolero en el Área Boyacá se consideraron las siguientes premisas:

- Se consideran los datos emitidos por los entes encargados: Instituto Nacional de Estadística (INE) para crecimiento natural y Planificación Corporativa PSO para la fuerza laboral asociada a la construcción y operación de la refinería y petroquímica y bloques de producción.
- Se considera horizonte de diseño de 20 años del acueducto incluyendo la fecha de inicio de operación en el año 2023.

Premisas para el cálculo de la población y su distribución en el Área

En este punto, se eligen solo los municipios Leonardo Infante, Cedeño y Las Mercedes y Chaguaramas, debido a que son las poblaciones en las que se pronostica un gran impacto de crecimiento poblacional asociado al desarrollo del Área Boyacá de la FPO.

La distribución de la población que se asentará en la región como consecuencia del desarrollo petrolero se obtuvo asignando un porcentaje a la población, distribuyendo los datos obtenidos por el Ministerio del Poder Popular para la Planificación y Finanzas para las entidades de Cabruta, Santa Rita, Caicara del Orinoco, Espino, Chaguarama Las Mercedes y Valle de la Pascua tal y como se muestra a continuación.

Tabla 2: Distribución poblacional del Área Boyacá

Centro Poblado	% de Distribución Poblacional
Santa Rita	30%
Cabruta	20%

Espino	15%
Valle de la Pascua	15%
Caicara del Orinoco	10%
Las Mercedes	5%
Chaguarama	5%

Fuente: Elaboración Propia

El mayor porcentaje de población se le asigna a Santa Rita, con un 30%, debido a la Refinería Santa Rita. Le sigue la población de Cabruta con un 20%, ya que, es cercana a la Refinería y Petroquímica y tiene comunicación vial directa al lugar por medio de la T012 Chaguaramas-Cabruta.

Un 15% se le asignó a Valle de la Pascua y Espino. En el caso de Valle de la Pascua, la asignación del porcentaje se basó en la calidad de los servicios que ofrece, la construcción y puesta en marcha de proyectos socioproductivos. De la misma manera, a la población de Espino se le estableció un 15%, por la importante ubicación geográfica y estar rodeado por los bloques de producción asociados a las empresas mixtas, además de tener acceso de estar ubicado en la local 09, la cual une a Valle de la Pascua, estableciendo acceso inmediato a los bloques de producción.

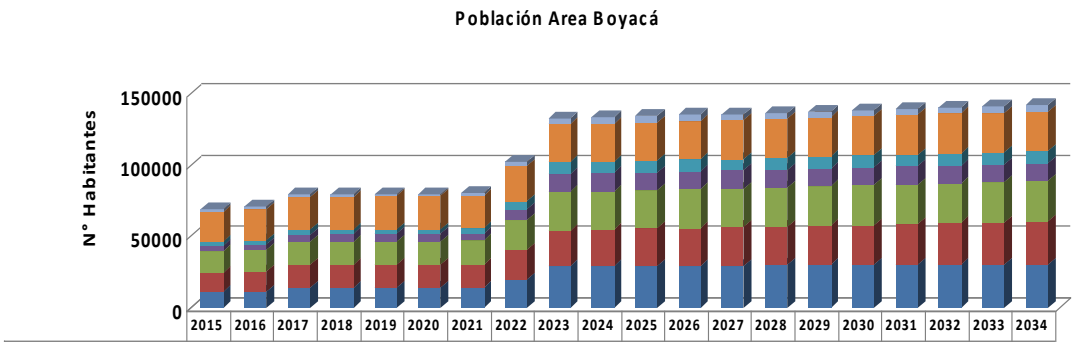
Así mismo, un 15% de la población se le asigna a Caicara del Orinoco por la construcción del tercer puente sobre el río Orinoco y la construcción de la industria de Laminación de Aluminio y la población de Chaguaramas contará con un 5% de la distribución por la construcción de la Fábrica de Rieles y Perfiles.

Tabla 3: Distribución poblacional por centros poblados en el Área Boyacá, año 2012-2034

ÁREA BOYACÁ									
Años	Distribución Poblacional por centro poblado								Población Total
	Santa Rita (30%)	Espino (15%)	Cabruta (20%)	Valle Pascua (15%)	Caicara (10%)	Las Mercedes (5%)	Chaguaramas (5%)	RH Refinería y petroquímica	
2012	7666	11144	11940	2507	1672	20383	836	3565	**56147**
2013	9643	12404	13339	3447	2298	20970	1149	6045	**63249**
2014	14444	15082	16616	5797	3865	22020	1932	13165	**79756**
2015	20103	18196	20463	8575	5717	23209	2858	22569	**99121**
2016	18599	17735	19531	7770	5180	23196	2590	13541	**94602**
2017	21490	19477	21525	9162	6108	23909	3054	13541	**104726**
2018	20997	19534	21258	8861	5908	24052	2954	13541	**103563**
2019	22599	20646	22387	9607	6405	24536	3202	13541	**109383**
2020	19531	19428	20395	8016	5344	24235	2672	13541	**99622**
2021	19552	19763	20462	7970	5313	24442	2657	13541	**100157**
2022	25969	23301	24788	11120	7413	25709	3707	13541	**122005**
2023	38688	29998	33313	17420	11613	28019	5807	13541	**164856**
2024	45110	33553	37634	20570	13713	29273	6857	13541	**186708**
2025	35153	28926	31033	15530	10353	27789	5177	13541	**153959**
2026	35278	29344	31148	15530	10353	27975	5177	13541	**154803**
2027	35405	29771	31261	15530	10353	28155	5177	13541	**155650**
2028	35534	30206	31371	15530	10353	28328	5177	13541	**156497**
2029	35664	30649	31479	15530	10353	28495	5177	13541	**157345**
2030	31477	28939	28703	13370	8913	27935	4457	13541	**143792**
2031	31610	29396	28804	13370	8913	28086	4457	13541	**144634**
2032	31746	29861	28902	13370	8913	28229	4457	13541	**145476**
2033	31883	30333	28997	13370	8913	28365	4457	13541	**146316**
2034	32022	30814	29091	13370	8913	28495	4457	13541	**147160**

Fuente: Proyecto Socialista Orinoco.

Considerando el horizonte de diseño del acueducto de 20 años, se realiza una proyección poblacional de estos datos hasta el año 2034, tal y cual lo describe el gráfico siguiente:



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Chaguaramas (5%)	1337	1377	1778	1746	1712	1674	1659	2709	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179	4179
Las Mercedes (5%)	21688	21983	22633	22844	23046	23237	23444	24711	26391	26595	26791	26977	27157	27330	27497	27657	27808	27951	28087	28217
Caicara (10%)	2674	2754	3556	3491	3425	3348	3317	5417	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357	8357
Valle de la Pascua (15%)	4011	4130	5334	5237	5137	5023	4976	8126	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536	12536
Cabruta (20%)	14378	14677	16420	16426	16426	16404	16471	20797	26802	26923	27042	27157	27270	27380	27488	27592	27693	27791	27886	27980
Espino (15%)	13632	14095	15649	15910	16176	16435	16769	20307	25114	25519	25932	26350	26777	27212	27655	28105	28562	29027	29499	29980
Santa Rita (30%)	10975	11319	13833	13748	13658	13543	13565	19982	28921	29043	29166	29291	29418	29547	29677	29810	29943	30079	30216	30355

Gráfico 2: Proyección del crecimiento poblacional del Área Boyacá. Año 2010-2034
Fuente: Planificación Corporativa PSO

El gráfico 2, describe el crecimiento poblacional estimado para el Área Boyacá para los años 2010-2034 y se puede analizar mediante tres (3) etapas. La primera etapa, comprende el intervalo de años 2012 - 2021, en el que se proyecta un incremento acelerado, pasando de 56147 a 186708 habitantes, motivo de la fuerza laboral asociada a la operación de bloques de producción. La segunda etapa, comprende de los años 2020-2025, en la que se proyecta un crecimiento poblacional acelerado producto de la construcción de la Refinería de Santa Rita.

La ultima etapa se basa en la premisa de que a partir del año 2025 solo permanezca en el lugar el 60% de la población máxima existente, a razón de que para ese tiempo se estima entre en marcha la refinería y solo el

permanecerán en la región el personal encargado de las operaciones y mantenimientos de la planta.

Estudio preliminar de la demanda

Este estudio contempla la estimación de la demanda de agua futura, con el fin de evaluar las necesidades hídricas de la región y poder planificar el uso de los recursos hídricos disponibles. Para esto se evaluó la demanda de agua correspondiente a: Consumo industrial y consumo humano.

Consumo industrial

El agua para fines industriales en el Área Boyacá corresponde a los desarrollos petroleros, de generación eléctrica y de los desarrollos agro-productivos planificados en el Área Boyacá de la FPO.

El agua para consumo industrial depende ampliamente del tipo de empresas planificadas para el Área Boyacá de la FPO y a los procesos que estas ejecuten, los cuales conducen a un aumento en el consumo del fluido.

Premisas para el cálculo de consumo tipo industrial en el Área Boyacá

La demanda de agua con destino industrial, depende de la creación de nuevas industrias en la zona, lo cual forma parte de los planes de desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco. Para el cálculo de la demanda de agua para uso industrial en el Área Boyacá de la FPO se consideran las siguientes premisas:

- Se considera para la demanda de agua industrial los siguientes centros de consumo: bloques de producción, refinería, empresas agroproductivas y generación eléctrica.

- Solo las empresas localizadas en las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino serán consideradas para el presente estudio por estar en el eje de influencia del desarrollo petrolero. En la siguiente tabla se listan las empresas consideradas según lo mencionado.

Tabla 4: Proyectos seleccionados para el consumo de agua industrial

ÁREA BOYACÁ		
Municipio	**Centro Poblado**	**Proyectos**
Las Mercedes	Cabruta	Desarrollo Agro textil del Algodón
		Complejo Industrial Avícola Socialista
		Complejo Piscícola
		Complejo Industrial Porcino Socialista
	Santa Rita	Refinería
		Desarrollo Agro textil Del Algodón
		Planta Textil Y De Confección
		Planta de Generación Eléctrica
Leonardo Infante	Espino	Centro de Servicios Agropecuarios
		Bloques de Producción

Fuente: Proyecto Socialista Orinoco

- El consumo de agua por parte de la producción de crudo viene dado por la relación 200 MB/d: 12 L/seg.
- Para la etapa de producción en calienten se requiere inyección de vapor se maneja una relación de Inyección de Vapor: 1,8 Barriles de agua/Barril de Petróleo (asume 40% del agua inyectada es reciclada).

Cálculo de demanda de agua para producción petrolera en el Área Boyacá

Para el Área Boyacá no se cuenta hasta los momentos, con el perfil de la demanda de agua para la extracción de crudo de la totalidad de los bloques de producción (los nueve (9) bloques), conociéndose solo se conoce el perfil volumétrico de los bloques 1 y 8. Es por ello, que se toma en consideración las relaciones calculadas para el Área Carabobo.

Tabla 5: Volumétrica de los bloques concretados

ÁREA BOYACÁ MBD/AÑO		
Años	BLOQUES DE PRODUCCION (MBD)	
	Bloque 1	Bloque 2
2013	120	30
2014	140	50
2015	145	100
2016	148	200
2017-2034	150	200

Fuente: PDVSA, PSO. 2010

Consolidando la información para consumo de agua del sector petrolero, generación eléctrica e industrias agroproductivas, se procedió a realizar el cálculo de demanda media (l/s), obteniéndose un total de 2551 (l/s) correspondiente al año 2034.

Tabla 6: Demanda media para consumo Industrial (l/s)

Área Boyacá				
Años	Bloques de producción	Refinería petroquímica	Generación Eléctrica	Total demanda media
2019	21	0	0	21
2020	21	0	0	21
2021	21	0	0	21
2022	23	0	0	23
2023	28	0	0	28
2024	37	0	0	37
2025	36	376	15	427
2026	59	376	15	450
2027	80	376	15	471
2028	119	2150	15	2284
2029	160	2150	15	2325
2030	203	2150	15	2368
2031	258	2150	15	2423
2032	302	2150	15	2467
2033	380	2150	15	2545
2034	380	2150	15	2545

Fuente: Elaboración propia

Consumo humano

Premisas para la estimación de la demanda agua para consumo humano

Para estimar el consumo de agua requerido, se consideraron las siguientes premisas:

- El agua que distribuirá el Acueducto Boyacá para fines de consumo humano, deberá abastecer a la población natural del Área y por supuesto a la población nueva (fuerza laboral y carga familiar asociada), producto del desarrollo petrolero, industrial y agroproductivo.
- Se adoptó preliminarmente un valor de 250 l/hab/día de consumo de agua o dotación domiciliaria, en concordancia con los lineamientos de la OMS.
- Se asumió una eficiencia de 0,7 para sistemas existentes (aplicado a la población natural INE).
- Se asumió una eficiencia de 0,8 para sistemas nuevos (aplicado a la población asociada al impacto petrolero).
- Para la estimación de la demanda media de agua para consumo humano se aplicó las siguientes ecuaciones:

$$DAi = \Sigma\ Pobij.\ Cij\ /\ Efij \qquad \textbf{Ecuación 4}$$

Donde: DAi=Demanda de agua del año i para todo el acueducto
Pobij=Población del tipo de población j para el año i.
Cij=Consumo del tipo de población j para el año i. Se adoptó preliminarmente un valor constante a lo largo del tiempo de 250 lts/hab/día para todos los tipos de población.
Efij=Eficiencia del sistema de transporte y distribución.

- Se consideraron los datos poblacionales de la proyección de crecimiento natural INE y Planificación Corporativa PSO.
- Para el cálculo de la demanda pico se empleó un factor de 1,4.
- El horizonte de diseño del Acueducto de 20 años hasta el 2034.

Eficiencia del sistema de abastecimiento de agua potable

La eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua potable, varía dependiendo de las condiciones propias del sistema y se puede definir de mediante la siguiente relación:

$$\text{Eficiencia} = C / D \qquad \textbf{Ecuación 5}$$

Donde: D= Dotación = Caudal demandado total de agua potable en un área / Número de habitantes en el área.

C= Consumo = Caudal efectivamente consumido de agua en un área / Número de habitantes del área.

La diferencia entre Dotación y Consumo de agua está relacionada con la definición del agua no contabilizada ó pérdida de agua en sistemas de transporte y distribución de agua hasta llegar a cada domicilio.

Demanda media (l/s) para consumo humano.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, se estimó la demanda de agua media para consumo humano, en el cual, solo se consideraron las poblaciones ubicadas en el eje de influencia (Cabruta, Santa Rita, Espino), tomando en cuenta la distribución poblacional establecidas anteriormente, siendo estas poblaciones las que en efecto serán abastecidas por el Acueducto Mayor. De esta forma, se aplicó la ecuación 1, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 7: Demanda media de consumo humano por centro poblado

Demanda media consumo Humano					
Año	Santa Rita (30%)	Espino (15%)	Cabruta (20%)	RH Refinería y petroquímica	Total Media
2014	33,1	49,0	50,9	-	133,0
2015	41,2	54,3	56,7	-	152,2
2016	42,5	56,1	57,8	-	156,5
2017	51,7	61,9	64,2	-	177,8
2018	51,4	63,1	64,3	3,3	178,8
2019	51,1	64,2	64,4	9,8	179,7
2020	50,8	65,3	64,3	13	180,5
2021	50,9	66,7	64,7	7,8	182,3
2022	74,2	79,7	80,4	7,8	234,3
2023	106,6	97,3	102,2	7,8	306,1
2024	107,1	99,0	102,7	7,8	308,8
2025	107,6	100,7	103,1	7,8	311,5
2026	108,1	102,4	103,6	7,8	314,2
2027	108,6	104,2	104,1	7,8	316,9
2028	109,2	106,0	104,5	7,8	319,7
2029	109,7	107,8	105,0	7,8	322,5
2030	110,3	109,7	105,4	7,8	325,4
2031	110,8	111,6	105,8	7,8	328,2
2032	111,4	113,5	106,2	7,8	331,1
2033	111,9	115,5	106,6	7,8	334,0
2034	112,5	117,4	107,0	7,8	337,0

Fuente: Elaboración propia

Como muestra la tabla 8, se tiene un caudal medio que demandará el acueducto destinado para el consumo humano de 337 l/s para el año 2034. La fuerza laboral incluye a la carga familiar asociada.

Parámetros de diseño. Demanda pico

En este punto del avance se consideran los diferentes coeficientes pico, para caracterizar las demandas máximas puntuales. En la Gaceta Oficial 4.103 y las normas INOS se establece que el caudal de diseño para proyectos de agua potable deberá ser igual o mayor a 1,25 veces el caudal

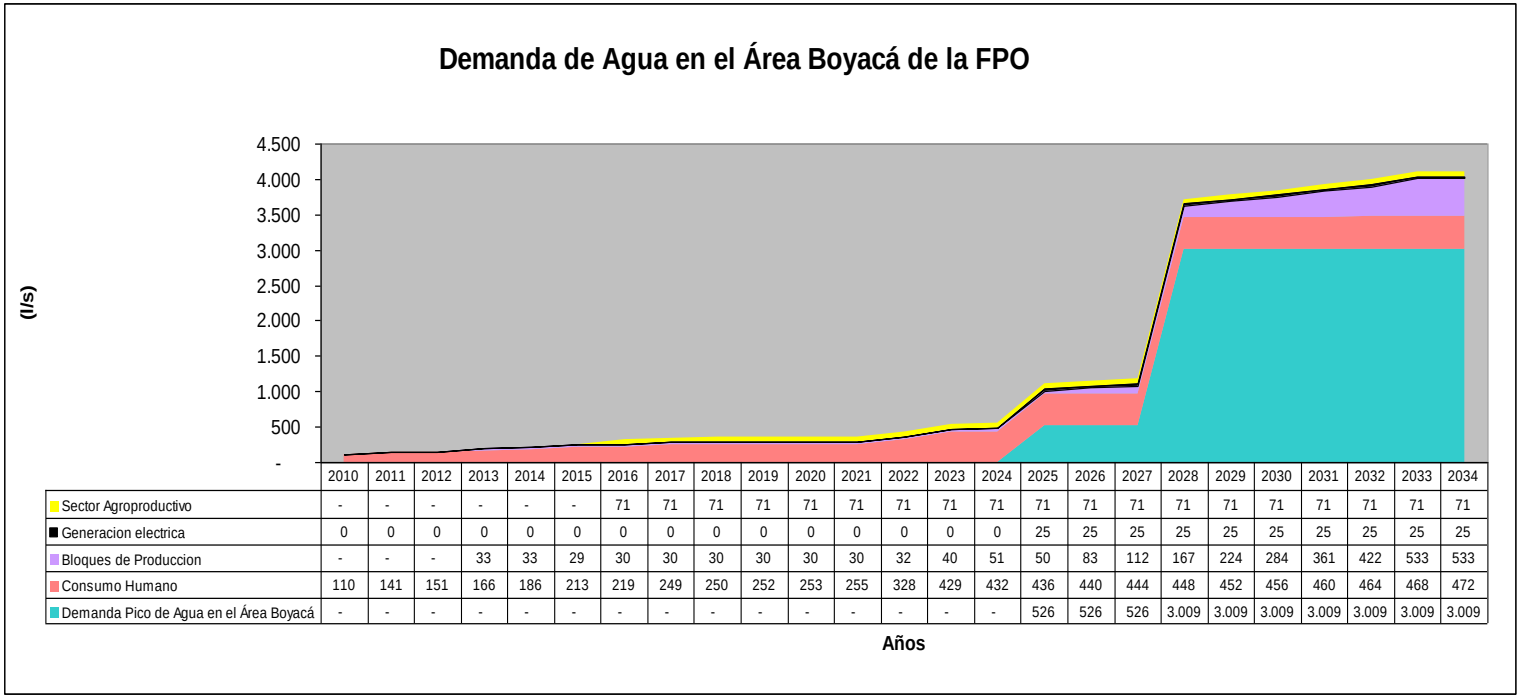
medio calculado. Sin embargo, el coeficiente de demanda pico que se considerará será 1,4 debido a experiencias pasadas.

En la tabla 8 se muestran los caudales calculados considerando el coeficiente pico de1,4; con el cual, se obtuvo un caudal de diseño total 4.0.43 l/s para el año 2034.

Tabla 8: Demanda Pico por consumo del Área Boyacá (l/s)

Área Boyacá			
Años	Demanda Media Consumo Industrial	Demanda Media Consumo Humano	Total Demanda Pico (l/s)
2015	21	152	242,2
2016	21	156	247,8
2017	21	178	278,6
2018	21	179	280
2019	21	180	281,4
2020	21	180	281,4
2021	21	182	284,2
2022	23	234	359,8
2023	28	306	467,6
2024	37	309	484,4
2025	427	311	1033,2
2026	450	314	1069,6
2027	471	317	1103,2
2028	2284	320	3645,6
2029	2325	323	3707,2
2030	2368	325	3770,2
2031	2423	328	3851,4
2032	2467	331	3917,2
2033	2545	334	4030,6
2034	2545	337	4034,8

Fuente: Elaboración Propia



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Sector Agroproductivo	-	-	-	-	-	-	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Generacion electrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Bloques de Produccion	-	-	-	33	33	29	30	30	30	30	30	30	32	40	51	50	83	112	167	224	284	361	422	533	533
Consumo Humano	110	141	151	166	186	213	219	249	250	252	253	255	328	429	432	436	440	444	448	452	456	460	464	468	472
Demanda Pico de Agua en el Área Boyacá	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	526	526	526	3.009	3.009	3.009	3.009	3.009	3.009	3.009

Gráfico 3: Demanda de agua en el Área Boyacá por actividad
Fuente: Elaboración propia

Identificación de la Oferta

En el presente avance se ostentan los análisis de las posibles fuentes de abastecimiento de agua producto de la una recopilación de información de los recursos existentes: el Río Orinoco, aguas subterráneas y aguas superficiales presentes en el Área Boyacá.

Aguas Superficiales

Caracterización de las cuencas

A través de los estudios realizados por el LNH, se identificaron dieciocho (18) cuencas a lo largo de la FPO. En la figura 13 se muestra las cuencas presentes en la FPO y se hace referencia en la tabla 22, en la cual, se presenta el nombre correspondiente con la enumeración del mapa. Como puede observarse el rango de las áreas van desde los 300 km^2 a los casi 8000 km^2. (Ver tabla 9)

Tabla 9: Valores medios mensuales y anuales de caudal medio, máximo y mínimo

Num	Cuenca	Área (Km2)	Pendiente (%)
1	Río Manapire	7909	0,7
2	Río Iguana	2588	1,1
3	Río Zuata	5105	0,6
4	Río Claro	878	0,7
5	Río San Bartola	681	0,7
6	Río MAPFRE	1344	0,7
7	Río Serapio	480	0,9
8	Río Atute	339	1,1
9	Río Cabrutica	1502	1
10	Río Guaícupa	610	1
11	Río Pao	3081	1,7
12	Río Cicapro	670	0,9
13	Río Limo	940	0,9
14	Río Caris	2350	1,9
15	Río La Peña	387	0,7
16	Río Yabo	1633	0,4
17	Río Morichal Largo	2699	0,5

18	Río Tigre	7763	1

Fuente: Estudio para el aprovechamiento de los recursos Hídricos de la FPO. LNH Tomo I Aguas Superficiales Marzo 2010.

Para efectos de este informe solo se considerarán las cuencas que se encuentren en el Área Boyacá, es decir, el Río Manapire y Río Iguana. Cabe destacar, que la cuenca del Río Manapire es la de mayor superficie, con casi 8.000 Km^2.

Rendimiento hídrico superficial del Área Boyacá

Con el propósito de medir el caudal medio de las cuencas localizadas en el Área Boyacá se presenta la tabla 10, en donde se empleó la relación área de la cuenca vs. Rendimiento hídrico.

Figura 6: Cuencas de Presentes en la FPO, señalando las que se localizan en Boyacá. 1 Río Manapire, 2 Iguana
Fuente: Estudio para el aprovechamiento de los recursos Hídricos de la FPO. LNH Tomo I Aguas Superficiales Marzo 2010.

Tabla 10: Rendimientos medios mensuales y anuales (m3/s) del Área Boyacá

ÁREA BOYACÁ			
Cuenca	**Caudal Medio m^3/s**	**% aprov.**	**Caudal Medio m^3/s**
Río Manapire	36,3	100	36,3
Río Iguana	17,4	100	17,4
Total			**53,7**

Fuente: Estudio para el aprovechamiento de los recursos Hídricos de la FPO. LNH. Tomo I Aguas Superficiales Marzo 2010.

En al Área de Boyacá el 68.8% de su superficie no fue considera, solo se incluye la cuenca del Río Manapire, dado que la parte occidental esta comprendida casi completamente por el Parque Nacional Aguaro-Guariquito.

Los Ríos Manapire e Iguana están ubicado en la parte occidental de la FPO en el Área Boyacá, sus caudales medios anuales son de 36 y 17 m^3 en los que se pudieran aplicar estudios para el aprovechamiento de agua a través de la adaptación y regulación del caudal, mediante obras de almacenamiento, pero es poco factible dadas las características topográficas planas de la zona, lo cual, dificulta las posibilidades de utilización de sus aguas. El Río Manapire tiene la particularidad de se de régimen intermitente, debido a que presente aguas bajas entre febrero y marzo y con un máximo definido en agosto.

De acuerdo a estudios desarrollados por el LNH en cuanto a las caracteristicas físicas del Río Manapire se tiene lo siguientes:

- El pH del RÍo Manapire según el criterio de Yanes (1997), sus aguas van desde ácidas a ligeramente alcalinas.
- Con respecto a la conductividad del rio, varia entre 10,00 – 1.090,00. por lo que la salinidad es Salinidad baja (C1), media (C2) y alta (C3).
- Los valores de turbiedad registrados en el Río Manapire se encuentran dentro de los límites normados para aguas.

Río Orinoco

El Río Orinoco es uno de los ríos más largos de América, con 2.140 Km. Es el tercer río más caudaloso del Mundo, después del Amazonas y del Congo en África, con un caudal promedio de unos 33.000 m^3/s, y es una fuente confiable para el abastecimiento de agua potable.

Con el propósito de realizar un análisis de la descripción y caracterización del río, se manejan los datos correspondientes a los años 1988-2011 en los que se presentan los niveles máximos, mínimos y promedios anuales del río. Esta información fue medida y suministrada por el Instituto Nacional de Canalizaciones (INC) Gerencia Canal del Orinoco, División Base Caicara.

En el Río Orinoco se segmenta un tramo denominado “El Jobal-Matanzas”, el cual, es un canal natural de 648.2 Km. de longitud. Es un tramo de navegación de Mayo-Enero (8 meses) con un modo de navegación diurna y nocturna, en el que pueden surcar embarcaciones de tipo tren gabarra de hasta 350 M de largo.

El tramo el Jobal- Matanzas del Río Orinoco, esta a su vez fraccionado por sectores que restringen el canal del río en este tramo. Para efectos del presente estudio, solo se analizará la sección Caicara-Cabruta, los cuales se localizan a 459 y 465 millas respectivamente, tal y como lo ilustra la figura 2.

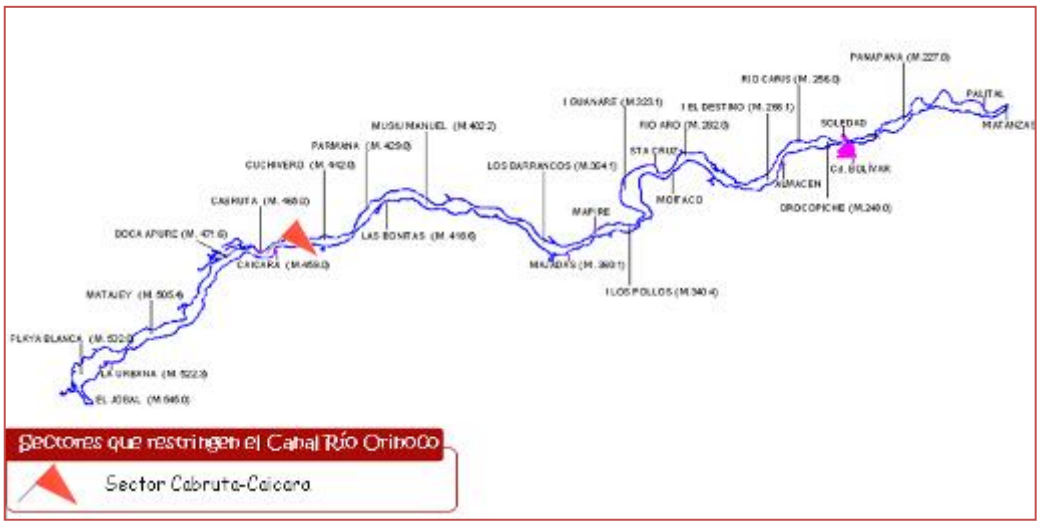


Figura 7: Ubicación del tramo Caicara-Cabruta y sectores que restringen el canal del Río Orinoco, tramo Jobal-Matanzas.
Fuente: Canal Jobal-Matanzas. INC. 2010.

Niveles máximos anuales

El Río Orinoco en el tramo Caicara-Cabruta presenta características particulares en cuanto a los niveles máximos anuales. La gráfica que se muestra a continuación indica la variación anual del Río Orinoco en ese segmento. (Ver gráfico 4).

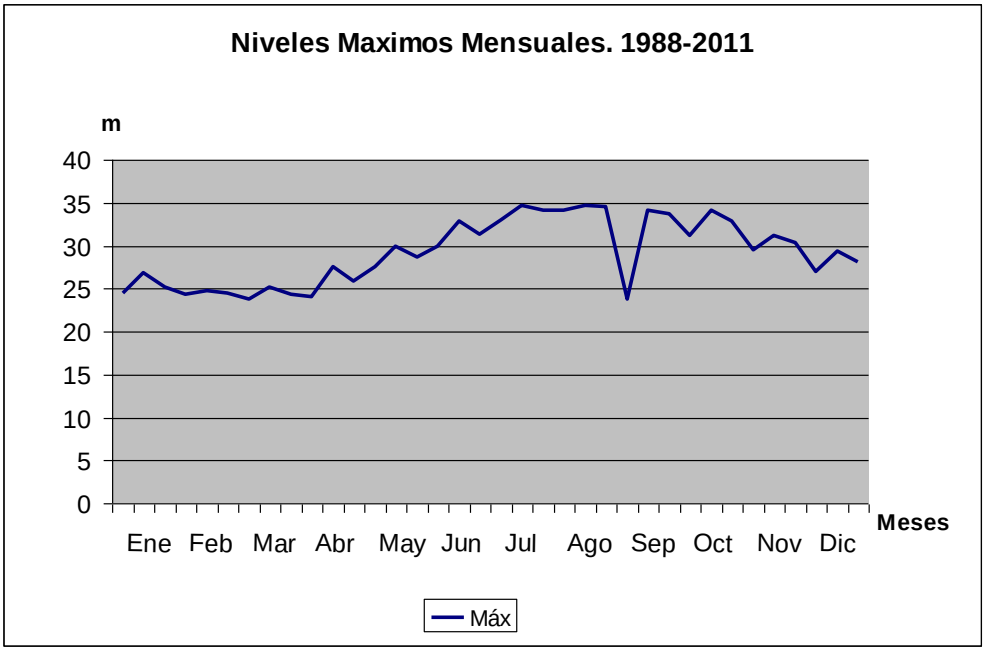


Gráfico 4: Niveles Máximos mensuales del Río Orinoco, Tramo Caicara-Cabruta. 1988-2011
Fuente: Elaboración Propia

Según datos históricos de los niveles máximos mensuales del Río Orinoco, se puede observar, que la variación del canal fluvial se mantiene con escasa diferencia entre los meses de enero–abril y empieza ascender hasta el mes de julio. Septiembre mes crítico del año en cuanto a los niveles máximos mensuales descendiendo dramáticamente a 23.72 m.

Niveles mínimos mensuales

En este punto se muestran los niveles más críticos que presenta el Río Orinoco en el año. Esta información se puede observar a profundidad en el Anexo 1 del presente informe. (Ver gráfico 5).

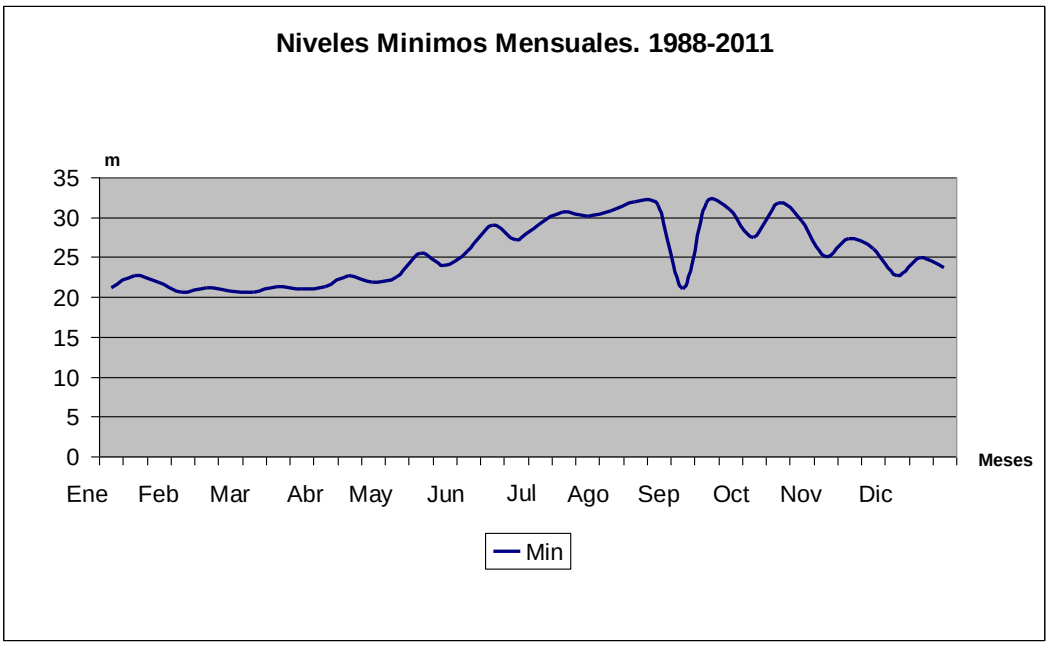


Gráfico 5: Niveles mínimos mensuales del Río Orinoco. Tramo Caicara-Cabruta.1988-2011
Fuente: Elaboración Propia

El rió Orinoco presenta niveles mínimos mensuales. Considerando los datos históricos de 1988-2011. Adicionalmente en el año 2010 se registró el punto más bajo del río 20.98 metros en el mes de septiembre. Anexo 1.

Niveles promedios mensuales

Según datos históricos y evaluaciones realizadas por el INC División Base Caicara, se calcularon los niveles promedios mensuales del Río Orinoco, los cuales se pueden observar a continuación con la gráfica 6.

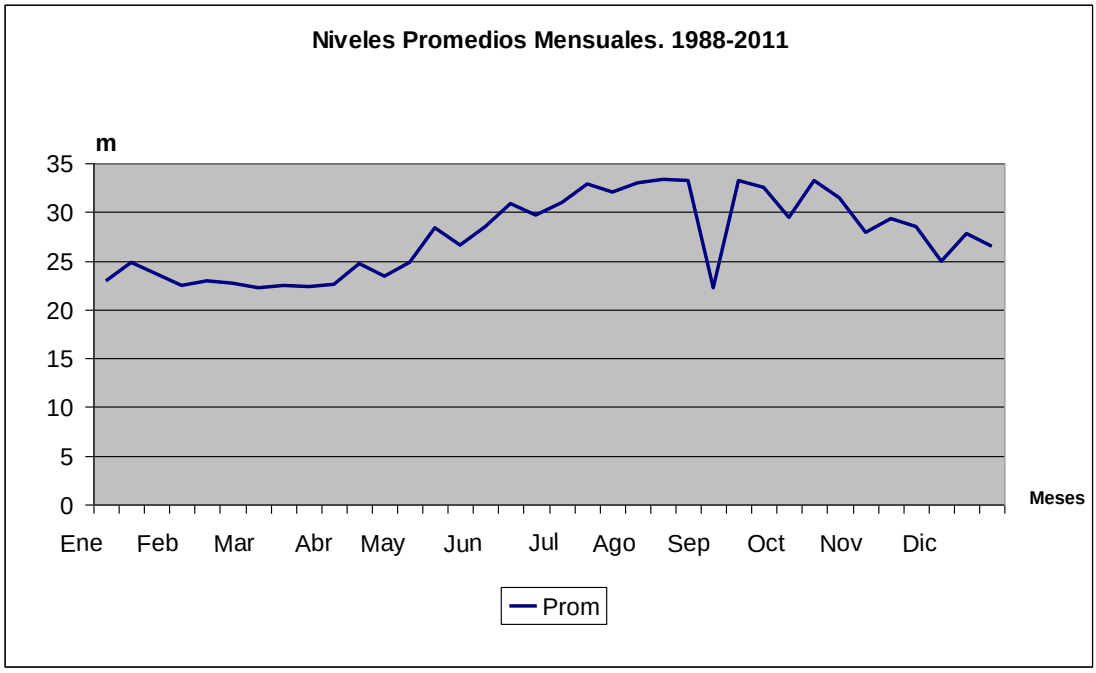


Gráfico 6: Niveles Promedios Mensuales del Río Orinoco. Tramo Caicara-Cabruta. 1988-2011
Fuente: Elaboración Propia

En relación a los nieles promedios mensuales registrados en los años 1988-2011, se puede observar que se mantiene el punto crítico con el mes de septiembre, recuperándose rápidamente en los meses siguientes debido al inicio de la temporada de lluvia en la región.

Aforos Río Orinoco Sección Caicara.

En el tramo El Jobal-Matanzas específicamente en la sección Caicara presenta características propias correspondientes a los periodos de agua altas, medias y bajas. Estos datos fueron suministrados por el INC- Canal Río Orinoco, División Base Caicara.

Tal y como lo ilustra la tabla que se presenta a continuación, en periodo de aguas bajas, el Río Orinoco en la sección Caicara tiene un comportamiento del caudal máximo de 10648,07 y mínimo de 4789,68 m^3/s

para los años 1999 y 2000 respectivamente y en esta compuesta por arena fina y media.

Se reportó un caudal de 29283,89 m^3/s correspondiente al periodo de aguas medias ascendentes registrado en el año 2000. Está compuesta por arena fina a limo, arena fina y arena media.

Así mismo, se registró el caudal del río en la sección Caicara en el periodo de aguas medias descendentes, arrojando un valor de 24674,92 m^3/s en el año 1999 y compuesto por arenas finas y medias.

De la misma manera se conoce un caudal de 38219,29 m^3/s para el año 2000, correspondiente al periodo de aguas altas. El río en este periodo está compuesto por arenas finas y medias.

Tabla 11: Resumen aforos sección Caicara, sector Manapire Tramo El Jobal – Matanzas

FECHA	SECTOR	SECCIÒN	MILLA	GASTO LIQUIDO (m3/seg)	VELOCIDA MEDIA (m/seg)	CONCENTRACIÒN MEDIA (ppm)	GASTO SOLIDO (Ton-Día)	NIVEL LIMNIMETRO REFERENCIA	TIPO DE MATERIAL		
									MARGEN IZQUIERDA	CENTRO	MARGEN DERECHA
Periodo: Aguas Altas											
21/08/2000	MANAPIRE	CAICARA	456.0	38210,29	0,99	112,00	368102,61	33,2 CAICARA	A.F	A.M	A.F
Periodo: Aguas Medias Ascendentes											
05/06/2000	MANAPIRE	CAICARA	456.0	29283,89	0,99	213,00	537652,18	29,6 CAICARA	A.F	A.M	A.F.A .L
Periodo Aguas Medias Descendentes											
02/12/1999	MANAPIRE	CAICARA	456.0	24674,92	0,90	146,00	310903,98	27,3 CAICARA	A.F	A.M	A.F
Periodo Aguas Bajas											
17/03/1998	MANAPIRE	CAICARA	456.0	4844,94	0,37	31,00	13043,66	22,3 CAICARA	A.F	A.F	A.M.F
07/04/1999	MANAPIRE	CAICARA	456.4	10648,07	0,58	51,00	46919,66	23,8 CAICARA	A.F	A.F	A.M
13/03/2000	MANAPIRE	CAICARA	456.0	4789,68	0,36	60,00	24691,75	22,5 CAICARA	A.F	A.M	A.M.F

A.F: ARENA FINA , A.M: ARENA MEDIA , A.G: ARENA GRUESA, G.F: GRAVA FINA, G.M: GRAVA MEDIA , A: ARCILLOSO, L.A: LIMO ARCILLOSO, A.M.F: ARENA MEDIA A FINA, G.M.F: GRAVA MEDIA A FINA, A.L.A: ARCILLA LIMO ARENOSO, A.A:ARCILLOSO ARENOSO L: LIMO,G.A:GRAVA ARENOSA,A.M.G:ARENA MEDIA GRUESA,A.F-A.L: ARENA FINA A LIMO

Fuente: INC. Canal Río Orinoco- División Base Caicara

A modo de referencia se considera los parámetros de calidad del agua de la planta potabilizadora de Soledad en el estado Anzoátegui contemplados en el Documento de Visualización del Acueducto Mayor Carabobo, en los que se cuenta con los datos de turbiedad y sedimentos en suspensión, así como calidad del agua.

Tabla 12: Parámetros físico-químicos del agua en la planta potabilizadora de Soledad. Estado Anzoátegui.

Planta Potabilizadora de Soledad. Edo Anzoátegui			
FISICOS		QUIMICOS	
Turbiedad (NTU)	Color (UCV)	Alcalinidad (ppm)	Ph
VALORES PROMEDIOS AGUA CRUDA INVIERNO			
230	150	5,5	6,6
VALORES PROMEDIOS AGUA CRUDA VERANO			
78	75	15,6	6,4

Fuente: Documento de Visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Oferta y Demanda Hídrica. PDVSA

Aguas Subterráneas

Estado actual de los pozos en el Área Boyacá

En el Área Boyacá se cuantifican un total de 70 pozos seleccionados tal como lo muestra la gráfica 7. El 7% (5 pozos) son pozos nuevos identificados por el LNH mientras el restante 93% de ellos provienen de un inventario previo del MPPA.

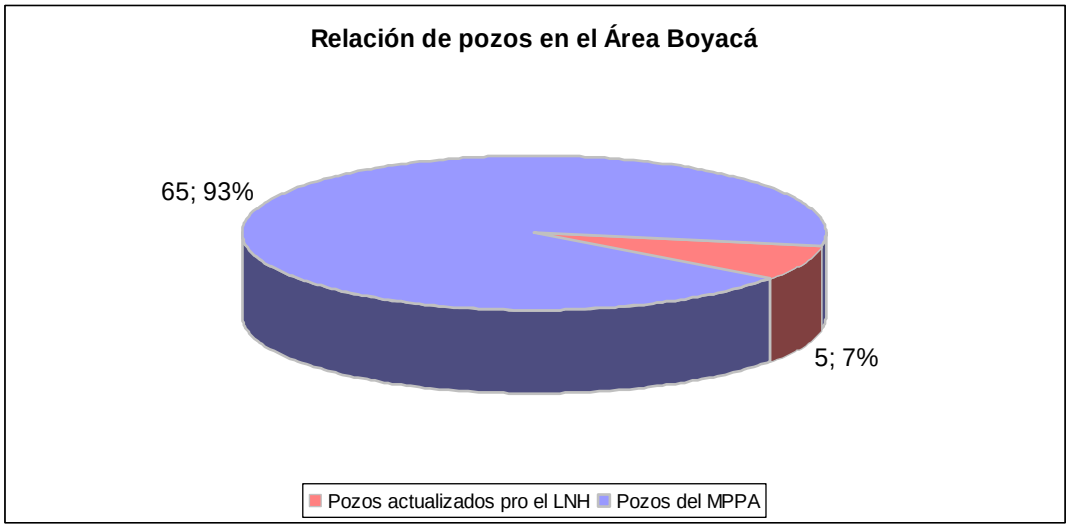


Gráfico 7: Relación de pozos del Área Boyacá de la FPO.
Fuente: Estudio para el aprovechamiento de los recursos Hídricos de la FPO. LNH Tomo II Aguas Subterráneas. Marzo 2010.

La siguiente gráfica (ver gráfico 8) muestra el estado actual de los pozos en el Área Boyacá, el 89% de los pozos se encuentran activos y el restante 11% se encuentran inactivos.

La característica química de los pozos en el Área Boyacá es salobre del tipo clorurada sódica hacia el noroeste de la región. Adicionalmente a esto, el panorama es positivo con respecto a las condiciones de acumulación de aguas subterráneas, observándose mayor rendimiento al Noroeste de Boyacá (cercanos al embalse del Guárico), con valores comprendidos entre 46 a 114 l/seg. Sin embargo, las condiciones se son desfavorables al sur del Área Boyacá.

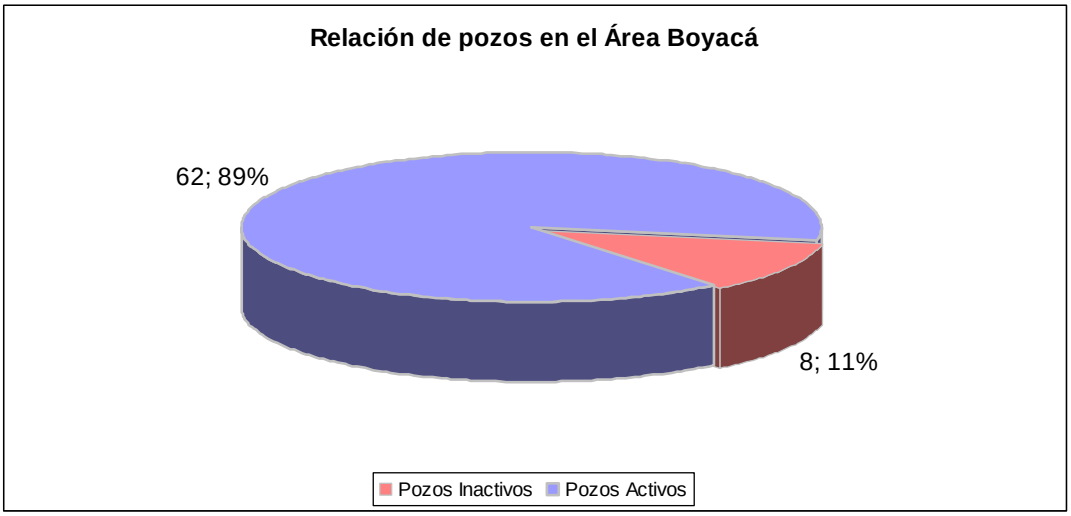


Gráfico 8: Condición actual de los pozos del Área Boyacá de la FPO. Fuente: Estudio para el aprovechamiento de los recursos Hídricos de la FPO. LNH Tomo II Aguas Subterráneas. Marzo 2010.

Balance de Oferta y Demanda

Demanda

En el marco las consideraciones y premisas planteadas en el cálculo preliminar de la demanda de agua en el Área Boyacá, se estimó un caudal máximo requerido (Demanda Pico) de 4712 l/s equivalente a 4,71 m^3/s, para el año 2034. Este valor considera los centros poblados ubicados en el eje de influencia del desarrollo petrolero, población natural y población asociada a la fuerza laboral inmigrante, el sector petrolero que comprende a los bloques de producción y la refinería de Santa Rita, centros de consumo agroindustrial y planta de generación eléctrica.

Oferta

Luego de realizar el análisis hidrológico de las fuentes de aguas subterráneas y superficiales disponibles en el Área Boyacá, se visualiza el Río Orinoco como es la fuente más confiable para la captación de agua del Acueducto del Área Boyacá, debido a que los Ríos Manapire e Iguana son

de característica intermitentes, por lo que son poco confiables para el suministro de agua.

El Río Orinoco presenta un Caudal de 4789,68 m^3/s en el periodo más critico reportado en periodo aguas bajas.

Balance

Realizando un análisis de las variables antes mencionadas, se puede observar que la oferta supera ampliamente a la demanda, considerando el periodo de aguas bajas como periodo crítico de referencia y el valor máximo demandado. La relación se puede percibir en la siguiente tabla:

Tabla 13: Balance hídrico. Demanda máxima y oferta mínima

Variable	Condición	Caudal	
Oferta	Periodo de estiaje del Río Orinoco, Sección Caicara	4789,68	m^3/s
Demanda	Demanda Pico del Acueducto del Área Boyacá	4,04	m^3/s

Fuente: Elaboración Propia

Significa entonces, que se obtiene una relación entre oferta y demanda del 0.084%. Por lo que, considerando las premisas estudiadas y análisis realizados, se concluye que se puede confiar en el Río Orinoco como fuente de captación de agua y por tanto suministrar el vital líquido a los diferentes usuarios y centros de consumo del Área Boyacá.

Ingeniería y aspectos tecnológicos

En este punto del proyecto se contemplan y se analizan los aspectos de ingeniería y tecnología involucrados en el diseño del Acueducto Mayor del Área Boyacá, planteando las variables de los sistemas de captación, tratamiento, bombeo, transporte y distribución de agua en el Área.

Premisas y bases de diseño

Las premisas consideradas para el diseño del acueducto son las siguientes:

a) Periodo de Diseño

- Se contempla un periodo de diseño de 20 años para el diseño de Acueducto Mayor Boyacá.
- Se considera la reposición de los equipos e instalaciones mecánicas y electromecánicas cada 10 años. De acuerdo a **Corcho, Duque** (2005) (Pág. 11).
- La fecha estimada para el arranque de operaciones del acueducto es para el año 2025 Se plantea la puesta en marcha del acueducto un año antes del arranque del mejorador de la Refinería Santa Rita.

b) Capacidad del Acueducto

- La demanda de agua está calculada para dos tipos de centros de consumo: Consumo Humano (población natural y fuerza laboral asociada) y Consumo Industrial (refinería y petroquímica, bloques de producción, generación eléctrica y empresas agroproductivas).
- El Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO se dimensionará de acuerdo al cálculo de la demanda pico, para lo cual se emplea un factor de 1,4 de acuerdo a la experiencia de PDVSA durante la elaboración de las fases de proyectos similares.
- La elección de las bombas en cada configuración del Acueducto está determinada en función de la altura y caudal máximo comerciales de las mismas.
- Se establece una velocidad de transporte del agua no mayor a 3 m/s.

Identificación y análisis de suministro

Las fuentes de suministro señaladas previamente en el punto de estudio de la demanda e identificación de la oferta hídrica en el Área Boyacá de la FPO, serán analizadas en este punto.

Se estudiaron las siguientes alternativas:

- Aguas Subterráneas
- Aguas Superficiales (Río Orinoco, Río Manapire y Río Iguana)

En el balance de oferta y demanda se demostró que el río Orinoco es la fuente más segura y confiable, en primer lugar porque se extraerá un 0.084% de la capacidad o caudal medio del río en aguas bajas, y en segundo lugar porque los parámetros del agua cruda del río Orinoco pueden ser tratados con un tratamiento convencional.

Con respecto a las aguas superficiales (Río Manapire e Iguana), se descartan como fuentes de suministro de agua, debido a la intermitencia durante el año, lo cual, impide la continuidad en el servicio y a sus características topográficas planas, dificultan la utilización de sus aguas. El Río Manapire tiene la particularidad de ser de régimen intermitente, con aguas bajas entre febrero y marzo y con un máximo definido en agosto.

Abordando las aguas subterráneas, su composición química es de carácter salobre del tipo clorurada sódica hacia el noroeste de la región, asociado a las condiciones de acumulación de aguas subterráneas. Sin embargo, las condiciones son desfavorables al sur del Área Boyacá.

Captación

Captación sobre el río Orinoco

El río Orinoco es uno de los ríos más largos de América, con 2.140 km. Es el tercer río más caudaloso del Mundo, después del Amazonas y del Congo en África, con un caudal promedio de unos 33.000 m^3/s, y es una fuente confiable para el abastecimiento de agua potable.

El tramo del río Orinoco denominado “El Jobal- Matanzas”, es un canal natural de 648.2 Km. de longitud, navegable de Mayo-Enero (8 meses) con un modo de navegación diurna y nocturna, en el que pueden surcar embarcaciones de tipo tren gabarra de hasta 350 M de largo.

El tramo el Jobal - Matanzas del río Orinoco, esta a su vez fraccionado por secciones que dividen el canal del río en este tramo. La sección Caicara - Cabruta, se localiza a 459 y 465 millas respectivamente del Matanzas. Ver figura 8.

Por otra parte, el Río Orinoco en el tramo Caicara - Cabruta presenta características particulares en cuanto a los niveles máximos anuales, que según datos históricos de INC (Instituto Nacional de Canalizaciones), el canal se mantiene con escasas diferencias de nivel entre los meses de enero – abril y empieza a ascender hasta el mes de julio, donde alcanza un nivel de 35 m.s.n.m aproximadamente. Septiembre es el mes crítico del año en cuanto a los niveles máximos mensuales, descendiendo dramáticamente a 23.72 m.s.n.m.

Los niveles promedios mensuales de acuerdo a evaluaciones realizadas por el INC División Base Caicara, presentan un declive en el mes de septiembre, recuperándose rápidamente en los meses siguientes debido al inicio de la temporada de lluvia en la región.

En cuanto a los niveles mínimos mensuales reportados, en el intervalo de años de 1988-2011, se presentó el punto más bajo del río, con 20.98 m.s.n.m, específicamente en el mes de septiembre del 2010.

Las características del Río Orinoco en la sección Caicara - Cabruta del tramo el Jobal -Matanzas son las siguientes:

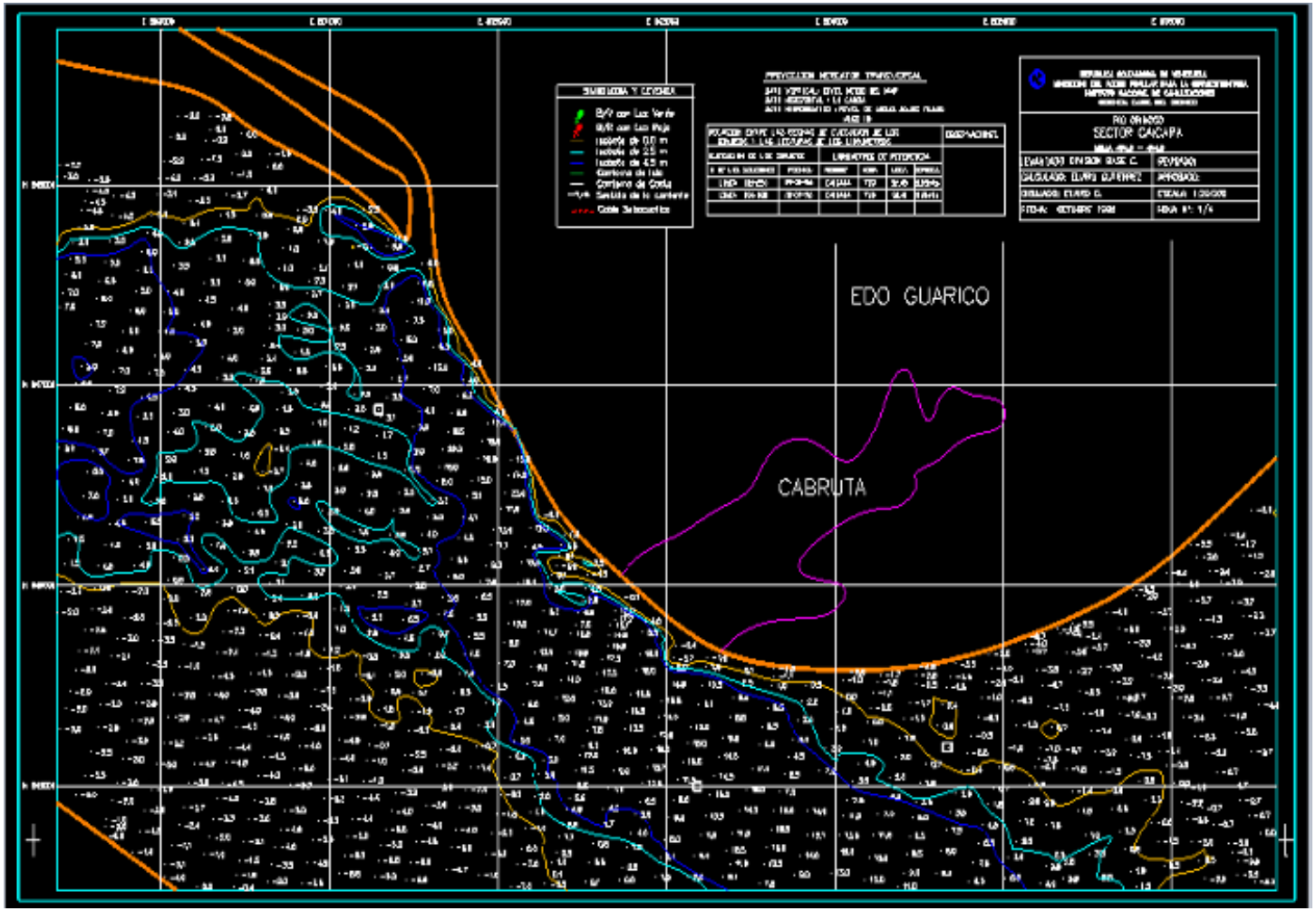


Figura 8. Plano batimétrico del río Orinoco en las cercanías de la población de Cabruta. Fuente: Instituto Nacional de Canalizaciones. Octubre 1996

En la figura 8 se puede observar que la zona demarcada en azul oscuro resulta ser el área más favorable para la ubicación de la captación debido a que presenta profundidades superiores a 5m, en condiciones de aguas bajas.

La selección del sitio para la ubicación de la captación dependerá de la profundidad que presente el río, por lo que el *talwed* (zona de mayor profundidad del río) en el plano batimétrico esta representado por la línea azul oscuro, en el cual se pueden observar profundidades que oscilan entre 5 a 20 m y se pueden encontrar cercanas a la costa, permitiendo una minima longitud de penetración a las estructuras de toma en el cauce del río para obtener una profundidad tal que asegure la disponibilidad de tirantes de agua aunque sea mínimos en épocas de estiaje.

Dada esta razón, se considera una profundidad minima requerida de estiaje de aproximadamente 5 m.

A si mismo, analiza la batimetría del río Orinoco aguas debajo de la población de Cabruta (Ver figura 9). Seleccionar la localización de la obra de captación no se muestra conveniente en esta zona, dada a la presencia de bancos de arena en estiaje y a su vez, las profundidades del río no superan los 4 m cerca de la costa.

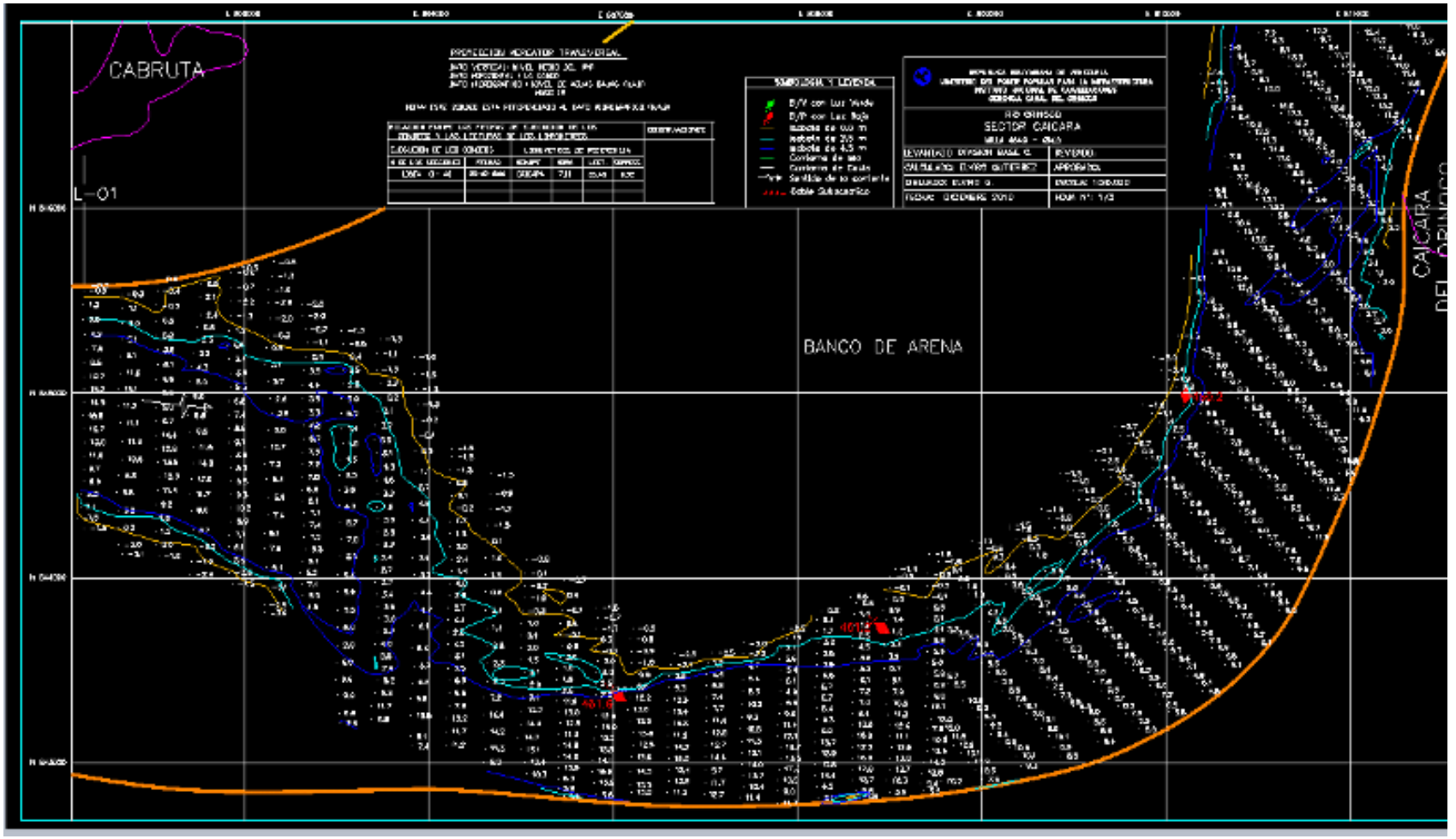


Figura 9. Plano batimétrico del río Orinoco aguas abajo de la población de Cabruta.
Fuente: Instituto Nacional de Canalizaciones. Diciembre 2010.

Tipos de obras de captación

Atendiendo a las características del proyecto, en principio se presentan una serie de alternativas tecnológicas para la obra de captación, entre la que destacan las siguientes:

- **Muelle con torre toma**

Este tipo de captación se recomienda en los casos de los ríos con variaciones del nivel del agua y cuando se puedan aprovechar obras costaneras ya existentes como: muelles, puentes, etc. que sirvan como elemento de soporte a la tubería y que se encuentren en una zona no afectada por erosiones o depósitos de material aluvial, convenientemente anclado y estable, en caso de ríos navegables o crecientes. La obra de toma debe estar protegida mediante rejas perimetrales a través de las cuales la velocidad de flujo evite los elementos gruesos flotantes o un “encamisado” perforado, con mecanismos de elevación para limpieza, pero con una profundidad adecuada del filtro de toma. Al momento de instalarse el muelle con torre toma deben considerarse los siguientes aspectos:

a) Un muelle de toma debe tener un elemento que sirve de soporte a la tubería de toma, hasta el lugar apropiado para que cumpla su objetivo, generalmente alejado de la orilla.
b) El muelle debe estar emplazado en una zona no afectada por erosiones o por depósitos de material aluvial.
c) En general conviene disponer de bombas de eje vertical. En este caso debe tenerse en cuenta que el motor de la bomba quede por encima del nivel de la máxima creciente con período de retorno igual al período del proyecto y que además la bomba logre una sumergencia adecuada para su correcto funcionamiento.

d) Si los factores de índice económico exigen la adopción de bombas no sumergibles, se tendrán en cuenta los límites aconsejables para la succión en los periodos de estiaje, con el fin de prevenir posibles problemas de cavitación en la tubería de succión.
e) La obra de toma debe estar protegida por rejas perimetrales. La velocidad de flujo a través de ellas debe oscilar alrededor de 50 mm/s con el fin de evitar que los elementos gruesos flotantes giren hacia ella.
f) En ciertos casos puede resultar aconsejable reemplazar el cerramiento perimetral citado en el literal anterior mediante la adopción de una tubería camisa provista de rejas gruesas y finas con mecanismos de elevación para limpieza.
g) En el caso de ríos navegables, el muelle debe estar convenientemente anclado.
h) Debe establecerse la estabilidad de la estructura en el caso de crecientes.

La imagen que se muestra a continuación (figura 6) representa la estructura de muelle con torre toma construida en la provincia Santa Fe en la ciudad de Rosario, Argentina.

Figura 10: Ejemplo de captación, muelle con torre toma. Ciudad de Rosario. Argentina.
Fuente: www.argentina-actual.com.ar/politica/la-provincia-comienza-a-construir-el-acueducto-del-gran-rosario.

- **Torres toma**

Son estructuras esbeltas de concreto armado, con compuertas ubicadas a distintas profundidades. La sección generalmente es circular, ya que presenta mejor comportamiento estructural ante sismos y presiones hidrostáticas. Sus compuertas son ubicadas en espiral alrededor de la misma. Las compuertas o válvulas son operadas mediante vástagos cuyos mecanismos se controlan desde una plataforma superior.

La figura 11, ejemplifica la obra de captación torre toma en Ciudad Real (Castilla - La Mancha) de España.

Figura 11: Ejemplo de captación, torre toma. Castilla- La marcha. España. Fuente: http://www.acuasur.es/index.php?op=actuaciones&sub=actuacion&id=77

- **Captación lateral**

Este tipo de captación se suele utilizar en ríos navegables o de fondo inestable, en estos la captación se coloca en uno de los márgenes del río, para ello se realiza una protección con escollera o muros, sobre la que se abre una boca de entrada a la cámara de captación, aunque se mantiene el problema de los niveles máximos de crecidas y salvaguarda de las obras e instalaciones de captación. Esta estructura de captación debe estar constituida por las siguientes obras:

a) Un muro lateral para proteger y acondicionar la entrada del agua al conducto o canal de derivación. En este muro se deben colocar los

dispositivos de control de caudal y las rejillas protectoras de entrada de material extraño.

La bocatoma o toma lateral debe estar ubicada por debajo del nivel de aguas mínimas y por encima del probable nivel de sedimentación del fondo.

La obra debe tener un canal o conducto de entrada provisto de rejilla que impida el acceso de elementos flotantes y peces. En el caso de que aguas abajo exista un canal o un conducto, se conducirán las aguas captadas a un pozo receptor ubicado más adelante.

El agua del río circulará por gravedad hacia el pozo, desde donde será conducida, ya sea por bombeo o por gravedad, al desarenador y posteriormente a la planta de tratamiento.

La bocatoma debe estar provista de dos rejillas. La primera de ellas tendrá una separación entre barrotes de 20 mm a 25 mm, cuya finalidad es impedir el acceso de los elementos más gruesos o flotantes. La segunda tendrá una malla de 3 mm aproximadamente, la cual tendrá como finalidad evitar el acceso de los elementos de arrastre y los peces.

Inmediatamente después de la zona de rejas debe instalarse una compuerta que permita la realización de las operaciones de limpieza y mantenimiento, y que en lo posible permita el aforo de caudales como función de la apertura de la misma.

Para efectos ilustrativos se muestra la figura 8 correspondiente a toma lateral.

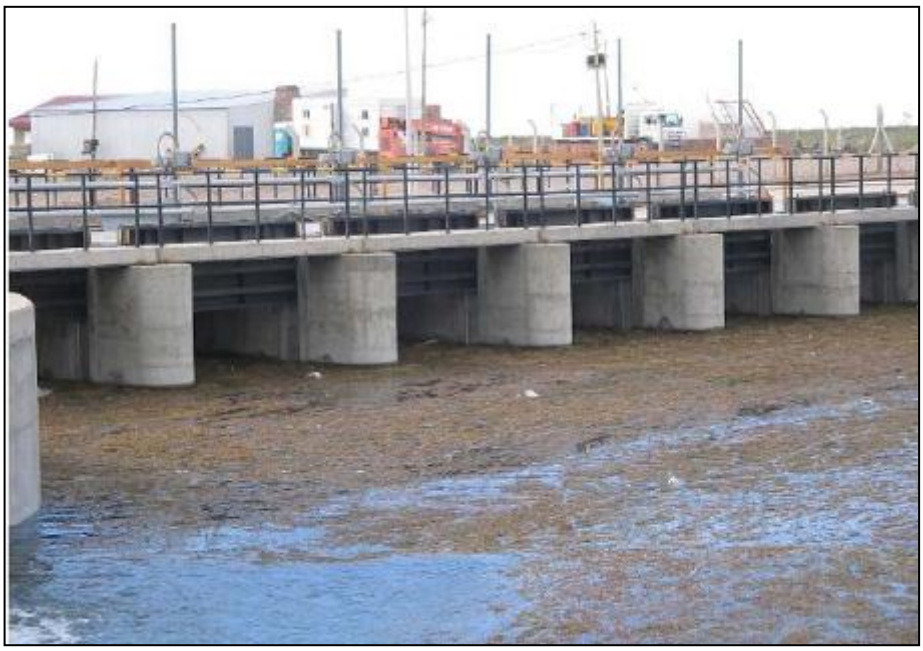


Figura 12: Ejemplo de captación, toma lateral. Vista frontal.
Fuente: Documento de visualización del Acueducto Mayor Junín.
Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010

- **Captación flotante**

Este tipo de captación consiste en la instalación de una gabarra o portón flotante en donde se instalan equipos de bombeo. La conexión a la costa se realiza mediante tuberías flexibles en la totalidad de su longitud o en parte de la misma, para permitir la movilidad frente a la variación de niveles.

Las obras de captación flotantes deben cumplir con los siguientes aspectos:

a) La impulsión debe ser flexible con el fin de absorber todos los alargamientos debidos a las variaciones de nivel del agua en el río.
b) En caso de que el equipo de bombeo y el filtro estén ubicados sobre una misma plataforma flotante, deben considerarse los siguiente: 1) Estas estaciones consisten en una estructura flotante cuyas dimensiones serán adoptadas en función del tamaño y el peso del

equipo de bombeo. 2) Tradicionalmente es aconsejable el empleo de bombas centrífugas por su menor tamaño, peso y costo inicial. 3) Es recomendable emplear en el cálculo un amplio margen de seguridad de flotación, verificando el par estabilizante, con el fin de lograr una mayor estabilidad. La balsa o elemento flotante debe anclarse en tres puntos, dos de los cuales deben ir en tierra firme o en bloques de concreto instalados en forma permanente en el lecho del río.

c) En caso de que el equipo de bombeo se encuentre ubicado en una de las orillas y el filtro sobre la estructura flotante, deben observarse los siguientes aspectos: 1) Tanto la bomba como el motor deben ubicarse por encima del nivel de aguas máximas, de modo que la altura de succión no sobrepase los límites aconsejables al producirse el nivel de aguas mínimas. Esto evitará problemas de cavitación. 2) En la cámara de bombeo debe preverse un dispositivo de ventilación, para permitir una correcta aireación del recinto. 3) El planchón flotante debe anclarse de manera que se eviten los posibles desplazamientos laterales y a una distancia de la orilla compatible con la profundidad a sumergir el filtro de la tubería de succión.
d) En ambos casos el conducto de succión debe ser capaz de resistir sin deformaciones los esfuerzos de flexión a que pueda estar sometido.
e) La profundidad a la cual debe sumergirse el filtro obliga a adecuarse de modo que se evite la captación de desechos flotantes, algas u otros elementos que se encuentren en la superficie del agua, así como la posibilidad de aspirar agua turbia o con algún contenido de materia orgánica en descomposición desde el fondo del río en ciertas épocas del año.

A continuación se ejemplifica la captación de agua mediante toma flotante en el embalse de Vallehermoso, en el municipio La Solana en la provincia Ciudad Real, España. Ver figura 13.

Figura 13: Ejemplo de captación, toma flotante en el embalse de Vallehermoso. Fuente: http://usuarios.arsystel.com/raulh/etaplasolana/page.html

Alternativas de ubicación de captación

En el presente punto se proponen una serie de alternativas de puntos de captación. Las costas de la población de Cabruta del estado Guárico se exponen como punto de la captación por la siguiente razón:

- La población de Cabruta se ubica en el eje principal del Acueducto debido a que interactúa vialmente con la población de Santa Rita y esta a su vez con carreteras existentes que la vinculan con la población de Espino.

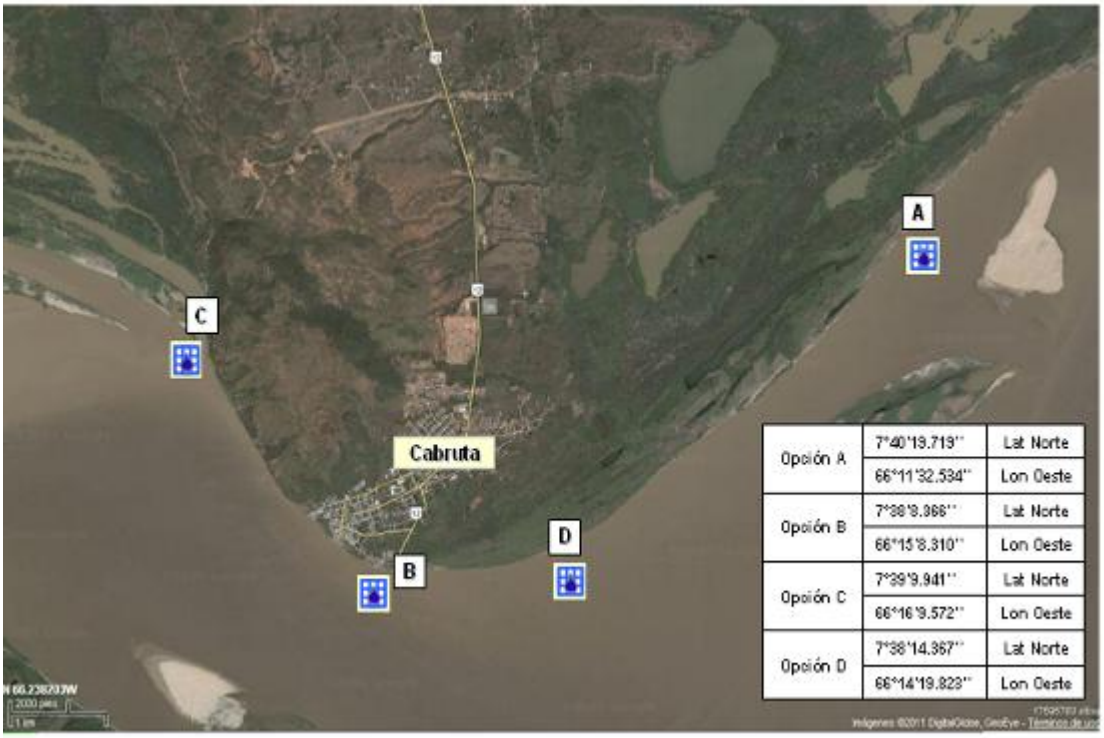


Figura 14. Opciones de captación de agua para el Acueducto Mayor Boyacá
Fuente: Elaboración Propia

Las opciones que muestra la figura 14 son alternativas de captación propuestas por los siguientes argumentos:

- Opción A: Esta alternativa de captación se propone a razón de que en este punto se muestra una carretera sin asfaltar que dirige a la troncal 12. A diferencia de las opciones siguientes, esta alternativa no se enfoca a la cercanía a la población de Cabruta, sino a las vías de acceso.
- Opción B: Se propone la captación en las coordenadas 7°38’8,366” Lat Norte 66°15’8,310” Lon Oeste. Este punto de toma se ubica en la población de Cabruta en pleno y en el trayecto de la troncal 12, troncal que conduce a la población de Santa Rita.
- Opción C: Se visualiza en los alrededores de las coordenadas 7°39’9,941” Lat Norte 66°16’9,572” Lon Oeste. Esta opción de

captación se propone debido a que se cuenta con un camino sin asfaltar que conduce a la troncal 12, lo cual facilitaría el acceso en la fase de construcción y operación del acueducto. Adicionalmente, a las adyacencias de la carretera se presentan lomas o relieves del terreno favorables para la instalación de tanques elevados para el suministro de agua por gravedad a la población de Cabruta.

- Opción D: Propuesta para las adyacencias de las coordenadas 7°38’14,367” Lat Norte; 66°14’19,823” Lon Oeste. Esta alternativa se debe a la proximidad a la población de Cabruta y a la troncal 12, la captación se propone a 1 Km de la población. Así mismo, se visualiza un amplio terreno en el que podría instalarse la(s) planta(s) de tratamiento.

Un aspecto importante a considerar es el sentido del río, debido a que es bien sabido que los desechos humanos arrojados al mismo ocasionan problemas económicos, de salubridad y de potabilización de las plantas de tratamiento si estas instalaciones son ubicadas aguas abajo del corriente. Por lo que se acostumbra ubicar las plantas de pretratamiento y de pretratamiento aguas arriba del río, para evitar posibles inconvenientes.

Tomando en cuenta esta premisa, la opción que se muestra más idónea es la C, ubicada aguas arriba de la población de Cabruta, sin embargo, para efectos del alcance de esta fase en la que se encuentra el proyecto, se proponen distintas alternativas de captación, las cuales serán evaluadas en etapas posteriores para definir la microlocalización de la captación y detalles de la misma.

Evaluación de la ubicación de la captación

Es preciso definir en primera instancia, la ubicación de la obra de captación, ya que ésta determina el inicio del sistema y a su vez esto

conlleva a los planteamientos de las distintas rutas de aducción y la configuración del mismo.

En este sentido se presenta una evaluación multicriterio de opciones, que tiene como finalidad elegir una alternativa en función a criterios comunes. Estos criterios están relacionados con los aspectos financiero, técnico, social y ambiental y estos a su vez, están integrados por subcriterio que los sustentan bajo condiciones imprescindibles y deseables.

Criterio técnico. Con este criterio se toman en cuenta las características que presenta el río en cada alternativa de ubicación; integra los aspectos de profundidad, sentido del río, navegabilidad del río, nivel de la costa. Para el correcto funcionamiento de las bombas hidráulicas que se localizarán en la obra de captación, es imprescindible ubicar el sistema en una zona del río en el que se cuente con una profundidad mínima de 5 metros (obedece al tipo de bomba a escoger) para todos los meses del año. Así mismo, se debe evaluar el espacio geográfico donde se propone ubicar la captación, debido a que se instalará (n) planta (s) de tratamiento.

Tradicionalmente, por ser una obra para toma de agua, es necesario ubicar la captación aguas arriba de la población localizada en las orillas del río.

En proyectos de esta naturaleza se acostumbra a analizar el sentido de la corriente, sobre todo cuando hay poblaciones a la orilla del río, ya que como es sabido, los desechos de estas poblaciones siguen el sentido de la corriente y si se determina la ubicación de la planta aguas abajo, implicaría un proceso de desinfección mas riguroso en las plantas de tratamiento y al mismo tiempo aumentarían los trabajos de mantenimiento a la obra de captación. Adicionalmente,

la obra de captación se debe localizar en un lugar donde el río no tenga características turbias.

En el mismo orden de ideas, es necesario que la toma de agua de encuentre en la orilla norte del río Orinoco para no afectar el canal del río como vía de comunicación o navegación.

Criterio Financiero: Es importante tomar en consideración la distancia existente del punto de captación a los centros de consumo y la accesibilidad a las carreteras y a las poblaciones de interés, ya que con esto se minimizan los costos asociados a las tuberías requeridas, además de permitir en futuras fases de construcción, operación y mantenimiento el acceso directo a los componentes que conforman el sistema del Acueducto. Adicionalmente, es pertinente considerar la topografía del terreno, con el fin de evaluar el gasto de energía y requerimiento de equipos de bombeo para cada opción, lo cual afectaría directamente los costos de inversión.

Impacto Social: Es de suma importancia evaluar este factor, debido a que la ubicación de la captación puede interferir con las actividades económicas (pesca, actividades recreativas, transporte fluvial de pasajeros, entre otros), generando molestias a los habitantes del sector. Es necesario ubicar la obra de captación en una zona que no genere impacto social y donde no afecte las actividades desarrolladas en la población de Cabruta (actividades económicas y recreativas).

Impacto Ambiental: En este criterio interactúan elementos que competen a la deforestación de flora, nivelacion del relieve y la afectación del río en la zona de ubicación de la captación. Es conveniente evitar la instalación de la obra de captación en Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) y seleccionar una zona

donde se minimicen los impactos ambientales, especialmente para los elementos de fauna y flora, así como también, ubicar la obra de captación una zona que no genere contaminación sónica.

Tiempo de ejecución: Se debe considerar la disponibilidad de infraestructura requeridos para la fase de construcción, es decir, los servicios mínimos necesarios como los son, electricidad, agua, entre otros.

En la macro localización de la obra de captación se utilizó el método de clasificación por puntos. Se dieron las puntuaciones a los subcriterios que fueron tomados en cuenta como relevantes y se procedió a tomar la mejor opción. (Ver tabla 14). La ponderación se basa en la escala del 1 al 5, siendo 1 la ponderación categorizada como “muy malo” y 5 como “excelente”. Los criterios que tendrán puntuación más alta serán aquellos considerados como necesarios para la instalación de la captación, partiendo de los fundamentos antes descritos.

Tabla 14: Matriz de ponderación para la selección de alternativas

CRITERIO	SUBCRITERIO	Peso	ALTERNATIVAS							
			A		B		C		D	
			Calf.	Calif. Pond.	Calf.	Calif. Pond.	Calf.	Calif. Pond.	Calf.	Calif. Pond.
Ambiental	Afectación del terreno	0,05	2	0,10	3	0,15	3	0,15	3	0,15
	Riesgo de contaminación de la toma	0,15	4	0,60	1	0,15	4	0,60	3	0,45
Social	Interferencia con otros usos	0,13	3	0,39	1	0,13	4	0,52	3	0,39
	Afectación de la población	0,16	3	0,48	1	0,16	5	0,80	2	0,32
Técnico	Presencia de bancos de arena	0,10	1	0,10	3	0,30	3	0,30	2	0,20
	Profundidad	0,17	2	0,34	3	0,51	3	0,51	2	0,34
Financiero	Gasto de energía asociada a los equipos electromecánicos	0,07	3	0,21	3	0,21	2	0,14	3	0,21
	Cercanía al eje del acueducto	0,08	1	0,08	5	0,40	3	0,24	4	0,32
Tiempo de ejecución	Infraestructura disponible	0,09	1	0,09	4	0,36	2	0,18	3	0,27
	Total	1,00		2,39		2,37		**3,44**		2,65

Fuente: Elaboración propia

Al observar los resultados obtenidos, es evidente, que la alternativa C se presenta como más favorable, es por ello, que se toma como punto de captación preliminar del Acueducto Mayor Boyacá. Esta alternativa se ubica aguas arriba de la población de Cabruta, por lo cual desde el punto de vista ambiental, no presenta riesgo de contaminación con las aguas servidas provenientes de la población de Cabruta, además no implica una afectación del terreno de envergadura en la fase de construcción, debido a que existe una carretera que conecta la zona de la captación con la troncal 12. Esta opción no implica un impacto social negativo elevado, debido a que se encuentra retirado a 2,5 km aproximadamente de la población de Cabruta y no se presentan actividades económicas en la zona de captación. Desde el punto de vista técnico, esta zona presenta profundidades del Río favorables (mayores a 5m) para la instalación de la captación y consta de relieves del terreno que facilitarían la colocación de tanques elevados para el suministro de agua por gravedad a la población de Cabruta.

Obras de tratamiento

El acueducto deberá abastecer dos tipos de demanda que varía según el consumo: consumo industrial que abarca refinería y petroquímica, generación eléctrica e industrias socioproductivas y el consumo humano que incluye población natural y la fuerza laboral asociada al desarrollo petrolero e industrial en la región. Estos consumos requieren calidad del agua diferentes, siendo el consumo humano el que demande mayor grado de tratamiento, para potabilizar el agua, mediante la eliminación de agentes patógenos y bacterianos que puedan ocasionar daños en la salud de quienes la ingieran.

El objetivo de estas plantas de tratamiento es reducir hasta la minima expresión posible los cuerpos indeseables presentes en el agua, ajustándolos a las normas de calidad nacional e internacional.

La tecnología aplicable para el tratamiento del agua se selecciona en función a las características del agua cruda presente y la calidad de agua requerida. Considerando estos aspectos se describen algunas de las técnicas aplicables.

- **Filtración convencional**

La filtración convencional es ideal para el caso de captación en aguas superficiales, se puede efectuar como primer paso en el tratamiento o hasta después de una serie de procesos. Los métodos de filtración pueden ser a través de filtros de arena rápidos o lentos, filtros de tierras diatomáceas, filtración directa o filtración empacada. Ver Tabla 13.

Los procesos convencionales de filtración están precedidos por coagulación, floculación y sedimentación. Sin embargo, puede ser que el agua se someta a filtración directamente después de la coagulación y floculación y que los flóculos sean removidos directamente por los filtros.

- **Filtración por membranas**

La filtración por membranas es una alternativa a la filtración convencional que consiste en materiales finos capaces de separar sustancias cuando una presión es aplicada a través de ellos. Este tipo de filtración consiste en hacer pasar el agua a través una membrana con porosidad de tamaño variable, que puede estar entre 0,2 y 1,0 micrómetros. La aplicación de esta tecnología se ha visto favorecida a razón de la exigencia mundial de disponer de agua de mayor calidad, dado que estos procesos tienen una capacidad excelente de separación de sustancias disueltas y se han desarrollado productos que corresponden a ultra-, nano- y micro- filtración.

- **Desinfección**

La presencia de microorganismos patógenos en agua genera, problemas agudos en la salud, por lo que, se hace especial énfasis en la desinfección del agua. Este proceso consiste en desinfectar el agua químicamente para que sea apta para el consumo humano. La desinfección elimina o neutraliza organismos causantes de enfermedades, y su efectividad se juzga por la capacidad de controlar a los organismos indicadores que son las bacterias coliformes totales y fecales.

Como sustancias viables para la desinfección existen el cloro, cloramina y ozono; también se usa la irradiación con luz ultravioleta de baja longitud de onda.

Tabla 15: Características de las tecnologías de tratamiento de agua

	Tecnología	Aplicación	Manejo	Costo	Limitantes
Filtración convencional	Filtros de arena	Sedimentos suspendidos, remoción media de bacterias y materia orgánica	Sencillo	Bajo costo de inversión en infraestructura y de manejo, costo elevado en terreno.	Remoción del 80-90% de bacterias y 60% de materia orgánica, requiere gran superficie.
	Filtros de tierras diatomáceas	Remoción de turbiedad y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión y de manejo.	Útiles en casos de poco turbiedad y bajos conteos bacterianos, no retiene materia orgánica.
	Filtros de carbón activado	Remoción de turbiedad y bacterias	Sencillo	Costo bajo de inversión, costo medio de mantenimiento	Generación de residuos y continua renovación de filtros, no remueve bacterias.
Desinfección	Cloro	Desinfección	Sencillo con medidas adicionales de seguridad	Costo bajo de inversión y medio de mantenimiento	Generación de subproductos.
	Clorimina	Desinfección	Sencillo con medidas adicionales de seguridad	Costo bajo de inversión y medio de mantenimiento	Poder desinfectante limitado.
	Ozono	Desinfección	Complejo	Costo elevado de operación	Escaso poder residual.
	Luz Ultravioleta	Desinfección	Sencillo	Costo medio de inversión y operación	No previene recrecimiento, no genera poder residual.
Filtración por membrana	Microfiltración	Democión de sólidos disueltos algunas especies bacterianas	Operación sencilla	Costo moderado de inversión y operación	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana.
	Ultrafiltración	Remueve bacterias, virus y materia orgánica	Manejo sencillo y posible automatización	Costo elevado de operación e inversión	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana
	Nanofiltración	Remueve virus, bacterias y materia orgánica	Manejo sencillo y posible automatización	Costo elevado de operación e inversión	Desperdicio de agua, descomposición de la membrana
	Osmosis inversa	Remueve virus, bacterias, parásitos materia orgánica e inorgánica	Manejo sencillo y posible automatización	Costo elevado de inversión y operación	Desperdicio de agua, renovación de la membrana requiere mantenimiento de salmuera

Considerando la referencia de los parámetros de calidad de agua de la plata potabilizadora de Soledad, estado Anzoátegui, la Gaceta Oficial Extraordinaria: 5.021 en el Decreto N° 883, **NORMAS PARA LA**

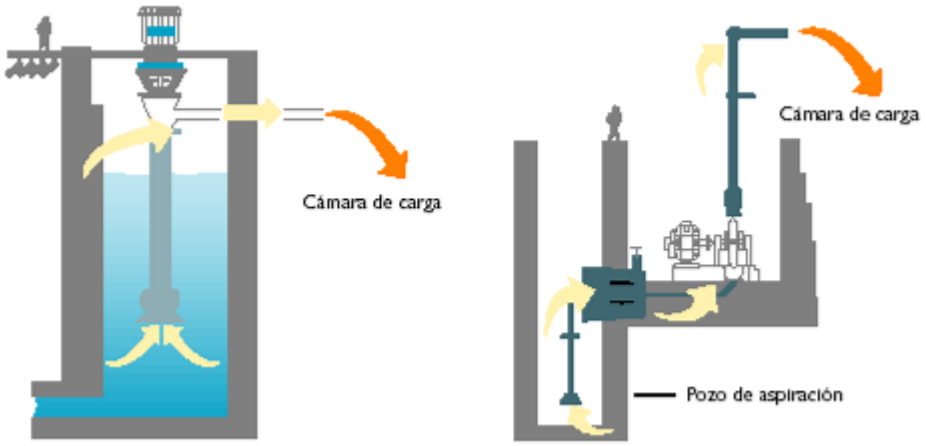
CLASIFICACIÓN Y EL CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O EFLUENTES LIQUIDOS, establece que estas aguas son Tipo 1B (Capitulo II, Art. 3) y obedecen a características propias de calidad (Capitulo II, Art.4), las cuales son perfectamente tratables con un proceso de potabilización y pretratamiento convencional.

Plantas potabilizadoras de agua. Tecnología convencional

Las plantas convencionales de tratamiento de agua superficial utilizan procesos más o menos estándar de manera sucesiva, a través de los siguientes pasos:

Captación: Es el proceso inicial del tratamiento. Consiste en tomar el agua del río Orinoco. Se realiza a través de obras de captación.

Elevación: Consiste en ascender el agua a través del uso de bombas, las cuales van asociadas a según la demanda estudiada. Estas bombas pueden ser de dos tipos: bombas elevadoras verticales y bombas elevadoras horizontales. Ver figura 15.



(A) **(B)**

Figura 15: Esquema de bombas. (A) Bombas elevadoras verticales (B) Bombas elevadoras horizontales
Fuente: Folleto Planta de Tratamiento Gral. San Martín. Aysa

Dosificación del coagulante: En esta fase del proceso se agregan diferentes aditivos, los cuales generan la formación de flóculos.

Floculación: Tiene el objetivo de generar la acumulación de partículas encontradas en el agua, llamadas flóculos. Se logra mediante la agitación constante del agua. Con la implementación de diferentes tecnologías de mezcla rápida.

Decantación: El agua mezclada con el coagulante ingresa a los decantadores avanzando a una velocidad muy lenta que permite la sedimentación de los flóculos. Los decantadores pueden ser estáticos o tipo pulsátor. (Ver figura 15)

- *Decantadores estáticos:* Son de flujo horizontal. El agua recorre el canal colector saliendo por los vertederos conduciéndola hacia los filtros.
- *Decantadores pulsátor:* Son de flujo vertical con manto de barro en suspensión. El agua con coagulante y polielectrolito ingresa por el fondo del equipo y entra en contacto con un lecho de barro suspendido, el cual actúa como manto filtrante. Las partículas que van ingresando quedan frenadas por ese manto de barro. Por medio de la pulsación se logra que el manto tenga una consistencia homogénea para evitar el efecto chimenea. (Ver figura 16).

La ventaja de los decantadores pulsátor es que son más rápidos y más compactos que los estáticos, sin embargo, en ambos decantadores se elimina aproximadamente el 90% de arcilla y un 95% de bacterias.

(A) **(B)**

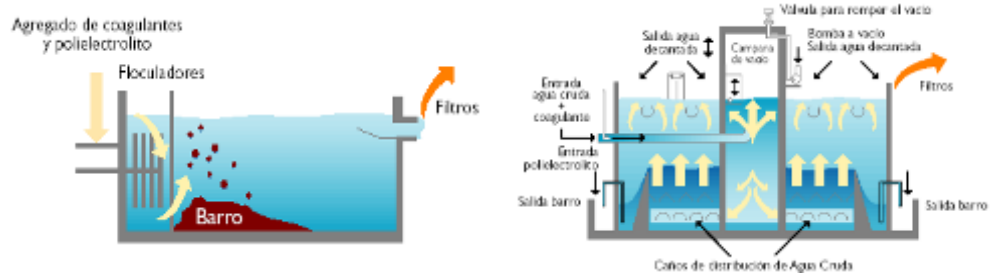


Figura 16: Esquema decantadores. (A) Decantador Estático. (B) Decantador Pulsátor.
Fuente: Folleto Planta de Tratamiento Gral. San Martín, información general. Aysa

Filtración: Mediante este proceso se logra separar las partículas que se escaparon del proceso anterior. Existen diversas tecnologías de filtración entre las cuales destacan: lavado con agua y aire y lavado con agua.

- *Lavado con agua y aire:* son filtros de arena de alta tecnología. Trabajan a una velocidad entre 8.5 y 12m/h, con un lecho filtrante de entre 1 m y 1.20 m de altura. Se lavan con aire y agua a contra corriente.
- *Lavado con agua:* poseen un manto soporte de grava y un manto filtrante de arena fina homogénea. El lavado se efectúa con agua a contra corriente.

Cloración: Es la fase encargada de desinfectar el agua, en la que se agregan una dosis de cloro a las reservas a fin de eliminar el resto de bacterias que hubieran podido llegar este punto del proceso y también para lograr una concentración residual que prevea contaminación de las redes.

Dosificación de cal: El agregado de coagulante aumenta la acidez del agua, es por ello, que se agrega cal para equilibrar el pH de la misma. La cantidad de este compuesto varía según la calidad del agua y estudios de

laboratorio. Este agregado químico es primordial para bajar la acidez y preservar las redes de distribución metálicas.

Distribución: *U*na vez que el agua potable llega a la reserva y es clorada y corregido en niveles de pH, ya está en condiciones de ser enviada para el consumo. Es decir, reúne las características propias del agua potable, siendo totalmente transparente, y cumpliendo con las normas internacionales.

A continuación se esquematiza de manera general los componentes en orden de acción del tratamiento de agua potable de una planta convencional:

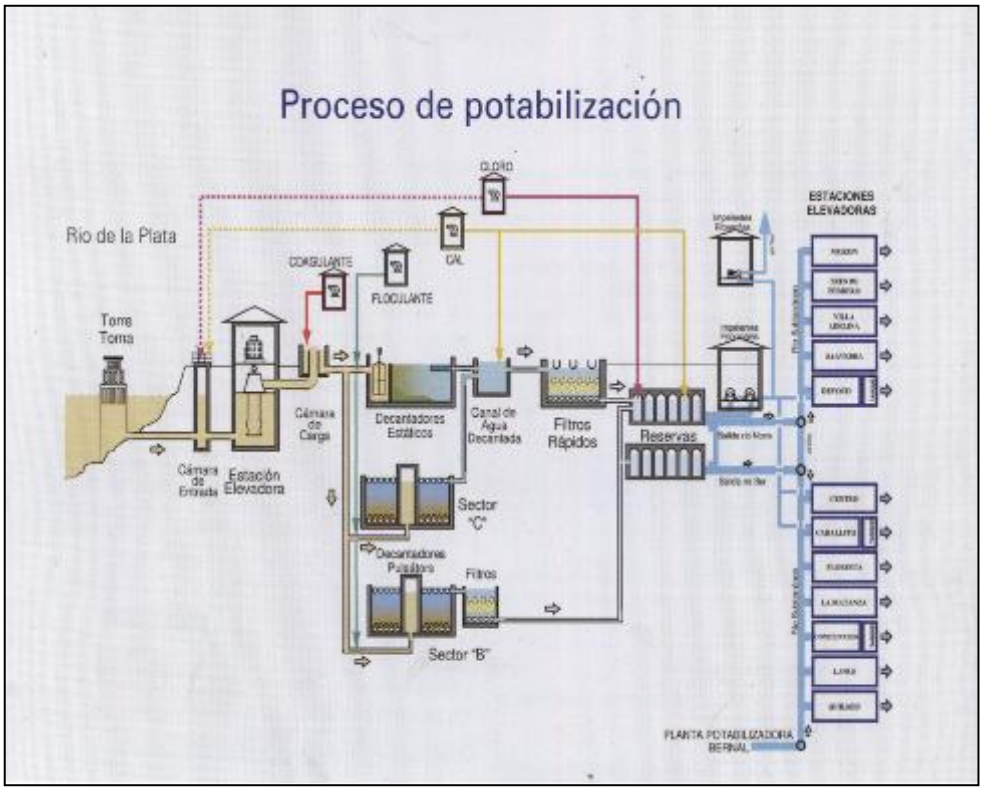


Figura 17: Proceso de potabilización del agua de la planta de tratamiento Gral. San Martín. Argentina.
Fuente: Folleto Planta de Tratamiento Gral. San Martín, información general. AYSA.

Considerando las características de la obra y conociendo las diferentes calidades de agua que debe suministrar, las plantas de tratamiento se localizarán retiradas de los centros urbanos y comerciales. Es por ello, que para esta etapa del proyecto se recomienda adoptar el proceso de tratamiento convencional de agua para consumo humano.

Este proceso de tratamiento de agua se aplica para producir agua potable para diversas calidades de agua cruda, abarcando turbiedades de orden de 3000 NTU considerando procedimientos especiales para el control de algas, una preoxidación con cloro para abatimiento de metales, la dosificación de PAC (Carbón Activado en Polvo) para reducir sabores, olores y compuestos orgánicos, dosificación de cal y evacuación a un relleno automatizado de los barros provenientes de las aguas de lavado de los filtros y los decantadores para evitar recontaminar las aguas del río Orinoco.

Pretratamiento de aguas para uso industrial

El agua es utilizada ampliamente en las industrias especialmente para la alimentación de calderas y para procesos de enfriamiento. Estas actividades requieren calidades del agua diferentes, no obstante, el acueducto tendrá la capacidad de suministrar una calidad de agua industrial específica, de manera tal que posteriormente cada cliente o usuario las adecue a los parámetros de calidad requeridos para cada proceso.

El proceso de pretratamiento para el agua industrial inicia con el cribado o tamizado del agua para separar los sólidos de gran tamaño del agua, luego consta de un proceso de floculación, en el se aplica coagulante orgánico o mineral y finaliza con la decantación, logrando con éste producir agua con turbiedad inferior a 10 UNT.

Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor, conformada por elementos que hacen posible su función como los que destacan: equipos electromecánicos (bombas, motores), tuberías (de succión, manifold, de impulsión) y obras civiles (pozo de bombeo, casa de maquinas).

Gijón (1994) define las estaciones de bombeo como: **"…un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos." (Pág. 1).**

Las instalaciones de las estaciones de bombeos pueden estar conformadas por equipos de bombeo según su clasificación: Dinámicas, de desplazamiento y centrífugas, siendo las bombas centrifugas de uso mas común. El Material que las constituyen, líquidos que mueven, orientación en el espacio, aplicación, es por ello que se clasifican en tres (3) grandes

Vale agregar, que las instalaciones de bombas pueden ser de pozo o húmedo, las bombas de pozo seco se encuentran ubicadas en la casa de maquinas, separadas del agua a bombear, mientras que las bombas de pozo húmedo, están sumergidas en el agua que va a ser bombeada. La figura 18, corresponde a la estación de bombeo de la planta de tratamiento de Hidrobolívar, ubicada en Puerto Ordaz estado Bolívar. Esta estación de bombeo esta instalada en la captación (tipo muelle) de agua del río Caroní.

Figura 18: Estación de bombeo en la captación de planta potabilizadora de Hidrobolívar.
Fuente: Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento. PSO. 2010.

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, por lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores: Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento, protección del agua de fuentes contaminantes, protección de inundaciones, deslizamientos y crecidas de ríos, eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución, disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo, topografía del terreno.

La ubicación de la estación de bombeo dependerá de las configuraciones del trazado del acueducto, sin embargo se contempla una estación principal a la salida de la planta de tratamiento, así como las estaciones de rebombeo que sean necesarias para las derivaciones a los centros de consumo, cuya ubicación dependerá del caudal requerido.

Aducción:

El Acueducto Mayor del Área Boyacá demanda agua para dos tipos de consumo de agua: consumo humano y uso industrial, lo cual permite plantear diversos trazados de aducción del acueducto, así mismo, definir las estaciones de bombeo y rebombeo necesarias para impulsar el agua. Para realizar el transporte del agua tratada se la impulsará a través de las tuberías de aducción desde la(s) planta(s) de tratamiento(s) hasta los puntos de consumo de interés.

En cuanto al material de las conducciones, en primera instancia puede considerarse la utilización de tuberías de acero o fundición dúctil o de tuberías plásticas como Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV o GRP en inglés) o Polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE en inglés) ya que todas presentan características favorables para el tipo de instalación prevista y los diámetros resultantes. En futuras fases del proyecto deberá definirse el material a utilizar, a través de un estudio técnico-económico.

Por otra parte, las instalaciones de tuberías varían dependiendo si son instalaciones enterradas o aéreas (sobre suelo). (Ver figuras 19 y 20). A continuación se presenta un cuadro comparativo de los tipos de instalaciones de tuberías.

Tabla 16: Comparación entre las instalaciones de tuberías aéreas y enterradas.

	Aéreas o sobre suelo	Enterradas
Ventajas	- Siempre visible por lo que, es fácil detección de fallas o fugas. - Controlar las conexiones ilegales.	□ No genera impacto visual. □ Se evitan riesgos por colisiones de vehículos.
Desventajas	- Presenta impacto visual - Interrupción de terrenos públicos, particulares o campos.	– Dificultad para mantenimiento correctivo.

Fuente: Elaboración propia.

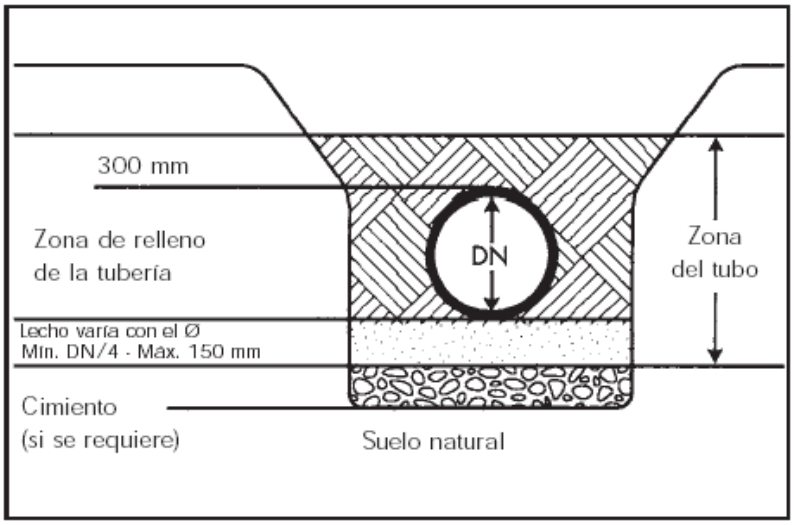


Figura 19: Esquema de instalación de tuberías enterradas
Fuente: Guía de tuberías en instalación enterradas. FLOWTITE.

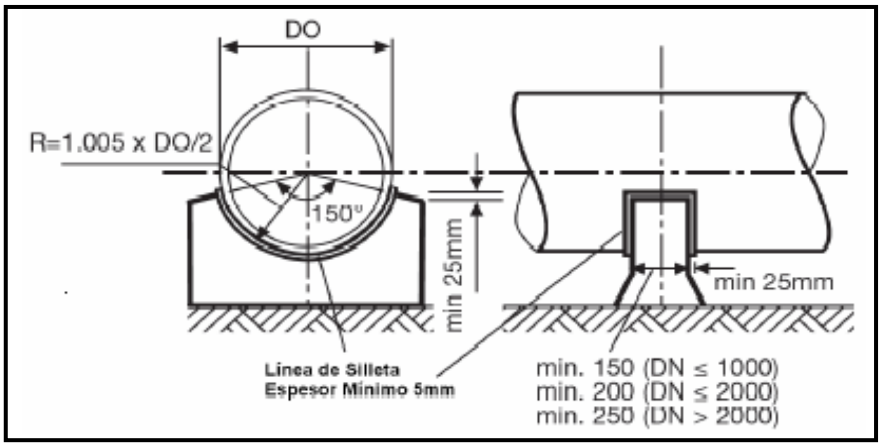


Figura 20: Esquema de instalación de tuberías aéreas
Fuente: Guía de tuberías en instalación aérea. FLOWTITE.

Aspectos generales de constructibilidad

En este punto se identifican los aspectos que puedan afectar u obstaculizar el proceso de construcción de la obra.

Es importante a mencionar que, a grosso modo, no se observan dificultades de gran envergadura que perjudiquen el desarrollo de la

construcción del acueducto. A continuación se identifican las características de constructibilidad por elemento involucrado con el acueducto.

Obra de captación en el río Orinoco

La ubicación elegida para la instalación de la obra de captación en el río debe ser estudiada minuciosamente en las próximas fases del proyecto, debido a que en primera instancia, las características geométricas y calidad de agua del canal fluvial es variada en cada punto. Se debe considerar la construcción del Tercer Puente Sobre el Orinoco, que comunica a las poblaciones de Caicara del Orinoco con Cabruta, ya que la instalación de la obra de captación puede interferir con dicho proyecto.

En cuanto a su ubicación se plantean cuatro (4) opciones, las localizaciones cuentan con características y atributos que justifican dichas opciones.

La ubicación de la planta de tratamiento dependerá de la localización de la obra de captación. Para proyectos de esta índole se acostumbra a instalar la obra de tratamiento aguas arriba del río, con el fin de evitar que la zona de captación se encuentre libre de riesgos de contaminación por los desechos de aguas servidas de la población de Cabruta. Evaluando las alternativas de ubicación de la captación en función a la condición antes expuesta, la opción más adecuada es la opción C.

Tubería de aducción

La localización de la aducción para conducir el agua captada en el río Orinoco hasta los diferentes puntos de consumo del eje de influencia del desarrollo industrial y petrolero (Cabruta, Santa Rita, Espino), varía en función de la ubicación de la captación. Para efectos del presente estudio se presentan alternativas de ruta del acueducto tomando como punto de

captación, el punto “C” ubicado aguas arriba de la población de Cabruta, según los resultados obtenidos en la matriz de selección. Ver tabla 12.

Se proponen distintas alternativas de ruta tomando como premisa que la aducción debe direccionarse al margen o en sentido de las carreteras existentes o planificadas, con el fin de minimizar impactos ambientales e incrementar las facilidades de acceso en las fases de construcción, operación y mantenimiento del acueducto y de los elementos que lo conforman. A continuación se describen las alternativas de ruta.

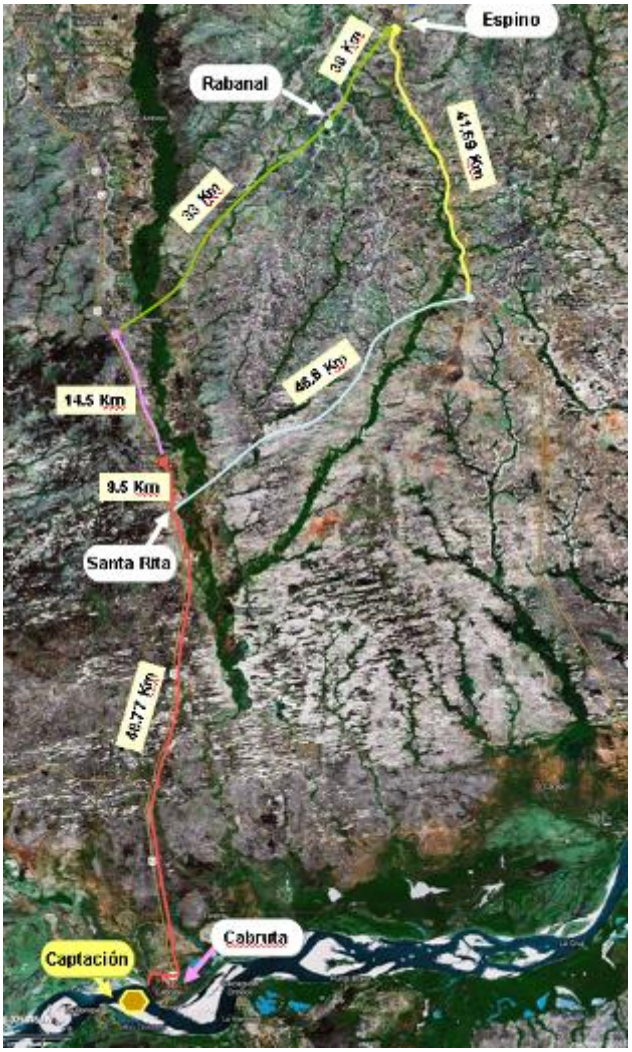


Figura 21: Vista digital del trazado del acueducto. Alternativa 1
Fuente: Elaboración Propia. Mapa proveniente de Google Earth (2005)

Figura 22: Aducción para suministro de agua potable para la población de Cabruta.
Fuente: Elaboración Propia. Mapa de Google Earth (2005)

Alternativa 1: Esta alternativa consiste en realizar la aducción partiendo de la captación ubicada en el punto “C”, aguas arriba de la población de Cabruta, luego ascender aproximadamente 49 Km a través de la troncal 12 y en ese punto realizar una derivación a la población de Santa Rita a 9,5 Km al norte y otra derivación a través de una carretera que une la Local 9 con la Troncal 12, la cual está delimitada geográficamente por los siguientes puntos (UTM REGVEN): Punto de intercepción con la Troncal 12 (89200 N; 80300 E), punto de intercepción con la local 9, (91200 N; 181000 E) y finalmente asciende aproximadamente 42 Km hasta la población de Espino. (Ver Figura 17)

Para el abastecimiento de agua potable para la población de Cabruta se plantea una derivación desde la captación hasta la población aprovechando la topografía local, debido a que se presentan lomas de diversas alturas las cuales favorecen hidráulicamente al sistema. Es por ello, que se propone la instalación de una primera aducción a 2 Km de la captación a una loma de aproximadamente 140 m de altura en el cual se puede instalar un tanque de almacenamiento de agua potable, y una segunda aducción de 2 Km, que desciende por gravedad, desde el tanque elevado hasta la entrada de la población de Cabruta (Ver figura 18).

De manera preliminar se obtiene el siguiente levantamiento para la ruta de aducción (Ver figura 14) utilizando la herramienta Google Earth.

Alternativa 2: Con esta alternativa, al igual que en la alternativa 1, se propone realizar la aducción desde el punto de captación C, hasta las poblaciones de interés.

Para abastecer a la población de Cabruta se plantea realizar una derivación desde la captación hasta la población aprovechando la topografía local, debido a que se presentan lomas de diversas alturas las cuales favorecen hidráulicamente al sistema. Es por ello, que se propone la instalación de una primera aducción a 2 Km de la captación a una loma de aproximadamente 140 m de altura en el cual se puede instalar un tanque de almacenamiento de agua potable, y una segunda aducción que desciende por gravedad a la entrada de la población de Cabruta 1,1 Km.

La aducción propuesta para la población de Santa Rita consiste en realizar la aducción a través de la troncal 12 aproximadamente 59 Km de la captación, con una derivación hacia Espino pasando por la comunidad de Rabanal. De igual manera, fue utilizada la herramienta Google Earth para la identificación e ilustración de la opción de ruta (Ver Figura 23)

La topografía en la ruta en general es relativamente plana, con excepción de un segmento de ruta entre Espino y Rabanal en la que se encuentra la Mesa de la Malena en el sector de la meseta de Rabanal, el cual tiene una altura de 272 m.s.n.m. Esta condición genera que al margen de la carretera existan farallones, dificultando la instalación de la tubería en ese tramo. Otro aspecto importante a considerar, es la presencia de diversas escorrentías que se observan al margen de la vía y perpendicular a ella, dificultando el paso de vehículos (Ver figura 20). Así mismo, a 24 Km de la población de Rabanal se encuentra el Río Manapire, que en épocas de lluvias se desborda y provoca inundaciones en la zona.

Figura 23: Vista de la sabana en el punto mas alto de la Mesa de la Malena
Fuente: Elaboración propia. Noviembre 2011

A) B)

Figura 24: Presencia de escorrentía. A) Al margen de la carretera. B) Quebrada localizada perpendicular a la carretera.
Fuente: Elaboración propia. Noviembre 2011

Figura 25: Paso sobre el río Manapire.
Fuente: Elaboración propia. Noviembre 2011

Por otra parte, las características químicas predominante del suelo son los altos grados de hierro y elevados niveles de acidez.

Obras de tratamiento

Considerando que el agua a captar provendrá del río Orinoco, es necesario implementar plantas de tratamiento que permitan el uso y consumo del agua. Es por ello, que se propone la instalación de un diseño simple y efectivo de plantas de tecnología convencional, construidas bajo los estándares óptimos de constructibilidad y de calidad reglamentaria nacional e internacionalmente.

Adicionalmente, se plantea la construcción de un diseño sencillo en el que su operación y mantenimiento no presente mayores complicaciones. Así mismo la implementación de la tecnología convencional para el tratamiento de las aguas de río Orinoco genera bajo impacto en los costos de operación y mantenimiento en comparación con otras tecnologías que pudieran aplicarse.

Tomando en consideración la fase en la que se encuentra el proyecto se plantean preliminarmente las ubicaciones de las plantas de tratamiento, por lo que es necesario en una próxima etapa, definir una microlocalización en la que se evalúen los factores como costos de inversión, impactos ambientales y tecnologías de constructibilidad que pudieran ser aplicadas.

Alternativas de configuración del acueducto

A continuación de caracterizan cada una de las alternativas propuestas para el trazado del acueducto:

Las alternativas de trazado del acueducto están en función a las poblaciones ubicadas en el eje de desarrollo petrolero, la demanda calculada por centro poblado en función a la actividad prevista y calidad del agua requerida, para consumo humano y uso industrial.

En cada una de las opciones intervienen los elementos del sistema que dan cumplimiento y continuidad a la demanda hídrica, como los son: Captación, aducción, estaciones de bombeo y planta de tratamiento para garantizar el agua de distintas calidades (potable e industrial) prevista para la región, siendo el eje de principal atención las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino del estado Guárico.

Es necesario tener presente que la demanda con la que se diseñarán las distintas alternativas es preliminar, es decir, están sometidas a próximas modificaciones, debido a que están por concretarse nuevas asignaciones a las empresas mixtas, así como la volumetría de producción de cada bloque de explotación petrolera. A pesar de esta condición, se elaboran las alternativas con el escenario de demanda actual.

La factibilidad de las distintas configuraciones del acueducto fueron Validadas mediante un Software de simulación interactivo EPANET. 2.0, el cual permitió identificar las dimensiones de las estaciones de bombeo en distintos tramos del sistema, así como también, determinar los diámetros de las tuberías en función a las longitudes y caudales requeridos.

Para aquellas poblaciones que no formen parte del alcance del Acueducto Mayor del Área Boyacá como: Calabozo, Valle de la Pascua, Las Mercedes, Chaguaramas, se propone realizar diagnósticos del estado de sus instalaciones de tratamiento del agua para así enfocar proyectos de rehabilitación o adecuación del sistema actual.

A continuación de caracterizan cada una de las alternativas propuestas para el trazado del acueducto:

- **Opción 1**

Se propone captar agua para consumo humano y uso industrial en su totalidad del río Orinoco mediante una obra de captación ubicada en las inmediaciones del punto C, donde se derivará agua cruda hacia una planta potabilizadora y una planta de pretratamiento con el caudal requerido por tipo de consumo.

El agua que saldrá de la planta potabilizadora solo será distribuida a la población de Cabruta y el agua saliente de la planta de pretratamiento será impulsada hacia las poblaciones de Santa Rita y Espino. Dichas poblaciones dispondrán de una planta potabilizadora de tipo convencional.

La presión requerida por cada centro de consumo se logrará mediante la instalación de estaciones de rebombeo de distintas potencias ubicadas de manera intermedia entre la planta y los mismos.

El diseño de la aducción está dimensionada en función a las demandas picos calculadas para cada centro de consumo para el año 2034 y el diseño de la planta potabilizadora para el año donde la demanda es máxima por centro de consumo.

A continuación se esquematiza detalladamente el trazado del acueducto, identificando el punto de captación, longitud y diámetros de la aducción, caudales requeridos por centro de consumo y potencia de las estaciones de rebombeo.

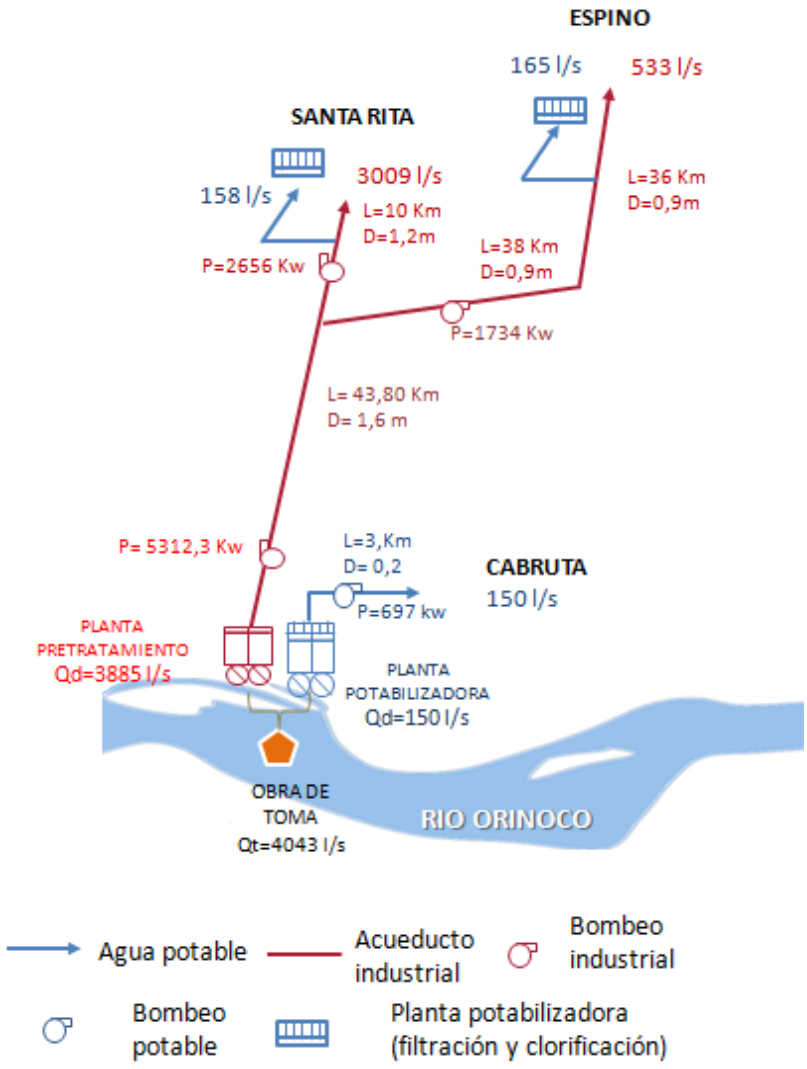


Figura 26: Alternativa de trazado del acueducto Nº 1
Fuente : Elaboración Propia

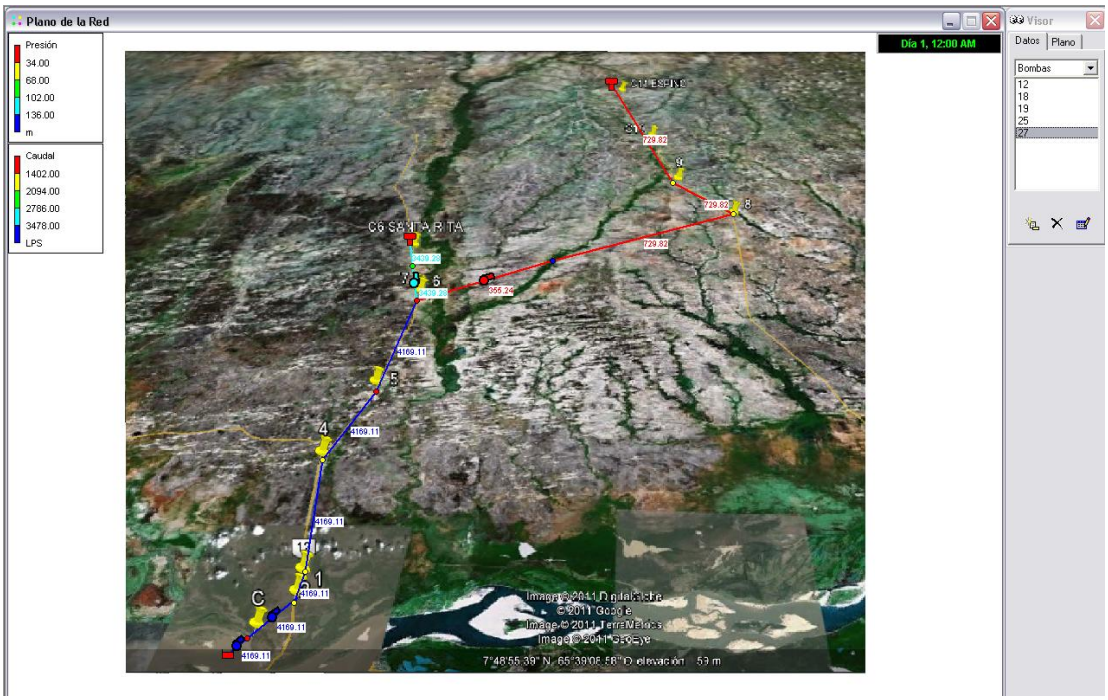


Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Estado
Tubería 9	12500	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 10	1000	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 20	38000	1701	100	729.82	0.32	Abierto
Tubería 21	30200	1575	100	729.82	0.37	Abierto
Tubería 22	10000	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 23	15500	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 24	6000	1701	100	729.82	0.32	Abierto
Tubería 26	11000	1300	100	3439.28	2.59	Abierto
Bomba 12	#N/A	#N/A	#N/A	4169.11	0.00	Abierto
Bomba 18	#N/A	#N/A	#N/A	4169.11	0.00	Abierto
Bomba 19	#N/A	#N/A	#N/A	374.59	0.00	Abierto
Bomba 25	#N/A	#N/A	#N/A	355.24	0.00	Abierto
Bomba 27	#N/A	#N/A	#N/A	3439.28	0.00	Abierto

Figura 27: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 1
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

– **Opción 2**

Esta opción de trazado del acueducto consiste en captar el agua para consumo humano y uso industrial en su totalidad del río Orinoco, mediante la instalación de una obra de captación ubicada en las adyacencias del punto

C. Se propone derivar el agua extraída del río a las plantas de pretratamiento y la planta potabilizadora con las capacidades correspondientes a la demanda calculada por usuario.

La tubería que dará cumplimiento y continuidad al servicio en las poblaciones de Santa Rita y Espino transportará agua pretratada, por lo que es necesario instalar plantas potabilizadoras de agua en cada población.

Considerando el comportamiento de la demanda de agua industrial requerida para la Refinería de Santa Rita, se plantean 2 etapas o fases para la construcción del acueducto.

La primera etapa permitirá abastecer la demanda calculada para el año 2025, en el cual solo se requieren 1552 l/s para la operación del mejorador de la refinería Santa Rita, plantas de generación eléctrica y agua para consumo humano para las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino. La segunda etapa contempla la construcción de una aducción con una capacidad 2483 l/s para el año 2028, incorporando la demanda de agua asociada a la refinería, petroquímica y producción en caliente

A través de estaciones de bombeo dispuestas a lo largo de la trayectoria del acueducto se hace llegar el fluido a las poblaciones de consumo con una presión adecuada, la cual se calcula analizando el perfil topográfico de la región y la longitud de la tubería.

Por otra parte, cada centro poblado deberá contar con una planta potabilizadora convencional para el suministro de agua potable.

A continuación se esquematiza detalladamente el trazado del acueducto, identificando el punto de captación, longitud y diámetros de la aducción, caudales requeridos por centro de consumo y potencia de las estaciones de rebombeo.

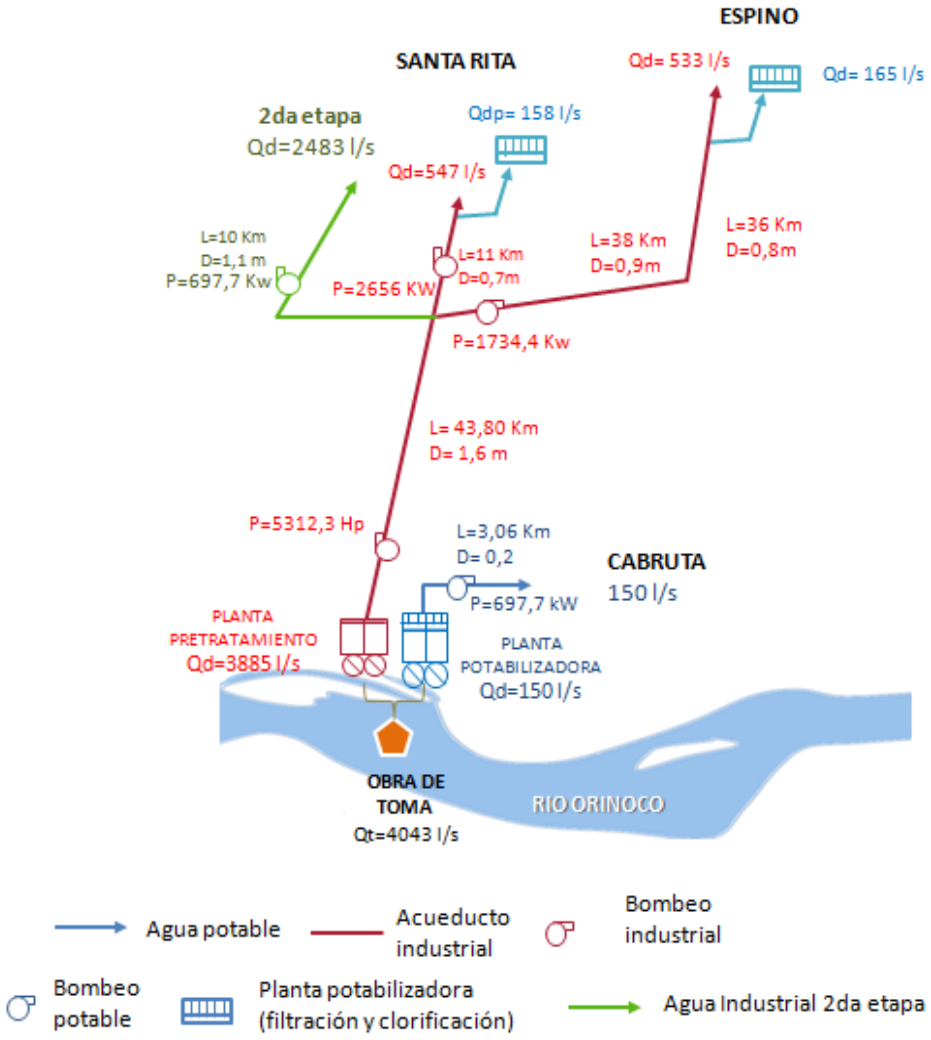


Figura 28: Alternativa de trazado del acueducto Nº 2
Fuente : Elaboración Propia

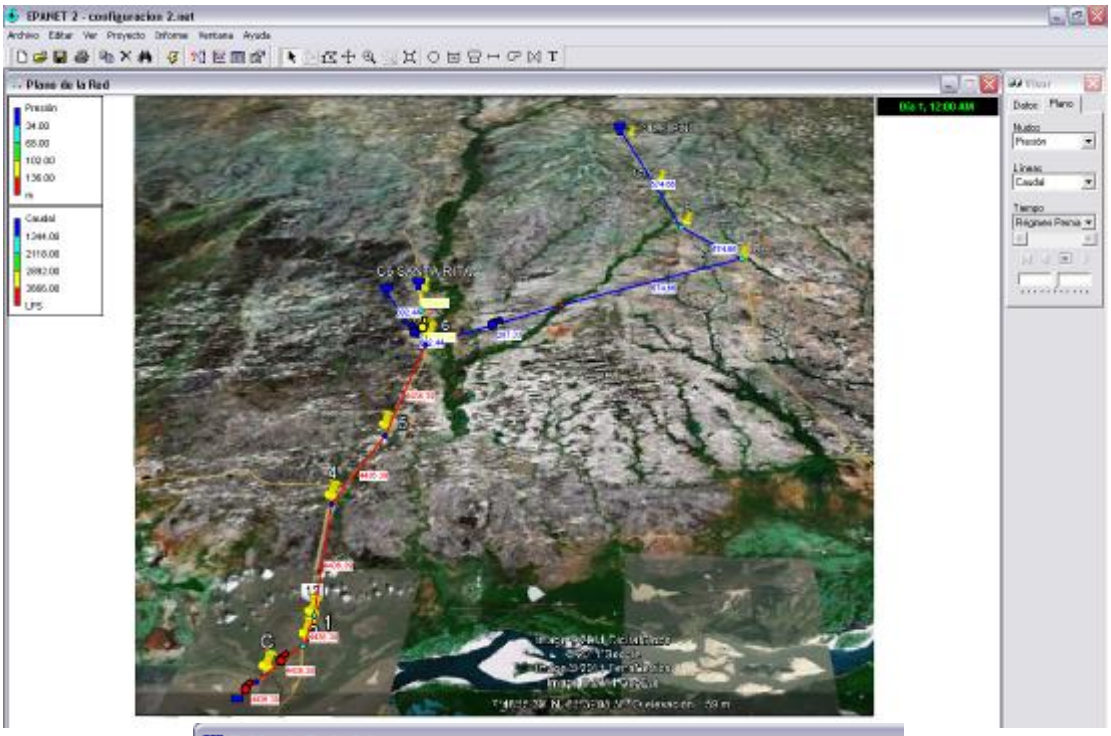


Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Veloc. de Reacción	Estado
Tuberia 9	12500	1701	4436.39	0.00	Abierto
Tuberia 10	1000	1701	4436.39	0.00	Abierto
Tuberia 20	39000	1701	574.66	0.00	Abierto
Tuberia 21	30200	1575	574.66	0.00	Abierto
Tuberia 22	10000	1701	4436.39	0.00	Abierto
Tuberia 23	15500	1701	4436.39	0.00	Abierto
Tuberia 24	6000	1701	574.66	0.00	Abierto
Tuberia 26	11000	1300	3059.29	0.00	Abierto
Tuberia 2	11000	1200	802.44	0.00	Abierto
Bomba 12	#N/A	#N/A	4436.39	0.00	Abierto
Bomba 18	#N/A	#N/A	4436.39	0.00	Abierto
Bomba 19	#N/A	#N/A	287.33	0.00	Abierto
Bomba 25	#N/A	#N/A	287.33	0.00	Abierto
Bomba 27	#N/A	#N/A	3059.29	0.00	Abierto
Bomba 1	#N/A	#N/A	802.44	0.00	Abierto

Figura 29: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 2.
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

- **Opción 3**

Se propone una aducción de agua potable y una aducción de agua industrial, con captación en su totalidad del río Orinoco. La obra de captación se ubica en las adyacencias del punto C, donde se derivará agua cruda hacia una planta de pretratamiento para producción de agua industrial y hacia una planta potabilizadora.

El agua potable saliente de la planta potabilizadora abastecerá a las poblaciones de Santa Rita, Espino y Cabruta y el agua pretratada se transportará hacia Santa Rita para suministro de agua a la refinería, petroquímica y plantas de generación y hacia Espino para suministro de agua para producción en caliente, Las dimensiones de las tuberías para los distintos consumos se calcularon en función al caudal pico requerido para el año 2034.

La presión requerida por cada centro de consumo se logrará a través la instalación de estaciones de rebombeo dispuestas a lo largo del trazado.

A continuación se esquematiza detalladamente el trazado del acueducto, identificando el punto de captación, longitud y diámetros de la aducción, caudales requeridos por centro de consumo y potencia de las estaciones de rebombeo.

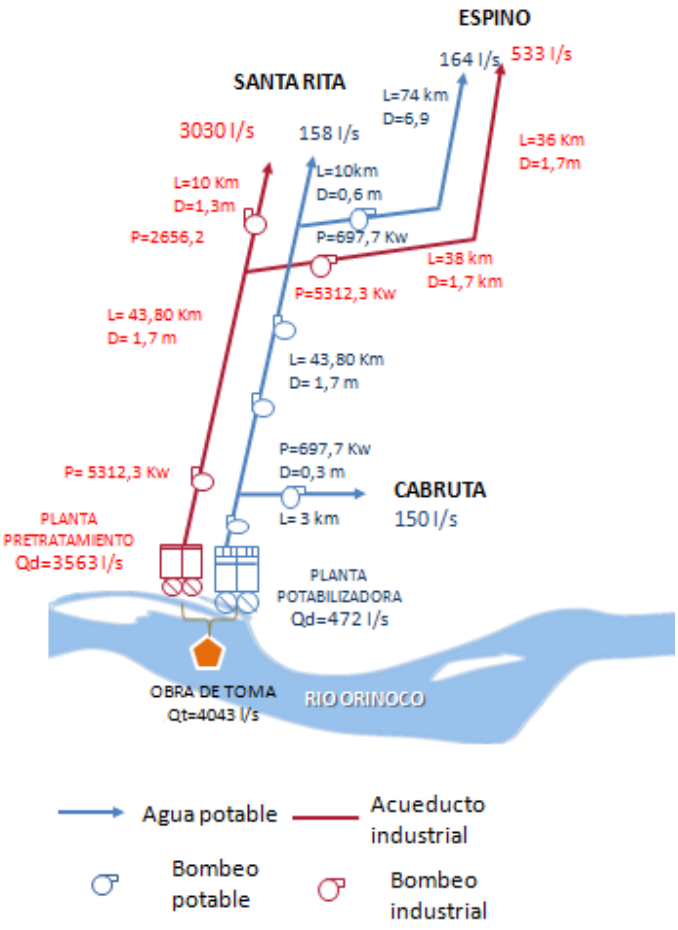


Figura 30: Alternativa de trazado del acueducto nº 3
Fuente : Elaboración Propia

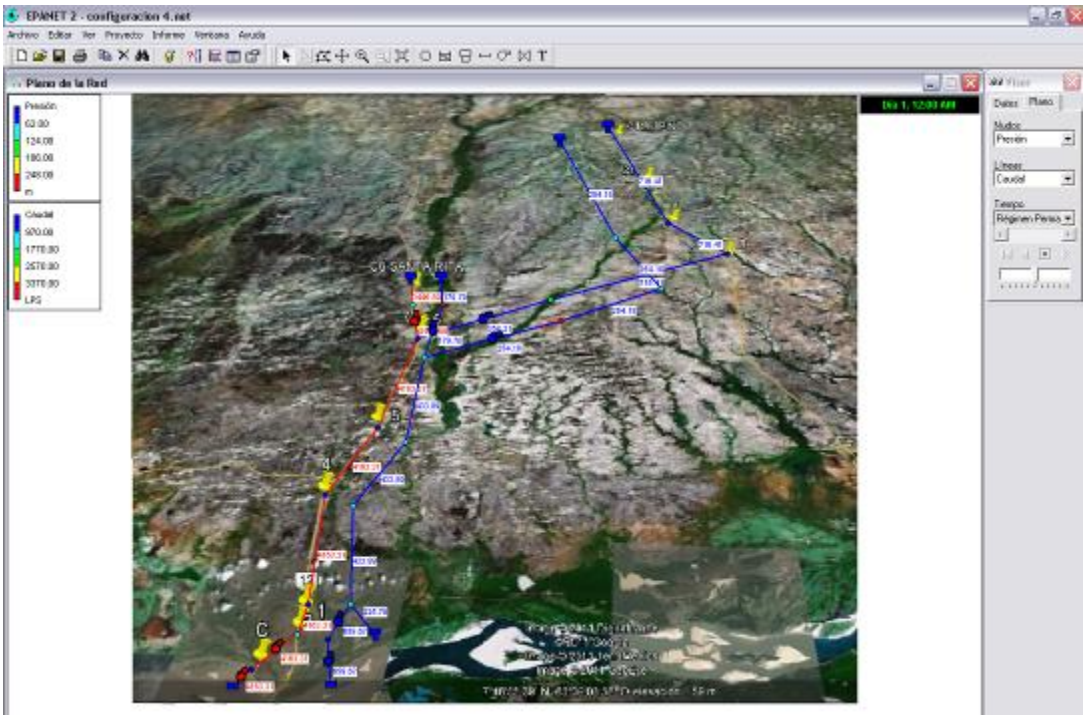


Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Calidad	Estado
Tubería 9	12500	1701	100	4163.31	1.83	0.00	Abierto
Tubería 10	1000	1701	100	4163.31	1.83	0.00	Abierto
Tubería 20	38000	1701	100	716.41	0.32	0.00	Abierto
Tubería 21	30200	1575	100	716.41	0.37	0.00	Abierto
Tubería 22	10000	1701	100	4163.31	1.83	0.00	Abierto
Tubería 23	15500	1701	100	4163.31	1.83	0.00	Abierto
Tubería 24	6800	1701	100	716.41	0.32	0.00	Abierto
Tubería 26	11000	1300	100	3446.88	2.60	0.00	Abierto
Tubería 2	30200	609	100	254.18	0.87	0.00	Abierto
Tubería 3	6800	609	100	254.18	0.87	0.00	Abierto
Tubería 4	38000	609	100	254.18	0.87	0.00	Abierto
Tubería 6	15500	1701	100	433.88	0.19	0.00	Abierto
Tubería 7	10000	1701	100	433.88	0.19	0.00	Abierto
Tubería 8	12500	1701	100	433.88	0.19	0.00	Abierto
Tubería 14	11000	300	100	179.70	2.41	0.00	Abierto
Tubería 16	3800	309	100	225.79	3.01	0.00	Abierto
Bomba 12	#N/A	#N/A	#N/A	4163.31	0.00	0.00	Abierto
Bomba 18	#N/A	#N/A	#N/A	4163.31	0.00	0.00	Abierto
Bomba 19	#N/A	#N/A	#N/A	358.21	0.00	0.00	Abierto
Bomba 25	#N/A	#N/A	#N/A	358.21	0.00	0.00	Abierto
Bomba 27	#N/A	#N/A	#N/A	3446.88	0.00	0.00	Abierto

Figura 31: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 3.
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

- **Opción 4:**

Se propone captar el agua de río Orinoco para fines industriales y para consumo humano desde el punto de captación C. El agua extraída en su

totalidad será enviada a una planta de tratamiento, la cual potabilizará el agua para ambos tipos de consumo.

El agua tratada se enviará a presión mediante una única aducción hasta los centros poblados de interés (Cabruta-Santa Rita y Espino) y a los centros de consumo industrial: La presión requerida se logra mediante la instalación de estaciones de rebombeos intermedias desde la planta de tratamiento hasta los centros de consumo.

Figura 32: Alternativa de trazado del acueducto nº 4.
Fuente : Elaboración Propia

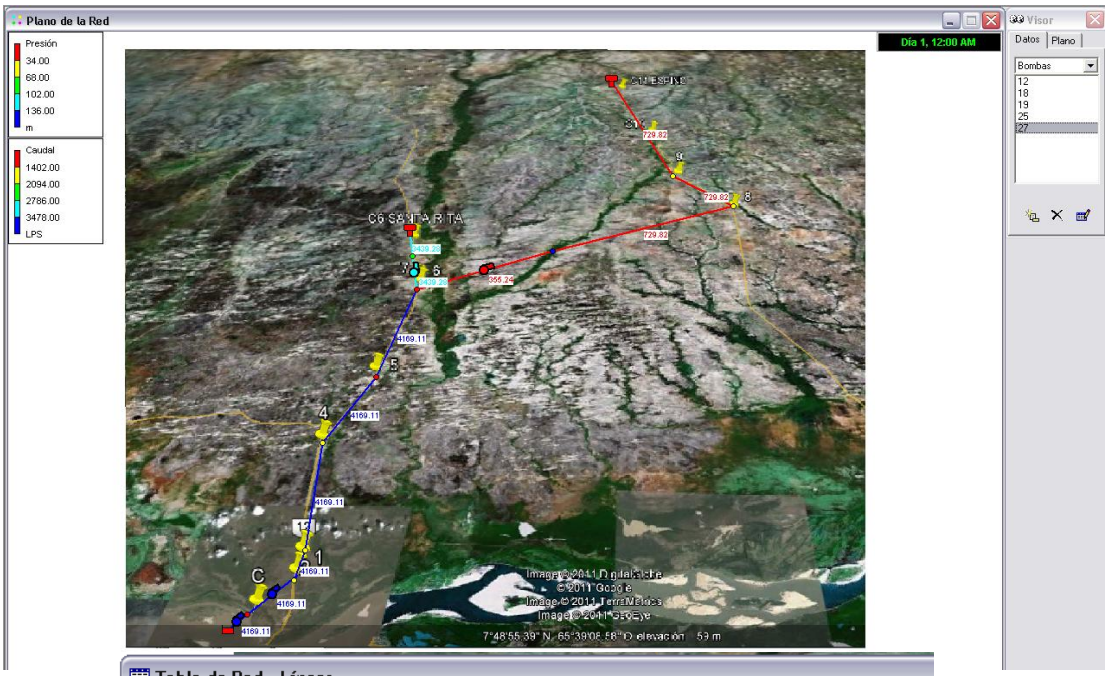


Tabla de Red - Líneas

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Estado
Tubería 9	12500	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 10	1000	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 20	38000	1701	100	729.82	0.32	Abierto
Tubería 21	30200	1575	100	729.82	0.37	Abierto
Tubería 22	10000	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 23	15500	1701	100	4169.11	1.83	Abierto
Tubería 24	6000	1701	100	729.82	0.32	Abierto
Tubería 26	11000	1300	100	3439.28	2.59	Abierto
Bomba 12	#N/A	#N/A	#N/A	4169.11	0.00	Abierto
Bomba 18	#N/A	#N/A	#N/A	4169.11	0.00	Abierto
Bomba 19	#N/A	#N/A	#N/A	374.59	0.00	Abierto
Bomba 25	#N/A	#N/A	#N/A	355.24	0.00	Abierto
Bomba 27	#N/A	#N/A	#N/A	3439.28	0.00	Abierto

Figura 33: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 4.
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

– **Opción 5:**

Se propone una aducción de agua potable y dos aducciones de agua industrial, con captación en su totalidad del río Orinoco. La obra de captación se ubica en las adyacencias del punto C, donde se derivará agua cruda hacia

una planta de pretratamiento para producción de agua industrial y hacia una planta potabilizadora.

El agua potable saliente de la planta potabilizadora abastecerá a las poblaciones de Santa Rita, Espino y Cabruta y el agua pretratada se transportará hacia Santa Rita de la siguiente manera: una primera aducción abastecerá la demanda para el año 2025 cubriendo lo requerido por el mejorador y la planta de generación electricay una segunda aducción cuya operación será para el año 2028 cubriendo la demanda restante para la refinería y petroquímica de Santa Rita.

La población de Espino en cambio, se abastecerá de la primera aducción de agua pretratada, dimensionada al caudal requerido para producción en caliente,

La presión requerida por cada centro de consumo se logrará a través la instalación de estaciones de rebombeo dispuestas a lo largo del trazado.

A continuación se esquematiza detalladamente el trazado del acueducto, identificando el punto de captación, longitud y diámetros de la aducción, caudales requeridos por centro de consumo y potencia de las estaciones de rebombeo.

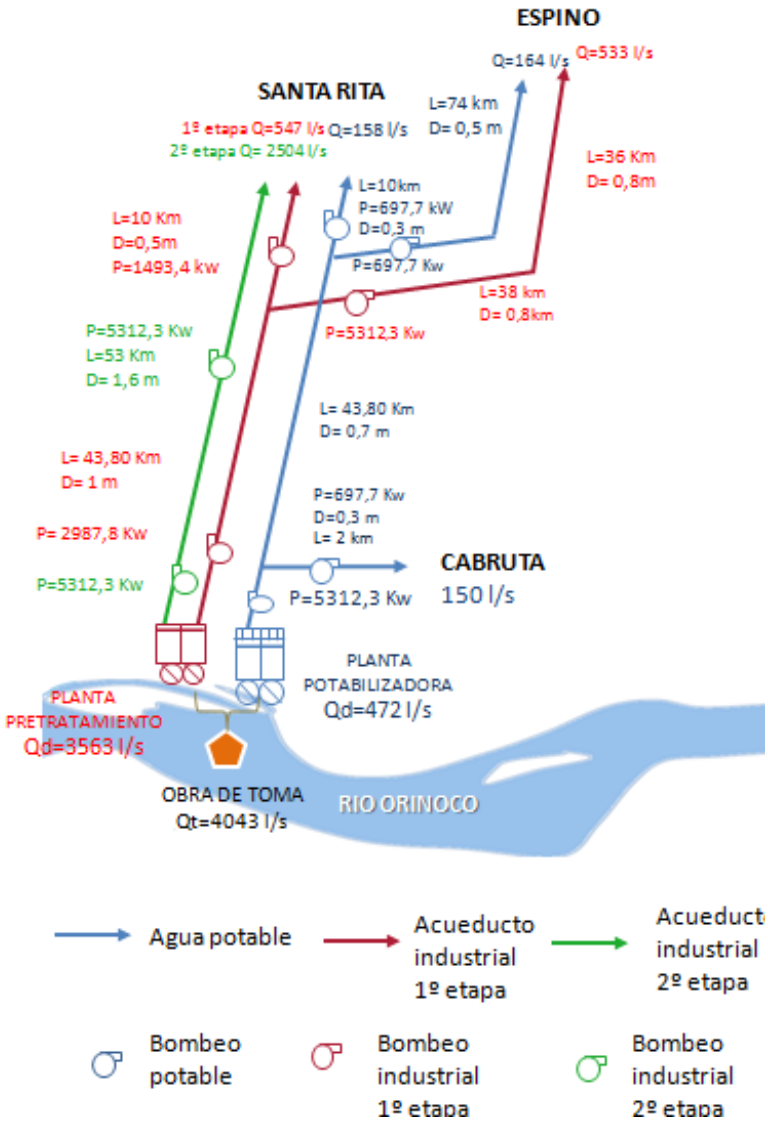


Figura 34: Alternativa de trazado del acueducto nº 5.
Fuente : Elaboración Propia

Figura 35: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 5 1era etapa.
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

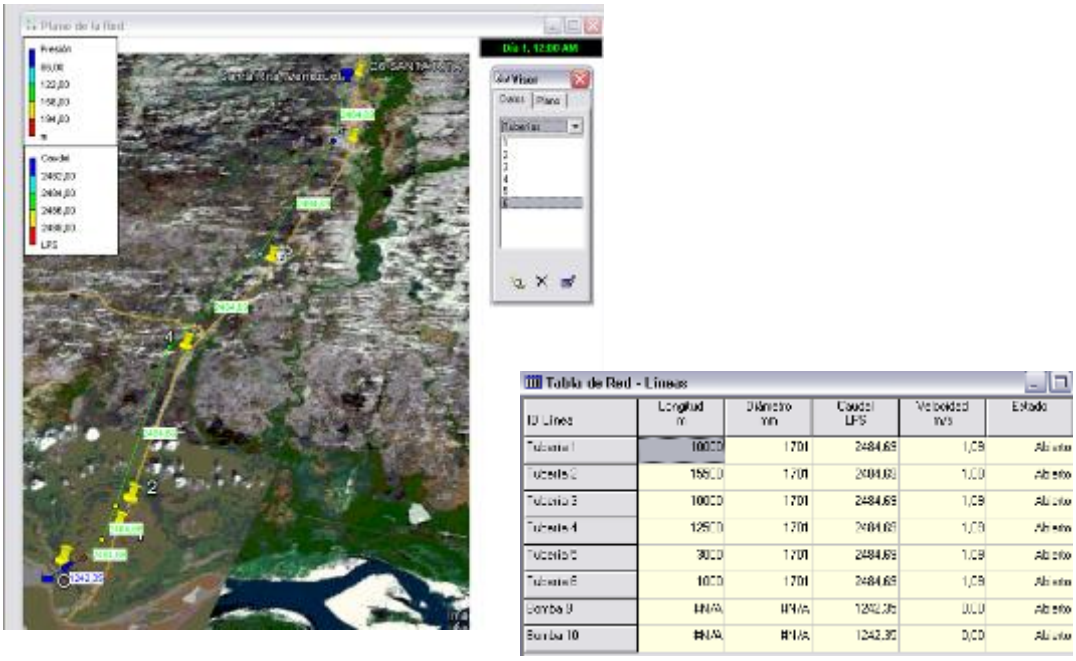


Figura 36: Resultados de la simulación de la alternativa de trazado del acueducto Nº 5 2da etapa.
Fuente: Elaboración Propia. Software EPANET 2.0

Características de los componentes que integran el acueducto por alternativa

Aducción

Analizando la demanda de agua por centro poblado, se puede notar que las mayores demandas hídricas se encuentran en las poblaciones de Santa Rita y Espino, debido al desarrollo petrolero (producción, mejoramiento y refinación), mientras que, la población de Cabruta solo se verá impactada poblacionalmente a propósito del desarrollo petrolero mencionado anteriormente.

En cuanto al trazado de la aducción, se propone usar como patrón las carreteras o vías existentes y las carreteras de unión con la troncal 12 y la local 9, el cual uno de sus tramos intercepta a la troncal 15 y la lineal 9. Motivado a esto, se plantea la posibilidad de instalarse las tuberías paralelas a las carreteras, siendo esta la manera más fácil de acceso para actividades de construcción y mantenimiento del acueducto. Por otra parte se reducen al mínimo los impactos ambientales y urbanísticos.

El diseño preliminar de la aducción se elaboró mediante la aplicación del teorema de Willimas –Hazen “Modelos de Perdidas” y la “Ecuación de Continuidad”, para definir el diámetro de las tuberías en conformidad con el caudal calculado.

Caracterización de las alternativas de trazado del acueducto.

En esta sección se pretende describir cada opción de trazado del acueducto, a razón de diferenciar y evaluar cada alternativa. Cada opción contendrá el layout preliminar de la planta de tratamiento adecuada a sus características, las tipología y cantidad de de estaciones de bombeo

requeridas y dimensiones de la tubería necesaria para el caudal demandado por centro de consumo.

- **Opción 1**

Esta alternativa de ruta del acueducto propone la distribuir únicamente agua industrial, con la posibilidad de instalación de una planta de potabilizadora en las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino, cuyas capacidades estarán dispuestas acorde con la volumetría requerida por cada centro poblado.

Esta opción plantea la incorporación de una segunda tubería para la población de Santa Rita, con la cual se abastecerá el servicio en su totalidad para la Refinería Santa Rita, motivo de la diferencia de caudal de agua demandado entre los años 2025-2028.

Con esta alternativa se disminuyen los impactos en el terreno por ser una única aducción en la mayoría del trayecto y potabilizándose solo lo necesario por centro de consumo.

Mediante un estudio hidráulico se determinaron los diámetros de las tuberías en cada tramo, dependiendo al caudal necesario por centro poblado.

Adicionalmente se anexa, a modo de referencia, el layout que representa la planta de tratamiento requerida por esta alternativa. Este esquema proviene de estudios realizados por PDVSA a través de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento en el documento de visualización del Acueducto Mayor del Área Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco.

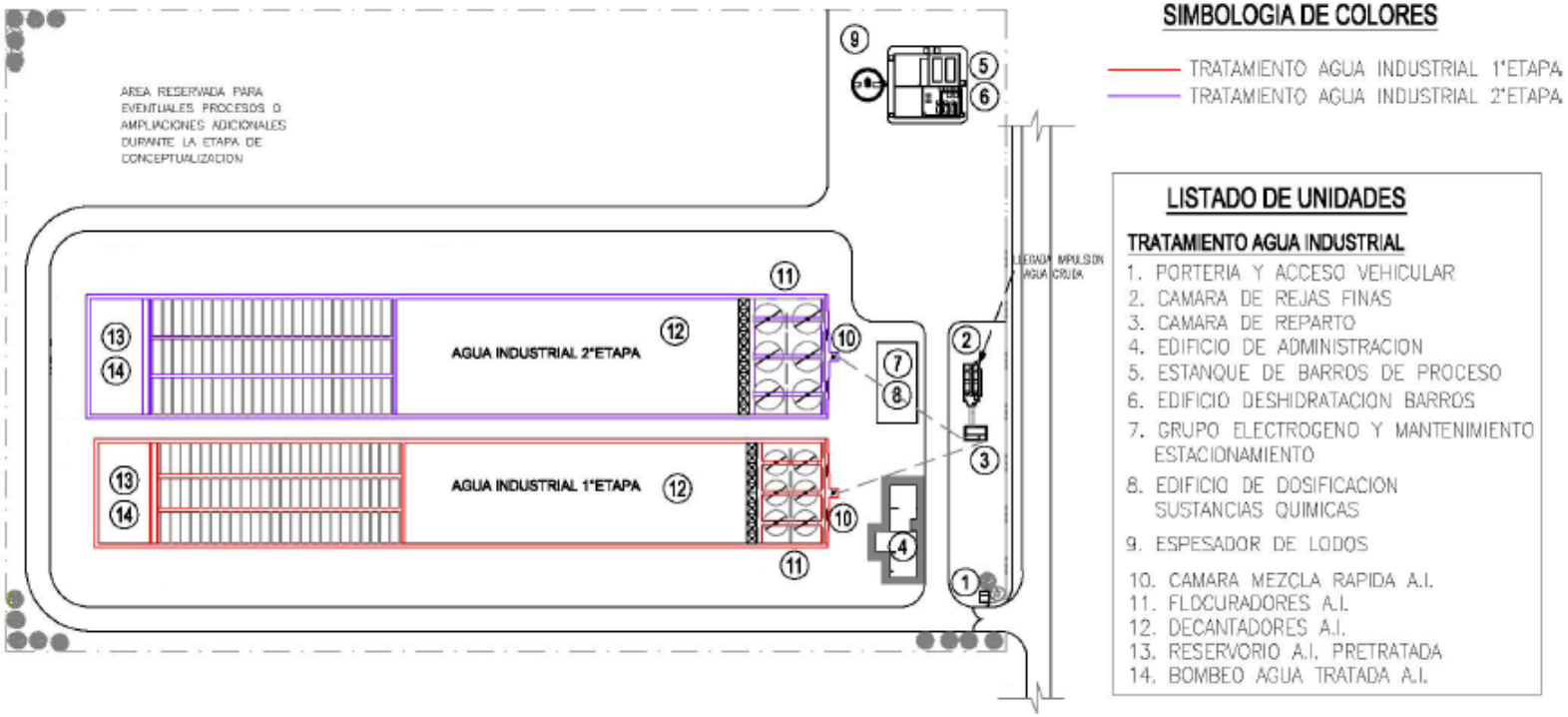


Figura 37: Esquema de la planta de tratamiento.
Fuente. Documento de visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010.

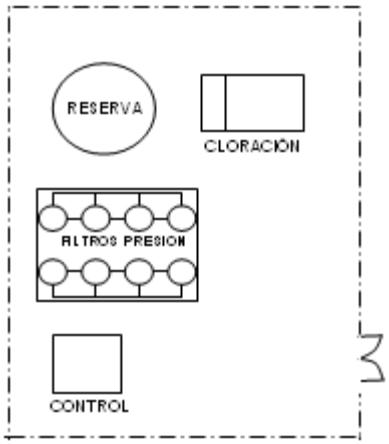


Figura 38: Esquema de la planta potabilizadora
Fuente: Elaboración propia

Representación esquemática de la planta potabilizadora propuesta para instalarse en los centros poblados Cabruta, Santa Rita y Espino. Las plantas de potabilización estarán diseñadas de acuerdo al caudal pico demandado para el año 2034.

- **Opción 2**

Esta opción plantea única aducción de agua pretratada para las poblaciones de Espino y Santa Rita, lo cual implica la instalación de obras de tratamiento de agua potable autónomos en cada centro poblado. Así mismo, se propone la instalación de una planta potabilizadora para abastecer a la comunidad de Cabruta. Esta alternativa plantea la instalación de una segunda etapa que abastecerá la demanda para consumo industrial (Petroquímica) para el año 2028 motivado a la diferencia de caudal requerido. La construcción de esta alternativa implicaría mayor compromiso ya que estas aducciones deben ser instaladas paralelamente.

A modo referencial se esquematiza la planta de tratamiento realizada en estudios similares a este proyecto, el cual cumple con a esta alternativa de ruta. El layout corresponde a la planta de tratamiento de la población Barrancos de Fajardo del estado Anzoátegui, elaborado en el estudio del proyecto de Visualización de Acueducto Mayor Carabobo ejecutado por PDVSA a través de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento.

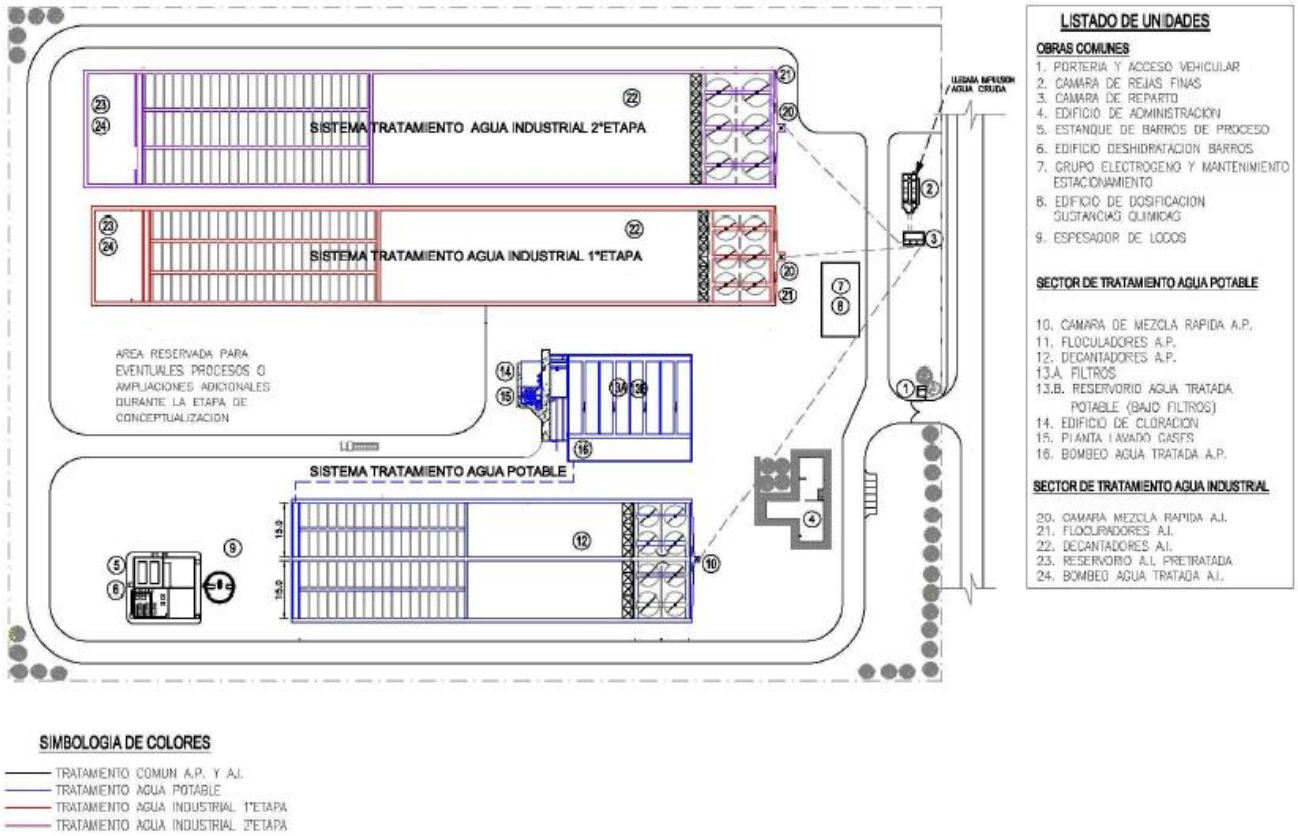


Figura 39: Esquema de la planta de tratamiento.
Fuente. Documento de visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010

- **Opción 3**

Con esta alternativa del acueducto se propone instalar dos aducciones independientes para cada tipo de consumo, el agua potable se distribuirá hacia los distintos centros poblados, Cabruta Santa Rita y Espino, mientras que el agua industrial solo se transportará a las poblaciones de Santa Rita y Espino en los que se planifica actividades industriales de índole petroleros.

Esta opción es similar a la anterior, pero presenta una variación ya que en función de la demanda de agua industrial requerida para la población de Santa Rita tiene gran diferencia entre los años 2025 y 2028, por lo que se presenta la posibilidad de realizar dos etapas para la aducción adaptadas a la demanda calculada, contando finalmente, con 2 sistemas de tuberías, acarreando mayor complejidad en la operación.

A continuación se esquematiza, a modo de referencia, el layout de la planta de tratamiento de agua necesaria para esta alternativa de aducción, proveniente de estudios similares (Visualización del Acueducto Mayor del Área Carabobo) ejecutados por PDVSA a través de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento.

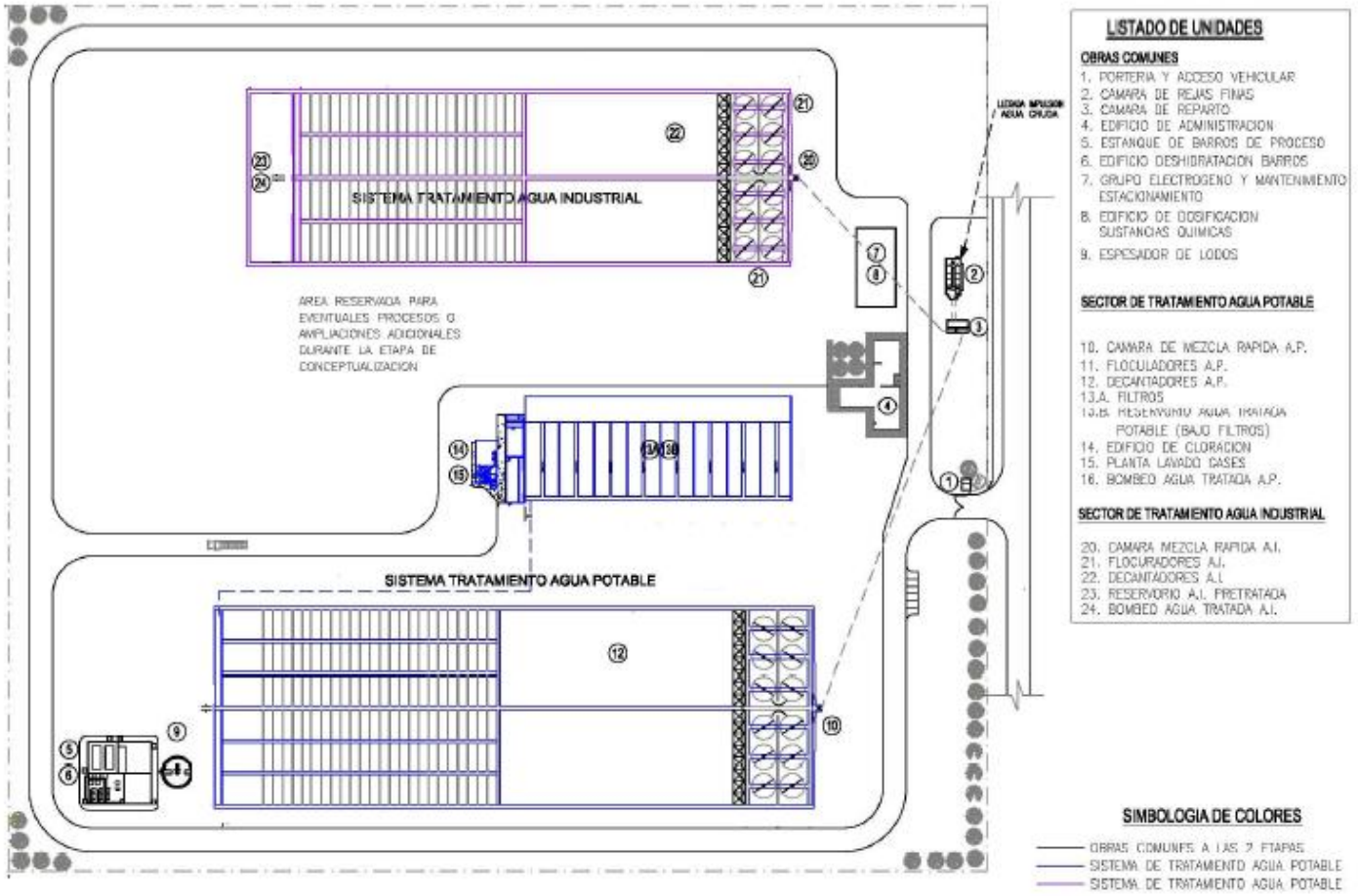


Figura 40: Esquema de la planta de tratamiento.
Fuente. Documento de visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010

- **Opción 4**

Esta opción plantea la instalación de una única aducción que transportará agua potable para todos los centros consumos (consumo humano e industrial), presentando la ventaja de reducir las etapas de construcción y operación. Al momento de ejecutar la etapa de construcción del acueducto se requerirá solo una zanja (en caso de elegirse ser enterrada la tubería), minimizando la afectación del terreno, la cual se muestra como aspecto favorable, así como también de requerir menor cantidad de mano de obra y las estaciones de rebombeo y la planta potabilizadora seria común. No obstante se requeriría una mayor inversión inicial.

En caso de producirse conexiones ilegales a lo largo del acueducto, por transportar agua potable, minimiza el riesgo de enfermedades.

De acuerdo a la cantidad de agua requerida por centro de consumo se elaboró un análisis hidráulico para determinar las dimensiones de las tuberías en cada tramo, la cual se resume en la siguiente tabla.

A continuación, a modo de referencia, se presenta el layout de la planta de tratamiento de agua necesaria para esta alternativa de aducción. Cabe destacar, que dicho esquema proviene de estudios similares (Visualización del Acueducto Mayor del Área Carabobo) ejecutados por PDVSA a través de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento.

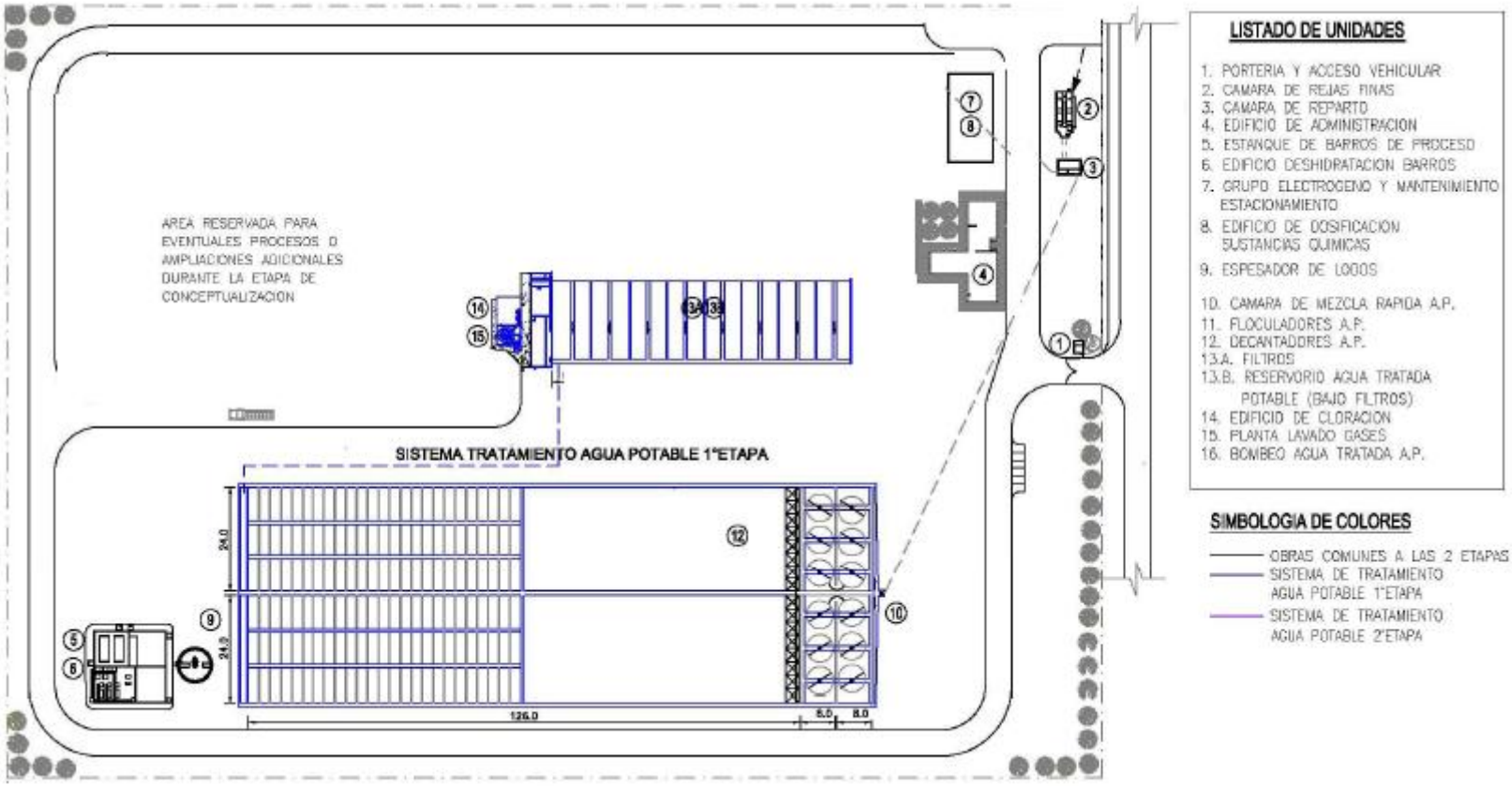


Figura 41: Esquema de la planta de tratamiento.
Fuente. Documento de visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010

- **Opción 5**

Con esta alternativa del acueducto se propone instalar dos aducciones independientes para cada tipo de consumo, el agua potable se distribuirá hacia los distintos centros poblados, Cabruta Santa Rita y Espino, mientras que el agua industrial solo se transportará a las poblaciones de Santa Rita y Espino en los que se planifica actividades industriales de índole petroleros.

De la misma manera, se anexa una tercera aducción de agua pretratada, motivo de la diferencia de caudal demandado entre los años 2025 al 2028, en los que se puede apreciar una demanda inicial de 547 l/s para el 2025 (mejorador y la planta de generación eléctrica) y de 3009 l/s para el año 2028 (refinería y petroquímica resultando una diferencia de 2500 l/s aproximadamente.

A continuación se esquematiza, a modo de referencia, el layout de la planta de tratamiento de agua necesaria para esta alternativa de aducción, proveniente de estudios similares (Visualización del Acueducto Mayor del Área Carabobo) ejecutados por PDVSA a través de la Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento.

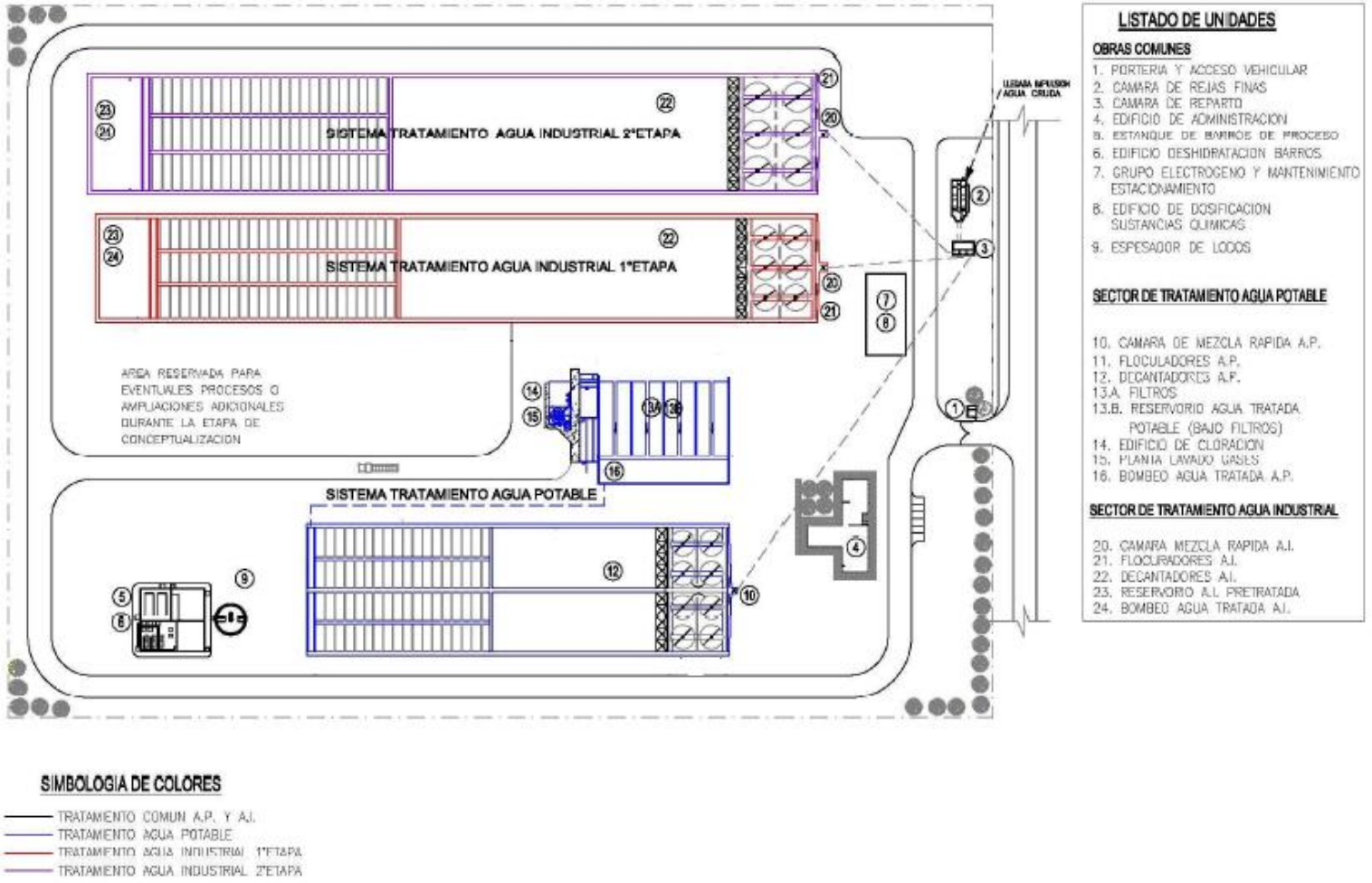


Figura 42: Esquema de la planta de tratamiento.
Fuente. Documento de visualización del Acueducto Mayor Carabobo. Evaluación de factibilidad técnica del proyecto. PDVSA 2010

Sistemas de servicios y “off-sites”

Al momento de la construcción del acueducto será necesario contar con servicios que apoyarán la ejecución de la obra, tales como: espacio físico, materiales, bienes, electricidad, agua (potable e industrial), entre otros. A continuación se describen algunas categorías.

- Servicio eléctrico:

El servicio eléctrico es fundamental para el funcionamiento del acueducto y así mantener los indicadores de continuidad y cobertura desde el punto de captación hacia cada centro de consumo mediante la instalación de estaciones de bombeo a lo largo del trazado, sin obviar las instalaciones auxiliares. Las potencias de cada estación de bombeo serán determinantes para estimar el consumo eléctrico de la obra.

De acuerdo a la opción de configuración del acueducto elegida, se presenta la cantidad de plantas de pretratamiento y de potabilización del agua, necesitando ineludiblemente el servicio eléctrico para garantizar el pleno funcionamiento de sus procesos.

- Espacio físico:

Es necesario conocer previamente las condiciones y características del suelo en el cual se construirá el acueducto, debido a que de este dependerá el éxito del proyecto.

Así mismo contar con la disponibilidad alojamiento de la mano de obra foránea que trabajará en la ejecución de la obra.

- Servicio de agua:

Durante la ejecución de la obra es preciso contar con provisiones de agua, bien sea industrial o potable. El agua industrial será destinada para las actividades de construcción de los componentes necesarios del acueducto.

Adicionalmente, se requieren pruebas hidráulicas en el acueducto para verificar el estado de las juntas, accesorios y elementos del mismo por lo que se requerirá del servicio.

Interrelación con otros proyectos de la Faja

Sabiendo que el servicio que busca abastecer con este proyecto es el servicio de agua para usuarios diferentes, humano e industrial, es preciso conocer de qué manera está vinculado cronológica y funcionalmente el Acueducto Mayor del Área Boyacá en los planes de la Faja. Es asi como se elaborò el siguiente esquema, en el que se indican cronológicamente cada proyecto.

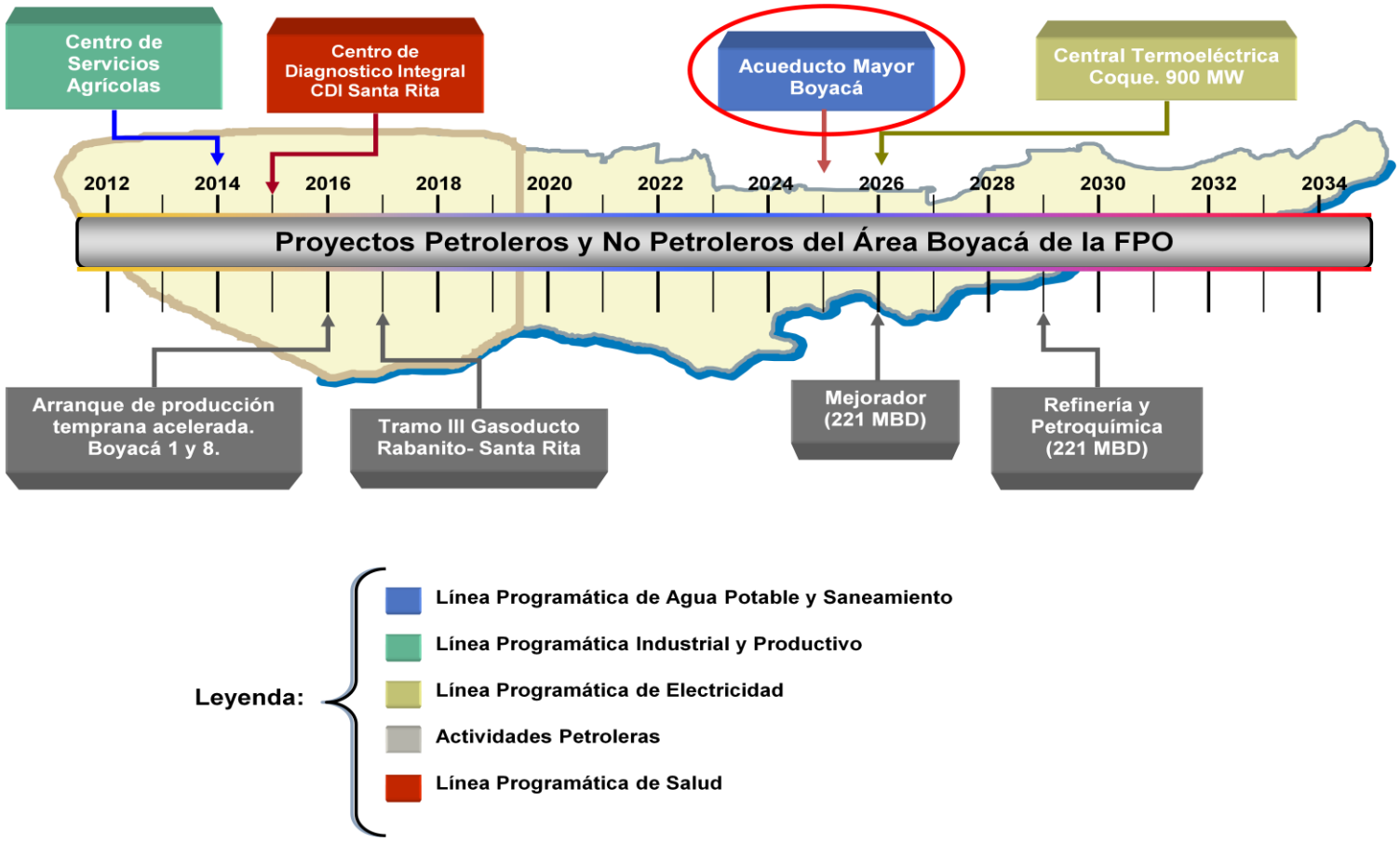


Figura 43: Cronograma de arranque de proyectos petroleros y no petroleros de Área Boyacá de la FPO
Fuente: Elaboración propia

Aspectos socioculturales y ambientales

El estudio de aspectos socioculturales y ambientales, se inicia elaborando un análisis en el marco de la fase de visualización, de las variables ambientales influyentes, en base a al análisis de información existente sobre caracterización ambiental del Área Boyacá (Clima e hidrología), según estudio elaborado por el MPPPAmb y el Laboratorio Nacional de Hidraulica.

Igualmente, se realiza un análisis demográfico de la región, en función a los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadistica (INE) en su Censo 2001. Asimismo, se identifican las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo en el área de estudio, sin olvidar las actividades de recreación y folklore.

Caracterización ambiental

En el punto, se abordarán aspectos ambientales relevantes en el Área de estudio, se acudió a investigaciones previas con el fin de recaudar información de carácter ambiental, físico, socio-económico y cultural.

Caracterización físico-natural relevante

A continuación se describen aspectos físicos y ecológicos que se manifiestan en el área de estudio.

Aspectos climatológicos

La clasificación climática es utilizada para comprender como se comporta el clima en un determinado espacio, lo cual incide en las decisiones asociadas al manejo sustentable de este recurso. La mayoría de las clasificaciones climáticas, se basan en los factores que generan la diversidad climática;

como la circulación de la atmósfera, las masas de aire, la precipitación, la evaporación, la radiación solar, la insolación, la humedad relativa, entre otras. Existen también, las llamadas clasificaciones empíricas, basadas en elementos del clima, los cuales son combinados en índices, como el grado de aridez, temperatura y humedad, entre otros, normalmente considerando la altitud y la latitud. Dichos factores son interrelacionados con el tiempo, según sea el caso de días, meses y años, que conlleva a la caracterización espacial de un clima determinado en una región.

Tomando en consideración lo antes mencionado y basado en estudios realizados por el Ministerio del Ambiente (MPPAmb), el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y las Fuerzas Aéreas Venezolanas, se obtiene la siguiente información.

Tabla 17: Estaciones Metereológicas

Cuenca	Estación	Tipo	Serial	Estado	Org.	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
ALTA	Valle de la Pascua	C1	2584	GU	MA	09°15’	66°	150
	El Sombrero	PR	2469	GU	MA	09°23’00	67º03’20”	152
MEDIA	Toro Negro	C2	3506	GU	MA	08º22’40’’	66º14’30’’	88
	Estación de los Llanos	C1	3400	GU	MA	08°53’	67°19’	86
BAJA	Cabruta	C2	4500	GU	FP	07º40’	66º20’	65
	Musinacio	C1	4712	AN	MA	07º42’10’’	64º46’30’’	52

Donde: C1: Estación climática completa, C2: Estación climática ordinaria. Mide precipitación, temperatura, evaporación, viento, radiación e insolación. PR: Estación pluviométrica. Mide sólo lluvia. SB: Estación Sinóptica Terrestre. Mide todos los elementos. MA: Ministerio del Ambiente. FP: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. GU: Guárico.

Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita- Cabruta. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y las Fuerzas Aéreas Venezolanas. Junio 2009.

Estas estaciones fueron seleccionadas en función de las condiciones climáticas en toda la cuenca y el comportamiento de los diferentes elementos meteorológicos en las cuencas alta, media y baja, seleccionándose así las estaciones de Valle de la Pascua y El Sombrero como cuenca alta; Toro Negro y Estación Biológica Los Llanos como cuenca media y Cabruta y Musinacio como cuenca baja.

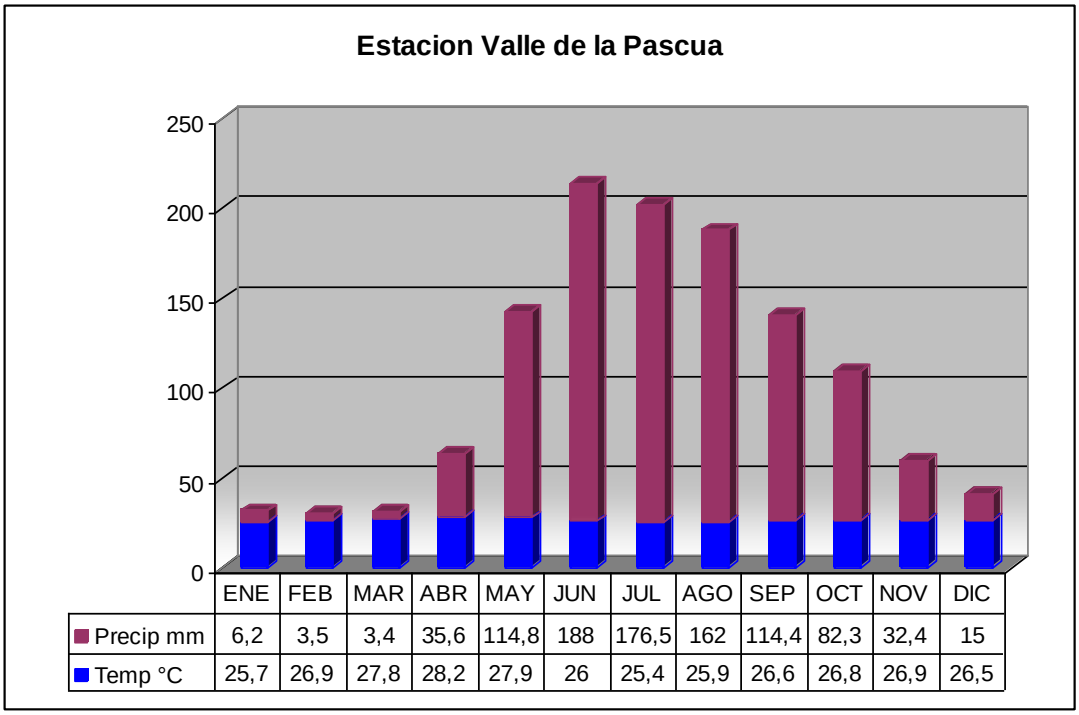
Por otra parte, se elaboró un análisis climatológico de cada estación de acuerdo a los elementos de precipitación, temperatura, evaporación, vientos y confort climático.

Comportamiento de la precipitación y la temperatura

En este punto se analiza el comportamiento de las cuencas altas, medias y bajas en relación con los elementos climáticos de precipitación y temperatura a lo largo del año, identificando los meses en donde se esta en presencia del periodo de sequía y humedad por medio de diagramas climáticos.

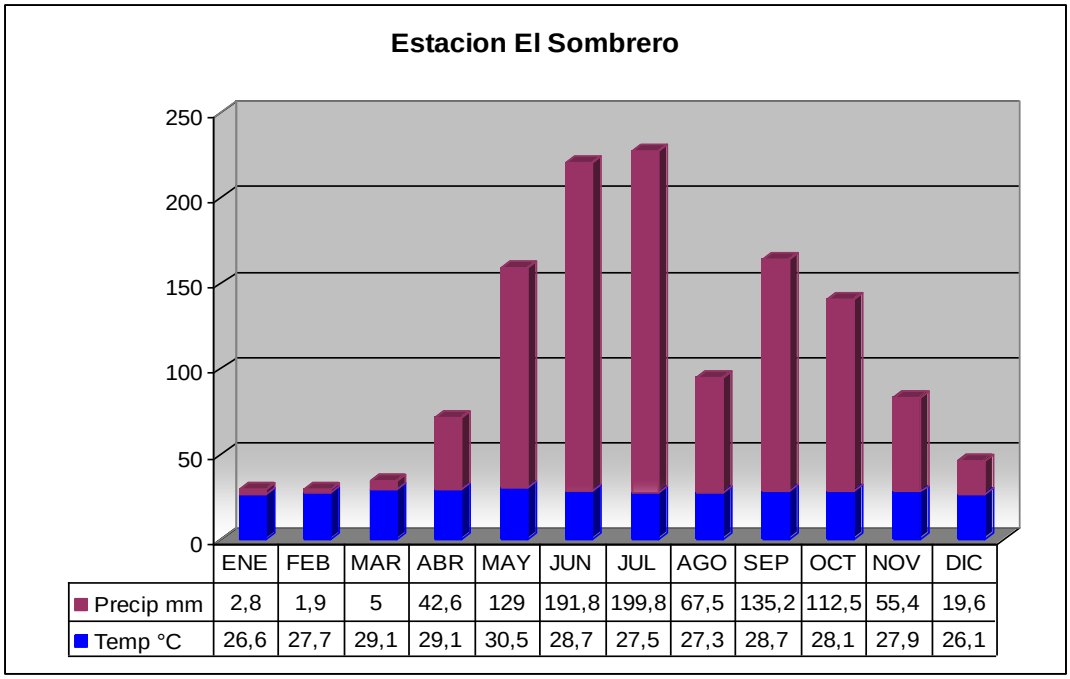
- **Cuenca Alta**

Se ilustran los climograma correspondientes a las estaciones de Valle de la Pascua y el Sombrero, los cuales atienden a las cuencas altas.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precip mm	6,2	3,5	3,4	35,6	114,8	188	176,5	162	114,4	82,3	32,4	15
Temp °C	25,7	26,9	27,8	28,2	27,9	26	25,4	25,9	26,6	26,8	26,9	26,5

Gráfico 9: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Valle de la Pascua.
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precip mm	2,8	1,9	5	42,6	129	191,8	199,8	67,5	135,2	112,5	55,4	19,6
Temp °C	26,6	27,7	29,1	29,1	30,5	28,7	27,5	27,3	28,7	28,1	27,9	26,1

Gráfico 10: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación El Sombrero
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

Realizando un análisis a los climogramas se puede observar las siguientes características: Se observan valores promedio de temperaturas de 27 ºC con un comportamiento estable. La amplitud térmica es de aprox. de 4 ºC, lo que define un clima isotérmico.

Se observan dos estaciones de precipitación: una seca de 6 meses (de Noviembre a Abril) con los menores valores en los meses de Enero, Febrero y Marzo, y una húmeda de 6 meses (de Mayo a Octubre) la cual concentra el 87% de la precipitación, registrándose los mayores valores en los meses de Junio y Julio.

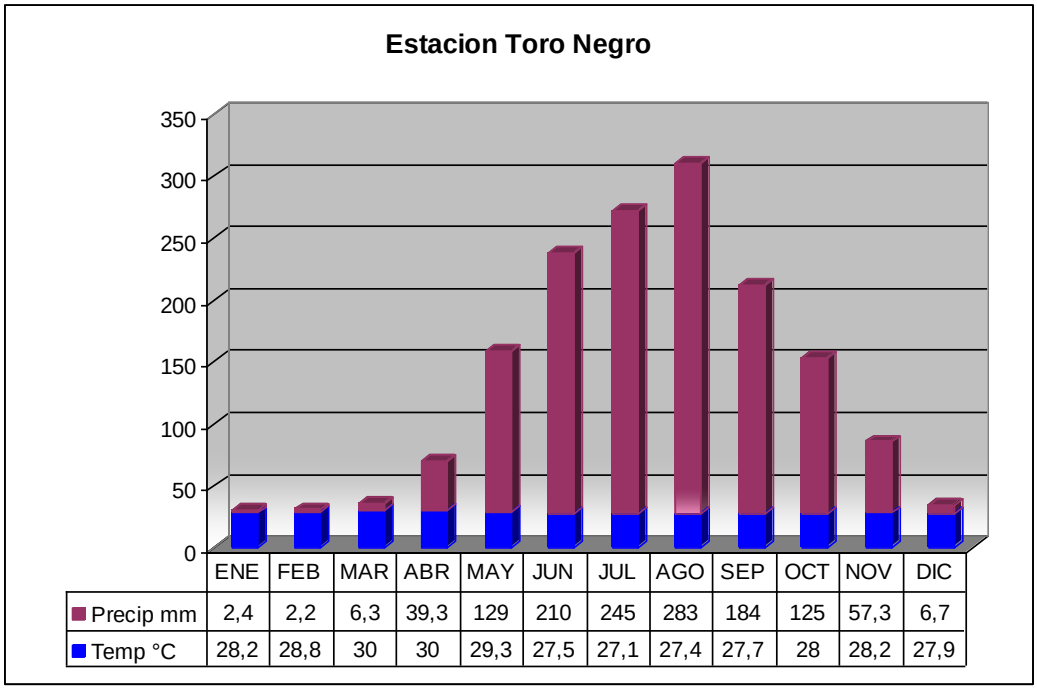
Las precipitaciones en la Estación Valle de la Pascua, presenta un punto máximo en el mes de Junio con un comportamiento unimodal.

Asimismo, entre los meses Enero y Marzo no existe variaciones significativas de precipitación en la que se muestra casi constante.

La Estación El Sombrero tiene un comportamiento bimodal, con sus máximos en el mes de Julio y otro en Septiembre, observándose también una caída significativa en el mes de Agosto.

- **Cuenca Media**

En esta región se estudia la estación Toro Negro, la cual es propia de la cuenca media.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precip mm	2,4	2,2	6,3	39,3	129	210	245	283	184	125	57,3	6,7
Temp °C	28,2	28,8	30	30	29,3	27,5	27,1	27,4	27,7	28	28,2	27,9

Gráfico 11: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Toro Negro.
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

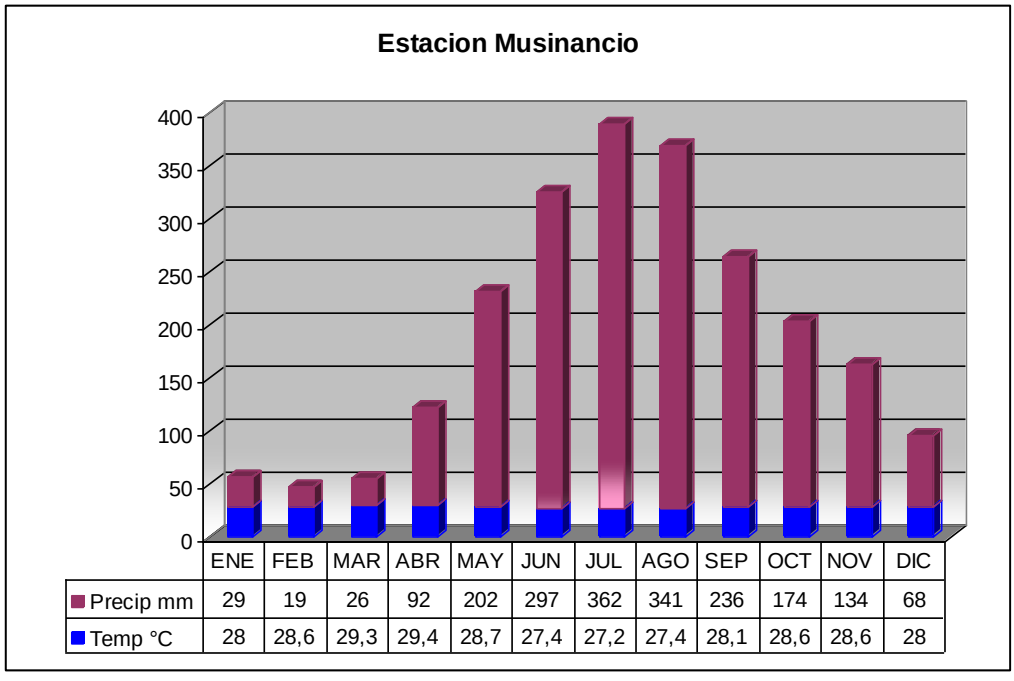
La estación Toro Negro se caracteriza por no presentar variaciones estacionales de temperatura bien definidas a través del año (clima isotérmico). Se observan altas temperaturas, con un promedio anual de 28,3

ºC, con una máxima y mínima media anual de 30 ºC y 27,1 ºC respectivamente.

La estación Toro Negro es variada en cuanto a precipitación, con un valor anual de 1.290,2 mm repartidos en dos estaciones, una seca, de 6 meses (Noviembre a Abril), presentando valores descendientes en los meses comprendidos entre Diciembre y Marzo y dos meses de transición correspondientes a Abril y Noviembre, y una estación húmeda de Mayo a Octubre, con un máximo en Agosto, con comportamiento unimodal.

- **Cuenca Baja**

Las cuencas bajas presentes en la zona de estudio son Cabruta y Musinancio. Si bien esta última no corresponde al Área Boyacá, se toma como referencia para analizar el comportamiento de los llanos bajos debido a que la estación Cabruta no se reportan valores de temperatura.



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precip mm	29	19	26	92	202	297	362	341	236	174	134	68
Temp °C	28	28,6	29,3	29,4	28,7	27,4	27,2	27,4	28,1	28,6	28,6	28

Gráfico 12: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Musinancio.
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-

Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

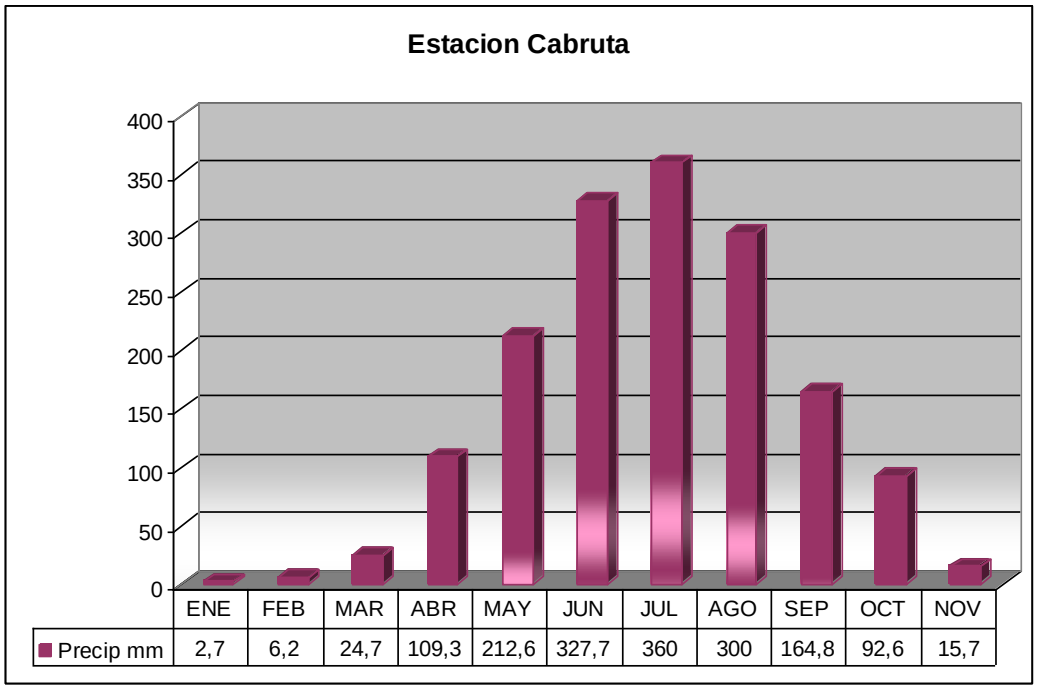


Gráfico 13: Comportamiento de la precipitación y temperatura de la Estación Cabruta.
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

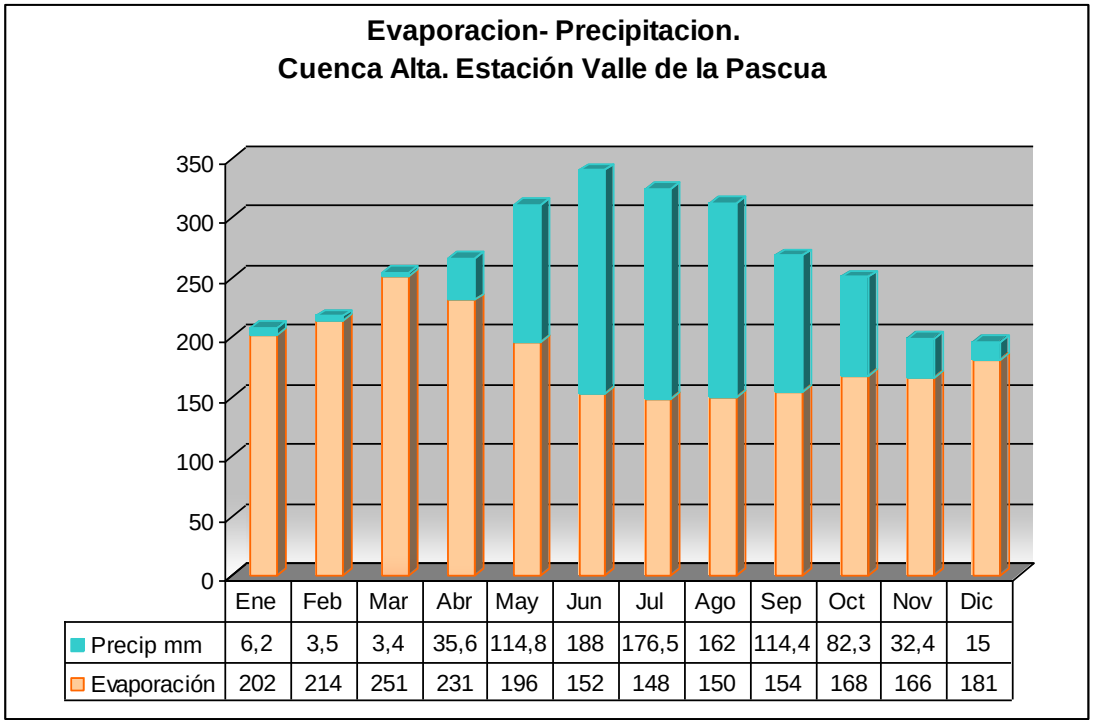
Al comparar ambos diagramas climáticos (grafico 12, 13), se puede observar que el clima es isotérmico con una amplitud térmica menor que en cuenca media y alta, de 2.2 ºC. Presentan altas temperaturas, con un promedio anual de 28 ºC, con una máxima y mínima media anual de 29.4 ºC y 27,2 ºC respectivamente.

La precipitación, con un promedio anual de 1.627,7 mm, en Cabruta y 1.980 mm en Musinacio. Tomando a la estación de Cabruta como referencia para definir los períodos de humedad y sequía, se observa que el total de la precipitación se reparte en dos estaciones bien marcadas, una seca, de 5

meses, de Noviembre a Marzo, con los menores valores registrados en los meses de Enero y Febrero, y una estación húmeda de Abril a Octubre, con un máximo en Julio, correspondiéndose a un régimen unimodal.

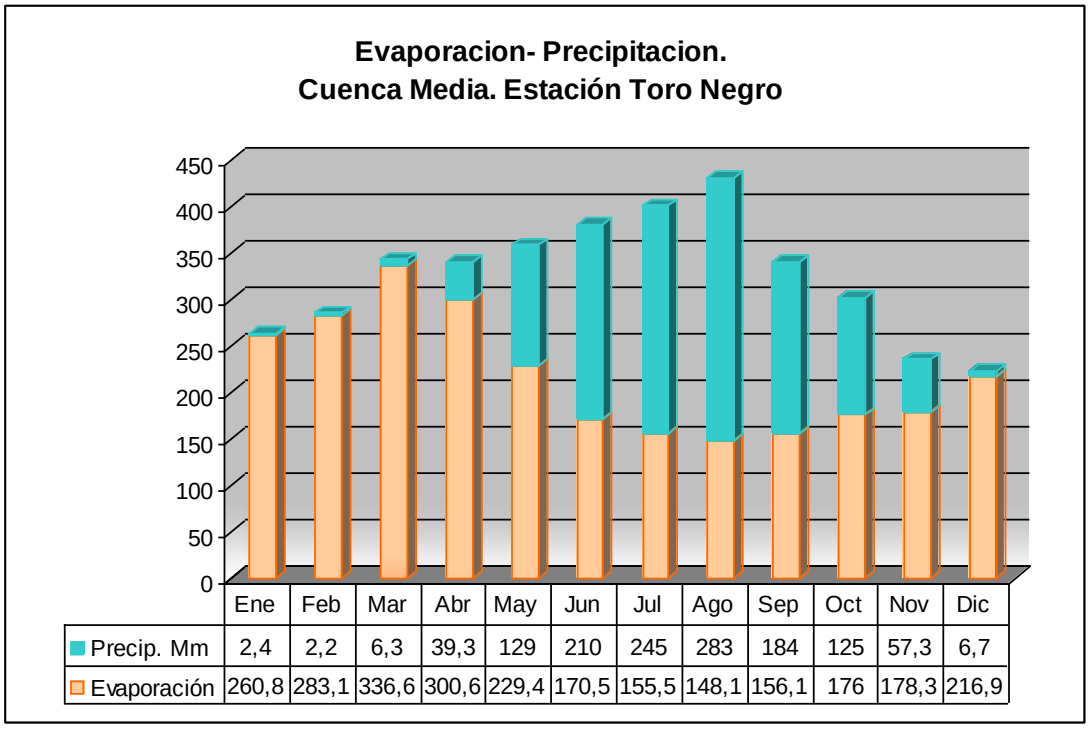
b) Relación Evaporación – Precipitación

La evaporación y precipitación son relevantes en el ámbito climatológico, es por ello que se realiza una comparación entre ambos elementos se obtiene el comportamiento del agua en la zona. Se analizan igualmente, las cuencas altas medias y bajas de la región, como referencia las estaciones de Valle de La Pascua para cuenca alta, Toro Negro para cuenca media y Musinacio para cuenca baja, debido a la carencia de registros en la estación de Cabruta. (Ver grafico 14, 15 7 16).



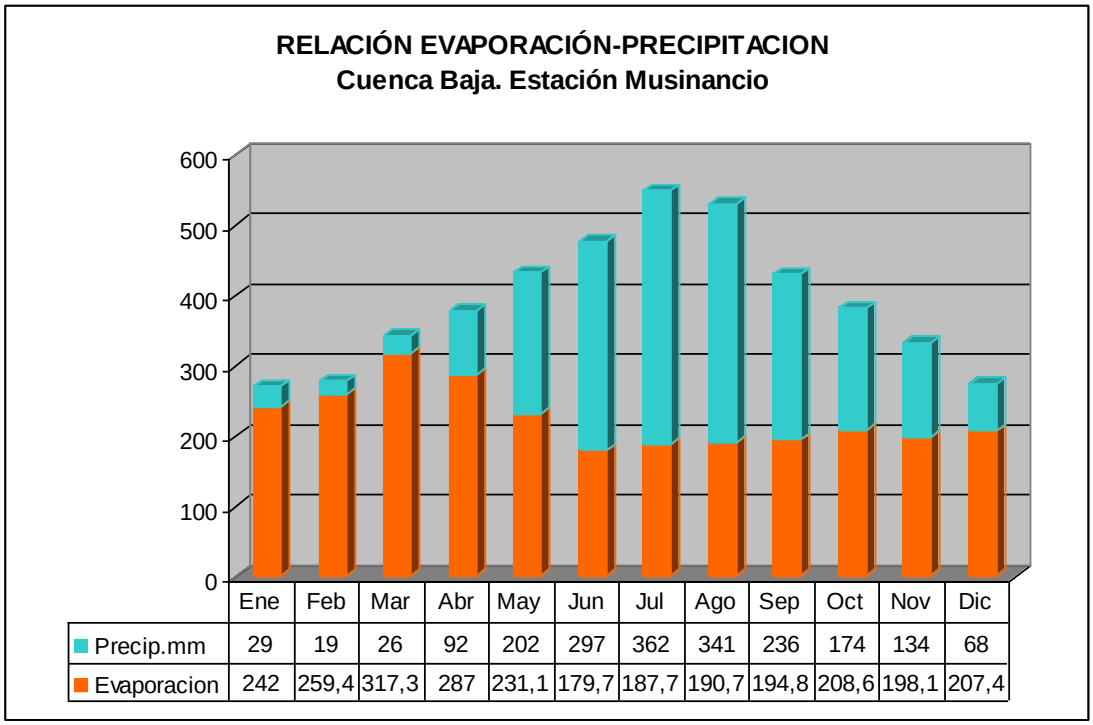
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precip mm	6,2	3,5	3,4	35,6	114,8	188	176,5	162	114,4	82,3	32,4	15
Evaporación	202	214	251	231	196	152	148	150	154	168	166	181

Gráfico 14: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Valle de la Pascua.
Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precip. Mm	2,4	2,2	6,3	39,3	129	210	245	283	184	125	57,3	6,7
Evaporación	260,8	283,1	336,6	300,6	229,4	170,5	155,5	148,1	156,1	176	178,3	216,9

Gráfico 15: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Toro Negro. Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.



	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Precip.mm	29	19	26	92	202	297	362	341	236	174	134	68
Evaporacion	242	259,4	317,3	287	231,1	179,7	187,7	190,7	194,8	208,6	198,1	207,4

Gráfico 16: Relación Evaporación-Precipitación de la Estación Musinancio. Fuente: Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

Se observa que las estaciones consideradas, reportan altos valores en cuanto a la evaporación en la región durante casi todo el año, lo que quiere decir, que existe en la región elevados niveles de radiación solar y bajos niveles de humedad. También se puede constatar que en los meses de junio, julio y agosto se registran mayores precipitaciones en las cuencas citadas.

Vientos

En el área de estudio existe un déficit de información en cuanto a los vientos de la región, por lo que fue preciso analizar los datos de este elemento de la estación Musinancio, ubicada en. (Ver tabla 2).

Tabla 18: Velocidad promedio del viento (km/h) Estación Musinacio

Estación Musinancio													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Velocidad (Km/h)	13,8	14,9	15,3	13,8	10,9	9,6	8,9	8,1	8,2	8,7	10,4	12,3	11,2

Fuente: Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009.

De acuerdo a los datos reportados en la estación, la velocidad de los vientos tiene un promedio anual de 11,2 Km/h, observándose una disminución de los mismos entre los meses de Junio a Octubre, durante la temporada de lluvias.

Una característica importante de este elemento es que la dirección es de este – noreste predominante, de acuerdo al comportamiento de los vientos alisios en nuestro territorio, lo que se evidencia en la dirección adoptada de las dunas constituidas por arenas, cuyo agente de transporte es el viento.

La dirección de este elemento puede sufrir algunas modificaciones de su trayectoria por efecto del relieve local, aunque por tratarse de áreas planas en general donde se ubican los centros poblados, no existen relieves importantes que cambien esta trayectoria. Sin embargo, la población de Cabruta es la única en la región donde el viento puede tener variaciones por la presencia colinas de diversas alturas.

El Clima como confort humano

El confort es un elemento indispensable en la vida de todo ser humano e influye directamente en estado ideal para que una persona. Una variable que determina el confort humano es el clima con los elementos presentes en el mismo como la temperatura y humedad relativa.

La Organización de Naciones Unidas (ONU), estipuló una serie de normativas y requerimientos en los que se definen los rangos de confort humano, en cuanto a los parámetros de humedad relativa y temperatura media anual, los cuales deben oscilar entre 70% y 100% y 22ºC a 27ºC respectivamente.

A continuación se presentan las Tablas 3, 4 y 5 en las que muestran los valores relacionados con la humedad relativa y temperatura, registrados en las estaciones correspondientes al área de estudio por cuenca alta, media y baja.

Cuenca alta

Con esta estación se infieren las condiciones del centro poblado Las Mercedes del Llano. (Ver tabla 19).

Tabla 19: Humedad relativa y temperatura. Estación Valle de la Pascua

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Humedad Relativa (%)	71	68	66	68	71	79	80	80	80	79	77	74	74,41
Temperatura (°C)	25,7	26,9	27,8	28,2	27,9	26	25,4	25,9	26,6	26,8	26,9	26,5	26,71

Fuente: Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009. Datos del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología

Como se puede observar en la Estación Valle de la Pascua los valores de temperatura media anual son 26.71°C estando fuera de los rangos reglamentarios por 2 puntos. En cambio, la humedad relativa se encuentra entre los límites requeridos por la organización, calculándose un valor medio anual de 74.41%.

Igualmente se conocen los valores de la velocidad del viento, observándose que los mismos se encuentran en los rangos entre 12 a 19

Km./h (escala de vientos de Beaufort) considerado como brisa débil, suave pero constante, observándose por otra parte que en época de lluvia los vientos son menos fuertes, aumentando la humedad relativa y manteniéndose más o menos constante la temperatura, de lo que se deriva que las condiciones de confort disminuyen en la temporada de lluvia correspondiente a los meses de Mayo a Octubre.

- **Cuenca Media**

Se toma como referencia a la Estación Los Llanos para evidenciar el comportamiento de la humedad relativa y temperatura en Santa Rita correspondiente a la Cuenca Media del área de interés.

Tabla 20: Humedad relativa y temperatura. Estación Los Llanos.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Humedad Relativa (%)	60	57	54	58	70	76	79	81	80	77	74	66	**69,3**
Temperatura (°C)	27,7	28,5	29,8	29,5	28,1	26,5	26,1	26,2	26,5	27	27,4	27,4	**27,5**

Fuente: Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009. Datos del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología.

Realizando una comparación entre los valores registrados en la Estación Los Llanos (tabla 4) y la Estación Musinancio (Tabla 5), se puede notar que tienen un comportamiento similar en cuanto a la humedad relativa se refiere, observándose poca variación entre los meses de enero a abril.

Asimismo, el valor promedio anual de temperatura °C varía de manera poco significativa; 27,5 en Estación Los Llanos y 27,6 en la Estación Musinancio, igualmente a lo largo de todo el año.

- **Cuenca Baja**

Debido al déficit de información en la población de Cabruta, se toma como referencia la estación Musinancio en la que se observan los siguientes valores asociados a la humedad relativa y temperatura en °C.

Tabla 21: Humedad relativa y temperatura. Estación Musinancio

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Humedad Relativa (%)	60	57	56	58	62	71	70	70	70	68	68	65	**64,5**
Temperatura (°C)	27,3	27,9	28,7	28,9	28,2	26,7	26,5	26,9	27,7	27,9	27,8	27,2	**27,6**

Fuente: Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009. Datos del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología.

En esta estación los valores de humedad anual se encuentran bajos con respecto a los estipulados por la ONU. Solo de Junio a Septiembre se encuentran dentro de los rangos normales. Evaluando la temperatura anual se encuentra elevada por tres puntos, notándose que a los largo del año el comportamiento es similar.

c) El Clima como amenaza

Las condiciones climáticas, y dentro de ellas principalmente la precipitación, constituyen un factor desencadenante de amenazas en cuando estos procesos se activan en áreas ocupadas.

En cuanto a los centros poblados en estudio, las condiciones de precipitación pueden generar tres tipos de procesos:

- Procesos erosivos que van desde una erosión difusa, laminar hasta concentrada en surcos y cárcavas.
- Erosión lineal por retroceso de las cabeceras de los cursos de agua que inciden en el desmantelamiento de las posiciones más altas.

- Activación de los cursos de agua con problemas de desborde e inundaciones que van desde localizadas hasta generalizadas, las cuales pueden ser de corta a larga duración.

De acuerdo al comportamiento de las precipitaciones en el área, estos procesos pueden ocurrir principalmente entre los meses de Mayo a Octubre en cuenca alta y media afectando las poblaciones de Las Mercedes y Santa Rita, y de Abril a Octubre en cuenca baja donde se emplaza el centro poblado de Cabruta. Este último centro, por su ubicación en las márgenes del río Orinoco, puede verse afectado por el comportamiento de otras cuencas ubicadas aguas arriba, pertenecientes a la cuenca del Orinoco.

Hidrografía

En este punto se elabora una caracterización de las condiciones hidrológicas presentes en el área de interés tanto de aguas superficiales como subterráneas, con la finalidad de conocer las potencialidades de los acuíferos e identificación de áreas inundables los cuales puedan afectar el desarrollo y funcionalidad del Acueducto del Área de Boyacá.

Para las descripciones de las áreas inundables se consideraron los datos reportados durante los años 1911-1976, con el fin de identificar la existencia de amenazas en la zona. Para abordar la descripción de las aguas subterráneos se tomó en consideración los acuíferos identificados en estudios previos del MPPAmb y LHN

Aguas Superficiales

- **Río Orinoco**

El río Orinoco es uno de los ríos más largos de América, es el tercer río más caudaloso del Mundo, después del Amazonas y del Congo en África,

con un caudal promedio de unos 33.000 m^3/s, y es una fuente confiable para el abastecimiento de agua potable.

Con el propósito de realizar un análisis de la descripción del río, se manejan los datos correspondientes a los años 1988-2011 en los que se presentan los niveles máximos, mínimos y promedios anuales del río. Esta información fue medida y suministrada por el Instituto Nacional de Canalizaciones (INC) Gerencia Canal del Orinoco, División Base Caicara.

En el río Orinoco se segmenta un tramo denominado “El Jobal-Matanzas”, el cual, es un canal natural de 648.2 Km. de longitud. Es un tramo de navegación de Mayo-Enero (8 meses) con un modo de navegación diurna y nocturna, en el que pueden surcar embarcaciones de tipo tren gabarra de hasta 350 M de largo. Este tramo, esta a su vez fraccionado por sectores que restringen el canal del río. Para efectos del presente estudio, solo se analizará la sección Caicara-Cabruta, los cuales se localizan a 459 y 465 millas respectivamente (desde el punto de referencia “matanzas”), tal y como lo ilustra la figura 7.

Niveles máximos anuales

El río Orinoco en el tramo Caicara-Cabruta presenta características particulares en cuanto a los niveles máximos anuales. La gráfica que se muestra a continuación indica la variación anual del río Orinoco en ese segmento.

Según datos históricos de los niveles máximos mensuales del río Orinoco, se puede observar, que la variación del canal fluvial se mantiene con escasa diferencia entre los meses de enero–abril y empieza ascender hasta el mes de julio. Septiembre es el mes crítico del año en cuanto a los niveles máximos mensuales descendiendo dramáticamente a 23.72 m.

En cuanto a los niveles promedios mensuales según datos históricos y evaluaciones realizadas por el INC División Base Caicara, se reportó el punto crítico en el mes de septiembre, recuperándose rápidamente en los meses siguientes debido al inicio de la temporada de lluvia en la región.

Asimismo, el Río Orinoco en la sección Caicara en periodo de aguas bajas, tiene un comportamiento del caudal máximo de 10648,07 y mínimo de 4789,68 m^3/s para los años 1999 y 2000 respectivamente y en esta compuesta por arena fina y media.

Se reportó un caudal de 29283,89 m^3/s correspondiente al periodo de aguas medias ascendentes registrado en el año 2000. Está compuesta por arena fina a limo, arena fina y arena media.

De esta manera, se registró el caudal del rio en la sección Caicara en el periodo de aguas medias descendentes, arrojando un valor de 24674,92 m^3/s en el año 1999 y compuesto por arenas finas y medias.

Adicionalmente, se conoce un caudal de 38219,29 m^3/s para el año 2000, correspondiente al periodo de aguas altas. El rio en este periodo está compuesto por arenas finas y medias. En la sección de análisis de la oferta hídrica se puede observar a detalle el aforo del rio reportado por INC.

- **Río Manapire**

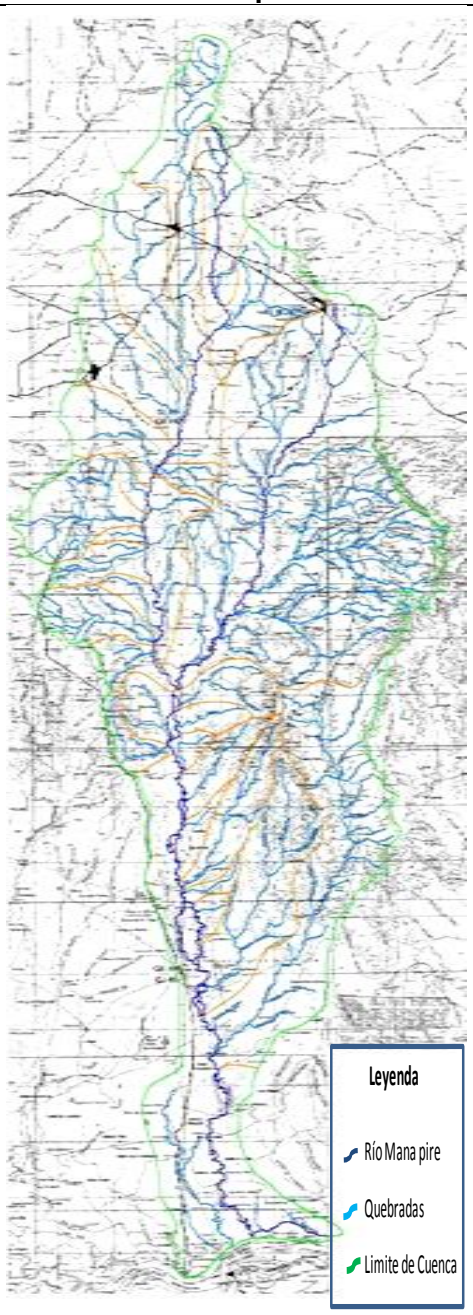
El río Manapire es la única cuenca del Área Boyacá. Esta conformado por numerosos ríos, quebradas, caños y morichales, los cuales drenan al río Orinoco. Este afluente de 2934 Km^2 de longitud, nace en las cercanías del Cerro Chipinche, a 190 msnm, en el municipio Las Mercedes del estado Guárico, su recorrido es de norte-sur, para luego descargar en el río Orinoco a 23 msnm. Esta corriente tienen una pendiente promedio es 5 %.

Esta cuenca presenta una densidad de drenaje media, con subsectores de densidad baja. Al sur del área, la hidrografía cambia, la densidad del drenaje disminuye y el río Manapire se ramifica en diversos caños formando una planicie deltaica.

A continuación se esquematiza el río Manapire de acuerdo a los causes que lo conforman. El análisis de desarrolla mediante una división de derecha e izquierda, fraccionado a su vez, en cuencas altas, medias y bajas.

Entre sus afluentes, los más grandes se presentan en su margen izquierda, por las características de la cuenca, amplia en su margen izquierda y reducida en su margen derecha, con puntos donde se estrecha considerablemente, como a la altura del centro poblado Santa Rita. (Ver tabla 22).

Tabla 22: Caracterización del río Manapire de acuerdo a los causes que lo conforman en los márgenes derecha e izquierda.

SUBCUENCAS MARGEN DERECHA		SUBCUENCAS MARGEN IZQUIERDA
CUENCA ALTA Subcuenca Río Otocuna Subcuenca Qda. El Tigre Subcuenca Qda Los Negros Subcuenca Qda El Aceitito Subcuenca Qda Chaguaramas Subcuenca Qda. Barranca Subcuenca Qda. Calabocito El centro poblado Las Mercedes se emplazaen la cuenca de la quebrada Los Negros		**CUENCA ALTA** Subcuenca Qda La Tigresa Subcuenca Qda Los Aceites
CUENCA MEDIA Subcuenca Qda. Los Novillos Subcuenca Qda. La Ceiba Subcuenca Qda. Cocuiza Subcuenca Qda. Las Bombas Subcuenca Qda. Santa Clara En el área donde se emplaza el centro poblado Santa Rita la cuenca del Manpire se estrecha considerablemente, reduciéndose a las áreas ubicadas en las divisorias de aguas entre los ríos Manapire y Aguaro y un angosto glacis de erosión disectado por pequeños entallamientos de quebradas que drenan directamente al Manapire. Este comportamiento se observa hasta el sur de Santa Rita donde se abre una llanura, donde los cursos de agua tanto quebradas como morichales que se observan pertenecen a la cuenca del río Aguaro.		**CUENCA MEDIA** Subcuenca Qda La Pascua Altamente ramificada con numerosos ríos y quebradas afluentes, que han sido los responsables del desmantelamiento en colinas de la altiplanicie de mesa. Tiene sus nacientes en los restos de mesa al sur de Valle de la Pascua. Algunos de sus río y quebradas afluentes tienen sus nacientes en las mesas disectadas de la Sierra del Andaluz y en menor proporción en la mesa Malena (el mayor relicto de mesa conservada en el área). Subcuenca Qda Melendre Subcuenca Qda San Antonio Subcuenca Qda La Hermana Subcuenca Qda Caiman Subcuenca Qda Palenque Subcuenca Qda Riecito Subcuenca Qda Quebradon Subcuenca Río Riecito (Cuatro morichales afluentes) Subcuenca Río Espino
CUENCA BAJA Muy baja densidad de drenaje, sin cuencas definidas cursos de agua con comportamiento típico de planicie de desborde y fluviodeltaica.		**CUENCA BAJA** Muy baja densidad de drenaje, sin cuencas definidas cursos de agua con comportamiento típico de planicie de desborde y fluviodeltaica.

Fuente: Capitulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009. Datos del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología.

Áreas Inundables

Las áreas inundables en la región se ilustran mediante la figura 2, suministrada por el MPPPAmb (1985). Se observa que en la cuenca del Manapire hay una franja ubicada en su margen derecha, que de acuerdo a este estudio no está sujeta a inundaciones.

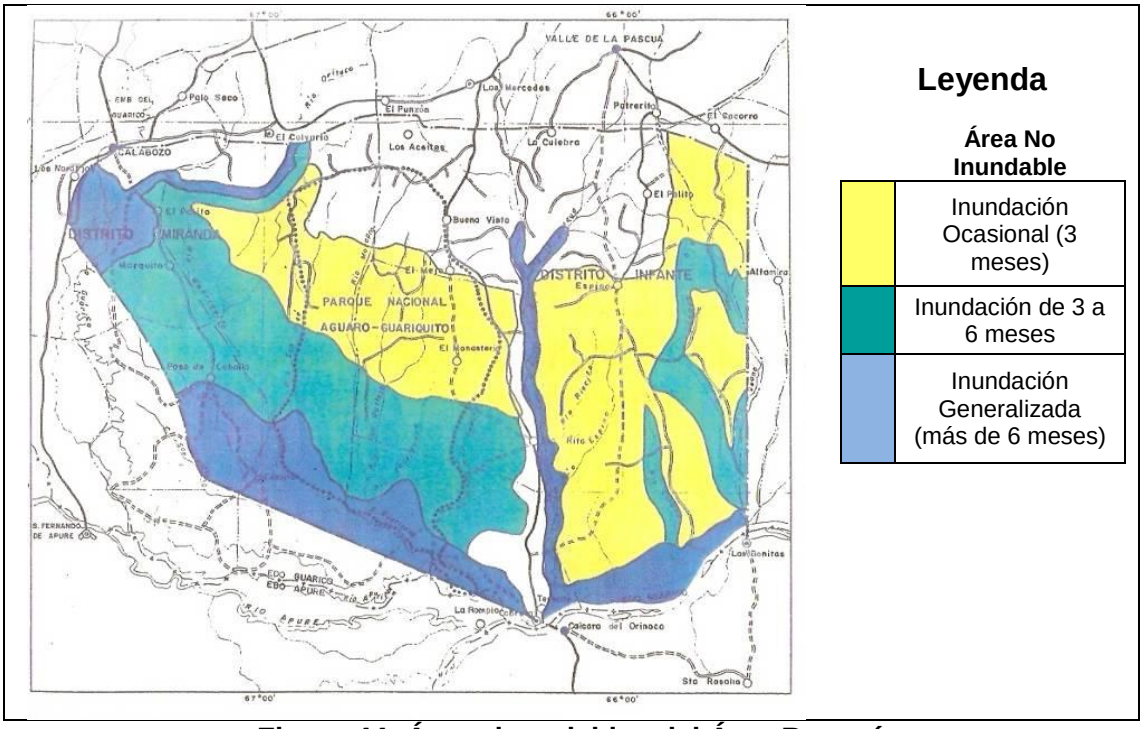


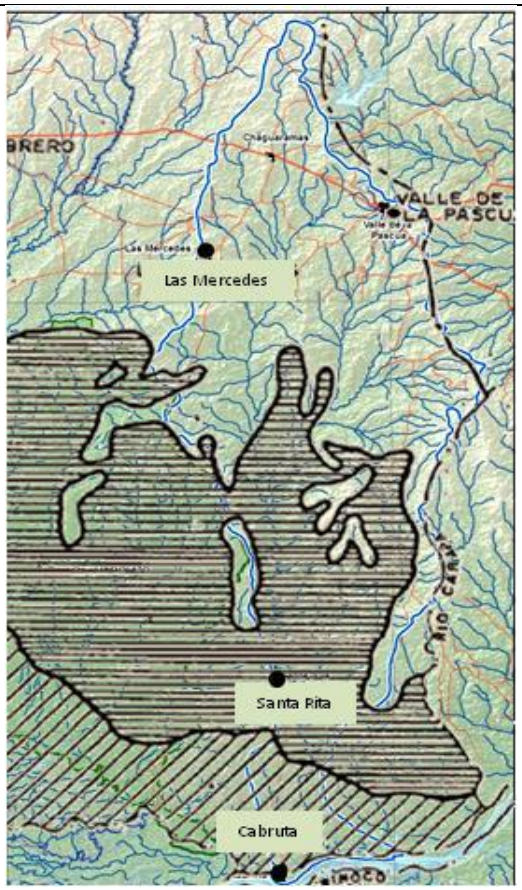
Figura 44: Áreas inundables del Área Boyacá
Fuente: Esquema de Ordenamiento Territorial de la Faja Petrolífera del Orinoco del Ministerio del Ambiente tomada de el estudio de Sensibilidad Ambiental del Sector Machete, 1985.

a) Aguas Subterráneas

Para tener una visión general del comportamiento de aguas subterráneas y la existencia de acuíferos en la zona se tomo como referencia

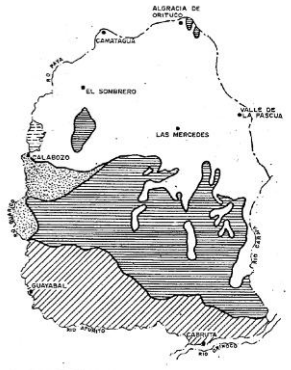
el mapa litológico de acuíferos realizado por COPLANARH (1973) en CENIAP.

De acuerdo a este estudio se observa que la cuenca alta donde se emplaza el centro poblado Las Mercedes es de pobre a muy pobre en cuanto a la presencia de acuíferos. En la cuenca media el estudio reporta importantes recursos de acuíferos, mientras que en cuenca baja está identificado como inundable, no especificando el potencial de acuíferos señalándose como áreas inundables. (Ver figura 45).



Leyenda		
Clasificación de Acuífero		**Escurrimiento Subterráneo m3/km/año**
	Pobre y muy Pobre	30.000 – 3.000
	Importante	150.000
	Identificado como Inundable	Desconocido

Fuente: Publicación COPLANARH Nº 30, en CIDIAT (s/f)

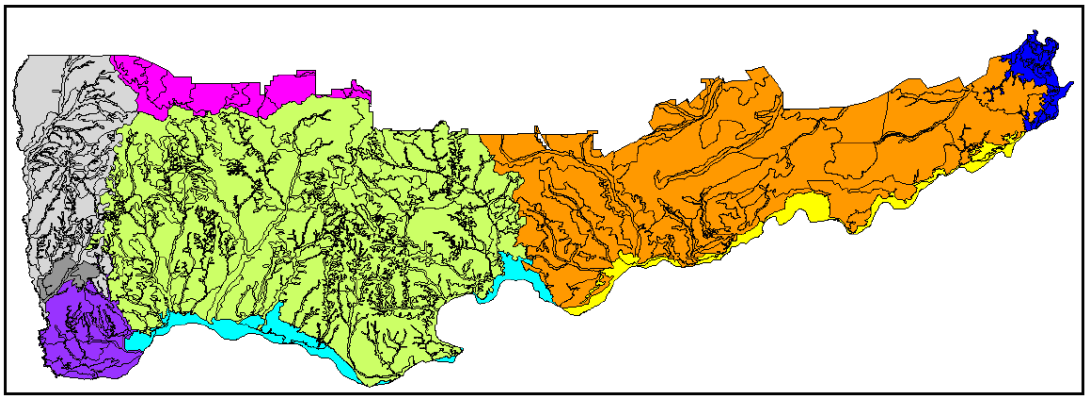


Fuente: Imagen Original del CENIAP (s/f)

Figura 45: Clasificación de los acuíferos presentes en el Área Boyacá de la FPO. Fuente: Capítulo III. Medio Físico. Con base en información del Ministerio del Ambiente. Dirección de Hidrología y Meteorología. Junio 2009 con base en CENIAP (s/f).

Sistemas Ecológicos

En la Faja Petrolífera del Orinoco la provincia ecológica se corresponde a una serie de provincias fisiográficas de Venezuela, en este caso Los Llanos, depresión de Unare y Delta del Orinoco. Las subregiones ecológicas que integran a la FPO son nueve (9): Llanos Centrales Altos (Ll1A, Llanos Centrales intermedios (Ll1I), Llanos Centrales Bajos (Ll1B), Llanos Centro Orientales Altos (Ll2A), Llanos Centro Orientales Bajos (Ll3B), cuenca alta del río Unare (DU) y Planicie Deltaica del Orinoco (DO), ver siguiente Figura.



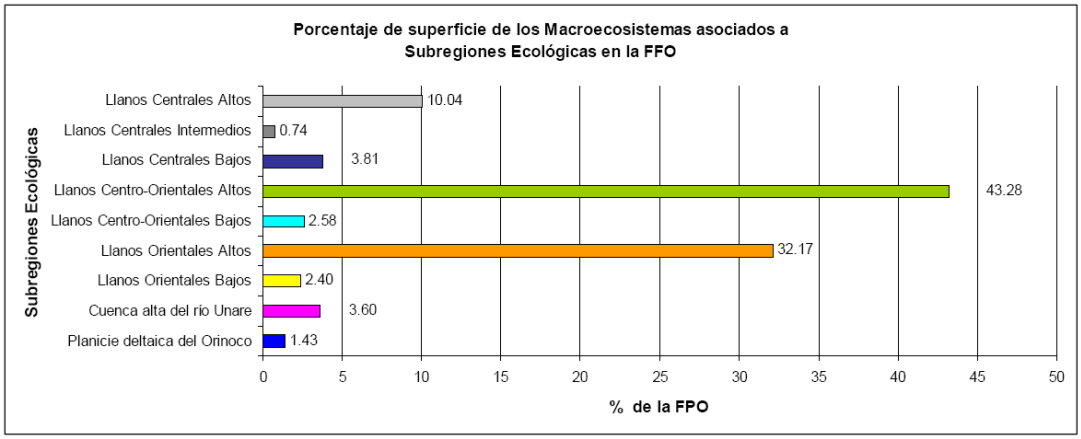


Figura 46: Subregiones ecológicas de la FPO
Fuente: Evaluación de los sistemas ecológicos de la FPO como base para el ordenamiento territorial. Sistemas Ecológicos Capitulo 12.

El Área Boyacá esta compuesto ecológicamente por las subregiones de Llanos Centrales Altos y por los Llanos Centrales Bajos y tal como lo indica la figura anterior, representan un 10.04% y 3.81% respectivamente de la superficie total de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Los Llanos Centrales Altos, están compuestos parcialmente por formaciones de Oligoceno al Mioceno, los cuales se extienden hasta la región de la depresión de Unare alternados con restos de la Formación la Masa. A esta subregión integrada por formaciones terciarias, se asocian coberturas vegetales naturales de bosques deciduos y semi siempreverdes presentándose diferentes tipos de sabana.

Por otra parte, en los Llanos Centrales Bajos dominan los matorrales siempreverdes y sabanas periódicamente inundables.

División político-territorial

El Área Boyacá de la Faja Petrolífera del Orinoco comprende desde el punto de vista político-territorial los municipios Leonardo Infante, Las Mercedes del estado Guarico y el municipio Cedeño bajo la jurisdicción del estado Bolívar. Asimismo, dentro de estas municipalidades se encuentran las poblaciones de Cabruta, Santa Rita y Espino, las cuales, serán abastecidas por el servicio del Acueducto planificado para la región.

El municipio Leonardo Infante se encuentra ubicado en la parte centro oriental del estado Guárico, su capital es Valle de la Pascua. Tiene una superficie de 10.613 km² cuya población estimada para el año 2011 cuente con 193.005 habitantes (CENSO INE, 2001). Es el segundo municipio en cuanto a población de Guárico. Dentro de su territorio se encuentra la parroquia Espino cuya capital es el centro poblado de su mismo nombre.

En cuanto al municipio Las Mercedes, su capital es la población de Las Mercedes. Tiene una superficie de 7.691 km² siendo el tercer municipio de mayor extensión del estado Guárico. De acuerdo a proyecciones del INE 2001, se estima que para 2011 su población sea de 31.825 habitantes. Éste municipio está conformado por 3 parroquias, Cabruta, Santa Rita de Manapire y Las Mercedes.

El municipio Cedeño es uno de los 11 municipios del estado Bolívar. Su capital de parroquia es la población Caicara del Orinoco. El municipio Cedeño tiene una extensión territorial de 46.020 km². De acuerdo a proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística, dicha municipalidad cuenta con 98.000 habitantes de acuerdo al Censo Nacional 2001, casi la misma cantidad de población que el Estado Amazonas.

Población en General

Premisas

La selección e identificación de los centros poblado que fueron incluidos al presente análisis, parte de la siguiente premisa:

Los municipios Leonardo Infante, Las Mercedes, Cedeño, son entidades que se encuentran inmersas geográficamente en el área. Sin embargo, se toma en consideración la población de Chaguarama, a pesar de no estar entre los límites establecidos del Área Boyacá, debido que está involucrada en los proyectos industriales que trabajarán en sinergia con las actividades petroleras a propósito del desarrollo de la Faja Petrolífera del Orinoco. Motivado a esto, se elabora la tabla8, que lista las locaciones elegidas.

Tabla 23: Principales centros poblados del Área Boyacá

Estado	Municipio	Centro Poblado
Guárico	Las Mercedes	Cabruta
		Santa Rita
		Las Mercedes
	Leonardo Infante	Valle de la Pascua
		Espino
	Chaguarama	Chaguarama
Bolívar	Cedeño	Caicara del Orinoco

Fuente: Elaboración Propia

Según censo del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2001), el estado Guárico reportó una población de 716.896 habitantes, cifra correspondiente al 2,7% del total de la población del país que contaba con 23.232.316 habitantes para el año 2001. La población total de los municipios considerados para el Área Boyacá alcanza a 122.142 habitantes, lo que representó para la fecha el 17% de la población total del estado Guárico.

A continuación se presenta la tabla 29, correspondiente al crecimiento poblacional de las principales entidades del Área Boyacá y su variación del año 2001 al 2011.

Tabla 24: Crecimiento poblacional de las principales entidades

Centro Poblado	ESTADO	MUNICIPIO	PARROQUIA	POBLACION TOTAL (HAB.)		
				Año 2001	Año 2011	Crecimiento
Santa Rita	Guárico	Las Mercedes	Santa Rita	1.018	2.555	151%
Cabruta	Guárico		Cabruta	5.520	8.450	53%
Las Mercedes	Guárico		Las Mercedes	14.513	19.269	33%
Valle De La Pascua	Guárico	Leonardo Infante	Valle De La Pascua	85.817	114.221	33%
Espino	Guárico		Espino	1.961	8.323	324%
Caicara Del Orinoco	Bolívar	Cedeño	Cedeño	6.916	52.272	656%
Chaguaramas	Guárico	Chaguaramas	Chaguaramas	6.397	14.161	121%
Total Población				**122.142**	**219.251**	80%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). Censo 2001

La tabla 24 ilustra un crecimiento poblacional natural del 80%, pasando de 122.142 habitantes para el año 2001 a 219.251 habitantes en el año 2011.

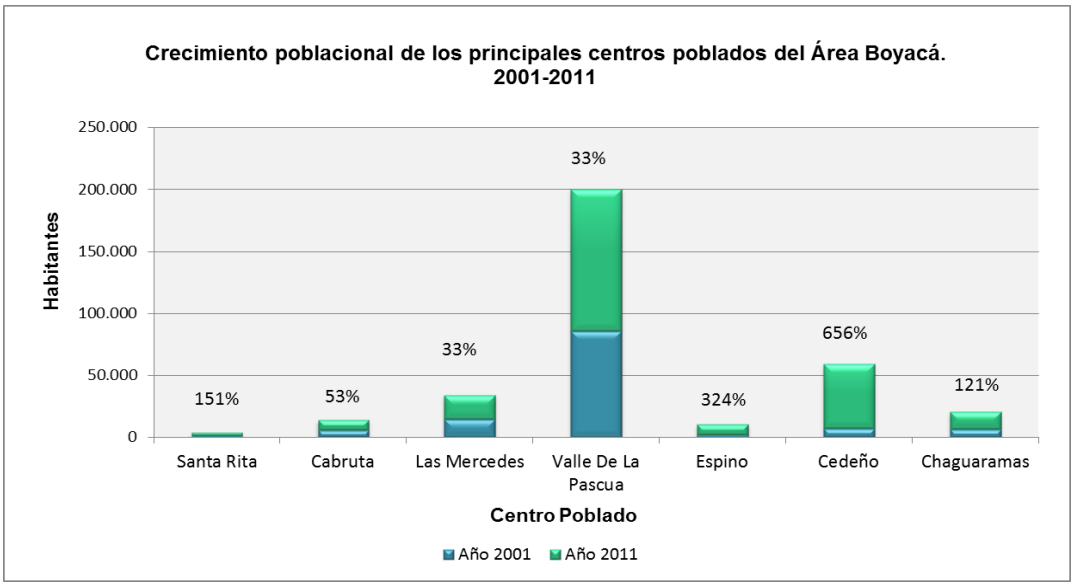


Gráfico 17: Crecimiento poblacional de los centros poblados del Área Boyacá. Año 2001-2011.
Fuente: Tabla 29.

Se observa en la gráfica 17, que la población de Caicara del Orinoco en el año 2011, tiene un mayor crecimiento poblacional pasando de 6.916 habitantes en el año 2001 a 52.272 habitantes para el 2011.

El abrupto crecimiento poblacional que presenta Caicara del Orinoco para el año 2011, con un 656%, puede ser atribuido a la construcción del Tercer Puente sobre el río Orinoco, que comunica Caicara del Orinoco con Cabruta, proyecto que lleva a cabo la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) bajo la administración y supervisión del el Gobierno Nacional, lo cual, a provocado la inmigración al sector.

Igualmente es notable, el crecimiento que se generó en la población de Espino, que contaba en un principio con 1.961 habitantes para luego tener 8.323 habitantes, aumentando 324 puntos porcentuales en el año 2011.

Población Indígena

Las comunidades indígenas del Área Boyacá están ubicadas en Caicara del Orinoco municipio Cedeño del estado Bolívar (ver figura 6). Tiene dentro de su área de expansión 5 comunidades de la etnia Jiwi con una población de 567 personas y 2 comunidades de la etnia E´ñepa con 92 personas. (Ver tabla 25).

Figura 47: Población Indígena Área Boyacá
Fuente: Informe pueblos Indígenas PSO Septiembre 2010

Tabla 25: Población Indígena en el Área Boyacá.

Etnia	COMUNIDAD	POBLACION TOTAL (HAB.)
Jiwi	Santa Inés de la Arenosa	91
	Agua Linda	105
	Los Caballos	54
	El Rincón de la Guayabita	185
	San Antonio de Raudalito	132
E´ñepa	Guabina	65
	San Pedro	27
Total Población (HAB.)		**659**

Fuente: Informe pueblos indígenas PSO. Septiembre 2010

La economía de las Comunidades Indígenas se centra en el sector primario, tal y como se muestra en la tabla 26.

Las actividades agrícolas, pesquera, ganaderas en forma extensiva con un nivel de subsistencia. Mayormente en las actividades agrícolas siembran maíz, yuca, yuca amarga, fríjol, patilla, batatas, en época de verano, en las actividades pecuarias, cría de vacunos y caprinos. También en pequeña escala producen artesanía, la cual venden para sus necesidades básicas.

Tabla 26: Actividad económicas por población indígena en el Área Boyacá.

PUEBLO INDIGENA	COMUNIDAD	ACTIVIDAD ECONOMÍCA
Jiwi	Santa Inés de la Arenosa	Siembra de pequeñas áreas de yuca y maíz.
	Los Caballos	Siembra en pequeña escala yuca y plátano.
	Rincón de la Guayabita	Siembra de maíz y plátano en pequeña escala
	San Antonio de Raudalito	Siembra yuca amarga, yuca dulce, batata, ocumo, hacen Mañoco pero no tienen trasporte para comercializar sus productos.
E´nepa	Guabina	Siembra en pequeña escala yuca, plátano, elaboran y venden artesanías.
	San Pedro	Siembran en pequeña escala Fríjol, yuca y plátano.

Fuente: Informe pueblos indígenas PSO.

Actividades económicas en el Área Boyacá

En el Área Boyacá se desarrollan actividades económicas de manera tradicional, en las que destacan el conuco, la pesca y la siembra de algodón.

El la actualidad, en el eje Las Mercedes – Santa Rita – Cabruta existe una población apegada a una cotidianidad y a conductas tradicionales que han sobrevivido adaptándose a los cambios, particularmente aquellos a los derivados de las políticas nacionales de vialidad, salud, educación y reforma agraria entre otros.

Actividades económicas en el Área Boyacá por sector productivo

Los sectores productivos, son las distintas categorías de la actividad económica que dependen del tipo de proceso que se desarrolla. Se distinguen tres grandes sectores denominados primario, secundario y terciario.

El en Área de Boyacá estos sectores productivos se llevan a cabo con las siguientes actividades: Sector primario: actividad, pecuaria, agrícola y pesquera. Sector secundario: actividad industrial. Sector terciario: actividad turística.

- **Sector Primario**

Las actividades económicas del sector primario predominantes en el Área de Boyacá en cuanto al uso de la tierra están distribuidas por el sector agrícola, pesquero y pecuario.

En la tabla 27 se presenta una medición de las actividades del sector, en el cual se indica la ubicación y descripción de la actividad en el área basando en la base del uso de la tierra en kilómetros cuadrados.

- **Actividad agrícola**

En el Área Boyacá, la agricultura es la base principal de la economía local. Se practica la siembra de arroz, maíz, frijol, berenjena, algodón, yuca, ocumo, entre otros rubros, ocupando 989,69 km^2 representando el 6,9% de extensión territorial (ver tabla 27).

La producción de algodón es el principal sustento en la región, pero los niveles de ganancia que deja esta actividad a quienes la desempeñan es escasa, dada la condición casi silvestre de esta producción y las condiciones naturales que depende en gran medida del río Orinoco.

La agricultura se lleva a cabo mediante distintas técnicas de cultivos como lo son: cultivos anuales mecanizados, agricultura de subsistencia, fruticultura y plantaciones, (ver figura 48).

Figura 48: Localización del sector agrícola en el Área de Boyacá.
Fuente: Memoria Descriptiva del Acueducto de Boyacá. Noviembre de 2010

- **Actividad Pecuaria**

La actividad pecuaria perteneciente al sector primario. La actividad pecuaria en el Área de Boyacá es realizada bajo diferentes sistemas (ver figura 9), que pueden dividirse según muy distintos criterios de clasificación: según se pretenda obtener el máximo rendimiento (ganadería extensiva, semi-intensiva e intensiva) y según método y objetivos (cultivos anuales mecanizados).

- **Pesca**

La actividad pesquera es llevada a cabo en las poblaciones de Caicara del Orinoco y Cabruta. Las especies de mayor captura son: pavón,

dorado, curvinata, cachama, cajaro, morocoto, bagre, rayado, blanco pobre y laulau. La pesca es una actividad económica importante en el área de Boyacá. Cabe destacar, que el principal puerto industrial de pescado de agua dulce del país se localiza en Cabruta, siendo este, nudo de traslado de mercancías y pasajeros con destino al estado Bolívar.

La pesca puede efectuarse todo el año, no obstante, hay una estacionalidad muy marcada a lo largo del ciclo anual, con rendimientos o niveles de abundancia máximos entre los meses de noviembre a abril del siguiente año (estación seca), cuando la disminución del caudal en el canal principal y las lagunas, facilitan las capturas, obteniéndose los mejores rendimientos.

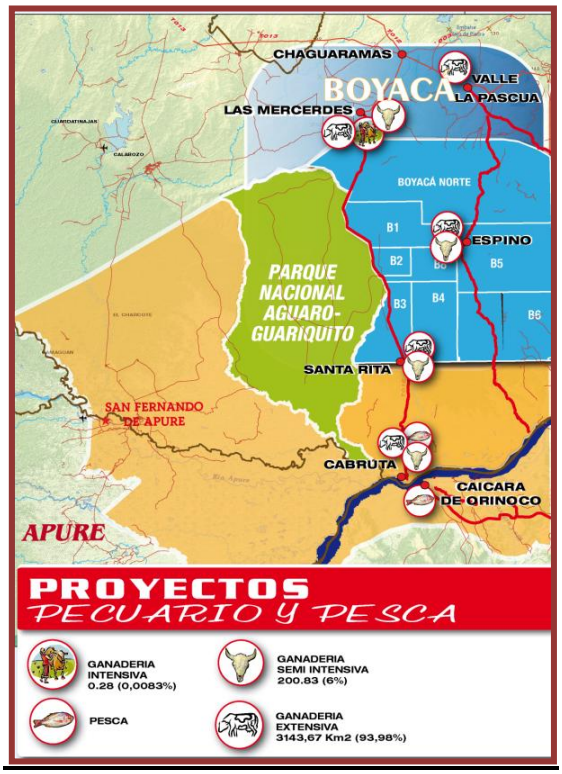


Figura 49: Sector pecuario y pesca en el Área de Boyacá.
Fuente: Memoria Descriptiva de Boyacá.

Tabla 27: Actividades correspondientes al sector primario desarrollados en el Área Boyacá (km^2)

Área Boyacá					
Sector Primario					
Actividad	**Técnica de Cultivo**	**Descripción**	**Ubicación en el Área**	**Producto**	**Extensión territorial**
Agrícola	**Cultivos Anuales Mecanizados**	Se maneja la tierra para la producción de rubros, aplicando alta tecnología para la siembra, mantenimiento y cosecha.	Espino, Cabruta Valle de La Pascua y Las Mercedes del Llano.	Arroz, Maíz y Sorgo .	893,5 Km^2
	Agricultura de subsistencia	Se realiza en conucos sedentarios y huertas familiares.	Espino.	Ají, Auyama, Batata, Berenjena, Caraota, Fríjol, Maíz, Ocumo, Pepino, Quimbombó, Ñame, Yuca y Onoto.	56,1 Km^2
	Fruticultura	Cultivo de rubros frutales.	Santa Rita y Espino.	Aguacate, Cambur, Ciruela De Huesito, Guanábana, Guayaba, Hicaco, Lechosa, Limón, Mamón, Mandarina, Mango, Merey, Naranja, Níspero, Onoto, Parchita, Piña, Plátano, Tamarindo y Uva.	39,44 km^2
	Plantaciones	Se refiere a la siembra y cosecha de cultivos.	Espino y Santa Rita.	Coco, Cacao, Café y Caña de Azúcar.	0,66 km^2

Pecuaria	**Ganadería Extensiva**	Grandes dimensiones de terreno dedicado al crecimiento del ganado, caracterizándose por su escaso nivel de tecnificación.	Espino.	Ganadería Bovina, Ovina y Granjas Porcinas.	3143,7 km2
	Ganadería Semi intensiva	Utiliza sistemas ganaderos de mayor tecnología en la producción y manejo de rebaños.	Espino	Ganado	200,83 Km^2
	Ganadería Intensiva	El ganado que se cría bajo condiciones artificiales. Se requiere grandes instalaciones, tecnología, mano de obra y alimento.	Las Mercedes del Llano.	Ganado.	0,28 Km^2
Pesca		Esta práctica se extiende a lo largo del río Orinoco. La pesca puede efectuarse todo el año.	Caicara del Orinoco y Cabruta.	Pavón, Dorado, Curvinata, Cachama, Cajaro, Morocoto, Bagre, Rayado, Blanco Pobre y Laulau.	3344,78 km^2

Fuente: Memoria descriptiva Boyacá. Noviembre de 2010, Informe Final Boyacá HIDROMET. Junio 2008

- **Sector Secundario**

La actividad industrial es propia del sector secundario. En el Área Boyacá se encuentra instalada la Planta Desmotadora Algodonera Mata C.A, localizada en la población de Cabruta, municipio Las Mercedes en el estado Guárico.

- **Sector Terciario**

En esta categoría se encuentra la actividad turística,

gracias a las condiciones de paisaje natural y los cursos de agua de la región, lo cual, permite el desarrollo de actividades turísticas y recreacionales. El turismo en la región se desarrolla mediante la actividad promovida por la empresa privada referida al acondicionamiento de instalaciones para el turismo ecológico y de aventura.

En el Plan de Desarrollo Regional 2001-2006, se establecieron dos Rutas Turísticas: Ruta de los Llanos con 300 km entre Guárico y Apure y Ruta de Gallegos que cubre 200 km en Apure. En estas rutas se ubican diversos hitos de interés escénico, como son: hatos ganaderos, campamentos y reservas ecológicas con instalaciones adaptadas para recibir turistas.

El Plan de Desarrollo Sostenible de la Región Orinoco Apure, señala que los centros poblados a lo largo de la ruta Calabozo–Valle de La Pascua poseen la infraestructura básica para el aprovechamiento turístico, aunque debe reforzarse para el aumento y desarrollo de la actividad. No obstante, la ruta Valle de La Pascua – Cabruta requiere un mejoramiento de servicios y la ampliación de la oferta de alojamiento y programas para el incremento del número de embarcaciones para impulsar la navegación por el río Orinoco, como atractivo turístico de importancia.

El norte de Boyacá está ocupado principalmente por una extensa cantidad de potreros y áreas cultivadas, los cuales podrían representar un potencial agro turístico para la región, mediante el incentivo y desarrollo de infraestructura y servicios turísticos asociados a las actividades productivas y recreativas.

Población asociada a la fuerza de trabajo por rama de actividad económica y proporción

Los datos que se muestran a continuación, pertenecen a la población

asociada a la fuerza de trabajo por actividad económica. Cabe destacar que dichos datos pertenecen a los años 2.001 y 2.009 debido a la carencia de información actualizada del Área de Boyacá. (Ver tabla 28).

Tabla 28: Población asociada a la fuerza de trabajo por rama de actividad económica y proporción. Año 2.001, Año 2.009

ENTIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
2009											
Chaguaramas	1.056	21	395	23	327	1.022	393	63	1.220	89	4.610
Leonardo Infante	4.058	202	5.502	399	4.298	15.443	6.753	1.729	10.551	1.323	4.610
Las Mercedes	2.018	102	1.295	52	712	2.515	685	149	1.751	563	4.610
Cedeño	3.964	959	1.961	85	1.153	4.529	1.358	684	3.744	571	19.008
Total por municipio	**11.096**	**1.284**	**9.153**	**559**	**6.490**	**23.509**	**9.189**	**2.625**	**17.266**	**2.546**	**83.717**
(%)	13,25	1,53	10,93	0,67	7,75	28,08	10,98	3,14	20,62	3,04	100
2001											
Chaguaramas	1.328	19	119	17	153	649	214	55	728	258	3.540
Leonardo Infante	4.872	237	2.298	454	2.467	10.196	2.993	1.406	8.749	2.530	36.202
Las Mercedes	2.232	74	327	39	252	1.312	277	102	1.265	1.074	6.954
Cedeño	2.720	1.362	681	79	821	3.098	699	432	3.013	1.479	14.384
Total por municipio	**11.152**	**1.692**	**3.425**	**589**	**3.693**	**15.255**	**4.183**	**1.995**	**13.755**	**5.341**	**61.080**
(%)	18,26	2,77	6,06	0,96	6,05	24,98	6,85	3,27	22,52	8,74	100

Ramas de Actividad Económica: **01** Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca – **02** Explotación de minas y canteras - **03** Industrias manufactureras - **04** Electricidad, gas y agua - **05** Construcción - **06** Comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles - **07** transporte, almacenamiento y comunicaciones - **08** Servicios financieros, de seguros, inmobiliarios y empresariales - **09** Servicios comunitarios, sociales y personales - **10** No declarados, no bien especificados

Fuente: Capitulo V, Aspectos Socioeconómicos. Elaborado por: Universidad Simón Bolívar. Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (IERU) Junio 2009

La fuerza de trabajo asociada a los años 2001-2009 por municipio y actividad económica en el Área Boyacá, presenta un escenario desfavorable en las siguientes actividades: **01** Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, con un descenso del 5,01% en relación al año 2001, ocurriendo el mismo fenómeno en las actividades, **10** No declarados, no bien especificados, **09** Servicios comunitarios, sociales y personales, bajando de 8,74% a 3,04% (5,7%) y 22,52% a 20,62% (1,9%) respectivamente.

Sin embargo, el panorama cambia de manera ascendente en las siguientes actividades: **03** Industrias manufactureras, de 6,06% a 10,93% marcando una diferencia de 4,87 puntos porcentuales, **07** transporte, almacenamiento y comunicaciones asciende 4,87 puntos al llegar para el año 2009 con 10,98%, caso simular ocurre en la actividad **06** Comercio al por mayor y al por menor, restaurantes y hoteles, variando 3,1 % por encima del año 2001.

En las actividades **04** Electricidad, gas y agua y **08** Servicios financieros, de seguros, inmobiliarios y empresariales, no se presentó gran cambio significativo del año 2001 al 2009.

Aspectos culturales y manifestaciones religiosas

El Folklore es la expresión de la cultura de un pueblo: cuentos, música, bailes, leyendas, historia oral, proverbios, chistes, supersticiones, costumbres, artesanía y demás, común a una población concreta, incluyendo las tradiciones de dicha cultura, subcultura o grupo social que se van transmitiendo de generación en generación con herencia patrimonial.

El municipio Las Mercedes la religión predomínate en el municipio es la católica, siguiendo grupos evangélicos. En este municipio se celebra un conjunto de manifestaciones de tipo religioso mediante eventos en honor a la Virgen de Las Mercedes, El Nazareno, La Virgen de Coromoto, devoción a la Rosa Mística.

En cuanto a las manifestaciones culturales, el municipio Las Mercedes del Llano se desarrollan, Festival Mazorca de Platino, Festival Nazareno de Oro, Festival Fibra de Oro, toros coleados.

Las fiestas patronales de la población de Santa Rita se destacan por rendir culto a su patrona Santa Rita de Cáceres, realizar concursos infantiles

de baile y/o interpretación de música llanera y se organizan bailes de joropos. Adicionalmente, se hace entrega del premio El Mango de Oro a personalidades destacadas de la localidad.

De igual manera, la población de Cabruta celebra sus fiestas patronales en honor de la Virgen del Carmen, en las cuales, se llevan a cabo actividades como toros coleados, encuentros deportivos, juegos tradicionales, música criolla.

En Valle de la Pascua se realiza la Feria de la Candelaria, compuesta por el festival Nacional Folklórico Infantil Cantaclaro y Festival Panoja de Oro. Son muchos los festivales que se celebran a lo largo del año en Valle de La Pascua, desde niveles escolares, diversificados, universitarios y categorías libres, a nivel local y nacional, gracias a esto, han nacido muchos músicos, compositores e intérpretes brillantes donde abunda el talento en la música llanera.

Alternativas de tecnologías y componentes del proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO.

Para lograr el ideal funcionamiento del Acueducto Mayor de Boyacá y cumplir con los indicadores de cobertura, calidad y continuidad del suministro, es necesario evaluar los elementos que lo componen a nivel ambiental considerando las características de la etapa de visualización.

Los elementos que componen y garantizan el suministro del Acueducto son:

- Fuente de agua:

En función a estudios elaborados por las entidades correspondientes en carácter ambiental, se realizó un análisis de las fuentes de abastecimiento

posibles para el suministro de agua a diferentes usuarios, encontrando como aguas subterráneas, los pozos presentes en el área de estudio, los cuales fueron cuantificados por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAmb) y el Laboratorio Nacional de Hidráulica (LNH). En cuanto a las aguas superficiales, se caracterizó mediante una recopilación de información el río Manapire y por último, se evaluó el comportamiento del Río Orinoco, el cual se muestra como la fuente más confiable para el suministro.

- Obra de captación:

Tomando al río Orinoco como fuente principal de suministro, se evalúan diferentes alternativas de ubicación de la captación así como también la tecnología u obra a instalar.

El río Orinoco presenta variaciones de niveles máximos y mínimos considerables a lo largo del año, lo cual condiciona y determina la obra de captación. En el río Orinoco a orillas de la población de Cabruta se plantean cuatro (4) alternativas de ubicación de la captación, y se selecciona una alternativa preliminar mediante una matriz de multicriterio.

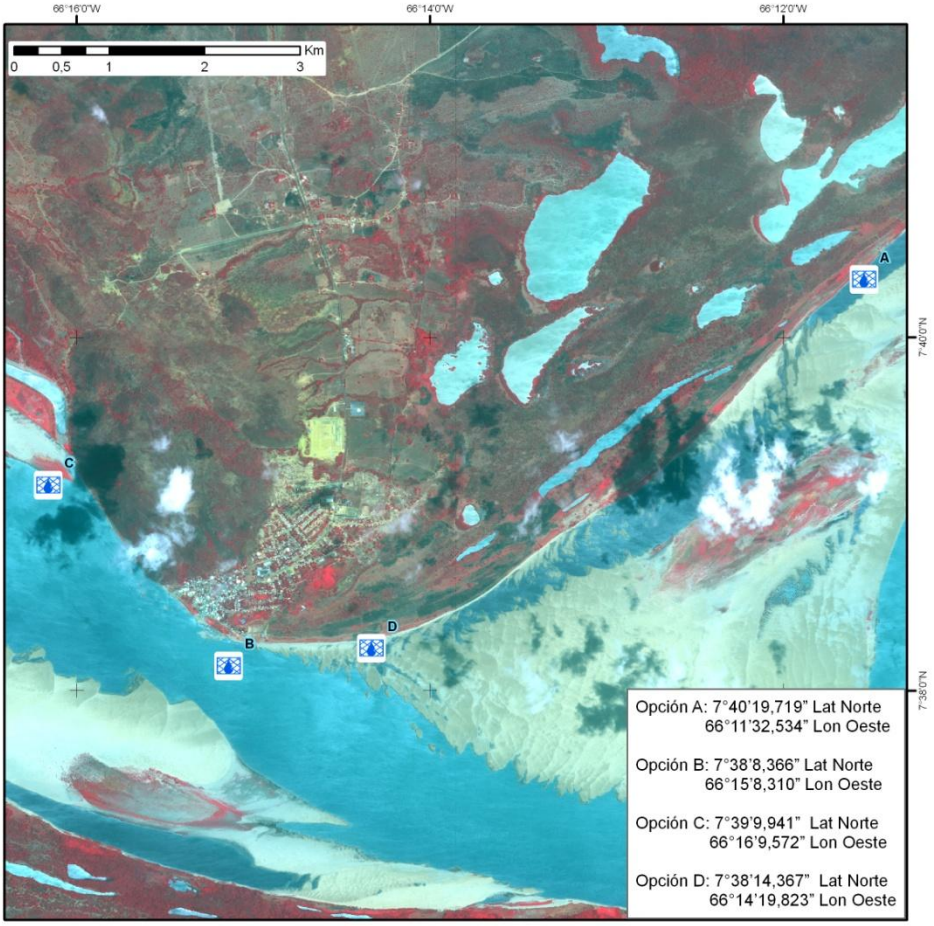


Figura 50: Alternativas de la ubicación de la captación
Fuente: Elaboración propia

Las alternativas de captación se presentan en cuatro (4) grupos que son los siguientes:

A: Delimitada por las coordenadas 7°40'19.719'' Lat Norte, 66°15'8.310'' Lon Oeste. Se caracteriza por ser una zona amplia (cauce del río y amplitud territorial) para la ubicación de la obra de captación y la instalación de la (s) planta (s) de tratamiento o potabilización.

B: Delimitada por las coordenadas 7°38'8,366'' Lat y Norte, 66°15'8,310'' Lat Oeste. Esta opción de ubicación de la captación tiene la particularidad de ubicarse propiamente en las orillas de la población de Cabruta, teniendo

acceso directo a la carretera (troncal 12) la cual comunica con dirección norte con la población de Santa Rita, población que será abastecida por el servicio debido a sus futuras actividades petroleras (Refinería-Petroquímica) y planta de generación eléctrica. Esta opción de ubicación de la captación presenta alto impacto social y urbano ya que al llevarse a cabo la actividad de construcción del acueducto y de los elementos que lo componen interrumpiría con las actividades cotidianas de la población, los cuales se basan en la pesca.

C: Definida por las coordenadas 7°39’9,941’’ y Lat Norte, 66°16’9,572’’ Lon Oeste. Esta alternativa de ubicación de captación presenta características propias, debido a que al situarse lejana a la población de Cabruta genera bajo impacto social y urbano al momento de ejecutarse la fase de construcción del Acueducto y los elementos que lo componen. Asimismo, se muestra hidráulicamente favorable motivo a la presencia de montículos rocoso de diversas alturas existentes en el perímetro, lo cual permite que el suministro a la población de Cabruta se realice por gravedad. Otro aspecto importante a considerar de esta alternativa de ubicación, es que se encuentra aguas arriba a la población de Cabruta, lo cual se traduce en que al estar contrario al sentido de la corriente del cause, los desechos generados por dicha población no afectarían a la obra de captación y ni por ende la planta de tratamiento o potabilizadora que pudiera instalarse seria mas eficaz.

D: Alternativa Ubicada entre las coordenadas 7°38’’14,367’ Lat Norte y 66°14’’19.823’ Lon Oeste, presenta en la orilla relieves llanos y amplios lo que sería apta para la instalación de las plantas de tratamiento. Asimismo la geometría del río es favorable ya que cualquier obra de captación se pudiera instalar en esa zona.

- Planta de tratamiento:

Un aspecto sociocultural importante a considerar al momento de instalar la (s) planta (s) de tratamiento es que, estas infraestructuras requieren tierra, por lo que su ubicación puede resultar, en algunos casos, una repoblación involuntaria. Es más, se debe suponer que estas obras pueden ocasionar molestias en las cercanías a las poblaciones. Se debe tener cuidado de ubicar las instalaciones de tratamiento de agua donde los olores o ruidos no molestarán a los ciudadanos u otros usuarios del área.

En cuanto a las plantas de tratamiento, se identificaron tecnologías que cumplen con los requerimientos de calidad para las variables de consumo (humano e industrial) para las localidades consideradas.

El agua para fines de consumo humano requiere mayor tratamiento del agua necesitando procesos de mezcla rápida, floculación, decantación, adición de sustancias (sulfato de aluminio, hidróxido de calcio, gas cloro), filtración, para cumplir con las Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable, establecidas mediante Decreto S. G.-018-98 del 11-02.1998 de la Gaceta Nº 36.395. En cambio, el agua para actividades industriales debe tratarse mediante los procesos de mezcla rápida de coagulante, floculación, decantación, eventual cloración, estanque de almacenamiento de agua industrial de reserva de desbaste, desinfección inicial y decantada, con el fin de garantizar una turbiedad máxima de 10 UNT.

- Aducción:

La configuración de la aducción propuesta para el Acueducto Mayor Boyacá, parte de la captación aguas arriba de la población de Cabruta al sur del edo Guárico, para abastecer a las poblaciones de Santa Rita y Espino.

Se propone realizar la aducción al margen de las carreteras existentes a través de dos alternativas: A) Aducción Troncal 12 – Local 09 y el corredor

de servicio; debido a que se minimizan los impactos ambientales por deforestación, se evita la presencia de obstáculos que puedan perjudicar al sistema y a su vez, en etapas de construcción y mantenimiento su accesibilidad es inmediata. Es importante tomar en cuenta que realizar la aducción de esta manera se minimizan los costos por corredores adicionales para accesibilidad al sistema. B) Realizar la aducción a través de la troncal 12, local 9 y una vía que une a Espino con Santa Rita, pasando por la comunidad de Rabanal. La ventaja de esta alternativa es que se minimizan las longitudes de tubería (136.77 Km. aproximadamente) y esta ruta es mas próxima a los bloques de producción del Área. Las desventajas que presenta esta opción son las condiciones de terreno y la presencia de escorrentías a lo largo de la ruta.

En cuanto a la forma de instalación de la tubería, esta puede ser aérea (por encima de la superficie) o enterrada. Las instalaciones aéreas, ambientalmente se presentan favorables ya que no requieren excavaciones al suelo, solo contempla la colocación de bases de concreto (hormigón) en el cual se apoya la tubería. Considerando que se calculan tuberías de grandes diámetros, tuberías generan impacto visual negativo debido a que se propone instalarlas al margen de la carretera.

En cambio las tuberías enterradas requieren movimiento de tierra para generar zanjas que dependen de las características del terreno durante en periodo de construcción. Con esta modalidad se eliminan los impactos visuales, obstáculos transversales, la tubería se mantiene en mejores condiciones por no estar a la intemperie. Asimismo se minimizan las conexiones ilegales a lo largo de la misma.

Restricciones ambientales que condicionan la viabilidad del proyecto

A continuación se describen las variables que pudieran restringir la viabilidad del proyecto en el campo ambiental, estas restricciones

pueden ser de carácter físicas (geología, relieve, hidrografía) y biológicas (cobertura vegetal), es por ello, que es preciso clasificar y jerarquizar las restricciones identificadas. Se realizó una visita de reconocimiento al lugar con el fin de identificar las variables que pudieran afectar el proyecto y tener presente las condiciones actuales se la zona.

La vialidad es de granza en mayor parte del recorrido y otras son caminos improvisados.

Figura 51: Caminos de granza, Via Espino-Rabanal
Fuente: Elaboración Propia. Noviembre 2011

Figura 52: Camino que conduce a la troncaL 12. Rabanal Troncal 12.
Fuente: Elaboración Propia. Noviembre 2011

Presencia de escorrentias, quebradas o caños al margen y perpendicular de la carretera.

Figura 53: Escorrentía al margen de la carretera
Fuente: Elaboración Propia. Noviembre 2011

Figura 54: Paso sobre el Río Manapire
Fuente: Elaboración Propia. Noviembre 2011

- Inundaciones en el terreno motivo de las crecidas del río Manapire en épocas de lluvia.
- Topografía relativamente plana con excepcion en el paso de la Mesa de Rabanal
- Entre las poblaciones de Espino y Rabanal se encuentra la Mesa de Rabanal, en la que se forman mesetas y valles.

Figura 55: Vista de la sabana en el punto más alto de la Mesa de Rabanal.
Fuente: Elaboración Propia. Noviembre 2011

- Las vías en esta zona no presentan limitaciones para el paso carga pesada.

Evaluación Multicriterio de las alternativas de configuración del Acueducto

A continuación se realiza una evaluación multicriterio de opciones para la selección preliminar de la configuración que ambientalmente genere menor impacto.

La metodología utilizada es mediante el cálculo del **VIRAT: Valor de Impacto y Riesgo Ambiental Total**, la cual se basa en la normalización de criterios de distintas unidades para luego identificar la alternativa más conveniente en función a parámetros ambientales.

La tabla que se muestra a continuación sintetiza los criterios mas relevantes de las cuatro (5) alternativas propuestas, definiendo la demanda o uso del agua (caudales en l/s), al volumen de agua a tratar (caudales en l/s), ya sea el pretratamiento para uso industrial o la potabilización para consumo humano; a la longitud del acueducto (km), y al número de instalaciones requeridas para el funcionamiento del sistema, contabilizando las plantas de tratamiento y pretratamiento del agua y estaciones de bombeo.

Tabla 29: Criterios relevantes del sistema por configuración

Opción	Criterios						
	Caudal de tratamiento (l/s)		Tuberías de aducción (Km,)		Instalaciones		
	Potabilizada	Pretratamiento	Potable	Industrial	Plantas de tratamiento (l/s)		Estaciones de bombeo
					Potable	industrial	
1	-	4043	3,06	127,8	472	3563	4
2	-	4043	3,06	137,8	472	3563	5
3	472	3091	130,8	127,8	472	3563	7
4		4043	130,8	0	4035	0	3
5	472	2619	130,8	243,3	472	3563	**9**

Fuente: Elaboración Propia

Con la finalidad de homologar criterios, se definen cuatro (4) riesgos que sustentan la elección de la configuración del sistema y se describen del siguiente modo:

- **Riesgo de salubridad:** Este argumento parte de la posibilidad de la ingerencia de agua no potabilizada por parte de las comunidades que se encuentren a lo largo del trayecto del sistema, asociada a las instalaciones ilícitas. El indicador que define este criterio es la longitud del acueducto industrial de cada opción.
- **Riesgo operativo:** Con este criterio se consideran todas aquellas sustancias vinculadas a las plantas de tratamiento y los residuos que estas puedan ocasionar. El riesgo operativo esta asociado al volumen de agua potabilizada en cada opción (l/s).

- **Impactos ambientales durante la fase de construcción**: La fase de construcción de la obra genera la ejecución de actividades: movimientos de tierras y excavaciones; paso de camiones, equipos y personal; generación de residuos, interrupciones temporales en la circulación, entre otras. La variable indicadora utilizada es la longitud total del acueducto (en km), sea para uso industrial y humano.
- **Impactos ambientales durante la fase de operación:** Este criterio considera la tecnología aplicada en cada uno de los elementos que integran al sistema ya sean: estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y mantenimiento (correctivo y preventivo) de los equipos. El indicador utilizado es el número total de instalaciones necesarias para la operación de la opción.

Tomando en cuenta que las variables indicadoras son de diferente índole (l/s, km, número), es preciso normalizarlas antes de identificar la opción más conveniente ambientalmente.

La normalización se realiza identificando el mayor valor de cada indicador, el cual será el divisor común para los valores restantes. Finalmente se presenta la suma total para cada opción, de los valores de cada indicador normalizado, permitiendo calcular el Valor de Impacto y Riesgo Ambiental Total (VIRAT).

Tabla 30: Indicadores ambientales

Opc	Riesgos							
	Operativo		Salud		Construcción	Operación		
	Caudal de tratamiento (l/s)		Tuberías de aducción (Km.)		Aducción Total (Km.)	Instalaciones del sistema		
	Potable	Pretrata.	Potable	Industrial	Aducciones	Plantas de tratamiento		Estaciones bombeo
						Potable	Ind	
1	-	4043	3,06	127,8	130,86	**3**	1	4
2	-	4043	3,06	**137,8**	140,86	3	**1**	5
3	**472**	3571	**130,8**	127,8	**258,6**	1	1	**7**
4	472	3099	130,8	0	130,8	1	0	4
5	472	3099	130,8	180	310	1	1	9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (tabla 30) se señalan los valores mayores por indicador. Este valor es el divisor común para todos los datos de su propia columna, por ejemplo: en el riesgo salud, el mayor valor es 130.8 perteneciente a la opción 3, entonces su valor normalizado se calcula 3.06/130.80 resultando 0.023. (Ver tabla 31).

Tabla 31: Indicadores ambientales normalizados

Opc	Riesgos							
	Operativo		Salud		Construcción	Operación		
	Caudal de tratamiento		Tuberías de aducción		Aducción Total	Instalaciones del sistema		
	Potable	Pret.	Potable	Industrial	Aducciones	Plantas de tratamiento (l/s)		Estaciones bombeo
						Potable	Ind.	
1	-	1,0	0,0	0,5	0,3	1,0	1,0	0,4
2	-	1,0	0,0	0,6	0,4	1,0	1,0	0,6
3	**1**	0,9	1,0	0,5	0,7	0,3	1,0	0,8
4	1	1,0	1,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,3
5	1	0,9	1,0	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del VIRAT se suman los resultados de la normalización.

Los resultados obtenidos son ordenados de menor a mayor indicando

la opción a la que pertenecen, tal y como lo muestra la siguiente tabla.

Tabla 32: Indicadores ambientales normalizados

OPCION	VIRAT	ORDEN
4	3,97	1
1	4,60	2
2	4,80	3
3	6,54	4
5	7,10	5

Elaboración propia

Analizando los resultados del ejercicio, se puede constatar que desde el punto de vista ambiental la alternativa de configuración menos conveniente es la opción 5 (VIRAT =7,10) y la más conveniente la opción 4 (VIRAT = 3,97).

Figura 56: Alternativa más conveniente desde el punto de vista ambiental. Opción 2
Fuente: Elaboración propia

Estimación de Costos Clase V

En este punto de desarrollo del proyecto se presenta la Estimación de Costos Clase V, en conformidad con la normativa de PDVSA en su “Guía Gerencial para Proyectos de Inversión y Capital” (GGPIC).

El Estimado de Costos Clase V, abarca de de manera global el proyecto, sus principales unidades, de acuerdo a datos históricos de costos y curvas de costos unitarios obtenidos para unidades de procesos u obras similares. La estimación será realizada a cada alternativa de configuración planteada.

Bases y premisas para la estimación de Costo Clase V

Para estimar los Costos Clase V se acordaron las siguientes bases y premisas por ítems:

Premisas generales

- Se determina mes de referencia para los costos: Diciembre 2011.
- Se considera una tasa cambiaria de 4,30 BsF/ $.
- Se considera un periodo de análisis de 15 años
- Se considera una tasa de descuento del 10% anual
- Se considera una provisión por contingencia del 10% del costo total.
- Se considera una tasa de inflación de 1,4% de acuerdo a la inflación de Estado unidos para el año 2011.
- Se considera el año 2022 como año cero (0) en escala del tiempo para la evaluación de flujo de caja.

Aspectos no considerados para la estimación

- No se considera el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

- No se incluyó impacto por inflación ni por incremento de paridad cambiaria para el estimado de costo de inversión, durante el período de análisis del proyecto.
- No se consideraron costos asociados a tramitación de permisos para el proyecto.
- No se incluyen costos asociados al ROW (derechos de paso, compras de “bienhechurias”, catastro y expropiación de tierras, entre otras) ya que se consideran dentro de la contingencia en esta fase.
- No se incluyen costos de redes de distribución de agua ni redes menores dem abastecimiento a localidades específicas ya que son considerados en el PSO, solo se incluyen los costos de las líneas de aducción principales hasta los puntos de entrega o nodos de consumo principal.
- No se incluyen costos de reservas de agua ya que las mismas se consideran asociadas a las redes de distribución o a las instalaciones industriales específicas que están fuera del alcance del presente estudio.
- No se consideran otros costos adicionales a los indicados expresamente en el presente informe.

Costos de procura y construcción

En función de los elementos que conforman el sistema del acueducto (obra de captación, estaciones de bombeo, plantas de tratamiento, aducción, líneas eléctricas), se realiza la estimación de Costos Clase V, partiendo de las experiencias o datos históricos de costos que provienen de proyectos similares.

En conformidad con la experiencia de PDVSA durante la estimación de Costos Clase IV del Acueducto Mayor Junín, se considera un 25% de inversión inicial para el año 2022 por elemento del sistema, una segunda fase de 50% para el año 2023 y se concluye con el 25% restante para el

último año de construcción de la obra.

A continuación se muestran los costos asociados a cada elemento del sistema:

- Sistema de Captación, Torre Muelle Toma:

Se consideró un costo unitario de procura y construcción para la obra de toma de $ 11.105.670, en función de la estimación de costos desarrollada para el Acueducto Mayor del Área Junín de la FPO, ya que las características de la toma en el Área Boyacá son similares.

- Estaciones de bombeo:

Se consideró que el costo unitario de una estación de bombeo es de 6,500 US$/kW de potencia instalada resultado de la experiencia de PDVSA durante la ejecución del proyecto Acueducto Mayor Junín de la FPO en su fase conceptual.

- Aducción:

En la sección de Ingeniería y Aspectos Tecnológicos se definieron de manera parcial los diámetros de tuberías requeridos para la adicción en distintos tramos para cada una de las configuraciones planteadas, mediante el uso la simulación realizada en el software EPANET 2.0 en base al caudal requerido por centro de consumo.

Adicionalmente a esto, se opta por enterrar la tubería, en función a las longitudes requeridas y el material de la tubería será acero, sin embargo, se plantea la opción de utilizar otros materiales como: PEAD, PRFV, fundición dúctil. A continuaciones listan las cantidades de tuberías requeridas por configuración.

Tabla 33: Características de las tuberías de acero requeridas por configuración.

Conf.	Tramo	Longitud (Km.)	Diametro (m)	Agua Transp.
1	Planta potabilizadora Cabruta	3,0	0.2	Pretratada
	Planta pretratamiento- Derivación	43,80	1.6	
	Derivación- Espino	74	0.9	
	Derivación Santa Rita	10	1.2	
2	Planta potabilizadora Cabruta	3,0	0.2	Pretratada
	Planta pretratamiento- Derivación	43,80	1.6	
	Derivación- Espino	74	1.6	
	Derivación Santa Rita 1° Etapa	10	1.1	
	Derivación Santa Rita 2° Etapa	10	0.9	
3	Planta potabilizadora- derivación	43,8	1,6	Potable
	Planta potabilizadora Cabruta	3,0	0.2	
	Derivación- Espino	74	0,6	
	Derivación Santa Rita	10	0,3	
	Planta pretratamiento- derivación	43,8	1,6	Pretratada
	Derivación- Espino	74	1,5	
	Derivación Santa Rita	10	1,2	
4	Planta potabilizadora- Derivación	43,80	1,6	Potable
	Planta potabilizadora Cabruta	3,0	0,2	
	Derivación- Espino	74	0.9	
	Derivación Santa Rita	10	1.2	
5	Planta potabilizadora- derivación	43,8	0.6	Potable
	Planta potabilizadora Cabruta	3,0	0,2	
	Derivación- Espino	74	0,4	
	Derivación Santa Rita	11	0,3	
	Planta pretratamiento- derivación	43,8	1,2	Pretratada
	Derivación- Espino	74	0.8	
	Derivación Santa Rita 1° Etapa	11	1.1	
	Planta pretrat.-Santa Rita 2° Etapa	53,8	1,5	

Fuente: Elaboración Propia.

Considerando la fase en la que se encuentra el proyecto (fase de Visualización) el costo de las tuberías de acero dimensionado a los diámetros requeridos se calcula mediante la siguiente tabla.

Tabla 34:Costos unitarios por metro de tubería para diversos diámetros

D (mm)	U$s/m
200	281,58
300	339,10
400	430,82
500	556,74
600	716,87
700	911,19
800	1139,71
900	1402,43
1000	1699,35
1100	2030,48
1200	2395,80
1300	2795,32
1400	3229,04
1500	3696,96
1600	4199,09
1700	4735,41
1800	5305,93
1900	5910,65
2000	6549,57

Fuente: PDVSA, PSO

Cabe destacar, que en los costos que se muestran en la tabla 2 no se incluyen los costos de traslado de material al lugar de construcción ni Impuestos al Valor Agregado (IVA).

- Planta de Tratamiento:

El costo unitario de este elemento varía en función al caudal (l/s) requerido. Por lo que el costo de procura y construcción de la (s) planta (s) de tratamiento se estimó en función a los costos propuestos por la publicación de Mc Graw-Hill Book company “Engineering News Record” (2000) y ajustada al IPC de EEUU para el 2011.

Tabla 35: Costos unitarios de una planta potabilizadora

Caudal (l/s)	Costo anual 2000 (US$/l/s)	Costo ajustado por inflación (US$/l/s)
219	$ 24,651	$ 32,233
1314	$ 19781	$ 25,866
1752	$ 18,260	$ 23,877
438	$ 15,977	$ 20,892
148696	$ 13,426	$ 17,556

Fuente: Mc Graw-Hill Book company “Engineering News Record” (2000)

- Líneas de alimentación eléctrica:

En base a los costos asociados al proyecto en fase conceptual del Acueducto Mayor Junín se considera para una línea de 13,2 KV de tensión un costo de 30,000 US$/km. Los conductores de energía serán de aleación de aluminio de 70 mm² de sección nominal según Norma IRAM 2212. Llevará un cable de guardia a lo largo de toda su extensión de acero galvanizado de 25 mm² de sección nominal según Norma IRAM 722/76. Para todas las opciones se consideró una longitud total de 50km, la cual se estimó en base a la distancia entre centros de consumo y sistema eléctrico proyectado en la FPO.

Costos de ingeniería

Se asume un costo de ingeniería correspondiente al 10% del monto de procura y construcción estimado.

Arranque, Contingencia y Costo Propietaria

- Arranque: Se considera los costos asociados al pre-commissioning,

commissioning y arranque del sistema, representando el 2.5% del total de la procura y construcción.

- Contingencia: Se considera aplicar una contingencia global del 15% sobre el monto total de procura y construcción.

  La contingencia cubre: Indefiniciones en el diseño por insuficiencia de información, riesgo, nuevos procesos / procesos no aprobados, desviaciones en la precisión del estimado y costos de materiales, validaciones o imprecisiones en los cómputos métricos.

  La contingencia no cubre: Cambios en el alcance del proyecto, cambio en las condiciones económicas o ambientales, eventos accidentales durante la construcción

Estimación del CAPEX del proyecto

Luego haber realizado los cálculos correspondientes a la estimación de CAPEX Clase V correspondientes para el año 2011 y considerando las premisas antes expuestas se obtiene la siguiente tabla, la cual desglosa los costos asociados a la inversión de cada configuración del acueducto propuestas.

Tal y como se puede observar en la grafica anterior, la opción 5 presenta mayor inversión inicial en comparación con las otras opciones propuestas. En esta se calcula una mayor inversión en procura y construcción, el cual está asociado a la inversión para cada elemento del acueducto (obra toma, planta de tratamiento, estaciones de bombeo, aducciones y línea eléctrica estimada).

Tabla 36: Actualizado CAPEX para opciones propuestas

CRITERIO	VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX
Opción 1	$581.692.480
Opción 2	$623.073.200
Opción 3	$1.030.363.305
Opción 4	$1.233.762.005
Opción 5	$2.539.295.702

Fuente: Elaboración Propia

Estimación del OPEX del proyecto

Premisas

- Se considera una fecha de referencia para el estimado de costos: diciembre 2011.
- Los elementos que componen a la estimación del OPEX del proyecto son: Mantenimiento, operación y contingencia.
- El horizonte de cálculo de es de 15 años.
- Se considera una tasa de descuento del 10%.
- El estimado del OPEX no incluye impacto por inflación ni por incremento de paridad cambiaria para el estimado de costos de operación, durante el periodo de ejecución del proyecto.
- Se considera no incluir el impacto por Impuesto al Valor Agregado (IVA) para la estimación del OPEX.
- Se plantea que la operación de la planta(s) de tratamiento (s) y estaciones de bombeo será el 90% de su potencia instalada.

Costos de operación y mantenimiento

- Obra toma:

Los costos operativos y de mantenimiento asociados a este elemento del sistema son el personal y la energía eléctrica correspondiente a la estación de bombeo de la toma. Se considera preliminarmente un total de 9 personas entre especialistas y técnicos responsables del mantenimiento del sistema.

El cálculo del sueldo anual promedio por operario es de 18.624 USD/empleado ligado a las leyes venezolanas, y resulta salario mínimo establecido por Decreto Presidencial (1548 Bsf), multiplicado por 2,5 y por 1,8 (factor de la Ley Orgánica del Trabajo Venezolana). Quedando así la siguiente ecuación:

$$1.548 BsF/mes * 1.8 * 2.5 = 6.966 BsF/mes$$
$$\frac{12 mes/año * (6.966 BsF/mes)}{4.3 Bsf/USD}$$

Ecuación 6

- Planta potabilizadora y pretratamiento:

En este elemento del sistema intervienen los costos asociados al personal y la energía eléctrica requerida. Se considera un total de 10 empleados un personal necesario, obteniendo un sueldo promedio anual de 18.624 usd/empleado.

En cuanto a la energía eléctrica utilizada por la planta se toma como premisa utilizar como referencia la demanda eléctrica de la estimación de costos clase IV del Acueducto Mayor Junín.

Tabla 37: Demanda energética requerida por elemento de la planta potabilizadora

Elemento de la planta de tratamiento	Kwh/día/m^3/día
Energía de floculadores	0.003
Energía de filtros	0.08
Energía otros	0.001

Fuente: DSD-2 Acueducto Mayor Junín

La tarifa de energía eléctrica está basada en lo contemplada en la Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela N° 37.415 Régimen Tarifario Vigente. Articulo 9. CADAFE y sus filiales, sección 9.9 Tarifa 9: Servicio General 6.

Tabla 38: Tarifa mensual del servicio eléctrico

Tarifa	Unidad	Detalle de aplicación
2.149.58	Bs/ kVA	Cargo por demanda
28.36	Bs/ kVh	Cargo por energía
909.22	Bs/ kVA	Cargo por subestación

*Las tarifas señaladas no corresponden a BsF.

Fuente: Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela N° 37.415

- Productos químicos:

La tabla que se muestra a continuación (tabla 39) muestra los costos unitarios utilizados para los productos químicos, así como también la dosis requerida.

Tabla 39: Costos unitarios y productos químicos necesarios en una planta potabilizadora

Producto quimico	Dosis mg/l	Costo Unitario US$/kg	Afecta
Cloro de precloración	1.50	0.70	Agua a potabilizar
Cloro de desinfección	2.00	0.70	Agua a potabilizar
Sulfato de aluminio	0.16	0.16	Agua a potabiliza+agua a pretratar
PAC	10.00	0.26	Agua a potabiliza+agua a pretratar
Polímetro aniónico	5.00	1.22	Agua a potabiliza+agua a pretratar
Cal	5.00	0.18	Agua a potabiliza+agua a pretratar

Fuente: DSD-2 Acueducto Mayor Junín

- Monitoreo y laboratorio de las plantas de tratamiento:

Se considera que representan el 1% de los costos operativos de la planta antes mencionada, porcentaje valido para la fase de visualización en la que se encuentra el proyecto.

– Estaciones de bombeo:

Se estima un total de diez (10) empleados para ejecutar las operaciones de las estaciones de bombeo para cada opción, esto representa un 18.624 US$/operario.

El costo asociado al consumo de energía eléctrica se determina mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$Pot(kw) = \frac{9.8 * H(m) * Q(m^3/s)}{n}$$ **Ecuación 7**

Donde: Pot=potencia en KW
H(m)= altura manométrica
Q (m^3/s)= Caudal pico
n= Rendimiento =0,82

Con el valor obtenido mediante el cálculo de la potencia del sistema en Kw. se puede conocer calcular la energía media anual, aplicando la siguiente ecuación:

$$EMA(kwh) = Pot(KW) * KP * 8760hs$$ **Ecuación 8**

Donde: EMA=Energia media anual kWh.
KP= coeficiente de utilización, preliminarmente se adopta un 80%.
CEMA (US$9 C*EMA
CEMA= Costo de La Energía Anual (US$/KWH)

- Otros:

En esta categoría se describen los aspectos adicionales al sistema como: mantenimiento, seguros, gastos administrativos, comercialización, entre otros. A cada uno de estos aspectos se le asignó un porcentaje con respecto a los costos de inversión u operación (dependiendo el caso), validos para la fase de visualización en la que se encuentra el proyecto. Estos puntos porcentuales provienen de la experiencia obtenida por PDVSA durante la ejecución de proyectos similares.

Mantenimiento: Se contempla un costo de mantenimiento de las obras civiles del 0.5% de la inversión inicial realizada en las mismas.

Otros suministros para el mantenimiento: Este elemento representa un 5% de los costos operativos directos.

Combustible y lubricantes: Los costos asociados a este componente representan 10% de la energía eléctrica calculada.

Seguros: Se estimó que el costo de seguros representa un 2.5% de los costos operativos.

Comercialización: El costo que representa el marketing es de 1% de los costos operativos directos.

Administración: De manera preliminar se considera que los costos administrativos son un 8% de los costos operativos estimados.

Otros gastos no administrativos: Se estimó que el costo de otros gastos no administrativos representa el 3% de loas costos operativos directos.

Mantenimiento mayor de equipos electromecánicos: Se estima que se debe realizar un mantenimiento mayor de los equipos luego de 10

años transcurridos su arranque operativo. Los equipos electromecánicos de las estaciones de bombeo representan el 35% de la inversión inicial de las estaciones de bombeo. Por su parte, el mantenimiento mayor de las plantas de tratamiento representa un 10% de la inversión inicial realizada en las mismas.

Estimación del OPEX del proyecto- Obtenido

Tabla 40: Valor Actualizado del OPEX para las opciones propuestas

OPCION	VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL OPEX
Opción 1	$7.085.195
Opción 2	$5.946.245
Opción 3	$9.005.221
Opción 4	$9.612.728
Opción 5	$17.272.489

Fuente: Elaboración Propia

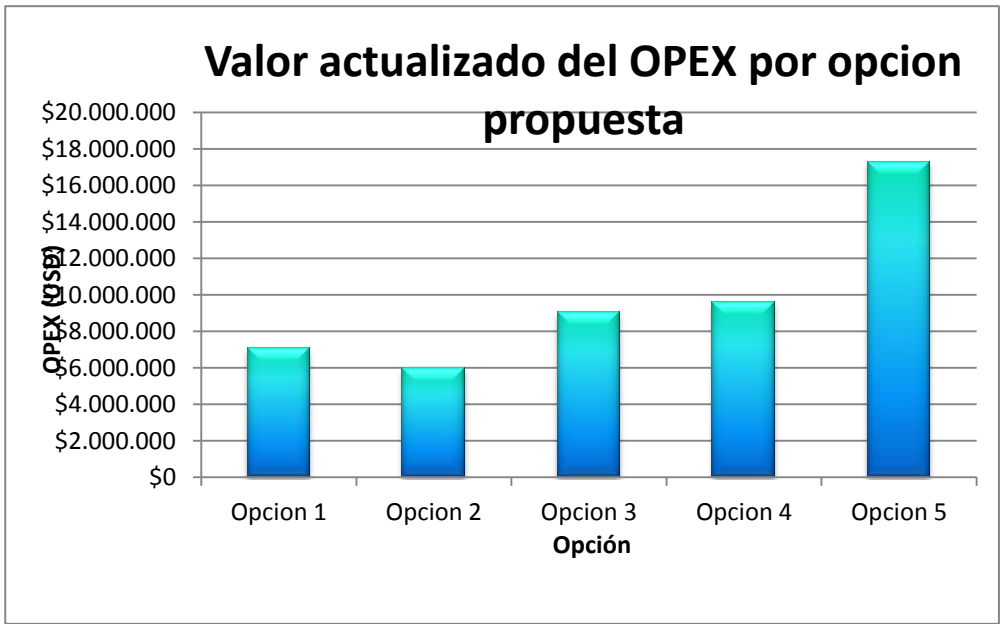


Gráfico 18: OPEX de las alternativas propuestas
Fuente: Elaboración propia

Costo Total del proyecto por alternativa.

Se presenta a continuación una tabla resumen, la cual plasma el comportamiento de los costos de inversión y de operación por alternativa propuesta.

Tabla 41: Costo total del proyecto por alternativa propuesta

Opción	VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX	VALOR ACTUALIZADO DEL OPEX	TOTAL DEL PROYECTO (USD$)
Opción 1	$641.036.410	$7.085.195	$648.121.605
Opción 2	$687.042.849	$5.946.245	$692.989.094
Opción 3	$1.030.363.305	$9.005.221	$1.039.368.527
Opción 4	$1.233.762.005	$9.612.728	$1.243.374.733
Opción 5	$2.539.295.702	$17.272.489	$2.556.568.191

Fuente: Elaboración propia

Como se puede percibir en la tabla anterior, la opción más económica evaluada en esta fase del proyecto es la opción 1 y la alternativa más costosa es la opción 5. A continuación se muestran los detalles de la estimación de costos de cada alternativa planteada.

Opción 1

CAPEX			Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Procura y Construcción																	
OBRA DE TOMA	**Caudal**	**Costo Unitario**		25%	50%	25%	25%	50%	25%								
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa	4043 l/s	$ 11261.350		$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287											
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				25%	50%	25%											
Planta de Pretratamiento (uso Industrial)	4043 l/s	$ 27.666.656	(usd/año)	$ 6.916.664	$ 13.833.328	$ 6.916.664											
Planta Potabilizadora Cabruta	150 l/s	$ 5.234.293	(usd/año)	$ 1308.573	$ 2.617.147	$ 1308.573											
Planta Potabilizadora Santa Rita	158 l/s	$ 5.474.845	(usd/año)	$ 1368.711	$ 2.737.422	$ 1368.711											
Planta Potabilizadora Espino	164 l/s	$ 5.652.684	(usd/año)	$ 1413.171	$ 2.826.342	$ 1413.171											
Plantas de tratamiento				$ 11007.120	$ 22.014.239	$ 11007.120											
ESTACIONES DE BOMBEO	**KW**	**Costo Unitario**		25%	50%	25%											
Estaciones de bombeo Agua pretratada	10241	6500 usd/kw	(usd/año)	$ 16.641073	$ 33.282.145	$ 16.641073											
ADUCCIONES	**m**			25%	50%	25%											
Planta potabilizadora Cabruta	3000	28158		$ 211.185,00	$ 422.370,00	$ 211.185,00											
Planta pretratamiento - Derivación	43800	4399,09		$ 45.980.035,50	$ 91960.071,00	$ 45.980.035,50											
Derivación- Espino	74000	1402,43		$ 25.944.955,00	$ 51889.910,00	$ 25.944.955,00											
Derivación Santa Rita	10000	2395,8		$ 5.989.500,00	$ 11979.000,00	$ 5.989.500,00											
TOTAL ADUCCION				**$ 78.125.675,50**	**$ 156.251.351,00**	**$ 78.125.675,50**											
LINEA ELECTRICA																	
Linea eléctrica	130 km	$ 30.000	(usd/año)	$ 975.000	$ 1950.000	$ 975.000											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN ANUAL				**$ 109.564.355**	**$ 219.128.310**	**$ 109.564.355**											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN				**$ 438.256.620**													
Ingenieria				40%	40%	20%											
Ingenieria	10%			$ 17.530.265	$ 17.530.265	$ 8.765.132											
Arranque																	
Arranque	25%						$ 109.564.355										
Contingencia				33%	33%	33%											
Contingencia	15%			$ 21693.703	$ 21693.703	$ 21693.703											
CAPEX ANUAL			(usd/año)	$ 148.788.122	$ 258.352.277	$ 140.022.990	$ 109.564.355	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
CAPEX ACUMULADO			($)	$ 148.788.122	$ 407.140.400	$ 547.163.390	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544	$ 656.727.544
PERIODOS				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TASA DE INTERES				10%													
VALOR ACTUALIZADO DEL CAPEX				**$ 148.788.122**	**$ 234.865.707**	**$ 115.721.479**	**$ 82.317.171**										
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX				**$ 581692.480**													

Grafico para inversión				2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA				$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				$ 11007.120	$ 22.014.239	$ 11007.120	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
ESTACIONES DE BOMBEO				$ 16.641073	$ 33.282.145	$ 16.641073	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TOTAL ADUCCION				$ 78.125.675,50	$ 156.251.351,00	$ 78.125.675,50	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
LI NEA ELÉCTRICA				$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -

OPEX			Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200
N°de agentes							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	**Dosis**	**Costo Unit**															
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N°de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Energía Floculadores	0,0003 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 766	$ 792	$ 817	$ 2.693	$ 2.738	$ 2.786	$ 2.845	$ 2.894	$ 2.977	$ 2.977	$ 2.978
Energía Filtros	0,08 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 134.355	$ 141.424	$ 148.023	$ 717.804	$ 730.689	$ 744.203	$ 761.488	$ 775.316	$ 799.830	$ 799.830	$ 800.364
Energía Otros	0,001 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 1720	$ 1813	$ 1898	$ 9.203	$ 9.368	$ 9.541	$ 9.763	$ 9.940	$ 10.254	$ 10.254	$ 10.258
Cloro de precloración	150 mg/l	0,71	(usd/año)				$ 13.292	$ 13.409	$ 13.526	$ 13.646	$ 13.766	$ 13.886	$ 14.009	$ 14.132	$ 14.257	$ 14.257	$ 14.257
Cloro de desinfección	2,00 mg/l	0,70	(usd/año)				$ 17.478	$ 17.631	$ 17.786	$ 17.943	$ 18.101	$ 18.260	$ 18.420	$ 18.582	$ 18.746	$ 18.746	$ 18.746
Sulfato de aluminio	10,00 mg/l	0,16	(usd/año)				$ 47.782	$ 49.442	$ 50.975	$ 168.035	$ 170.861	$ 173.817	$ 177.549	$ 180.573	$ 185.792	$ 185.792	$ 185.802
PAC	5,00 mg/l	0,23	(usd/año)				$ 34.343	$ 35.536	$ 36.639	$ 120.775	$ 122.806	$ 124.931	$ 127.614	$ 129.787	$ 133.538	$ 133.538	$ 133.545
Polimero anionico	0,10 mg/l	1,24	(usd/año)				$ 3.643	$ 3.770	$ 3.887	$ 12.813	$ 13.026	$ 13.254	$ 13.538	$ 13.769	$ 14.167	$ 14.167	$ 14.167
Cal	5,00 mg/l	0,16	(usd/año)				$ 26.877	$ 27.811	$ 28.674	$ 94.520	$ 96.109	$ 97.772	$ 99.871	$ 101.573	$ 104.508	$ 104.508	$ 104.514
Disposición de lodos		8,46 usd/año/l/s	(usd/año)				$ 7.904	$ 8.179	$ 8.433	$ 27.797	$ 28.265	$ 28.754	$ 29.371	$ 29.872	$ 30.735	$ 30.735	$ 30.737
Monitoreo y Laboratorio	1%	costos op planta	(usd/año)				$ 4.824	$ 4.942	$ 5.051	$ 13.796	$ 14.001	$ 14.215	$ 14.489	$ 14.708	$ 15.092	$ 15.092	$ 15.095
ESTACIONES DE BOMBEO																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N°de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Estaciones de bombeo Agua Pretratada (Uso Industrial)			(usd/año)														
Cargo por demanda		0,50 usd/kVA	(usd/año)														
Cargo por energia		0,01usd/kwh	(usd/año)														
Estaciones de bombeo Agua pretratada	**10241 kw**		**(usd/año)**				**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 660.137**

COSTOS ANUALES POR RUBRO	%			2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000
Energia electrica							$ 785.113	$ 792.460	$ 799.169	$ 1378.131	$ 1391.226	$ 1404.961	$ 1422.527	$ 1436.581	$ 1461.493	$ 1461.493	$ 1473.517
Productos Quimicos							$ 143.435	$ 147.599	$ 151.487	$ 427.731	$ 434.672	$ 441.921	$ 451.002	$ 458.416	$ 471.008	$ 471.008	$ 471.032
Combustible y Lubricantes	10,0%	Energia Electrica	(usd/año)				64.843,1	79.246,0	79.918,9	137.813,1	139.122,6	140.496,1	142.252,7	143.658,1	146.149,3	146.149,3	147.351,7
Mantenimiento	0,5%	inversion	(usd/año)				$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83	$ 2.912.83
Otros suministros para mantenimiento	5,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 74.210	$ 75.512	$ 76.081	$ 122.174	$ 123.251	$ 124.380	$ 125.834	$ 126.968	$ 128.987	$ 128.987	$ 129.650
Administración	8,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 118.736	$ 120.820	$ 121.730	$ 195.478	$ 197.202	$ 199.007	$ 201.302	$ 203.149	$ 206.379	$ 206.379	$ 207.440
Seguros	2,5%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 37.105	$ 37.756	$ 38.041	$ 61.087	$ 61.626	$ 62.190	$ 62.907	$ 63.484	$ 64.494	$ 64.494	$ 64.825
Comercialización	10%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 14.842	$ 15.102	$ 15.216	$ 24.435	$ 24.650	$ 24.876	$ 25.163	$ 25.394	$ 25.797	$ 25.797	$ 25.930
Otros gastos no administrativos	3,0%	Total de los gastos	(usd/año)				$ 44.526	$ 45.307	$ 45.649	$ 73.304	$ 73.951	$ 74.628	$ 75.488	$ 76.181	$ 77.392	$ 77.392	$ 77.790
equipos (cada 10 años)			(usd/año)														$ 1126.185
Estación de bombeo toma reposicion cada 10 años			(usd/año)														$ 23.297.502
Contingencia	0,0%	Costos Operativos	(usd/año)				$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
OPEX ANUAL			(usd/año)				**$ 3.960.072**	**$ 3.991.087**	**$ 4.004.574**	**$ 5.097.434**	**$ 5.122.983**	**$ 5.149.742**	**$ 5.183.738**	**$ 5.211.115**	**$ 5.258.983**	**$ 5.258.983**	**$ 29.698.434**
OPEX ACUMULADO			(usd)				**$ 3.960.072**	**$ 7.951.159**	**$ 11.955.733**	**$ 17.053.168**	**$ 22.176.151**	**$ 27.325.892**	**$ 32.509.630**	**$ 37.720.745**	**$ 42.979.727**	**$ 48.238.710**	**$ 77.937.144**
VALOR ACTUALIZADO DE LOS COSTOS OPERATIVOS			(usd)				**$ 2.975.261**	**$ 2.725.966**	**$ 2.486.525**	**$ 2.877.369**	**$ 2.628.900**	**$ 2.402.392**	**$ 2.198.411**	**$ 2.009.130**	**$ 1.843.241**	**$ 1.675.674**	**$ 8.602.578**
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES			(usd)	**$ 7.085.195**													

Opción 2

CAPEX			Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Procura y Construcción																	
OBRA DE TOMA	**Caudal**	**Costo Unitario**		25%	50%	25%	25%	50%	25%								
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa	4043 l/s	$ 1126150		$ 2.835.287	$ 5.630.575	$ 2.835.287											
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				25%	50%	25%											
Planta de Pretratamiento (uso Industrial)	4043 l/s	$ 27.666.656	(usd/año)	$ 6.916.664	$ 13.833.328	$ 6.916.664											
Planta Potabilizadora Cabruta	150 l/s	$ 5.234.293	(usd/año)	$ 1.308.573	$ 2.617.147	$ 1.308.573											
Planta Potabilizadora Santa Rita	158 l/s	$ 5.474.845	(usd/año)	$ 1.368.711	$ 2.737.422	$ 1.368.711											
Planta Potabilizadora Espino	364 l/s	$ 5.652.684	(usd/año)	$ 1.413.171	$ 2.826.342	$ 1.413.171											
Plantas de tratamiento				$ 11.007.120	$ 22.014.239	$ 11.007.120											
ESTACIONES DE BOMBEO	**KW**	**Costo Unitario**		25%	50%	25%											
Estaciones de bombeo Agua pretratada	10241	6500 usd/kw	(usd/año)	$ 16.641.073	$ 33.282.145	$ 16.641.073											
ADUCCIONES	**m**			25%	50%	25%											
Planta potabilizadora Cabruta	3000	28158		$ 211.185,00	$ 422.370,00	$ 211.185,00											
Planta pretratamiento- Derivación	43800	4199,09		$ 45.980.035,50	$ 91960.071,00	$ 45.980.035,50											
Derivación- Espino	74000	1402,43		$ 25.944.955,00	$ 51889.910,00	$ 25.944.955,00											
Derivación Santa Rita	30000	2395,8		$ 5.989.500,00	$ 11979.000,00	$ 5.989.500,00											
TOTAL ADUCCION				**$ 78.325.675,50**	**$ 156.251.351,00**	**$ 78.325.675,50**											
LINEA ELÉCTRICA																	
Línea eléctrica	130 km	$ 30.000	(usd/año)	$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN ANUAL				**$ 109.564.155**	**$ 219.128.310**	**$ 109.564.155**											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN				**$ 438.256.620**													
Ingenieria				40%	40%	20%											
Ingeniería	10%			**$ 17.530.265**	**$ 17.530.265**	**$ 8.765.132**											
Arranque																	
Arranque	25%						$ 109.564.155										
Contingencia				33%	33%	33%											
Contingencia	15%			**$ 21.693.703**	**$ 21.693.703**	**$ 21.693.703**											
CAPEX ANUAL			(usd/año)	**$ 148.788.122**	**$ 258.352.277**	**$ 140.022.990**	**$ 109.564.155**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
CAPEX ACUMULADO			[$]	**$ 148.788.122**	**$ 407.140.400**	**$ 547.163.390**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**	**$ 656.727.544**
PERIODOS				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TASA DE INTERES				10%													
VALOR ACTUALIZADO DEL CAPEX				**$ 148.788.122**	**$ 234.865.707**	**$ 115.721.479**	**$ 82.317.171**										
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX				**$ 581.692.480**													

Grafico para inversión				2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA				**$ 2.835.287**	**$ 5.630.575**	**$ 2.835.287**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				**$ 11.007.120**	**$ 22.014.239**	**$ 11.007.120**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
ESTACIONES DE BOMBEO				**$ 16.641.073**	**$ 33.282.145**	**$ 16.641.073**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TOTAL ADUCCION				**$ 78.325.675,50**	**$ 156.251.351,00**	**$ 78.325.675,50**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
LINEA ELÉCTRICA				**$ 975.000**	**$ 1.950.000**	**$ 975.000**	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -

OPEX			Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200
N°de agentes							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	**Dosis**	**Costo Unit**															
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N°de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Energía Floculadores	0,0003 kwh/día/m3/día	0,10	(usd/año)				$ 766	$ 792	$ 817	$ 2.693	$ 2.738	$ 2.786	$ 2.845	$ 2.894	$ 2.977	$ 2.977	$ 2.978
Energía Filtros	0,08 kwh/día/m3/día	0,10	(usd/año)				$ 134.195	$ 141.424	$ 148.023	$ 717.804	$ 730.689	$ 744.203	$ 761.488	$ 775.336	$ 799.830	$ 799.830	$ 800.144
Energía Otros	0,001 kwh/día/m3/día	0,10	(usd/año)				$ 1.720	$ 1.813	$ 1.898	$ 9.203	$ 9.368	$ 9.541	$ 9.763	$ 9.940	$ 10.254	$ 10.254	$ 10.258
Cloro de precloración	1,50 mg/l	0,71	(usd/año)				$ 13.292	$ 13.409	$ 13.526	$ 13.646	$ 13.766	$ 13.886	$ 14.009	$ 14.132	$ 14.257	$ 14.257	$ 14.257
Cloro de desinfección	2,00 mg/l	0,70	(usd/año)				$ 17.478	$ 17.631	$ 17.786	$ 17.943	$ 18.101	$ 18.260	$ 18.420	$ 18.582	$ 18.746	$ 18.746	$ 18.746
Sulfato de aluminio	10,00 mg/l	0,16	(usd/año)				$ 47.782	$ 49.442	$ 50.975	$ 168.035	$ 170.861	$ 173.817	$ 177.549	$ 180.573	$ 185.792	$ 185.792	$ 185.802
PAC	5,00 mg/l	0,23	(usd/año)				$ 34.343	$ 35.536	$ 36.639	$ 120.775	$ 122.806	$ 124.931	$ 127.614	$ 129.787	$ 133.538	$ 133.538	$ 133.545
Polímero aniónico	0,10 mg/l	1,24	(usd/año)				$ 3.643	$ 3.770	$ 3.887	$ 12.810	$ 13.028	$ 13.254	$ 13.538	$ 13.769	$ 14.167	$ 14.167	$ 14.167
Cal	5,00 mg/l	0,16	(usd/año)				$ 26.877	$ 27.818	$ 28.674	$ 94.520	$ 96.109	$ 97.772	$ 99.871	$ 101.573	$ 104.508	$ 104.508	$ 104.514
Disposición de lodos		8,46 usd/año/l/s	(usd/año)				$ 7.904	$ 8.179	$ 8.433	$ 27.797	$ 28.265	$ 28.754	$ 29.371	$ 29.872	$ 30.735	$ 30.735	$ 30.737
Monitoreo y Laboratorio	3%	costos op planta	(usd/año)				$ 4.824	$ 4.942	$ 5.051	$ 13.796	$ 14.001	$ 14.216	$ 14.489	$ 14.708	$ 15.092	$ 15.092	$ 15.095
ESTACIONES DE BOMBEO																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N°de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Estaciones de bombeo Agua Pretratada (Uso Industrial)			(usd/año)														
Cargo por demanda		0,50 usd/kVA	(usd/año)														
Cargo por energía		0,01usd/kwh	(usd/año)														
Estaciones de bombeo Agua pretratada	**10241 kw**		**[usd/año]**				**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 648.431**	**$ 660.137**

COSTOS ANUALES POR RUBRO	%			2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000	$ 486.000
Energía electrica							$ 785.311	$ 792.460	$ 799.309	$ 1378.131	$ 1391.226	$ 1404.961	$ 1422.527	$ 1436.581	$ 1461.493	$ 1461.493	$ 1473.517
Productos Químicos							$ 143.435	$ 147.599	$ 151.487	$ 427.731	$ 434.672	$ 441.921	$ 451.002	$ 458.436	$ 471.008	$ 471.008	$ 471.032
Combustible y Lubricantes	10,0%	Energia Electrica	(usd/año)				$ 64.843,1	$ 79.246,0	$ 79.935,9	$ 137.813,1	$ 139.122,6	$ 140.496,1	$ 142.252,7	$ 143.658,1	$ 146.149,3	$ 146.149,3	$ 147.351,7
Mantenimiento	0,5%	inversion	(usd/año)				$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63	$ 2.912,63
Otros suministros para mantenimiento	5,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 74.210	$ 75.512	$ 76.081	$ 122.174	$ 123.251	$ 124.380	$ 125.834	$ 126.968	$ 128.987	$ 128.987	$ 129.650
Administración	8,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 118.736	$ 120.820	$ 121.730	$ 195.478	$ 197.202	$ 199.007	$ 201.302	$ 203.149	$ 206.379	$ 206.379	$ 207.440
Seguros	2,5%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 37.105	$ 37.756	$ 38.041	$ 61.087	$ 61.626	$ 62.190	$ 62.907	$ 63.484	$ 64.494	$ 64.494	$ 64.825
Comercialización	1,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 14.842	$ 15.102	$ 15.216	$ 24.435	$ 24.650	$ 24.876	$ 25.163	$ 25.394	$ 25.797	$ 25.797	$ 25.930
Otros gastos no administrativos	3,0%	Total de los gastos	(usd/año)				$ 44.526	$ 45.307	$ 45.649	$ 73.304	$ 73.951	$ 74.628	$ 75.488	$ 76.181	$ 77.392	$ 77.392	$ 77.790
equipos (cada 10 años)			(usd/año)														$ 1.126,15
Estación de bombeo toma reposicion cada 10 años			(usd/año)														$ 23.297,502
Contingencia	0,0%	Costos Operativos	(usd/año)				$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
OPEX ANUAL			(usd/año)				**$ 3.960.072**	**$ 3.991.087**	**$ 4.004.574**	**$ 5.097.434**	**$ 5.122.983**	**$ 5.149.742**	**$ 5.183.738**	**$ 5.211.135**	**$ 5.258.983**	**$ 5.258.983**	**$ 29.698.434**
OPEX ACUMULADO			[usd]				**$ 3.960.072**	**$ 7.951.159**	**$ 11.955.733**	**$ 17.053.168**	**$ 22.176.151**	**$ 27.325.892**	**$ 32.509.630**	**$ 37.720.765**	**$ 42.979.727**	**$ 48.238.710**	**$ 77.937.144**
VALOR ACTUALIZADO DE LOS COSTOS OPERATIVOS			[usd]				**$ 2.975.261**	**$ 2.725.966**	**$ 2.486.525**	**$ 2.877.369**	**$ 2.628.900**	**$ 2.402.392**	**$ 2.188.411**	**$ 2.009.110**	**$ 1.843.241**	**$ 1.675.674**	**$ 8.602.576**
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES			**[usd]**	**$ 7.085.195**													

Opción 3

CAPEX			Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Procura y Construcción																	
OBRA DE TOMA	**Caudal**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**	**25%**	**50%**	**25%**								
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa	4043 l/s	$ 11.261.150	(usd/año)	**$ 2.815.287**	**$ 5.630.575**	**$ 2.815.287**											
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				**25%**	**50%**	**25%**											
Planta de Pretratamiento (uso Industrial)	**4035 l/s**	**$ 27.666.656**	(usd/año)	**$ 6.916.664**	**$ 13.833.328**	**$ 6.916.664**											
Planta potabilizadora		**$ 16.361.822**	(usd/año)	**$ 4.090.455**	**$ 8.180.911**	**$ 4.090.455**											
ESTACIONES DE BOMBEO	**KW**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**											
Estaciones de bombeo Agua pretratada	**13280,8**	6500 usd/kw		**$ 21.581.300**	**$ 43.162.600**	**$ 21.581.300**											
Estaciones de bombeo Agua potable	7405	6500 usd/kw	#¡REF!	**$ 12.033.775**	**$ 24.067.550**	**$ 12.033.775**											
ADUCCIONES																	
Aduccion planta potabilizadora- Cabruta	3000	281,58	(usd/año)	$ 211.185	$ 422.370	$ 211.185											
Aduccion planta potabilizadora- Derivacion	43800	911,19	(usd/año)	$ 9.977.531	$ 19.955.061	$ 9.977.531											
Derivacion Santa Rita (potable)	10000	339,1	(usd/año)	$ 847.750	$ 1.695.500	$ 847.750											
Derivacion Espino (potable)	74000	716,87	(usd/año)	$ 13.262.095	$ 26.524.190	$ 13.262.095											
Aduccion planta pretratamiento- Derivacion	43800	4199,09	(usd/año)	$ 45.980.036	$ 91.960.071	$ 45.980.036											
Derivacion Santa Rita (pretratada)	10000	2795,32	(usd/año)	$ 6.988.300	$ 13.976.600	$ 6.988.300											
Derivacion Espino (pretratada)	74000	3696,96	(usd/año)	$ 68.393.760	$ 136.787.520	$ 68.393.760											
TOTAL ADUCCION				**$ 145.660.656**	**$ 291.321.312**	**$ 145.660.656**											
LINEA ELÉCTRICA																	
Linea eléctrica	130 km	$ 30.000		$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN ANUAL				**$ 194.073.138**	**$ 388.146.276**	**$ 194.073.138**											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN				**$ 776.292.552**													
Ingenieria				**40%**	**40%**	**20%**											
Ingeniería	10%			$ 31.051.702	$ 31.051.702	$ 15.525.851											
Arranque																	
Arranque	25%						$ 194.073.138										
Contingencia				**33%**	**33%**	**33%**											
Contingencia	15%			$ 38.426.481	$ 38.426.481	$ 38.426.481											
CAPEX ANUAL			**(usd/año)**	**$ 263.551.321**	**$ 457.624.459**	**$ 248.025.470**	**$ 194.073.138**										
CAPEX ACUMULADO			[$]	**$ 263.551.321**	**$ 721.175.780**	**$ 969.201.251**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**	**$ 1.163.274.389**
PERIODOS				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TASA DE INTERES				10%													
VALOR ACTUALIZADO DEL CAPEX				$ 263.551.321	$ 416.022.236	$ 204.979.727	$ 145.810.021										
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX				**$ 1.030.363.305**													
INVERSIONES				**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
Obra Toma				$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287											
Planta de pretratamiento (Uso Industrial)				$ 6.916.664	$ 13.833.328	$ 6.916.664											
Planta potabilizadora				$ 4.090.455	$ 8.180.911	$ 4.090.455											
Estaciones de bombeo				$ 33.615.075	$ 67.230.150	$ 33.615.075											
TOTAL ADUCCION				$ 145.660.656	$ 291.321.312	$ 145.660.656											
Linea eléctrica				$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
Inversiones anuales				**$ 263.551.321**	**$ 457.624.459**	**$ 248.025.470**	**$ 194.073.138**										
OPEX			**Unidad**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
OBRA DE TOMA																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200	$ 97.200
N° de agentes							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	**Dosis**	**Costo Unit**															
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N° de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Energía Floculadores	0,0003 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 766	$ 792	$ 817	$ 2.693	$ 2.738	$ 2.845	$ 2.894	$ 2.977	$ 2.977	$ 2.977	$ 2.977
Energía Filtros	0,08 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 229.719	$ 237.702	$ 245.074	$ 807.861	$ 821.448	$ 835.661	$ 853.603	$ 868.142	$ 893.231	$ 893.231	$ 893.231
Energía Otros	0,001 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 2.945	$ 3.047	$ 3.142	$ 10.357	$ 10.531	$ 10.714	$ 10.944	$ 11.130	$ 11.452	$ 11.452	$ 11.452
Cloro de precloración	1,50 mg/l	0,70	[usd/año]				$ 19.795	$ 20.861	$ 21.835	$ 105.881	$ 107.782	$ 109.776	$ 112.325	$ 114.365	$ 117.981	$ 117.981	$ 117.981
Cloro de desinfección	2,00 mg/l	0,70	[usd/año]				$ 17.478	$ 17.631	$ 17.786	$ 17.943	$ 18.101	$ 18.260	$ 18.420	$ 18.582	$ 18.746	$ 18.746	$ 18.746
Sulfato de aluminio	10,00 mg/l	0,16	[usd/año]				$ 47.122	$ 48.759	$ 50.272	$ 165.715	$ 168.502	$ 171.418	$ 175.098	$ 178.080	$ 183.227	$ 183.227	$ 183.227
PAC	5,00 mg/l	0,23	[usd/año]				$ 33.869	$ 35.046	$ 36.133	$ 119.108	$ 121.111	$ 123.206	$ 125.852	$ 127.995	$ 131.694	$ 131.694	$ 131.694
Polimero anionico	0,10 mg/l	1,22	[usd/año]				$ 3.593	$ 3.718	$ 3.833	$ 12.636	$ 12.848	$ 13.071	$ 13.351	$ 13.579	$ 13.971	$ 13.971	$ 13.971
Cal	5,00 mg/l	0,18	[usd/año]				$ 26.506	$ 27.427	$ 28.278	$ 93.215	$ 94.782	$ 96.422	$ 98.493	$ 100.170	$ 103.065	$ 103.065	$ 103.065
Disposición de lodos		8,40	[usd/año]				$ 7.845	$ 8.117	$ 8.369	$ 27.588	$ 28.052	$ 28.537	$ 29.150	$ 29.646	$ 30.503	$ 30.503	$ 30.503
Monitoreo y Laboratorio	1%	costos op planta	[usd/año]				$ 5.840	$ 5.975	$ 6.099	$ 15.574	$ 15.803	$ 16.042	$ 16.345	$ 16.590	$ 17.012	$ 17.012	$ 17.012
ESTACIONES DE BOMBEO																	
Personal		19440 usd/empleado	[usd/año]				$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 252.720
N° de agentes			[usd/año]				12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13
Cargo por demanda		0,50 usd/kVA	[usd/año]														
Cargo por energia		0,01 usd/kVA	[usd/año]														
Estaciones de bombeo agua pretratada		13280,80 usd/kVA	[usd/año]				$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931	$ 840.931
Estaciones de bombeo agua potable		7405,40 usd/kVA	[usd/año]				$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905
Total energia Estaciones de Bombeo							**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**	**$ 1.309.835**
COSTOS ANUALES POR RUBRO	**%**			**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
Personal		19440 usd/empleado	[usd/año]				$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 524.880	$ 544.320
Energia electrica			[usd/año]				$ 1.543.266	$ 1.551.378	$ 1.558.869	$ 2.130.746	$ 2.144.553	$ 2.158.995	$ 2.177.227	$ 2.192.001	$ 2.217.496	$ 2.217.496	$ 2.217.496
Productos Quimicos			[usd/año]				$ 148.363	$ 153.443	$ 158.136	$ 514.497	$ 523.127	$ 532.152	$ 543.539	$ 552.772	$ 568.685	$ 568.685	$ 568.685
Combustible y Lubricantes	10,0%	Energia Electrica	[usd/año]				$ 154.327	$ 155.138	$ 155.887	$ 213.075	$ 214.455	$ 215.900	$ 217.723	$ 219.200	$ 221.750	$ 221.750	$ 221.750
Mantenimiento	0,5%	Inversión	[usd/año]				$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463	$ 3.881.463
Otros suministros para mantenimiento	5,0%		[usd/año]				$ 118.834	$ 119.541	$ 120.194	$ 169.939	$ 171.141	$ 172.398	$ 173.986	$ 175.272	$ 177.491	$ 177.491	$ 178.463
Administración	8,0%	Costos op. Directos	[usd/año]				$ 190.134	$ 191.265	$ 192.310	$ 271.902	$ 273.825	$ 275.838	$ 278.377	$ 280.435	$ 283.986	$ 283.986	$ 285.541
Seguros	2,5%	Costos op. Directos	[usd/año]				$ 59.417	$ 59.770	$ 60.097	$ 84.969	$ 85.570	$ 86.199	$ 86.993	$ 87.636	$ 88.746	$ 88.746	$ 89.232
Comercialización	1,0%		[usd/año]				$ 23.767	$ 23.908	$ 24.039	$ 33.988	$ 34.228	$ 34.480	$ 34.797	$ 35.054	$ 35.498	$ 35.498	$ 35.693
Otros gastos no administrativos	3,0%	Total de los gastos	[usd/año]				$ 71.300	$ 71.724	$ 72.116	$ 101.963	$ 102.685	$ 103.439	$ 104.391	$ 105.163	$ 106.495	$ 106.495	$ 107.078
Plantas potabilizadoras reposición de equipos (cada 10 años)			[usd/año]														$ 1.126.115
Estación de bombeo toma reposicion cada 10 años			[usd/año]														$ 13.446.030
OPEX ANUAL			[usd/año]				**$ 6.715.749**	**$ 6.732.509**	**$ 6.747.990**	**$ 7.927.421**	**$ 7.955.927**	**$ 7.985.744**	**$ 8.023.376**	**$ 8.053.877**	**$ 8.106.489**	**$ 8.106.489**	**$ 22.701.864**
OPEX ACUMULADO			[usd]				**$ 6.715.749**	**$ 6.732.509**	**$ 6.747.990**	**$ 7.927.421**	**$ 7.955.927**	**$ 7.985.744**	**$ 8.023.376**	**$ 8.053.877**	**$ 8.106.489**	**$ 8.106.489**	**$ 22.701.864**
VALOR ACTUALIZADO DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES							**$ 5.045.642**	**$ 4.598.394**	**$ 4.189.971**	**$ 4.474.823**	**$ 4.082.649**	**$ 3.725.408**	**$ 3.402.695**	**$ 3.105.118**	**$ 2.841.275**	**$ 2.582.977**	**$ 6.575.921**
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES				**$ 9.005.221**													

Opción 4

CAPEX			Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Procura y Construcción																	
OBRA DE TOMA	**Caudal**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**	**25%**	**50%**	**25%**								
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa	4043 l/s	$ 11.261.150		$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287											
PLANTA POTABILIZADORA				**25%**	**50%**	**25%**											
Planta de potabilizadora	**4035 l/s**	**$ 27.666.656**	**(usd/año)**	**$ 6.916.664**	**$ 13.833.328**	**$ 6.916.664**											
ESTACIONES DE BOMBEO	**KW**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**											
Estaciones de bombeo Agua potable	9603	6500 usd/kw	(usd/año)	**$ 15.605.363**	**$ 31.210.725**	**$ 15.605.363**											
ADUCCIONES	**m**	**$/m**															
Planta potabilizadora Cabruta	3000	281,58	(usd/año)	$ 211.185	$ 422.370	$ 211.185											
Planta potabilizadora- Derivación	43800	4199,09	(usd/año)	$ 45.980.036	$ 91.960.071	$ 45.980.036											
Derivación- Espino	74000	1402,43	(usd/año)	$ 25.944.955	$ 51.889.910	$ 25.944.955											
Derivación Santa Rita	10000	2395,8	(usd/año)	$ 5.989.500	$ 11.979.000	$ 5.989.500											
TOTAL ADUCCION			(usd/año)	**$ 78.125.676**	**$ 156.251.351**	**$ 78.125.676**											
Energia Electrica			(usd/año)														
Agua Potable		$ 511.784.498	(usd/año)	**$ 127.946.125**	**$ 255.892.249**	**$ 127.946.125**											
LINEA ELECTRICA			(usd/año)														
Linea eléctrica	130 km	$ 30.000	(usd/año)	$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN ANUAL			(usd/año)	**$ 232.394.114**	**$ 464.768.228**	**$ 232.384.114**											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN				**$ 929.536.456**													
Ingenieria				**40%**	**40%**	**20%**											
Ingeniera	10%		(usd/año)	$ 37.181.458	$ 37.181.458	$ 18.590.729											
Arranque																	
Arranque	25%		(usd/año)				$ 232.384.114										
Contingencia				**33%**	**33%**	**33%**											
Contingencia	15%		(usd/año)	$ 46.012.055	$ 46.012.055	$ 46.012.055											
CAPEX ANUAL			**(usd/año)**	**$ 315.577.627**	**$ 547.961.741**	**$ 296.986.898**	**$ 232.384.114**										
CAPEX ACUMULADO			**($)**	**$ 315.577.627**	**$ 863.539.368**	**$ 1.160.526.265**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**	**$ 1.392.910.379**
PERIODOS				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TASA DE INTERES				10%													
VALOR ACTUALIZADO DEL CAPEX				**$ 315.577.627**	**$ 498.147.037**	**$ 245.443.717**	**$ 174.593.624**										
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX				**$ 1.233.762.005**													

INVERSIONES				2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa				$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287											
Planta de potabilizadora				$ 6.916.664	$ 13.833.328	$ 6.916.664											
Estaciones de bombeo Agua potable				$ 15.605.363	$ 31.210.725	$ 15.605.363											
TOTAL ADUCCION				$ 78.125.676	$ 156.251.351	$ 78.125.676											
Agua Potable				$ 127.946.125	$ 255.892.249	$ 127.946.125											
Linea eléctrica				$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
Inversiones anuales				**$ 232.384.114**	**$ 464.768.228**	**$ 232.384.114**											
Inversiones acumuladas				**$ 232.384.114**	**$ 697.152.342**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**	**$ 929.536.456**

OPEX			Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 97.200	$ 97.200	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.120	$ 93.125	$ 93.130
N° de agentes							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	**Dosis**	**Costo Unit**															
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400	$ 194.400
N° de agentes							10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Energia Floculadores	0,0003 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 796	$ 820	$ 2.696	$ 2.740	$ 2.789	$ 2.848	$ 2.898	$ 2.981	$ 2.984	$ 2.984	$ -
Energia Filtros	0,08 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 242.049	$ 249.516	$ 820.172	$ 833.627	$ 848.348	$ 866.216	$ 880.952	$ 906.695	$ 907.622	$ 907.622	$ -
Energia Otros	0,001 kwh/dia/m3/dia	0,10	(usd/año)				$ 3.103	$ 3.199	$ 10.515	$ 10.688	$ 10.876	$ 11.105	$ 11.294	$ 11.624	$ 11.636	$ 11.636	$ -
Cloro de precloración	1,50 mg/l	0,71	(usd/año)				$ 32.584	$ 33.589	$ 110.408	$ 112.219	$ 114.201	$ 116.606	$ 118.590	$ 122.055	$ 122.180	$ 122.180	$ -
Cloro de desinfección	2,00 mg/l	0,71	(usd/año)				$ 43.445	$ 44.785	$ 147.210	$ 149.625	$ 152.268	$ 155.475	$ 158.120	$ 162.740	$ 162.907	$ 162.907	$ -
Sulfato de aluminio	10,00 mg/l	0,16	(usd/año)				$ 49.651	$ 51.183	$ 168.240	$ 171.000	$ 174.020	$ 177.685	$ 180.708	$ 185.989	$ 186.179	$ 186.179	$ -
PAC	5,00 mg/l	0,23	(usd/año)				$ 3.786	$ 3.903	$ 12.828	$ 13.039	$ 13.269	$ 13.549	$ 13.779	$ 14.182	$ 14.196	$ 14.196	$ -
Polimero anionico	0,10 mg/l	1,24	(usd/año)				$ 3.786	$ 3.903	$ 12.828	$ 13.039	$ 13.269	$ 13.549	$ 13.779	$ 14.182	$ 14.196	$ 14.196	$ -
Cal	5,00 mg/l	0,18	(usd/año)				$ 27.929	$ 28.790	$ 94.635	$ 96.188	$ 97.886	$ 99.948	$ 101.648	$ 104.619	$ 104.726	$ 104.726	$ -
Disposición de lodos		8,46 usd/a/ho/l/s	(usd/año)				$ 9.126	$ 9.408	$ 30.924	$ 31.431	$ 31.986	$ 32.660	$ 33.215	$ 34.186	$ 34.221	$ 34.221	$ 34.221
Monitoreo y Laboratorio	1%	costos op planta	(usd/año)				$ 6.107	$ 6.235	$ 16.049	$ 16.280	$ 16.533	$ 16.840	$ 17.094	$ 17.537	$ 17.552	$ 17.552	$ 2.286
ESTACIONES DE BOMBEO																	
Personal		19440 usd/empleado	(usd/año)				$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280	$ 233.280
N° de agentes	-						12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Industrial)																	
Cargo por demanda		0,50 usd/kVA	(usd/año)														
Cargo por energia		0,01 usd/kwh	(usd/año)														
Total energia eléctrica	**10301 kw**		(usd/año)				**$ 652.252**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**	**$ 608.074**
COSTOS ANUALES POR RUBRO	**%**			**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
Personal		19440 usd/empleado					$ 524.880	$ 524.880	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.800	$ 520.805	$ 520.810
Energia electrica							$ 898.200	$ 861.609	$ 1.441.457	$ 1.455.129	$ 1.470.087	$ 1.488.243	$ 1.503.217	$ 1.529.374	$ 1.530.316	$ 1.530.316	$ 608.074
Productos Quimicos							$ 161.180	$ 166.152	$ 546.150	$ 555.110	$ 564.913	$ 576.811	$ 586.624	$ 603.766	$ 604.383	$ 604.383	$ -
Combustible y Lubricantes	10,0%	Energia Electrica	(usd/año)				$ 89.820	$ 86.161	$ 144.146	$ 145.513	$ 147.009	$ 148.824	$ 150.322	$ 152.937	$ 153.032	$ 153.032	$ 60.807
Mantenimiento	0,5%	Inversión	(usd/año)				$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682	$ 4.647.682
Otros suministros para mantenimiento	5,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 84.009	$ 82.252	$ 133.430	$ 134.642	$ 135.967	$ 137.576	$ 138.903	$ 141.221	$ 141.304	$ 141.304	$ 59.599
Administración	8,0%	Costos op. Directos	(usd/año)				$ 134.415	$ 131.603	$ 213.488	$ 215.427	$ 217.547	$ 220.122	$ 222.245	$ 225.953	$ 226.087	$ 226.087	$ 95.358
Seguros	2,5%	Costos op. Directos					$ 42.005	$ 41.126	$ 66.715	$ 67.321	$ 67.984	$ 68.788	$ 69.451	$ 70.610	$ 70.652	$ 70.652	$ 29.799
Comercialización	1,0%						$ 16.802	$ 16.450	$ 26.686	$ 26.928	$ 27.193	$ 27.515	$ 27.781	$ 28.244	$ 28.261	$ 28.261	$ 11.920
Otros gastos no administrativos	3,0%	Total de los gastos					$ 50.406	$ 49.351	$ 80.058	$ 80.785	$ 81.580	$ 82.546	$ 83.342	$ 84.732	$ 84.783	$ 84.783	$ 35.759
años)			(usd/año)														$ 1.126.115
Estación de bombeo toma reposicion cada 10 años																	$ 21.847.508
OPEX ANUAL			(usd/año)				**$ 6.649.399**	**$ 6.807.266**	**$ 7.820.612**	**$ 7.849.337**	**$ 7.880.762**	**$ 7.918.907**	**$ 7.950.366**	**$ 8.005.320**	**$ 8.007.309**	**$ 8.007.306**	**$ 29.843.432**
OPEX ACUMULADO			(usd)				**$ 6.649.399**	**$ 13.256.665**	**$ 21.077.277**	**$ 28.926.614**	**$ 36.807.376**	**$ 44.726.283**	**$ 52.676.649**	**$ 60.681.969**	**$ 68.689.268**	**$ 76.696.574**	**$ 105.740.006**
VALOR ACTUALIZADO DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES							**$ 4.995.792**	**$ 4.512.851**	**$ 4.855.985**	**$ 4.430.746**	**$ 4.044.077**	**$ 3.694.229**	**$ 3.371.731**	**$ 3.086.397**	**$ 2.806.510**	**$ 2.551.374**	**$ 8.412.848**
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES				**$ 9.612.728**													

Opción 5

CAPEX			Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Procura y Construcción																	
OBRA DE TOMA	**Caudal**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**	**25%**	**50%**	**25%**								
Obra de toma (Muelle) Primera Etapa	4043 l/s	$ 11.261.150		$ 2.815.287	$ 5.630.575	$ 2.815.287											
PLANTA DE PRETRATAMIENTO				**25%**	**50%**	**25%**											
Planta de Pretratamiento (uso Industrial)		$ 27.666.656	(usd/año)	$ 6.916.664	$ 13.833.328	$ 6.916.664											
Planta Potabilizadora Cabruta	150 l/s	$ 5.234.293	(usd/año)	$ 1.308.573	$ 2.617.147	$ 1.308.573											
Planta Potabilizadora Santa Rita	158 l/s	$ 5.474.845	(usd/año)	$ 1.368.711	$ 2.737.422	$ 1.368.711											
Planta Potabilizadora Espino	164 l/s	$ 5.652.684	(usd/año)	$ 1.413.171	$ 2.826.342	$ 1.413.171											
Planta potabilizadora		$ 16.361.822		$ 11.007.120	$ 22.014.239	$ 11.007.120											
ESTACIONES DE BOMBEO	**KW**	**Costo Unitario**		**25%**	**50%**	**25%**											
Estaciones de bombeo Agua potabilizada	7405	6500 usd/kw	(usd/año)	$ 12.033.775	$ 24.067.550	$ 12.033.775											
Estaciones de bombeo Agua pretratada 1ª etapa	9794	6500 usd/kw	(usd/año)	$ 15.914.438	$ 31.828.875	$ 15.914.438											
Estaciones de bombeo Agua pretratada 2ª etapa	10625	6500 usd/kw	(usd/año)						$ 69.059.900								
ADUCCIONES																	
Planta potabilizadora Cabruta	3000	281,58	(usd/año)	$ 211.185,00	$ 422.370,00	$ 211.185,00											
Planta potabilizadora- Derivación	43800	716,87	(usd/año)	$ 7.849.726,50	$ 15.699.453,00	$ 7.849.726,50											
Derivacion-Santa Rita (potable)	10000	339,10	(usd/año)	$ 847.750,00	$ 1.695.500,00	$ 847.750,00											
Derivacion Espino (potable)	74000	430,82	(usd/año)	$ 7.970.170,00	$ 15.940.340,00	$ 7.970.170,00											
Planta pretratada- Derivación	43800	2.395,80	(usd/año)	$ 26.234.010,00	$ 52.468.020,00	$ 26.234.010,00											
Derivacion-Santa Rita (pretratada)	10000	2.303,48	(usd/año)	$ 5.758.700,00	$ 11.517.400,00	$ 5.758.700,00											
Derivacion Espino (pretratada)	740000	1.139,71	(usd/año)	$ 210.846.350,00	$ 421.692.700,00	$ 210.846.350,00											
Agua Pretratada Santa Rita (2da Etapa)	53000	3.696,96	(usd/año)	$ 48.984.720,00	$ 97.969.440,00	$ 48.984.720,00			$ 195.938.880								
TOTAL ADUCCION				**$ 308.702.611,50**	**$ 617.405.223,00**	**$ 308.702.611,50**			**$ 195.938.880,00**								
LINEA ELECTRICA																	
Linea eléctrica	130 km	$ 30.000		$ 975.000	$ 1.950.000	$ 975.000											
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN ANUAL				**$ 357.389.895**	**$ 714.779.790**	**$ 357.389.895**			**$ 264.998.780**								
SUBTOTAL PROCURA Y CONSTRUCCIÓN				**$ 1.694.558.360**													
Ingeniería				**40%**	**40%**	**20%**											
Ingeniería	10%			$ 67.782.334	$ 67.782.334	$ 33.891.167											
Arranque																	
Arranque	25%						$ 423.639.590										
Contingencia				**33%**	**33%**	**33%**											
Contingencia	15%			$ 83.880.639	$ 83.880.639	$ 83.880.639											
CAPEX ANUAL			**[usd/año]**	**$ 509.052.868**	**$ 866.442.763**	**$ 475.161.701**	**$ 423.639.590**			**$ 264.998.780**							
CAPEX ACUMULADO			[$]	**$ 509.052.868**	**$ 1.375.495.631**	**$ 1.850.657.332**	**$ 2.274.296.922**	**$ 2.274.296.922**	**$ 2.274.296.922**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**	**$ 2.539.295.702**
PERIODOS				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TASA DE INTERES				10%													
VALOR ACTUALIZADO DEL CAPEX				$ 509.052.868	$ 866.442.763	$ 475.161.701	$ 423.639.590			$ 264.998.780							
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX				**$ 2.539.295.702**													

OPEX			Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
OBRA DE TOMA																	
Personal		18624 usd/empleado	[usd/año]				$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119	$ 93.119
N° de agentes							5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PLANTA DE PRETRATAMIENTO	**Dosis**	**Costo Unit**															
Personal		18624 usd/empleado	(usd/año)				$ 223.485	$ 223.485	$ 223.485	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732
N° de agentes							12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14
Energía Floculadores	0,0003 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 763	$ 788	$ 2.646	$ 2.650	$ 2.693	$ 2.737	$ 2.785	$ 2.845	$ 2.893	$ 2.977	$ 2.977
Energía Filtros	0,08 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 232.249	$ 240.106	$ 805.038	$ 805.980	$ 819.180	$ 832.694	$ 847.150	$ 865.378	$ 880.149	$ 905.606	$ 905.602
Energía Otros	0,001 kwh/dia/m3/dia	0,10	[usd/año]				$ 2.978	$ 3.078	$ 10.321	$ 10.333	$ 10.502	$ 10.676	$ 10.861	$ 11.095	$ 11.284	$ 11.610	$ 11.610
Cloro de precloración	1,50 mg/l	0,71	[usd/año]				$ 13.200	$ 13.284	$ 13.411	$ 13.538	$ 13.665	$ 13.750	$ 13.876	$ 14.003	$ 14.130	$ 14.257	$ 14.257
Cloro de desinfección	2,00 mg/l	0,71	[usd/año]				$ 17.599	$ 17.712	$ 17.881	$ 18.051	$ 18.220	$ 18.333	$ 18.502	$ 18.671	$ 18.840	$ 19.010	$ 19.009
Sulfato de aluminio	10,00 mg/l	0,16	[usd/año]				$ 47.641	$ 49.253	$ 165.136	$ 165.329	$ 168.037	$ 170.809	$ 173.774	$ 177.514	$ 180.543	$ 185.765	$ 185.764
PAC	5,00 mg/l	0,23	[usd/año]				$ 34.242	$ 35.400	$ 118.691	$ 118.830	$ 120.777	$ 122.769	$ 124.900	$ 127.588	$ 129.766	$ 133.519	$ 133.518
Polímero anionico	0,10 mg/l	1,24	[usd/año]				$ 3.633	$ 3.758	$ 12.592	$ 12.606	$ 12.813	$ 13.024	$ 13.250	$ 13.535	$ 13.766	$ 14.165	$ 14.165
Cal	5,00 mg/l	0,18	[usd/año]				$ 26.798	$ 27.705	$ 92.889	$ 92.998	$ 94.521	$ 96.080	$ 97.748	$ 99.851	$ 101.556	$ 104.493	$ 104.493
Disposición de lodos		8,46 usd/año/l/s	[usd/año]				$ 7.881	$ 8.148	$ 27.318	$ 27.350	$ 27.798	$ 28.256	$ 28.747	$ 29.365	$ 29.867	$ 30.730	$ 30.730
Monitoreo y Laboratorio	1%	costos op planta	[usd/año]				$ 6.105	$ 6.227	$ 14.894	$ 15.284	$ 15.489	$ 15.699	$ 15.923	$ 16.206	$ 16.435	$ 16.829	$ 16.829
ESTACIONES DE BOMBEO																	
Personal		18624 usd/empleado	(usd/año)				$ 223.485	$ 223.485	$ 223.485	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732	$ 260.732
N° de agentes							12	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14
Cargo por demanda		0,50 usd/kVA															
Cargo por energía		0,01 usd/kVA															
Estaciones agua potable			[usd/año]				$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905	$ 468.905
Estaciones de bombeo Agua pretratada			[usd/año]				$ 620.117	$ 620.117	$ 620.117	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860	$ 1.292.860
Estaciones de bombeo			**[usd/año]**				**$ 1.089.022**	**$ 1.089.022**	**$ 1.089.022**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**	**$ 1.761.764**
COSTOS ANUALES POR RUBRO	**%**			**2022**	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**
Personal		18624 usd/empleado					$ 540.088	$ 540.088	$ 540.088	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583	$ 614.583
Energía electrica							$ 1.325.012	$ 1.332.996	$ 1.907.027	$ 2.580.727	$ 2.594.139	$ 2.607.871	$ 2.622.560	$ 2.641.082	$ 2.656.091	$ 2.681.957	$ 2.681.953
Productos Químicos							$ 379.102	$ 391.083	$ 1.238.605	$ 1.240.316	$ 1.260.407	$ 1.280.871	$ 1.302.848	$ 1.330.480	$ 1.352.928	$ 1.391.405	$ 1.391.395
Combustible y Lubricantes	10,0%	Energia Electrica	[usd/año]				$ 132.501	$ 133.300	$ 190.703	$ 258.073	$ 259.414	$ 260.787	$ 262.256	$ 264.108	$ 265.609	$ 268.196	$ 268.195
Mantenimiento	0,5%	$ 50.836.751	[usd/año]				$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792	$ 8.472.792
Otros suministros para mantenimiento	5,0%	Costos op. Directos	[usd/año]				$ 119.140	$ 120.185	$ 194.566	$ 235.449	$ 237.202	$ 238.991	$ 240.909	$ 243.323	$ 245.282	$ 248.648	$ 248.648
Administración	8,0%	Costos op. Directos	[usd/año]				$ 190.625	$ 192.295	$ 311.305	$ 376.719	$ 379.523	$ 382.385	$ 385.454	$ 389.317	$ 392.452	$ 397.837	$ 397.836
Seguros	2,5%	Costos op. Directos	[usd/año]				$ 59.570	$ 60.092	$ 97.283	$ 117.725	$ 118.601	$ 119.495	$ 120.454	$ 121.661	$ 122.641	$ 124.324	$ 124.324
Comercialización	1,0%		[usd/año]				$ 23.828	$ 24.037	$ 38.913	$ 47.090	$ 47.440	$ 47.798	$ 48.182	$ 48.665	$ 49.056	$ 49.730	$ 49.730
Otros gastos no administrativos	3,0%	Total de los gastos	[usd/año]				$ 71.484	$ 72.111	$ 116.740	$ 141.269	$ 142.321	$ 143.394	$ 144.545	$ 145.994	$ 147.169	$ 149.189	$ 149.189
Plantas potabilizadoras reposición de equipos (cada 10 años)	3,0%	Costos op. Directos	[usd/año]														$ 39.127.498
cada 10 años			[usd/año]														$ 1.126.115
OPEX ANUAL			**[usd/año]**				**$ 11.314.143**	**$ 11.338.978**	**$ 13.108.022**	**$ 14.084.742**	**$ 14.126.421**	**$ 14.168.967**	**$ 14.214.582**	**$ 14.272.005**	**$ 14.318.604**	**$ 14.398.657**	**$ 54.652.257**
OPEX ACUMULADO			[usd]				**$ 11.314.143**	**$ 22.653.121**	**$ 35.761.143**	**$ 49.845.885**	**$ 63.972.306**	**$ 78.141.273**	**$ 92.355.855**	**$ 106.627.860**	**$ 120.946.464**	**$ 135.345.121**	**$ 189.997.378**
VALOR ACTUALIZADO DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES							**$ 8.500.483**	**$ 7.744.675**	**$ 8.139.050**	**$ 7.950.470**	**$ 7.249.088**	**$ 6.609.928**	**$ 6.028.370**	**$ 5.502.476**	**$ 5.018.583**	**$ 4.587.856**	**$ 15.830.812**
VALOR ACTUALIZADO TOTAL DE LOS COSTOS OPERATIVOS ANUALES				**$ 17.272.489**													

Evaluación de factibilidad económica del proyecto

El presente apartado del proyecto tiene como objetivo analizar la sustentabilidad económica del proyecto y calcular sus factores económicos y financieros, con el fin de evaluar los aspectos técnicos y económicos, mediante la estimación de costos clase V de las cinco (5) configuraciones de aducción propuestas para el Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO.

Bases y premisas económicas y financieras

La evaluación económica y financiera se basa en las estimaciones realizadas de acuerdo a la estructura de costos clase V del proyecto por configuración de aducción propuesta.

Para estimar evaluar la factibilidad económica del proyecto se consideraron las siguientes premisas, provenientes de la experiencia de PDVSA en proyectos similares y normas internas de la industria:

- Se estima el arranque de las operaciones del Acueducto Mayor Boyacá para el año 2025.
- Se considera una tasa de interés del 10% anual.
- Se determina un mes de referencia para los costos: Diciembre 2011.
- Se considera una tasa cambiaria de 4,30 BsF/US$.
- Se considera lo contemplado en la Resolución N° 013 de 22 de enero de 2010 del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente.

En el Estimado de Costos Clase V se calcularon los montos de inversión (CAPEX) y los costos de operación y mantenimiento (OPEX) del proyecto de cada una de las opciones planteadas, calculando así el Valor Presente (VP) de las alternativas tal y como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 42: Costo total del proyecto

Opción	VALOR ACTUALIZADO TOTAL DEL CAPEX	VALOR ACTUALIZADO DEL OPEX	TOTAL DEL PROYECTO (USD$)
Opción 1	$641.036.410	$7.085.195	$648.121.605
Opción 2	$687.042.849	$5.946.245	$692.989.094
Opción 3	$1.030.363.305	$9.005.221	$1.039.368.527
Opción 4	$1.233.762.005	$9.612.728	$1.243.374.733
Opción 5	$2.539.295.702	$17.272.489	$2.556.568.191

Fuente: Elaboración propia

Análisis Económico Financiero

A continuación se desarrolla un análisis económico-financiero de las opciones propuestas en función a los costos de inversión, operación y mantenimiento resultantes de la Estimación de Costos Clase V del proyecto.

Dada la naturaleza del proyecto, la principal fuente de ingreso será la venta del servicio a los diferentes usuarios, (industriales, residenciales y comerciales) de acuerdo a la tarifa contemplada en la Gaceta Oficial N° 39.353, Resolución N° 013 “del Ministerio del Poder Popular Para el Ambiente, mediante la cual se establece la metodología y criterios técnicos que regulan las tarifas de los servicios de agua potable y de saneamiento prestados por las Empresas Hidrológicas Regionales, filiales de la Compañía Anónima Hidrológica Venezolana, HIDROVEN, C.A.

A cada uno de los usuarios del Acueducto se le asigna una tarifa por el servicio. Esta tarifa se calcula de acuerdo al procedimiento establecido en la Resolución N° 013 del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (Anexo 7)

En primera instancia se requiere se definir el multiplicador de tarifa que la compañía hidrológica estipula para realizar las operaciones y mantenimiento del sistema. En esta etapa del proyecto aun no se define de manera estricta la compañía que tendrá el control de las operaciones, así

que a modo de referencia se adopta un 0,6 BsF/m^3 de Precio Medio de Referencia (PMR) correspondiente a HIDROPAEZ.

Así mismo, se definen los diferentes multiplicadores de contemplados en la Resolución del Ministerio, (ver tabla 43).

Tabla 43: Índices para el cálculo de tarifas

Usos	Cargo fijo	Cargo variable	Exceso	Exceso
Industrial A	50 m^3/mes	Hasta la dotación	Hasta 1,5 dotación	Mayor a 1,5 dotación
	(2.5 o 3,0)x PMR	(2.5 o 3,0)x PMR	4,0 x PMR	7,0 x PRM
Comercial B	15 m^3/mes	>15 m^3/mes y < 40 m^3/mes	Hasta 1,5 dotación	Mayor a 1,5 dotación
	(1.5 o 2.0)x PMR	(1.5 o 2.0)x PMR	4,0 x PMR	7,0 x PMR
Residencial 1	0.75 x PMR	1,00 x PMR	3,50 x PMR	5,00 x PMR

Fuente: Resolución N°13 de 22 Enero de 2010. Ministerio del poder Popular para el Ambiente.

Estos índices son estimados con base en el uso del agua y de acuerdo a la metodología, se debe adoptar el multiplicador más adecuado para el PMR. Con la finalidad de maximizar el beneficio social fueron adoptadas las categorías de uso más reducidas para residencias y comercio. Considerando que el proyecto debe ser atractivo como negocio se considera la categoría más elevada para uso industrial. Finalmente, para que se puedan maximizar los ingresos y partir de un proyecto que sea factible, las tarifas cobradas a los usuarios serían las máximas permitidas.

Tabla 44: Tarifas por usuario

Usos	Cargo Fijo (USD/m^3)		Cargo Variable (USD/m^3)		Exceso (USD/m^3)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Industrial A	0,35	0,42	0,35	0,42	0,56	0,98
Residencial 1	0,10	0,10	0,14	0,14	0,70	0,70

Fuente: Elaboración propia

Se realizó una programación de ingresos a partir de las tarifas calculadas de acuerdo a la Resolución antes mencionada. Como primer

escenario se presenta un cobro del servicio a todos los usuarios, es decir, residencial, comercial e industrial, (Mejorador, Refinería, Petroquímica, Generación Eléctrica, población natural y fuerza laboral asociada).

La tabla 45 indica la repartición por cargo fijo, cargo variable y exceso por tipo de consumidor por porcentaje del consumo. La misma repartición es adoptada para los 2 escenarios y 4 variantes para opciones planteadas.

Tabla 45: Repartición por cargo fijo, variable y exceso por tipo de usuario

Usos	Cargo Fijo (% del consumo total)	Cargo Variable (% del consumo total)	Exceso (% del consumo total)	Exceso (% del consumo total)
Industrial A	10%	40%	50%	0%
Residencial 1	100%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

La demanda pico calculada se multiplica por la tarifa unitaria por m^3 de agua y diferentes usos y repartición de consumo, se obtienen los siguientes ingresos.

Ingresos Industrial = (Índice Cargo Fijo Industria A x %cargo fijo x consumo total Industria + Índice Cargo variable Industria A x % cargo variable x consumo total industria + Índice exceso Industria A x %cargo exceso industria) x PMR.

Ingresos Residencial = (Índice Cargo Fijo Residencial 1 x %cargo fijo x consumo total Residencial + Índice Cargo variable Residencial x % cargo variable x consumo total Residencial + Índice exceso Residencial x %cargo exceso Residencial) x PMR.

Ingreso Total = Ingreso Industria + Ingreso residenciales

Es así como se obtiene las siguientes tablas que corresponden los cálculos de flujos de cajas en los que intervienen los costos de inversión y de operación mantenimiento.

Tabla 46: Flujo de Caja. Opción 1

ITEM	Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversión		**170.481.825**	**280.045.980**	**161.716.693**	**109.564.155**			
Procura y Construcción	$/año	109.564.155	219.128.310	109.564.155	0			
Ingeniería	$/año	17.530.265	17.530.265	8.765.132	0			
Arranque	$/año				109.564.155			
Contingencia	$/año	43.387.405	43.387.405	43.387.405	0			
Costos operativos					**3.960.072**	**3.991.087**	**4.004.574**	**5.097.434**
Personal	$/año				486.000	486.000	486.000	486.000
Energía eléctrica	$/año				785.113	792.460	799.169	1.378.131
Productos Químicos	$/año				143.415	147.599	151.487	427.731
Combustible y Lubricantes	$/año				64.843	79.246	79.917	137.813
Mantenimiento	$/año				2.191.283	2.191.283	2.191.283	2.191.283
Otros suministros para mantenimiento	$/año				74.210	75.512	76.081	122.174
Administración	$/año				118.736	120.820	121.730	195.478
Seguros	$/año				37.105	37.756	38.041	61.087
Comercialización	$/año				14.842	15.102	15.216	24.435
Otros gastos no administrativos	$/año				44.526	45.307	45.649	73.304
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año				0	0	0	0
Estación de bombeo toma reposición	$/año				0	0	0	0
Ingresos	**$/año**				**90.226.831**	**116.949.502**	**120.962.993**	**432.879.008**
Tarifa agua pretratada	$/año				88.109.665	114.822.069	118.825.292	430.733.093
Tarifa Agua residencial	$/año				2.117.166	2.127.433	2.137.701	2.145.915
FLUJO DE CAJA	$/año	-$170.481.825	-$280.045.980	-$161.716.693	-$23.297.396	$112.958.414	$116.958.419	$427.779.546

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja. Opción 1. (Continuación)

ITEM	Unidad	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Inversión								
Procura y Construcción	$/año							
Ingeniería	$/año							
Arranque	$/año							
Contingencia	$/año							
Costos operativos		**5.122.983**	**5.149.742**	**5.183.738**	**5.211.115**	**5.258.983**	**5.258.983**	**29.698.434**
Personal	$/año	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000	486.000
Energía eléctrica	$/año	1.391.226	1.404.961	1.422.527	1.436.581	1.461.493	1.461.493	1.473.517
Productos Químicos	$/año	434.672	441.921	451.002	458.416	471.008	471.008	471.032
Combustible y Lubricantes	$/año	139.123	140.496	142.253	143.658	146.149	146.149	147.352
Mantenimiento	$/año	2.191.283	2.191.283	2.191.283	2.191.283	2.191.283	2.191.283	2.191.283
Otros suministros para mantenimiento	$/año	123.251	124.380	125.814	126.968	128.987	128.987	129.650
Administración	$/año	197.202	199.007	201.302	203.149	206.379	206.379	207.440
Seguros	$/año	61.626	62.190	62.907	63.484	64.494	64.494	64.825
Comercialización	$/año	24.650	24.876	25.163	25.394	25.797	25.797	25.930
Otros gastos no administrativos	$/año	73.951	74.628	75.488	76.181	77.392	77.392	77.790
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año	0	0	0	0	0	0	1.126.115
Estación de bombeo toma reposición	$/año	0	0	0	0	0	0	23.297.502
Ingresos	**$/año**	**440.328.742**	**454.319.491**	**471.589.504**	**254.368.648**	**269.434.352**	**276.970.503**	**290.860.754**
Tarifa agua pretratada	$/año	438.172.560	452.155.095	469.416.894	252.187.824	267.245.314	274.773.250	288.663.502
Tarifa Agua residencial	$/año	2.156.182	2.164.396	2.172.610	2.180.824	2.189.038	2.197.252	2.197.252
FLUJO DE CAJA	$/año	$435.203.730	$449.167.720	$466.403.735	$249.155.502	$264.173.337	$271.709.486	$261.160.285

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Flujo de Caja. Opción 2.

ITEM	Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversión		**180.358.742**	**295.051.426**	**170.910.389**	**118.104.422**	**0**	**13.646.950**	**0**
Procura y Construcción	$/año	114.692.684	229.385.368	114.692.684			13.646.950	
Ingeniería	$/año	18.896.707	18.896.707	9.448.354				
Arranque	$/año				118.104.422			
Contingencia	$/año	46.769.351	46.769.351	46.769.351				
Costos operativos					**2.004.866**	**4.376.027**	**5.495.460**	**5.690.478**
Personal	$/año				524.880	524.880	524.880	622.080
Energía eléctrica	$/año				884.880	891.622	1.464.308	1.518.919
Productos Químicos	$/año				174.702	178.562	483.904	489.736
Combustible y Lubricantes	$/año				88.488	89.162	146.431	151.892
Mantenimiento	$/año				4.424	2.362.088	2.362.088	2.362.088
Otros suministros para mantenimiento	$/año				83.972	84.542	131.756	139.939
Administración	$/año				134.356	135.267	210.810	223.902
Seguros	$/año				41.986	42.271	65.878	69.970
Comercialización	$/año				16.794	16.908	26.351	27.988
Otros gastos no administrativos	$/año				50.383	50.725	79.054	83.963
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año							
Estación de bombeo toma reposición	$/año							
Ingresos					**90.226.831**	**116.949.502**	**120.962.993**	**432.879.008**
Tarifa agua pretratada	$/año				88.109.665	114.822.069	118.825.292	430.733.093
Tarifa Agua residencial	$/año				2.117.166	2.127.433	2.137.701	2.145.915
Flujo de Caja	$/año	**-180.358.742**	**-295.051.426**	**-170.910.389**	**-29.882.456**	**112.573.475**	**101.820.583**	**427.188.530**

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja. Opción 2. (Continuación)

ITEM	Unidad	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Inversión								
Procura y Construcción	$/año							
Ingeniería	$/año							
Arranque	$/año							
Contingencia	$/año							
Costos operativos		**5.712.104**	**5.734.678**	**5.762.582**	**5.785.642**	**5.795.895**	**5.809.178**	**13.241.788**
Personal	$/año	622.080	622.080	622.080	622.080	622.080	622.080	622.080
Energía eléctrica	$/año	1.529.817	1.541.199	1.555.306	1.566.933	1.572.004	1.578.801	1.578.801
Productos Químicos	$/año	495.817	502.158	509.954	516.431	519.420	523.041	523.041
Combustible y Lubricantes	$/año	152.982	154.120	155.531	156.693	157.200	157.880	157.880
Mantenimiento	$/año	2.362.088	2.362.088	2.362.088	2.362.088	2.362.088	2.362.088	2.362.088
Otros suministros para mantenimiento	$/año	140.851	141.803	142.980	143.953	144.385	144.945	144.945
Administración	$/año	225.362	226.885	228.768	230.324	231.016	231.913	231.913
Seguros	$/año	70.426	70.902	71.490	71.976	72.193	72.473	72.473
Comercialización	$/año	28.170	28.361	28.596	28.791	28.877	28.989	28.989
Otros gastos no administrativos	$/año	84.511	85.082	85.788	86.372	86.631	86.967	86.967
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año							1.126.115
Estación de bombeo toma reposición	$/año							6.306.495
Ingresos		**440.328.742**	**454.319.491**	**471.589.504**	**254.368.648**	**269.434.352**	**276.970.503**	**290.860.754**
Tarifa agua pretratada	$/año	438.172.560	452.155.095	469.416.894	252.187.824	267.245.314	274.773.250	288.663.502
Tarifa Agua residencial	$/año	2.156.182	2.164.396	2.172.610	2.180.824	2.189.038	2.197.252	2.197.252
Flujo de Caja	$/año	**434.616.638**	**448.584.813**	**465.826.922**	**248.583.006**	**263.638.457**	**271.161.325**	**277.618.966**

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48: Flujo de Caja. Opción 3.

ITEM	Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversión	**$/año**	**263.551.321**	**416.022.236**	**204.979.727**	**194.073.138**			
Procura y Construcción	**$/año**	194.073.138	388.146.276	194.073.138				
Ingeniería	**$/año**	31.051.702	31.051.702	15.525.851				
Arranque	**$/año**				194.073.138			
Contingencia	**$/año**	38.426.481	38.426.481	38.426.481				
Costos operativos					**6.715.749**	**6.732.509**	**6.747.990**	**7.927.421**
Personal	**$/año**				524.880	524.880	524.880	524.880
Energía eléctrica	**$/año**				1.543.266	1.551.378	1.558.869	2.130.746
Productos Químicos	**$/año**				148.363	153.443	158.136	514.497
Combustible y Lubricantes	**$/año**				154.327	155.138	155.887	213.075
Mantenimiento	**$/año**				3.881.463	3.881.463	3.881.463	3.881.463
Otros suministros para mantenimiento	**$/año**				118.834	119.541	120.194	169.939
Administración	**$/año**				190.134	191.265	192.310	271.902
Seguros	**$/año**				59.417	59.770	60.097	84.969
Comercialización	**$/año**				23.767	23.908	24.039	33.988
Otros gastos no administrativos	**$/año**				71.300	71.724	72.116	101.963
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	**$/año**				0	0	0	0
Estación de bombeo toma reposición	**$/año**				0	0	0	0
Ingresos					**64.909.239**	**83.763.485**	**87.433.146**	**398.990.203**
Tarifa agua pretratada	**$/año**				58.502.297	77.315.473	80.923.529	392.418.981
Tarifa Agua residencial	**$/año**				6.406.942	6.448.012	6.509.617	6.571.222
Flujo de Caja	$/año	-263.551.321,3	-416.022.235,6	-204.979.727,5	-135.879.648,3	77.030.976,1	80.685.156,4	391.062.781,9

Fuente: Elaboración Propia

Flujo de Caja. Opción 3. (Continuación)

ITEM	Unidad	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Inversión	**$/año**							
Procura y Construcción	$/año							
Ingeniería	$/año							
Arranque	$/año							
Contingencia	$/año							
Costos operativos	**$/año**	**7.955.927**	**7.985.744**	**8.023.376**	**8.053.877**	**8.106.489**	**8.106.489**	**22.701.864**
Personal	$/año	524.880	524.880	524.880	524.880	524.880	524.880	544.320
Energía eléctrica	$/año	2.144.553	2.158.995	2.177.227	2.192.001	2.217.496	2.217.496	2.217.496
Productos Químicos	$/año	523.127	532.152	543.539	552.772	568.685	568.685	568.685
Combustible y Lubricantes	$/año	214.455	215.900	217.723	219.200	221.750	221.750	221.750
Mantenimiento	$/año	3.881.463	3.881.463	3.881.463	3.881.463	3.881.463	3.881.463	3.881.463
Otros suministros para mantenimiento	$/año	171.141	172.398	173.986	175.272	177.491	177.491	178.463
Administración	$/año	273.825	275.838	278.377	280.435	283.986	283.986	285.541
Seguros	$/año	85.570	86.199	86.993	87.636	88.746	88.746	89.232
Comercialización	$/año	34.228	34.480	34.797	35.054	35.498	35.498	35.693
Otros gastos no administrativos	$/año	102.685	103.439	104.391	105.163	106.495	106.495	107.078
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año	0	0	0	0	0	0	1.126.115
Estación de bombeo toma reposición	$/año	0	0	0	0	0	0	13.446.030
Ingresos	**$/año**	**406.096.107**	**419.149.152**	**435.424.306**	**237.247.662**	**251.495.547**	**258.222.263**	**270.926.001**
Tarifa Agua residencial	$/año	399.463.280	412.475.254	428.688.803	230.450.554	244.636.833	251.301.945	264.005.682
Tarifa Agua Pretratada	$/año	6.632.828	6.673.898	6.735.503	6.797.108	6.858.713	6.920.319	6.920.319
Flujo de Caja	**$/año**	398.140.179,7	411.163.408,1	427.400.930,7	229.193.785,5	243.389.057,9	250.115.774,7	248.224.136,2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Flujo de Caja. Opción 4.

ITEM	UNIDAD	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Inversión	**$/año**	**315.577.627**	**547.961.741**	**296.986.898**	**232.384.114**			
Procura y Construcción	$/año	232.384.114	464.768.228	232.384.114	0			
Ingeniería	$/año	37.181.458	37.181.458	18.590.729	0			
Arranque	$/año	0	0	0	232.384.114			
Contingencia	$/año	46.012.055	46.012.055	46.012.055	0			
Costos operativos	**$/año**				**6.649.399**	**6.607.266**	**7.820.612**	**7.849.337**
Personal	$/año				524.880	524.880	520.800	520.800
Energía eléctrica	$/año				898.200	861.609	1.441.457	1.455.129
Productos Químicos	$/año				161.180	166.152	546.150	555.110
Combustible y Lubricantes	$/año				89.820	86.161	144.146	145.513
Mantenimiento	$/año				4.647.682	4.647.682	4.647.682	4.647.682
Otros suministros para mantenimiento	$/año				84.009	82.252	133.430	134.642
Administración	$/año				134.415	131.603	213.488	215.427
Seguros	$/año				42.005	41.126	66.715	67.321
Comercialización	$/año				16.802	16.450	26.686	26.928
Otros gastos no administrativos	$/año				50.406	49.351	80.058	80.785
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año				0	0	0	0
Estación de bombeo toma reposición	$/año				0	0	0	0
Ingresos	$/año				**15.323.269**	**15.851.020**	**16.339.755**	**53.627.335**
Tarifa Agua residencial	$/año				**15.323.269**	**15.851.020**	**16.339.755**	**53.627.335**
Flujo de Caja	$/año	**-315.577.626,8**	**-547.961.740,8**	**-296.986.897,7**	**-223.710.243,8**	**9.243.754,5**	**8.519.142,9**	**45.777.997,7**

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja. Opción 4. (Continuación)

ITEM	UNIDAD	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Inversión	**$/año**							
Procura y Construcción	$/año							
Ingeniería	$/año							
Arranque	$/año							
Contingencia	$/año							
Costos operativos	**$/año**	**7.880.762**	**7.918.907**	**7.950.366**	**8.005.320**	**8.007.300**	**8.007.306**	**29.043.432**
Personal	$/año	520.800	520.800	520.800	520.800	520.800	520.805	520.810
Energía eléctrica	$/año	1.470.087	1.488.243	1.503.217	1.529.374	1.530.316	1.530.316	608.074
Productos Químicos	$/año	564.913	576.811	586.624	603.766	604.383	604.383	0
Combustible y Lubricantes	$/año	147.009	148.824	150.322	152.937	153.032	153.032	60.807
Mantenimiento	$/año	4.647.682	4.647.682	4.647.682	4.647.682	4.647.682	4.647.682	4.647.682
Otros suministros para mantenimiento	$/año	135.967	137.576	138.903	141.221	141.304	141.304	59.599
Administración	$/año	217.547	220.122	222.245	225.953	226.087	226.087	95.358
Seguros	$/año	67.984	68.788	69.451	70.610	70.652	70.652	29.799
Comercialización	$/año	27.193	27.515	27.781	28.244	28.261	28.261	11.920
Otros gastos no administrativos	$/año	81.580	82.546	83.342	84.732	84.783	84.783	35.759
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año	0	0	0	0	0	0	1.126.115
Estación de bombeo toma reposición cada	$/año	0	0	0	0	0	0	21.847.508
Ingresos	$/año	**54.376.865**	**55.300.943**	**56.491.977**	**57.457.125**	**59.120.466**	**59.182.071**	**59.182.071**
Tarifa Agua residencial	$/año	**54.376.865**	**55.300.943**	**56.491.977**	**57.457.125**	**59.120.466**	**59.182.071**	**59.182.071**
Flujo de Caja	**$/año**	**46.496.102,7**	**47.382.035,6**	**48.541.611,2**	**49.451.805,6**	**51.113.166,1**	**51.174.765,3**	**30.138.639,1**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Flujo de Caja. Opción 5.

Inversión	Unidad	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Total Inversión	**$/año**	**509.052.868**	**866.442.763**	**475.161.701**	**423.639.590**		**264.998.780**	
Procura y Construcción	$/año	357.389.895	714.779.790	357.389.895			264.998.780	
Ingeniería	$/año	67.782.334	67.782.334	33.891.167				
Arranque	$/año				423.639.590			
Contingencia	$/año	83.880.639	83.880.639	83.880.639				
Total Costos Operativos					**9.408.506**	**9.433.341**	**9.457.310**	**12.357.293**
Personal	$/año				651.830	651.830	651.830	875.315
Energía eléctrica	$/año				1.325.012	1.332.996	1.340.660	2.580.727
Productos Químicos	$/año				379.102	391.083	402.691	1.240.316
Combustible y Lubricantes	$/año				132.501	133.300	134.066	258.073
Mantenimiento	$/año				6.433.405	6.433.405	6.433.405	6.433.405
Otros suministros para mantenimiento	$/año				124.783	125.828	126.835	248.579
Administración	$/año				199.653	201.324	202.937	397.726
Seguros	$/año				62.392	62.914	63.418	124.289
Comercialización	$/año				24.957	25.166	25.367	49.716
Otros gastos no administrativos	$/año				74.870	75.497	76.101	149.147
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	$/año							
Estación de bombeo toma reposición	$/año							
Ingresos					**64.909.239**	**83.763.485**	**87.433.146**	**398.990.203**
Tarifa agua pretratada	$/año				58.502.297	77.315.473	80.923.529	392.418.981
Tarifa Agua residencial	$/año				6.406.942	6.448.012	6.509.617	6.571.222
Flujo de Caja	$/año	-509.052.868	-866.442.763	-475.161.701	-368.138.858	74.330.144	-187.022.944	386.632.910

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja. Opción 5. (Continuación)

ITEM	Unidad	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Total Inversión	**$/año**							
Procura y Construcción	**$/año**							
Ingeniería	**$/año**							
Arranque	**$/año**							
Contingencia	**$/año**							
Total Costos Operativos		**12.398.973**	**12.441.518**	**12.487.133**	**12.544.556**	**12.591.155**	**12.693.464**	**52.991.574**
Personal	**$/año**	875.315	875.315	875.315	875.315	875.315	893.939	931.186
Energía eléctrica	**$/año**	2.594.139	2.607.871	2.622.560	2.641.082	2.656.091	2.681.957	2.681.953
Productos Químicos	**$/año**	1.260.407	1.280.871	1.302.848	1.330.480	1.352.928	1.391.401	1.391.395
Combustible y Lubricantes	**$/año**	259.414	260.787	262.256	264.108	265.609	268.196	268.195
Mantenimiento	**$/año**	6.433.405	6.433.405	6.433.405	6.433.405	6.433.405	6.433.405	6.433.405
Otros suministros para mantenimiento	**$/año**	250.331	252.120	254.038	256.453	258.412	262.709	264.571
Administración	**$/año**	400.530	403.392	406.461	410.324	413.459	420.335	423.314
Seguros	**$/año**	125.166	126.060	127.019	128.226	129.206	131.355	132.286
Comercialización	**$/año**	50.066	50.424	50.808	51.291	51.682	52.542	52.914
Otros gastos no administrativos	**$/año**	150.199	151.272	152.423	153.872	155.047	157.626	158.743
Plantas potabilizadoras reposición de equipos	**$/año**							39.127.498
Estación de bombeo toma reposición	**$/año**							1.126.115
Ingresos		**406.096.107**	**419.149.152**	**435.424.306**	**237.247.662**	**251.495.547**	**258.222.263**	**270.926.001**
Tarifa agua pretratada	**$/año**	399.463.280	412.475.254	428.688.803	230.450.554	244.636.833	251.301.945	264.005.682
Tarifa Agua residencial	**$/año**	6.632.828	6.673.898	6.735.503	6.797.108	6.858.713	6.920.319	6.920.319
Flujo de Caja	**$/año**	393.697.135	406.707.634	422.937.173	224.703.106	238.904.391	245.528.800	217.934.427

Fuente: Elaboración propia

Flujo de Caja de las alternativas propuestas

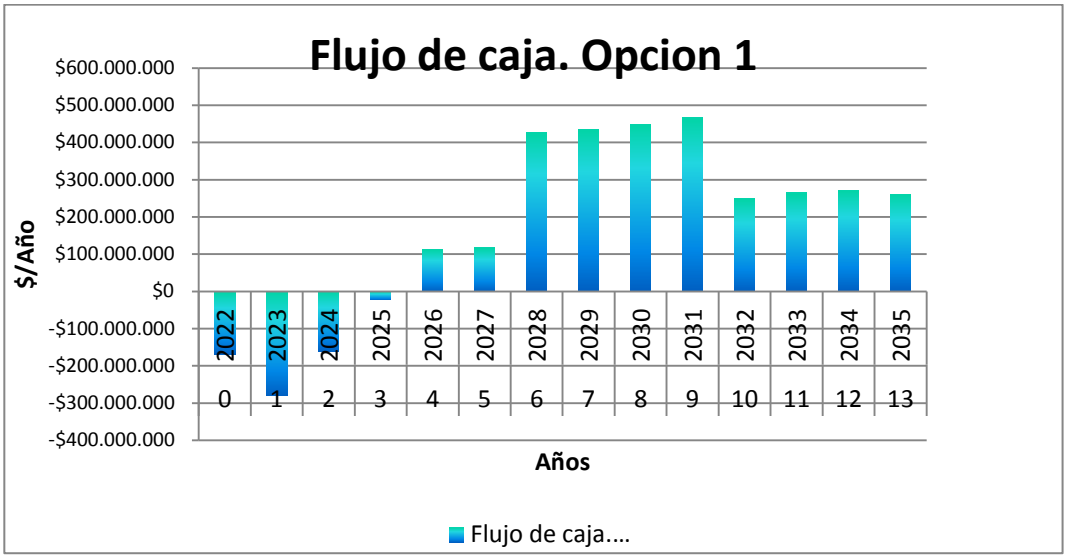


Gráfico 19: Flujo de Caja opción 1
Fuente: Elaboración propia

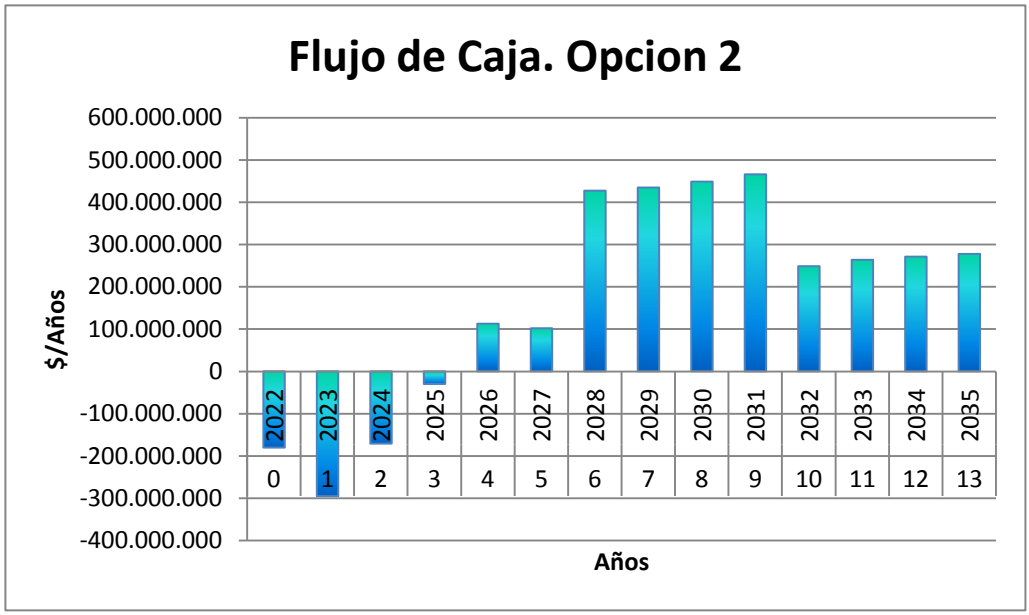


Gráfico 20: Flujo de Caja opción 2
Fuente: Elaboración propia

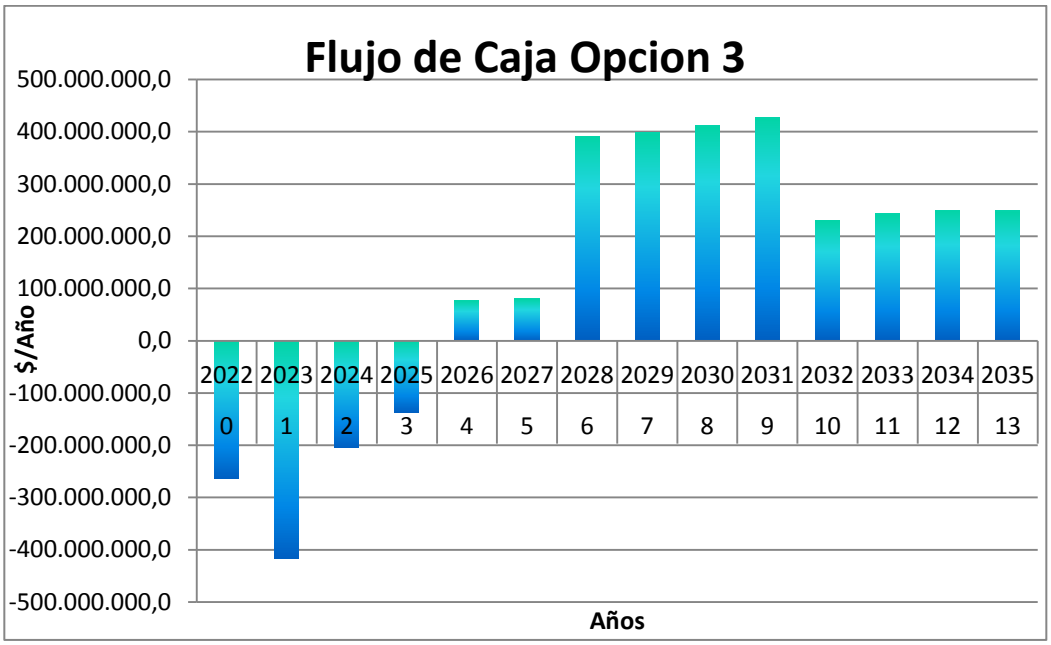


Gráfico 21: Flujo de Caja opción 2
Fuente: Elaboración propia

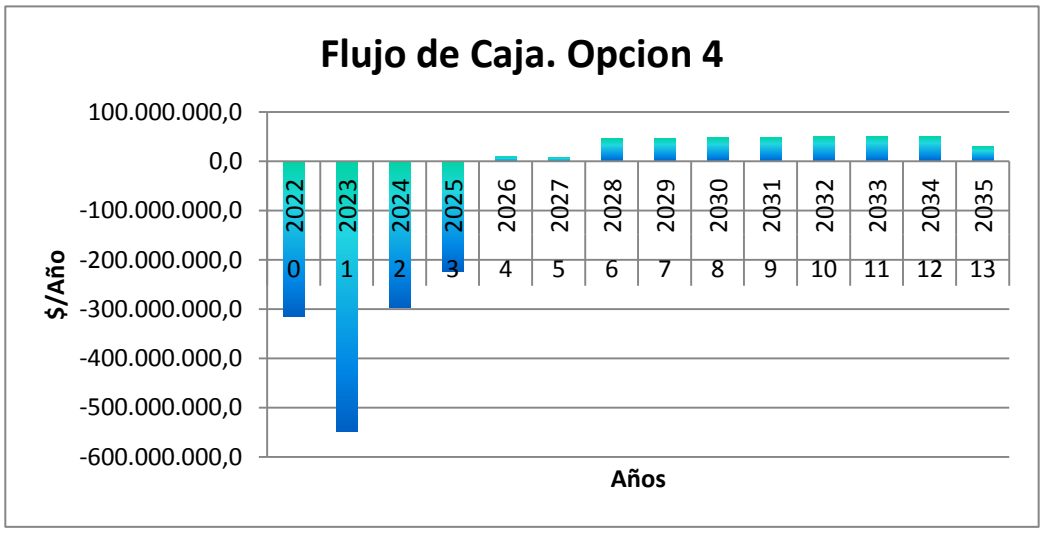


Gráfico 22: Flujo de Caja opción 2
Fuente: Elaboración propia

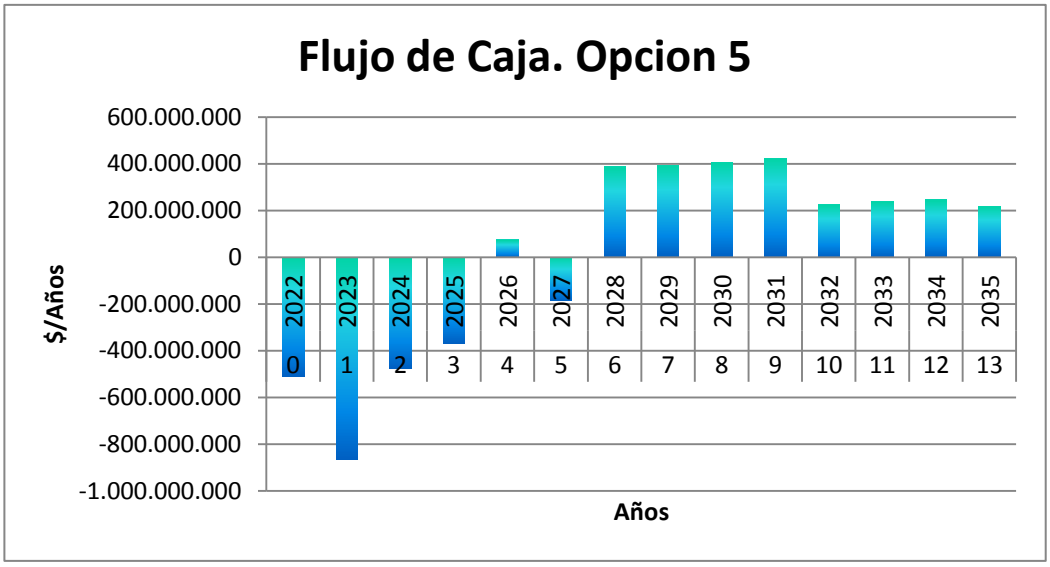


Gráfico 23: Flujo de Caja opción 2
Fuente: Elaboración propia

Valor Presente

Una vez obtenidos los flujos de caja de las cinco (5) opciones propuestas se puede estimar el valor Presente Neto del Proyecto, el cual se muestra en la siguiente tabla en orden ascendente.

Tabla 51: Valor Presente Neto del Proyecto

Alternativa	Valor Presente Total del Proyecto
4	$ (995.276.274)
3	$ 71.961.045
5	$ 2.150.412.666
2	$ 2.445.563.729
1	$ 2.484.225.640

Fuente Elaboración propia

Se puede observar que la alternativa 4 menos conveniente para ejecutar, ya que el Valor Presente Neto es negativo $(995.276.274), traduciéndose en que los costos de inversión y operación son mayores que los de ingreso (tarifa) por lo que el proyecto no generaría retorno en la

inversión, mientras que la alternativa 1 se muestra factible económicamente, alcanzando un valor presente de $2.484.225.640.

Análisis cualitativo de riesgos

El propósito del siguiente elemento es determinar los posibles riesgos a los que pueda ser expuesto y que pudiesen generar impacto negativo sobre los objetivos de costo, tiempo y calidad del proyecto, minimizando sus probabilidades de éxito.

A través de la aplicación de un Plan de Mitigación se indican las acciones preventivas y correctivas para minimizar o eliminar las desviaciones del proyecto, identificando preliminarmente los riesgos, evaluándolos cualitativamente por medio de niveles de probabilidad e impacto.

Análisis de riesgos

Para la ejecución de un proyecto es necesario analizar los factores que pudieran perjudicar la ejecución o calidad del mismo de acuerdo a lo planificado. El proceso por el cual se analizan los riesgos para el proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO trata de analizar la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y la consecuencia que genera, así como la identificación de las medidas de prevención y control.

Método de Priorización y jerarquización:

Con el objeto de realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos es preciso utilizar la metodología de priorización y jerarquización de riesgos, lo cual, permite definir distintos niveles de probabilidad de ocurrencia e impacto de los riesgos. A continuación se describe las fases de la metodología.

Definición de probabilidades:

Se definen cinco niveles de probabilidad de ocurrencia de un riesgo durante la vida del proyecto, los cuales varían de acuerdo a una intensidad de afectación del proyecto oscilando entre “Muy Bajo” a “Muy Alto” cada uno con porcentajes definidos (ver tabla 52), siendo “Muy Bajo” la minima posibilidad de ocurrencia posible y “Muy Alto” la ocurrencia mas frecuente durante la ejecución del proyecto.

Tabla 52: Probabilidades de riesgo definidas para el proyecto

Probabilidad de ocurrencia				
Muy bajo 5%	Bajo 10%	Moderado 20%	Alto 40%	Muy Alto 80%

Fuente: Guía de fundamentos de la dirección de proyectos. Guía de PMBOK. Cuarta Edición

Así mismo, se puntualiza la escala de impacto de los riesgo (costo, tiempo y alcance) que interactúan con las escalas de impacto que oscilan entre los rangos “muy bajo” 0,75 a “Muy Alto” 9. Ver tabla 53.

Tabla 53: Nivel de incidencia del impacto de riesgo en el proyecto

	Riesgos	Condiciones definida para las escalas de impacto del riesgo a los objetivos del proyecto				
		Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
		0.75	1.5	3	6	9
IMPACTO	Costo	3% Incremento	<15 de incremento	15-35% de incremento	35-50% de incremento	>50% costo incremento
	Tiempo	Aumento 5%	Aumento 5-10%	Aumento 10-15%	Aumento 15-25%	Aumento >25%
	Alcance	No afecta al proyecto	Afectación Irrelevante	Cambios que requieren aprobación del cliente	Reducción de alcance no aceptada por cliente	El producto no cumple con los requisitos del cliente

Fuente: Guía de fundamentos de la dirección de proyectos. Guía de PMBOK. Cuarta Edición

Matriz Prioridad-Impacto

Luego de haber definido las probabilidades e impactos del proyecto se procede a elaborar la matriz Probabilidad-Impacto, de acuerdo a los rangos precisados anteriormente. Estos valores se cuantifican de manera combinada, considerando la valoración cuantitativa, haciendo uso de la siguiente ecuación:

*Nivel de impacto = Probabilidad * Impacto* **Ecuación 9**

El resultado obtenido se multiplica por el grado de importancia (peso) indicado para cada impacto. El alcance queda con el mínimo peso ya que su cambio se puede solventar mediante la aplicación de estrategias que generen la complacencia de los clientes y planificación. Dada la aplicación de esta metodología se concreta la tabla 54.

Tabla 54: Matriz de probabilidad-impacto

		Probabilidad de ocurrencia				
		Muy Baja	Baja	Moderada	Alta	Muy Alta
		5%	10%	20%	40%	80%
Costo	Escala de Impacto					Peso
	0,8	0,08	0,15	0,30	0,60	1,20
	1,5	0,15	0,30	0,60	1,20	2,40
	3	0,30	0,60	1,20	2,40	4,80
	6	0,60	1,20	2,40	4,80	9,60
	9	0,90	1,80	3,60	7,20	14,40
Tiempo	0,8	0,11	0,23	0,45	0,90	1,80
	1,5	0,23	0,45	0,90	1,80	3,60
	3	0,45	0,90	1,80	3,60	7,20
	6	0,90	1,80	3,60	7,20	14,40
	9	1,35	2,70	5,40	10,80	21,60
Alcance	0,8	0,04	0,08	0,15	0,30	0,60
	1,5	0,08	0,15	0,30	0,60	1,20
	3	0,15	0,30	0,60	1,20	2,40

	6	0,30	0,60	1,20	2,40	4,80	
	9	0,45	0,90	1,80	3,60	7,20	

Fuente: Elaboración propia

Las ponderaciones se asignaron de la siguiente manera: El mayor grado de importancia le fue asignado al tiempo ante los otros criterios, ya que de si existe modificación en el mismo, acarrearía impactos en los costos.

Identificación de los principales tipos de riesgo para el proyecto.

La posibilidad de obtener un resultado distinto al esperado debe identificarse como un riesgo y principalmente, están basados en la incertidumbre y se encuentran en todo tipo de proyectos.

Considerando el nivel en que se encuentra el proyecto se identificaron posibles riesgos, los cuales mediante de un plan de acción se hace posible generar respuestas para minimizar su impacto o en el mejor de los casos eliminarlos. Con la aplicación de un plan de acción pueden ser evaluados los riesgos, considerando con los siguientes términos:

− Evitar. Intentar evadirse o escaparse de alguna situación.

− Transferir. Trasladar a un tercero todo o parte de la responsabilidad de la gestión del riesgo, por ejemplo a través de primas, seguros, garantías, etc.

− Mitigar. Reducir la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los impactos potenciales de una causa que incide en un proyecto.

− Aceptar. Cuando no se pueden plantear cambios en el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, ni estrategias de respuesta adecuadas, se acepta el riesgo inherente al proyecto, estableciendo un plan de contingencias. (Ver tabla 55).

Tabla 55: Probabilidades de riesgo definidas para el proyecto

Riesgo	Causas	Consecuencias	Prioridad	Respuesta	Acción
Riesgo de planificación	Cambios de alcance y objetivos durante el desarrollo del proyecto	Retrasos en el Plan de ejecución del proyecto	1	Mitigar	Enfocar los esfuerzos por parte del PSO hacia el ajuste de cambios, con el fin de adaptarlos a los detalles requeridos.
Riesgo político	Inseguridad de establecimiento de: impuestos, reglamentos nuevas leyes, o requisitos que puedan frenar o afectar el desempeño del negocio.	Retrasos en la ejecución de trabajos y modificaciones de diseño.	2	Aceptar	Replanificación del proyecto.
Riesgo tecnológico	Cambio en la tecnología que podría utilizarse para la ejecución del proyecto Acueducto Mayor del Área Boyacá	Variación de los tiempos y costos estimados en los inicio de la planificación y ejecución de la obra.	3	Mitigar	Concretar tecnología lo antes posible y realizar estudios de detalle
Riesgo financiero	Existencia de volatilidad muy alta en la tasa de interés.	Afecta la capacidad de los inversores de cumplir con sus obligaciones bancarias, además de generar retraso o suspensión de las obras por falta de fondos	5	Evitar	Elaborar la planificación de financiamiento.
Riesgo Técnico	Inadecuado desarrollo en la etapas de Visualización, Conceptualización y Definición	Mayores costos de obra, necesidad de modificar el proyecto	10	Mitigar	Concretar los aspectos técnicos o lo antes posible y ejecutar estudios de detalle
Riesgo del negocio	Comprobación de la no factibilidad económica del proyecto, el proyecto no genera retorno de la inversión	Modificación de la configuración de trazado del sistema y los elementos que la componen	10	Aceptar	Replanificar proyecto y revisar modelo de negocio

Fuente: Elaboración propia

Plan de Mitigación

Un plan de mitigación marca las estrategias y formas de actuar del equipo de trabajo frente a los riesgos tomando medidas preventivas a la posible ante la posible ocurrencia de impactos.

Tabla 56: Plan de acción a riesgos

Riesgo	Plan de Acción
Riesgo de planificación	Enfocar los esfuerzos por parte del PSO hacia el ajuste de cambios con el fin de adaptarlos a los detalles requeridos.
	PSO: Establecer el sistema de gestión de interfases PSO: Actualización periódica de estado y comunicación de variaciones a proyectos PSO: Implantar sistema de gestión de cambios para la fase de implantación.
Riesgo político	Replanificar el proyecto
	PSO: Incrementar acciones para adecuar la situación a nuevos escenarios.
Riesgo tecnológico	Concretar la tecnología lo antes posible y realizar estudios de detalle
	Realizar un estudio adecuación de nuevas especificaciones tecnológicas considerando la interferencias tanto de operación como de construcción y teniendo en cuenta la logística de obra
Riesgo financiero	Elaborar la planificación de financiamiento.
	PSO: Modificar los estimados de costos de proyectos, cambios en sistema de aducción Adecuar un plan de financiación de acuerdo con progreso de proyectos.
Riesgo Técnico	Concretar cambios técnicos lo antes posible y ejecutar estudios de detalle
	PSO: Evaluar y aprobar modificaciones técnicas. Realizar un estudio tanto de operación como de construcción, teniendo en cuenta la logística de obra
Riesgo del negocio	Replanificar proyecto y revisar modelo de negocio.
	PSO: Definir un proceso de replanificación PSO: Establecer un sistema de gestión de cambios en proyectos

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a este plan de acción se puede observar que existe responsabilidades de diferentes entes mancomunados con el PSO para la culminación del proyecto, lo cual hace conveniente realizar un trabajo en sinergia para minimizar o evitar riesgos posibles.

Considerando el nivel de incertidumbre en el que se encuentra el proyecto, es preciso definir en futuras fases de la ingeniería, las necesidades de medidas de seguridad a adoptar a nivel técnico, tecnológico y gerencial.

Plan de ejecución de proyecto clase V

El proyecto del Acueducto Mayor Boyacá contempla el diseño, construcción y arranque de un sistema de agua potable e industrial que permita abastecer al 100% de la demanda estimada, considerando el impacto que generará el desarrollo petrolero debido a la construcción de la refinería y petroquímica de Santa Rita, plantas de generación eléctrica de 900 MW, explotación de bloques de producción, así como de consumo humano, engranando así, los proyectos petroleros con los no petroleros.

Para el Acueducto Mayor del Área Boyacá se determina un eje de influencia que abarca las poblaciones de Cabruta - Santa Rita - Espino, planteando, ubicándose una obra de captación del rio Orinoco, en las costas de la comunidad de Cabruta, así como también, plantas de tratamiento del agua cruda, aducción y estaciones de bombeo.

La ejecución del proyecto requiere implementar estrategias en diferentes fases de ingeniería, procura, construcción, arranque y operaciones, que permitan garantizar el éxito del proyecto, las cuales se describen a continuación.

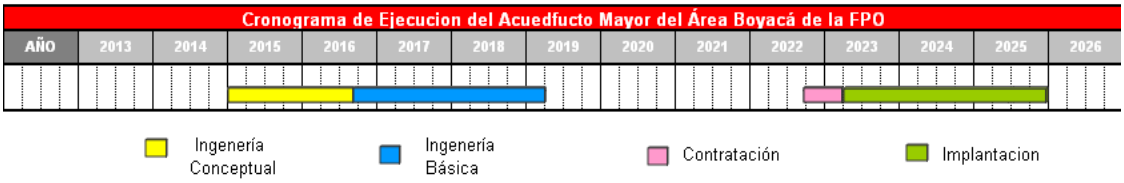
Estrategias aplicables para cada área del proyecto.

Ingeniería

Las tecnologías planteadas para los distintos elementos que conforman el sistema del acueducto son aplicables en conformidad a los reglamentos vigentes y a su vez los materiales y equipos se encuentran en el mercado nacional o internacional, por lo que no se expone obstáculo alguno para la fase de construcción. Sin embargo, la definición de las tecnologías de los sistemas se realizará en las próxima fase del proyecto, fase conceptual.

Cada fase de la planificación del proyecto implica un tiempo de ejecución, el cual se describe mediante el siguiente esquema:

Tabla 57: Cronograma de ejecución del proyecto



Fuente: Línea Programática de Agua Potable y Saneamiento del PSO. Noviembre del 2011

Procesos de definición y desarrollo:

Conceptualización: Se estima 6 mes para la revisión del documento de visualización y una duración de 6 meses para el desarrollo de la conceptualización, lo que supone un total de 21 meses para la fase completa.

Definición: Para la fase de definición se ha estimado una duración de 30 meses, en la que se incluye la realización de los estudios necesarios para completar la ingeniería básica. Con el fin de adelantar el inicio de estos trabajos, se plantea comenzar la contratación cuando se encuentre

desarrollado el 70% de la fase conceptualización, según las mejores prácticas de Ingeniería. La tramitación de los permisos necesarios se realiza durante esta fase, comenzándose el proceso con el inicio de la ingeniería básica y estimando una duración de 6 meses desde la finalización de la misma.

Estos plazos serán iguales para todas las configuraciones planteadas para el acueducto.

Procura

Durante el desarrollo del proyecto del Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO, es necesario realizar la identificación de equipos y materiales de largo tiempo de entrega (ELTE), la cual se trata de identificar los equipos y materiales más críticos , en función con los tiempos de fabricación y de entrega de los mismos,

La premisa para la planificación de la procura, es disponer de los equipos y materiales de largo de tiempo de entrega, necesarios para la construcción del Acueducto Mayor Boyacá, antes de empezar la obra, así como garantizar que estén acorde a las diferentes normas o reglamentos de estandarización vigentes y a los lineamientos y procedimientos de calidad establecidos en PDVSA.

Construcción

En la fase de implantación se plantea la división de las obras en frentes de trabajo (dependiendo de la alternativa de configuraciones del acueducto) atendiendo a la distinta naturaleza de las mismas:

- Planta de captación
- Planta de tratamiento de agua cruda

- Tuberías a presión
- Estaciones de bombeo

Esto permite que el trabajo sea realizado por empresas especializadas en su campo, lo que redunda en una mejor calidad de ejecución del proyecto. Los trabajos de tuberías se pueden dividir a su vez en tramos y realizar la contratación de empresas locales o regionales para longitudes específicas. Sin embargo, existen trabajos de alta especialización como son las soldaduras de acero, especialmente las de mayor diámetro, por lo que en próximas fases se deberán realizar estudios de disponibilidad de equipos de soldadores altamente calificados.

Con respecto a la división de la construcción por frentes de trabajo, hay que mencionar que el mayor número de contratos requiere mayores labores de coordinación y gestión a realizar por personal de PDVSA.

Dado que el análisis planteado es preliminar y no se conoce la ruta definitiva de las tuberías, ni la ubicación de las plantas de captación y tratamiento, será necesario realizar en fases posteriores, estudios adicionales para determinar los trabajos de acondicionamiento previos al inicio de la construcción.

Además se deberá tener en cuenta en fases posteriores, la variación del nivel de agua del río durante la fase de construcción de la planta de captación, de manera tal de adaptar el cronograma de trabajos a estas condiciones.

La ruta de las tuberías es paralela a las carreteras existentes o planificadas, por lo que se debe estudiar en la próxima fase interferencias y obras civiles adicionales. Al coincidir el trazado con vías de comunicación

existentes, no se prevé la necesidad de ejecutar accesos especiales a las zonas de actuación.

Se plantea la posibilidad de acceso de material desde el Orinoco, para lo que será necesaria una plataforma de almacenamiento en las proximidades, con acceso desde carretera.

En cuanto al agua para la construcción, la misma podrá ser obtenida sin necesidad de ejecutar inversiones especialmente importantes, ya que el área de proyecto posee recursos hídricos superficiales en cantidad suficiente para proveer a las necesidades de la construcción de la obra.

Finalmente, en lo que a alimentación de energía se refiere, se prevé el suministro a través del sistema eléctrico nacional, teniendo en cuenta que se tiene proyectado la expansión de la red de transmisión y distribución del sistema eléctrico en la FPO, a través de PDVSA-PSO. La ejecución de las tuberías es la actividad crítica del proyecto.

La estimación de la duración de las actividades depende de la opción planteada, con las siguientes consideraciones:

Opción 1: Se considera la alternativa de realizar una única aducción que transportará agua industrial hacia las comunidades de Espino y Santa Rita y una aducción individual para la población de Cabruta. Para esta opción se estiman los siguientes tiempos de ejecución por sistema:

- Obra de captación y bombeo: 8 meses
- Planta de tratamiento para agua cruda: 12 meses
- Estaciones de bombeo: 6 meses c/u.
- Tuberías:
  - Tramo planta potabilizadora - Cabruta: 1 frente (3 Km.)
  - Tramo planta de pretratamiento – Santa Rita: 3 frentes (58 Km.)

- Tramo unión troncal 12 – local 09: 2 frentes (44 Km.)
- Tramo local 9 – Espino: 2 frentes (42 Km.)

Opción 2: Se considera la instalación de una aducción única para agua industrial, dimensionada al caudal requerido por la población Santa Rita, principalmente la demanda estimada por la refinería. Adicional a esta, se contempla una segunda aducción, la cual complementaria la demanda calculada. Se mantiene la misma estrategia de aducción para la comunidad de Cabruta planteada en la opción anterior, así como también los tiempos de ejecución de la obra de captación, plantas de tratamiento y estaciones de bombeo.

- Tuberías:
  - Tramo planta potabilizadora - Cabruta: 1 frente (3 Km.)
  - Tramo planta de pretratamiento – Santa Rita: 3 frentes (58 Km.)
  - Tramo unión troncal 12 – local 09: 2 frentes (44 Km)
  - Tramo local 9 – Espino: 2 frentes (42 Km.)
  - Tramo derivación local 9 - Santa Rita: 1 frente (9,5 Km.)

Opción 3: Esta alternativa plantea realizar aducciones paralelas que transportarían agua de distintas calidades (uso industrial, consumo humano). Lo que diferencia esta alternativa de las demás es que requiere más frentes de trabajo por ser de doble aducción.

- Obra de captación y bombeo: 8 meses
- Planta de tratamiento para agua cruda: 12 meses
- Estaciones de bombeo: 6 meses c/u.
- Tuberías:
  - Tramo planta potabilizadora - Cabruta: 1 frente (3 Km.)
  - Tramo planta de pretratamiento – Santa Rita: 3 frente (58 Km)
  - Tramo unión troncal 12 – local 09: 2 frente (44 Km)

- Tramo local 9 – Espino: 2 frentes (42 Km.)

Opción 4: Esta opción consiste en realizar una única aducción de transporte de agua potabilizada hacia los centros de consumo de interés. El requerimiento de frentes de trabajo son los mismos que opción 1 y 2.

Opción 5: Esta alternativa propone realizar la aducción en dos etapas. La primera etapa propone dos aducciones independientes (potable y pretratada) para el año 2025 dimensionada a la demanda calculada para ese año y como segunda etapa una aducción hacia Santa Rita para agua pretratada y completar la demanda para la Refinería y Petroquímica. Lo que diferencia esta alternativa de las demás es que requiere más frentes de trabajo por ser de doble aducción.

- Obra de captación y bombeo: 8 meses
- Planta de tratamiento para agua cruda: 12 meses
- Estaciones de bombeo: 6 meses c/u.
- Tuberías:
  - Tramo planta potabilizadora - Cabruta: 1 frente (3 Km.)
  - Tramo planta de pretratamiento (1era etapa) – Santa Rita: 3 frente (58 Km)
  - Tramo unión troncal 12 – local 09: 2 frente (44 Km)
  - Tramo local 9 – Espino: 2 frentes (42 Km.)
  - Tramo planta de pretratamiento (2da etapa) – Santa Rita: 3 frente (58 Km).Arranque

Es importante garantizar los repuestos y materiales que pudieran requerirse en los primeros años de operación, con el propósito de asegurar los insumos necesarios, para el correcto funcionamiento del sistema. Para ello, se deberá prever la procura paralelamente a los contratos de construcción, con el fin de que la contratista realice las pruebas de arranque

del sistema, de forma de asegurar el perfecto funcionamiento del mismo, previo a la entrega de las obras. Asimismo, dentro de dicho periodo, la contratista debe instruir y formar al personal técnico y profesional designado para las tareas de operación del acueducto.

Contratación

En este punto se describen los lineamientos a seguir, para llevar a cabo de manera eficaz el proyecto del Acueducto Mayor del Área Boyacá, a fin de garantizar y controlar los procedimientos para los procesos de contratación. Estos procesos deben realizarse mediante al Manual de Normas y Procedimientos de Contratación de PDVSA

Se plantea la contratación de empresas "Outsourcing", expertas en el campo de ingeniería con amplia experiencia en materia Acueductos. Es recomendable estudiar a detalle las ofertas de las empresas nacionales e internacionales para así garantizar la calidad del producto final.

Se propone la aplicación de las siguientes modalidades de ejecución del proyecto.

Tabla 58: Modalidades de contratación en el proyecto

Fase	Tipo de contrato	Modalidad
Conceptual	Servicios profesionales	Suma Global
Definición	Servicios profesionales	Suma Global
Procura	Compras	Precio unitario
Implementación	IPC Servicios y obras	Suma global

Fuente: PDVSA

- **Estrategias de contratación:**

Con el propósito de adelantar en la medida de lo posible la contratación de la fase de Definición se plantea comenzar el proceso de

contratación de la fase (elaboración de lista de proveedores, invitación a concurso, etc.) antes de que termine la anterior, de forma que, una vez aprobado el DSD de la fase Conceptualizar se puedan comenzar los trabajos de la siguiente fase.

Para las Fases de Conceptualización y de Definición se plantea la contratación de empresas consultoras de ingeniería de ámbito nacional e internacional, con el fin de incorporar en el diseño la consideración de las mejoras prácticas y tecnologías aplicadas en proyectos similares tanto en Venezuela como en otros países.

Así mismo, existen tipos de contratos, en los que se plantean dos programas de contratación. Uno tradicional, en el que se realizan contratos individuales por fase de proyecto y otro bajo la modalidad de IPC.

Haciendo referencia a las estrategias de ejecución y tomando en consideración las características del proyecto, es posible aplicar las siguientes estrategias de contratación:

- Ingeniería, Asistencia a la Procura y Gerencia de Construcción. (IPGC)
- Ingeniería, Procura y Construcción Por Cost Plus. (IPCCP)
- Ingeniería, Procura y Construcción por Cost Plus con Máximo Garantizado. (IPCCPMG)
- Ingeniería, Procura y Construcción. (IPC)
- Llave en Mano. (LLM)

Existen factores que determinan la escogencia de la modalidad de contratación fundamentadas por las restricciones establecidas por el proyecto, en las que se pueden mencionar las siguientes: condiciones financieras, tamaño de la organización, periodo de tiempo de ejecución,

clase de gerencia de proyecto (propia o contratada), disponibilidad en el mercado de los equipos mayores y sus tiempos de entrega. Sin embargo, la ejecución del proyecto mediante la modalidad de contratación IPC permite que la empresa que ejecute el proyecto tenga mayor detalle del mismo.

Por otro lado, la división de la obra favorece la participación de las empresas medianas y nacionales, frente a planteamientos de IPC de un solo contratista. No obstante, es necesario contemplar seis meses para la licitación de cada uno de los contratos de implantación.

Aplicación de Régimen Legal / Modalidad de Selección

A objeto de poder realizar la selección de los contratistas se debe, en primer lugar, determinar el régimen legal aplicable que corresponda a cada proceso de contratación. En este sentido tenemos que:

Para los contratos de Conceptualización y de Ingeniería Básica aplica la Normativa Interna de PDVSA, ya que el objeto de la contratación, no está contemplado en la Ley de Licitación y sus Reglamentos. La modalidad de selección del consultor será por Concurso abierto o Concurso de Credenciales.

El contrato para las obras se regirá por lo establecido en la reglamentación vigente para contratos de construcción civil y la selección del contratista se hará mediante Licitación General.

Parámetros de Selección de Contratistas de obras

Para la preselección de las empresas se deben considerar aquellas inscritas y actualizadas en el Registro Auxiliar de Contratistas de la I.P.P.C.N. (R.A.C.) teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

Cronograma

El cronograma de ejecución planteado contempla todo el proceso de desarrollo del proyecto, desde la fase de visualización hasta la operación de las plantas, considerando a su vez las fases de conceptualización, definición e implantación.

Se incluye a continuación los Cronogramas Clase V del proyecto para las fases de conceptualizar, definir, para las subfases asociadas a la implantación (contratación, ingeniería de detalle, procura y construcción) y para la fase de comienzo de operación (puesta en marcha del sistema). Observando la similitud técnica que tienen las configuraciones propuestas, solo se desglosará las alternativas de configuración 1 y 5 ya que las opciones restantes son variaciones de éstas.

Organización/Responsabilidades

Organización

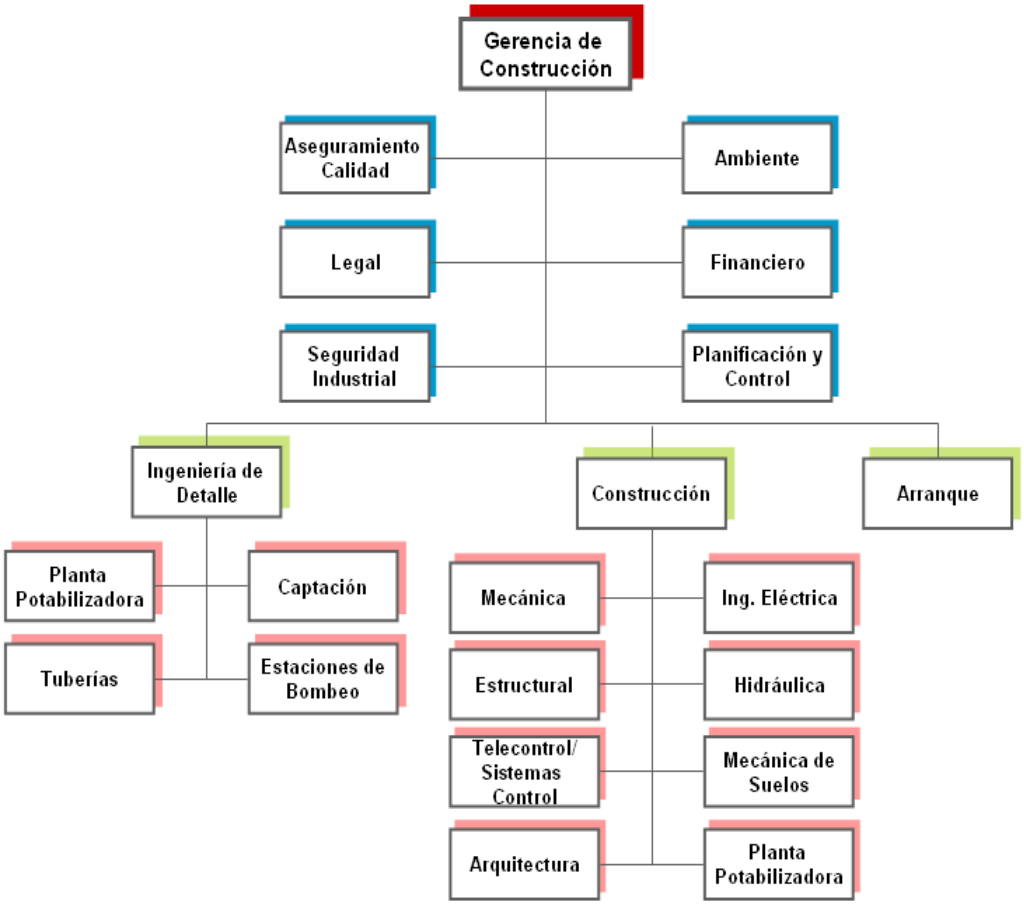


Figura 57: Organigrama de los elementos que intervienen en el proyecto
Fuente: Elaboracion propia

Matriz de responsabilidades

Tabla 59: Matriz de responsabilidades por fase del proyecto

	PDVSA CVP-PSO	PDVSA I&C	CONSULTORA	CONTRATISTA
Visualización	Aprueba	Gerencia de Ejecución	Ejecuta	-
Conceptualización	Aprueba	Gerencia de Ejecución	Ejecuta	-
Definición	Aprueba	Gerencia de Ejecución	Ejecuta	-
Ingeniería Detalle	Aprueba	Gerencia de Ejecución	-	Ejecuta
Procura	Ejecuta ELTE/ BARIVEN	Apoya	-	Ejecuta
Construcción	Aprueba	Apoya	-	Ejecuta
Arranque	Ejecuta	Apoya	-	Apoya

Fuente: PDVSA CVP

Planificación

Estructura de partición de trabajo

A continuación se representa de forma esquemática la estructura de partición de trabajo para cada una de las opciones:

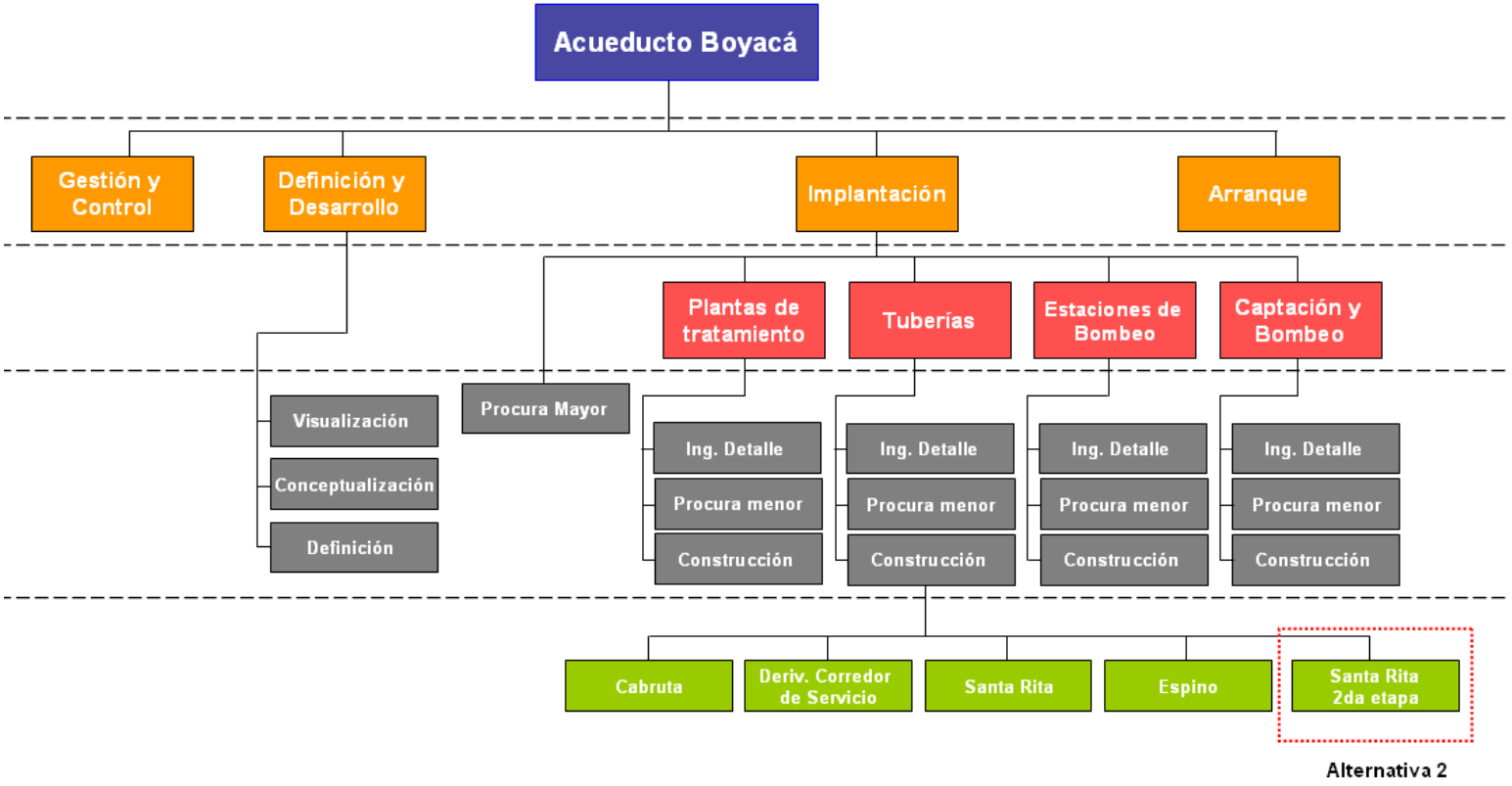


Figura 58: Estructura de partición de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Control de proyecto

Complementario y en línea con lo incluido en el manual de planificación sobre los sistemas de control para la ejecución del proyecto se deberá prever un grupo de planificación y control del proyecto el cual deberá tener las siguientes funciones principales:

- Establecer un sistema de control de plazos, integrado con el sistema global del programa maestro del PSO. Estructuración y codificación del programa de acuerdo con los procedimientos de PDVSA. Actualización periódica de planificación con control de recursos. Planta de tratamiento de agua cruda: 12 meses.
- Elaborar el plan detallado de ejecución contemplando las siguientes actividades:
    - Hitos de objetivos y parciales
    - Elaboración de Ingeniería Básica y de Detalle.
    - Cronograma de procura.
    - Fabricación en taller.
    - Construcción en campo.
    - Cronograma del resto de actuaciones previstas por PDVSA que afectan al proyecto.
    - Cronograma de infraestructuras necesarias.
    - Pruebas de Arranque.
    - Puesta en Marcha.

- Establecer un sistema de control de costos para llevar las finanzas y control presupuestario del proyecto, de acuerdo con los procedimientos de PDVSA y alineado con el sistema de control de costos global del Macro Proyecto. El sistema dispondrá de plataforma de gestión de

cambios y será flexible para adaptarlo a las necesidades de PDVSA en el proyecto.

- Establecer un sistema de gestión y control documental, acorde con los procedimientos, codificación, estándares y formatos de PDVSA.
- Se recomienda plataforma virtual de acceso público gestionado por permisos.
- Definir y automatizar procesos de comunicación, registro y archivo de documentación.
- Establecer un sistema de reporte periódico de acuerdo con las necesidades de información de PDVSA y el GGPIC.
- Elaborar plan de comunicaciones del proyecto, con identificación de agentes, matriz de responsabilidades, necesidades de información, árboles de decisión y flujos de comunicación.
- Elaborar Plan de Procura y de Contratación y llevar control y seguimiento del mismo.
- Elaborar Plan de Desembolso y llevar control y seguimiento del mismo. Elaborar e implantar Plan de Control de Calidad en las diferentes etapas del proyecto.
- Elaborar Plan de Recursos, tanto materiales como humanos, y alinearlo con el Plan de Recursos del Macro Proyecto.

Esquemas de planificación y control

Independientemente de lo incluido en el manual de planificación sobre los sistemas de control para la ejecución del proyecto, se deberá prever un grupo de planificación y control del proyecto el cual deberá tener las siguientes funciones principales:

Establecer un sistema de control de plazos integrable con el sistema global del programa maestro del PSO. Estructuración y codificación del

programa de acuerdo con los procedimientos del GGPIC. Actualización periódica de planificación con control de recursos.

Establecer un sistema de control de costos para llevar las finanzas y control presupuestario del proyecto, de acuerdo con el GGPIC. El sistema dispondrá de plataforma de gestión de cambios y será flexible para adaptarlo a las necesidades de PDVSA en el proyecto.

Establecer un sistema de gestión y control documental, acorde con los procedimientos, codificación, estándares y formatos del GGPIC. Se recomienda plataforma virtual de acceso público gestionado por permisos. Definir y automatizar procesos de comunicación, registro y archivo de documentación.

Establecer un sistema de reporte periódico de acuerdo con las necesidades de información de PDVSA y el GGPIC.

Elaborar plan de comunicaciones del proyecto, con identificación de agentes, matriz de responsabilidades, necesidades de información, árboles de decisión y flujos de comunicación.

Elaborar Plan de Procura y llevar control y seguimiento del mismo.

Elaborar Plan de Desembolso y llevar control y seguimiento del mismo.

Elaborar e Implantar Plan de Control de Calidad en las diferentes etapas del proyecto.

Estimar y llevar control de la fuerza laboral requerida.

Aspectos críticos

A continuación se describen los temas críticos del proyecto:

− Materiales/Equipos LTE

Provisión de las tuberías, en cantidad, calidad y tiempo adecuados, de acuerdo al diámetro, material y longitudes necesarias.

Provisión de electrobombas para captación y estaciones de rebombeo: en cantidad, calidad y tiempo adecuados, de acuerdo a las características de los equipos necesarios.

− Construcción

Procesos de contratación de empresas constructoras que permitan seleccionar contratistas que puedan cumplir la ejecución de la obra en tiempo y la calidad requeridas.

Provisión de mano obra adecuada en calidad y cantidad para la ejecución de la obra.

− Operación

Empleo y capacitación de personal para la operación y mantenimiento. Creación de la estructura organizacional que incluya también comercialización y gerencia de servicios.

− Ambiente

Obtención de permisos ambientales. Coordinación con el Ministerio del poder popular para el ambiente y otras instituciones. Estudios de Impacto Ambiental y sociocultural, Audiencias Públicas.

Coordinación con actores clave (ONGs, Mesas Técnicas de Agua, Hidroven, Gobierno Nacional, Estados, Municipios, Parroquias) para evitar trabas y facilitar la implementación del proyecto.

− Contratación

Es importante destacar el gran número de proyectos que se están desarrollando de forma simultánea en la FPO, condicionará en mayor o menor medida la forma y las posibilidades de contratación, tanto de empresas constructoras e ingenierías como de personas, materiales, equipos y maquinaria de construcción. Esto influye, por un lado, en los plazos y costos de contratación y, por otro, en la disponibilidad de recursos durante la construcción. Por esta razón es necesario que los planes de contratación del proyecto estén alineados con los del Macro Proyecto y se busque la posibilidad de aprovechar sinergias o economías de escala que permitan reducir costos y flexibilizar la contratación.

− Tiempo

La ruta crítica del proyecto se produce en las obras de ejecución de las tuberías, por lo que todas las actividades que son predecesoras de ellas son críticas en el proyecto (Fase Conceptualizar y Definición, permisos, etc.). Las plantas de captación y tratamiento no son críticas, pudiendo ajustarse el comienzo de su implantación en función de condicionantes como disponibilidad de materiales, equipos y personal en PSO, aspectos financieros, costos de mantenimiento etc., sin que ello afecte a la planificación global del proyecto. Habrá que tener en cuenta, sin embargo, la posible existencia de objetivos parciales de entrega en el proyecto, que no han sido considerados en la realización del presente plan, como pueden ser la disponibilidad de agua para procesos industriales en alguna de las poblaciones ubicadas en el área de influencia del proyecto..

Por esta razón, es necesario prestar especial atención a aquellas situaciones en las que pueda producirse un alto impacto en plazo, entre las que cabe destacar:

- Retrasos en la fase de conceptualización y definición del proyecto
- Retrasos en la obtención de permisos para las tuberías (Ambientales, permisologia de construcción)
- Retrasos en la ingeniería de detalle de las tuberías
- Retrasos en la procura de materiales de las tuberías
- Retrasos en la construcción de las tuberías

A continuación se incluye un extracto de algunos de los riesgos detectados en el proyecto y que pudieran dar lugar a las situaciones planteadas anteriormente:

- Modificación de alternativa de diseño, que puede provocar incrementos en los tiempos de construcción.
- Variaciones en la ruta de la tubería que requiera la ejecución de pasos elevados y soterramientos no contemplados en el programa.
- Interferencias con el resto de proyectos del PSO que limita el número de empresas constructoras y los recursos materiales, de equipos y de mano de obra.
- Interferencias con el tráfico rodado de las carreteras existentes.
- Necesidades de expropiación y permisos de paso.

− Otros

Asegurar la adecuada provisión de energía, tanto para la construcción de la obra como para la puesta en marcha, en coordinación con el área de energía del PSO.

CONCLUSIONES

Luego de haber desarrollado el presente trabajo de grado y tomando en cuenta los análisis realizados, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Ingenierías y Aspectos tecnológicos

1. Se plantearon cinco (5) opciones para ubicación de la captación, todas estas en las adyacencias de la población de Cabruta. Los aspectos que definieron preliminarmente la ubicación de la captación fueron: el relieve del suelo, variables hidráulicas, sentido de la corriente del río, geometría del río y profundidad del río en la costa. En función a estas variables se muestra como ideal la opción C, aguas arriba de la población de Cabruta.
2. Se expusieron distintas alternativas de obras de captación para extracción del agua cruda del río Orinoco (muelle toma, captación flotante, torre toma) y de acuerdo a estudios batimétricos y características del Río Orinoco las estructuras tipo torre toma y muelle toma se muestran favorables de manera preliminar.
3. Con respecto a las plantas de tratamiento de agua potable e industrial, se plantea la instalación de plantas convencionales, cumpliendo con los procesos de tratamiento de la siguiente manera:
   a. *Agua para uso industrial:* mezcla rápida, floculación, decantación, tanque de almacenamiento y estabilización.
   b. *Agua para consumo humano:* mezcla rápida, floculación, decantación, filtrado, cloración, tanque de almacenamiento y estabilización.

   Los factores sustentan esta alternativa fueron: nivel de complejidad de la construcción, nivel de dificultad de operación, nivel de dificultad de mantenimiento, calidad de agua cruda y tratada, según los rangos

aceptables de calidad que plantean las normas nacionales e internacionales vigentes.

4. Se propone la instalación de las estaciones de bombeo en la salida de las plantas de tratamiento y a lo largo de la aducción para así obtener la presión y caudal requerido en los centros de disposición final. La ubicación preliminar de estas estaciones queda definida por los requerimientos hidráulicos, teniendo en cuenta ubicarlas en las cercanías de centros de consumo u usuarios. Así mismo, el estudio hidráulico está en función a bombas disponibles en el mercado y marcas especializadas en grandes dimensiones como RUHRPUMPEN y GOULD PUMP.
5. De manera preliminar se determina la potencia estimada para las estaciones de bombeo en función a bombas de grandes dimensiones, sin embargo, el arreglo y potencias de los equipos electromecánicos puede estar sometida a cambios en futuras fases del proyecto.
6. Se propone realizar la aducción al margen de las carreteras existentes o planificadas.
7. Se analizaron dos (2) alternativas de ruta propuestas para el Acueducto, cada una con características propias.
8. En cuanto a los materiales y a los tipos de instalaciones posibles para la aducción, se consideran materiales factibles el acero, fundición dúctil y PRFV, aunque ese último es más sensible a la forma de instalación. Se considera la instalación de tubería enterrada la mejor opción en relación a la instalación aérea.
9. No se visualizan complicaciones en cuanto a los aspectos constructivos del Acueducto, previendo que podrán adoptarse soluciones y tecnologías suficientemente probadas para la realización de todas sus obras.

Análisis de riesgos de proyecto

1. Se evaluaron 3 riesgos posibles (tiempo, alcance y costos), los cuales abarcan amplios criterios, dándose mayor peso de importancia al criterio “tiempo”, ya que al este sufrir modificaciones de acuerdo a lo planificado acarrearía impactos en los costos y en dado caso a molestias hacia los clientes del servicio estimado para el proyecto.
2. Se aplicó un plan de acción de respuesta para los riesgos generales percibidos en esta fase del proyecto, observándose que el PSO tiene mayor responsabilidad en ellos, sin embargo el trabajo en sinergia con diferentes entes reduciría la ocurrencia o el impacto que generaría en el proyecto.

Estimación de Costos Clase V

1. La opción más económica según el estimado de costos clase v es la 2, en la que se visualiza una aducción como primera etapa que transportará agua pretratada a las poblaciones de Espino y Santa Rita, en conformidad con la demanda hídrica estimada hasta el año (2028), planteando la instalación de plantas potabilizadoras en cada una de las locaciones estudiadas (Cabruta, Santa Rita y Espino). Asimismo, se plantea anexar una 2da aducción (año 2028) observando la diferencia de caudal requerido para la refinería y petroquímica de Santa Rita.

Factibilidad Económica del Proyecto

1. Al analizar el Valor Presente de cada opción propuesta se pudo constatar que la alternativa 1 es la mas conveniente para ejecutar, alcanzando un monto de $ 2.484.225.640, caso contrario ocurre con la alternativa 4, en la que se percibe un monto negativo de $

(995.276.274), traduciéndose en que opción propuesta no es rentable ya que la inversión no se recupera

RECOMENDACIONES

Una vez realizado un análisis total mediante las técnicas de recolección de datos antes mencionadas se puede recomendar lo siguiente:

1. Actualizar los datos de población, caracterización socioeconómica del área al obtener los datos de los censos poblacionales y censo agrícola 2009, para así obtener información detallada y precisa.
2. Renovar la información referente a las industrias existentes por centros poblados relacionados al Área Boyacá y la población asociada a la fuerza de trabajo por rama de actividad económica, lo cual, se invita a realizar visitas programadas a la región con la finalidad de elaborar diagnósticos del área y con ello actualizar y validar la información existente.
3. Actualizar la información de la demanda de agua industrial con los diferentes entes competentes.
4. Validar la volumetría de producción en frío y en caliente de aquellos bloques de producción en los cuales hasta la fecha se desconoce esta información.
5. Se recomienda tomar como fuente de abastecimiento de agua potable e industrial el Río Orinoco para el Acueducto Mayor del Área Boyacá de la FPO.
6. Profundizar el desarrollo en la fase de Conceptualización del Proyecto de “Acueducto Mayor de Boyacá” en cuanta a la Evaluación Ambiental Preliminar.
7. Evaluar la factibilidad técnica de uso de agua subterránea y/o de pequeños cauces superficiales para consumo humano.
8. Evaluar estrategias y tecnologías para el cruce de áreas ambientalmente sensibles (morichales y centros poblados) a lo largo de la ruta de la aducción.

9. La metodología utilizada para minimizar los riesgos es subjetiva, por lo que se recomienda adaptar a las circunstancias, visión y pericia que pueda tener el ejecutante al momento de desarrollarlo.

GLOSARIO

API: American Petroleum Institute (Instituto Americano de Petróleo). La medida de Grados API es una medida de cuánto pesa un producto de petróleo en relación al agua. Si el producto de petróleo es más liviano que el agua y flota sobre el agua, su grado API es mayor de 10. Los productos de petróleo que tienen un grado API menor que 10 son más pesados que el agua y se asientan en el fondo.

Caudal: Cantidad de agua que lleva una corriente o que fluye de un manantial o fuente.

Coque: Es un combustible obtenido de la destilación de la hulla calentada a temperaturas muy altas en hornos cerrados y a la cual añaden calcita para mejorar su combustión, que la aíslan del aire, y que sólo contiene una pequeña fracción de las materias volátiles que forman parte de la misma.

CVP: Corporación Venezolana de Petróleo

Escorrentía: Sistema consistente en el desplazamiento o movimiento de las aguas; se opone al estancamiento, al arroyamiento y a la infiltración.

Estiaje: Es el nivel de caudal mínimo que alcanza un río o laguna en algunas épocas del año, debido principalmente a la sequía

Estratigrafía: Es la rama de la Geología que trata del estudio e interpretación de las rocas sedimentarias estratificadas, y de la identificación, descripción, secuencia, tanto vertical como horizontal; cartografía y correlación de las unidades estratificadas de rocas.

FPO: Faja Petrolífera del Orinoco

INC: Instituto Nacional de Canalizaciones

INE: Instituto Nacional de estadística

LNH: Laboratorio Nacional de Hidráulica

Máx.: Máximo.

MBD: Miles de Barriles de Crudo Diario

mg/L: miligramos sobre litros

Mín.: Mínimo.

MPPA: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente

MPPPF: Ministerio del Poder Popular Para la Planificación y Finanzas

Nafta: Es un compuesto químico que se emplea como disolvente o materia prima.

Nefelómetro: Es un instrumento para medir partículas suspendidas en un líquido.

PDVSA: Petróleos de Venezuela S.A

Perfil Litológico: También conocido como columna litológica. Representa gráficamente la estratigrafía generalizada de un sector. En este se dibujan en la parte inferior los estratos más antiguos y en la superior los estratos más jóvenes.

Período de aguas altas: Período del año en que los caudales de un río o arroyo son más altos que la media, también conocido como "período de llena".

Período de aguas bajas: Período del año en que los caudales de un río o arroyo son los mínimos, también conocido como "período de bajante".

Petroquímica: Es la industria que utiliza el petróleo o el gas natural como materias primas para la obtención de productos químicos.

Producción temprana: Se refiere a los volúmenes de crudo que resultan de los procesos de Exploración y Producción destinados a satisfacer los insumos de crudo de un proyecto específico, cuando todavía las facilidades de procesamiento de dicho proyecto no se encuentran listas para procesarlo

PSO: Proyecto Socialista Orinoco

Refinaría: Es una planta industrial destinada a la refinación del petróleo, por medio de la cual, mediante un proceso adecuado, se obtienen diversos combustibles fósiles capaces de ser utilizados en motores de combustión: gasolina, gasóleo, entre otros productos.

TIR: Tasa Interna de Retorno

Turbiedad: Es el aspecto que ofrece un líquido a causa de la presencia de materias en suspensión. Su intensidad puede servir para apreciar la concentración de estas materias.

Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT): Son las unidades en que se expresa la turbiedad cuando ha sido determinada por el método nefelométrico.

VPN: Valor Presente Neto

BIBLIOGRAFIA

CORCHO, F y DUQUE, J (2005). Acueductos Teoría y Diseño. (3ª ed.). Medellin Colombia. Editorial Universidad de Medellin.

Dubén, Andrés. (2010). Memoria Descriptiva Acueducto Boyacá.

Figueras, J. (2007). Estudio hidrogeoquímico de las aguas subterráneas del Sector Chiguichigui y Sector Sur del Sistema de Riego del Río Guárico, estado Guárico. Tesis de grado. Instituto de Ciencias de la Tierra, Universidad Central de Venezuela.

FUNINDES USB, Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (2009). Modulo II. Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo VIII: Turismo. Caracas. Venezuela.

FUNINDES USB, Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (2009). Modulo I. Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capítulo V: Aspectos Socioeconómicos. Caracas. Venezuela.

FUNINDES USB, Instituto de Estudios Regionales y Urbanos (2009). Modulo I. Plan Urbano del Microsistema Las Mercedes del Llano-Santa Rita-Cabruta. Capitulo X: Aspectos Culturales. Caracas. Venezuela.

Laboratorio Nacional de Hidraulica (2010) Estudio Para el Aprovechamiento de los recursos hídricos en la Faja Petrolífera Del Orinoco. Informe de Avance Nº 2. Tomo II: Aguas Subterráneas.

Laboratorio Nacional de Hidráulica (2010) Estudio Para el Aprovechamiento de los recursos hídricos en la Faja Petrolífera Del Orinoco. Informe de Avance Nº 2. Tomo I: Aguas Superficiales.

Laboratorio Nacional de Hidráulica (2010) Estudio Para el Aprovechamiento de los recursos hídricos en la Faja Petrolífera Del Orinoco. Informe de Avance Nº 2. Tomo III: Calidad de Aguas.

Laboratorio Nacional de Hidráulica (2010) Estudio Para el Aprovechamiento de los recursos hídricos en la Faja Petrolífera Del Orinoco. Informe de Avance Nº 2. Tomo IV: Demanda de Agua.

Menéndez R. (2009) Evaluación de los sistemas ecológicos de la Faja Petrolífera del Orinoco como base del Ordenamiento Territorial. Capitulo VII: Caracterización Preliminar del Sistema Urbano Regional.

Pantaleón S. (2010) Documento Soporte de Decisión 1, Acueducto Mayor Área Ayacucho de la Faja Petrolífera del Orinoco.

Proyecto Socialista Orinoco (2.009). Informe de Pueblos Indígenas PSO.

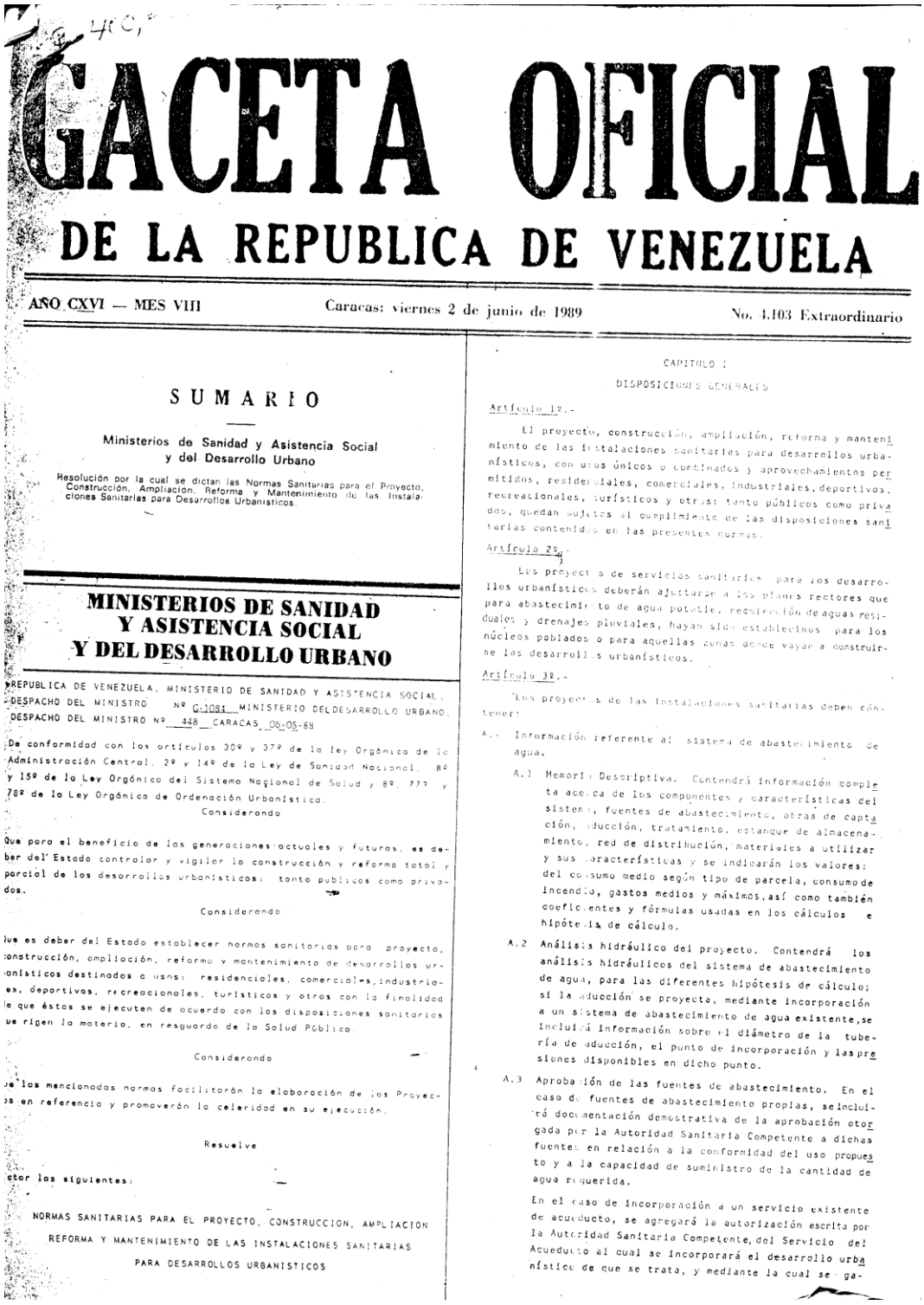
Proyecto Socialista Orinoco. (2010). Memoria Descriptiva del Proyecto Socialista Orinoco.

ANEXOS

Anexo 1: Niveles Máximos, Mínimos y Promedios del Río Orinoco, Tramo Caicara-Cabruta. Años 1.988-2.011

Mes	Nivel	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	MIN	PROM	MAX
Ene	Minimo	23,06	24,51	22,69	23,05	22,47	23,12	22,72	23,15	22,77	23,96	22,26	24,16	22,91	22,95	22,90	22,00	22,68	23,01	23,37	22,70	22,94	23,50	21,15	23,20	21,15	22,99	24,51
	maximo	25,06	24,99	23,70	25,62	23,97	24,45	24,87	25,47	24,65	26,84	23,26	25,41	24,64	24,63	26,32	24,54	25,35	24,98	24,65	25,16	25,36	25,17	22,70	25,41	22,70	24,83	26,84
	promedio	23,82	24,70	22,97	24,23	23,13	23,60	23,44	23,81	23,60	25,11	22,67	24,77	23,43	23,79	24,36	22,89	23,92	23,64	23,66	23,63	24,04	24,10	21,79	24,44	21,79	23,70	25,24
Feb	Minimo	22,47	22,75	22,98	22,12	21,75	22,22	22,07	22,02	22,60	23,17	22,02	24,11	22,21	21,89	21,78	21,31	21,30	22,39	22,90	21,20	21,93	22,97	20,53	22,08	20,53	22,41	24,29
	maximo	23,04	24,46	24,38	23,00	22,42	23,05	22,70	23,23	23,82	24,32	22,91	24,82	22,95	22,89	22,98	21,95	22,63	23,43	24,76	22,66	22,88	23,88	21,12	23,10	21,12	22,96	24,82
	promedio	22,84	23,43	23,74	22,42	21,99	22,72	22,36	22,58	23,11	23,67	22,28	24,41	22,64	22,32	22,46	21,56	21,83	22,82	24,01	21,87	22,30	23,43	20,78	22,34	20,78	22,68	24,53
Mar	Minimo	21,52	22,80	22,37	22,12	21,72	22,01	21,97	21,95	22,71	22,99	22,12	23,47	22,16	21,51	21,41	21,16	21,28	21,96	22,20	21,00	21,60	22,30	20,55	22,06	20,55	22,22	23,72
	maximo	22,41	23,48	23,81	23,36	22,36	23,73	22,45	22,58	23,77	23,98	22,90	25,22	22,54	21,86	22,71	21,27	21,98	22,70	23,06	21,39	22,50	23,15	21,64	23,08	21,27	22,44	25,22
	promedio	21,86	23,26	23,03	22,74	22,11	22,66	22,18	22,20	23,23	23,48	22,38	24,29	22,33	21,62	21,70	21,21	21,65	22,16	22,53	21,11	22,04	22,63	21,10	22,73	20,95	22,33	24,31
Abr	Minimo	21,47	22,91	23,88	22,30	21,83	23,94	22,99	22,04	22,85	22,48	22,34	23,55	22,70	21,94	22,97	21,30	21,60	21,86	23,72	21,73	21,42	23,39	21,32	23,17	21,30	22,58	24,05
	maximo	22,75	23,33	25,11	24,48	23,16	26,10	24,93	23,88	23,45	25,04	26,04	27,50	24,85	23,09	25,15	24,24	24,35	26,90	24,66	25,21	22,91	24,85	27,09	26,25	22,65	24,73	27,50
	promedio	22,20	23,11	24,39	23,02	22,20	24,71	23,99	22,49	23,22	23,36	23,96	25,83	23,69	22,41	24,07	22,42	22,71	23,96	24,00	23,92	21,95	23,67	23,87	24,11	21,85	23,45	25,89
May	Minimo	22,61	23,20	25,26	24,68	23,35	26,19	25,12	24,06	23,59	25,18	26,22	27,57	24,92	23,07	25,24	24,40	24,58	27,06	24,70	25,17	23,02	24,99	27,24	26,40	22,61	24,85	27,57
	maximo	25,54	28,18	29,72	27,85	26,52	29,18	29,04	27,28	28,64	28,29	29,50	29,19	28,96	27,24	28,78	29,14	29,61	29,37	29,04	28,48	26,92	26,02	29,87	30,57	25,54	28,36	29,87
	promedio	23,93	25,44	27,55	26,35	24,94	27,71	27,46	25,93	26,30	26,43	28,04	28,59	26,72	25,22	26,61	26,86	27,22	28,24	27,29	26,71	25,07	25,52	28,31	28,73	23,93	26,63	28,66
Jun	Minimo	25,78	28,30	29,81	27,90	26,60	29,30	29,12	27,46	28,76	28,44	29,58	29,07	29,12	27,28	28,91	29,22	29,75	29,40	29,04	28,58	27,17	25,70	29,99	30,60	25,70	28,47	29,99
	maximo	29,61	30,70	31,81	29,72	29,70	31,74	31,16	30,98	31,71	30,08	32,90	30,47	31,45	29,26	31,71	30,70	32,10	30,93	31,32	30,95	30,24	28,99	32,04	32,44	28,99	30,88	32,90
	promedio	27,74	29,55	30,89	28,65	27,57	30,38	30,18	29,45	30,34	29,65	31,16	29,61	30,50	28,23	30,15	29,92	31,05	30,06	30,01	29,71	28,94	27,16	31,10	31,66	27,11	29,70	31,35
Jul	Minimo	29,65	30,75	32,02	29,80	29,82	31,86	31,24	31,04	31,86	30,10	32,99	30,52	31,50	29,34	31,82	30,77	32,16	30,97	31,40	31,10	30,40	29,09	32,10		29,09	30,97	32,99
	maximo	32,36	32,06	33,58	32,16	32,42	33,42	33,20	33,09	33,66	32,77	34,67	31,98	32,79	30,71	33,86	33,14	33,62	31,75	33,69	33,54	33,32	31,93	33,60		30,71	32,93	34,67
	promedio	31,06	31,45	32,98	31,10	31,03	32,86	32,31	32,25	32,85	31,48	34,16	31,35	32,15	30,15	33,06	32,03	33,08	31,33	32,66	32,65	31,98	30,80	32,96		30,14	32,07	34,16
Ago	Minimo	32,42	31,78	33,06	32,24	32,52	33,31	33,24	32,92	33,70	32,31	34,06	32,01	32,80	30,74	33,74	33,20	33,64	31,80	33,76	33,12	32,88	31,99	33,63		30,74	32,96	34,18
	maximo	33,08	32,15	33,77	34,05	33,67	33,57	34,07	33,32	34,41	32,99	34,75	33,17	33,26	32,14	34,04	33,73	33,88	32,65	34,12	33,51	33,46	32,40	34,00		31,94	33,33	34,75
	promedio	32,92	31,98	33,50	33,25	33,44	33,48	33,61	33,15	34,13	32,76	34,56	32,77	33,08	31,58	33,93	33,60	33,78	32,33	33,99	33,25	33,29	32,26	33,89		31,49	33,24	34,58
Sep	Minimo	21,47	22,91	22,38	22,30	21,83	22,23	21,97	22,04	22,71	22,48	22,12	23,45	22,16	21,51	21,41	21,17	21,50	21,86	22,24	21,00	21,42	22,33	20,98		20,98	22,22	23,72
	maximo	32,93	31,76	33,04	34,07	33,57	33,28	34,09	32,88	34,14	32,26	34,02	32,94	32,90	32,08	33,71	33,67	33,72	32,50	33,79	33,23	32,85	32,22	33,86		31,76	33,20	34,14
	promedio	32,52	30,88	32,14	33,70	32,83	32,85	33,70	31,79	33,56	31,12	33,35	32,09	32,64	31,35	33,16	33,09	33,19	31,89	32,75	32,68	32,27	31,35	32,97		30,87	32,52	33,75
Oct	Minimo	30,58	29,43	27,89	29,64	28,99	30,22	31,18	28,10	30,59	27,37	28,84	31,06	30,52	28,11	28,18	30,84	30,20	27,90	29,43	30,61	29,35	27,65	29,00		27,37	29,39	31,20
	maximo	32,93	31,76	33,04	34,07	33,57	33,28	34,09	32,88	34,14	32,26	34,02	32,94	32,90	32,08	33,71	33,67	33,72	32,50	33,79	33,23	32,85	32,22	33,86		31,76	33,20	34,14
	promedio	31,84	30,32	30,66	32,65	31,54	31,94	32,88	30,41	32,69	29,71	32,00	31,65	31,97	30,35	31,55	32,33	32,40	30,50	31,41	32,03	31,22	30,04	31,53		29,59	31,46	32,93
Nov	Minimo	29,53	26,75	27,07	27,34	27,02	29,03	28,58	27,80	28,41	25,73	27,65	27,46	27,54	26,41	28,15	29,28	27,79	27,76	28,35	27,92	28,48	25,01	27,90		25,01	27,85	29,53
	maximo	30,55	29,35	27,95	29,53	28,90	30,07	31,11	28,34	30,53	27,30	28,75	31,14	30,42	28,02	28,60	30,80	30,10	29,00	29,51	30,58	29,28	27,58	28,91		27,30	29,32	31,14
	promedio	30,01	28,06	27,48	28,34	27,60	29,69	29,67	28,14	29,38	26,36	28,30	29,33	28,85	27,44	28,42	30,28	28,84	28,47	28,93	29,32	28,90	26,20	28,48		26,08	28,54	30,36
Dic	Minimo	25,10	23,93	25,85	24,13	24,70	25,19	25,70	24,41	27,04	23,40	24,92	24,82	24,76	25,00	24,68	25,55	25,30	24,76	25,32	24,92	25,57	22,70	25,52		22,70	25,00	27,04
	maximo	29,40	26,82	27,47	27,30	27,46	28,93	28,58	27,70	28,36	25,64	27,65	27,76	27,42	26,28	28,14	29,18	27,70	28,69	28,91	27,80	29,00	24,89	28,81		24,89	27,78	29,40
	promedio	27,44	25,75	26,99	25,88	26,31	27,22	27,35	25,66	27,74	24,65	26,35	25,95	26,10	25,59	26,15	27,31	26,74	26,63	27,13	25,95	27,81	23,65	27,48		23,65	26,43	28,17

Anexo 2: Gaceta Oficial 4.403 de la república Bolivariana de Venezuela



GACETA OFICIAL
DE LA REPUBLICA DE VENEZUELA

AÑO CXVI — MES VIII | Caracas: viernes 2 de junio de 1989 | No. 4.103 Extraordinario

SUMARIO

Ministerios de Sanidad y Asistencia Social y del Desarrollo Urbano

Resolución por la cual se dictan las Normas Sanitarias para el Proyecto, Construcción, Ampliación, Reforma y Mantenimiento de las Instalaciones Sanitarias para Desarrollos Urbanísticos.

MINISTERIOS DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL Y DEL DESARROLLO URBANO

REPUBLICA DE VENEZUELA, MINISTERIO DE SANIDAD Y ASISTENCIA SOCIAL, DESPACHO DEL MINISTRO Nº C-1084 MINISTERIO DEL DESARROLLO URBANO, DESPACHO DEL MINISTRO Nº 448 CARACAS, 06-05-88

De conformidad con los artículos 30º y 37º de la Ley Orgánica de la Administración Central, 2º y 14º de la Ley de Sanidad Nacional, 8º y 15º de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Salud y 8º, 77º y 78º de la Ley Orgánica de Ordenación Urbanística.

Considerando

Que para el beneficio de las generaciones actuales y futuras, es deber del Estado controlar y vigilar la construcción y reforma total y parcial de los desarrollos urbanísticos: tanto publicos como privados.

Considerando

Que es deber del Estado establecer normas sanitarias para proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de desarrollos urbanísticos destinados a usos: residenciales, comerciales, industriales, deportivos, recreacionales, turísticos y otros con la finalidad de que éstos se ejecuten de acuerdo con las disposiciones sanitarias que rigen la materia, en resguardo de la Salud Pública.

Considerando

Que las mencionadas normas facilitarán la elaboración de los Proyectos en referencia y promoverán la celeridad en su ejecución.

Resuelve

dictar los siguientes:

NORMAS SANITARIAS PARA EL PROYECTO, CONSTRUCCION, AMPLIACION REFORMA Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS PARA DESARROLLOS URBANISTICOS

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º.-

El proyecto, construcción, ampliación, reforma y mantenimiento de las instalaciones sanitarias para desarrollos urbanísticos, con usos únicos o combinados y aprovechamientos permitidos, residenciales, comerciales, industriales, deportivos, recreacionales, turísticos y otros: tanto públicos como privados, quedan sujetos al cumplimiento de las disposiciones sanitarias contenidas en las presentes normas.

Artículo 2º.-

Los proyectos de servicios sanitarios para los desarrollos urbanísticos deberán ajustarse a los planes rectores que para abastecimiento de agua potable, recolección de aguas residuales y drenajes pluviales, hayan sido establecidos para los núcleos poblados o para aquellas zonas donde vayan a construirse los desarrollos urbanísticos.

Artículo 3º.-

Los proyectos de las instalaciones sanitarias deben contener:

A.- Información referente al sistema de abastecimiento de agua.

A.1 Memoria Descriptiva. Contendrá información completa acerca de los componentes y características del sistema, fuentes de abastecimiento, obras de captación, inducción, tratamiento, estanque de almacenamiento, red de distribución, materiales a utilizar y sus características y se indicarán los valores: del consumo medio según tipo de parcela, consumo de incendio, gastos medios y máximos, así como también coeficientes y fórmulas usadas en los cálculos e hipótesis de cálculo.

A.2 Análisis hidráulico del proyecto. Contendrá los análisis hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua, para las diferentes hipótesis de cálculo; si la inducción se proyecta, mediante incorporación a un sistema de abastecimiento de agua existente, se incluirá información sobre el diámetro de la tubería de inducción, el punto de incorporación y las presiones disponibles en dicho punto.

A.3 Aprobación de las fuentes de abastecimiento. En el caso de fuentes de abastecimiento propias, se incluirá documentación demostrativa de la aprobación otorgada por la Autoridad Sanitaria Competente a dichas fuentes en relación a la conformidad del uso propuesto y a la capacidad de suministro de la cantidad de agua requerida.

En el caso de incorporación a un servicio existente de acueducto, se agregará la autorización escrita por la Autoridad Sanitaria Competente, del Servicio del Acueducto al cual se incorporará el desarrollo urbanístico de que se trata, y mediante la cual se ga-

b.2 Reserva para incendio (4 horas)

b. Estanque para una red, del o de la cual se bombea a otra:

b.1 Reserva para compensación del consumo: 40% del gasto medio diario de su red (dotación propia de la red).

b.2 Reserva para incendio (4 horas)

b.3 Reserva para compensación de gastos de bombeo: 25% del gasto medio diario de la red abastecida por bombeo (dotación de la red a bombear).

c. Estanque para una red abastecida por bombeo y del o de la cual se bombea a otra:

c.1 Reserva para compensación de consumo: 40% del gasto medio diario de su red (dotación propia de la red).

c.2 Reserva para incendio (4 horas)

c.3 Reserva para compensación de gastos de bombeo.25% del gasto medio diario de la red abastecida por bombeo (dotación de la red a bombear)

c.4 Reserva para compensación de gastos de rebombeo: 12,5% del gasto medio diario de la red abastecida por rebombeo).

d. En casos especiales, la capacidad de almacenamiento requerida será establecida de acuerdo con la variación en el tiempo, del consumo de agua y de la producción en las fuentes de abastecimiento de que disponga el desarrollo urbanístico.

En todos los casos, la capacidad de almacenamiento requerido, antes señaladas, podrá verificarse con el estudio de las variaciones horarias del consumo, la rata y horas de bombeo y los correspondientes diagramas de masas.

Artículo 76º.-

Los estanques de almacenamiento de agua potable, deberán ser inspeccionados regularmente, al menos una vez cada 6 meses, para comprobar su adecuado estado de funcionamiento y operación.

La limpieza y desinfección de los estanques se practicará de acuerdo con las normas que al respecto establezca la Autoridad Sanitaria Competente y en todo caso, en defecto de ellas, de acuerdo al resultado de las inspecciones que se practiquen.

CAPITULO VI

DE LA CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE TRATAMIENTO REQUERIDO Y LOS SISTEMAS DE POTABILIZACION DE LAS AGUAS PARA USO HUMANO

Artículo 77º.-

Las aguas provenientes de las fuentes de abastecimiento propuestas para un desarrollo urbanístico, deberán estar clasificadas como Tipo I, Sub-Tipos IA y IB, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Parcial Número [illegible] de la Ley Orgánica del Ambiente, sobre clasificación de las aguas. Cuando dichas aguas clasificadas en los sub-tipos indicados, no cumplan con los requisitos exigidos en las "Normas Sanitarias de Calidad de las Aguas para Uso Humano", deberán ser sometidas a procesos de tratamiento que modifiquen positivamente sus características físicas, químicas y biológicas, hasta niveles tales que puedan ser calificadas como potables, de acuerdo con dichas normas. La Autoridad Sanitaria Competente, verificará si los procesos de tratamiento propuestos por los interesados son eficientes para alcanzar la potabilidad requerida.

Artículo 78º.-

El tipo de tratamiento, su intensidad y su complejidad, al cual deberán ser sometidas las aguas propuestas, para su potabilización, estará definido por las características determinadas mediante la ejecución, según métodos normalizados, de análisis de laboratorio (bacteriológicos y físico-químicos) practicados a muestras representativas, captadas según las técnicas y procedimientos aceptados y su interpretación.

Cuando la interpretación de dichas pruebas indican que tales aguas poseen características especiales, deberán efectuarse otras adicionales, incluyendo, si fuera necesario las pruebas de similación, para definir los tratamientos específicos requeridos.

Artículo 79º.-

Para casos de sistemas desalinizadores y potabilizadores de agua, o cualquier otro caso especial que no esté expresamente contemplado en las presentes normas, los mismos serán resueltos por la Autoridad Sanitaria Competente, con la finalidad de garantizar la salud de los usuarios.

Artículo 80º.-

Las fuentes de abastecimiento propuestas, cualquiera sea el grado, intensidad o complejidad del tratamiento, al cual se proyecte someter sus aguas, deberán estar protegidas efectivamente de la pérdida de calidad que éstas puedan experimentar por la incorporación de degradantes provenientes de cualquier fuente de contaminación real o potencial.

La protección de las fuentes de abastecimiento se proyectará y ejecutará, de acuerdo con las normas que establezca la Autoridad Sanitaria Competente para cada tipo de fuente de abastecimiento.

Dichas fuentes deberán protegerse, operarse y mantenerse en todo momento, en condiciones sanitarias satisfactorias.

Artículo 81º.-

En todos los casos, cualquiera que sea la fuente de abastecimiento de que se disponga, las aguas a suministrar para el uso humano, serán sometidas a tratamiento mínimo de potabilización mediante desinfección contínua, en un todo de acuerdo con lo establecido en el Artículo 19.

Artículo 82º.-

Los terrenos para la ubicación de las plantas de tratamiento de aguas para uso humano, deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo 60.

Artículo 83º.-

La capacidad de la planta de tratamiento y la de las unidades que la integren, será por lo menos del 125% del consumo medio del desarrollo urbanístico, calculado de acuerdo con lo establecido en el Artículo 16 de estas normas siempre y cuando contemple un estanque compensador a la salida de la planta. Dicha capacidad incluye las unidades de reserva necesaria para su operación correcta, reparación y mantenimiento.

Artículo 84º.-

Todas las unidades y equipos de tratamiento deberán proyectarse de manera tal, que pueda evitarse la interrupción del tratamiento en caso de accidentes o para la reparación y el mantenimiento correspondiente.

Artículo 85º.-

La construcción de la planta y de sus componentes, deberá ser ejecutada en un todo conforme con el proyecto, los materiales y equipos a instalarse, deberán cumplir con las especificaciones y normas correspondientes aprobadas por la Autoridad Sanitaria Competente. Una vez concluída su construcción, la planta y todos sus componentes, serán sometidos a inspección final de verificación y a las pruebas respectivas, una vez instalados los equipos y antes de que la planta inicie su operación.

Artículo 86º.-

Las maquinarias, equipos y otras partes fundamentales de la planta, susceptibles de interrupción en su funcionamiento por desgaste, accidente u otras causas, deberán ser instaladas o construídas según fuere el caso, por duplicado. Cuando se considere necesario, deberá preverse un equipo generador de energía eléctrica, capaz de suministrar la energía requerida por la planta en caso de emergencia.

Artículo 87º.-

Se prohibe cualquier comunicación, directa o indirecta entre el agua tratado o en tratamiento y las aguas de desecho.

Artículo 88º.-

El espacio destinado al almacenamiento de los productos químicos usados en el tratamiento, deberá tener una capacidad

Anexo 3: Levantamiento topográfico de la Troncal 12. Las Mercedes-Cabruta.

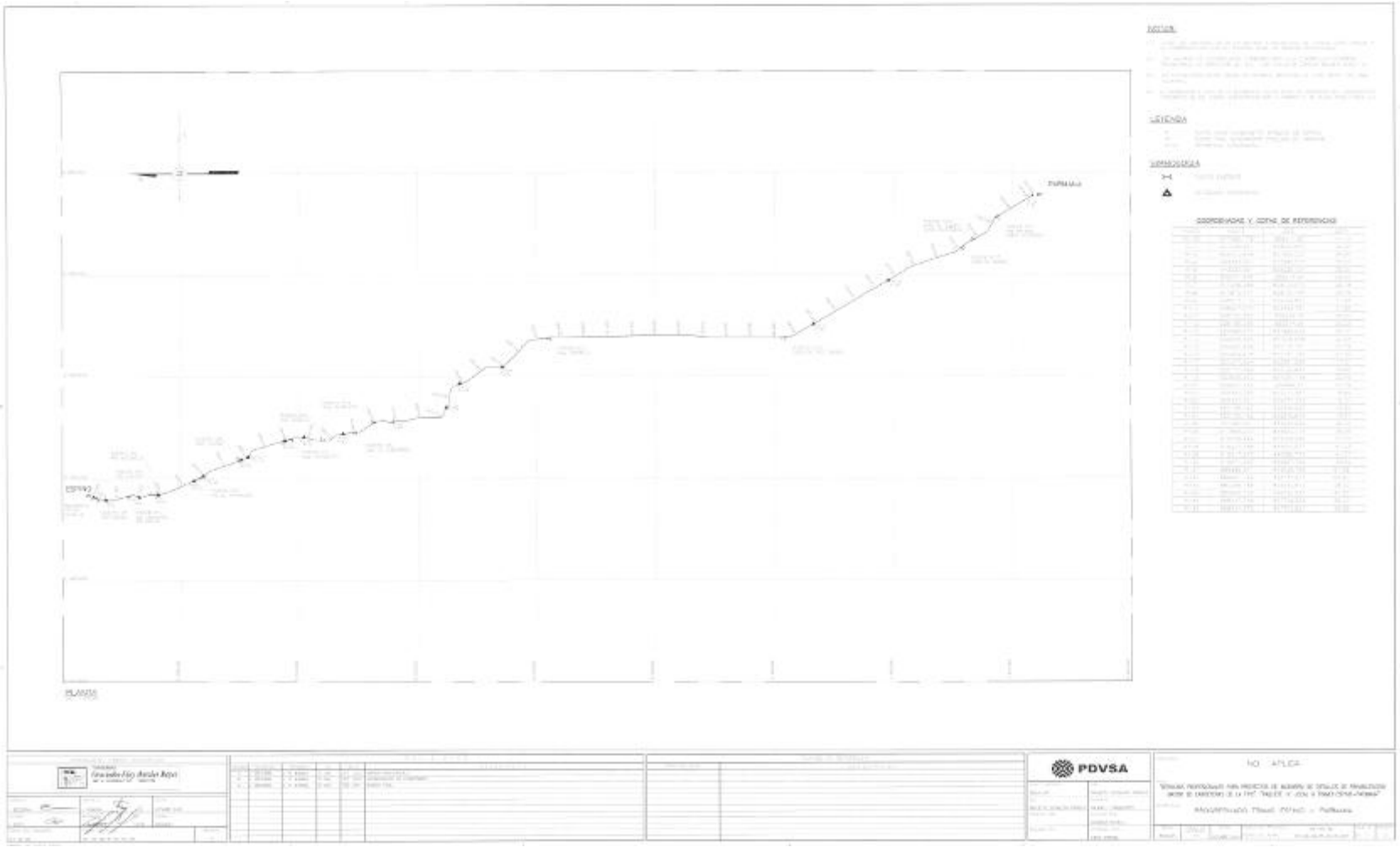
PTO	PROGRESIVA	COTA	LONGITUD	PTO	PROGRESIVA	COTA	LONGITUD
1	0+000	192	0	40	26+100	122	350
2	0+100	189	100	41	26+500	129	400
3	0+400	179	300	42	28+200	140	1700
4	1+500	170	1100	43	28+800	149	600
5	2+130	167	630	44	29+790	142	990
6	3+400	161	1270	45	31+420	150	1630
7	3+900	156	500	46	32+140	163	720
8	4+450	156	550	47	33+000	158	860
9	4+700	154	250	48	33+900	177	900
10	4+900	153	200	49	34+600	177	700
11	5+200	153	300	50	35+400	167	800
12	7+300	148	2100	51	36+550	167	1150
13	7+550	147	250	52	37+100	175	550
14	8+100	147	550	53	37+400	172	300
15	9+100	143	1000	54	37+650	174	250
16	9+950	142	850	55	38+100	179	450
17	10+470	148	520	56	38+900	175	800
18	11+370	148	900	57	39+100	170	200
19	13+660	163	2290	58	40+000	177	900
20	14+000	167	340	59	40+700	182	700
21	15+180	151	1180	60	41+050	174	350
22	15+750	154	570	61	42+850	176	1800
23	15+950	154	200	62	44+200	171	1350
24	16+100	157	150	63	44+770	178	570
25	16+450	145	350	64	45+900	175	1130
26	16+800	133	350	65	46+950	196	1050
27	17+100	129	300	66	47+500	183	550
28	17+840	123	740	67	47+850	184	350
29	19+100	143	1260	68	48+800	175	950
30	19+740	135	640	69	49+600	187	800
31	20+100	137	360	70	50+350	175	750
32	20+300	135	200	71	51+300	186	950
33	20+690	132	390	72	51+700	174	400
34	21+010	129	320	73	52+220	175	520
35	21+350	122	340	74	52+600	170	380
36	22+500	115	1150	75	52+800	171	200
37	23+300	119	800	76	53+700	154	900
38	24+470	114	1170	77	55+100	144	1400
39	25+750	125	1280	78	56+550	153	1450
79	56+850	149	300	111	104+000	97	1500
80	57+200	152	350	112	105+000	100	1000

81	57+500	151	300	113	106+700	94	1700
82	58+100	160	600	114	108+000	100	1300
83	59+000	151	900	115	110+500	88	2500
84	59+900	162	900	116	113+000	85	2500
85	61+400	167	1500	117	116+000	84	3000
86	62+500	165	1100	118	118+000	82	2000
87	64+300	150	1800	119	121+000	73	3000
88	65+500	162	1200	120	124+000	66	3000
89	66+200	166	700	121	127+000	60	3000
90	67+150	159	950	122	128+000	61	1000
91	67+700	162	550	123	129+500	59	1500
92	68+800	147	1100	124	134+700	54	5200
93	72+350	132	3550	125	137+000	49	2300
94	73+600	147	1250	126	138+000	51	1000
95	74+000	142	400	127	141+000	47	3000
96	74+500	143	500	128	145+000	54	4000
97	75+500	163	1000	129	147+500	44	2500
98	77+000	157	1500	130	152+500	45	5000
99	79+000	166	2000	131	158+500	49	6000
100	80+000	152	1000	132	160+000	49	1500
101	81+500	164	1500	133	163+000	51	3000
102	82+500	157	1000	134	165+600	56	2600
103	84+000	163	1500	135	165+700	58	100
104	87+000	159	3000	136	166+000	59	300
105	90+200	142	3200	137	167+700	57	1700
106	94+700	133	4500	138	169+000	56	1300
107	97+500	127	2800	139	169+500	63	500
108	98+000	123	500	140	170+000	63	500
109	101+700	113	3700	141	170+495.9	56	495,9
110	102+500	103	800				

Anexo 4: Alturas del relieve de la Alternativa 2. (Espino, Rabanal, Santa Rita). Tomadas en sitio

Espino -Rabanal				
Huso	**UTM**	**COORD.**	**H (msnm)**	**Observaciones**
19	822672	N	221	
	943552	E		
19	822014	N	272	
	943103	E		
19	814105	N	220	
	937134	E		
19	815138	N	144	Intercepción
	934439	E		
19	849633	N	14	Rabanal Abajo
	933724	E		
19	813808	N	98	Bajando se encuentra un morichal
	932469	E		
19	813809	N	106	Paso puente quebrada
	932470	E		(Foto Panorámica)
19	810642	N	94	
	928124	E		
19	810427	N	89	Quebrada creciente
	928156	E		
19	810330	N	93	
	928164	E		
19	808727	N	96	Escorrentía
	825697	E		
19	806628	N	106	
	924126	E		
19	805504	N	77	
	916495	E		
19	806713	N	79	
	919499	E		
19	803830	N	117	Fin del recorrido intercepción con el río
	924160	E		

Anexo 5: Plano del levantamiento topográfico de la local 9. Espino- Parmana



Anexo 6. Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos

La Escala de Beaufort es una medida basada en la experiencia para determinar la intensidad del viento, en función principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento.

N° de Beaufort	Velocidad (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Nombre	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	**Calma**	Despejado	El humo asciende verticalmente
1	2 a 5	1 a 3	**Ventolina**	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	4 a 6	**Flojito** (Brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos
3	12 a 19	7 a 10	**Flojo** (Brisa Ligera)	Pequeñas olas, crestas rompientes.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	11 a 16	**Bonancible** (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas	Se levanta polvo, se agitan las copas de los árboles
5	29 a 38	17 a 21	**Fresquito** (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada
6	39 a 49	22 a 27	**Fresco** (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	**Frescachón** (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento.
8	62 a 74	34 a 40	**Temporal** (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles.
9	75 a 88	41 a 47	**Temporal fuerte** (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	48 a 55	**Temporal duro** (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	56 a 63	**Temporal muy duro** (Borrasca)	Olas extremadamente grandes, mar completamente blanca,	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles

				visibilidad muy reducida	
12	+ 118	+64	**Temporal huracanado** (Huracán)	Olas extremadamente grandes, mar blanca, visibilidad nula	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles y lluvias.

Anexo 7: Resolución 13- Ministerio del Poder popular para el Ambiente

María Belisario M.
Ministerio del Poder Popular para el Turismo

Cnel. (GNB) Néstor Luis Reverol Torres
Oficina Nacional Antidrogas
O. N. A.

Tarek El Aissami
Ministerio del Poder Popular para Relaciones Interiores y Justicia

José David Cabello Rondón
Ministerio del Poder Popular para Economía y Finanzas.

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA SALUD

NÚMERO 023 25 DE ENE. DE 2010
199° y 150°

RESOLUCIÓN

En ejercicio de las atribuciones que me confiere el Decreto Nº 6.840 de fecha 31 de julio de 2009, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela Nº 39.232 de la misma fecha de conformidad con lo dispuesto en los numerales 2, 15 y 19 del artículo 77 del Decreto con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de la Administración Pública, en concordancia con lo previsto en los artículos 6 numeral 2, 17,18 y 19 último aparte de la Ley del Estatuto de la Función Pública, así como el artículo 49 del Reglamento Orgánico de este Ministerio, artículos 161 de la Ley Orgánica de la Administración Financiera del Sector Público, 51 y 52 del Reglamento Nº 1 de la Ley Orgánica de la Administración Financiera del Sector Público sobre el Sistema Presupuestario, artículos 6, 7, y 23 de la Ley Contra la Corrupción, este Despacho Ministerial,

RESUELVE

Artículo 1. Artículo 1. Designar al ciudadano BRUNILDO DÁVILA GONZÁLEZ, titular de la cédula de identidad Nº V- 11.467.200, para ocupar el cargo de libre nombramiento y remoción como HABILITADOR GENERAL (E), adscrito a la Dirección General de la Oficina de Gestión Administrativa del Ministerio del Poder Popular para la Salud.

Artículo 2. Se autoriza al ciudadano BRUNILDO DÁVILA GONZÁLEZ, antes identificado, en su carácter de HABILITADOR GENERAL (E), para que actúe como Cuentadante

Artículo 3. La presente Resolución entrará en vigencia a partir de su publicación en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.

Notifíquese y Publíquese,

Cnel. CARLOS MOTONDARO COVA
Ministro del Poder Popular para la Salud
Decreto Nº 6.840 del 31 de julio de 2009
Gaceta Oficial Nº 39.232 del 31 de julio de 2009

MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA EL AMBIENTE

RESOLUCIÓN Nº 013 Caracas, 22 ENE 2010 de de 2010

AÑOS 199º y 150º

Por disposición del ciudadano Presidente de la República, en ejercicio de las competencias atribuidas por los artículos 77, numerales 9 y 27 y 119, numeral 2 del Decreto No. 6.217 con Rango, Valor y Fuerza de Ley Orgánica de la Administración Pública, publicado en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 5.890 Extraordinario de fecha 31 de julio de 2008, en concordancia con el artículo 12 de la Ley ejusdem.

RESUELVE

ARTICULO UNICO. Ordenar la publicación en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela de la Providencia No. 01 de fecha 22 de enero de 2010, mediante la cual se dicta la metodología, formulas, modelo y criterios técnicos que regulan las tarifas de los servicios de agua potable y de saneamiento prestados por las Empresas Hidrológicas, filiales de la Compañía Anónima Hidrológica Venezolana, HIDROVEN C.A, cuyo texto aparece integro a continuación de la presente Resolución.

Comuníquese y publíquese,
Por el Ejecutivo Nacional.

YUVIRI ORTEGA LOVERA
Ministra del Poder Popular para el Ambiente

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
C.A HIDROLOGICA VENEZOLANA HIDROVEN
PRESIDENCIA

PROVIDENCIA No. 01 del 22 de enero de 2010

De conformidad con la Disposición Transitoria Novena de la Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento.

CONSIDERANDO

Que los costos del personal y de los insumos necesarios para la prestación de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, han sufrido aumentos entre los que se encuentran, la electricidad, el cloro y otros productos químicos requeridos para tratar el agua, así como las partes, repuestos y equipos tanto de origen extranjero como de origen nacional.

CONSIDERANDO

Que el uso racional del agua potable permitirá ampliar y mejorar los servicios, así como evitar su degradación innecesaria, a objeto de garantizar su disponibilidad futura, en calidad y cantidad.

Se dicta la siguiente metodología, fórmulas, modelo y criterios técnicos que regulan las tarifas de los servicios de agua potable y de saneamiento prestados por las Empresas Hidrológicas Regionales, filiales de la Compañía Anónima Hidrológica Venezolana, HIDROVEN C.A.

Artículo 1. A los efectos de la aplicación de la presente Providencia, se establecen las siguientes definiciones:

a) Definición de los servicios:

- **Servicio público de agua potable:** es la entrega de agua a los suscriptores o usuarios, mediante la utilización de tuberías. Comprende los procesos de producción y distribución de agua potable.
- **Servicio público de saneamiento:** es la recolección por tuberías de las aguas servidas de los inmuebles y comprende los procesos de recolección, tratamiento y disposición final.

b) Uso Residencial: Residencial 1, Residencial 2 y Residencial 3

Corresponde a todo inmueble destinado exclusivamente a vivienda o habitación familiar.

Para clasificar al suscriptor dentro de estas categorías de Uso Residencial, la empresa prestadora de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, utilizará una metodología adecuada que tomara en cuenta las variables claves relacionadas con la zona residencial o ubicación geográfica donde se encuentre el inmueble y las características de la vivienda, sus servicios y equipamiento (jardín piscina, tv., cable, etc.).

c) Uso Comercial: Comercial A y Comercial B

Corresponde a todo inmueble donde se realicen actividades comerciales y los destinados a labores propias de oficina.

Para clasificar al suscriptor dentro del Uso Comercial, la empresa prestadora de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, lo hará según la utilización del agua. En aquellos inmuebles donde el agua sea un insumo esencial y principal para realizar la actividad comercial o el servicio que se preste, tales como: clínicas, hoteles, pensiones, auto lavados, lavanderías y/o tintorerías, viveros, peluquerías, entre otros; se clasificara en comercial A. Aquellos inmuebles donde el agua no es un insumo esencial y principal para realizar la actividad comercial o el servicio que se preste se clasificaran en Comercial B.

d) Uso Industrial: Industrial A y Industrial B.

Corresponde a los inmuebles donde se realicen actividades de naturaleza industrial. Para clasificar al suscriptor dentro del uso industrial, la empresa prestadora de los servicios públicos de agua potable y de saneamiento, lo hará según la utilización del agua. En aquellos inmuebles donde el agua sea un insumo esencial y principal para realizar la actividad industrial serán industrial A. En aquellos inmuebles donde el agua no es un insumo esencial y principal para realizar la actividad industrial serán clasificados como Industrial B.

e) Precio Medio Referencial de los servicios públicos de agua potable y de recolección de las aguas servidas (PMR)

Es la variable básica que al aplicarse a la estructura tarifaria, genera las tarifas, siendo su unidad; bolívares por metro cúbico de agua (Bs. /m³).

f) Estructura Tarifaria

Es una matriz de factores para las diferentes modalidades de uso, rango de consumos y procesos. Esta matriz, una vez multiplicada por el Precio de los servicios públicos de agua potable y de recolección de aguas servidas (P) de cada sistema o Centro Poblado, determina las tarifas de cada uno de ellos.

g) Tarifas

Valor determinado por la multiplicación de la estructura tarifaria y los precios medios referenciales de los servicios públicos de agua potable y de recolección de agua servidas (PMR) con el fin de establecer los precios para los diferentes sistemas o centro poblados, por modalidades de uso y rango de consumos. Al multiplicar estas tarifas por el consumo, según el uso y los rangos de consumo, se determina el monto a facturar al suscriptor o usuario como contraprestación por la prestación de los servicios de agua potable y recolección de las aguas servidas.

h) Consumo

Volumen de agua en M^3 entregada al suscriptor por un período de tiempo determinado.

i) Cargo Fijo

Refleja el costo de asegurar la disponibilidad de los servicios a los suscriptores, independientemente del consumo realizado.

j) Exceso de consumo

Es la porción de agua potable consumida por los suscriptores más allá del consumo razonable.

k) Cargo Variable

Refleja el costo de los volúmenes consumidos de agua potable, así como los volúmenes descargados de aguas servidas.

A efectos de determinar el uso del inmueble, en aquellos donde se verifique la existencia de Usos múltiples, la empresa prestadora determinará cuál es el Uso predominante en el inmueble a los fines de clasificar al suscriptor y aplicar la tarifa correspondiente.

Artículo 2. Se fijan los precios medios referenciales (PMR) máximos por los servicios públicos de agua potable y de recolección de las aguas servidas para las empresas prestadoras según los sistemas y ciudades atendidos, según se indican en la tabla que sigue:

EMPRESAS	PMR Bs./m^3
HIDROANDES	0,60
HIDROCENTRO	1,50
HIDROCARIBE	0,95
HIDROCAPITAL	1,00
HIDROFALCON	0,95
HIDROLAGO	0,95
HIDROLLANOS	0,60
HIDROPAEZ	0,60
HIDROSUROESTE	0,80

El PMR de cada sistema estará afectado por un factor dependiendo del USO, la zona geográfica y la actividad económica a la cual esta destinado el inmueble de acuerdo a la siguiente tabla:

TARIFA	FACTORES
RESIDENCIAL 1	0,75
RESIDENCIAL 2	1
RESIDENCIAL 3	1,50
COMERCIAL B	1,5 ó 2
COMERCIAL A	2 ó 2,25
INDUSTRIAL B	2,25 ó 2,5
INDUSTRIAL A	2,5 ó 3

Para efectos de la facturación por los servicios públicos de agua potable y de recolección de aguas servidas, en aquellas ciudades, poblaciones o sistemas que no están indicados en la tabla anterior, se aplicará el Precio del sistema o centro poblado más cercano y con características similares, dentro del ámbito de actuación de la empresa prestadora.

Artículo 3. La estructura tarifaria a aplicar para obtener las tarifas por la prestación de los servicios públicos de agua potable y de recolección de aguas servidas se construye con las variables relacionadas a los usos y a los rangos de consumos, según la siguiente tabla:

USOS	CARGO FIJO	CARGO VARIABLE	EXCESO	EXCESO
	50 M3/mes	Hasta la dotación	Hasta 1,5 dotación	Mayor a 1,5 dotación
INDUSTRIAL A	(2,5 ó 3,0)x PMR	(2,5 ó 3,0) x PMR	4,00 x PMR	7,00 x PMR
	40 M3/mes	Hasta la dotación	Hasta 1,5 dotación	Mayor a 1,5 dotación
INDUSTRIAL B	(2,25 ó2,50)x PMR	(2,25 ó 2,50)x PMR	4,00 x PMR	7,00 x PMR
	30 M3 /MES	Hasta la dotación	Hasta 1,5 dotación	Mayor a 1,5 dotación
COMERCIAL A	(2,0 ó 2,25)x PMR	(2,0 ó 2,25)x PMR	4,00X PMR	7,00 X PMR
COMERCIAL B	(1,5 ó 2,0)x PMR	(1,5 ó 2,0) x PMR	4,00 X PMR	7,00 X PMR
	15 M3/mes	>15m3 - ≤40M3/mes	>40 m3 ≤100m3/mes	> 100 M3/mes
RESIDENCIAL 1	0,75 x PMR	1,00 x PMR	3,50 x PMR	5,00 x PMR
RESIDENCIAL 2	1,00 x PMR	1,00 x PMR	3,50 x PMR	5,00 x PMR
RESIDENCIAL 3	1,50 x PMR	1,50 x PMR	3,50 x PMR	5,00 x PMR

Las empresas prestadoras analizarán en cada caso, la procedencia del cobro de cargos por exceso de consumo a los usuarios o suscriptores dentro del uso Residencial Social.

Artículo 4. La facturación del servicio público de agua potable y de recolección de las aguas servidas para los suscriptores clasificados en los usos Industriales será de acuerdo al siguiente esquema:

Industrial A:

a. Un cargo fijo correspondiente a 50 m^3 mensuales, multiplicado por el 2,5 ó el 3,0 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 50m^3/mes
b. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicado por el 2,5 ó el 3,0 del PMR correspondiente a la localidad.
c. Un cargo variable por exceso de consumo medido de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad y según los rangos de consumo establecidos en la estructura tarifaria indicada en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Industrial B:

a) Un cargo fijo, correspondiente a 40 m^3 mensuales multiplicado por 2,25 ó 2,50 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 40 m^3/mes.
b) Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicada por el 2,25 ó el 2,50 del PMR correspondiente a la localidad.
c) Un cargo variable por exceso de consumo medido calculado de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad según los rangos de consumo indicados en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Las empresas prestadoras fijarán los factores del cargo variable dependiendo de la zona geográfica y la actividad económica del establecimiento industrial previa autorización de la Compañía Anónima Hidrológica Venezolana, HIDROVEN C.A.

Artículo 5. La facturación del servicio público de agua potable y de recolección de las aguas servidas para los suscriptores clasificados en los usos comerciales será de acuerdo al siguiente esquema:

Comercial A:

a. Un cargo fijo correspondiente a 30 M3 mensuales, multiplicado por 2,0 ó 2,25 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 20m^3/mes.
b. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicada el PMR por el factor determinado desde 2,0 ó 2,25 correspondiente a la localidad.
c. Un cargo variable por exceso de consumo medido por encima de la dotación de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad y según los rangos de consumo establecidos en la estructura tarifaria indicada en el capítulo 3 de esta resolución.

Comercial B:

a. Un cargo fijo, correspondiente a 30 m^3 mensuales multiplicado por 1,50 ó 2,0 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 30 m^3/mes.
b. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicada por el 1,5 ó el 2,0 del PMR correspondiente a la localidad.
c. Un cargo variable por exceso de consumo medido calculado de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad y según los rangos de consumo indicados en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Las empresas prestadoras fijarán los factores del cargo variable dependiendo de la zona geográfica y la actividad económica del establecimiento comercial, previa autorización de la Compañía Anónima Hidrológica Venezolana, HIDROVEN C.A.

Artículo 6. La facturación por los servicios públicos de agua potable y de recolección de las aguas servidas para los suscriptores clasificados en los usos residenciales será de acuerdo al siguiente esquema:

Residencial 1:

a. Un cargo fijo, correspondiente a 15 m^3 mensuales multiplicado por 0,75 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 15 m^3/mes.
b. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicado por 1,00 del PMR correspondiente a la localidad.
c. Un cargo variable por exceso de consumo medido calculado de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad según los rangos de consumo indicados en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Residencial 2:

a. Un cargo fijo, correspondiente a 15 m^3 mensuales multiplicado por 1 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 15 m^3/mes.
b. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicado por el 1,00 del PMR correspondiente a la localidad.
c. Un cargo variable por exceso de consumo medido calculado de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad según los rangos de consumo indicados en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Residencial 3:

a. Un cargo fijo, correspondiente a 15 m^3 mensuales multiplicado por 1,50 del PMR correspondiente a la localidad. Este volumen no podrá ser menor a 15 m^3/mes.
d. Un cargo variable calculado hasta la dotación multiplicado por el 1,50 del PMR correspondiente a la localidad.
e. Un cargo variable por exceso de consumo medido calculado de acuerdo al consumo del período de facturación, con la tarifa correspondiente a la localidad según los rangos de consumo establecidos en el artículo 3 de esta Providencia Administrativa.

Artículo 7. En aquellos sistemas o centros poblados donde adicionalmente al proceso de recolección de aguas servidas se realice el proceso de tratamiento y disposición final de las aguas servidas, como contraprestación por este servicio, se cobrará un 25% de la facturación del servicio público de agua potable y de recolección de las aguas servidas.

Artículo 8. En aquellos casos en los cuales sólo se preste el servicio de recolección y/o tratamiento y disposición de aguas residuales, la empresa prestadora podrá realizar la medición de la fuente alterna de agua potable o en su defecto determinar la dotación de agua potable de acuerdo a las normas vigentes, a fin de que sirva de base para facturar.

a. El derecho de incorporación al sistema de recolección de las aguas servidas, de acuerdo a la tarifa correspondiente.
b. El servicio de recolección de las aguas servidas, equivalente al 25% del valor de lo que correspondería de la facturación de agua potable según la base utilizada y lo establecido en la presente Providencia.
c. El derecho de incorporación al sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas de acuerdo a la tarifa correspondiente.
d. El servicio de tratamiento y disposición de las aguas servidas equivalente al 25% del valor de lo que correspondería de la facturación de agua potable, según la base utilizada y lo establecido en la presente Providencia Administrativa.

Artículo 9. Las disposiciones de la Resolución conjunta de fecha 24 de febrero de 1993, publicada en la Gaceta Oficial Nº 35.190 de fecha 14 de abril de 1993, que no colidan con la presente Providencia seguirán vigentes. Las disposiciones de la Resolución conjunta de fecha 06 de abril de 2004, publicada en la Gaceta Oficial Nº 37.915 del 12 de abril de 2004, quedan sin efecto.

Artículo 10. Durante el primer mes a partir de la entrada en vigencia de la presente Providencia, los suscriptores o usuarios serán notificados de la modificación de la estructura tarifaria.

Artículo 11. La presente Providencia Administrativa no aplica para el Uso Residencial Social, y en consecuencia las tarifas vigentes no sufrirán modificación alguna.

Artículo 12. La presente Providencia Administrativa entrará en vigencia a partir de su publicación en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela.

Cristóbal Fidalgo Ortiz,
Presidente de HIDROVEN C.A.