

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL CASCO URBANO DE PUIPIALES**

**CARLOS ANDRES VILLARREAL TAPIA  
PABLO GABRIEL VALENCIA SANCHEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS DE  
AGUAS RESIDUALES EN EL CASCO URBANO DE PUIPIALES**

**CARLOS ANDRES VILLARREAL TAPIA  
PABLO GABRIEL VALENCIA SANCHEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Civil.**

**Director:  
Ruby Criollo Martínez  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2008**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor”

**Artículo 1º**, del acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

San Juan de Pasto, junio 13 de 2008.



## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	20
1. JUSTIFICACION	21
2. ASPECTOS GNERALES DEL MUNICIPIO DE PUPIALES	22
2.1 RESEÑA HISTORICA	22
2.2 LOCALZACION GEGRÁFICA	22
2.2.1 Orografía	22
2.2.2 Situación astronómica	23
2.2.3 Limites	23
2.2.4 Extensión	24
2.2.5 Población	24
2.2.6 Área y perímetro urbano	24
2.3 CLIMATOLOGIA	24
2.3.1 Precipitación	24
2.3.2 Temperatura	24
2.3.3 Vientos	25
2.4 HIDROLOGIA	25
2.5 ASPECTOS SOCIALES	25
2.5.1 Red vial	25
2.5.2 Dimensión económica	27
3. DIAGNOSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	29
3.1 ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO	29
3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA	29
3.2.1 Tipo de sistema	29
3.2.2 Cobertura	29
3.2.3 Estado	30
3.2.4 Capacidad	31
3.2.5 Funcionamiento	32
3.3 CONEXIONES DOMICILIARIAS	48
3.4 COSTOS DEL SERVICIO	48
3.5 OPERACION Y MANTENIMIENTO	49
4. IDENTIFICACION DE VERTIMIENTOS PUNTUALES DE AGUAS RESIDUALES	50
4.1 COLECTOR ALAMBUERA	50
4.2 COLECTOR LA VIRGEN	50
4.3 COLECTOR SAN JUAN CHIQUITO	51
4.4 COLECTOR LA GRANJA	52

5.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	54
5.1	OBJETIVO	54
5.2	EQUIPO UTILIZADO	54
5.3	EJECUCION	54
6.	IDENTIFICACION PERMISOS DE VERTIMIENTOS	57
7.	IDENTIFICACION DE LA FUENTE RECEPTORA	58
8.	CARATERIZACION	61
8.1	EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS	61
8.2	CARACTERIZACION VERTIMIENTOS DIRECTOS	61
8.2.1	Agua residual del municipio de Pupiales	61
8.2.2	Muestreo	62
8.2.3	Aforo	65
8.3	CARACTERIZACION FUENTE RECEPTORA	66
8.3.1	Muestreo	66
8.3.2	Aforo	67
8.4	RESULTADOS OBTENIDOS	68
8.4.1	Caracterización vertimientos	68
8.4.2	Caracterización fuente receptora	69
8.4.3	Aforo caudal de vertimientos	70
8.4.4	Aforo caudal fuente receptora	72
9.	ANALISIS DE RESULTADOS	73
9.1	VERTIMIENTOS	73
9.1.1	Método de análisis	73
9.1.2	Procedimiento de análisis	73
9.2	FUENTE RECEPTORA	94
10.	CARGAS CONTAMINANTES	98
11.	UNIFICACION DE VERTIMIENTOS	102
11.1	PARAMETROS DE DISEÑO	102
11.2	CAUDALES DE DISEÑO	103
11.3	RED DE TUBERIAS	104
11.4	UNION DE COLECTORES	104
11.5	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	104
12.	SELECCIÓN DE TRATAMIENTO	105
	BLOQUE 1. PRIORIZACION Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO	106
	BLOQUE 2. OBJETIVOS AMBIENTALES	109
	BLOQUE 3. ASPECTOS SOCIOCULTURALES DE LA LOCALIDAD	112
	BLOQUE 4. ASPECTOS TECNOLOGICOS	119
	BLOQUE 5. ASPECTOS AMBIENTALES	124
	BLOQUE 6. REUSO Y APROBECAMIEN TO DE SUBPRODUCTOS	124
	BLOQUE 7. MANEJO DE LODOS	125

	BLOQUE 8. COSTOS DE INVERSION, ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	130
	BLOQUE 9. CAPACIDAD DE PAGO, DISPONIBILIDAD A PAGAR Y TARIFAS	144
13.	DISEÑOS HIDRAULICOS DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA CON EL MODELO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIA	152
13.1	DESCRIPCION ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA	152
13.2	ALIVIADERO	155
13.3	REJILLA GRUESA	157
13.4	REJILLA FINA	159
13.5	CANALETA PARSHALL	161
13.6	LINEA DE ADUCCION	166
13.7	DESARENADOR	167
13.8	SEDIMENTADOR PRIMARIO	173
13.9	FILTRO ANAEROBIO	175
13.10	SEDIMENTADOR SE CUNDARIO	176
13.11	ESPEADOR POR GRAVEDAD	179
13.12	LECHOS DE SECADO	180
13.13	REACTOR UASB	181
14.	DISEÑO HIDRAULICO DE LA LATERNATIVA OPCINAL DE TRATAMIENTO	186
14.1	DESCRIPCION ALTERNATIVA OPCIONAL DE TRATAMIENTO	186
14.2	PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE DE AIREACION	188
14.2.1	Requisitos nutricionales	188
14.2.2	Parámetros empíricos en el diseño del tanque de aireación	189
14.3	DISEÑO	189
14.3.1	Dimensionamiento del tanque de aireación	189
14.3.2	Diseño del sistema de aireación difusa	194
14.3.3	Diseño del sistema de recirculación de lodo	200
15.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	206
15.1	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA CON EL MODELO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIA	207
15.1.1	Rejillas	207
15.1.2	Canaleta Parshall	207
15.1.3	Líneas de conducción	208
15.1.4	Desarenador	208
15.1.5	Sedimentador primario	208
15.1.6	Filtro anaerobio	209
15.1.7	Sedimentador secundario	210
15.1.8	Espesador de lodo por gravedad	210
15.1.9	Lecho de secado de lodos	210
15.1.10	Mantenimiento de válvulas	210

15.2	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO OPCIONAL	211
15.2.1	Tanque de aireación	211
15.2.2	Sistema de aireación	211
15.2.3	Sistema de bombas de recirculación de lodos	212
	CONCLUSIONES	214
	RECOMENDACIONES	218
	BIBLIOGRAFIA	220
	ANEXOS	221

## LISTA DE CUADROS

		<b>Pág.</b>
Cuadro No 1	Sectorización hidrológica	25
Cuadro No 2	Cobertura según uso y estrato	30
Cuadro No 3	Estado tubería según diámetros	31
Cuadro No 4	Estado según tipo de tubería	31
Cuadro No 5	Capacidad del sistema	32
Cuadro No 6	Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema	32
Cuadro No 7	Censo 1993 y 2005	33
Cuadro No 8	Proyección población casco urbano Pupiales	35
Cuadro No 9	Dotaciones actuales y futuras	35
Cuadro No 10	Tramos a ser reemplazados para un adecuado funcionamiento	38
Cuadro No 11	Suscriptores sector urbano por servicio, uso y estrato	48
Cuadro No 12	Modelo tarifario 2006	49
Cuadro No 13	Resultados caracterización vertimientos	69
Cuadro No 14	Resultados caracterización fuente receptora	70
Cuadro No 15	Resultados aforo vertimientos	71
Cuadro No 16	Resultados aforo fuente receptora	72
Cuadro No 17	Valores para el gráfico DBO vs. Frecuencia	74
Cuadro No 18	Resultados análisis DBO	75
Cuadro No 19	Valores para el gráfico DQO vs. Frecuencia	76
Cuadro No 20	Resultados análisis DQO	77
Cuadro No 21	Valores para el gráfico pH vs. Frecuencia	78
Cuadro No 22	Resultados análisis pH	79
Cuadro No 23	Valores para el gráfico sólidos totales vs. Frecuencia	79
Cuadro No 24	Resultados análisis sólidos totales	80
Cuadro No 25	Valores para el gráfico sólidos suspendidos vs. Frecuencia	81
Cuadro No 26	Resultados análisis sólidos suspendidos	82
Cuadro No 27	Valores para el gráfico sólidos sedimentables vs. Frecuencia	83
Cuadro No 28	Resultados análisis sólidos sedimentables	84
Cuadro No 29	Valores para el gráfico grasas y aceites vs. Frecuencia	84
Cuadro No 30	Resultados análisis grasas y aceites	85
Cuadro No 31	Valores para el gráfico nitrógeno total vs. Frecuencia	86
Cuadro No 32	Resultados análisis nitrógeno total	87
Cuadro No 33	Valores para el gráfico fósforo total vs. Frecuencia	88
Cuadro No 34	Resultados análisis fósforo total	89
Cuadro No 35	Valores para el gráfico coliformes totales vs. Frecuencia	89
Cuadro No 36	Resultados análisis coliformes totales	90
Cuadro No 37	Valores para el gráfico Echericha Coli vs. Frecuencia	91
Cuadro No 38	Resultados análisis Echericha Coli	92
Cuadro No 39	Composición típica de aguas residuales no tratadas	93
Cuadro No 40	Composición aguas residuales de Pupiales	93

Cuadro No 41	Datos gráfico perfil fuente receptora de OD	95
Cuadro No 42	Datos gráfico perfil fuente receptora de DBO	95
Cuadro No 43	Datos gráfico perfil fuente receptora de DQO	96
Cuadro No 44	Datos gráfico perfil fuente receptora de sólidos totales	97
Cuadro No 45	Cargas contaminantes medias actuales y proyectadas	100
Cuadro No 46	Cargas contaminantes medias por habitante – día	100
Cuadro No 47	Porcentajes de recolección de aguas residuales por usos	102
Cuadro No 48	Caudales de agua residual y aguas lluvias actuales calculados	103
Cuadro No 49	Caudales de agua residual y aguas lluvias proyectados	103
Cuadro No 50	Esquema tratamiento secundario	110
Cuadro No 51	Ponderación de indicadores para categorización de cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes	115
Cuadro No 52	Intervalos de categorías en cabeceras municipales	116
Cuadro No 53	Estimación de capacidad de gestión	117
Cuadro No 54	Estimación del área requerida por los esquemas tecnológicos para el nivel de tratamiento secundario	120
Cuadro No 55	Estimación de la calidad de lodo generado por los esquemas tecnológicos sostenibles de tratamiento secundario	126
Cuadro No 56	Estimación del área requerida por el esquema de tratamiento de lodo para nivel de tratamiento secundario	126
Cuadro No 57	Presupuesto para esquema de tratamiento S3	130
Cuadro No 58	Presupuesto para esquema de tratamiento S10	134
Cuadro No 59	Información para estimar costos de operación y mantenimiento	138
Cuadro No 60	Ingresos promedio por familia y capacidad de pago	144
Cuadro No 61	Aproximación al costo medio de inversión	147
Cuadro No 62	Parámetros empíricos en el diseño del tanque de aireación	189
Cuadro No 63	Rango de tiempo de retención de sólidos mínimo típico para tratamiento de lodos activados	190
Cuadro No 64	Coeficientes cinéticos típicos para procesos de lodos activados	190
Cuadro No 65	Características de los equipos de aireación	195
Cuadro No 66	Constantes de algunos equipos de aireación	196
Cuadro No 67	Valores de saturación de OD, en agua, en función de la temperatura y la concentración de cloruros a 760 mm Hg	197
Cuadro No 68	Propiedades físicas del agua a 20°C	197
Cuadro No 69	Tamaño recomendado para tuberías de aire difuso	200
Cuadro No 70	Datos curva característica bomba EBARA DN80	203
Cuadro No 71	Datos curva de operación del sistema. Diámetro de impulsión 6”	203

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura No 1	Ubicación geográfica del municipio en el país y departamento	23
Figura No 2	Colector Alambuera	50
Figura No 3	Colector La Virgen	51
Figura No 4	Colector San Juan Chiquito	52
Figura No 5	Descarga sobre el terreno	52
Figura No 6	Colector La Granja	53
Figura No 7	Ubicación y nivelación de la estación total	55
Figura No 8	Referencia de deltas	55
Figura No 9	Toma de detalles	56
Figura No 10	Quebrada Alambuera	59
Figura No 11	Localización de la quebrada en el municipio	59
Figura No 12	Localización de la microcuenca en el municipio	60
Figura No 13	Toma de muestra simple	64
Figura No 14	Medición de pH	64
Figura No 15	Medición de temperatura	65
Figura No 16	Toma de muestra bacteriológica	65
Figura No 17	Cilindro de aforo	66
Figura No 18	Localización de los puntos de muestreo	67
Figura No 19	Medición con micromolinete	68
Figura No 20	Esquema planta de tratamiento	154
Figura No 21	Esquema aliviadero	156
Figura No 22	Esquema rejilla gruesa	159
Figura No 23	Esquema rejilla fina	161
Figura No 24	Esquema canaleta Parshall	164
Figura No 25	Esquema aducción	167
Figura No 26	Esquema desarenador	172
Figura No 27	Esquema sedimentador primario	174
Figura No 28	Esquema filtro anaerobio	176
Figura No 29	Esquema sedimentador secundario	178
Figura No 30	Esquema espesador por gravedad	180
Figura No 31	Esquema lecho de secado de lodos	181
Figura No 32	Esquema reactor UASB	185
Figura No 33	Esquema planta de lodos activados	186
Figura No 34	Bomba marca EBARA modelo DN80	205

## LISTA DE GRÁFICOS

		<b>Pág.</b>
Gráfico No 1	Gráfico DBO vs. Frecuencia	75
Gráfico No 2	Gráfico DQO vs. Frecuencia	77
Gráfico No 3	Gráfico pH vs. Frecuencia	78
Gráfico No 4	Gráfico sólidos totales vs. Frecuencia	80
Gráfico No 5	Gráfico sólidos suspendidos vs. Frecuencia	81
Gráfico No 6	Gráfico sólidos sedimentables vs. Frecuencia	83
Gráfico No 7	Gráfico grasas y aceites vs. Frecuencia	85
Gráfico No 8	Gráfico nitrógeno total vs. Frecuencia	87
Gráfico No 9	Gráfico fósforo total vs. Frecuencia	88
Gráfico No 10	Gráfico coliformes totales vs. Frecuencia	90
Gráfico No 11	Gráfico Echericha Coli vs. Frecuencia	92
Gráfico No 12	Gráfico perfil fuente receptora oxígeno disuelto	94
Gráfico No 13	Gráfico perfil fuente receptora DBO	95
Gráfico No 14	Gráfico perfil fuente receptora DQO	96
Gráfico No 15	Gráfico perfil fuente receptora sólidos totales	97
Gráfico No 16	Porcentajes de recolección de aguas residuales por usos	102
Gráfico No 17	Esquema general del modelo conceptual	105
Gráfico No 18	Esquema incremento de costos de administración, operación y mantenimiento	141
Gráfico No 19	Factor de multiplicación para pérdida de energía en flujo laminar de lodos	202
Gráfico No 20	Curva característica de la bomba y operación del sistema. Diámetro de impulsión 6"	204



## LISTA DE ANEXOS

		<b>Pág.</b>
Anexo A	Cálculo capacidad sistema de alcantarillado	222
Anexo B	Curva intensidad - frecuencia – duración	227
Anexo C	Relaciones hidráulicas para conductos circulares	229
Anexo D	Diagnostico general del sistema de alcantarillado actual y proyectado	231
Anexo E	Planos levantamiento topográfico	267
Anexo F	Certificado de vertimientos municipio de Pupiales	270
Anexo G	Cantidad muestra simple requerida para una muestra compuesta	272
Anexo H	Informes de laboratorio de la caracterización y aforos	277
Anexo I	Cálculo hidráulico interceptor	290
Anexo J	Planos Interceptor final	299
Anexo K	Análisis de precios unitarios	305
Anexo L	Diagrama de flujo de la selección de tecnología	326
Anexo M	Planos planta de tratamiento	340

## GLOSARIO

**Afluente.** Agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o a algún proceso de tratamiento.

**Aguas crudas.** Aguas residuales que no han sido tratadas.

**Aguas residuales municipales.** Agua residual de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos humanos.

**Aguas residuales.** Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

**Aguas servidas.** Aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos y otros artefactos que no descargan materias fecales.

**Ambiente aerobio.** Proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

**Ambiente anaerobio.** Proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

**Anemómetros (molinete).** Dispositivo para medir la velocidad del agua en conductos de grandes dimensiones. Consta de una hélice pequeña conectada a un cuerpo fuselado que va sujeto a una barra graduada para saber la profundidad del punto en el que se desea hacer la medición.

**Bacteria.** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento que incluyen oxidación biológica, fermentaciones, digestión, nitrificación y desnitrificación.

**Biodegradación.** Degradación de la materia orgánica por acción de micro-organismos sobre el suelo, aire, cuerpos de agua receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.

**Biopelícula.** Película biológica adherida a un medio sólido que lleva a cabo la degradación de la materia orgánica.

**Cámara.** Compartimiento con paredes, empleado para un propósito específico.

**Carga orgánica.** Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

**Carga superficial.** Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento  $m/(m^2\text{día})$ ,  $kg\ DBO/(\text{ha día})$ .

**Caudal máximo horario.** Caudal a la hora de máxima descarga. Caudal medio Caudal medio anual.

**Colector.** Caño o canal que recoge todas las aguas procedentes de una red o las sobrantes del riego. Conducto subterráneo en el cual vierten las alcantarillas sus aguas.

**Coliformes.** Las coliformes totales son bacterias negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35 o 37°C. Aquellas que tienen las mismas propiedades de las anteriores a la temperatura de 44 o 45.5°C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica.

**Combinado.** Sistema de alcantarillado que recibe aguas lluvias y aguas residuales de origen doméstico y/o industrial.

**Concentración.** Denominase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

**Criterios de diseño.** 1. Normas o guías de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límites que deben cumplirse en el diseño de un proceso, estructura o componente de un sistema. 2. Guías que especifican detalles de construcción y materiales.

**Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda de oxígeno.** Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente 5 días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO).** Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

**Desarenadores.** Cámara diseñada para permitir la separación gravitacional de sólidos minerales (arena).

**Descomposición anaerobia.** Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Desechos industriales.** Desechos líquidos de la manufactura de un producto específico. Usualmente son más concentrados y tienen mayores variaciones de caudal que los desechos domésticos.

**Deshidratación de lodos.** Proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

**Disposición final.** Disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

**Edad de lodo.** Tiempo medio de residencia celular en el tanque de aireación.

**Eficiencia de tratamiento.** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el efluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

**Efluente final.** Líquido que sale de una planta de tratamiento de aguas residuales.

**Efluente.** Líquido que sale de un proceso de tratamiento.

**Emisario.** Canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado y las lleva a una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento y las lleva hasta el punto de disposición final.

**Filtro anaerobio.** Consiste en una columna llena con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonácea en aguas residuales.

**Grasas.** En aguas negras, el término grasas incluye a las grasas propiamente dichas, ceras ácidos grasos libres, jabones de calcio y magnesio, aceites minerales y otros materiales no grasos.

**Infiltración.** Acción de introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido.

**Muestra compuesta.** Mezcla de varias muestras puntuales instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.

**Muestra integrada.** Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos o tan cerca como sea posible. La

integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

**Muestra puntual.** Muestra tomada al azar en un cuerpo receptor y en una hora determinada para el examen de un parámetro que normalmente no puede preservarse.

**Oxígeno disuelto.** Concentración de oxígeno medida en un líquido, por debajo de la saturación. Normalmente se expresa en mg/l.

**Permeabilidad.** Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se dice que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable. La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende del tipo de material, de la naturaleza del fluido, de la presión del fluido y de la temperatura. La penetrabilidad suele considerarse sinónimo de permeabilidad.

**Planta de tratamiento (de agua residual).** Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

**Rejilla.** Artefacto de barras paralelas de separación uniforme, utilizado para remover sólidos flotantes y en suspensión. Son las más empleadas en el tratamiento preliminar.

**Sedimentación.** Proceso de clarificación de las aguas residuales mediante la precipitación de la materia orgánica o la materia putrescible.

**Sólidos sedimentables.** Materia sólida que sedimenta en un período de 1 hora.

**Valor Presente Neto (VPN).** Es el equivalente en pesos actuales de todos los ingresos y egresos presentes y futuros del proyecto.

**Vertederos.** Todos los vertederos poseen una ecuación general para el caudal. Esta ecuación general depende de la gravedad, de su geometría, de su espesor de pared. La variable independiente será siempre la altura de la lámina de agua sobre el nivel de referencia. De esta forma cualquier vertedero puede calibrarse mediante una curva de calibración del mismo con base en diferentes alturas de la lámina de agua de los diferentes caudales.

**Volumétrico.** El aforo volumétrico consiste en recoger en un tiempo específico una cantidad de material que se está aforando o recoger un volumen específico midiendo el tiempo utilizado en la recolección de éste. Es útil para el aforo de vertimientos puntuales de pequeño tamaño.

## **RESUMEN**

Debido al crecimiento poblacional, se observa a lo largo del tiempo que aumenta el volumen de desechos producidos y como consecuencia se generan una mayor contaminación ambiental.

Por esta razón hemos desarrollado el presente trabajo, con el fin de presentar una alternativa viable al manejo de vertimientos en el Casco urbano del municipio de Pupiales; partiendo de un diagnóstico general del sistema de alcantarillado, identificando los focos de contaminación, mediante la caracterización de los vertimientos de aguas residuales y de la fuente receptora, logrando establecer las concentraciones de los diferentes parámetros a que hace alusión el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000.

El trabajo se orienta hacia la disminución de los puntos de vertimiento con el diseño de un emisario final, realizando antes el respectivo levantamiento topográfico de las zonas de influencia por donde se hará el trazado del mismo, el que recolectará las aguas de los cuatro colectores para transportarlos hacia la futura planta de tratamiento, la cual se proyectará utilizando el modelo conceptual propuesto por el IDEAM, CINARA y La Universidad Tecnológica de Pereira para la selección de tecnología para el control de la contaminación de aguas residuales.

De esta manera se busca minimizar el impacto ambiental producido por las descargas de aguas residuales y así también mejorar la calidad de vida de la población.

## **ABSTRACT**

Having into account that during a long time and due to the growth of population, the amount of trash has been increased considerably causing an environmental pollution.

Because of that we want to present this project as an alternative solution to this problem in order to manage the sewage properly in the center of the Municipio de Pupiales, after doing a general diagnostic ,we could identify the focus of contamination.

This work is mainly related to reduce the flow of sewage, this can be done by constructing one main sewage collector, this collector will be designed after doing a topographic survey of the influence zones, this sewage collector will collect all the sewage of the town and it will take it to a purifying plant using a model suggested by the IDEAM, CINARA and Universidad Tecnológica de Pereira, so by this way we expect to control contamination produced by the sewage.

We want to reduce the environmental impact produced by the sewage, as well as to improve the people's life.

## **INTRODUCCION**

La universidad de Nariño es una institución pública encaminada a la formación de profesionales idóneos con espíritu investigativo capaces de prestar sus servicios a la comunidad para el mejoramiento de la calidad de vida de nuestra región, además apoya a la comunidad para la formulación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV.

Uno de los principales problemas que aquejan al desarrollo de los municipios de Nariño es la carencia de sistemas adecuados de recolección, evacuación y tratamiento de aguas residuales municipales, debido a esto se presentan importantes niveles de contaminación en los cuerpos hídricos respecto a su calidad, afectando la disponibilidad del recurso para sus diferentes usos y generando riesgo sanitarios que deterioran no sólo la salud de la población, sino también la calidad de los ecosistemas a los cuales se vierten este tipo de aguas.

Por esta razón es urgente que los municipios presenten a la autoridad ambiental competente los planes de saneamiento y manejo de vertimientos, y se proponga un sistema de tratamiento de aguas residuales municipales adecuado a la capacidad cultural, social y económica de las localidades afectadas a mediano plazo.



## 1. JUSTIFICACION

En la actualidad, la contaminación de las fuentes superficiales de agua se ha incrementado con el vertimiento de aguas residuales, como producto del desarrollo de actividades residenciales, institucionales, comerciales e industriales. Por esta razón, el estado colombiano y las entidades encargadas de la gestión ambiental se han visto en la necesidad de regular estos vertimientos, para tratar de disminuir el impacto ambiental que se está generando en los cuerpos de agua receptores.

El decreto 1594 del 84 (capítulo 6), establece los requerimientos que deben cumplir las aguas residuales antes de su vertimiento. Además, el decreto contempla el cobro de una tasa retributiva (capítulo 12), dependiendo de la carga contaminante que se esté arrojando a ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas producto de introducir o arrojar en ellos desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen y sustancias nocivas que sean resultado de actividades lucrativas; por esto hoy en día los asentamientos urbanos deben buscar la manera de disminuir la contaminación hídrica que están generando.

Los beneficios que se pretenden obtener con la realización de este estudio son:

- Contribuir con la formulación del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV para el municipio de Pupiales, reglamentado por la resolución 1433 del 2004.
- Colaborar en la generación de una política de conservación ambiental, mediante la selección de una tecnología adecuada para las características del agua residual y las condiciones de la población del casco urbano del municipio.

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE PUPIALES<sup>1</sup>

### 2.1 RESEÑA HISTORICA

La primera expedición española que llegó a este territorio estaba comanda por el capitán Diego de Tapia, alcalde de Quito, de donde salió hacia el norte por el camino de los Incas a finales de febrero de 1535.

Una segunda expedición Española llegó al mando del sevillano Pedro de Añasco, el cual llegó al Valle de Atriz, habitado por la tribu de los Quillacingas.

El tercer conquistador que llegó a tierras de los Pastos y Quillacingas fue alcalde de Quito, Juan de Ampudia, que salió en los primeros días de junio de 1535.

La cuarta expedición fue una verdadera campaña conquistadora, capitaneada y dirigida por Sebastián de Belalcazar, salió de Quito hacia “Condelumarca” (Cundinamarca), con 300 Españoles de a pie, 80 de a caballo y 4,000 indios escogidos para luchar contra 60,000 hombres que pusieron sobre las armas los Pastos y Quillacingas, en los primeros días de enero de 1536, fecha en la cual Eugenio J. Gómez, en su diccionario geográfico de Colombia (1953) afirma fue fundado Pupiales, en el rancherío del cacique Pupial, erigido parroquia en 1874 y municipio en 1871. Bolívar pasó por aquí el 12 de julio de 1822.

### 2.2 LOCALIZACION GEOGRÁFICA

El municipio de Pupiales, se encuentra localizado en el sur del departamento de Nariño, en la región fronteriza con el Ecuador y cerca de la ciudad de Ipiales, (ver figura No 1), haciendo parte del altiplano de Ipiales y sobre la vertiente del río Guaitara. Su acceso se hace por la carretera panamericana que comunica a Pasto con Ipiales, en una distancia de 80 kilómetros y de aquí por carretera pavimentada secundaria en una longitud de 7 kilómetros.

**2.2.1 Orografía:** El municipio de Pupiales está dominado por tierras planas y onduladas comprendidas por el altiplano de Ipiales, sin embargo sobresale al norte del municipio un accidente orográfico notable como lo es el páramo Paja Blanca y otras elevaciones de menor importancia, como el cerro Guanacas o Gordo.

---

<sup>1</sup> Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Pupiales 2001 (E.O.T.). p 30 - 70

**2.2.2 Situación astronómica:** El municipio de Pupiales se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° 51' 25" N (Quebrada doña Juana)  
1° 00' 33" N (Páramo Paja Blanca)

Longitud: 77° 34' 12" W (Río Boquerón)  
77° 41' 33" W (Cerro Guanacas o Gordo)

**Figura No 1. Ubicación geográfica del municipio en el país y departamento**



Fuente: EOT Pupiales

**2.2.3 Límites:** El municipio de Pupiales actualmente limita así: por el norte con el municipio de Guachucal, Sapuyes, Ospina e Iles, teniendo como divisoria principal el páramo Paja Blanca; por el sur con el municipio de Ipiales, teniendo como divisoria principal las quebradas la Ruidosa y Doña Juana; por el oriente con los municipios de Gualmatán e Ipiales, teniendo como divisoria principal la quebrada Imbulagrande y el río Boquerón, respectivamente y por el occidente con el

municipio de Aldana, teniendo como divisoria principal el cerro Guanacas o Gordo y la quebrada Pusialquer.

**2.2.4 Extensión:** Según los mapas definidos en el EOT, el municipio tiene una extensión de 13.049,3 Hectáreas, que representan el 0.39% del total de la superficie del departamento de Nariño, siendo uno de los municipios más pequeños.

**2.2.5 Población:** De acuerdo con el censo (DANE 2005), Pupiales cuenta con una población de 18.415 habitantes. La mayor parte de la población 71.5% (13.185 habitantes) se encuentra ubicada en la zona rural del municipio y el resto se localiza en la zona urbana y equivale al 28.5% (5.257 habitantes).

**2.2.6 Área y perímetro urbano:** El área urbana del municipio de Pupiales, se encuentra localizada al sur del municipio, sobre la región del altiplano y la vertiente de la quebrada la Ruidosa, a una distancia de 7 kilómetros de la ciudad de Ipiales. Altitudinalmente el centro de la población se encuentra a 2.965m.s.n.m.

Geográficamente la cabecera municipal se encuentra localizada a 0° 52' 21" latitud norte y 77° 38' 34" de longitud oeste.

En la cabecera municipal existen 1.293 predios, en un área urbana de 114.4 hectáreas y un área construida de 117.467m<sup>2</sup>, que representan el 10.3% del área considerada en el perímetro urbano.

## 2.3 CLIMATOLOGIA

El territorio del municipio de Pupiales presenta un clima predominantemente frío húmedo a frío seco, típico del altiplano Nariñense.

**2.3.1 Precipitación:** Según el Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM, los datos de precipitación en mm provenientes de la estación aeropuerto San Luís, son los más representativos para las regiones sur y oriental del municipio de Pupiales. Esta estación presenta una precipitación promedio anual de 855.1mm en el periodo comprendido entre 1984 – 2005.

**2.3.2 Temperatura:** El municipio de Pupiales cuenta con altitudes que van desde 2.650 m.s.n.m. en la desembocadura de la quebrada Doña Juana sobre el río Boquerón, hasta los 3.600 en el Páramo de Paja Blanca, situación que permite la presencia de temperaturas medias que oscilan espacialmente entre los 6.8° C y 12.8° C, presentando espacialmente un rango bajo, dadas las características de homogeneidad bioclimática.

Debido a la localización de la cabecera municipal de Pupiales, sobre la región del altiplano a una altura de 2.960 m.s.n.m., le corresponde una temperatura promedio de 10.8° C.

**2.3.3 Vientos:** Según los valores medios mensuales reportados por la estación meteorológica del aeropuerto San Luís, se observa que los vientos más fuertes se presentan en los meses de julio, agosto y septiembre, correspondiéndole al mes de agosto el valor más alto de velocidad (2m/s) y que los valores medios más bajos se presentan en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril, siendo los meses de enero y febrero los que tienen valores más bajos con una velocidad media de 1.1m/s.

## 2.4 HIDROLOGIA

El municipio de Pupiales está dividido en dos subcuencas y subdividido en seis microcuencas (Ver cuadro No 1).

**Cuadro No 1.** Sectorización hidrológica – microcuencas municipio de Pupiales

CUENCA	SUBCUENCA			MICROCUENCA			
	CORRIENTE	ha	%	No	CORRIENTE	ha	%
RIO GUAITARA	RIO BOQUERON	11.664	89,4	1	Q. Imbulagrande alta	1.664,4	12,6
				2	Q. Loma del medio	257,4	2,0
				3	Q. Imbulagrande baja	665,2	5,1
				4	Q. Santa Lucia	4.405,6	33,8
				5	Q. Alambuera	2.262,7	17,3
				6	Q. La Ruidosa	1.189,0	9,1
				7	Escurrimientos menores quebrada Doña Juana	1.239,7	9,5
	RIO LAS JUNTAS	1.385,3	10,6	8	Q. La Piñuela	1.385,3	10,6
<b>AREA TOTAL</b>			<b>100,0</b>			<b>13.049,3</b>	<b>100,0</b>

Fuente: EOT Pupiales

## 2.5 ASPECTOS SOCIALES

### 2.5.1 Red Vial

**2.5.1.1 Infraestructura vial rural:** La estructura vial de un municipio o de una región, es muy importante para el dinamismo de las diferentes actividades productivas; además del estado de conservación, de la estructura vial depende el grado de desarrollo de las poblaciones y comunidades asentadas y beneficiadas. El municipio de Pupiales, se comunica desde Pasto por carretera panamericana en un tramo de 80 kilómetros hasta Ipiales, desde aquí hasta la cabecera

municipal por carretera pavimentada secundaria, con una distancia de 7 kilómetros.

La red vial está constituida por vías departamentales secundarias, como es el caso de la carretera Ipiales - Pupiales - Gualmatán, vías terciarias atendidas en convenio con caminos vecinales y la red terciaria compuesta por el resto de vías municipales. Esta red se la clasifica de la siguiente manera:

Red secundaria - vías pavimentada	17.0 km
Red terciaria - sin pavimentar. (Caminos Vecinales)	95.0 km
Red terciaria municipal - sin pavimentar	88.0 km

**Total** **200.0 km.**

Con esta información se deduce que en el municipio existe una densidad vial del orden de 1.5 kilómetros por km<sup>2</sup>, que es lo mismo que decir que existen 15 metros de vía por hectárea, índice que permite ver que el municipio tiene vías suficientes para su desarrollo, pero que su problema fundamental radica en las condiciones de las mismas, ya que más del 65% están en mal estado y requieren su terminación, mejoramiento y mantenimiento rutinario y periódico. Lo mismo se deduce de la población actual (2006) por cada habitante del municipio existen 9,3 metros de vías.

Sin embargo, se requiere de la apertura de algunas vías en longitudes pequeñas, que permiten la conexión de algunos sectores para estructurar una malla vial funcional, como soporte al desarrollo agropecuario.

De esta forma la vía Ipiales - Pupiales, se constituye en la carretera más importante para el desarrollo y dinámica comercial del municipio, le sigue la vía Pupiales - José María Hernández - Gualmatán.

**2.5.1.2 Infraestructura vial urbana:** La red vial urbana en la población de Pupiales está compuesta por 5.21 kilómetros de vías pavimentadas, 1.97 kilómetros de vías asfaltadas y 5.02 kilómetros como vías vehiculares destapadas. De donde resulta que el 59.8% de la red vial urbana está pavimentada o asfaltada. Sin embargo, es importante resaltar que las vías pavimentadas o asfaltadas están en malas condiciones, las cuales requieren un programa de recuperación.

En el caso del área urbana del corregimiento de José María Hernández, existen 900 metros asfaltados que corresponden a la vía de tránsito entre Pupiales y Gualmatán y aproximadamente 1.400 metros pavimentados en buen estado, sobre las carreras 2ª y 3ª y sus calles conexas.

## 2.5.2 Dimensión económica

**2.5.2.1 Sector primario:** La economía del municipio de Pupiales, como la de la región, está basada en el sector primario (producción agropecuaria) con un tipo de economía campesina "Esta característica ha sido permanente a lo largo de la historia del departamento, su desarrollo ha estado estrechamente ligado a la tierra desde los primeros tiempos cuando habitaban los altiplanos andinos las tribus de los Pastos y los Quillacingas su principal actividad económica era la agricultura, ellos cultivaban especialmente el maíz y la papa. Posteriormente, con la conquista y la colonia española se cambió la estructura agraria en cuanto a la tenencia de la tierra, ya que la propiedad comunal se convirtió en propiedad privada, pero la actividad económica seguía orientada hacia la agricultura y la ganadería".

**2.5.2.2 Sector secundario:** El sector secundario a nivel del municipio no es muy representativo, ya que en su mayoría es atendido por la población de Ipiales, como centro regional y por la cercanía a la población. Sin embargo, sobresalen el conjunto de microempresas y talleres artesanales, dedicados a la producción de bienes de consumo para el mercado local y por los subsectores de energía, agua, transporte y acopio principalmente de leche.

En lo que se refiere a los centros de acopio de leche, en la cabecera municipal existen dos empresas que desarrollan esta labor, COLACTEOS e INDUCOLSA (ALIVAL LTDA), las que generan unos 33 empleos directos y asocia a 134 usuarios. Su capacidad de almacenamiento es de más de 20.000 litros.

Sobresalen también empresas de servicios públicos de Pupiales, la cual genera unos 15 empleos directos, TELECOM con 6 y CEDENAR con 2 empleos directos.

En lo que tiene que ver con el transporte, en el municipio funciona la Asociación de Camioneros de Pupiales Nariño (ASDECAPUNAR), empresa que asocia a más de 30 personas, quienes prestan el servicio de carga, a nivel regional y de transporte a los centros fuera del departamento.

En lo referente al transporte de pasajeros se cuenta con la Empresa EXPUNAR S.A., conformada por 60 socios quienes prestan el servicio a nivel urbano y rural. Lo mismo que la Empresa TAXANDINA, conformada por 50 socios quienes prestan el servicio de transporte de pasajeros a las poblaciones de Ipiales. José María Hernández y Gualmatán.

En lo que se refiere a la actividad artesanal, en la cabecera municipal como en las veredas existen los talleres o telares para la fabricación de ruanas, cobijas y otras prendas de vestir de las mujeres campesinas, sobresaliendo el uso de lana virgen.

**2.5.2.3 Sector terciario:** Este sector está conformado por las diferentes ramas de los servicios de sector público como educación, salud, servicios gubernamentales

y judiciales principalmente y el sector comercio, el cual aunque no es muy representativo por la función que presta la ciudad de Ipiales como centro regional, es uno de los más importantes, dentro de este sector.

En el sector público, la administración municipal es la que mayor genera ingresos y empleos en el municipio ya que actualmente por la modalidad de planta y de contrato tiene más de 150 empleados, fuera de los empleos generados por el sector de la educación como empleados municipales. La rama educativa en general tiene 234 docentes quienes prestan los servicios educativos a nivel rural y urbano, como motor de desarrollo, constituyéndose en un factor fundamental de transformación de la estructura socioeconómica y cultural de la región. Le sigue en importancia las diferentes instituciones gubernamentales, que ocupan a más de 50 funcionarios.

El sector comercio a pesar de la situación anteriormente expuesta es una actividad de cierta importancia para el desarrollo productivo en el municipio. Este sector privado está representado principalmente por el comercio al por menor, bombas de gasolina, funerarias, salones de belleza, cooperativas, cantinas, residencias, restaurantes, droguerías, entre otros. Tanto para la cabecera municipal como para el corregimiento de José María Hernández.



### 3. DIAGNOSTICO GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

#### 3.1 ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO

En el municipio de Pupiales, se encuentra conformada la empresa de servicios públicos varios de Pupiales “EMSERP E.S.P.”, desde 1997, bajo el acuerdo No 005 de marzo 10 de 1997, emanado del honorable consejo municipal de Pupiales, como un organismo industrial y comercial del estado de orden municipal e inscrita ante los organismos de control como cámara de comercio, comisión reguladora de agua potable CRA y superintendencia de servicios públicos SSP. En la actualidad presta el servicio de acueducto, alcantarillado y aseo.

- Dirección: Cra 7 No. 10-217 Barrio el Progreso
- Telefax : 7246090
- Email : emserpesp@hotmail.com

#### 3.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

**3.2.1 Tipo de sistema:** El sistema que funciona en el sector urbano del municipio de Pupiales, es un sistema convencional, principalmente en bayoneta sin interceptor, transporta aguas lluvias provenientes de patios y tejados, aguas de desechos industriales y aguas negras; este tipo de sistema se denomina semicombinado en el libro “Alcantarillados” del ingeniero Roberto Salazar Cano de la Universidad de Nariño<sup>2</sup>. Este sistema, fue construido hace 30 años por lo cual ya cumplió su vida útil, además es un sistema que no fue diseñado para evacuar aguas lluvias, por lo que presenta insuficiencia en su capacidad de evacuación en épocas críticas por exceso de aguas. Actualmente las aguas lluvias provenientes de escorrentías y vías son transportados por un sistema de sumideros, que tienen su propia red de recolección separada del sistema de aguas negras.

**3.2.2 Cobertura:** De acuerdo con la información suministrada por la empresa prestadora del servicio EMSERP ESP, se puede determinar que el municipio tiene una cobertura en el servicio de alcantarillado del 79.04% (ver cuadro No 2).

---

<sup>2</sup> Alcantarillados; Ing. Roberto Salazar Cano; Universidad de Nariño; Pág. 1

**Cuadro No 2.** Cobertura según uso y estrato

Uso / Estrato	Viviendas	Totales por servicio		Cobertura	
		Acueducto	Alcantarillado	Acueducto	Alcantarillado
<b>Uso : 01 - Residencial</b>					
01 - Bajo Bajo	472	546	321	115,68	68,01
02 - Bajo	899	961	792	106,90	88,10
03 - Medio Bajo	120	116	82	96,67	68,33
<b>Total Uso : 01 - Residencial</b>	<b>1491</b>	<b>1.623</b>	<b>1.195</b>	<b>108,85</b>	<b>80,15</b>
<b>Uso : 02 - Comercial</b>					
01 - Bajo Bajo	45	45	18	100,00	40,00
<b>Total Uso : 02 - Comercial</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>18</b>	<b>100,00</b>	<b>40,00</b>
<b>Uso : 03 - industrial</b>					
01 - Bajo Bajo	4	4	3	100,00	75,00
<b>Total Uso : 03 - Industrial</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>100,00</b>	<b>75,00</b>
<b>Uso : 04 - Oficial</b>					
01 - Bajo Bajo	25	25	21	100,00	84,00
<b>Total Uso : 04 - Oficial</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>100,00</b>	<b>84,00</b>
<b>Totales</b>	<b>1565</b>	<b>1.697</b>	<b>1.237</b>	<b>108,43*</b>	<b>79,04</b>

Fuente: EMPRESA DE SEVCIOS PÚBLICOS VARIOS DE PUPIALES Y DANE

\* Este valor se debe a que en varias viviendas residen dos o tres usuarios.

**3.2.3 Estado:** El casco urbano de Pupiales tiene un catastro de redes de alcantarillado elaborado a finales del 2005, el cual se compone de un plano maestro y las fichas técnicas.

En este catastro se encuentra descrito cada uno de los tramos que compone el sistema de alcantarillado, indicando: ubicación, material, longitud, pendiente y estado de la tubería. Este estado de la tubería se clasifica en bueno, regular y malo dependiendo del tiempo de instalación, bueno para tubería instalada en un tiempo menor a diez años, regular para tubería instalada en un tiempo menor a veinte años y malo para tubería instalada hace más de veinte años.

A continuación, en el cuadro No 3 se muestra el resumen del estado de las tuberías según el catastro de redes clasificado por diámetros.

De igual manera se presenta el estado de los colectores principales y secundarios. (Ver cuadro No 4).

**Cuadro No 3.** Estado tubería según diámetros

DIAMETRO (pulg.)	LON. TOTAL (m)	%	ESTADO					
			MALO		REGULAR		BUENO	
			LON.	%	LON.	%	LON.	%
6	105,15	0,57	52,57	50,00	52,58	50,00	0	0
8	8940,2	48,42	226,76	2,54	6072,9	67,93	2640,54	29,54
10	4044,54	21,91	0	0,00	1657,88	40,99	2386,66	59,01
12	3088,85	16,73	335,9	10,87	2621,46	84,87	131,49	4,26
14	316,73	1,72	0	0,00	125,53	39,63	191,2	60,37
16	1968,49	10,66	0	0,00	910,71	46,26	1057,78	53,74
<b>TOTAL</b>	<b>18463,96</b>	<b>100</b>	<b>615,23</b>	<b>3,33</b>	<b>11441,06</b>	<b>61,96</b>	<b>6407,67</b>	<b>34,70</b>

**Cuadro No 4.** Estado según tipo de tubería

TUBERIA	LON. TOTAL (m)	%	ESTADO					
			MALO		REGULAR		BUENO	
			LON.	%	LON.	%	LON.	%
Principal	5505,37	29,82	335,9	6,10	3890,70	71	1278,77	23
Secundario	12958,59	70,18	279,33	2,16	7550,36	58,27	5128,9	39,58
<b>TOTAL</b>	<b>18463,96</b>							

Los pozos de inspección, son de forma circular de diámetro 1.10m, están contruidos en mampostería de ladrillo de espesor 30cm, con base en concreto y tapas en concreto reforzado de 60cm de diámetro. Se contabilizaron una totalidad de 223 pozos, de los cuales 18 no fueron encontrados en el levantamiento del catastro de redes. Su estado es regular ya que no se les hace un mantenimiento adecuado.

Los sumideros son horizontales y están contruidos en mampostería y rejilla con varillas de diámetro 1/2". Se contabilizaron un total de 64 unidades, los cuales se encuentran en buen estado.

**3.2.4 Capacidad:** El sistema de alcantarillado de Pupiales está constituido por cuatro emisarios que son: Alambuera, La Virgen, San Juan Chiquito y La Granja. Para estimar la capacidad del sistema se procedió a calcular la capacidad de cada uno de estos emisarios, teniendo en cuenta la pendiente, el diámetro y el tipo de alcantarillado combinado y por consiguiente su capacidad es correspondiente a la de flujo lleno, obteniéndose los siguientes resultados (Ver cuadro No 5):

**Cuadro No 5.** Capacidad del sistema

Emisario	Φ "	Capacidad l/s
Alambuera	8	60,48
La Virgen	16	645,26
San Juan Chiquito	16	322,63
La Granja	12	265,00
<b>Total</b>		<b>1293,37</b>

De esta manera se puede establecer que el sistema tiene la capacidad de desalojar un caudal de 1.293,37 l/s, Además, se observa que en los colectores La Virgen, La Granja y San Juan Chiquito la velocidad real supera a la máxima permitida por la norma, por esta razón se aconseja aumentar el número de pozos de inspección, para colocar en estos cámaras de caída y de esta manera reducir la pendiente y por consiguiente su velocidad (Ver unificación de vertimientos para sus respectivos diseños).

Cálculos para determinar la capacidad del sistema de alcantarillado, ver anexo A.

**3.2.5 Funcionamiento:**

**3.2.5.1 Nivel de complejidad del sistema:** De acuerdo con lo estipulado por el artículo A.3.1 del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000, norma fundamental que establece los criterios técnicos del diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de acueducto, alcantarillado y tratamiento de aguas para nuestro país, se considera que para una población de diseño entre 2.501 y 12.500 habitantes, como se presenta en este caso y con una capacidad económica de los usuarios considerada como baja, corresponde al alcantarillado un Nivel de complejidad medio.

**3.2.5.2 Cálculo de la población:** El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según se muestra en el cuadro No 6.

**Cuadro No 6.** Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, Geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético + Geométrico + exponencial + otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X

Fuente: RAS 2000 Tabla B.2.1

Como en este caso se tiene un nivel de complejidad medio, se adopta el promedio de los métodos aritmético, geométrico y exponencial, además se tendrá en cuenta el método de Wappus, recomendado en el libro “Elementos de Diseño de Acueductos y Alcantarillados” del autor Ricardo Alfredo López Cualla<sup>3</sup>.

Para aplicar estos métodos es necesario conocer los datos de los censos realizados en el área, estos son ejecutados por el departamento nacional de estadística DANE. En este caso se tendrán en cuenta los datos de los dos últimos realizados en 1993 y 2005 para la cabecera municipal, ya que no se encontraron los datos de los censos anteriores (ver cuadro No 7).

**Cuadro No 7.** Censo 1993 y 2005 Pupiales.

Censo	Totales (hab.)	Cabecera (hab.)	Resto (hab.)
1993	15.702	4.109	11.593
2005	18.415	5.257	13.158

Fuente: DANE

**Método aritmético:**

$$K_a = \frac{P_{UC} - P_{Ci}}{T_{UC} - T_{Ci}}$$

Donde:  $K_a$  = Pendiente de la recta.  
 $P_{UC}$  = Población Censo 2005.  
 $P_{Ci}$  = Población Censo 1993.  
 $T_{UC} - T_{Ci}$  = diferencia en años de los periodos censados.

Para el cálculo de la población futura se utiliza la siguiente expresión:

$$P_f = P_{UC} + K_a(T_f - T_{UC})$$

Donde:  $P_f$  = población futura en el período de diseño.  
 $T_f$  = año de la proyección.

**Método geométrico:**

$$r = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{T_2 - T_1}} - 1$$

Donde:  $r$  = tasa de crecimiento de población.  
 $P_2$  = Población Censo 2005.

<sup>3</sup> Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. Ricardo Alfredo López Cualla. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 41

$P_1$  = Población Censo 1993.

$T_2 - T_1$  = diferencia en años de los periodos censados.

Para el cálculo de la población futura se utiliza la siguiente expresión:

$$P_f = P_i(1 + r)^n$$

Donde:  $P_f$  = población futura en el período de diseño.

$P_i$  = población actual.

$r$  = tasa de crecimiento de la población.

$n$  = período de diseño.

**Método exponencial:**

$$K_g = \frac{\ln P_{UC} - \ln P_{CI}}{T_{UC} - T_{CI}}$$

Donde:  $K_g$  = Tasa de crecimiento.

Para el cálculo de la población futura se utiliza la siguiente expresión:

$$P_f = P_{Ci} \times e^{K_g(T_f - T_{Ci})}$$

Donde:  $P_f$  = población futura en el período de diseño.

$T_f$  = año de la proyección.

**Método de Wappus:** Para el cálculo de la población futura se utiliza la siguiente expresión:

$$P_f = P_{Ci} \left[ \frac{200 + i \times (T_f - T_{Ci})}{200 - i \times (T_f - T_{Ci})} \right]$$

Donde la tasa de crecimiento se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$i = \frac{200 \times (P_{UC} - P_{Ci})}{(T_{UC} - T_{Ci}) \times (P_{UC} + P_{Ci})}$$

En el siguiente cuadro se muestran los resultados aplicando los métodos ya descritos:

**Cuadro No 8.** Proyección población casco urbano Pupiales.

Año	Aritmético	Geométrico	Logarítmico	Wappus	Promedio
2006	5353	5367	5369	5366	5364
2007	5449	5479	5483	5477	5472
2008	5545	5592	5600	5590	5582
2009	5641	5708	5719	5706	5694
2010	5736	5827	5840	5824	5807
2011	5832	5948	5964	5944	5922
2012	5928	6071	6090	6067	6039
2013	6023	6197	6220	6193	6158
2014	6119	6326	6352	6322	6280
2015	6215	6457	6486	6453	6403
2016	6310	6591	6624	6587	6528
2017	6406	6727	6765	6725	6656
2018	6502	6867	6908	6866	6786
2019	6597	7009	7055	7010	6918
2020	6693	7155	7205	7157	7053
2021	6789	7303	7357	7308	7189
2022	6884	7455	7514	7463	7329
2023	6980	7609	7673	7622	7471
2024	7076	7767	7836	7784	7616
2025	7171	7928	8002	7951	7763
2026	7267	8093	8172	8122	7920

La población proyectada para el casco urbano de Pupiales es de 7.920 habitantes para el año 2026.

**3.2.5.3 Cálculo de dotaciones:** Para el cálculo de las dotaciones iniciales, tanto residual, industrial e institucional, se tomaron los datos suministrados por la empresa en lo relacionado a los aportes de alcantarillado facturados por uso, estrato y rango, en los cuales los valores allí especificados ya se encuentran afectados por el coeficiente de retorno, estimado por la empresa. El uso comercial no se tuvo en cuenta independientemente ya que la mayoría de los establecimientos comerciales se encuentran localizados en zonas residenciales, razón por la cual se consideró zona mixta. Para la proyección de las dotaciones se utilizó el método geométrico anteriormente definido (Ver cuadro No 9).

**Cuadro No 9.** Dotaciones actuales y futuras

Tipo de consumo	m <sup>3</sup> /mes	Usuarios	Promedio m <sup>3</sup> /usuario.mes	No habitantes vivienda	Contribución Ini. L/hab/día	Contribución Fut. L/hab/día
Uso Residencial	19525	1039	18,79	4,01	156	170
Tipo de consumo	m <sup>3</sup> /mes	Hectáreas	Contribución Inicial L/s*ha		Contribución Futura L/s*ha	
Uso Industrial	4365	0,59	2,84		4.27	
Uso Oficial	1711	2,16	0,40		0.60	

**3.2.5.4 Cálculo de la densidad:** Con base en mediciones realizadas en el plano maestro del catastro de redes se determinó el área total residencial, equivalente a 37.36 hectáreas y con la población actual se obtuvo una densidad de 141 hab/ha.

**3.2.5.5 Comprobación de diseño de la red de alcantarillado:** A partir de las dotaciones, densidades, y la determinación de las áreas de influencia en el plano maestro del catastro de redes, se calcularon los aportes domésticos, industriales y oficiales (no se encontró una zona comercial definida, por lo que se tomó la zona residencial como mixta). Con esto se obtuvo el aporte de aguas residuales.

Para la determinación del caudal de aguas lluvias se establecieron las áreas de influencia en el plano maestro del catastro de redes, así como también se adoptó de común acuerdo con la empresa prestadora del servicio, dar un valor al coeficiente de escorrentía igual a 0.30 en la mayor parte del casco urbano debido a las siguientes razones:

- Una gran parte de las viviendas poseen huertas caseras, por lo que el agua se infiltra en el terreno.
- Algunas calles principales poseen sistemas de drenajes superficiales, que no se encuentran conectados al sistema de alcantarillado.
- Algunas viviendas no presentan sistemas de desagüe en sus cubiertas.

Sin embargo, en algunas zonas residenciales se adoptó un coeficiente de escorrentía de 0.75 como lo establece el reglamento técnico RAS 2000.

Para la determinación de la Intensidad se utilizaron las curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración (IFD) de la ciudad de Ipiales de la estación meteorológica del Aeropuerto San Luís<sup>4</sup>, debido a la cercanía que existe entre estas dos poblaciones y a que sus características climatológicas son similares. (Ver anexo B).

Una vez obtenidos los aportes residuales y de aguas lluvias se procedió a realizar la comprobación de diseño del sistema actual teniendo en cuenta los diámetros y pendientes existentes de la red, como también los parámetros y requerimientos establecidos por el reglamento técnico RAS 2000. En este reglamento es bastante claro que para sistemas combinados de alcantarillado se deben tener en cuenta los parámetros de diseño de los sistemas pluviales, como son:

- Diámetro mínimo: 10 pulgadas, pero para poblaciones pequeñas se puede tomar como mínimo 8 pulgadas.

---

<sup>4</sup> Análisis hidrológico para la obtención de las curvas de intensidad - frecuencia - duración (IFD) para la ciudad de Ipiales; Juan Carlos Cifuentes y Edgar Enrique Chamorro; Universidad de Nariño.



- Velocidad mínima: 0.75 m/s Es posible diseñar tramos con velocidades reales inferiores a este valor siempre y cuando se asegure el esfuerzo cortante mínimo.
- Velocidad máxima: 5 m/s ya que el material de las tuberías es concreto normal.
- Esfuerzo cortante medio  $> 0.30 \text{ kg/m}^2$  para el caudal de diseño y  $0.15 \text{ Kg/m}^2$  para el 10% de la capacidad a tubo lleno.
- Régimen del flujo no debe ser crítico: Número Fraude  $< 0.9$  y  $> 1.1$
- Profundidad hidráulica: La correspondiente a tubo lleno (Por ser un sistema combinado)

Determinándose de esta manera que el funcionamiento de algunos tramos no cumplen con los rangos establecidos en la norma y en otros tramos el caudal a transportar era superior a la capacidad a tubo lleno.

Ya establecidos los tramos en mal funcionamiento se determino la eficiencia del sistema de la siguiente manera:

Longitud total del sistema = 18.463,96m  
 Longitud total en mal funcionamiento = 6.657,31m

$$Eficiencia = \frac{18.463,96 - 6.657,31}{18.463,96} \times 100 = 63.94\%$$

Con éste resultado se establece que el 63.94% del sistema funciona de manera adecuada, lo que se considera como regular.

Estableciéndose un periodo de diseño de 20 años con lo cual se proyecto el caudal de aguas residuales, se evaluó el funcionamiento del sistema en condiciones futuras, obteniéndose de esta manera los tramos del sistema que deberán ser remplazados, para un adecuado funcionamiento de este sistema hasta el año 2027. (Ver cuadro No 10).

**Cuadro No 10. Tramos a ser reemplazados para un adecuado funcionamiento.**

Tramo De	A	Longitud	Localización	Pend.	Ø	Problema	Solución
				Actual			
6	5	52.58	Calle 10	0.85	6	Diámetro mínimo	Cambiar diámetro a 8"
5	4	52.57	Calle 10 Esquina	0.91	6	Diámetro mínimo	Cambiar diámetro a 8"
131	109	47.36	Urb. Villa Real	1.37	8	Flujo crítico # Froude = 0,96	Aumentar Pendiente a 1,35%
109	132	35.38	Urb. Villa Real	2.18	10	Flujo crítico # Froude = 1.06	Aumentar Pendiente a 1.3%
108	107	38.33	Urb. Villa Real	0.33	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 1.3%
135	134	35.00	Urb. Villa Real	1.22	8	Flujo crítico # Froude = 1.07	Cambiar diámetro a 10"
99	140	12.16	Urb. Villa Real	4.76	12	Continuidad	Cambiar diámetro a 8"
140	139	50.70	Urb. Villa Real	1.7	14	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
139	8	64.00	Urb. Villa Real	2.72	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
8	9	64.25	Esq. Con Cra. 7ª	3.78	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
9	10	37.04	Esq. Calle 9A con Cra. 7ª	4.94	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
147	148	24.33	Urb. Villa Real	0.47	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Cambiar diámetro a 10"
148	10	53.24	Urb. Villa Real	2.21	8	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
10	11	33.04	Esq. Con Cra. 7ª	5.24	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
11	12	69.39	Esq. Calle 9ª con Cra. 7ª	5.47	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
12	14	9.96	Esq. Calle 9ª con Cra. 7ª	3.22	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
47	46	72.75	Esq. Con calle 9ª	0.32	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 1.3%
46	45	80.3	Esq. Con calle 9ª	0.13	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,75%
13	14	10.96	Esq. Con calle 9ª con Cra. 7ª	0.37	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,68%
16	17	53.08	Cra. 7ª con calles 8ª y 7ª	3.39	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 14"
17	18	47.69	Cra. 7ª con calles 8ª y 7ª	3.28	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 14"
18	19	66.42	Cra. 7ª con calles 7ª y 6ª	4.16	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 14"
96	95	20.09	Urb. El Dorado	1.1	8	Flujo crítico # Froude = 1.02	Aumentar Pendiente a 2,2%
172	173	28.00	Urb. Nueva Colombia	1	8	Flujo crítico # Froude = 0,96	Cambiar diámetro a 10"
173	174	28.00	Urb. Nueva Colombia	1	8	Flujo crítico # Froude = 0,98	Cambiar diámetro a 10"
174	175	33.20	Urb. Nueva Colombia	1	8	Flujo crítico # Froude = 0,98	Cambiar diámetro a 10"
175	176	40.70	Urb. Nueva Colombia	3.46	8	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
176	177	24.50	Calle 7ª con Cra. 7B	4.8	8	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
177	127	31.80	Calle 6ª con Cra. 7B	5.3	8	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
18	64	125.28	Calle 7ª con Cras. 6ª y 7ª	0.24	12	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,58%
23	24	119.46	Cra. 6ª con calles 3ª y 4ª	1.8	16	Flujo crítico # Froude = 1.01	Cambiar diámetro a 18"
24	217	217.94	sin dirección	1.8	16	Flujo crítico # Froude = 1.04	Cambiar diámetro a 18"
217	218	46.94	sin dirección	2.5	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 18"
218	219	39.5	Esquina Calle 1ª	3	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 18"
219	220	63.88	Calle 1ª con Cra. 3ª y 4ª	2.5	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 18"
220	87	75.57	Calle 1ª con Cra. 3ª y 4ª	2.3	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 18"
87	SJC	369.61	Colector San Juan Chiquito	-	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 18"
64	68	84.78	Calle 7ª con Cras. 5ª y 6ª	0.93	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
68	69	74.19	Cra. 5ª con calles 6ª y 7ª	5.19	8	Continuidad	Cambiar diámetro a 10"
123	65	72.6	Calle 6ª con Cras. 6ª y 7ª	0.93	8	Flujo crítico # Froude = 0.95	Cambiar diámetro a 10"
65	69	84.64	Calle 6ª con Cras. 5ª y 6ª	1.18	8	Flujo crítico # Froude = 1.03	Cambiar diámetro a 10"
69	74	61.77	Calle 6ª con Cras. 4ª y 5ª	1.43	10	Flujo crítico # Froude = 0.97	Cambiar diámetro a 12"
129	81	90.64	Calle 5ª con Cras. 3ª y 4ª	1.2	12	Flujo crítico # Froude = 0.94	Cambiar diámetro a 14"
63	67	82.65	Calle 8ª con Cras. 5ª y 6ª	0.38	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,61%
74	80	81.13	Calle 6ª entre Cras. 3ª y 4ª	1.8	8	Flujo crítico # Froude = 0.95	Cambiar diámetro a 10"
67	163	69.00	Calle 8ª con Cras. 4ª y 5ª	0.49	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,61%
163	54	68.79	Calle 8ª entre Cras. 3ª y 4ª	0.5	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
78	79	25.36	Cra. 3ª entre Calles 7ª y 6ª	3.55	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
79	80	55.79	Cra. 3ª entre Calles 7ª y 6ª	3.5	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
80	81	133.78	Cra. 3ª entre Calles 6ª y 5ª	3.2	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
81	82	115.79	Cra. 3ª entre Calles 5ª y 4ª	4.15	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 14"
59	111	79.91	Calle 4ª con Cra. 2ª	0.38	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0,67%
82	83	125.53	Cra. 3ª entre Calles 4ª y 3ª	2.04	14	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 18"
72	76	71.81	Calle 4ª con Cras. 4ª y 5ª	1.14	8	Flujo crítico # Froude = 1.05	Aumentar Pendiente a 1.3%
178	179	40.75	Cra. 4ª entre Calles 4ª y 5ª	1.05	8	Flujo crítico # Froude = 0.98	Aumentar Pendiente a 1.35%
179	130	6.80	Cra. 4ª entre Calles 4ª y 5ª	1	8	Flujo crítico # Froude = 0.98	Aumentar Pendiente a 1.35%
76	77	64.19	Esq. Calle 3ª y 4ª con Cra. 4ª	1.72	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
77	26	60.63	Esq. Calle 3ª y 4ª con Cra. 4ª	2.52	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"

**Cuadro No 10.** Tramos a ser reemplazados para un adecuado funcionamiento (Continuación).

Tramo		Longitud	Localización	Pend.	Ø	Problema	Solución
De	A			Actual			
26	83	99.65	Calle 3ª entre Cras. 3ª y 4ª	2.24	8	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 10"
83	84	75.84	Cra. 3ª entre Calles 3ª y 2A	1.82	16	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 20"
84	85	70.06	Cra. 3ª entre Calles 2A y 2º	1.77	16	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 20"
28	29	80.15	Cra. 4ª entre calles 3ª y 2ª	1.35	10	Flujo crítico # Froude =1.01	Cambiar diámetro a 12"
30	29	98.94	Cra. 4ª entre calles 3ª y 2ª	1.07	10	Flujo crítico # Froude =1.05	Cambiar diámetro a 12"
29	122	62.22	Calle 2ª entre Cras. 3ª y 4ª	0.96	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
122	85	59.84	Calle 2ª entre Cras. 3ª y 4ª	1	10	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 12"
85	222	126.92	Calle 2ª entre Cra. 2B y 3ª	2.5	16	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 20"
81	110	66.52	Calle 5ª entre Cra. 2 y 3ª	0.9	8	Flujo crítico # Froude =0.91	Disminuir Pendiente a 0.87%
113	60	94.52	Calle 3ª entre Cra. 2 y 3ª	0.2	10	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.55%
222	224	22.26	Colector la virgen	12	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 20"
224	LV	372.94	Colector la virgen	-	16	Continuidad	Cambiar diámetro a 20"
31	32	50.79	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	0.88	12	Flujo crítico # Froude =0.97	Cambiar diámetro a 14"
32	33	51.45	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	1.2	12	Continuidad	Cambiar diámetro a 14"
33	34	66.23	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	1.5	12	Continuidad	Cambiar diámetro a 14"
34	35	77.07	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	1.02	12	Flujo crítico # Froude =1.00	Cambiar diámetro a 14"
35	36	66.78	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	1.77	12	Continuidad	Cambiar diámetro a 14"
39	38	45.44	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	0.43	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 14"
38	37	86.03	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	0.21	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 16"
37	36	96.23	Avenida Cra. 4 Vía a la Concordia	0.69	12	Caudal Total > Capacidad	Cambiar diámetro a 16"
36	LG	678.9	Colector la granja	-	12	Continuidad	Cambiar diámetro a 16"
186	187	73.00	Urb. Camioneros	0.29	10	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.65%
209	194	30.00	Urb. Camioneros	0.37	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.63%
209	210	46.00	Urb. Camioneros	0.39	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.76%
210	195	59.00	Urb. Camioneros	0.29	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.65%
210	211	34.00	Urb. Camioneros	0.44	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.83%
211	212	16.00	Urb. Camioneros	0.37	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.74%
212	196	67.00	Urb. Camioneros	0.4	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.65%
195	196	36.00	Urb. Camioneros	1.17	8	Flujo crítico # Froude =1.05	Aumentar Pendiente a 1.3%
213	197	22.00	Urb. Camioneros	0.36	8	Esf. cortante min < 0,15Kg/m <sup>2</sup>	Aumentar Pendiente a 0.75%

### 3.2.5.6 Procedimiento de evaluación hidráulica alcantarillado combinado:

Para la evaluación hidráulica del sistema, es necesario tener en cuenta las relaciones hidráulicas para conductos circulares incluidas en el Anexo C; que fueron tomadas del libro "Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados" del autor Ricardo Alfredo López Cualla. Los cálculos del diagnóstico general del sistema actual y proyectado se encuentran en el anexo D. Este anexo se encuentra dividido en dos partes, la primera es el cálculo de caudales residuales actuales y proyectados y la segunda es la evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado combinado. A continuación se presenta la respectiva explicación a estos cálculos:

*3.2.5.6.1 Cálculo caudal residual de diseño:* En esta parte del diagnóstico se calculan los caudales de aguas residuales actuales y proyectados por cada tramo del sistema de alcantarillado de esta localidad.

## 1. Identificación

**Columna (1):** Numeración tramo colector

En esta columna se indica el número del pozo inicial y final del tramo.

Ej. Tramo de 7 a 8

**Columna (2):** Longitud de cada colector (m).

Ej. Longitud  $_{[7-8]}$  89.87m

**Columna (3):** Pendiente de cada colector (%).

Ej. Pendiente  $_{[7-8]}$  5.45%

**Columna (4):** Diámetro nominal del colector en pulgadas.

Ej. Diámetro  $_{[7-8]}$  8"

## 2. Área Total de aportes

**Columna (5):** Área residencial aferente (ha).

Corresponde al área aferente de cada colector.

Ej. Área aferente  $_{[7-8]}$  0.2631ha.

**Columna (6):** Área residencial acumulada (ha)

Se acumula el área de drenaje de los colectores aguas arriba del colector en cuestión.

Ej. Área residencial acumulada  $_{[7-8]}$

$$A_{[7-8]} = A_{[1-2]} + A_{[2-3]} + A_{[3-4]} + A_{[6-5]} + A_{[5-4]} + A_{[4-7]} + A_{[7-8]}$$

$$A_{[7-8]} = 0.1218 + 0.1461 + 0.3234 + 0.1640 + 0.1288 + 0.1226 + 0.2631 = 1.2698ha$$

**Columna (7):** Área industrial aferente (ha)

Es el área aferente destinada al uso industrial en el tramo.

Ej. Área industrial aferente  $_{[7-8]}$  0

**Columna (8):** Área institucional aferente (ha)

Es el área aferente destinada al uso institucional en el tramo.

Ej. Área institucional aferente  $_{[7-8]}$  0.0781ha

## 3. Población aferente acumulada

**Columna (8):** Población aferente acumulada (Habitantes)

Es la población aferente acumulada para cada tramo.

Ej. Población aferente acumulada  $_{[7-8]}$

$$Población = Area \times Densidad$$

$$Población = 1.2698ha \times 141 \frac{hab}{Ha} = 179hab.$$

#### 4. Caudales de aporte medio diario

**Columna (9):** Caudal medio diario de aguas residuales domesticas (l/s)

Es el aporte correspondiente a la población aferente acumulada por la dotación estimada para este uso en cada tramo.

Ej.

$Qmd_{R[7-8]} = Población \times Dotacion\ actual\ aguas\ residuales\ domesticas$

$$Qmd_{R[7-8]} = \frac{179\ hab. \times 156\ l/hab \times dia}{86400\ s/dia} = 0.3232\ l/s$$

**Columna (10):** Caudal medio diario de aguas industriales (l/s)

Es el aporte correspondiente al área aferente acumulada industrial por la dotación de aguas residuales para este uso.

Ej.

$Qmd_{IND[7-8]} = Área\ aferente\ industrial \times Dotacion\ actual\ aguas\ industriales$

$$Qmd_{IND[7-8]} = 0ha \times 2.84\ l/s \times ha = 0\ l/s$$

**Columna (11):** Caudal medio diario de aguas institucionales (l/s)

Es el aporte correspondiente al área aferente acumulada institucional por la dotación de aguas residuales para este uso.

Ej.

$Qmd_{INS[7-8]} = Área\ aferente\ institucional \times Dotacion\ actual\ aguas\ institucionales$

$$Qmd_{INS[7-8]} = 0.0781ha \times 0.4\ l/sg \times ha = 0.0312\ l/sg$$

**Columna (12):** Caudal medio diario de aguas residuales (l/s)

Es el aporte correspondiente a la sumatoria de caudales por cada uso.

Ej.

$QMD_{[7-8]} = Qmd_{R[7-8]} + Qmd_{IND[7-8]} + Qmd_{INS[7-8]}$

$$QMD_{[7-8]} = 0.3232\ l/s + 0\ l/s + 0.0312\ l/s = 0.3544\ l/s$$

#### 5. Factor de mayoración

**Columna (13):** Factor de mayoración asumido

Para el cálculo de este factor se tendrá en cuenta la formula de Babbitt teniendo en cuenta la población servida por el colector en miles de habitantes.

Ej.

$$F_{[7-8]} = \frac{5}{P/1000^{0.2}}$$

$$F_{[7-8]} = \frac{5}{179/1000^{0.2}} = 7.05$$

El máximo valor del factor de mayoración “F” es 5, por lo tanto se asume este valor.

## 6. Caudal máximo horario.

**Columna (14):** Caudal máximo horario

Ej.

$$Q_{MH[7-8]} = F \times Q_{MD[7-8]}$$

$$Q_{MH[7-8]} = 5 \times 0.3544 \text{ l/s} = 1.772 \text{ l/s}$$

## 7. Otros caudales

**Columna (14):** Caudal por infiltraciones

Para el cálculo de este caudal se tendrá en cuenta un aporte por infiltración igual a 0.3 l/s\*ha

Ej.

$$Q_{INFILTRACIONES[7-8]} = \text{Aporte por infiltración} \times \text{Area de drenaje acumulada}_{[7-8]}$$

$$Q_{INFILTRACIONES[7-8]} = 0.3 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 1.2698 \text{ ha} = 0.38 \text{ l/s}$$

## 8. Caudal de diseño

**Columna (15):** Caudal de diseño calculado

Ej.

$$Q_{D[7-8]} = Q_{MH[7-8]} + Q_{INFILTRACIONES[7-8]}$$

$$Q_{D[7-8]} = 1.772 \text{ l/s} + 0.38 \text{ l/s} = 2.15 \text{ l/s}$$

**Columna (16):** Caudal de diseño Asumido

El caudal de diseño asumido será igual a 1.5l/s, si el caudal de diseño calculado es inferior a este valor.

Ej.

$$Q_{D[7-8]} = 2.15 \text{ l/s}; \text{ ya que } 2.15 > 1.5$$

Para la proyección del caudal se tendrán en cuenta las proyecciones de la densidad y los aportes de aguas residuales domesticas, institucionales e industriales.

**3.2.5.6.2 Evaluación de Diseño:** En esta sección del diagnóstico se determinan los caudales de aguas lluvias mediante la utilización de las curvas intensidad frecuencia duración IFD del municipio de Ipiales, también se evalúan los parámetros de diseño exigidos por la norma RAS 2000.

**Columna (1):** Numeración tramo colector

En esta columna se indica el número del pozo inicial y final del tramo.

Ej. Tramo de 7 a 8

**Columna (2):** Longitud de cada colector (m).

Ej. Longitud  $_{[7-8]}$  89.87m

**Columna (3):** Coeficiente de escorrentía.

Ej. C  $_{[7-8]}$  0.3

**Columna (4):** Área acumulada de drenaje (ha)

Se acumula el área de drenaje de los colectores aguas arriba del colector en cuestión.

Ej. Área acumulada  $_{[7-8]}$

$$A_{[7-8]} = A_{[1-2]} + A_{[2-3]} + A_{[3-4]} + A_{[6-5]} + A_{[5-4]} + A_{[4-7]} + A_{[7-8]}$$

$$A_{[7-8]} = 0.1218 + 0.1461 + 0.3234 + 0.1640 + 0.1288 + 0.1226 + 0.2631 = 1.2698ha$$

**Columna (5):** Frecuencia

Se adopta el valor en función del uso de suelo, el tamaño del área drenada y el nivel de protección.

Ej. Frecuencia  $_{[7-8]}$  2 años como mínimo.

**Columna (6):** Tiempo de recorrido Tr (minutos)

Para determinar el tiempo de recorrido se asume una velocidad que para este ejemplo es 0.8m/s.

Ej: Tiempo de recorrido supuesto  $_{[7-8]}$

$$Tr = \frac{L}{V}$$

$$Tr = \frac{89.97m}{0.8 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min.}} = 1.87min$$

Con este dato se calculan los caudales de aguas lluvias y con los datos de diámetro y pendiente se puede determinar el valor real de la velocidad (columna 18) con el cual se determina el tiempo de recorrido real.

Tiempo de recorrido asumido  $_{[7-8]}$

$$Tr = \frac{89.97m}{2.05 \text{ m/s} \times 60 \text{ s/min.}} = 0.73min$$

Como el valor de velocidad real no cambia con este dato del tiempo de recorrido se da por hecho que este valor es el indicado.

**Columna (7):** Tiempo de entrada Te (minutos)

Como esta en una zona urbana se establece el tiempo de entrada dentro de un rango de 10 a 20 minutos para este caso se adopta 15 minutos.

**Columna (8):** Tiempo de concentración  $T_c$  (minutos)

Es la suma del tiempo de recorrido más el tiempo de entrada.

Ej: Tiempo de concentración  $_{[7-8]}$

$$T_c = T_r + T_e$$

$$T_c = 0.73min + 15min = 15.73min$$

**Columna (9):** Intensidad de precipitación (mm/h)

Es la intensidad de precipitación obtenida de las curvas IFD serie de máximas de la ciudad de Ipiales o como en este caso, a la aplicación de la ecuación definida a partir de estas curvas que se describe a continuación:

$$I = \frac{132.28 \times Fr^{0.179}}{(2.89 + T_c)^{0.524}}$$

Donde:

I = Intensidad.

Fr = Frecuencia o grado de protección.

$T_c$  = tiempo de concentración.

$$I_{[7-8]} = \frac{132.28 \times 2^{0.179}}{(2.89 + 15.73)^{0.524}} = 32.35mm/h$$

**Columna (10):** Caudal de aguas lluvias (l/s)

Definido según el método racional.

$$Q_{lluv} = 2.78 \times C \times I \times A$$

Donde:

$Q_{lluv}$  = Caudal aguas lluvias (l/s).

C = Coeficiente de escorrentía.

I = intensidad (mm/h).

A = Área de escorrentía (ha).

$$Q_{lluv[7-8]} = 2.78 \times 0.30 \times 32.35 \times 1.2698 = 34.26 l/s.$$

**Columna (11):** Caudal de aguas Residuales (l/s)

Definido en las tablas de cálculo de caudales residuales.

Ej:

$$Q_{Resi[7-8]} = 2.15 l/s$$

**Columna (12):** Caudal total de aguas Residuales (l/s)

Es la suma del caudal de aguas lluvias más el caudal de aguas residuales.

Ej:

$$q_{total} = Q_{lluv} + Q_{Res}$$

$$q_{total} = 34.26 + 2.15 = 36.41 l/s$$



**Columna (13):** Pendiente de cada colector (%).

Ej. Pendiente [7-8] 5.45%

**Columna (14):** Diámetro nominal del colector en pulgadas.

Ej. Diámetro [7-8] 8"

**Columna (15):** Caudal a tubo lleno (l/s).

Es la capacidad máxima de la tubería, calculada por la sección de flujo máxima según la ecuación:

$$Qll = 311.7 \times \left[ \frac{\emptyset^{8/3} \times S^{1/2}}{n} \right]$$

Donde:

Qll = Caudal a tubo lleno.

$\emptyset$  = Diámetro tubería.

S = Pendiente.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (para concreto 0.013).

Ej:

$$Qll_{[7-8]} = 311.7 \times \left[ \frac{(8 \times 0.025)^{8/3} \times (5.45/100)^{1/2}}{0.013} \right] = 76.57 \text{ l/s}$$

**Columna (16):** Velocidad a tubo lleno (m/s).

Calculada por la ecuación de continuidad.

$$Vll = \frac{Qll}{A}$$

Donde:

Vll = Velocidad a tubo lleno (m/s).

Qll = Caudal a tubo lleno (m<sup>3</sup>/s).

A = Área de la sección del tubo (m<sup>2</sup>).

Ej:

$$Vll_{[7-8]} = \frac{\frac{76.57}{1000} \times 4}{\pi \times (8 \times 0.025)^2} = 2.44 \text{ m/s}$$

**Columna (17):** Relación entre caudal de diseño y caudal a tubo lleno

Con esta relación se definen las características hidráulicas del tramo.

Ej:

$$\frac{q}{Qll} \text{ del tramo } [7-8] = \frac{36.41}{76.57} = 0.48$$

**Columna (18):** Velocidad real (m/s).

Para determinar la velocidad real se procede a determinar la relación entre velocidad real y la velocidad a tubo lleno, que se obtiene mediante tablas de relaciones hidráulicas, donde se entra con el valor de la relación de caudales y se obtiene la relación hidráulica de velocidad. Según la norma RAS 2000 para alcantarillados combinados el valor mínimo de velocidad es de 0.75m/s.

Ej:

$$\frac{q}{Qll} \text{ del tramo } [7 - 8] = 0.48; \text{ para este valor se obtiene } \frac{v_{[7-8]}}{Vll_{[7-8]}} = 0.84$$

$$v_{[7-8]} = 0.84 \times 2.44 = 2.05 \text{ m/s}$$

**Columna (19):** Radio hidráulico mojado (m).

Para determinar el radio hidráulico mojado se procede a determinar mediante tablas de relaciones hidráulicas, donde se entra con el valor de la relación de caudales y se obtiene la relación entre radio hidráulico mojado y radio hidráulico a tubo lleno.

Ej:

$$Rhll = \frac{\emptyset}{4}$$

Donde:

Rhll = radio hidráulico a tubo lleno (m).

$\emptyset$  = Diámetro (m).

$$Rhll_{[7-8]} = \frac{(8 \times 0.025)}{4} = 0.05m$$

$$\frac{q}{Qll} \text{ del tramo } [7 - 8] = 0.48; \text{ para este valor se obtiene } \frac{Rh_{[7-8]}}{Rhll_{[7-8]}} = 1.065$$

$$Rh_{[7-8]} = 1.065 \times 0.05 = 0.053m$$

**Columna (20):** Profundidad hidráulica de la sección del flujo (m).

Para determinar la profundidad hidráulica de la sección del flujo se procede a determinar mediante tablas de relaciones hidráulicas, donde se entra con el valor de la relación de caudales y se obtiene la relación entre la profundidad hidráulica y el diámetro de la tubería.

Ej:

$$\frac{q}{Qll} \text{ del tramo } [7 - 8] = 0.48; \text{ para este valor se obtiene } \frac{H_{[7-8]}}{\emptyset_{[7-8]}} = 0.443$$

$$H_{[7-8]} = 0.443 \times (8 \times 0.025) = 0.089m$$

**Columna (21):** Esfuerzo cortante medio (kg/m<sup>2</sup>).

El esfuerzo cortante medio para alcantarillados combinados debe ser mayor o igual a 0.3kg/m<sup>2</sup> para el caudal de diseño o para este caso el caudal total.

$$\tau = \gamma \times R \times S$$

Donde:

$\tau$  = Esfuerzo cortante medio ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

$\gamma$  = Peso específico del agua residual  $9.81 \text{ (KN}/\text{m}^3)$

$R$  = Radio hidráulico mojado (m).

$S$  = Pendiente tramo (%).

Ej:

$$\tau_{[7-8]} = 9.81 \times 0.053 \times 5.45 = 2.88 \text{ kg}/\text{m}^2$$

**Columna (22):** Esfuerzo cortante mínimo ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

El esfuerzo cortante mínimo para alcantarillados combinados debe ser mayor o igual a  $0.15 \text{ kg}/\text{m}^2$  para el 10% de la capacidad a tubo lleno. Es posible diseñar tramos con velocidades reales inferiores a  $0.75 \text{ m}/\text{s}$  siempre y cuando se asegure el valor mínimo de esfuerzo cortante.

Ej: Para este cálculo se debe establecer lo siguiente:

1. La relación  $q/Q_{ll} = 0.1$
2. Para la relación  $q/Q_{ll}$  la relación  $R_h/R_{hll} = 0.586$
3. Por lo tanto el radio hidráulico mojado se calcula de la siguiente manera:

$$R_{hll}_{[7-8]} = \frac{(8 \times 0.025)}{4} = 0.05 \text{ m}$$

$$R_{h_{[min]}} = 0.586 \times 0.05 = 0.0293 \text{ m}$$

$$\tau_{[min]} = 9.81 \times 0.0293 \times 5.45 = 1.59 \text{ kg}/\text{m}^2$$

**Columna (23):** Número de Froude.

$NF \leq 0.9$  Régimen de flujo suscritico.

$NF \geq 1.1$  Régimen de flujo supercritico.

$$NF = \frac{v}{\sqrt{g \times H}}$$

Donde:

$NF$  = Numero de Froude.

$v$  = Velocidad real ( $\text{m}/\text{s}$ ).

$g$  = Gravedad  $9.81 \text{ m}/\text{sg}^2$

$H$  = Profundidad hidráulica (m).

$$NF_{[7-8]} = \frac{2.05}{\sqrt{9.81 \times 0.089}} = 2.19 > 1.1 \text{ Régimen de flujo supercritico}$$

Este mismo procedimiento se sigue para la evaluación hidráulica proyectada teniendo en cuenta los caudales residuales proyectados y las áreas de futuro desarrollo.

### 3.3 CONEXIONES DOMICILIARIAS

Teniendo en cuenta la información suministrada por la empresa en cuanto a suscriptores activos del sector urbano, se tiene un total de usuarios para acueducto de 1.697 y para alcantarillado de 1.237. (Ver cuadro No 11). Los empalmes entre la alcantarilla y las conexiones domiciliarias se hallan diseñados en forma de Yee, formando un ángulo de 45°.

**Cuadro No 11.** Suscriptores sector urbano por servicio, uso y estrato. Junio 2006

Uso / Estrato	Totales por servicio	
	Acueducto	Alcantarillado
<b>Uso : 01 - Residencial</b>		
01 - Bajo Bajo	546	321
02 - Bajo	961	792
03 - Medio Bajo	116	82
<b>Total Uso : 01 - Residencial</b>	<b>1.623</b>	<b>1.195</b>
<b>Uso : 02 - Comercial</b>		
01 - Bajo Bajo	45	18
<b>Total Uso : 02 - Comercial</b>	<b>45</b>	<b>18</b>
<b>Uso : 03 - industrial</b>		
01 - Bajo Bajo	4	3
<b>Total Uso : 03 - Industrial</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Uso : 04 - Oficial</b>		
01 - Bajo Bajo	25	21
<b>Total Uso : 04 - Oficial</b>	<b>25</b>	<b>21</b>
<b>Totales</b>	<b>1.697</b>	<b>1.237</b>

Fuente: EMPRESA DE SEVCIOS PÚBLICOS VARIOS DE PUIPALES

### 3.4 COSTOS DEL SERVICIO

Las tarifas relacionadas con los servicios de alcantarillado, acueducto y aseo están clasificadas por estratos y usos (ver cuadro No 12).

**Cuadro No 12. Modelo tarifario 2006**

MODELO TARIFARIO 2006									
ESTRATO	ACUEDUCTO				ALCANTARILLADO				ASEO
	CARGO FIJO	CONSUMO BASICO	CONSUMO COMPLEMENTARIO	CONSUMO SUNTUARIO	CARGO FIJO	CONSUMO BASICO	CONSUMO COMPLEMENTARIO	CONSUMO SUNTUARIO	ASEO, RECOLECCION, TRANSPORTE, DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS
	\$/MES	\$/M3	\$/M3	\$/M3	\$/MES	\$/M3	\$/M3	\$/M3	\$/MES
ESTRATO 1	3,299	258	283	296	1,019	242	266	278	5,136
ESTRATO 2	3,299	258	283	296	1,019	242	266	278	5,299
ESTRATO 3	3,299	258	283	296	1,019	242	266	278	4,877
OFICIAL	3,299	258	283	296	1,019	242	266	278	12,303
COMERCIAL	4,289	335	368	385	1,324	314	345	361	8,525
INDUSTRIAL	8,149	636	700	732	2,516	597	656	686	11,674

Fuente: EMPRESA DE SEVCIOS PÚBLICOS VARIOS DE PUPIALES

### 3.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se realiza mantenimiento preventivo a los sumideros, a través de una inspección ocular mensual, donde se hace limpieza y recolección de material de forma manual, en caso de taponamiento se realiza un sondeo de la tubería. Se realiza mantenimiento correctivo a pozos, colectores y cámaras de caída; en los primeros, en caso de obstrucción se hace retiro manual del material o también por inyección de agua del acueducto, si existiese colapso del pozo se hace retiro del material y reconstrucción del mismo. Para colectores y cámaras de caída se hace sondeo debido a obstrucciones<sup>5</sup>.

El municipio cuenta con un catastro de redes elaborado en el año 2005, cuyo objetivo principal es implantar un sistema de información catastral de las tuberías, accesorios y estructuras de las redes de alcantarillado, que sirva de soporte a las actividades de operación y mantenimiento.

Es importante tener en cuenta que la empresa no cuenta con un manual de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

<sup>5</sup> Entrevista con el gerente Empresa de acueducto y alcantarillado EMSERP ESP Pupiales Ing. James Coral.

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE VERTIMIENTOS PUNTUALES DE AGUAS RESIDUALES**

El Municipio de Pupiales cuenta con cuatro puntos de vertimiento denominados: colector Alambuera, colector La Virgen, colector San Juan Chiquito y colector La Granja; los cuales realizan su respectiva descarga en la quebrada La Alambuera.

##### **4.1 COLECTOR ALAMBUERA.**

Tubería en concreto con un diámetro de 8 pulgadas (ver figura No 2). Se encuentra ubicado en la zona de salida a Espino Sur sobre los predios del señor Miguel Guerra, en las siguientes coordenadas planas:

X = 936387.16 E

Y = 590888.19 N

**Figura No 2. Colector Alambuera**



##### **4.2 COLECTOR LA VIRGEN.**

Tubería en concreto con un diámetro de 16 pulgadas que termina en un box de dimensiones 50 x 50 cm, (ver figura No 3). Se encuentra ubicado en los predios

de señor Laureano Montenegro en la zona de salida a Ipiales frente al monumento a la Virgen, en las siguientes coordenadas planas:

X = 937314.24 E

Y = 587314.24 N

**Figura No 3. Colector La Virgen**



#### **4.3 COLECTOR SAN JUAN CHIQUITO.**

Tubería en concreto con un diámetro de 16 pulgadas, antes de la descarga se localiza una cámara de caída la cual presenta fugas en las uniones de mortero (ver figura No 4), además la descarga se hace sobre el terreno en una distancia de 11 metros antes de llegar a la fuente (ver figura No 5). Se encuentra ubicado en los predios de los señores Juan Hernández y Gerardo Burgos, en las siguientes coordenadas planas:

X = 937384.96 E

Y = 587930.85 N

**Figura No 4. Colector San Juan Chiquito**



**Figura No 5. Descarga sobre el terreno**



#### **4.4 COLECTOR LA GRANJA.**

Tubería en concreto con un diámetro de 12 pulgadas, la descarga se realiza sobre el terreno en una distancia de 340 metros aproximadamente antes de llegar a la quebrada debido a daño de uno de los pozos de inspección, además los



moradores de esta zona utilizan esta agua para un sistema de riego (ver figura No 6). Se encuentra sobre los predios de la asociación de camioneros y del señor Jorge Enrique Lucero, en las siguientes coordenadas planas:

X = 937712.10 E

Y = 588035.93 N

**Figura No 6. Colector La Granja**



## **5. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

### **5.1 OBJETIVO**

Obtener la topografía, planta y perfil de los sistemas de colectores denominados: La Alambuera, la Virgen, San Juan chiquito, la Granja y el trayecto denominado colector final que hace el recorrido de intersección de los anteriores ramales.

### **5.2 EQUIPO UTILIZADO**

- Estación total, marca TOPCON GTS - 300
- Brújula
- Cinta métrica
- Plomada
- Prismas
- Estacas
- Clavos
- Puntillas
- Pintura y
- Herramientas menores.

### **5.3 EJECUCIÓN**

Como primer paso se realizó una visita de campo con ayuda del fontanero de la empresa con el fin de identificar la trayectoria aproximada de los colectores, debido a que la mayor parte de cámaras no se pudieron localizar, así como también los predios por los cuales se hacía el recorrido de los mismos hasta su descarga correspondiente en la quebrada Alambuera.

El levantamiento se realizó los días 26, 27, 28 y 29 de septiembre de 2006 comenzando con el colector denominado San Juan Chiquito que empieza en la esquina de la calle 1ª con carrera 3ª. Seguidamente se ubico y nivelo la estación total. (Ver figura No 7) en un punto donde fuera posible observar otro punto ya referenciado en el catastro de redes existente, a partir de ahí se procedió a tomar lecturas sobre el trazado de los colectores, referenciando cada delta sobre el terreno para su fácil reconocimiento (ver figura No 8) y anotando azimut y distancia, además tomando detalles (ver figura No 9) como son paramentos, linderos, zanjas, anchos de calzada entre otros. Siguiendo el mismo procedimiento se continuó con el levantamiento de los colectores La Virgen, La Granja y La

Alambuera respectivamente, y finalmente se llevo a cabo el levantamiento del trayecto denominado emisario final que intercepta los colectores ya mencionados.

Una vez realizado el trabajo de campo se procede a realizar el dibujo, con base en los ángulos y distancias obtenidas al igual que las cotas de cada punto en el levantamiento, se plasma los detalles levantados, como paramentos, bordes de pavimento, bordillos, zanjas etc. Planos del levantamiento topográfico ver nexo E.

**Figura No 7. Ubicación y nivelación de la estación total**



**Figura No 8. Referencia de deltas**



**Figura No 9. Toma de detalles**



## **6. IDENTIFICACION PERMISOS DE VERTIMIENTO**

En la actualidad el municipio de Pupiales no cuenta con los permisos de vertimientos como consta en el certificado que entrego COPRPONARIÑO (ver anexo F).

Para diligenciar los permisos es necesaria la siguiente documentación por parte de la empresa prestadora del servicio.

- Fotocopia cedula del representante legal de la empresa.
- Fotocopia personería jurídica.
- Fotocopia NIT, RUT.
- Fotocopia acta de posesión del representante legal de la empresa.
- Plano de Ubicación.
- Certificado de uso del suelo de los sitios establecidos en el EOT de Pupiales para la ubicación del sistema de tratamiento de aguas residuales del sector urbano del municipio.
- Llenar formulario para vertimientos.
- Pago de derechos de trámite.

## 7. IDENTIFICACION DE LA FUENTE RECEPTORA

Es fundamental identificar la fuente receptora de las aguas residuales del casco urbano de Pupiales, tanto aguas arriba como aguas abajo de la descarga de alcantarillado.

La quebrada Alambuera (ver figura No 10) se encuentra ubicada en la microcuenca Alambuera, tiene su nacimiento en la región de Tepud y Cerro Gordo y desemboca en la quebrada La Ruidosa, aproximadamente a 1,35 kilómetros aguas abajo de la descarga, está a su vez desemboca en el río Boquerón el cual es afluente del río Guaitara, la corriente principal se extiende sobre una longitud de 13,1 Kilómetros con una pendiente media del 2,9 %.

Se puede observar que en su cauce se distinguen dos tramos diferentes; en la primera parte existen pendientes pronunciadas que favorecen las turbulencias, fuentes de reoxigenación, y en la segunda parte la corriente es sinuosa y tranquila pero con la existencia de rocas y pequeñas caídas que dan continuidad al proceso de aireación de las aguas. En este último tramo el agua se utiliza en un porcentaje mínimo, para labores agrícolas y para la bebida de animales.

En cuanto a la microcuenca, tiene un terreno muy difícil, pues es montañoso con altas pendientes; los senderos de la población hacia la quebrada son mínimos por el difícil acceso. Se localiza al occidente de la población de Pupiales (ver figuras No 11 y 12), predomina el cultivo de pastos, papa, maíz, haba y hortalizas. Se encuentra ubicada a 3.060 m.s.n.m, con un área total de 2.262,7 hectáreas y un longitud axial de 11,3 Kilómetros. Comprende las veredas de Tepud, Chires Centro, Quitiaquez, Chires Sur, Espino Alto, Espino Sur y San Juan Chiquito.

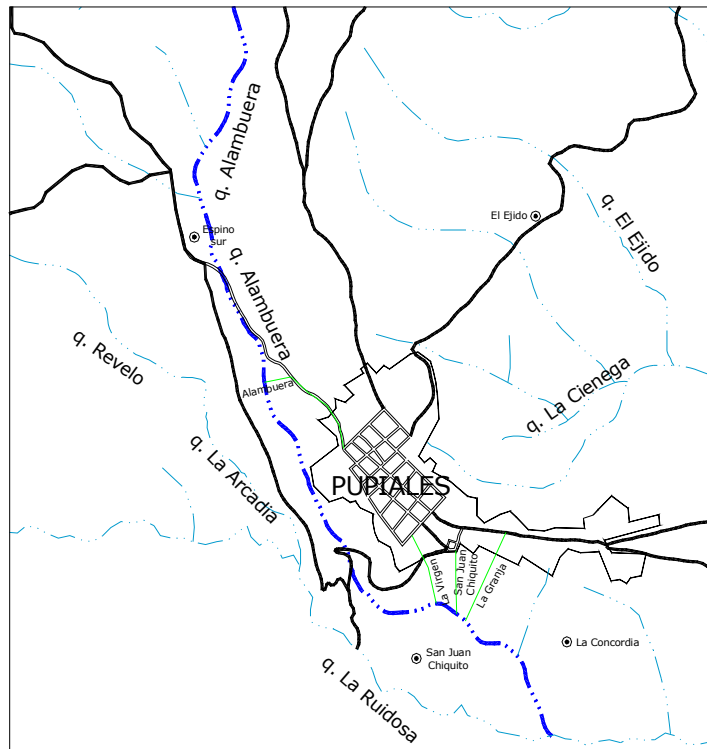
La quebrada recibe los residuos y desechos de las poblaciones que comprende la microcuenca y recibe los residuos que recogen los colectores del sistema de alcantarillado de la población del municipio de Pupiales.



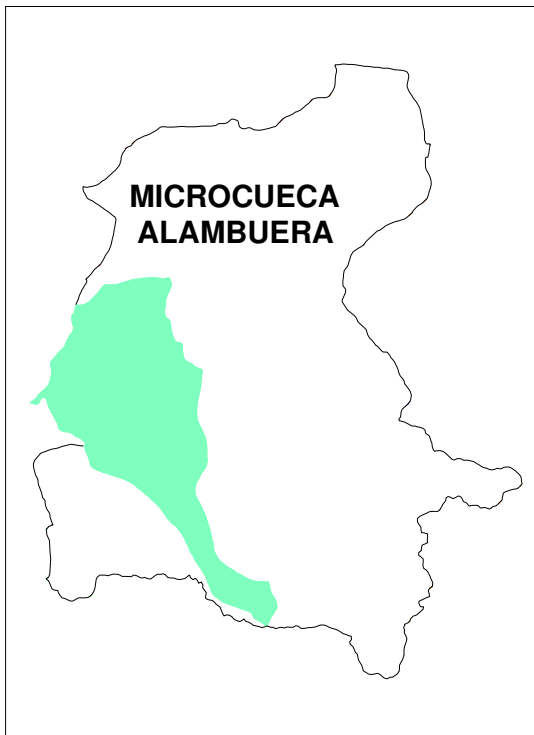
**Figura No 10. Quebrada Alambuera**



**Figura No 11. Localización de la quebrada en el municipio**



**Figura No 12. Localización de la microcuenca en el municipio**





## 8. CARACTERIZACION

### 8.1 EQUIPO Y MATERIALES UTILIZADOS

- Medidor de pH.
- Termómetro.
- Embudo.
- Cilindro de aforo.
- Micromolinetete marca SEBA No M<sub>1-1536</sub>.
- Cronómetro.
- Pipeta.
- Neveras.
- Pilas de refrigeración.
- Recipiente aforado.
- Recipientes plásticos para muestra simple, compuesta e integrada.
- Recipientes de vidrio para análisis bacteriológico y grasas.
- Jeringas de 5ml.
- Recipiente winkler para OD.
- Preservantes para OD Sulfato manganoso y Alkali yoduro azida.
- Mascaras para vapores orgánicos y gases, guantes de látex, impermeables y botas.
- Herramientas menores.

### 8.2 CARACTERIZACION DE VERTIMIENTOS DIRECTOS

**8.2.1 Agua residual del municipio de Pupiales:** Las aguas residuales de Pupiales son en un mayor porcentaje de origen domestico, provenientes de áreas residenciales (cocinas, baños y lavanderías), institucionales, comerciales y de edificios públicos.

Exceptuando desechos líquidos provenientes de:

- Dos plantas enfriadoras y procesadoras de leche (ALIVAL y COLACTEOS) que existen actualmente en el municipio.
- Mataderos de ganado esporádicos y dispersos en el centro urbano.
- Dos estaciones de gasolina (SAN FRANCISCO y EL CAMIONERO) las cuales también funcionan como lavaderos de carros y camiones, descargando en la

red residuos que en su mayoría flotan en el agua y que interfieren directamente con los procesos biológicos del agua.

**8.2.2 Muestreo:** Para obtener una caracterización acertada de los diferentes parámetros de un agua residual se requiere de una técnica apropiada de muestreo que asegure resultados representativos.

En general, para que la muestra sea representativa, se prefieren sitios de muestreo con flujo muy turbulento donde el agua residual esté bien mezclada; sin embargo, el sitio de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con cada problema individual de estudio. Los períodos de muestreo dependen del régimen de variación del caudal, de la disponibilidad de recursos económicos y de los propósitos del programa de muestreo.<sup>6</sup>

Muestras instantáneas, o muestras simples, representan solamente las características del agua residual para el instante de muestreo y, en la mayoría de los casos, pueden no ser representativas de un período prolongado puesto que estas características varían con el tiempo. En general, se usan muestras simples para análisis de OD, temperatura, pH, grasas y aceites, coliformes totales y fecales.

Muestras compuestas, o mezclas de muestras simples o instantáneas, para asegurar representatividad y detectar efectos de la descarga variable de los diferentes contaminantes. En general se usan muestras compuestas para análisis de DBO, DQO, sólidos suspendidos sedimentables y totales, nitrógeno y fósforo. La muestra compuesta preferida es una mezcla de muestras individuales proporcionales al caudal instantáneo; para el efecto se toman muestras simples a intervalos constantes de tiempo, se almacenan apropiadamente en un refrigerador y, al final del período de muestreo, se mezclan en proporción directa al caudal aforado en cada instante de muestreo. Todo frasco o recipiente de muestreo debe identificarse con una etiqueta que indique fecha de muestreo, nombre de la fuente, sitio de muestreo, tipo de muestra, hora de muestreo y preservativo usado.

Muestra integrada la cual consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas en diferentes puntos simultáneamente o tan cerca como sea posible. La integración debe hacerse de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

Para el estudio presente, teniendo en cuenta que los periodos de muestreo dependen entre otros aspectos de la disponibilidad de recursos económicos y

---

<sup>6</sup> Tratamiento de aguas residuales, Teoría y Principios de Diseño. Jairo Alberto Romero Rojas. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 75

personal para el muestreo, se tomo la decisión en acuerdo con la empresa prestadora del servicio, realizar tres jornadas de caracterización ya que la corporación ambiental del departamento de Nariño CORPONARIÑO exige como mínimo para la formulación del PSMV este número de jornadas de muestreo; para esto se tomaron muestras simples cada tres horas en cada descarga en un periodo de 12 horas, realizadas en los siguientes días 5 de octubre, 2 de noviembre y 5 de diciembre de 2006.

Se procedió de la siguiente manera:

Comenzando en el sector de la Alambuera, con el colector que lleva el mismo nombre, se tomo aproximadamente 500 ml de muestra simple, utilizando un recipiente de vidrio etiquetado con la hora y el lugar de muestreo (Ver figuras No 13), a cada muestra simple se le midió el PH y la Temperatura (Ver figuras No 14 y 15), debido a la falta de disponibilidad de equipo, en la primera jornada (5 de octubre de 2006), no se tomo la lectura de pH en el sitio si no que fue determinada en el laboratorio. El mismo procedimiento se siguió para los tres colectores restantes (La Virgen, San Juan Chiquito y La Granja). Debido a que fue imposible medir oxígeno disuelto en el sitio de muestreo, se tomó una muestra simple en los Winkler en cada uno de los colectores, fijando el oxígeno disuelto con Sulfato manganoso y Alkali yoduro azida, en una dosificación de 2 ml. de cada uno de los reactivos. Se aclara que debido a la baja presencia de OD obtenida en la primera jornada de caracterización (5 de octubre) en los colectores, se tomo la decisión de no medir este parámetro en las siguientes jornadas. Para los análisis microbiológicos, grasas y aceites se tomo una muestra instantánea en cada colector (Ver figura No 16).

Una vez obtenidas las muestras simples correspondientes a cada una de las descargas y finalizado el periodo de muestreo (12 horas) se procede a obtener la muestra compuesta con un volumen de 1000ml (por recomendación del laboratorista) como se describió anteriormente. Ver el volumen de muestra instantánea requerida para muestra compuesta en el anexo G.

Además, se utilizó la misma muestra simple tomada en cada uno de los colectores para obtener la muestra integrada con un volumen igual al de la muestra compuesta (1000 ml). Esta muestra se realizó solamente en la última jornada (5 de diciembre de 2006).

**Figura No 13. Toma de muestra simple**



**Figura No 14. Medición de pH**



**Figura No 15. Medición de temperatura**



**Figura No 16. Toma de muestra bacteriológica**



**8.2.3 Aforo:** Se utilizó el método volumétrico, con la ayuda de un cilindro de aforo (Ver figura No 17), se tomaron los tiempos en el cual el recipiente alcanzó determinada altura, con ésta altura, con el área del cilindro y con el tiempo de llenado se calculó el caudal. Se tomaron cinco aforos para obtener un Caudal promedio instantáneo, en cada uno de los colectores.

**Figura No 17. Cilindro de aforo**

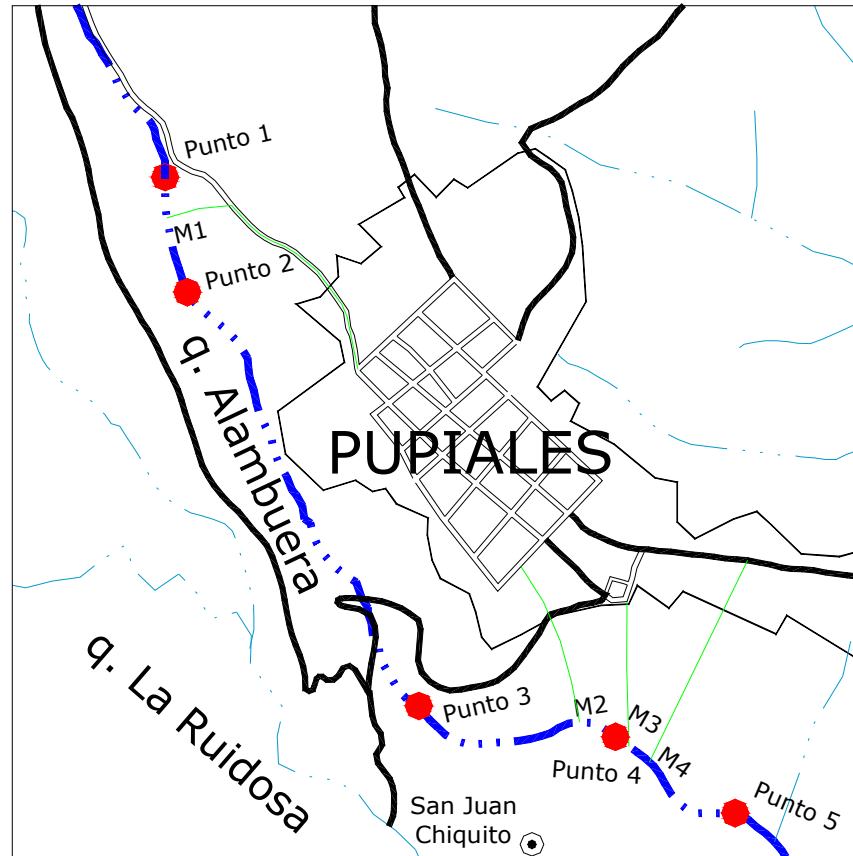


### **8.3 CARACTERIZACION DE FUENTE RECEPTORA**

**8.3.1 Muestreo:** Se tomó una muestra simple con un volumen de 1000 ml, en cinco puntos diferentes de la quebrada (ver figura No 18); el primero aguas arriba; el segundo 50m después de la primera descarga, el tercero 200m después del antiguo botadero de basura municipal de Pupiales, el cuarto en un punto intermedio entre el colector la Virgen y San Juan Chiquito y el quinto en el sitio conocido como la Concordia aguas abajo. El procedimiento y los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron los mismos anteriormente mencionados en la caracterización de vertimientos.



**Figura No 18. Localización de los puntos de muestreo**



**8.3.2 Aforo:** La quebrada Alambuera es una corriente natural, por esto se utilizó el micromolinetes como dispositivo de aforo (ver figura No 19), la Universidad de Nariño no cuenta con este dispositivo, por esta razón fue necesario contratar los servicios del personal de laboratorios de la Universidad Mariana para el aforo de esta corriente. Con el micromolinetes a través del conocimiento de la distribución de velocidades en la sección se puede determinar la velocidad media y posteriormente el caudal. En la primera jornada (5 de octubre de 2006) se realizaron tres aforos; el primero aguas arriba, el segundo 200 metros después del antiguo botadero municipal y el tercero aguas abajo en el sector conocido como la Concordia, para las siguientes jornadas se decidió realizar un cuarto punto de aforo antes del antiguo botadero de basura, debido a que se observó con los resultados obtenidos de aforo tanto de la fuente como de los colectores, que el caudal en el segundo punto difería considerablemente en relación con la suma del primer punto más la descarga del colector Alambuera, teniendo en cuenta que entre estos dos puntos no existen otros aportes superficiales, y así poder determinar si este incremento de caudal se genera por aportes de lixiviados por parte del botadero, por aporte de aguas subterráneas o por una combinación de estos dos.

**Figura No 19. Medición con micromolinete**



#### **8.4 RESULTADOS OBTENIDOS**

Los informes presentados por el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño donde se realizaron los ensayos de las muestras para la caracterización de vertimientos y fuente receptora, están consignados en el anexo H, igualmente los informes del aforo con micromolinete realizados por personal de la universidad Mariana.

**8.4.1 Caracterización vertimientos:** Una vez obtenida la muestra compuesta se procedió a almacenarla debidamente refrigerada para luego ser transportada a los laboratorios de la Universidad de Nariño donde fueron analizadas, midiendo los parámetros anteriormente mencionados y se obtuvieron los siguientes resultados. (Ver cuadro No 13). La nomenclatura de la tabla corresponde a:

- M1 Colector Alambuera
- M2 Colector La Virgen
- M3 Colector San Juan Chiquito
- M4 Colector La Granja
- M5 Muestra integrada Colectores



**Cuadro No 13. Resultados caracterización vertimientos**

FECHA	PARAMETRO	RESULTADO				
		M1	M2	M3	M4	M5
5 DE OCTUBRE DE 2006	pH	7,49	7	5,51	5,54	-
	Oxígeno Disuelto mg/l	2,2	3	3,1	0,13	-
	Sólidos Totales mg/l	848	1142	2075	2878	-
	Sólidos Suspendidos mg/l	303	511	862	673	-
	Sólidos Sedimentables mg/l-h	9	4,5	5	2,5	-
	Grasas y Aceites mg/l	86,6	99,4	288,8	155,4	-
	Nitrógeno mg/l	78,4	63,7	95,2	93,1	-
	Fósforo mg/l	285	235	523	980	-
	DBO <sub>5</sub> mg/l	359	542	496	1200	-
	DQO mg/l	569	936	898	1765	-
	UFC Coliformes Totales/100ml	28 E 6	86 E 6	42 E 6	58 E 6	-
	UFC Echericha coli/100ml	692 E 6	18 E 6	63 E 6	31 E 6	-
2 DE NOVIEMBRE DE 2006	pH	8,43	6,3	5,23	5,9	-
	Oxígeno Disuelto mg/l	-	-	-	-	-
	Sólidos Totales mg/l	1073	1946	3104	1917	-
	Sólidos Suspendidos mg/l	292	718	1270	621	-
	Sólidos Sedimentables mg/l-h	7	14	8,5	3	-
	Grasas y Aceites mg/l	78,4	149,2	278,8	86	-
	Nitrógeno mg/l	144,2	100,8	152,6	93,8	-
	Fósforo mg/l	180	447	104	545	-
	DBO <sub>5</sub> mg/l	553	2427	3534	3000	-
	DQO mg/l	6274	2988	4056	3689	-
	UFC Coliformes Totales/100ml	98 E 6	234 E 6	84 E 6	60 E 6	-
	UFC Echericha coli/100ml	124 E 6	57 E 6	47 E 6	38 E 6	-
6 DE DICIEMBRE DE 2006	pH	8,8	6,8	6,32	5,08	6,33
	Oxígeno Disuelto mg/l	-	-	-	-	-
	Sólidos Totales mg/l	1551	1268	1602	7023	1149
	Sólidos Suspendidos mg/l	600	430	458	765	478
	Sólidos Sedimentables mg/l-h	10	10	5	2,1	4
	Grasas y Aceites mg/l	108,2	198,4	230,2	196,4	150,6
	Nitrógeno mg/l	162,4	91,2	78,6	145,6	58,8
	Fósforo mg/l	43	34	27	118	18,7
	DBO <sub>5</sub> mg/l	693	1000	1345	1357	1013
	DQO mg/l	1594	1199	2150	2230	1780
	UFC Coliformes Totales/100ml	43 E 7	122 E 7	61 E 7	18 E 7	-
	UFC Echericha coli/100ml	12 E 7	44 E 7	7 E 7	7 E 7	-

**8.4.2 Caracterización fuente receptora:** Una vez obtenida la muestra puntual se procedió a almacenarla debidamente refrigerada para luego ser transportada a los laboratorios de la Universidad de Nariño donde fueron analizadas, midiendo los mismos parámetros del numeral anterior y se obtuvieron los siguientes resultados. (Ver cuadro No 14).

**Cuadro No 14. Resultados caracterización fuente receptora**

FECHA	PARAMETRO	RESULTADO				
		PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
5 DE OCTUBRE DE 2006	pH	7,52	7,28	7,45	7,28	6,65
	Oxígeno Disuelto mg/l	6,93	7	7,47	5,73	2,33
	Sólidos Totales mg/l	158	137	153	302	488
	Sólidos Suspendidos mg/l	7	16	4	75	141
	Sólidos Sedimentables mg/l-h	ND	0,1	ND	0,7	1
	Grasas y Aceites mg/l	4,6	9,2	5,3	20,2	37,2
	Nitrógeno mg/l	ND	ND	ND	10,5	15,4
	Fósforo mg/l	12,5	91,5	34	44,8	95
	DBO <sub>5</sub> mg/l	31,6	32,1	30,2	134	410
	DQO mg/l	46,1	49,2	47,4	189	514
	UFC Coliformes Totales/100ml	190	16 E 3	5 E 3	27 E 6	260 E 6
	UFC Echericha coli/100ml	360	198 E 3	72 E 3	10 E 6	12 E 6
	2 DE NOVIEMBRE DE 2006	pH	7,54	8,02	7,93	6,92
Oxígeno Disuelto mg/l		6,66	6,93	6,53	5,33	1,53
Sólidos Totales mg/l		223	214	212	402	951
Sólidos Suspendidos mg/l		62	50	45	127	276
Sólidos Sedimentables mg/l-h		ND	ND	ND	0,4	1,3
Grasas y Aceites mg/l		98	13,8	10,2	26	97
Nitrógeno mg/l		1,4	ND	1,5	10,5	25,2
Fósforo mg/l		30	40	43	73	205
DBO <sub>5</sub> mg/l		16	17,3	17	239	810
DQO mg/l		19,9	22,4	20,1	270	1160
UFC Coliformes Totales/100ml		1140	6800	7900	218 E 4	103 E 6
UFC Echericha coli/100ml		560	10600	12800	244 E 4	21 E 6
6 DE DICIEMBRE DE 2006		pH	7,32	7,54	7,48	7,19
	Oxígeno Disuelto mg/l	7,6	7,3	7,1	6,1	2,3
	Sólidos Totales mg/l	196	180	165	281	563
	Sólidos Suspendidos mg/l	49	41	15	115	217
	Sólidos Sedimentables mg/l-h	ND	ND	ND	0,9	1,6
	Grasas y Aceites mg/l	8,9	8,4	9,4	33,2	41,4
	Nitrógeno mg/l	2,2	ND	ND	15,4	40,6
	Fósforo mg/l	22	18	40	97	212
	DBO <sub>5</sub> mg/l	7	4,3	10	239	810
	DQO mg/l	12,2	9,6	20,1	322	406
	UFC Coliformes Totales/100ml	1000	19000	5200	19 E 7	175 E 7
	UFC Echericha coli/100ml	510	5200	1200	22 E 7	28 E 7

**8.4.3 Aforo caudal de vertimientos:** Los resultados obtenidos mediante el aforo volumétrico son los siguientes (Ver cuadro No 15).

**Cuadro No 15. Resultados aforo vertimientos**

COLECTOR	FECHA	HORA	Q Horario LPS	Q Promedio Horario LPS	Q Promedio Diario LPS
M1	5 de octubre de 2006	6	0,083	0,085	0,079
		9	0,111		
		13	0,069		
		16	0,078		
	2 de noviembre de 2006	6	0,078	0,075	
		9	0,082		
		13	0,063		
		16	0,077		
	5 de diciembre de 2006	6	0,113	0,077	
9		0,023			
13		0,066			
16		0,105			
M2	5 de octubre de 2006	7	5,044	5,385	6,598
		10	4,651		
		14	6,983		
		17	4,861		
	2 de noviembre de 2006	7	6,337	6,652	
		10	6,398		
		14	7,242		
		17	6,631		
	5 de diciembre de 2006	7	6,814	7,757	
		10	7,861		
		14	9,032		
		17	7,320		
M3	5 de octubre de 2006	7:30	7,320	5,767	6,611
		10:30	4,659		
		14:30	4,730		
		17:30	6,359		
	2 de noviembre de 2006	7:30	5,549	6,614	
		10:30	7,236		
		14:30	7,242		
		17:30	6,431		
	5 de diciembre de 2006	7:30	6,422	7,452	
		10:30	7,488		
		14:30	8,048		
		17:30	7,850		
M4	5 de octubre de 2006	8:20	1,892	1,412	1,499
		11:20	2,028		
		15:20	0,833		
		18:20	0,893		
	2 de noviembre de 2006	8:20	1,575	1,194	
		11:20	1,750		
		15:20	0,713		
		18:20	0,737		
	5 de diciembre de 2006	8:20	1,296	1,893	
		11:20	2,254		
		15:20	2,435		
		18:20	1,588		
				TOTAL	14,78

En el cuadro anterior se observa en la primera columna la nomenclatura de cada colector que se explicó anteriormente, en la segunda columna la fecha de muestreo, en la tercera columna la hora a la cual se tomó la muestra, en la cuarta columna el caudal instantáneo que se aforo en litros por segundo, la quinta columna es el caudal promediado en litros por segundo por cada jornada y la sexta columna es el caudal promediado por cada colector.

Los valores del caudal varían constantemente con el tiempo, debido a que existen horas de mayor y menor consumo de agua que es desechada al sistema de alcantarillado.

**8.4.4 Aforo caudal de fuente receptora:** Los resultados obtenidos mediante el aforo con micromolinetes son los siguientes (Ver cuadro No 16).

**Cuadro No 16.** Resultados aforo fuente receptora

Sitio de muestreo	Fecha	Coordenadas		Area m <sup>2</sup>	Caudal l/s	Vel m/s	Caudal promedio l/s	Vel. promedio m/s
		N	W					
Salida espino	05/10/2006	0° 52' 50,6"	77° 39' 06,6"	0,1865	45,69	0,2450	48,793	0,238
	02/11/2006			0,2195	45,34	0,2066		
	05/12/2006			0,2105	55,35	0,2629		
Botadero	-	0° 52' 03,6"	77° 38' 42"	0,1465	48,35	0,3300	48,795	0,344
	02/11/2006			0,1375	49,24	0,3581		
Botadero salida box	05/10/2006	0° 52' 09,7"	77° 38' 44,7"	0,306	56,58	0,1849	57,080	0,239
	02/11/2006			0,171	51,84	0,3032		
	05/12/2006			0,2743	62,82	0,2290		
La concordia	05/10/2006	0° 51' 52,9"	77° 38' 18,5"	0,3275	88,18	0,2693	107,873	0,437
	02/11/2006			0,2125	99,04	0,4661		
	05/12/2006			0,2375	136,4	0,5743		

## 9. ANALISIS DE RESULTADOS

### 9.1 VERTIMIENTOS

Se determinara la procedencia de las aguas residuales a partir de los resultados obtenidos de la caracterización de vertimientos, es importante establecer que los flujos de aguas residuales varían tanto en cantidad y composición, que es necesario determinar sus características estadísticas para establecer los valores máximos, mínimos y promedios, así como su posible ocurrencia durante la operación del sistema de tratamiento.

**9.1.1 Método de análisis:** El papel de probabilidad es uno de los métodos más usados para la presentación de datos de calidad del agua<sup>7</sup>. En el papel normal de probabilidad se gráfica en el eje de coordenadas “y” el parámetro de interés y en el eje de coordenadas “x” el porcentaje de probabilidad. Si los datos obedecen a una distribución normal, los datos estarán todos ubicados sobre una recta.

En el papel logarítmico normal de probabilidad se gráfica en el eje de coordenadas “y” el logaritmo del parámetro de interés y en el eje de coordenadas “x” el porcentaje de probabilidad. Si los datos obedecen a una distribución logarítmica normal, los datos estarán todos ubicados sobre una recta. Cuando la distribución es sesgada o asimétrica, es mejor usar el papel logarítmico de probabilidad, lo cual indica que los logaritmos de los valores observados se distribuyen normalmente.

En el papel normal de probabilidad, el valor para un 50% de probabilidad corresponde al promedio aritmético estadístico; en el papel logarítmico normal de probabilidad, el valor para un 50% de probabilidad corresponde al promedio geométrico estadístico.

**9.1.2 Procedimiento de análisis:** El análisis de resultados que se utilizara en este estudio es para un número de datos (n) menor a 20, se tomaran los datos obtenidos durante las tres jornadas de los cuatro colectores. El procedimiento se resume a continuación:

1. Se tabulan los datos en tres columnas, (m), (parámetro de interés) y (f).

---

<sup>7</sup> Tratamiento de aguas residuales, Teoría y Principios de Diseño. Jairo Alberto Romero Rojas. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 113

2. En la primera columna se coloca el número de orden de cada dato (m), o número de posición dentro de la serie ascendente de los datos, comenzando en el número 1.
3. En la segunda columna se ordenan los datos, en orden ascendente de magnitud del parámetro de interés.
4. En la columna 3 se calcula la frecuencia, probabilidad o porcentaje de ocurrencia del dato correspondiente, por la siguiente fórmula:

$$f = \frac{(m - 0.5) \times 100}{n} \text{ (}^8\text{)}$$

5. Se gráfica el valor del dato observado contra la frecuencia y se hace una regresión lineal de los datos mediante ajuste de los mínimos cuadrados y también se hace una regresión exponencial. Si los datos se ajustan a la regresión lineal, se puede afirmar que la distribución es normal y se puede aplicar los parámetros estadísticos de dicha distribución, en caso contrario se dice que la distribución no es normal sino sesgada y que el promedio estadístico corresponde mejor con el promedio geométrico de los datos.
6. Se determinan las características estadísticas de los datos, de acuerdo con la correlación obtenida.

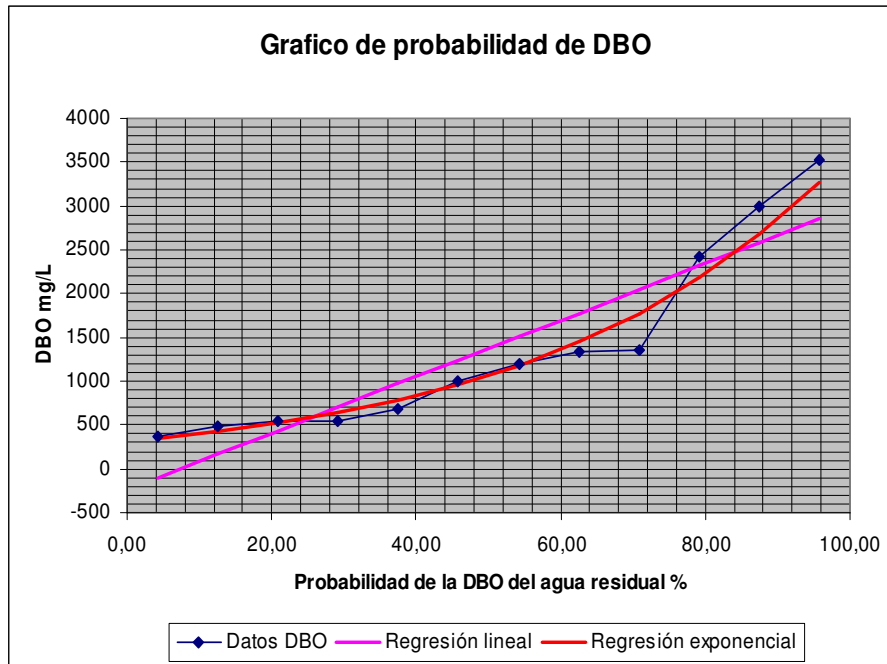
**9.1.2.1 Análisis DBO<sub>5</sub>:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de DBO vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 17 y gráfico No 1).

**Cuadro No 17.** Valores para el gráfico DBO vs. Frecuencia

m	DBO <sub>5</sub>	f(%)	DBO <sub>5</sub> Reg. Lineal	DBO <sub>5</sub> Reg. Exp
1	359	4,17	-102,08	345,08
2	496	12,50	166,57	423,42
3	542	20,83	435,22	519,54
4	553	29,17	703,87	637,48
5	693	37,50	972,52	782,19
6	1000	45,83	1241,17	959,75
7	1200	54,17	1509,83	1177,62
8	1345	62,50	1778,48	1444,95
9	1357	70,83	2047,13	1772,96
10	2427	79,17	2315,78	2175,43
11	3000	87,50	2584,43	2669,26
12	3534	95,83	2853,08	3275,20
Σ	16506		16506,00	16182,87

<sup>8</sup> Tratamiento de aguas residuales, Teoría y Principios de Diseño. Jairo Alberto Romero Rojas. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 114

**Gráfico No 1.** Gráfico DBO vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 18).

**Cuadro No 18.** Resultados análisis DBO

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	311,53
b	0,02
r	0,99
$r^2$	0,97
Promedio geométrico	1063,12
Promedio aritmético	1348,57
Desviación estándar (s)	948,03
Limite de confianza	1950,92
	746,22
Cuartil 1	607,99
Cuartil 3	1873,57
Error estándar	273,67
Varianza	898752,14

**DBO<sub>5</sub>:** Esta medida representa la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar biológicamente la materia orgánica contenida en una muestra de agua cruda, incubada durante cinco días a 20°C. Con esta medida se pretende reproducir el

consumo de oxígeno en un medio natural, como podría ser un río, ocasionado por el vertido de agua residual. Su duración corresponde a una estabilización del 60 - 70% de la materia orgánica<sup>9</sup>.

Básicamente la DBO<sub>5</sub>, es la diferencia del oxígeno inicial y oxígeno final al cabo de los cinco días haciendo corrección por dilución y la introducción de semilla al agua. La DBO<sub>5</sub> promedio para este caso es de 1.063,12 mg/l.

**9.1.2.2 Análisis DQO:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de DQO vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 19 y gráfico No 2).

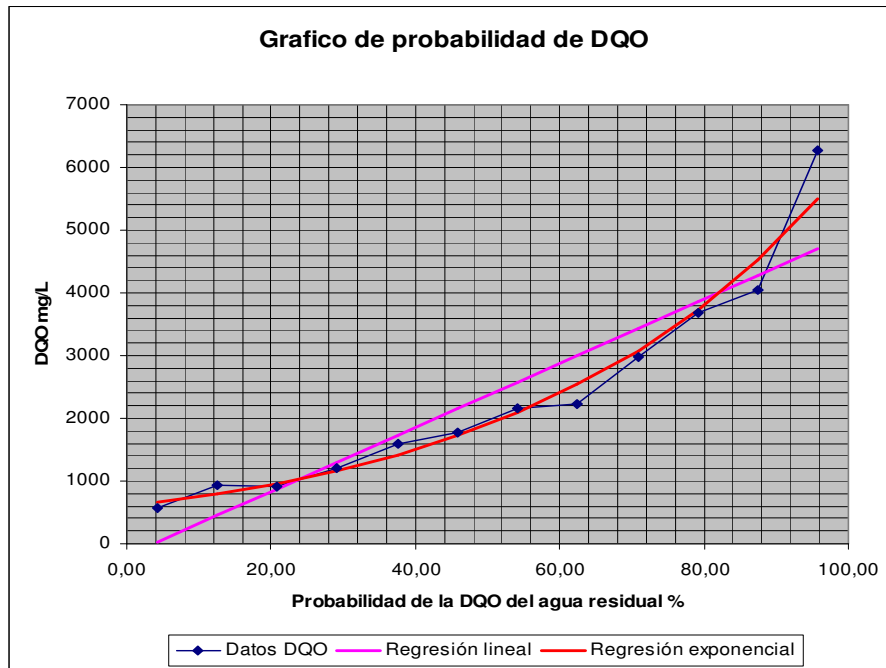
**Cuadro No 19.** Valores para el gráfico DQO vs. Frecuencia

m	DBO <sub>5</sub>	f(%)	DBO <sub>5</sub> Reg. Lineal	DBO <sub>5</sub> Reg. Exp
1	569	4,17	23,78	655,38
2	936	12,50	449,28	795,08
3	898	20,83	874,78	964,55
4	1199	29,17	1300,29	1170,15
5	1594	37,50	1725,79	1419,58
6	1765	45,83	2151,29	1722,16
7	2150	54,17	2576,79	2089,25
8	2230	62,50	3002,29	2534,58
9	2988	70,83	3427,79	3074,84
10	3689	79,17	3853,29	3730,26
11	4056	87,50	4278,79	4525,38
12	6274	95,83	4704,29	5489,99
Σ	28348		28368,45	28171,21

<sup>9</sup> Depuración por Lagunaje de aguas Residuales, Manual de Operadores. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Madrid. Pág. 22.



**Gráfico No 2.** Gráfico DQO vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 20).

**Cuadro No 20.** Resultados análisis DQO

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	595,03
b	0,02
r	0,99
$r^2$	0,98
Promedio geométrico	1896,85
Promedio aritmético	2347,60
Desviación estándar (s)	1566,27
Limite de confianza	3342,77
	1352,43
Cuartil 1	1118,75
Cuartil 3	3238,70
Error estándar	452,14
Varianza	2453198,24

**DQO:** Cantidad de oxígeno, requerido para oxidar químicamente la materia orgánica presente en una masa de agua. Se utiliza el dicromato de Potasio como agente oxidante de los compuestos orgánicos. En resumen la DBO<sub>5</sub> oxida materia orgánica biodegradable y la DQO oxida tanto materia orgánica biodegradable

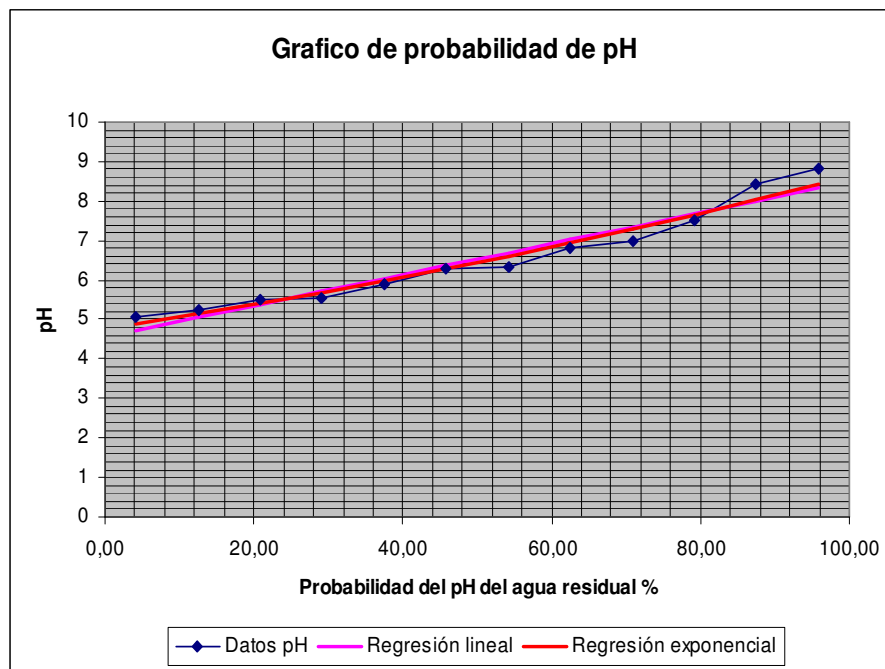
como la no biodegradable por tal razón los valores de DQO son mayores de la DBO<sub>5</sub>. El valor promedio de la DQO para este caso es de 1.896,85 mg/l. Para aguas residuales típicas el valor de la relación DBO<sub>5</sub>/DQO está entre 0.4 y 0.8, en este caso el valor de dicha relación es de 0.55.

**9.1.2.3 Análisis pH:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de pH vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 21 y gráfico No 3).

**Cuadro No 21.** Valores para el gráfico pH vs. Frecuencia

m	pH	f(%)	pH Reg. Lineal	pH Reg. Exp
1	5,08	4,17	4,73	4,91
2	5,23	12,50	5,06	5,16
3	5,51	20,83	5,39	5,42
4	5,54	29,17	5,72	5,69
5	5,9	37,50	6,04	5,98
6	6,3	45,83	6,37	6,28
7	6,32	54,17	6,70	6,60
8	6,8	62,50	7,02	6,93
9	7	70,83	7,35	7,28
10	7,49	79,17	7,68	7,65
11	8,43	87,50	8,01	8,03
12	8,8	95,83	8,33	8,44
Σ	78,4		78,40	78,34

**Gráfico No 3.** Gráfico pH vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 22).

**Cuadro No 22.** Resultados análisis pH

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	4,79
b	0,0059
r	0,98
$r^2$	0,97
Promedio geométrico	6,43
Promedio aritmético	6,53
Desviación estándar (s)	1,16
Limite de confianza	7,26
	5,79
Cuartil 1	5,62
Cuartil 3	7,37
Error estándar	0,33
Varianza	1,34

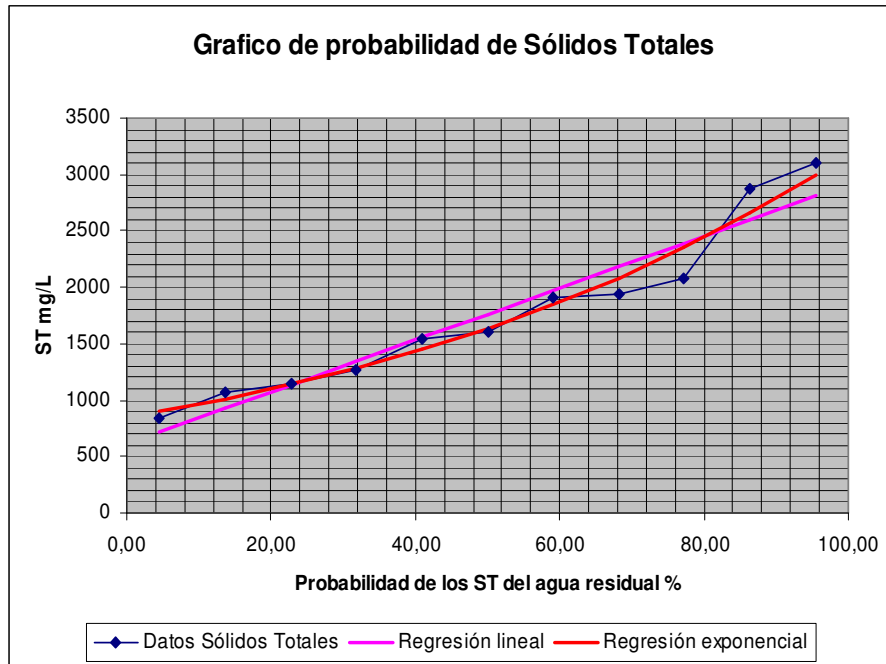
**pH:** Medida de concentración de iones  $H^+$  en el agua, parámetro fundamental en procesos de tratamiento biológicos en donde las variaciones son fatales para los microorganismos. Un sistema funciona en forma efectiva cuando el pH está entre 6 y 9. Del análisis se tiene como valor promedio 6.43 valor que están dentro del rango. Si el pH está por debajo de 6 favorece a los hongos sobre las bacterias y otras especies filamentosas.

**9.1.2.4 Análisis sólidos totales:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de sólidos totales vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 23 y gráfico No 4).

**Cuadro No 23.** Valores para el gráfico sólidos totales vs. Frecuencia

m	ST	f(%)	ST Reg. Lineal	ST Reg. Exp
1	848	4,55	717,49	894,56
2	1073	13,64	926,79	1009,49
3	1142	22,73	1136,09	1139,19
4	1268	31,82	1345,39	1285,55
5	1551	40,91	1554,70	1450,72
6	1602	50,00	1764,00	1637,11
7	1917	59,09	1973,30	1847,44
8	1946	68,18	2182,61	2084,80
9	2075	77,27	2391,91	2352,65
10	2878	86,36	2601,21	2654,92
11	3104	95,45	2810,51	2996,02
$\Sigma$	19404		19404,00	19352,46

**Gráfico No 4.** Gráfico sólidos totales vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 24).

**Cuadro No 24.** Resultados análisis sólidos totales

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	842,10
b	0,0133
r	0,99
r <sup>2</sup>	0,97
Promedio geométrico	1637,11
Promedio aritmético	1759,31
Desviación estándar (s)	694,73
Limite de confianza	2226,01
	1292,62
Cuartil 1	1212,37
Cuartil 3	2218,73
Error estándar	209,47
Varianza	482650,26

**Sólidos totales:** El análisis de los sólidos de las aguas residuales es importante para medir la concentración y estado físico de los principales constituyentes. Los sólidos totales se determinan pesando el residuo de una cantidad conocida de agua, que se ha sometido previamente a evaporación y secado (103°C – 105°C).

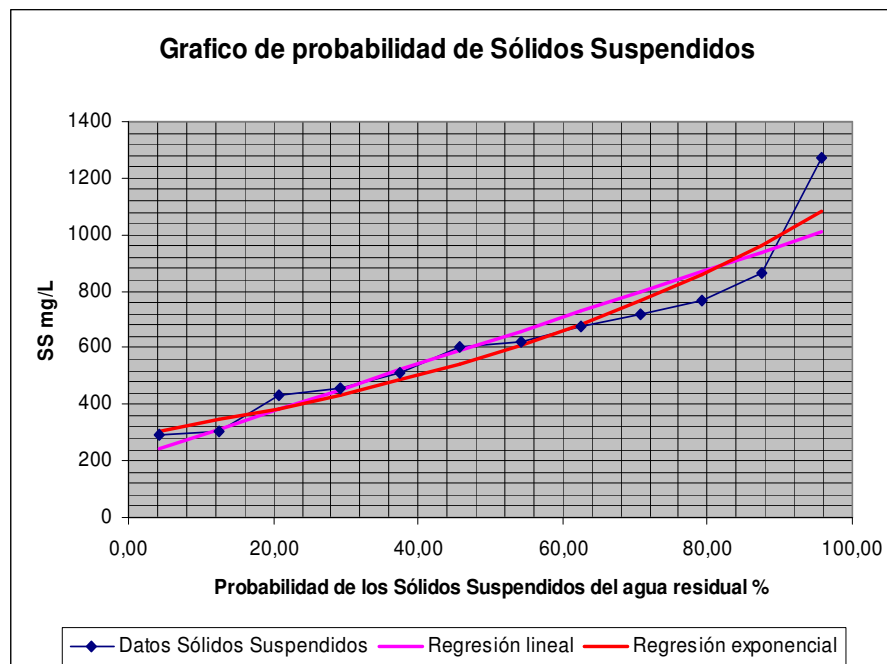
Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y los sólidos sedimentables; en este caso se obtuvo un valor promedio de 1.637,11 mg/l.

**9.1.2.5 Análisis sólidos suspendidos:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de sólidos suspendidos vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 25 y gráfico No 5).

**Cuadro No 25.** Valores para el gráfico sólidos suspendidos vs. Frecuencia

m	S. susp.	f(%)	S. Susp. Reg. Lineal	S. Susp. Reg. Exp
1	292	4,17	241,77	307,17
2	303	12,50	311,49	344,40
3	430	20,83	381,21	386,15
4	458	29,17	450,94	432,95
5	511	37,50	520,66	485,43
6	600	45,83	590,39	544,27
7	621	54,17	660,11	610,25
8	673	62,50	729,84	684,22
9	718	70,83	799,56	767,15
10	765	79,17	869,29	860,14
11	862	87,50	939,01	964,40
12	1270	95,83	1008,73	1081,30
$\Sigma$	7503		7503,00	7467,83

**Gráfico No 5.** Gráfico sólidos suspendidos vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 26).

**Cuadro No 26.** Resultados análisis sólidos suspendidos

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	290,09
b	0,0137
r	0,97
$r^2$	0,95
Promedio geométrico	576,32
Promedio aritmético	622,32
Desviación estándar (s)	252,66
Limite de confianza	782,85
	461,78
Cuartil 1	421,25
Cuartil 3	790,40
Error estándar	72,94
Varianza	63837,67

**Sólidos suspendidos:** o no disueltos constituyen la diferencia entre los sólidos totales de la muestra no filtrada y los sólidos de la muestra filtrada, los sólidos suspendidos tienen un tamaño superior a 1.2  $\mu\text{m}$ , tamaño nominal de poros correspondiente a los filtros usados para hacer la separación. Se obtuvo un valor promedio de 576,32 mg/l.

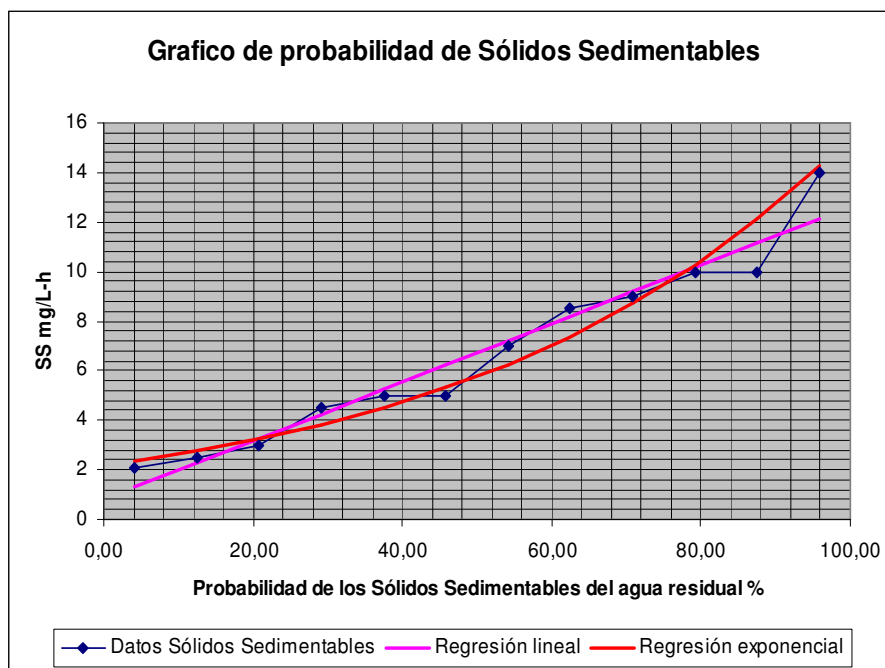
**Sólidos disueltos:** representa el material coloidal y soluble con tamaño menor a 1.2  $\mu\text{m}$ , el cual requiere usualmente, para su remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación. En tratamiento biológico de aguas residuales se recomienda un límite de sólidos disueltos de 16.000 mg/l. Por deducción se tiene un valor promedio de 1.060,79 mg/l; valor que está por debajo del límite.

**9.1.2.6 Análisis sólidos sedimentables:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de sólidos sedimentables vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 27 y gráfico No 6).

**Cuadro No 27.** Valores para el gráfico sólidos sedimentables vs. Frecuencia

m	S. sedim.	f(%)	S. Sedim. Reg. Lineal	S. Sedim. Reg. Exp
1	2,1	4,17	1,29	2,32
2	2,5	12,50	2,27	2,74
3	3	20,83	3,26	3,23
4	4,5	29,17	4,25	3,81
5	5	37,50	5,24	4,50
6	5	45,83	6,22	5,30
7	7	54,17	7,21	6,25
8	8,5	62,50	8,20	7,37
9	9	70,83	9,19	8,70
10	10	79,17	10,17	10,26
11	10	87,50	11,16	12,09
12	14	95,83	12,15	14,26
Σ	80,6		80,60	80,85

**Gráfico No 6.** Gráfico sólidos sedimentables vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 28).

**Cuadro No 28.** Resultados análisis sólidos sedimentables

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	2,14
b	0,0198
r	0,98
$r^2$	0,97
Promedio geométrico	5,76
Promedio aritmético	6,74
Desviación estándar (s)	3,88
Limite de confianza	9,20
	4,27
Cuartil 1	3,67
Cuartil 3	9,09
Error estándar	1,12
Varianza	15,05

**Sólidos sedimentables:** Los sólidos sedimentables son los que se depositan en el fondo del cono Inhoff durante un periodo de 60 minutos, los sólidos sedimentables son una medida aproximada de la cantidad de fango que se eliminara mediante sedimentación. El valor promedio de sólidos sedimentables es de 5.76 mg/l-h.

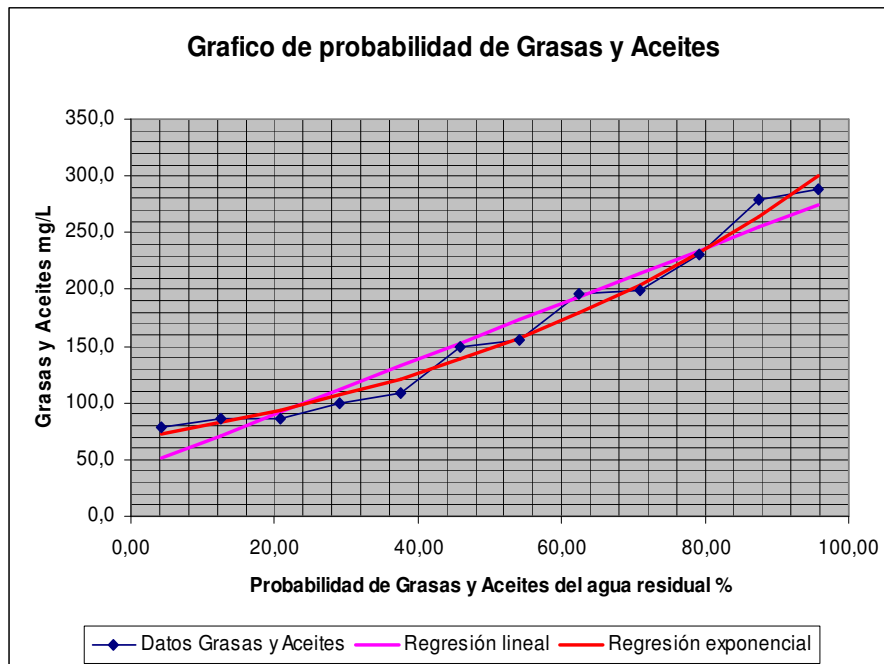
**9.1.2.7 Análisis grasas y aceites:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de grasas y aceites vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 29 y gráfico No 7).

**Cuadro No 29.** Valores para el gráfico grasas y aceites vs. Frecuencia

m	Grasas	f(%)	Grasas Reg. Lineal	Grasas Reg. Exp
1	78,4	4,17	51,05	72,28
2	86	12,50	71,40	82,27
3	86,6	20,83	91,75	93,66
4	99,4	29,17	112,10	106,61
5	108,2	37,50	132,46	121,36
6	149,2	45,83	152,81	138,15
7	155,4	54,17	173,16	157,26
8	196,4	62,50	193,51	179,02
9	198,4	70,83	213,86	203,78
10	230,2	79,17	234,22	231,97
11	278,8	87,50	254,57	264,07
12	288,8	95,83	274,92	300,60
$\Sigma$	1955,8		1955,80	1951,03



**Gráfico No 7.** Gráfico grasas y aceites vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 30).

**Cuadro No 30.** Resultados análisis grasas y aceites

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	67,74
b	0,0155
r	0,99
r <sup>2</sup>	0,98
Promedio geométrico	147,40
Promedio aritmético	162,59
Desviación estándar (s)	74,43
Limite de confianza	209,88
	115,29
Cuartil 1	103,37
Cuartil 3	210,83
Error estándar	21,49
Varianza	5540,28

**Grasas y aceites:** Se consideran grasas y aceites los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual, causan iridiscencia y problemas de mantenimiento, e interfieren en la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar. Generalmente provienen de la mantequilla, manteca,

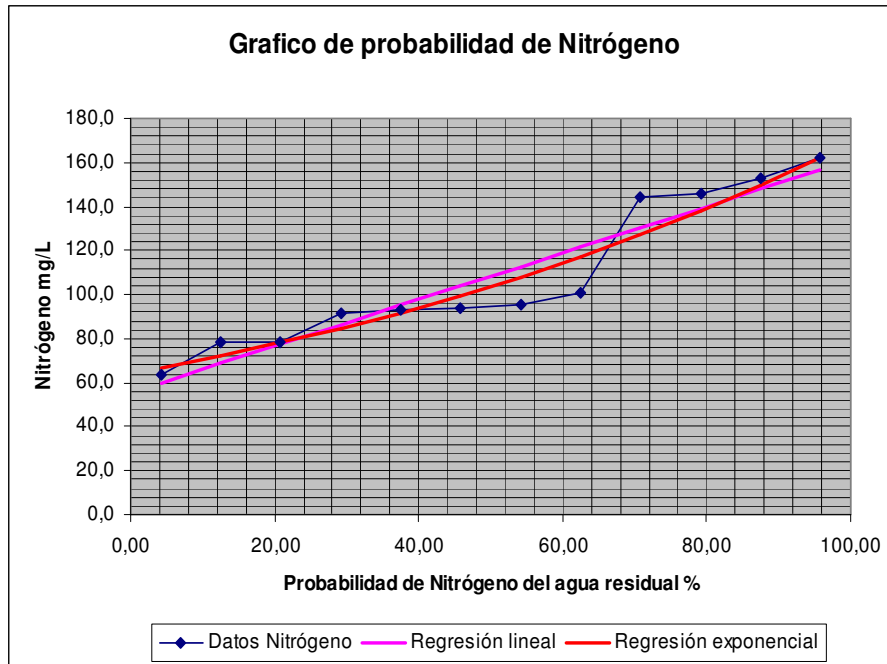
margarina, aceites vegetales, hidrocarburos y carnes. Los aceites y grasas de origen animal y vegetal son comúnmente biodegradables y, aun en su forma emulsificada, pueden tratarse en plantas de tratamiento biológico. Sin embargo, cargas altas de grasas emulsificadas como las provenientes de mataderos, lavanderías y otras industrias causan serios problemas de mantenimiento en las plantas de tratamiento. Para este caso se tiene un valor promedio de 147.40 mg/l.

**9.1.2.8 Análisis nitrógeno total:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de nitrógeno vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 31 y gráfico No 8).

**Cuadro No 31.** Valores para el gráfico nitrógeno total vs. Frecuencia

m	Nitrógeno	f(%)	Nitrógeno Reg. Lineal	Nitrógeno Reg. Exp
1	63,7	4,17	59,99	66,49
2	78,4	12,50	68,77	72,10
3	78,6	20,83	77,56	78,18
4	91,2	29,17	86,34	84,77
5	93,1	37,50	95,12	91,92
6	93,8	45,83	103,91	99,66
7	95,2	54,17	112,69	108,07
8	100,8	62,50	121,48	117,18
9	144,2	70,83	130,26	127,06
10	145,6	79,17	139,04	137,77
11	152,6	87,50	147,83	149,38
12	162,4	95,83	156,61	161,97
Σ	1299,6		1299,60	1294,54

**Gráfico No 8.** Gráfico nitrógeno total vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 32).

**Cuadro No 32.** Resultados análisis nitrógeno total

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	63,86
b	0,0097
r	0,99
$r^2$	0,98
Promedio geométrico	103,78
Promedio aritmético	107,88
Desviación estándar (s)	31,23
Limite de confianza	127,72
	88,04
Cuartil 1	83,12
Cuartil 3	129,73
Error estándar	9,01
Varianza	975,23

**Nitrógeno total:** De gran importancia por estar presente en el metabolismo de plantas y animales, requerido en la síntesis de proteínas en los procesos biológicos. El nitrógeno presente en las aguas residuales está compuesto por proteínas y urea. Además, las concentraciones de nitrógeno total en aguas

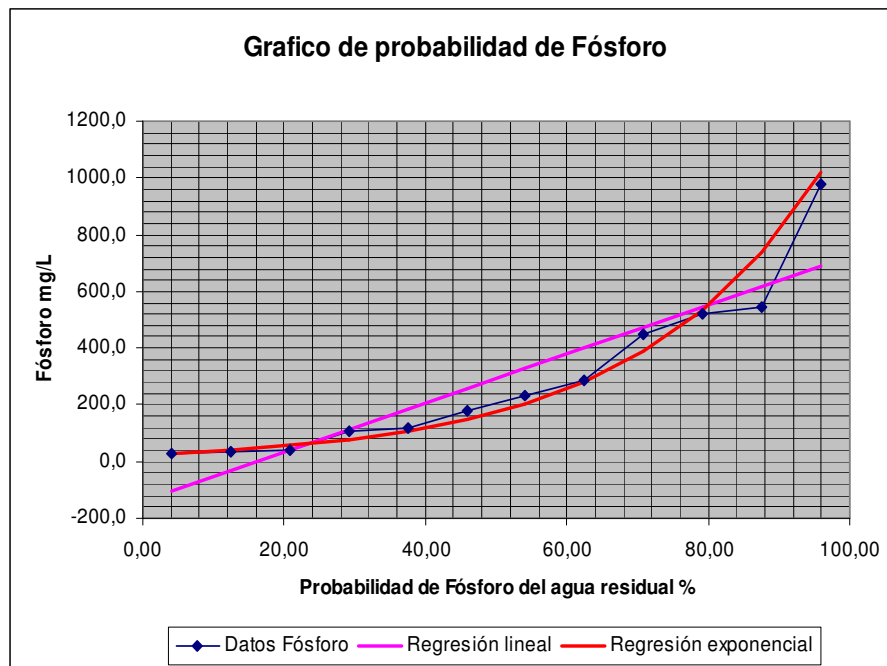
residuales domesticas pueden ser de 30 a 100 mg/l; el valor promedio de este parámetro en este caso es de 103.78 mg/l.

**9.1.2.9 Análisis fósforo total:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de Fósforo vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 33 y gráfico No 9).

**Cuadro No 33.** Valores para el gráfico fósforo total vs. Frecuencia

m	Fósforo	f(%)	Fósforo Reg. Lineal	Fósforo Reg. Exp
1	27,0	4,17	-104,92	29,43
2	34	12,50	-32,49	40,62
3	43	20,83	39,93	56,07
4	104	29,17	112,36	77,39
5	118	37,50	184,78	106,81
6	180	45,83	257,20	147,43
7	235	54,17	329,63	203,49
8	285	62,50	402,05	280,88
9	447	70,83	474,48	387,69
10	523	79,17	546,90	535,12
11	545	87,50	619,33	738,61
12	980,0	95,83	691,75	1019,48
Σ	3521		3521,00	3623,00

**Gráfico No 9.** Gráfico fósforo total vs. Frecuencia.



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro 34).

**Cuadro No 34.** Resultados análisis fósforo total

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	25,05
b	0,0387
r	0,99
$r^2$	0,97
Promedio geométrico	173,21
Promedio aritmético	301,92
Desviación estándar (s)	315,19
Limite de confianza	502,18
	101,65
Cuartil 1	72,06
Cuartil 3	424,55
Error estándar	90,99
Varianza	99343,43

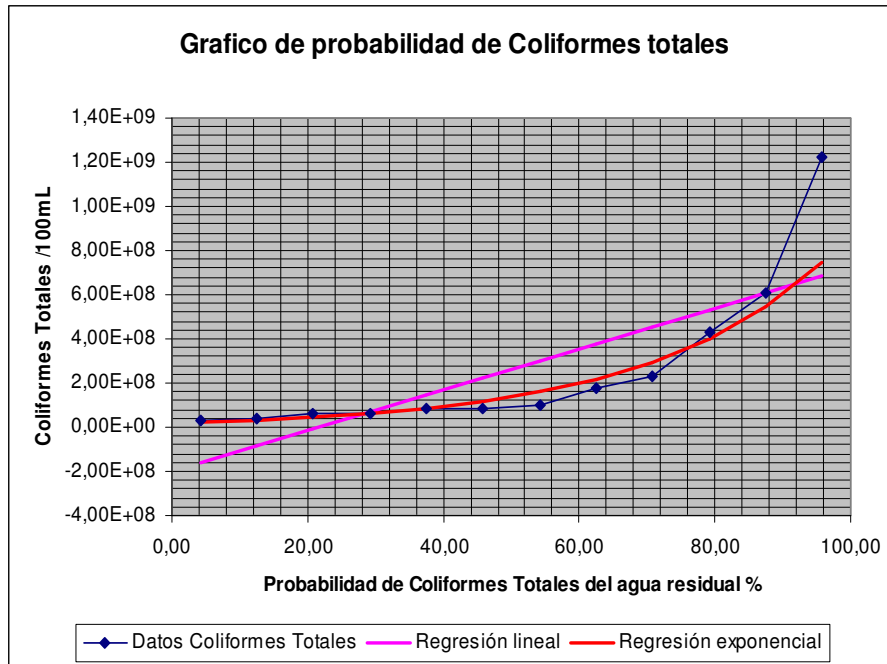
**Fósforo total:** Como el nitrógeno, es esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Debido a los crecimientos indeseables de algas que ocurren en aguas superficiales, existe marcado interés en removerlo de las aguas residuales. También es necesario para procesos de tratamiento biológico. La presencia de fósforo en las aguas residuales es debida principalmente a la presencia de detergentes. Para este caso se obtuvo un valor promedio de 173.21 mg/l.

**9.1.2.10 Análisis coliformes totales:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de coliformes totales vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 35 y gráfico No 10).

**Cuadro No 35.** Valores para el gráfico coliformes totales vs. Frecuencia

m	Coli. Totales	f(%)	Coli. Totales Reg. Lineal	Coli. Totales Reg. Exp
1	2,80E+07	4,17	-1,62E+08	2,46E+07
2	4,20E+07	12,50	-8,52E+07	3,35E+07
3	5,80E+07	20,83	-8,31E+06	4,58E+07
4	6,00E+07	29,17	6,86E+07	6,24E+07
5	8,40E+07	37,50	1,46E+08	8,52E+07
6	8,60E+07	45,83	2,22E+08	1,16E+08
7	9,80E+07	54,17	2,99E+08	1,59E+08
8	1,80E+08	62,50	3,76E+08	2,16E+08
9	2,34E+08	70,83	4,53E+08	2,95E+08
10	4,30E+08	79,17	5,30E+08	4,03E+08
11	6,10E+08	87,50	6,07E+08	5,49E+08
12	1,22E+09	95,83	6,84E+08	7,49E+08
$\Sigma$	3,13E+09		3,13E+09	2,74E+09

**Gráfico No 10.** Gráfico coliformes totales vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 36).

**Cuadro No 36.** Resultados análisis coliformes totales

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	2,10E+07
b	0,0373
r	0,97
r <sup>2</sup>	0,95
Promedio geométrico	1,36E+08
Promedio aritmético	2,28E+08
Desviación estándar (s)	2,31E+08
Limite de confianza	3,75E+08
	8,14E+07
Cuartil 1	5,83E+07
Cuartil 3	3,22E+08
Error estándar	6,67E+07
Varianza	5,34E+16

**Coliformes totales:** Los organismos patógenos que pueden existir en el agua residual son, generalmente, pocos y difíciles de aislar e identificar, por esta razón se prefiere utilizar a los coniformes como organismo indicador de contaminación o,

en otras, palabras, como indicador de las existencia de organismos productores de enfermedad.

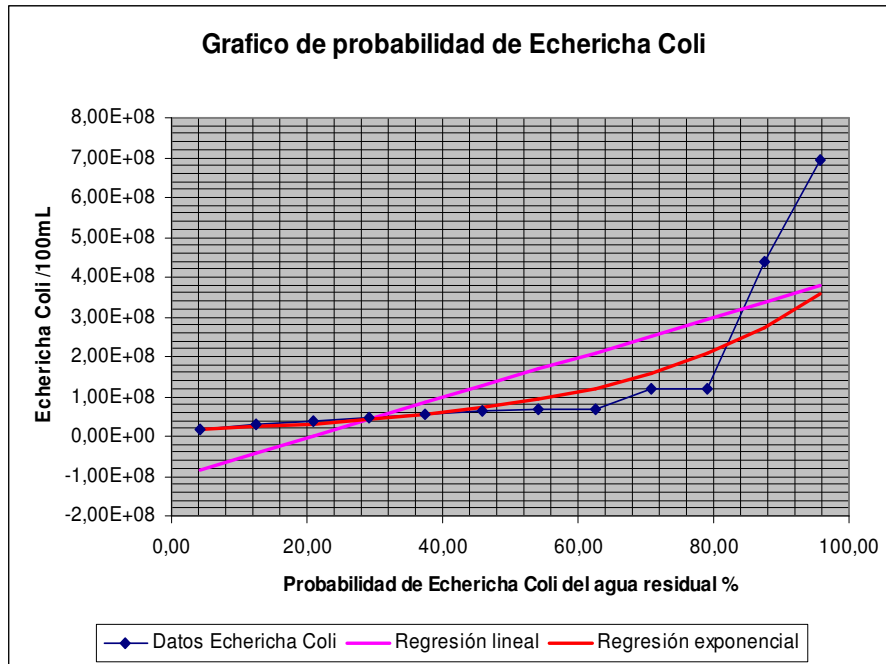
El hombre arroja diariamente, en sus excrementos, entre  $10^9$  y  $4 \times 10^{11}$  coliformes/persona, por tanto, su presencia puede detectarse con facilidad y utilizarse como norma de control sanitario.

**9.1.2.11 Análisis Echericha Coli:** Con los datos obtenidos de la caracterización se procedió a realizar la gráfica de Echericha Coli vs. Frecuencia y sus respectivas regresiones tanto lineal como exponencial, (Ver cuadro No 37 y gráfico No 11).

**Cuadro No 37.** Valores para el gráfico Echericha Coli vs. Frecuencia

m	Echericha Coli	f(%)	Echericha Reg. Lineal	Echericha Reg. Exp
1	1,80E+07	4,17	-8,51E+07	1,82E+07
2	3,10E+07	12,50	-4,28E+07	2,39E+07
3	3,80E+07	20,83	-6,06E+05	3,13E+07
4	4,70E+07	29,17	4,16E+07	4,10E+07
5	5,70E+07	37,50	8,39E+07	5,38E+07
6	6,30E+07	45,83	1,26E+08	7,05E+07
7	7,00E+07	54,17	1,68E+08	9,25E+07
8	7,00E+07	62,50	2,11E+08	1,21E+08
9	1,20E+08	70,83	2,53E+08	1,59E+08
10	1,20E+08	79,17	2,95E+08	2,08E+08
11	4,40E+08	87,50	3,37E+08	2,73E+08
12	6,92E+08	95,83	3,80E+08	3,58E+08
Σ	1,77E+09		1,77E+09	1,45E+09

**Gráfico No 11.** Gráfico Echericha Coli vs. Frecuencia



Como se observa en la gráfica la regresión que mejor se ajusta es la exponencial, por lo tanto los datos estadísticos calculados son los siguientes (Ver cuadro No 38).

**Cuadro No 38.** Resultados análisis Echericha Coli

Regresión exponencial	
$y = ae^{bx}$	
a	1,59E+07
b	0,0325
r	0,93
$r^2$	0,97
Promedio geométrico	8,07E+07
Promedio aritmético	1,21E+08
Desviación estándar (s)	1,09E+08
Limite de confianza	1,90E+08
	5,16E+07
Cuartil 1	3,86E+07
Cuartil 3	1,71E+08
Error estándar	3,15E+07
Varianza	1,19E+16

**Echericha Coli:** Considerada como la población de bacterias coliformes mas representativas de contaminación fecal. El género Aerobacter y algunas Echericha pueden crecer en el suelo, lo cual implica que la presencia de coliformes no necesariamente representa la existencia de contaminación fecal humana.



En la remoción de coliformes tiene efecto principal el tiempo de retención, la temperatura, la radiación ultravioleta, la concentración algar y el consumo por protozoos.

La concentración promedio de algunos de los parámetros se clasifica como fuerte, media o débil de acuerdo al siguiente cuadro (Ver cuadro No 39):

**Cuadro No 39.** Composición típica de aguas residuales no tratadas

Constituyente	Concentración		
	Fuerte	Mediano	Débil
Sólidos Totales (mg/l)	1200	720	350
Sólidos Disueltos (mg/l)	850	500	250
Sólidos Suspendidos (mg/l)	350	220	100
Sólidos Sedimentables (mg/l-h)	20	10	5
Nitrógeno Total (mg/l)	85	40	20
Fósforo Total (mg/l)	15	8	4
Grasas y Aceites (mg/l)	150	100	50
DQO (mg/l)	1000	500	250
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	400	220	110

Fuente: METCALF & EDDY. Ingeniería Sanitaria. 1995, Vol. 1 pág. 125

Para establecer el tipo de agua residual se realiza una comparación del anterior cuadro con los datos promedios del análisis de resultados para cada parámetro y con los datos obtenidos de la muestra integrada (Ver cuadro No 40):

**Cuadro No 40.** Composición aguas residuales de Pupiales

PARAMETRO	Promedio	Muestra Integrada	Concentración
pH	6,43	6,33	MEDIA
Temperatura °C	14,50	-	MEDIA
Sólidos Totales mg/l	1637,11	1149,00	FUERTE
Sólidos Suspendidos mg/l	576,32	478,00	FUERTE
Sólidos Disueltos mg/l	1060,79	671,00	FUERTE
Sólidos Sedimentables mg/l-h	5,76	4,00	DEBIL
Grasas y Aceites mg/l	147,40	150,60	FUERTE
Nitrógeno mg/l	103,78	58,80	FUERTE
Fósforo mg/l	173,21	18,70	FUERTE
DBO <sub>5</sub>	1063,12	1013,00	FUERTE
DQO	1896,85	1780,00	FUERTE
UFC Coliformes Totales/100ml	1,36E+08	-	**
UFC Echericha coli/100ml	8,07E+07	-	**

\*\* Para Coliformes cualquier concentración es patógena.

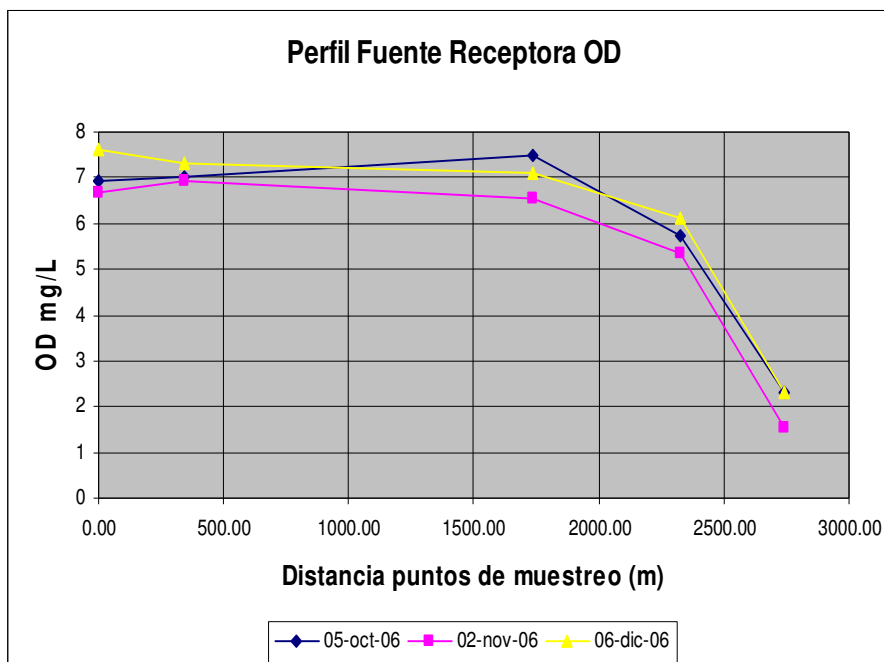
Del cuadro anterior se puede establecer que el valor de la muestra integrada y el valor obtenido mediante el análisis para cada parámetro, son muy similares, a excepción de los datos de Fósforo total y Nitrógeno Total, esto indica que el

análisis ha sido bien realizado y es adecuado para esta agua residual. Con respecto al agua residual del municipio de Pupiales, podemos afirmar que aparte de ser un agua residual domestica también es industrial ya que tiene unas concentraciones altas de materia orgánica, grasas, aceites y sólidos, lo que quiere decir que la industria que existe en este municipio como son las procesadoras de alimentos específicamente la industria procesadora de leche, mataderos y estaciones de servicio, aportan en gran parte a la composición de esta agua. Es importante establecer que la composición de esta agua también deja observar que tiene una gran concentración de nutrientes y un valor normal para el pH, lo cual es bueno para el tratamiento biológico. La concentración de coliformes totales y fecales es normal como en cualquier agua residual.

## 9.2 FUENTE RECEPTORA

Con los datos obtenidos de la caracterización de la fuente receptora se determinaran los perfiles de la misma, teniendo en cuenta la distancia entre los puntos de muestreo y la concentración en cada uno de ellos, de los parámetros más importantes (Oxígeno Disuelto, DBO<sub>5</sub>, DQO y Sólidos Totales), en las tres jornadas de muestreo. Para de esta manera observar el comportamiento de la fuente con respecto a los vertimientos puntuales del casco urbano del municipio de Pupiales. (Ver gráficos No 12, 13, 14 y 15 respectivamente).

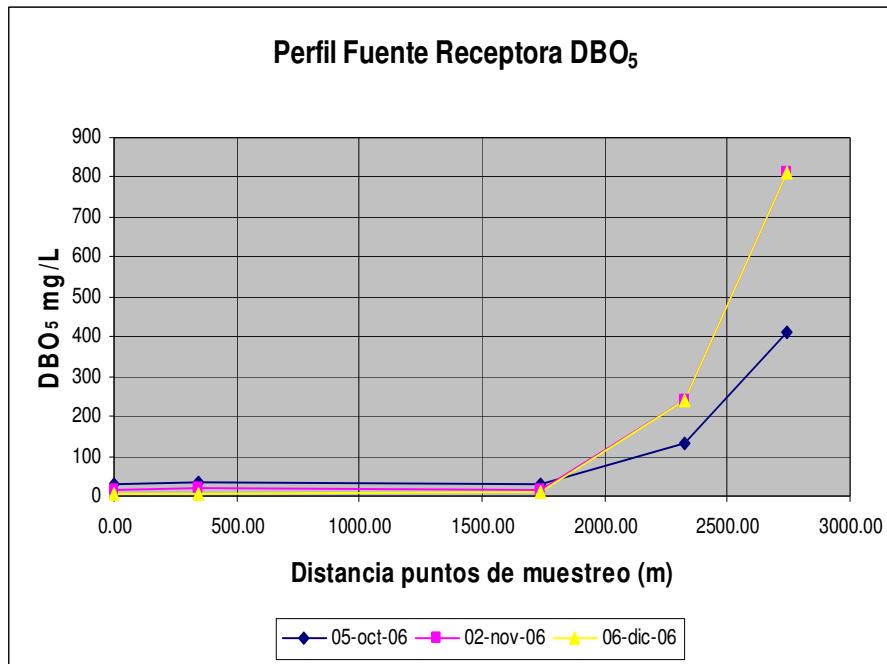
**Gráfico No 12.** Gráfico Perfil fuente receptora oxigeno disuelto.



**Cuadro No 41.** Datos gráfico perfil fuente receptora OD

DATOS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DISTANCIA	0.00	344.00	1737.39	2323.32	2740.66
5 DE OCTUBRE DE 2006	6.93	7.00	7.47	5.73	2.33
2 DE NOVIEMBRE DE 2006	6.66	6.93	6.53	5.33	1.53
6 DE DICIEMBRE DE 2006	7.6	7.3	7.1	6.1	2.3

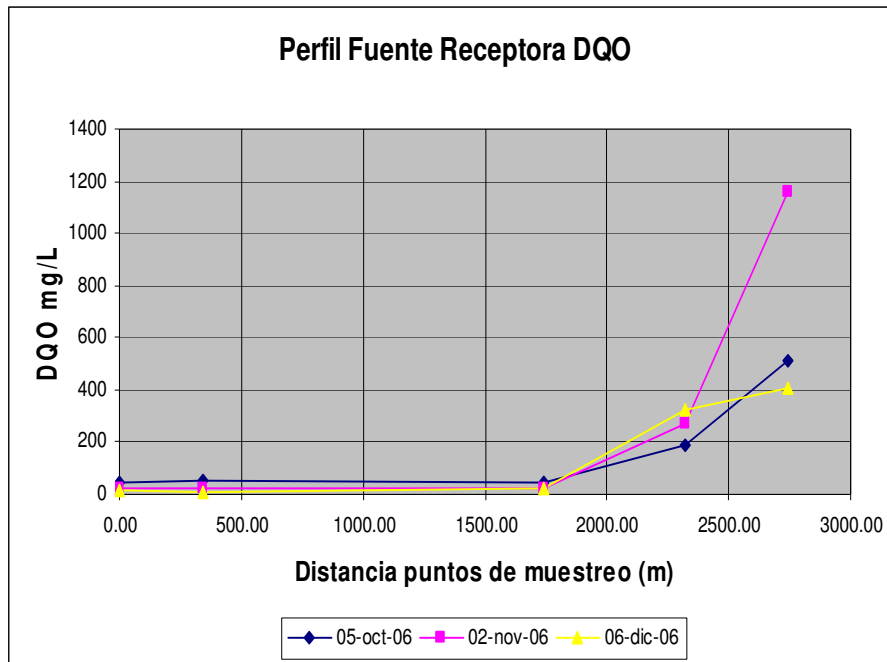
**Gráfico No 13.** Gráfico Perfil fuente receptora DBO<sub>5</sub>.



**Cuadro No 42.** Datos gráfico perfil fuente receptora DBO<sub>5</sub>.

DATOS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DISTANCIA	0.00	344.00	1737.39	2323.32	2740.66
5 DE OCTUBRE DE 2006	31.6	32.1	30.2	134	410
2 DE NOVIEMBRE DE 2006	16	17.3	17	239	810
6 DE DICIEMBRE DE 2006	7	4.3	10	239	810

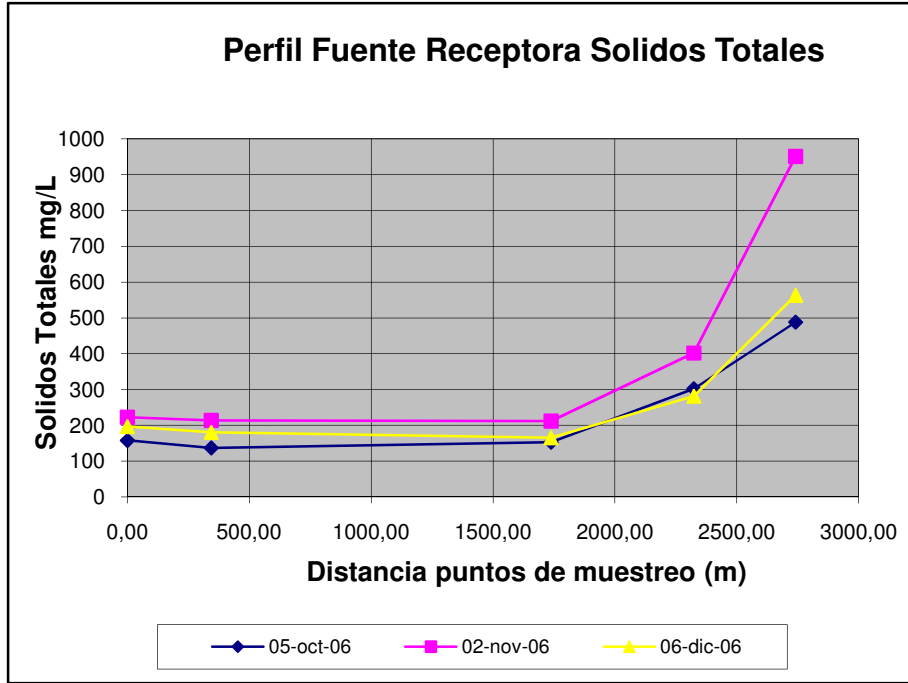
**Gráfico No 14.** Gráfico Perfil fuente receptora DQO



**Cuadro No 43.** Datos gráfico perfil fuente receptora DQO.

DATOS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DISTANCIA	0.00	344.00	1737.39	2323.32	2740.66
5 DE OCTUBRE DE 2006	46.1	49.2	47.4	189	514
2 DE NOVIEMBRE DE 2006	19.9	22.4	20.1	270	1160
6 DE DICIEMBRE DE 2006	12.2	9.6	20.1	322	406

**Gráfico No 15.** Gráfico Perfil fuente receptora sólidos totales



**Cuadro No 44.** Datos gráfico perfil fuente receptora sólidos totales.

DATOS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DISTANCIA	0.00	344.00	1737.39	2323.32	2740.66
5 DE OCTUBRE DE 2006	158	137	153	302	488
2 DE NOVIEMBRE DE 2006	223	214	212	402	951
6 DE DICIEMBRE DE 2006	196	180	165	281	563

Fuente: ESTA INVESTIGACION

De los gráficos y cuadros anteriores se puede establecer que la fuente receptora se ve seriamente afectada por los vertimientos puntuales del casco urbano del municipio de Pupiales, por tal razón es necesaria la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que minimice el impacto ambiental sobre esta fuente.

## 10. CARGAS CONTAMINANTES

Los efectos de las aguas residuales sobre el sistema de tratamiento y sobre la fuente receptora son función de sus características o composición, es decir, de su concentración, así como de su cantidad o caudal. El producto de la concentración por el caudal, en un sitio específico, se denomina carga y generalmente se expresa en kg/d<sup>10</sup>.

Toda fuente receptora, o sistema de tratamiento, tiene una capacidad de asimilación de contaminantes. En el caso de un río, si se excede la capacidad de asimilación, se convierte en un río contaminado. En el caso de un sistema de tratamiento, si se excede su capacidad de tratamiento, por carga o por concentración, el sistema entra en dificultades operacionales, probablemente pierde su capacidad de remoción, y producirá un efluente inferior en calidad al requerido.

En la evaluación y control de la contaminación, la cuantificación de la concentración y de la carga contaminante de un residuo es de máxima importancia para asegurar diseños confiables de los sistemas de tratamiento y equidad en los costos o tasas retributivas asignadas por tratamiento, o por disposición de efluentes de aguas residuales.

Uno de los aspectos más importantes, cuando se cuantifica la dimensión de la calidad del agua, consiste en determinar la carga másica total de un contaminante, descargada por unidad de tiempo, sobre una fuente receptora específica. La variabilidad del caudal y de la concentración, así como la existencia de aportes puntuales y no puntuales, complica dicha evaluación. Aun después del tratamiento de un agua residual, puede ser necesario disponer una carga contaminante sobre una fuente receptora. El porcentaje de remoción necesario depende, principalmente, de la norma para el mejor uso de la fuente receptora.

Un sobretatamiento del agua residual implica un costo adicional, oneroso para el propietario del sistema de tratamiento; un subtratamiento supone un despilfarro de esfuerzo y dinero, puesto que no se satisface el criterio de disposición. Consecuentemente, en el planeamiento de un sistema de tratamiento para satisfacer una norma o estándar de calidad, con base en el mejor uso de la fuente receptora, es de gran importancia calcular la carga máxima permisible que puede disponerse si se quiere aprovechar la capacidad de autopurificación de la fuente receptora y el beneficio económico consecuente.

---

<sup>10</sup> Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño, Jairo Alberto Romero Rojas, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 157.

Para el cálculo de la carga contaminante media se utiliza la siguiente expresión:

$$W = 10^{-3} QC$$

Donde:        W = Carga másica, Kg/d.  
                  Q = Caudal, m<sup>3</sup>/d.  
                  C = Concentración, mg/l o g/m<sup>3</sup>.

Para el cálculo de las cargas contaminantes se tendrán en cuenta los parámetros que son objeto de cobro de la tasa retributiva.

Según el decreto 1594 de 1984 en su capítulo doce (12), artículo 142 donde se afirma que: "la utilización directa o indirecta de los ríos, arroyos, lagos y aguas subterráneas para introducir o arrojar en ellos desechos o desperdicios agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen y sustancias nocivas que sean resultado de actividades lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas del servicio de eliminación o control de las consecuencias de las actividades nocivas expresadas. Dichas tasas serán pagadas semestralmente en los términos del presente Decreto".

Además en el decreto 3100 del 30 de octubre del 2003, por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales; en su artículo 17, afirma que "Sustancias contaminantes objeto del cobro de tasas retributivas. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establecerá las sustancias, parámetros, elementos que serán objeto del cobro de la tasa retributiva por vertimientos y los parámetros de medida de las mismas". Para el año 2006 según factura G-0003, el municipio de Pupiales cancelo el valor de \$ 14.671.049 pesos por concepto de tasa retributiva a CORPONARIÑO donde los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron DBO y SST.

Por lo anterior, se calcularan las cargas contaminantes de los siguientes parámetros:

- DBO<sub>5</sub>.
- DQO.
- SST.

Como se observó en el capítulo anterior, las concentraciones de los parámetros que son objeto del cobro de la tasa retributiva son concentraciones altas; por esta razón se decidió proyectar las cargas contaminantes en función del volumen o sea el caudal de aguas residuales y no su concentración, ya que las altas concentraciones encontradas en el agua residual de esta localidad son debidas a los vertimientos industriales que son descargados directamente al sistema de

alcantarillado, sin ningún sistema de pretratamiento dispuesto por estas industrias.

Las industrias están en la obligación de tratar sus residuos líquidos para verterlos en el sistema de alcantarillado. De esta manera se reducirán las cargas contaminantes en un futuro provenientes de las aguas residuales del casco urbano de Pupiales. En el siguiente cuadro se resumen las cargas contaminantes medias proyectadas y actuales. (Ver cuadro No 45).

**Cuadro No 45.** Cargas contaminantes medias actuales y proyectadas

Parámetro	Caudal l/s.		Concentración mg/l	Carga Kg/d
DBO <sub>5</sub>	QMD Aforado	14.79	1063.12	1358.27
	QMD Proyectado	19.41		1783.09
DQO	QMD Aforado	14.79	1896.85	2423.47
	QMD Proyectado	19.41		3181.44
SST	QMD Aforado	14.79	1637.11	2091.62
	QMD Proyectado	19.41		2745.80

Se puede decir que un habitante de una comunidad, en una región determinada, y según las condiciones de abastecimiento de agua, nivel de vida y sistema de alcantarillado disponibles, vierte una cantidad media de contaminación fija y bien determinada, expresada en gramos / habitante – día<sup>11</sup>. En el siguiente cuadro se muestran las cargas medias por habitante y por día. (Ver cuadro No 46).

**Cuadro No 46.** Cargas contaminantes medias por habitante - día

		DBO <sub>5</sub> mg/hab.-día	S.S. mg/hab.-día
Red Separativa	Zona Residencial	50	50
	Núcleo Poblacional	60	75
Red Unitaria	Núcleo Población	75	90
Medellín		45	45
Bogotá		61	61
Poblaciones Pequeñas		40	45

Fuente: TEORÍA Y DISEÑOS DE LOS TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES. Pág. 43.

Para determinar la carga contaminante generada por la industria se utiliza el concepto de habitante equivalente, que permite traducir actividades no proporcionales al número de habitantes de una población equivalente que contaminaría en el mismo grado.

<sup>11</sup> Teoría y Diseño de los Tratamientos de Aguas Residuales, Ing. Roberto Salazar Cano, Universidad de Nariño. Pág. 43.



Si un habitante produce  $K_i$  g/h-d de  $DBO_5$ , una industria: Con un  $(Q_i)$  y una  $(DBO_5)_i$  producirá:

$$\text{Hab-equivalente}_{\text{industria}} = \frac{Q_i \times (DBO_5)_i}{K_i \text{ g / hab - día}} \quad (12)$$

En el caso del casco urbano de Pupiales no se cuenta con los datos de de  $DBO_5$  generada por la industria, por tal razón se aplica la siguiente metodología:

1. Con la carga másica actual promedio calculada para la  $DBO_5$  del casco urbano de Pupiales y asumiendo una carga contaminante media 50 gramos/habitante – día se determinan los habitantes equivalentes:

$$\text{Hab-equivalente} = \frac{1358.27 \text{ kg / d} \times 1000 \text{ g / kg}}{50 \text{ g / h - d}} = 27165 \text{ hab.}$$

2. Si la población para el año 2006 es de 5364 habitantes para el casco urbano, se puede decir que:

$$\text{Hab-equivalente}_{\text{industria}} = 27165 - 5364 = 21801 \text{ habitantes}$$

Lo cual confirma que la industria es parte importante en la composición de las aguas residuales de este municipio.

---

<sup>12</sup> Teoría y Diseño de los Tratamientos de Aguas Residuales, Ing. Roberto Salazar Cano, Universidad de Nariño. Pág. 44.

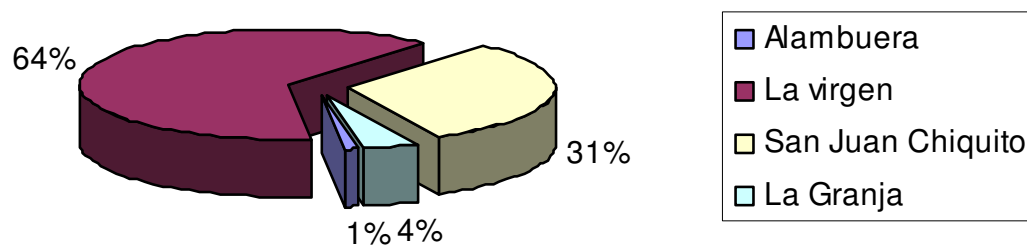
## 11. UNIFICACION DE VERTIMIENTOS.

Como se observó en el capítulo cuarto de este documento, Pupiales cuenta con cuatro puntos de vertimiento: La Alambuera, La Virgen, San Juan Chiquito y la Granja. Uno de los propósitos de este trabajo es reducir los puntos de vertimiento para su posterior tratamiento, esto es posible mediante la proyección de un interceptor para estos cuatro colectores, además es necesario realizar los diseños de los colectores La Virgen, San Juan Chiquito y La Granja, ya que no cumplen con el parámetro de velocidad máxima, que se revisó en el diagnóstico general del sistema de alcantarillado. Para el diseño del interceptor y los colectores es importante establecer qué cantidad de agua residual capta cada colector (Ver cuadro No 47 y gráfico No 16).

**Cuadro No 47.** Porcentajes de recolección de aguas residuales por usos.

COLECTOR	Residencial		Industrial		Institucional		Caudal total	
	Hab.	%	ha	%	ha	%	Σ%	%
Alambuera	128	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43	0,81
La virgen	2989	56,85	0,35	58,93	1,60	74,24	190,03	63,34
San Juan Chiquito	1438	27,35	0,24	41,07	0,56	25,76	94,17	31,39
La Granja	703	13,37	0,00	0,00	0,00	0,00	13,37	4,46
Total	5257	100,00	0,59	100,00	2,16	100,00	300	100,00

**Gráfico No 16.** Porcentajes de recolección de aguas residuales por usos.



### 11.1 PARAMETROS DE DISEÑO

Para el diseño de este interceptor la empresa prestadora del servicio (EPSERP ESP.) teniendo en cuenta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 estableció los siguientes parámetros y criterios de diseño para el mismo:

- Diámetro mínimo: 8 pulgadas
- Velocidad mínima: 0.45 m/s
- Velocidad máxima: 5 m/s
- Fuerza tractiva > 0.12 kg/m<sup>2</sup>
- Régimen del flujo no debe ser crítico: Número Fraude < 0.9 y >1.1
- Profundidad hidráulica: La correspondiente a flujo lleno (Por ser un sistema semicombinado).
- Material tubería concreto simple.
- Distancia máxima entre pozos de inspección 100m.
- Profundidad de tuberías 1 metro desde el terreno a la cota clave en zonas verdes y 1.2 metros en áreas transitables.

## 11.2 CAUDALES DE DISEÑO

Establecidos los parámetros se procede a determinar los caudales de diseño de agua residual y aguas lluvias, que también fueron utilizados para el diagnostico general del sistema de alcantarillado de esta localidad, tanto actuales como proyectados a 20 años (Ver cuadros No 48 y 49).

**Cuadro No 48.** Caudales de agua residual y aguas lluvias actuales calculados.

EMISARIO	Pobl. hab.	Qres. l/s	Qind. l/s	Qins. l/s	QMD l/s	F	QMH l/s	Qinf. l/s	QR l/s	Qall l/s	Qtotal l/s
Alambuera	128	0,36	0,00	0,00	0,36	5,00	1,81	2,72	4,53	0,00	4,53
La virgen	2989	5,40	0,99	0,64	7,03	4,02	28,24	6,37	34,61	597,40	632,01
San J. Chiquito	1438	2,60	0,69	0,22	3,51	4,65	16,33	3,06	19,39	286,55	305,94
La Granja	703	1,27	0,00	0,00	1,27	5,00	6,35	1,50	7,85	245,90	253,75
Total	5257	9,49	1,69	0,86	12,04	3,59	43,20	11,21	54,41	1129,85	1184,26

**Cuadro No 49.** Caudales de agua residual y aguas lluvias proyectados.

EMISARIO	Pobl. hab.	Qres. l/s	Qind. l/s	Qins. l/s	QMD l/s	F	QMH l/s	Qinf. l/s	QR l/s	Qall l/s	Qtotal l/s
Alambuera	192	0,56	0,00	0,00	0,56	5,00	2,82	2,72	5,54	0,00	5,54
La virgen	4503	8,86	1,49	0,96	11,31	3,70	41,87	6,37	48,24	597,40	639,55
San J. Chiquito	2166	4,26	1,04	0,33	5,64	4,28	24,15	3,06	27,21	286,55	310,72
La Granja	1059	2,08	0,00	0,00	2,08	4,94	10,30	1,50	11,80	245,90	258,21
Total	7920	15,58	2,54	1,29	19,41	3,31	64,17	11,21	75,37	1129,85	1214,02

Como se puede observar el colector Alambuera no presenta caudal de aguas lluvias ya que el sector que aporta a este alcantarillado está ubicado fuera del casco urbano, por esto es un sistema rural y las aguas lluvias tienen su propio

drenaje natural. El uso es primordialmente residencial ya que no existen industrias y tampoco entidades oficiales.

### **11.3 RED DE TUBERIAS**

Por solicitud de la empresa se utilizará tuberías de concreto simple para la totalidad de los colectores. Se adopta este criterio ya que la empresa prestadora del servicio cuenta con una fábrica de este tipo de tuberías, por lo que se reducen notoriamente los costos y a la vez se utiliza la mano de obra de la región. Es de anotar que este tipo de tubería es la utilizada generalmente para este tipo de proyectos en toda la región y ha dado muy buenos resultados de uso a bajo costo.

### **11.4 UNION DE COLECTORES**

La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas apropiadas, denominadas estructuras de conexión. Usualmente, estas estructuras están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección, los cuales permiten el acceso para la revisión y mantenimiento de la red, por esta razón se denominan estructuras conexión-pozo<sup>13</sup>.

Por lo general, la forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior.

### **11.5 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO**

Con la topografía obtenida en el levantamiento del sector conocido como colector final se determina el trazado del interceptor teniendo en cuenta que la distancia máxima entre pozos sea menor a 100 metros, y que las profundidades de excavación sean las mínimas estipuladas por el reglamento. Con este trazado se determinan longitudes de tubería y pendientes. Siguiendo los métodos de cálculo estipulados en el RAS 2000, con el material de tuberías y caudales proyectados totales se establecen los diámetros y se controlan los parámetros de diseño máximos y con los caudales residuales actuales se chequea los parámetros de diseño mínimos como son la fuerza tractiva y velocidad mínima, teniendo en cuenta en ambos casos, el régimen del flujo no debe ser crítico. Cálculos hidráulicos y planos del interceptor final ver anexo I e J, respectivamente.

---

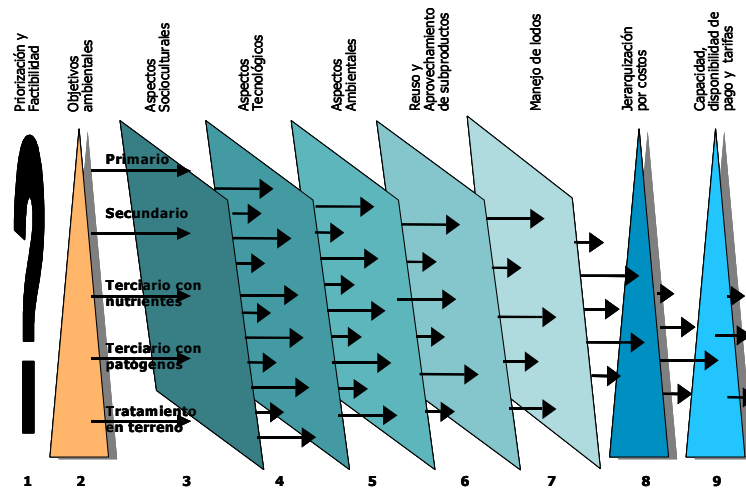
<sup>13</sup>Alcantarillados; Ing. Roberto Salazar Cano; Universidad de Nariño; Pág. 51

## 12. SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO

Como una contribución a los esfuerzos de las instituciones encargadas del control de la contaminación de los recursos hídricos y del sector de abastecimiento de agua y saneamiento en Colombia, el IDEAM en convenio con el Instituto CINARA de la universidad del Valle y la universidad tecnológica de Pereira, con el respaldo del ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, desarrollaron el proyecto: “Proyecto de Selección de Tecnología para el Control de la Contaminación por Aguas Residuales Domésticas para poblaciones entre 500 y 30000 habitantes”, a través del cual se elaboró un modelo conceptual, el que se concibe como parte de un proceso de construcción de una herramienta de planeación, que permite seleccionar y jerarquizar las alternativas tecnológicas sostenibles, teniendo en cuenta sus características, la calidad de los vertimientos, los objetivos de tratamiento, los usos de la fuente receptora, el enfoque de producción más limpia, los costos de inversión, operación y mantenimiento así como las características socioeconómicas y culturales de las comunidades<sup>14</sup>.

El modelo conceptual está conformado por 9 bloques temáticos, a través de los cuales se realiza la selección de tecnologías sostenibles, estos bloques son: Priorización y factibilidad del proyecto, objetivos ambientales, aspectos socioculturales, aspectos tecnológicos, aspectos ambientales, reuso y aprovechamiento de subproductos, manejo de lodos, costos de inversión, operación y mantenimiento, y tarifas, capacidad y disponibilidad a pagar.

**Gráfico No 17.** Esquema general del modelo conceptual



<sup>14</sup> Proyecto de selección de Tecnología para el control de la contaminación por aguas residuales domésticas para poblaciones entre 500 y 30.000 habitantes; Convenio IDEAM, UTP y CINARA; Pág. 2.

La información necesaria para alimentar los formatos del modelo de selección se obtuvo mediante: visitas de campo, consultas de material informativo del municipio como el esquema de ordenamiento territorial (EOT) y algunos proyectos presentados en el municipio con respecto a saneamiento básico, acueductos y alcantarillados; también información suministrada por las entidades municipales como la alcaldía y la empresa prestadora de servicios públicos de Pupiales.

## **BLOQUE 1. PRIORIZACION Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO**

### **Formato de entrada de datos**

#### **Actividades tipo F**

##### **F1.1. Identificación de la localidad**

Nombre: Pupiales

Tipo de localidad: Municipio

Departamento: Nariño

##### **F1.2. Número de habitantes en la localidad**

Población actual 5257 hab.

##### **F1.3. tasa de crecimiento de la población**

Tasa de crecimiento 2.07%

##### **F1.4. Periodo de diseño**

Periodo de diseño 20 años

##### **F1.5. Existencia de un plan de ordenamiento de la cuenca**

No

##### **F1.6. Tipo de fuente receptora**

Quebrada

##### **F1.7. Nombre de la fuente receptora**

Alambuera

##### **F1.8. DBO<sub>5</sub> y OD del cuerpo receptor antes de la descarga en periodo seco**

DBO<sub>5</sub> 31.6 mg/l

OD 6.43mg/l

##### **F1.9. Porcentaje de necesidades básicas insatisfechas**

NBI 36.74%

**F1.10. Existe plan de desarrollo municipal**

Si

**F1.11. Existe plan de ordenamiento territorial (EOT, PBOT ó POT)**

Si

**F1.12. Cobertura de acueducto**

108% (Cuadro No 2)

**F1.13. Cobertura de alcantarillado**

79% (Cuadro No 2)

**F1.14. Cobertura de aseo**

91% (Dato Suministrado por la empresa prestadora del servicio).

**F1.15. Existe disposición controlada de residuos sólidos para un periodo mínimo de 5 años**

Si, ya que el municipio cuenta con relleno sanitario.

**F1.16. Tipo de alcantarillado**

Combinado.

**F1.17. Porcentaje de conexiones erradas del alcantarillado pluvial al sanitario**

0%

**F1.18. Porcentaje de conexiones erradas del alcantarillado sanitario al pluvial**

0%

**F1.19. DBO<sub>5</sub> del vertimiento de la localidad en periodo húmedo sin lluvia**

DBO<sub>5</sub> 1063.12mg/l (Caracterización de vertimientos).

**F1.19. DQO del vertimiento de la localidad en periodo húmedo sin lluvia**

DQO 1896.85mg/l (Caracterización de vertimientos).

**Actividades tipo B**

**B1.1. Calculo de la población futura**

$$P_f = P_i(1 + r)^n$$

Donde:

$P_f$  = población futura en el período de diseño

$P_i$  = población actual = 5257 personas

$r$  = tasa de crecimiento de la población = 2.07 %

$n$  = período de diseño = 20 años

$$P_f = 5257(1 + 0.0207)^{20}$$

$$P_f = 7920 \text{ personas}$$

### **B1.2. Calculo del rezago de alcantarillado con respecto a la cobertura de acueducto**

$$\text{Rezago} = \text{AP} - \text{AL}$$

Donde:

AP = Cobertura agua potable %

AL = Cobertura de alcantarillado %

$$\text{Rezago} = 108\% - 79\% = 29\%$$

### **B1.3. Calculo de la relación DBO<sub>5</sub>/DQO**

$$S = \frac{DBO_5}{DQO}$$

Donde:

DBO<sub>5</sub> = Valor de DBO<sub>5</sub>

DQO = Valor de DQO

$$S = \frac{1063.12 \text{ mg/l}}{1896.85 \text{ mg/l}} = 0.56$$



## **BLOQUE 2. OBJETIVOS AMBIENTALES**

Formato de entrada de datos

### **Actividades tipo F**

#### **F2.1. Tipo de fuente receptora**

Quebrada

#### **F2.2. Existe plan de ordenamiento del recurso hídrico receptor de la descarga**

No

#### **F2.3. Caudal proyectado de agua residual**

75,37 l/s (Cuadro No 49).

#### **F2.7. Caudal del cuerpo receptor en periodo seco antes de la descarga**

48.79 l/s (Aforo de caudal fuente receptora aguas arriba cuadro No 16).

#### **F2.10. Población proyectada de la localidad**

7920 habitantes.

#### **F2.11. Existen captaciones de agua para consumo humano aguas abajo de la descarga**

No.

#### **F2.13. Velocidad promedio de la fuente receptora de la descarga**

0.238 m/s (Aforo de caudal fuente receptora aguas arriba cuadro No 16).

#### **F2.2. Concentración de coliformes totales en la fuente receptora de la descarga**

600.56NMP/100ml (Caracterización de fuente receptora).

### **Actividades tipo B**

#### **B2.1. Calculo del caudal proyectado de agua residual**

75,37 l/s (Cuadro No 49).

#### **B2.1. Calculo del factor de dilución**

$$S = \frac{Q_a}{Q_e}$$

Donde:

Qa = Caudal del cuerpo receptor.

Qe = Caudal efluente actual aforado.

$$S = \frac{48.79}{14.78} = 3.30$$

### Actividades tipo S

### Selección de esquema de tratamiento secundario S2.3.

**Cuadro No 50.** Esquemas tratamiento secundario.

Esquema No	Preliminar	Primario	Secundario
S1	Tpr2	S1C	BioD + S2
S2	Tpr1	TS	FA
S3	Tpr2		FA
S4	Tpr2	S1C	FP + S2
S5	Tpr2		LAi
S6	Tpr2		LAr
S7	Tpr2		LAOC + S2
S8	Tpr2	S1C	LAc +S2
S9	Tpr2		LASBR (2 unidades)
S10	Tpr2		UASB
S11	Tpr2		UASB + FP + S2
S12	Tpr2	S1A	HFL
S13	Tpr2	S1A	HFLr
S14	Tpr2	S1A	LF
S15	Tpr2	S1A	LFr
S16	Tpr2		UASB + LF
S17	Tpr2		UASB + LFr
S18	Tpr1	TS	HFL
S19	Tpr1	TS	HFLr
S20	Tpr2	S1A	HFS
S21	Tpr2	S1A	HFSr
S22	Tpr1	TS	HFS
S23	Tpr1	TS	HFSr
S24	Tpr1	TS	LF
S25	Tpr1	TS	LFr
S26	Tpr1	LA	HFL
S27	Tpr1	LAr	HFLr
S28	Tpr1	LA	HFS
S29	Tpr1	LAr	HFSr
S30	Tpr1	LA	LF
S31	Tpr1	LAr	LFr
S32	Tpr2		LF (2 en serie)
S33	Tpr2		LFr (2 en serie)

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA. IDEAM, UTP Y CINARA

### Listado de abreviaturas

**Tpr1** Tratamiento preliminar de rejilla gruesa + rejilla fina  
**Tpr2** Tratamiento preliminar de rejilla gruesa + rejilla fina + desarenador

<b>P</b>	Esquema tecnológico para tratamiento primario
<b>S</b>	Esquema tecnológico para tratamiento secundario
<b>TN</b>	Esquema tecnológico para tratamiento terciario con remoción de nutrientes
<b>TP</b>	Esquema tecnológico para tratamiento terciario con remoción de patógenos
<b>DP</b>	Esquema tecnológico para tratamiento y disposición en terreno
<b>S1C</b>	Sedimentador convencional
<b>S1A</b>	Sedimentador convencional alta tasa
<b>S2</b>	Sedimentador secundario
<b>Ts</b>	Tanque séptico
<b>SISAR</b>	Sistema de infiltración subsuperficial
<b>FIA</b>	Filtros intermitentes de Arena
<b>LA</b>	Laguna anaerobia
<b>LAr</b>	Laguna anaerobia con revestimiento artificial
<b>LF</b>	Laguna facultativa
<b>LFr</b>	Laguna facultativa con revestimiento artificial
<b>LM</b>	Laguna de maduración
<b>LMr</b>	Laguna de maduración con revestimiento artificial
<b>LLA</b>	Laguna con lenteja de agua
<b>LLAr</b>	Laguna con lenteja de agua con revestimiento artificial
<b>HFL</b>	Humedal de flujo libre
<b>HFLr</b>	Humedal de flujo libre con revestimiento artificial
<b>HFS</b>	Humedal de flujo subsuperficial
<b>HFSr</b>	Humedal de flujo subsuperficial con revestimiento artificial
<b>IL</b>	Infiltración lenta
<b>IR</b>	Infiltración rápida
<b>FS</b>	Flujo superficial
<b>LAc</b>	Lodos activados clásicos
<b>LAOC</b>	Lodos activados oxidación completa
<b>LASBR</b>	Lodos activados tipo secuencial por tandas
<b>LAI</b>	Laguna aireada
<b>LAir</b>	Laguna aireada con revestimiento artificial
<b>BioD</b>	Biodiscos
<b>FP</b>	Filtro percolador
<b>FA</b>	Filtro anaerobio
<b>UASB</b>	Reactor UASB

### **BLOQUE 3. ASPECTOS SOCIO CULTURALES DE LA LOCALIDAD**

Formato de entrada de datos

#### **Actividades tipo F**

##### **F3.1. Habitantes y tipo de localidad**

Número de habitantes en la localidad población actual a servir con planta de tratamiento: 5257 habitantes

##### **F3.1. Tipo de localidad**

Cabecera municipal

##### **F3.3. Aceptación de la planta de tratamiento de aguas residuales**

Porcentaje de habitantes que aceptan el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas, según encuesta realizada por la empresa prestadora del servicio EMPSERP.ESP. 60%.

##### **F3.4. Fuente de energía eléctrica**

La localidad se abastece de energía eléctrica por medio de: interconexión nacional.

##### **F3.5. Continuidad del servicio de energía eléctrica**

95 – 100% (CEDENAR Pupiales)

##### **F3.6. Disponibilidad de materiales de construcción**

Los materiales de construcción como arena, ladrillo, cemento, hierro, se obtienen en la localidad: si.

##### **F3.7. Insumos para operación, mantenimiento y mano de obra.**

##### **F3.7.4. Cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes.**

Máximo grado que se puede alcanzar en establecimientos educativos locales: Tecnológico o universitario.

Número de personas con estudios universitarios: más de 8

Existen establecimientos que suministran repuestos y accesorios de operación y mantenimiento para la planta de tratamiento: más de 2

Tipo de repuestos que se pueden obtener:

Hidráulicos (tubos, válvulas y accesorios) si

Mecánicos (ejes, balineras, motores eléctricos) si

Eléctricos (cables, interruptores, embobinados) si

Número de talleres de mecánica: más de 2  
Número de talleres de electricidad: más de 2

### **F3.8. Indicadores de gestión para categorización de localidades**

#### **F3.7.4. Cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes.**

Número de instituciones públicas: 5 – 9

Gremios y entidades privadas: más de 6

Número de organizaciones sociales y comunitarias: 4 – 6

Número de grupos ambientales organizados: no existen.

Número de proyectos ambientales ejecutados: más de 3

#### **F3.9. Facilidad de acceso centro urbano regional**

El centro regional urbano más próximo a la localidad es de tipo: Centro regional de relevo (Ipiales).

Tipo de transporte para llegar al centro urbano regional: terrestre.

La distancia al centro urbano regional es menor de 20km: si

Estado de la vía: pavimentada.

#### **F3.10. Indicadores de gestión para seleccionar tecnología**

##### **F3.10.4. Cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes.**

Número de instituciones públicas: 5 – 9

Gremios y entidades privadas: más de 6

Número de organizaciones sociales y comunitarias: 4 – 6

Número de grupos ambientales organizados: no existen.

Número de proyectos ambientales ejecutados: más de 3

Índice de desempeño fiscal: 59 Dato suministrado por la alcaldía municipal de Pupiales.

Existe una organización o entidad responsable de la administración del sistema de alcantarillado: si (EMP SERP ESP)

Se ha definido una tarifa independiente por el servicio de alcantarillado: si.

En la factura de cobro de servicios se muestra por separado la tarifa de alcantarillado: si

La entidad administradora lleva contabilidad separada para el servicio de alcantarillado: si.

La organización prestadora del servicio de alcantarillado lleva libros contables reglamentarios: si

La entidad prestadora del servicio de alcantarillado paga tasa retributiva a la autoridad ambiental: si

La entidad prestadora del servicio de alcantarillado traslada el cobro de la tasa retributiva a los usuarios: si.

Hay programa de control de pérdidas de agua en el acueducto local: no

## Actividades tipo B

### B3.1. Estimación de categoría de la localidad

**Cuadro No 51.** Ponderación de indicadores para categorización de cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes.

Valores e indicadores	5.001 - 12.500 habitantes	
	Ponderación de variables	Ponderación de indicadores
<b>SABER ACADEMICO</b>	<b>25</b>	
<b>Máximo grado alcanzado</b>		<b>10</b>
0 - 9 grado		3
10 - 11 grado		7
Tecnológico o universitario	X	10
<b>Personas profesionales</b>		<b>10</b>
No existen		0
1 - 4		5
5 - 8		10
Más de 8	X	15
<b>ACCESORIOS, REPUESTOS Y MATERIALES</b>	<b>25</b>	
<b>Número de establecimientos que suministran materiales de construcción</b>		<b>7</b>
No existen		0
1		3
2		5
Más de 2	X	7
<b>Repuestos y accesorios</b>		<b>18</b>
No existen repuestos hidráulicos		0
Existen repuestos hidráulicos	X	6
No existen repuestos mecánicos		0
Existen repuestos mecánicos	X	6
No existen repuestos eléctricos		0
Existen repuestos eléctricos	X	6
<b>SOPORTE TECNICO HUMANO LOCAL</b>	<b>20</b>	
<b>Talleres de mecánica</b>		<b>12</b>
No existen		0
1		4
2		8
Más de 2	X	12
<b>Talleres de electricidad</b>		<b>8</b>
No existen		0
1		2
2		4
Más de 2	X	8

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

**Cuadro No 51.** Ponderación de indicadores para categorización de cabeceras municipales entre 5001 – 12500 habitantes. (Continuación).

Valores e indicadores	5.001 - 12.500 habitantes	
	Ponderación de variables	Ponderación de indicadores
<b>INST. PUBLICAS Y PRIVADAS</b>	<b>10</b>	
<b>Instituciones Publicas</b>		<b>5</b>
2 - 4		0
5 - 9	X	3
Más de 9		5
<b>Gremios y Entidades Privadas</b>		<b>5</b>
1 - 2		0
3 - 4		1
5 - 6		3
Más de 6	X	5
<b>ORGANIZACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL</b>	<b>20</b>	
<b>Organizaciones sociales y comunitarias</b>		<b>5</b>
1 - 3		0
4 - 6	X	1
7 - 9		3
Más de 9		5
<b>Grupos Ambientales organizados</b>		<b>10</b>
No existen	X	0
1 - 2		3
3 - 4		7
Más de 4		10
<b>Proyectos ambientales ejecutados</b>		<b>5</b>
No existen		0
1		1
2 - 3		3
Más de 3	X	5

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Total: 10+15+7+6+6+6+12+8+3+5+1+0+5 = 84.

**Cuadro No 52.** Intervalos de categorías en cabeceras municipales

Población (habitantes)	Intervalos y categorías		
	500 - 2.500	≤ 20 (C <sub>1</sub> )	21 - 40 (C <sub>2</sub> )
2.501 - 5.000	≤ 30 (C <sub>4</sub> )	21 - 50 (C <sub>5</sub> )	51 - 100 (C <sub>6</sub> )
5.001 - 12.500	≤ 50 (C <sub>7</sub> )	51 - 65 (C <sub>8</sub> )	65 - 100 (C <sub>9</sub> )
12.501 - 30.000	≤ 60 (C <sub>10</sub> )	61 - 80 (C <sub>11</sub> )	81 - 100 (C <sub>12</sub> )

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Categoría de cabecera municipal C<sub>9</sub>



### **Categoría 9 (entre 66 y 100 puntos) C<sub>9</sub>**

En estas cabeceras municipales se puede alcanzar hasta 13 años de educación formal con orientación técnica, cuenta con educación no formal y se consiguen personas con estudios universitarios en carreras administrativas y técnicas.

Existen establecimientos comerciales que suministran materiales de construcción, repuestos y accesorios para plantas de tratamiento.

Se consiguen talleres de mecánica, electricidad y soldadura con personal especializado o empírico que puede apoyar los requerimientos de la planta de tratamiento.

Existen instituciones de carácter privado y público, que pueden apoyar los proyectos. Hay organizaciones comunitarias activas que apoyan la gestión de los proyectos.

#### **Cuadro No 53. Estimación de capacidad de gestión**

<b>Medición del Indicador</b>	<b>Ponderación máxima</b>
Nº de instituciones públicas	3
Nº de gremios y entidades privadas	5
Nº de organizaciones comunitarias	3
Nº de grupos ambientales	0
Nº de proyectos ambientales ejecutados / año	10
Índice de desempeño fiscal	10
Capacidad de gestión de servicios públicos	28
<b>Total</b>	<b>59</b>

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Capacidad de gestión según las siguientes ponderaciones:

Capacidad de gestión baja si se obtuvo 0 – 39 puntos.

Capacidad de gestión media si se obtuvo 40 – 60 puntos.

Capacidad de gestión alta si se obtuvo 61 – 100 puntos.

Total: 59 Capacidad de gestión MEDIA

### **Actividades tipo S**

#### **S3.1. Selección del esquema tecnológico en función de la energía eléctrica.**

Interconexión nacional con continuidad 95 – 100% esquemas:

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 y S33

### **S3.3. Selección del esquema tecnológico en función de la categoría de la localidad**

**S3.3.2.** Categoría 9 esquemas:

S1, S2, S3, S4, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 y S33.

### **S3.4. Selección del esquema tecnológico en función de acceso a centro urbano**

Terrestre vía pavimentada, esquemas:

S1, S2, S3, S4, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 y S33.

### **S3.5. Selección del esquema tecnológico en función de la capacidad de gestión.**

Capacidad de gestión MEDIA, esquemas:

S2, S3, S4, S10, S11, S16, S17, S18, S19, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 y S33.

## BLOQUE 4. ASPECTOS TECNOLOGICOS

Formato de entrada de datos

### Actividades tipo F

#### F4.2. Nivel de tratamiento secundario

F4.2.1. Caudal proyectado del agua residual  
Caudal 75.37 l/s. (Cuadro No 50)

F4.2.2. Temperatura promedio de agua residual  
Temperatura 14.50°C. (Promedio tomada en campo de la caracterización)

F4.2.3. DBO<sub>5</sub> promedio del agua residual  
Concentración DBO<sub>5</sub> 1063.12mg/l (caracterización de vertimientos)

F4.2.4. Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento.  
Área 2.5 ha. (Dispuesta a adquirir el municipio)

F4.2.5. Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia  
Profundidad del nivel freático: El nivel freático no se encontró en estado libre, la infiltración en la licuación del suelo es muy baja dado el grado de cohesión de la mayor parte de la matriz del suelo, por esta razón se dice que la profundidad del nivel freático en esta zona es superior a 3m.<sup>15</sup>

F4.2.6. Pendiente promedio del sitio de la planta

$$Pendiente\ Promedio = \frac{(2908,52 - 2893,363)}{(318,30 - 207,96)} \times 100 = 13,74\%$$

Según datos tomados del levantamiento topográfico del sector emisario final de Pupiales.

F4.2.7. Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia  
Permeabilidad 6 mm/h.<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Estudio de Suelos para un filtro en la planta de Tratamiento de Pupiales. Consultoría; Mejoramiento de la calidad del agua y aumento del caudal para el abastecimiento de la cabecera municipal.

<sup>16</sup> Estudio General de Suelos y Zonificación de tierras Departamento de Nariño. Instituto Geográfico Agustín Codazzi; 2004.

## Actividades tipo B

**Cuadro No 54.** Estimación del área requerida por los esquemas tecnológicos para nivel de tratamiento secundario

Esquema N°	Modelo	Esquema N°	Modelo
S1	$A=0.0121*Q^{1.0785}$	S18	$A=0.0992*Q^{0.9923}$
S2	$A=0.0081*Q^{0.994}$	S19	$A=0.0992*Q^{0.9923}$
S3	$A=0.0054*Q^{0.9852}$	S20	$A=0.0699*Q^{0.9917}$
S4	$A=0.0109*Q^{1.0477}$	S21	$A=0.0699*Q^{0.9917}$
S5	$A=0.0306*Q^{0.9952}$	S22	$A=0.071*Q^{0.944}$
S6	$A=0.0306*Q^{0.9953}$	S23	$A=0.071*Q^{0.994}$
S7	$A=0.0217*Q^{0.9474}$	S24	$A=0.1364*Q^{0.943}$
S8	$A=0.0126*Q^{1.0416}$	S25	$A=0.1364*Q^{0.943}$
S9	$A=0.0168*Q^{1.1212}$	S26	$A=0.1014*Q^{0.9922}$
S10	$A=0.0032*Q^{0.9085}$	S27	$A=0.1014*Q^{0.9922}$
S11	$A=0.0138*Q^{0.9783}$	S28	$A=0.0765*Q^{0.9709}$
S12	$A=0.0968*Q^{0.9931}$	S29	$A=0.0765*Q^{0.9709}$
S13	$A=0.0968*Q^{0.9931}$	S30	$A=0.1363*Q^{0.9999}$
S14	$A=0.1318*Q^{1.0007}$	S31	$A=0.1363*Q^{0.9999}$
S15	$A=0.1318*Q^{1.0007}$	S32	$A=0.2631*Q^{0.9999}$
S16	$A=0.1338*Q^{0.9967}$	S33	$A=0.2631*Q^{0.9999}$
S17	$A=0.1338*Q^{0.9967}$		

Esquema N°	Q (l/s)	A (ha)
S2	75.37	0.59
S3	75.37	0.38
S4	75.37	1.01
S10	75.37	0.16
S11	75.37	0.95
S16	75.37	9.88
S17	75.37	9.88
S18	75.37	7.23
S19	75.37	7.23
S22	75.37	4.20
S23	75.37	5.21

Esquema N°	Q (l/s)	A (ha)
S24	75.37	8.04
S25	75.37	8.04
S26	75.37	7.39
S27	75.37	7.54
S28	75.37	5.08
S29	75.37	5.08
S30	75.37	10.27
S31	75.37	10.27
S32	75.37	19.82
S33	75.37	19.82

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA. IDEAM, UTP Y CINARA

## Actividades tipo S

### S4.2. Nivel de tratamiento secundario

#### S4.2.1. Selección del esquema tecnológico en función del caudal

Caudal (l/s)	Esquema tecnológico sostenible
≤ 5	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33
5 - 15	S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S20, S21, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33
15 - 30	S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S14, S15, S16, S17, S20, S21, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33
> 30	S1, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S14, S15, S16, S17, S30, S31, S32 Y S33

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Caudal > 30 l/s esquemas:

S3, S4, S10, S11, S16, S17, S30, S31, S32 y S33.

#### S4.2.2. Selección del esquema tecnológico en función de la temperatura del agua residual

Temperatura (°C)	Esquema tecnológico sostenible
0 - 10	S1, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S12, S13, S14, S15, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S32 Y S33
> 10	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Temperatura 14.5 °C > 10 °C esquemas:

S3, S4, S10, S11, S16, S17, S30, S31, S32 y S33.

#### S4.2.3. Selección del esquema tecnológico en función de la DBO<sub>5</sub> del agua residual

DBO <sub>5</sub> (mg/l)	Esquema tecnológico sostenible
< 200	S1, S2, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33
> 200	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

DBO<sub>5</sub> > 200mg/l esquemas:

S3, S4, S10, S11, S16, S17, S30, S31, S32 y S33.

#### S4.2.4. Selección del esquema tecnológico en función del área.

Si  $AREA_{RET} < AREA_T$  El esquema tecnológico es sostenible por disponibilidad de área

Si  $AREA_{RET} > AREA_T$  El esquema tecnológico no es sostenible por disponibilidad de área

Donde:

$AREA_{RET}$  = Área del terreno requerida por el esquema tecnológico del tratamiento de las aguas residuales

$AREA_T$  = Área total del terreno disponible para la PTAR

Esquemas:

S3, S4, S10 y S11

#### S4.2.5. Selección del esquema tecnológico en función del nivel freático del sitio de la planta

Nivel Freático (m)	Esquema tecnológico sostenible
< 2	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S18, S19, S20, S21, S22, S23
> 2	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Nivel freático > 2m. Esquemas:

S3, S4, S10 y S11

#### S4.2.6. Selección del esquema tecnológico en función de la pendiente del sitio de la planta

Pendiente (%)	Esquema tecnológico sostenible
$\leq 5$	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33
> 5	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Pendiente 13,74% > 5%. Esquemas:

S3, S4, S10 y S11

#### S4.2.7. Selección del esquema tecnológico en función de la permeabilidad del sitio de la planta

Permeabilidad (mm/h)	Esquema tecnológico sostenible
≤ 5	S1, S2, S3, S4, S5, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S14, S16, S18, S20, S22, S24, S26, S28, S30, S32
> 5	S1, S2, S3, S4, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S13, S15, S17, S19, S21, S23, S25, S27, S29, S31, S33

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Permeabilidad > 5mm/h. Esquemas:  
S3, S4, S10 y S11

## **BLOQUE 5. ASPECTOS AMBIENTALES**

Formato de entrada de datos

### **Actividades tipo F**

#### **F5.2. Nivel de tratamiento secundario**

F5.2.1. Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de la planta.  
Pastoreo de ganado.

### **Actividades tipo S**

Esquemas:  
S3, S4, S10 y S11

## **BLOQUE 6. REUSO Y APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS**

Formato de entrada de datos

### **Actividades tipo F**

#### **F6.2. Nivel de tratamiento secundario**

F6.2.1. Actividades con potencial de reuso del agua residual.  
Riego de pastos



## **BLOQUE 7. MANEJO DE LODOS**

Formato de entrada de datos

### **Actividades tipo F**

**F7.1. Área total del terreno disponible para la planta de tratamiento de aguas residuales:**

2.5 ha (dato suministrado en el bloque 4).

**F7.2. Caudal proyectado de agua residual:**

75.37 l/s.

**F7.3. Área de terreno disponible para el manejo de lodos**

0.5 ha

**F7.4. Temperatura promedio del sitio de la planta:**

9°C (dato EOT)

**F7.5. Precipitación promedio del sitio de la planta**

851.89 mm/año (dato promedio de precipitación del periodo 1984 – 2005 Estación meteorológica IDEAM aeropuerto San Luis).

**F7.6. Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia:**

Mayor a 3m (dato suministrado en el bloque 4).

**F7.7. Pendiente promedio del sitio de la planta:**

13 74% (dato suministrado en el bloque 4).

**F7.8. Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de la planta:**

Pastoreo de ganado.

**F7.1. Actividades con potencial de demanda de biosólidos:**

Acondicionamiento de zonas destinadas a ornato y recreación.

Cubrimiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios

### **Actividades tipo B**

**B7.1. Estimación de la calidad de lodo generado por los esquemas tecnológicos sostenibles.**

**Cuadro No 55.** Estimación de la calidad de lodo generado por los esquemas tecnológicos sostenibles de tratamiento secundario.

Esquema tecnológico sostenible	Calidad de lodo
S1, S4, S8, S9, S12, S13, S14, S15, S20, S21	Crudo
S2, S3, S5, S6, S7, S10, S11, S16, S17, S18, S19, S22, S23, S24, S25, S26, S27, S28, S29, S30, S31, S32 Y S33	Estabilizado

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

S3            Estabilizado  
 S4            Crudo.  
 S10          Estabilizado.  
 S11          Estabilizado.

### B7.2 Estimación del área disponible

$$Area_{DETL} = Area_T - Area_{RET}$$

Donde:

AREA<sub>DETL</sub> = Área disponible para el esquema de tratamiento de lodo.

AREA<sub>T</sub> = Área total del terreno disponible para la PTAR

AREA<sub>RET</sub> = Área del terreno requerida por el esquema tecnológico del tratamiento de las aguas residuales

S3            2.5ha – 0.38ha = 2.12ha  
 S4            2.5ha – 1.01ha = 1.41ha  
 S10          2.5ha – 0.16ha = 2.34ha  
 S11          2.5ha – 0.95ha = 1.55ha

### B7.3 Estimación del área requerida para el tratamiento de lodo.

**Cuadro No 56.** Estimación del área requerida por el esquema de tratamiento de lodo para nivel de tratamiento secundario.

ET	Modelo (Area = aQ)								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
S3							0,022Q	0,022Q	0,013Q
S4	0,003Q	0,003Q	0,003Q	0,003Q	0,003Q	0,003Q			
S10							0,002Q	0,002Q	0,011Q
S11							0,006Q	0,006Q	0,023Q

**Cuadro No 56.** Estimación del área requerida por el esquema de tratamiento de lodo para nivel de tratamiento secundario. (Continuación).

ET	Modelo (Area = aQ)								
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
S3							1,65814	1,65814	0,97981
S4	0,22611	0,22611	0,22611	0,22611	0,22611	0,22611			
S10							0,15074	0,15074	0,82907
S11							0,45222	0,45222	1,73351

### Actividades tipo S

#### S7. Listado de abreviaturas de las tecnologías que conforman los esquemas tecnológicos para el manejo de lodos.

<b>L</b>	Esquema para manejo de lodos
<b>EG</b>	Espesamiento por Gravedad
<b>DA</b>	Digestión Aerobia
<b>DAn</b>	Digestión Anaerobia Convencional
<b>Ls</b>	Lechos de secado
<b>Lsc</b>	Lechos de secado con cubierta
<b>EA</b>	Estabilización Alcalina
<b>Lar</b>	Lagunas de lodos con revestimientos

Numero	Esquema
Lodos Crudos	
L1	EG + DA + LS
L2	EG + DA + LSc
L3	EG + DAn + LS
L4	EG + DAn + LSc
L5	EG + EA + LS
L6	EG + EA + LSc
Lodos Estabilizados	
L7	LS
L8	LSc
L9	Lar

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

#### S7.1 Selección del esquema tecnológico de lodos en función de la calidad del lodo.

Tipo de Lodo	Esquema tecnológico sostenible
Crudo	L1, L2, L3, L4, L5, L6
Estabilizado	L7, L8, L9

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Estabilizado esquemas:

S3, S10 y S11 con esquemas de lodo L7, L8 y L9

### S7.2 Selección del esquema tecnológico de lodos en función del área disponible.

		L7	L8	L9
S3	2.12ha >	1.6581	1.6581	0.9798
S10	2.34ha >	0.1507	0.1507	0.8290
S11	1.55ha >	0.4522	0.4522	

### S7.3 Selección del esquema tecnológico de lodos en función de la temperatura del sitio de la planta.

Temperatura Ambiente (°C)	Esquema tecnológico sostenible
< 15	L5, L6, L7, L8, L9
15 - 20	L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9
> 20	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

<15°C Esquemas:

L7, L8 y L9

### S7.4 Selección del esquema tecnológico de lodos en función de la precipitación del sitio de la planta.

Precipitación (mm/año)	Esquema tecnológico sostenible
< 1000	L1, L3, L5, L7, L9
> 1000	L2, L4, L6, L8

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Precipitación 851.89 mm/año < 1000, esquemas:

L7 y L9

### S7.5 Selección del esquema tecnológico de lodos en función del nivel freático del sitio de la planta.

Profundidad del Nivel Freático (m)	Esquema tecnológico sostenible
< 3	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8
> 3	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Nivel freático del sitio de la planta: 4.8 m > 3m, esquemas:

L7 y L9

## S7.6 Selección del esquema tecnológico de lodos en función de la pendiente del terreno del sitio de la planta.

Pendiente del terreno (%)	Esquema tecnológico sostenible
< 5	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9
> 5	L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

Pendiente del terreno del sitio de la planta: 13,74% > 5%, esquemas: S3, S10 y S11 con esquemas de lodo L7

- S3:** Tratamiento preliminar con Rejilla Gruesa + Rejilla fina + Desarenador + Tratamiento Secundario Filtro Anaerobio.
- S10:** Tratamiento preliminar con Rejilla Gruesa + Rejilla fina + Desarenador + Tratamiento Secundario Reactor UASB.
- S11:** Tratamiento preliminar con Rejilla Gruesa + Rejilla fina + Desarenador + Tratamiento Secundario Reactor UASB + Filtro Percolador + Sedimentador secundario.
- L7:** Para los tres esquemas de tratamiento el esquema de lodos es Lecho de secado.

Se decide dotar a los esquema con un aliviadero antes de entrar a la planta ya que el sistema de alcantarillado es combinado, canaleta Parshall para el aforo del caudal antes de las rejillas, sedimentador primario después de los desarenadores, ya que se encontró alta la concentración de sólidos suspendidos y grasas y aceites y de esta manera evitar problemas en los filtros y rector USB. También un sedimentador secundario después del tratamiento secundario.

En cuanto al tratamiento de lodos, se decide dotar al esquema con un espesador por gravedad, para tener un lodo sin exceso de líquido que posteriormente será tratado en el lecho de secado.

El esquema de tratamiento S11 es descartado, ya que cuenta con más reactores y esto incrementa los costos de construcción operación y mantenimiento, por tal razón se seguirá el bloque 8 y 9 con los esquemas S3 y S10, con tratamiento de lodos L7 y las recomendaciones anteriores.

## BLOQUE 8. COSTOS DE INVERSION, ADMINISTRACION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Formato de entrada de datos

### Actividades tipo F

#### F8.1. Información para estimar costos de inversión:

#### Cuadro No 57. Presupuesto para esquema de tratamiento S3

0	TERRENO	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
0-1	ADQUISICION TERRENO Y LEGALIZACION	HTAS	2.5	9,250,000	23,125,000

1	ALIVIADERO	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
1 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO, M2	M2.	13.28	2,111	28,032
1 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2m M3	M3.	10.62	11,353	120,565
1 - 3	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.664	149,131	99,023
1 - 4	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=20cm, M2	M2.	36.52	99,000	3,615,486
1 - 5	MUROS EN CONCRETO, M2	M2.	34.29	99,000	3,394,914
1 - 6	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 PARA MUROS, LOSA Y CANUELA e=3cm, M2	M2.	70.81	18,870	1,336,217
1 - 7	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	3,183.00	3,755	11,952,292
				SUBTOTAL	20,546,530

2	REJILLAS Y CANALETA PARSHALL	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
2 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	3.02	2,111	6,375
2 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2m M3	M3.	8.79	11,353	99,789
2 - 3	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.151	149,131	22,519
2 - 4	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	33.02	60,061	1,983,445
2 - 5	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	62.46	99,000	6,183,947
2 - 6	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 PARA MUROS Y LOSA e=3cm, M2	M2.	95.49	18,870	1,801,851
2 - 7	REJILLA GRUESA 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	1.00	60,360	60,360
2 - 8	REJILLA FINA 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	1.00	75,043	75,043
2 - 9	TAPA ALFAJOR 1/8 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	2.00	22,608	45,216
2 - 10	TUBERIA PVC 12" NOVAFORT, ML	ML.	6.00	89,529	537,177
2 - 11	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	2,202.00	3,755	8,268,598
				SUBTOTAL	19,084,320

<b>3</b>	<b>DESARENADOR</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
3 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	68.05	2,111	143,638
3 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	320.00	11,353	3,632,832
3 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	86.60	2,703	234,080
3 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	86.6	5,742	497,236
3 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3.4	149,131	507,046
3 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	69.888	99,000	6,918,924
3 - 7	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	147.76	99,000	14,627,869
3 - 8	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	217.64	18,870	4,106,926
3 - 9	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2	42,131	84,261
3 - 10	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	33.62	33,707	1,133,216
3 - 12	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	7148	3,755	26,839,247
3 - 13	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	18.67	89,429	1,669,648
3 - 14	TUBERIA SANITARIA PVC 6" , ML	ML.	30.44	33,691	1,025,567
3 - 15	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	2	794,128	1,588,256
3 - 16	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12, UN	UN.	3	783,550	2,350,650
3 - 17	SUMINISTRO E INST. CODO d=6' x 90°	UN.	4	106,641	426,562
3 - 18	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=6 x 6 x 6, UN	UN.	1	444,925	444,925
3 - 19	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	3	1,628,145	4,884,434
3 - 20	SUM. E INST. VALVULA HF d=6" DE COMPUERTA VASTAGO ASCENDENTE SELLO ELASTICO, UN	UN.	2	1,061,880	2,123,759
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>73,239,076</b>

<b>4</b>	<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
4,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	119.63	2,111	252,523
4,2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	4,222.82	11,353	47,939,986
4,3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	450.17	2,703	1,216,810
4,4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	450.17	5,742	2,584,768
4,5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3.00	149,131	447,394
4,6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	150.00	99,000	14,850,026
4,7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	714.00	18,870	13,473,126
4,8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2.00	42,131	84,261
4,9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	27.02	33,707	910,752
4,10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	10,690.82	3,755	40,144,472
4,11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	564.00	99,000	55,836,096
4,12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	44.62	89,429	3,990,343
4,13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	6.00	808,490	4,850,938
4,14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	4.00	1,628,145	6,512,578
4,15	BARREDORA DE LODOS Y GRASAS	UN.	1.00	10,000,000	10,000,000

<b>SUBTOTAL</b>	<b>203,094,073</b>
-----------------	--------------------

5	FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
5 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	386.65	2,111	816,167
5 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	1,512.03	11,353	17,165,472
5 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	168.08	2,703	454,331
5 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	168.084	5,742	965,098
5 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	19.33	149,131	2,882,706
5 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	399.00	99,000	39,501,068
5 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	745.50	18,870	14,067,529
5 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	1	42,131	42,131
5 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	98	33,707	3,303,247
5 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	19097	3,755	71,708,355
5 - 11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	346.50	99,000	34,303,559
5 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	27	89,429	2,414,596
5 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	4	808,490	3,233,958
5 - 14	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12, UN	UN.	2	783,550	1,567,100
5 - 15	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 6 x 12, UN	UN.	1	690,038	690,038
5 - 16	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	4	1,628,145	6,512,578
5 - 17	VIGUETAS PREFABRICADAS EN CONCRETO, FALSO FONDO, ML	ML.	650	46,299	30,094,111
5 - 18	GRAVA 4 - 7 cm LECHO FILTRANTE, M3	M3.	774	54,762	42,386,098
SUBTOTAL					272,108,142

6	SEDIMENTADOR	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
6 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	119.63	2,111	252,523
6 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	4,222.82	11,353	47,939,986
6 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	450.17	2,703	1,216,810
6 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	450.17	5,742	2,584,768
6 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3	149,131	447,394
6 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	150.00	99,000	14,850,026
6 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	714.00	18,870	13,473,126
6 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2	42,131	84,261
6 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	27.02	33,707	910,752
6 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	10690.824	3,755	40,144,472
6 - 11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	564.00	99,000	55,836,096
6 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	44.62	89,429	3,990,343
6 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	6	808,490	4,850,938
6 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	4	1,628,145	6,512,578
SUBTOTAL					193,094,073



7	ESPEADOR	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
7 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	22.22	2,111	46,903
7 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	114.72	11,353	1,302,370
7 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	40.13	2,703	108,471
7 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	40.13	5,742	230,417
7 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.66	149,131	98,427
7 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	20.00	99,000	1,980,003
7 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	141.92	18,870	2,678,020
7 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2.00	42,131	84,261
7 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	12.57	33,707	423,692
7 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	1160.57	3,755	4,357,979
7 - 11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	121.92	99,000	12,070,101
7 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	12.14	89,429	1,085,674
7 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	0.00	808,490	-
7 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	2.00	1,628,145	3,256,289
7 - 15	SUMINISTRO E INST. UNIDAD MOTRIZ Y BARREDORA DE LODOS, UN	UN.	1.00	2,502,848	2,502,848
				SUBTOTAL	30,225,455

8	LECHOS DE SECADO	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
8 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	448.00	2,111	945,668
8 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.0m M3	M3.	229.82	11,353	2,609,055
8 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	114.91	2,703	310,602
8 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	3.48	5,742	19,981
8 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	448	149,131	66,810,778
8 - 6	MAMPOSTERIA EN SOGA, M2	M2.	854	25,143	21,472,361
8 - 7	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	1	42,131	42,131
8 - 8	TUBERIA PVC SANITARIA 6" , ML	ML.	56	33,691	1,886,720
8 - 9	TUBERIA PERFORADA PVC SANITARIA 4" , ML	ML.	120	25,325	3,038,995
8 - 10	YEE PVC SANITARIA REDUCIDA 6 x 4, UN	UN.	22	72,733	1,600,129
8 - 11	CODO PVC SANITARIO d=6' x 90°, UN	UN.	1	107,021	107,021
8 - 12	TAPON PVC d = 4', UN	UN.	22	21,658	476,481
8 - 13	TAPON PVC d = 6', UN	UN.	1	31,196	31,196
8 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=6" DE COMPUERTA, UN	UN.	1	910,008	910,008
8 - 15	LECHO DE ARENA , M3	M3.	135	44,902	6,061,770
8 - 16	LECHO DE GRAVA , M3	M3.	90	42,911	3,862,008
8 - 17	PLACA DE SALPICAMIENTO 0.9 x 0.9 x 0.1, M3	M3.	0.081	149,131	12,080
8 - 18	SUMINISTRO E INST. UNIDAD MOTRIZ, UN	UN.	1	1,382,848	1,382,848
				SUBTOTAL	110,196,984

**Cuadro No 58. Presupuesto para esquema de tratamiento S10**

<b>0</b>	<b>TERRENO</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
0-1	ADQUISICION TERRENO Y LEGALIZACION	HTAS	2.5	9,250,000	23,125,000

<b>1</b>	<b>ALIVIADERO</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
1 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO, M2	M2.	13.28	2,111	28,032
1 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2m M3	M3.	10.62	11,353	120,565
1 - 3	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.664	149,131	99,023
1 - 4	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=20cm, M2	M2.	36.52	99,000	3,615,486
1 - 5	MUROS EN CONCRETO, M2	M2.	34.29	99,000	3,394,914
1 - 6	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 PARA MUROS, LOSA Y CAÑUELA e=3cm, M2	M2.	70.81	18,870	1,336,217
1 - 7	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	3,183.00	3,755	11,952,292
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>20,546,530</b>

<b>2</b>	<b>REJILLAS Y CANALETA PARSHALL</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
2 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	3.02	2,111	6,375
2 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2m M3	M3.	8.79	11,353	99,789
2 - 3	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.151	149,131	22,519
2 - 4	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	33.02	60,061	1,983,445
2 - 5	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	62.46	99,000	6,183,947
2 - 6	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 PARA MUROS Y LOSA e=3cm, M2	M2.	95.49	18,870	1,801,851
2 - 7	REJILLA GRUESA 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	1.00	60,360	60,360
2 - 8	REJILLA FINA 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	1.00	75,043	75,043
2 - 9	TAPA ALFAJOR 1/8 0.4 x 0.4 m, UN	UN.	2.00	22,608	45,216
2 - 10	TUBERIA PVC 12" NOVAFORT, ML	ML.	6.00	89,529	537,177
2 - 11	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	2,202.00	3,755	8,268,598
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>19,084,320</b>

<b>3</b>	<b>DESARENADOR</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
3 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	68.05	2,111	143,638
3 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	320.00	11,353	3,632,832
3 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	86.60	2,703	234,080
3 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	86.6	5,742	497,236
3 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3.4	149,131	507,046
3 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	69.888	99,000	6,918,924
3 - 7	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	147.76	99,000	14,627,869
3 - 8	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	217.64	18,870	4,106,926
3 - 9	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2	42,131	84,261
3 - 10	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	33.62	33,707	1,133,216
3 - 12	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	7148	3,755	26,839,247
3 - 13	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	18.67	89,429	1,669,648
3 - 14	TUBERIA SANITARIA PVC 6" , ML	ML.	30.44	33,691	1,025,567
3 - 15	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	2	794,128	1,588,256
3 - 16	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12, UN	UN.	3	783,550	2,350,650
3 - 17	SUMINISTRO E INST. CODO d=6' x 90°	UN.	4	106,641	426,562
3 - 18	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=6 x 6 x 6, UN	UN.	1	444,925	444,925
3 - 19	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	3	1,628,145	4,884,434
3 - 20	SUM. E INST. VALVULA HF d=6" DE COMPUERTA VASTAGO ASCENDENTE SELLO ELASTICO, UN	UN.	2	1,061,880	2,123,759
<b>SUBTOTAL</b>					<b>73,239,076</b>

<b>4</b>	<b>SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>	<b>UN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VR. UNITARIO</b>	<b>VALOR ITEM</b>
4,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	119.63	2,111	252,523
4,2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	4,222.82	11,353	47,939,986
4,3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	450.17	2,703	1,216,810
4,4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	450.17	5,742	2,584,768
4,5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3.00	149,131	447,394
4,6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	150.00	99,000	14,850,026
4,7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	714.00	18,870	13,473,126
4,8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2.00	42,131	84,261
4,9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	27.02	33,707	910,752
4,10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	10,690.82	3,755	40,144,472
4,11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	564.00	99,000	55,836,096
4,12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	44.62	89,429	3,990,343
4,13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	6.00	808,490	4,850,938
4,14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	4.00	1,628,145	6,512,578
4,15	BARREDORA DE LODOS Y GRASAS	UN.	1.00	10,000,000	10,000,000

<b>SUBTOTAL</b>	<b>203,094,073</b>
-----------------	--------------------

5	REACTOR UASB	UN	CANTIDAD	VR. UNIT.	VALOR ITEM
5 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	369.60	2,111	780,176
5 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=5m M3	M3.	2,310.82	11,353	26,233,815
5 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	462.72	2,703	1,250,732
5 - 4	RELLENO COMP. CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	462.72	5,742	2,656,827
5 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	18.48	149,131	2,755,945
5 - 6	CONCRETO 3000 PSI, M3	M3.	325.00	324,757	105,545,928
5 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	1,139.00	18,870	21,492,845
5 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	8.00	42,131	337,044
5 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	154.00	33,707	5,190,816
5 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	27,352.00	3,755	102,707,854
5 - 11	MAMPOSTERIA EN SOGA, M2	M2.	89.60	25,143	2,252,838
5 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	5.50	89,429	491,862
5 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	2.00	808,490	1,616,979
5 - 14	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12, UN	UN.	3.00	783,550	2,350,650
5 - 15	SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 6 x 12, UN	UN.	1.00	686,425	686,425
5 - 16	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	8.00	1,628,145	13,025,156
				SUBTOTAL	289,375,892

6	SEDIMENTADOR	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
6 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	119.63	2,111	252,523
6 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	4,222.82	11,353	47,939,986
6 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	450.17	2,703	1,216,810
6 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	450.17	5,742	2,584,768
6 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	3	149,131	447,394
6 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	150.00	99,000	14,850,026
6 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	714.00	18,870	13,473,126
6 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2	42,131	84,261
6 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	27.02	33,707	910,752
6 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	10690.824	3,755	40,144,472
6 - 11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	564.00	99,000	55,836,096
6 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	44.62	89,429	3,990,343
6 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	6	808,490	4,850,938
6 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	4	1,628,145	6,512,578
				SUBTOTAL	193,094,073

7	ESPEADOR	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
7 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	22.22	2,111	46,903
7 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.8m M3	M3.	114.72	11,353	1,302,370
7 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	40.13	2,703	108,471
7 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	40.13	5,742	230,417
7 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	0.66	149,131	98,427
7 - 6	LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm, M2	M2.	20.00	99,000	1,980,003
7 - 7	MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm, M2	M2.	141.92	18,870	2,678,020
7 - 8	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	2.00	42,131	84,261
7 - 9	JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm, ML	ML.	12.57	33,707	423,692
7 - 10	ACERO DE REFUERZO PDR 60, KG	KG.	1160.57	3,755	4,357,979
7 - 11	MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm, M2	M2.	121.92	99,000	12,070,101
7 - 12	TUBERIA PVC NOVAFORT 12" , ML	ML.	12.14	89,429	1,085,674
7 - 13	SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°	UN.	0.00	808,490	-
7 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=12" DE COMPUERTA, UN	UN.	2.00	1,628,145	3,256,289
7 - 15	SUMINISTRO E INST. UNIDAD MOTRIZ Y BARREDORA DE LODOS, UN	UN.	1.00	2,502,848	2,502,848
				SUBTOTAL	30,225,455

8	LECHOS DE SECADO	UN	CANTIDAD	VR. UNITARIO	VALOR ITEM
8 - 1	LOCALIZACION Y REPLANTEO M2	M2.	448.00	2,111	945,668
8 - 2	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H<=2.0m M3	M3.	229.82	11,353	2,609,055
8 - 3	EXTENDIDO DE SOBANTES, M3	M3.	114.91	2,703	310,602
8 - 4	RELLENO COMPACTADO CON MAT. SELEC. DE LA EXCAVACION, M3	M3.	3.48	5,742	19,981
8 - 5	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 2000 PSI e=5 cm, M3	M3.	448	149,131	66,810,778
8 - 6	MAMPOSTERIA EN SOGA, M2	M2.	854	25,143	21,472,361
8 - 7	TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm, UN	UN.	1	42,131	42,131
8 - 8	TUBERIA PVC SANITARIA 6" , ML	ML.	56	33,691	1,886,720
8 - 9	TUBERIA PERFORADA PVC SANITARIA 4" , ML	ML.	120	25,325	3,038,995
8 - 10	YEE PVC SANITARIA REDUCIDA 6 x 4, UN	UN.	22	72,733	1,600,129
8 - 11	CODO PVC SANITARIO d=6' x 90°, UN	UN.	1	107,021	107,021
8 - 12	TAPON PVC d = 4', UN	UN.	22	21,658	476,481
8 - 13	TAPON PVC d = 6', UN	UN.	1	31,196	31,196
8 - 14	SUMINISTRO E INST. VALVULA HF d=6" DE COMPUERTA, UN	UN.	1	910,008	910,008
8 - 15	LECHO DE ARENA , M3	M3.	135	44,902	6,061,770
8 - 16	LECHO DE GRAVA , M3	M3.	90	42,911	3,862,008
8 - 17	PLACA DE SALPICAMIENTO 0.9 x 0.9 x 0.1, M3	M3.	0.081	149,131	12,080
8 - 18	SUMINISTRO E INST. UNIDAD MOTRIZ, UN	UN.	1	1,382,848	1,382,848
				SUBTOTAL	110,196,984

El análisis de precios unitarios se encuentra en el anexo K.

## F8.2 Costos del terreno.

Costo del terreno en el sitio de la planta \$ 925 / m<sup>2</sup>.

## F8.3 Información para estimar costos de operación y mantenimiento.

Información suministrada por la empresa prestadora del servicio EMPSER ESP

**Cuadro No 59.** Información para estimar costos de operación y mantenimiento.

Ítem	Costo (\$/año)
Energía eléctrica	6.166.170
Consumo de productos químicos	2.400.000
Control del proceso	1.183.600
Mantenimiento y reparación de equipos	2.429.000
Personal para operación y mantenimiento	8.288.979

## F8.4 Información para estimar costos de administración.

Costos anuales de administración \$ 12.034.208 / año.

### Actividades tipo B

#### B8.1. Estimación de los costos de inversión inicial y reposición de los esquemas tecnológicos.

B8.1.1 Estimación de los costos de inversión inicial.

$$CTi = CD + C_{AUI} + CA$$

Donde:

CTi = Costo de inversión inicial.

CD = Costo Directo

C<sub>AUI</sub> = Administración, imprevistos y utilidades.

CA = Costos Adicionales.

1. Costos Directo (CD).

$$CD = M + HyE + MO + T$$

Donde:

M = Costo total de materiales.

HyE = Costo total de herramientas y equipo.

MO = Costo total de mano de obra.

T = Costos terreno.

Costo total de (M, HyE y MO) esquema tecnológico S3: \$ 921.588.653

Costo total de (M, HyE y MO) esquema tecnológico S10: \$ 968.856.403

Costo terreno = \$ 925 \* 25000: \$ 23.125.000

**CD esquema tecnológico S3 \$ 944.713.653**

**CD esquema tecnológico S10****\$ 991.981.403**

2. Costos de administración, imprevistos y utilidades (AUI).

$$C_{AUI} = \frac{AUI}{100} \times CD$$

$$AUI = 30\%$$

$$C_{AUI} \text{ S3} = \frac{30}{100} \times 944.713.653 = \$276.476.596$$

$$C_{AUI} \text{ S10} = \frac{30}{100} \times 991.981.403 = \$297.594.421$$

3. Costos adicionales.

Los costos adicionales que comprenden la preinversión (8%) y la interventoría (10%) se pueden calcular como un porcentaje de los costos directos, incluyendo los costos de obras complementarias.

$$CA = 0.18CD + COC$$

COC: Costos de obras complementarias se estimara el 20% para construcción del cerramiento y área de administración.

$$CA \text{ S3} = 0.18 * 944.713.653 + 0.20 * 944.713.653 = \$ 358.991.188$$

$$CA \text{ S10} = 0.18 * 991.981.403 + 0.20 * 991.981.403 = \$ 376.952.933$$

B8.1.2 Estimación de costos de reposición.

$$CR = CD + C_{AUI}$$

$$CR \text{ S3} = 944.713.653 + 276.476.596 = \$ 1.221.190.249$$

$$CR \text{ S10} = 991.981.403 + 297.594.421 = \$ 1.289.575.874$$

Costos de inversión inicial:

$$CTi \text{ S3} = 944.713.653 + 276.476.596 + 358.991.188 = \$1.580.181.437$$

$$CTi \text{ S10} = 991.981.403 + 297.594.421 + 376.952.933 = \$1.666.528.757$$

Este costo representa el valor actual de construcción, adquisición de terreno y obras complementarias para la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Pupiales. Estos costos se los puede representar en salarios mínimos legales vigentes; el salario mínimo legal vigente para el año 2007 es de \$ 433.700 pesos entonces se puede decir que:

**CTi S3 = 1.580.181.437 / 433.700 = 3.643,49 Salarios mínimos legales**  
**CTi S10 = 1.666.528.757 / 433.700 = 3.842,58 Salarios mínimos legales**

### B8.2. Estimación de los costos de operación y mantenimiento

$$CTO \& M = CT_E + CT_Q + CT_{CP} + CT_{ME} + CT_{POM}$$

Donde:

CTO & M = Costo total de operación y mantenimiento.  
 CT<sub>E</sub> = Costo total por consumo de energía.  
 CT<sub>Q</sub> = Costo total por consumo de insumos químicos.  
 CT<sub>CP</sub> = Costo total del control del proceso.  
 CT<sub>ME</sub> = Costo total para el mantenimiento y reparación de equipos.  
 CT<sub>POM</sub> = Costo total del personal para la operación y mantenimiento.

$$CTO \& M = 6.166.170 + 2.400.000 + 1.183.600 + 2.429.000 + 8.288.979 = \$20.467.749$$

### B8.3. Estimación de los costos de administración.

$$CTA = CPA + CGG$$

Donde:

CTA = Costo total anual por administración.  
 CPA = Costo por personal administrativo.  
 CGG = Costo por gastos generales (20% de CPA).

$$CTA = 12.034.208 + (12.034.208 * 0.20) = \$ 14.441.050$$

### B8.4. Estimación de los VPN de los costos totales.

$$VPN_T = VPN_i + VPN_{CR} + VPN_{CA, O\&M}$$

Donde:

VPN<sub>i</sub> = VPN de los costos de inversión inicial.  
 VPN<sub>CR</sub> = VPN de los costos de reposición.  
 VPN<sub>CA, O&M</sub> = VPN de los costos de administración, operación y mantenimiento.

El valor presente neto de cualquier inversión futura (siempre que sea puntual) puede estimarse con la siguiente ecuación:

$$VPN = I * \frac{1}{(1 + r)^n}$$

Donde:

VPN = Valor presente neto de la inversión.  
 I = Valor de la inversión realizada en el año n.



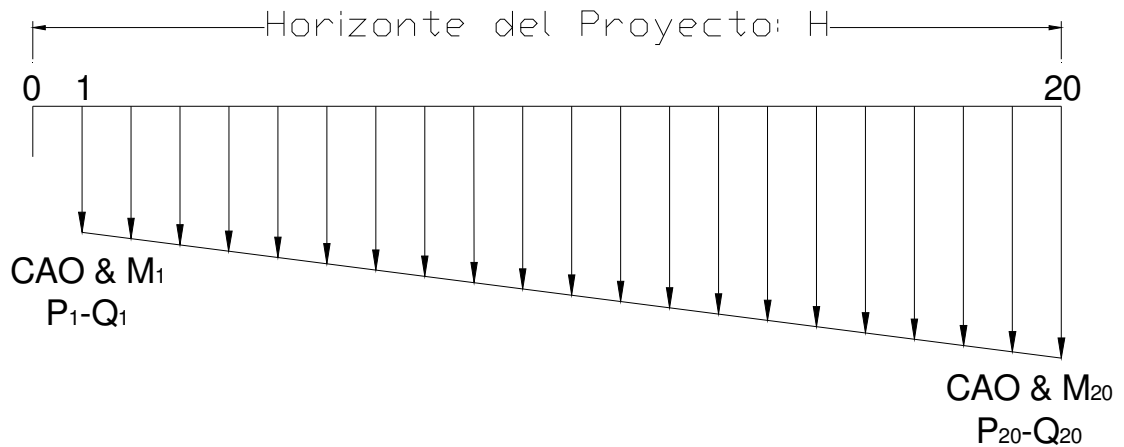
- r = Tasa de descuento social (resolución CRA 312 de 2005: 14.41% < 25000 suscriptores y 13.63% para > 25000 suscriptores).
- n = Año en el cual se realiza la inversión.

*Estimación del  $VPN_{CA, O\&M}$*

Los costos de administración, operación y mantenimiento se asignan como una serie creciente año a año durante todo el horizonte del proyecto.

El costo de A, O y M está asociado a la población y el caudal, la población debe incrementarse cada año con la tasa de crecimiento y asocia a su vez el caudal. En el siguiente gráfico se representa esta situación:

**Gráfico No 18.** Esquema incremento de costos de administración, operación y mantenimiento



Donde:

- CAO & M<sub>1</sub> =Costos de AO&M asociado al primer año del horizonte del proyecto.
- P<sub>1</sub> =Población asociada al primer año del proyecto.
- Q<sub>1</sub> =Caudal asociado al primer año del proyecto.
- CAO & M<sub>20</sub> =Costos de AO&M asociado al final del horizonte del proyecto.
- P<sub>20</sub> =Población asociada al final del proyecto.
- Q<sub>20</sub> =Caudal asociado al final del proyecto.

Para estimar los costos de AO&M se convierten de una serie de pagos con gradiente aritmético a una serie de pagos uniformes a lo largo del horizonte del proyecto, utilizando la ecuación:

$$A = B + G \left[ \frac{1}{r} - \frac{n}{(1+r)^n - 1} \right]$$

Donde:

- A = Anualidad de los costos de AO&M.  
 B = Base, que corresponde al costo del primer año (CAO & M<sub>1</sub>).  
 G = Gradiente, que corresponde a:  

$$G = \frac{CAO\&M_{20} - CAO\&M_1}{20}$$
  
 r = Tasa de descuento social (resolución CRA 312 de 2005: 14.41% < 25000 suscriptores y 13.63% para > 25000 suscriptores).  
 n = Año en el cual se realiza la inversión.

Una vez estimados los costos como una anualidad se calcula el VPN de CAO&M utilizando la siguiente ecuación:

$$VPN_{(CAO\&M)} = A \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$

Donde:

- VPN<sub>(CAO&M)</sub> = Valor presente neto de los costos de A, O y M.  
 A = Anualidad de los costos de AO&M.  
 r = Tasa de descuento.  
 n = Año en el cual se realiza la inversión.

### Cálculos Valor presente neto:

- VPN de los costos de inversión inicial.

Esquema tecnológico S3:

$$VPN_i = 1.580.181.437$$

Esquema tecnológico S10:

$$VPN_i = 1.666.528.757$$

- VPN de los costos de reposición.

Esquema tecnológico S3:

$$VPN_{CR} = 1.221.190.249$$

Esquema tecnológico S10:

$$VPN_{CR} = 1.289.575.874$$

- VPN de los costos de administración, operación y mantenimiento.

Costo de administración, operación y mantenimiento para el primer año de funcionamiento:

$$CAO\&M_1 = 14.441.050 + 20.467.749 = 34.908.799$$

Para determinar los costos de operación y mantenimiento para el horizonte del proyecto, se utilizara el porcentaje de crecimiento que se calculo para determinar la población futura:

$$CAO\&M_{20} = 34.908.799(1 + 0.0207)^{20} = 52.589.277$$

Calculo del Gradiente:

$$G = \frac{52.589.277 - 34.908.799}{20} = 884.024$$

Calculo de la Anualidad:

$$A = 34.908.799 + 884.024 \left[ \frac{1}{0.1441} - \frac{20}{(1 + 0.1441)^{20} - 1} \right] = 39.759.289$$

4. Calculo VPN de los costos de administración, operación y mantenimiento.

$$VPN_{(CAO\&M)} = 39.759.289 \left[ \frac{(1 + 0.1441)^{20} - 1}{0.1441(1 + 0.1441)^{20}} \right] = 257.229.488$$

Calculo Valor Presente Neto Total:

Esquema tecnológico S3:

$$VPN_T = 1.580.181.437 + 1.221.190.249 + 257.229.488 = 3.058.601.174$$

Esquema tecnológico S10:

$$VPN_T = 1.666.528.757 + 1.289.575.874 + 257.229.488 = 3.213.334.119$$

### Actividades tipo S

#### S8. Jerarquización de tecnologías por VPN mínimo.

El esquema seleccionado es el **S3** ya que tiene el VPN mínimo.

## BLOQUE 9. CAPACIDAD DE PAGO, DISPONIBILIDAD A PAGAR Y TARIFAS

Formato de entrada de datos

### Actividades tipo F

#### F9.1. Información para estimar el número de usuarios:

1. Población Actual: 5257 hab.
2. Número de habitantes promedio por vivienda: 3.53hab./vivienda.

#### F9.2. Ingresos promedio por familia y capacidad de pago:

**Cuadro No 60.** Ingresos promedio por familia y capacidad de pago

Item	Estrato socioeconómico		
	1	2	3
Porcentaje de viviendas por estrato	31.66	60.30	8.04
Ingreso familiar por mes	150.000	220.000	800.000

#### F9.3. Información para identificar necesidad de subsidios:

1. Número de usuarios residenciales estrato 1: 472
2. Número de usuarios residenciales estrato 2: 899
3. Número de usuarios residenciales estrato 3: 120

#### F9.4. Recursos presupuestales destinados a la financiación del tratamiento de aguas residuales:

1. Tasas retributivas: \$14.671.049
2. Ingresos del porcentaje ambiental de los gravámenes a la propiedad inmueble: \$0
3. Transferencias del sector eléctrico: \$0
4. Transferencias de los ingresos corrientes de la nación: \$0
5. Regalías: \$0

#### F9.5. Información para estimar la recuperación de costos por actividades de reuso.

Para este caso no hay reuso.

### F9.6. Disponibilidad a pagar (DAP).

Estime la disponibilidad a pagar que se presente en la localidad.  
Disponibilidad a pagar en la localidad: \$3.000/usuario.

### Actividades tipo B

#### B9.1. Estimación del número de usuarios.

$$\text{Numero de Usuarios} = \frac{\text{Poblacion Habitantes}}{\text{Numero promedio de habitantes por vivienda}}$$

$$\text{Numero de Usuarios} = \frac{5.257 \text{ habitantes}}{3.53 \text{ habitantes por vivienda}} = 1.489$$

#### B9.2. Estimación de la tarifa promedio para el tratamiento del agua residual.

$$TP = CMA + CMLP$$

Donde:

CMA = Costo medio de administración.

CMLP = Costo medio a largo plazo.

CMA para prestadores con menos de 2500 suscriptores:

$$CMA = \frac{\sum \text{Gastos de administracion}}{\text{Numero de usuarios}}$$

$$CMA = \frac{14.441.050}{1.489} = \$ 9.699$$

$$CMLP = CMO + CMI + CMT$$

CMO Costos medios de operación para prestadores con menos de 2500 suscriptores:

$$CMO = \frac{\sum \text{Costos de operación}}{m^3 \text{ Vertidos} + \left[ \frac{AV}{1 - IANC} \times 0.57 \times (IANC - p^*) \right]}$$

Donde:

AV = Sumatoria de vertimientos facturados.

IANC = Índice de agua no contabilizada del operador.

p\* = Nivel máximo aceptable de pérdidas definido por la CRA  
 0.57 =Factor de ajuste por excedente de pérdidas comerciales del operador.

$$CMO = \frac{20.467.749}{466.102m^3 + \left[ \frac{326.271m^3}{1 - 0.3} \times 0.57 \times (0.3 - 0.2) \right]} = \$ 41,54$$

CMI Costos medios de inversión:

$$CMI = \sum \frac{VPI_{RERj} + VA_j}{VPD_j} + CMIT$$

Donde:

$VPI_{RERj}$  =Valor presente de inversiones de reposición, expansión y rehabilitación del sistema para la prestación del servicio, de la actividad j.

$VA_j$  =Valoración de los activos del sistema a la fecha de la actividad j.

$VPD_j$  =Valor presente de la demanda proyectada por cada actividad j.

$CMIT$  =Costo medio de inversión de terrenos.

j =Cada actividad de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Para personas prestadoras del servicio de alcantarillado con menos de 8000 suscriptores el CMI se puede calcular así:

El cálculo del CMI puede estimarse, tomando como base la tasa de crecimiento de la demanda y el consumo mensual por usuario expresado en  $m^3$ .

*Tasa de crecimiento de la demanda:* Corresponde al porcentaje anual de crecimiento de la necesidad de abastecimiento de agua para los usuarios. Para el caso de los municipio menores y en las zonas rurales se supone el crecimiento de la demanda igual al de la población.

*Demanda mensual de agua:* Se relaciona con el promedio mensual del volumen de agua, expresados en metro cúbicos, que consume el suscriptor del servicio. El valor de la demanda mensual se puede calcular según si hay o no micromedición.

Para este caso como existe micromedición se procedió así:

326.271 $m^3$  Facturados en el año 2006.

1081 usuarios que registraron medición en el año 2006

$$Demanda = \frac{326.271m^3}{1081 \text{ usuarios}} 301,82 m^3 / \text{año}$$

$$Demanda = \frac{301,82 \text{ m}^3/\text{año}}{12 \text{ meses/año}} = 25,15 \text{ m}^3/\text{mes} * \text{usuario}$$

El municipio de Pupiales tiene una tasa de crecimiento del 2,07%.

Para hallar el costo medio de inversión correspondiente a la tarifa de alcantarillado se debe calcular el 40% de los costos contenidos en el siguiente cuadro.

**Cuadro No 61.** Aproximación al costo medio de inversión.

TASA DE CRECIMIENTO	Demanda m <sup>3</sup> /usuario/mes					
	15 - 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - .....
0%-1%	1022.41	766.81	613.44	511.20	438.17	383.42
>1%-2%	947.36	710.52	568.42	473.68	406.02	355.26
>2%-3%	873.64	655.23	524.18	436.83	374.41	327.61
>3%-4%	801.63	601.22	480.98	400.82	343.55	300.62
>4%-5%	731.74	548.80	439.05	365.87	313.60	274.41
>5%-6%	664.35	498.28	398.63	332.19	284.73	249.13
>6%-7%	599.89	449.90	359.93	299.94	257.09	224.96
>7%-8%	538.63	403.98	323.18	269.33	230.85	201.99
>8%-9%	480.93	360.71	288.55	240.47	206.13	180.36
>9%-10%	427.03	320.26	256.21	213.50	183.01	160.13
>10%	377.06	282.79	226.23	188.53	161.59	141.39

Los valores correspondientes al costo medio de inversión se encuentran en pesos del 2003. Estos deben ser actualizados utilizando la tasa de inflación para cada año. Mientras no exista un índice de precios del sector

Fuente: SELECCIÓN DE TECNOLOGIA. IDEAM, UTP Y CINARA

CMI= \$ 524,18 X 40% = \$ 202,67 del año 2003.

Para convertir a pesos del año 2007, se utiliza la fórmula del interés compuesto con un 6% que es la tasa promedio de inflación de los últimos 4 años.

$$CMI_{2007} = 202,67(1 + 0,06)^4 = \$255,87$$

CMT Costo medio generado por tasas ambientales.

Costo medio de la tasa retributiva para los suscriptores sin caracterización de vertimientos:

$$CMT_{SC} = \frac{MP_{SC}}{AV_{SC}}$$

Donde:

MP<sub>SC</sub> = Monto total a pagar por concepto de tasa retributiva en el último año.

$AV_{sc}$  = Volúmenes vertidos de agua residual en el último año.

$$CMT_{sc} = \frac{14.671.049}{326.271} = \$ 44,97$$

$$CMLP = 41,54 + 225,87 + 44,97 = \$ 312,38$$

$$TP = \left(\frac{9.699}{12}\right) + 312,38 = \$1120,63$$

Calculo del cargo fijo:

$$CFi = CMA \times Fi$$

Donde:

CMA = Costo medio de administración

Fi = Factor de subsidio aplicado al estrato i.

$$CF1 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 50\% = \$ 404,13$$

$$CF2 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 60\% = \$ 484,95$$

$$CF3 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 85\% = \$ 687,01$$

Cargo por unidad de vertimiento básico (CB).

$$CBi = CMLP \times Fij - Sli$$

Donde:

CMLP = Costo medio a largo plazo.

Fij = Factor de subsidio aplicado al estrato i en el rango de consumo j.

Sli = Subsidio por aportes de inversión social para estratos subsidiables.

$$CB1 = 312,38 \times 50\% - 100 = \$ 56,19/m^3$$

$$CB2 = 312,38 \times 60\% - 80 = \$ 107,43/m^3$$

$$CB3 = 312,38 \times 85\% - 30 = \$ 235,52/m^3$$

Cargo por unidad de vertimiento complementario y suntuario (CCij).



$$CCij = CMLP \times Fij$$

Donde:

CMLP = Costo medio a largo plazo.

Fij = Factor de subsidio aplicado al estrato i en el rango de consumo j.

$$CC1 = 312,38 \times 50\% = \$ 156,19/m^3$$

$$CC2 = 312,38 \times 60\% = \$ 187,43/m^3$$

$$CC3 = 312,38 \times 85\% = \$ 265,52/m^3$$

### B9.3. Estimación del ingreso promedio mensual IPM y la capacidad de pago.

$$IPM = \sum_{i=1}^3 (\% \text{ de viviendas del estrato } i \times \text{ingreso promedio del estrato } i)$$

Donde:

i = Identificación del estrato evaluó (1,2 y 3).

$$IPM = (31,66\% \times 150.000) + (60,30\% \times 220.000) + (8,04 \times 800.000) = \$ 244.470$$

Para estimar la capacidad de pago CP:

$$CP = IPM \times 0,01$$

Donde:

0,01 = Porcentaje destinado del ingreso familiar al pago del servicio 1%

$$CP = 244.470 \times 0,01 = \$ 2.445$$

### B9.4. Estimación de los recursos disponibles para financiación.

1. Tasas retributivas: \$14.671.049

### B9.5. Estimación de la tarifa promedio subsidiada.

$$TSi = CMA \times SEi + CMLP(FIj \times 20) - Sli \times 20$$

Donde:

CMA = Costo medio de administración dividido por 12 (\$/Usuario/mes).  
 CMLP = Costo medio a largo plazo.  
 Fij = Factor de subsidio aplicado al estrato i en el rango de consumo j.  
 Sli = Subsidio por aportes de inversión social para estratos subsidiables.

$$TS1 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 1 + 312,38(50\% \times 20) - 100 \times 20 = \$ 1,932,05$$

$$TS2 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 1 + 312,38(60\% \times 20) - 80 \times 20 = \$ 2.956.81$$

$$TS3 = \left(\frac{9.699}{12}\right) \times 1 + 312,38(85\% \times 20) - 30 \times 20 = \$ 5.518,71$$

## Actividades tipo S

### S9.1.1 Jerarquización de tecnologías según capacidad de pago.

Capacidad de pago mayor o igual a la tarifa promedio y a la tarifa subsidiada ( $CP \geq TP$  y  $TS$ )

Jerarquizar las soluciones sostenibles y evaluar disponibilidad a pagar

Capacidad de pago menor a la tarifa promedio subsidiada ( $CP < TP$  y  $TS$ )

Tecnología no sostenible por capacidad de pago

Esquema Tecnológico S3:

$CP \geq TP$  y  $TS$

$2.445 \geq 1.121$

$2.445 \geq 1.932$

Solución sostenible, Jerarquizar por disponibilidad a pagar.

### S9.1.2 Jerarquización de tecnologías según disponibilidad a pagar.

Disponibilidad a pagar mayor o igual a la capacidad de pago y disponibilidad a pagar es menor que la tarifa promedio y subsidiada ( $DAP \geq CP$  y  $DAP < TP$  y  $TS$ )

Tecnologías no sostenible

Disponibilidad a pagar mayor o igual a la capacidad de pago y disponibilidad a pagar es mayor que la tarifa promedio y subsidiada ( $DAP \geq CP$  y  $DAP > TP$  y  $TS$ )

Tecnologías sostenible

Disponibilidad a pagar menor a la capacidad de pago y disponibilidad a pagar es mayor o igual que la tarifa promedio y subsidiada ( $DAP < CP$  y  $DAP \geq TP$  y  $TS$ )

Tecnologías sostenible

Disponibilidad a pagar menor a la capacidad de pago y disponibilidad a pagar es menor que la tarifa promedio y subsidiada ( $DAP < CP$  y  $DAP < TP$  y  $TS$ )

Tecnologías sostenible con procesos de socialización y concientización

Esquema Tecnológico S3:

$DAP \geq CP$  y  $DAP \geq TP$  y  $TS$

Estrato 1

$3.000 \geq 2.445$  y  $3.000 \geq 1.121$  y  $1.932$

Estrato 2

$3.000 \geq 2.445$  y  $3.000 \geq 1.121$  y  $2.957$

Estrato 3

$3.000 \geq 2.445$  y  $3.000 \geq 1.121 < 5.519$

Para los estratos 1 y 2 que representan el 91,96% de la población del municipio de Pupiales, la tecnología es sostenible, para el estrato 3 es necesario hacer una socialización y concientización. Por estas razones se adopta el esquema tecnológico secundario S3.

**S3:** Aliviadero + canaleta parshall + Tratamiento preliminar con Rejilla Gruesa + Rejilla fina + Desarenador + Tratamiento Primario con sedimentación primaria + Tratamiento Secundario Filtro Anaerobio + Sedimentador convencional.

Con tratamiento de lodos L7.

**L7:** Espesador por gravedad + Lechos de secado.

El diagrama de flujo donde se detallan los pasos que se siguieron para tomar esta alternativa de tratamiento se encuentra consignado en el anexo L.

## **13. DISEÑOS HIDRAULICOS DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA CON EL MODELO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIA.**

### **13.1 DESCRIPCION ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA**

La alternativa de tratamiento seleccionada con el modelo de selección de tecnología que se explico anteriormente, se describe en detalle a continuación:

#### **1. Elementos adicionales:** Está compuesto por:

- a. Aliviadero: El sistema de alcantarillado existente en Pupiales es combinado, por esta razón es necesario dotar al esquema de tratamiento con un aliviadero para asegurar que entre a la planta el caudal de diseño.
- b. Canaleta Parshall: Para medir el caudal de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR.

#### **2. Tratamiento preliminar:** Está compuesto por:

- a. Cribado: El esquema contara con rejillas para evitar la entrada de material flotante y grueso en la PTAR. Este sistema estará compuesto por una rejilla gruesa y una rejilla fina elaboradas con varillas de acero.
- b. Desarenador: Para remover arena, grava, partículas u otro material solido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso especifico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos degradables de aguas residuales.

#### **3. Tratamiento primario:** Está compuesto por:

- a. Sedimentación primaria: El esquema contara con sedimentación primaria, ya que las aguas residuales de este municipio tiene una alta concentración de sólidos suspendidos y de grasas y aceites, que podrían ocasionar un taponamiento del filtro, por estas razones se observo la necesidad de dotar al esquema con este proceso para remover sólidos sedimentables y material flotante como las grasas y aceites de las aguas residuales, reduciendo así el contenido de estos parámetros.

#### **4. Tratamiento secundario:** Está compuesto por:

- a. Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA): Para el manejo de altas cargas orgánicas se diseñan los filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA). El afluente ingresa al filtro por debajo y recorre el material de contacto (piedras, rocas trituradas o sintéticas) de abajo hacia arriba; el efluente sale del filtro por la parte superior. En el lecho filtrante se da un tratamiento biológico a las aguas residuales, mediante una biomasa compuesta por microorganismos responsables de la oxidación bioquímica de la materia orgánica, que se va adhiriendo al medio de contacto.

Eventualmente y por acción del paso del agua de abajo hacia arriba, la película adherida al material filtrante es despegada y arrastrada por el efluente, desapareciendo de esta forma el atascamiento que puede darse en los espacios libres del lecho filtrante por el crecimiento bacterial.

Ventajas.

- Fácil operación y mantenimiento.
- No necesita “inoculación o semilla” para el arranque y puesta en marcha del sistema.
- Se puede optimizar el volumen total del reactor si se construyen más de un modulo y se instalan en serie (cinética de la reacción).
- Ha demostrado ser eficiente para remover la carga contaminante.

Desventajas.

- Poca efectividad para tratar aguas residuales con altas cargas de sólidos contaminantes (SST), los cuales producen el atascamiento de los espacios libres del lecho.
- Es imprescindible involucrar un pretratamiento eficiente al agua residual anterior a él.
- Por el desprendimiento de la biopelícula es necesario la utilización de sedimentación secundaria posterior al filtro o emprender un régimen de purga cuidadoso.

- b. Sedimentador secundario: Para remover el lodo biológico o película arrastrada, se debe proveer un sedimentador a la salida del filtro.

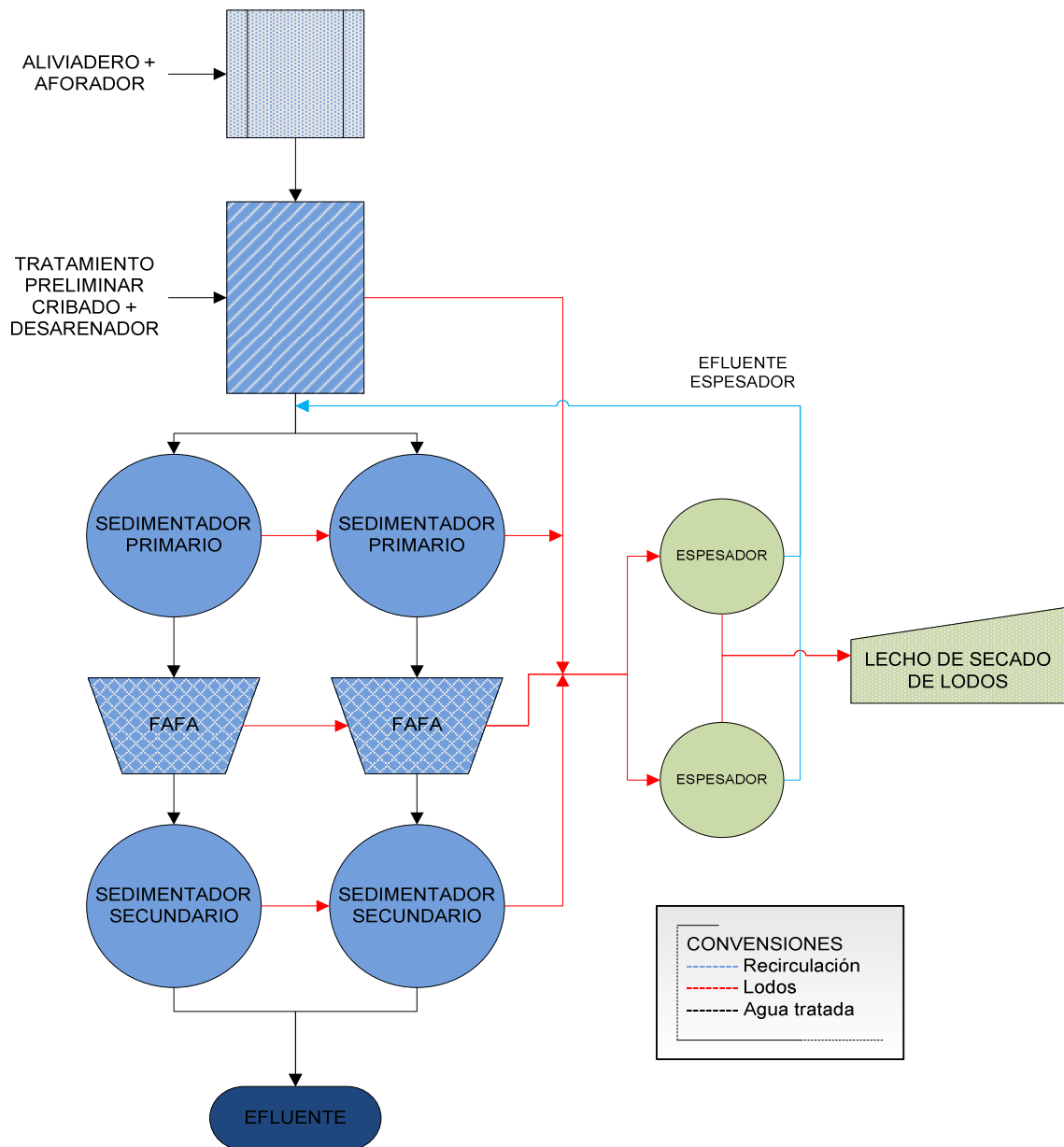
## **5. Tratamiento de lodos:** Está compuesto por:

- a. Espesador por gravedad: El espesamiento es generalmente la primera etapa del tratamiento de lodos; el espesamiento por

gravedad son sedimentadores dotados con barredora de lodos para producir un lodo más concentrado que el lodo aplicado.

- b. Lecho de secado de lodos: Los lechos de secado de arena constituyen uno de los métodos más antiguos para reducir el contenido de humedad de los lodos en forma natural. Posiblemente es el método más utilizado en plantas pequeñas, de menos de 100L/s como en nuestro caso.

**Figura No 20. Esquema planta de tratamiento**



## 13.2 ALIVIADERO

DATOS:

Caudal de aguas residuales	75,37	l/s
Caudal de aguas residuales + aguas lluvias	541,5	l/s
Pendiente conducto de llegada	0,8	%
Pendiente conducto de salida	0,8	%
Velocidad mínima	0,6	m/s
Diámetro conducto de llegada emisario final	24	pulgadas
Coefficiente de rugosidad n	0,013	
Coefficiente de contracción K	0,20	

**Diámetro de conducto de salida**  $\varnothing = 12$

$$Q_{LL} = 90,2 \text{ l/s} \quad V_{LL} = 1,2 \text{ m/s}$$

### Condiciones de espesor de lámina de agua y velocidad en el conducto de llegada

Para el caudal total

$$Q_{LL} = 572,9 \text{ l/s} \quad V_{LL} = 1,96 \text{ m/s}$$

$$q/Q = 0,95 \quad y/D = 0,874 \quad y = 0,53 = H_3$$

$$v/V = 1,032 \quad v_{real} = 2,02 \text{ m/s}$$

Para el caudal de aguas residuales

$$Q_{LL} = 572,9 \text{ l/s} \quad V_{LL} = 2 \text{ m/s}$$

$$q/Q = 0,13 \quad y/D = 0,278 \quad y = 0,17 = H$$

$$v/V = 0,59 \quad v_{real} = 1,18 \text{ m/s}$$

$$v^2/2g = 0,1$$

### Condiciones de espesor de lámina de agua y velocidad en el conducto de salida

$$Q_{LL} = 90,2 \text{ l/s} \quad V_{LL} = 1,2 \text{ m/s}$$

$$q/Q = 0,84 \quad y/D = 0,79 \quad y = 0,24 = H_2 + H$$

$$v/V = 1 \quad v_{real} = 1,2 \text{ m/s}$$

$$v^2/2g = 0,07$$

### Cálculo de la longitud del aliviadero

$$\text{Caudal por verter} = 466,13 \text{ l/s}$$

### Determinación de pérdidas en la cañuela

Radio hidráulico inicial

$$y/D = 0,279 \qquad R/D = 0,1566 \qquad R = 0,095$$

Radio hidráulico final

$$y/D = 0,787 \qquad R/D = 0,3039 \qquad R = 0,093$$

Radio hidráulico medio

$$R_m = 0,094$$

Velocidad media

$$V_m = 1,19 \text{ m/s}$$

$$S_f = 0,006 \text{ m/m}$$

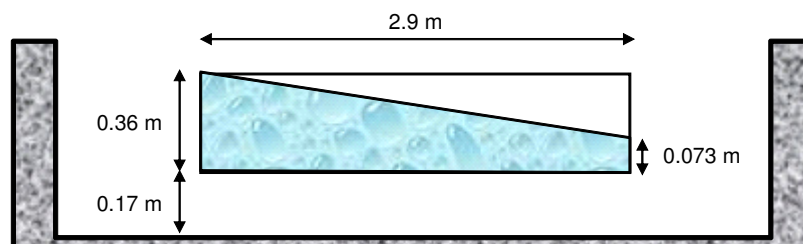
Pérdidas por fricción = 0,02 m

Pérdidas por transición 0,000  $\longrightarrow$  despreciable

### Cotas

Cota de fondo tubo de llegada	2885,64
Cota energía tubo de llegada	2885,9
Cota energía tubo de salida	2885,9
Cota de fondo tubo de salida	2885,5
Cota clave tubo de salida	2885,9
Cota cresta de vertedero aguas arriba (llegada)	2885,81
Cota cresta de vertedero aguas abajo (salida)	2885,8

Figura No 21. Esquema aliviadero





### 13.3 REJILLA GRUESA

Factor de forma de las barras :	b :	1.79		
Diámetro de las barras :	w :	1.5875	cm	5/8'
Inclinación con la horizontal :	q :	50		0.87
Separación libre entre barras :	b :	2.5	cm	
Velocidad de aproximación :	V :	0.6	m/s	
Caudal máximo horario :	QMH :	64.17	l/s	
Caudal máximo diario :	QMD :	75.37	l/s	
Caudal medio diario :	Qm :	19.41	l/s	
Ancho de canal :	a :	0.4	m	
borde libre :		0.2	m	

Pérdidas en la rejilla :

$$H = 0.01 \text{ m}$$

En la práctica, para diseño se adopta por lo menos una pérdida de 10 cm.

$$H = 0.1 \text{ m}$$

Para un caudal de : 75.37 l/s el área del canal sería :

$$A = 0.13 \text{ m}^2$$

Para un ancho del canal de : 0.4 metros, la altura de la lámina de agua sería .

$$a = 0.4 \text{ m}$$

$$h = 0.31 \text{ m}$$

$$h + \text{borde libre} = 0.50 \text{ m}$$

La longitud de la rejilla sería :

$$L = 0.65 \text{ m}$$

El numero de barras requerida será :

$$\phi n + (n - 1)b = a$$

$$n = 10 \text{ barras}$$

Pendiente de la tubería : 0.8 %

Longitud desde el aliviadero : 3 m

Caida en el tramo : 0.024 m

Tubería de llegada :  $D = 12$  pulg = 30.48 cm  
 Cota clave de la tubería : 2885.83 m  
 Cota en el eje de la tubería : 2885.68 m  
 Cota batea tubería de llegada : 2885.52 m

Lámina de agua en el canal de aducción; para QMD :  $d_{QMD} = 0.31$  m  
 Lámina de agua en el canal de aducción; para QMH :

Para un caudal de : 64.17 l/s  $A = 0.11$  m<sup>2</sup>  
 ancho del canal = 0.4 m  
 Altura de la lámina de agua :  $d_{QMH} = 0.27$  m

Lámina de agua en el canal de aducción; para Qm :

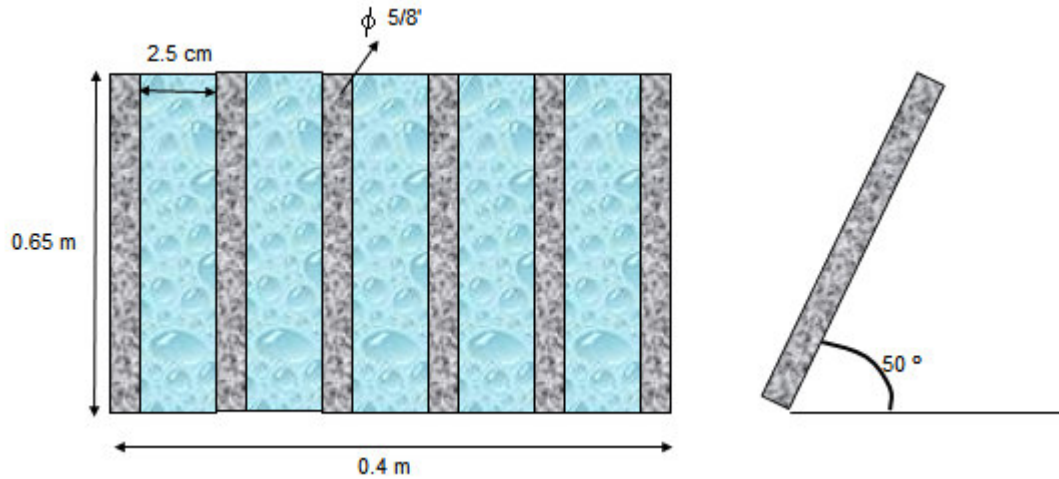
Para un caudal de : 19.41 l/s  $A = 0.03$  m<sup>2</sup>  
 ancho del canal = 0.4 m  
 Altura de la lámina de agua :  $d_{Qm} = 0.081$  m

Para QMD tenemos :  
 Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.83 m  
 Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.73 m

Para QMH tenemos :  
 Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.79 m  
 Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.69 m

Para Qm tenemos :  
 Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.60 m  
 Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.50 m

**Figura No 22. Esquema rejilla gruesa**



### 13.4 REJILLA FINA

Factor de forma de las barras :	b :	1.79	
Diámetro de las barras :	w :	1.5875	cm      5/8'
Inclinación con la horizontal :	q :	50	0.87
Separación libre entre barras :	b :	1	cm
Velocidad de aproximación :	V :	0.6	m/s
Caudal máximo horario :	QMH :	64.17	l/s
Caudal máximo diario :	QMD :	75.37	l/s
Caudal medio diario :	Qm :	19.41	l/s
Ancho de canal :	a :	0.4	m
borde libre :		0.2	m

Pérdidas en la rejilla :

$$H = 0.05 \text{ m}$$

Para un caudal de : 75.37 l/s el área del canal sería :

$$A = 0.13 \text{ m}^2$$

Para un ancho del canal de : 0.4 metros, la altura de la lámina de agua sería .

$$a = 0.4 \text{ m}$$

$$h = 0.31 \text{ m}$$

$$h + \text{borde libre} = 0.50$$

La longitud de la rejilla sería :

$$L = 0.65 \text{ m}$$

El numero de barras requerida será :

$$\phi n + (n - 1)b = a$$

$$n = 15 \text{ barras}$$

Pendiente del canal : 0.8 %  
Longitud desde la rejilla gruesa : 2 m  
Caída en el tramo : 0.016 m

Lámina de agua en el canal de aducción; para QMD : d QMD = 0.31 m

Lámina de agua en el canal de aducción; para QMH :

Para un caudal de : 64.17 l/s A = 0.11 m<sup>2</sup>

ancho del canal = 0.4 m

Altura de la lámina de agua : d QMH = 0.27 m

Lámina de agua en el canal de aducción; para Qm :

Para un caudal de : 19.41 l/s A = 0.03 m<sup>2</sup>

ancho del canal = 0.4 m

Altura de la lámina de agua : d Qm = 0.081 m

Para QMD tenemos :

Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.73 m

Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.69 m

Cota en el fondo del canal despues de la rejilla : 2885.38 m

Para QMH tenemos :

Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.69 m

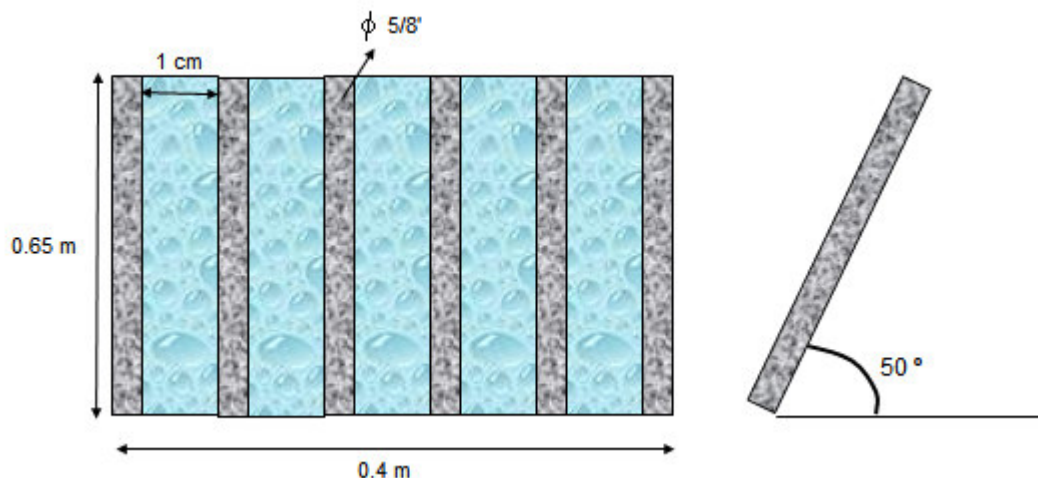
Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.64 m

Para Qm tenemos :

Cota en el canal de aducción antes de la rejilla : 2885.50 m

Cota en el canal despues de la rejilla: 2885.46 m

**Figura No 23. Esquema rejilla fina**



### 13.5 CANALETA PARSHALL

Canal de entrada

Qd	75,37 l/s
Qd	2,66 pie <sup>3</sup> /s
Pen. Canal	0,8 %
Long. Desde la rejilla	3 m
Caída en el tramo	0,024 m
temperatura	12 °C

W	Unidades	cm	Mínimo caudal (l/s)	Máximo caudal (l/s)	
1	Pulgadas	2,54	0,30	5,00	Inadecuada
3	Pulgadas	7,62	0,80	53,80	Inadecuada
6	Pulgadas	15,24	1,40	110,40	Recomendable
9	Pulgadas	22,86	2,50	252,00	Recomendable
1	Pie	30,48	3,10	455,90	Recomendable
1 1/2	Pie	45,72	4,20	696,60	Recomendable
2	Pie	60,96	11,90	937,30	Recomendable
3	Pie	91,44	17,30	1427,20	Recomendable
4	Pie	121,92	36,80	1922,70	Recomendable
5	Pie	152,40	45,30	2423,90	Recomendable
6	Pie	182,88	73,60	2930,80	Recomendable
7	Pie	213,36	85,00	3437,70	inadecuado
8	Pie	243,84	99,10	3950,20	inadecuado
10	Pie	304,80	200,00	5660,00	inadecuado

Ingreso opcion	( cm )									
	W	A	B	C	D	E	F	G	K	N
3	15,24	62,1	61	39,4	40,3	45,7	30,5	61	7,6	11,4

Opción de Canaleta	W	cm	A	B	C	D	E	F	G	K	N
Inadecuada	1	2,54	36,6	35,6	9,3	16,8	22,9	7,6	20,3	1,9	2,9
Inadecuada	2	3	7,62	46,6	45,7	17,8	25,9	38,1	15,2	30,5	2,5
Recomendable	3	6	15,24	62,1	61,0	39,4	40,3	45,7	30,5	61,0	7,6
Recomendable	4	9	22,86	88,0	86,4	38,0	57,5	61,0	61,0	45,7	7,6
Recomendable	5	1	30,48	137,2	134,4	61,0	84,5	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	6	1 1/2	45,72	144,9	142,0	76,2	102,6	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	7	2	60,96	152,5	149,6	91,5	120,7	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	8	3	91,44	167,7	164,5	122,0	157,2	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	9	4	121,9	183,0	179,5	152,2	193,8	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	10	5	152,4	198,3	194,1	183,0	230,3	91,5	61,0	91,5	7,6
Recomendable	11	6	182,9	213,5	209,0	213,5	266,7	91,5	61,0	91,5	7,6
inadecuado	12	7	213,4	228,8	224,0	244,0	303,0	91,5	61,0	91,5	7,6
inadecuado	13	8	243,8	244,0	239,2	274,5	340,0	91,5	61,0	91,5	7,6
inadecuado	14	10	304,8	274,0	427,0	366,0	475,9	122,0	91,5	183,0	15,3

### Cálculo de la canaleta en la sección de medida

Ancho de la canaleta en la sección de medida

$$\begin{aligned}
 W &= 15 \text{ cm} \\
 W &= 0.50 \text{ pies} \\
 D &= 40 \text{ cm} \\
 W_a &= \frac{2}{3}(D - W) + W = 32 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_a &= \left( \frac{Q}{3.018} \right)^{1/1.511} \quad h_a = 1.2107 \text{ pies} \\
 & \quad h_a = 37 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$V_a = \frac{Q}{W_a h_a} = 0.64 \text{ m/s}$$

$$E_a = h_a + \frac{V_a^2}{2g} + N = 0.50 \text{ m}$$

$$E_2 = \frac{v_2^2}{2g} + h_2 \quad \text{como} \quad E_2 = E_1 \quad \text{y; } v_2 = \frac{Q}{W h_2} \quad \text{por lo tanto} \quad E_1 = \frac{Q^2}{W^2 h_2^2 2g} + h_2 \quad \text{entonces;}$$

$$W^2 2g h_2^3 - E_1 W^2 2g h_2^2 + Q^2 = 0 \quad \Longrightarrow \quad 0.456 h_2^3 - 0.23 h_2^2 + 0.006 = 0$$

$$\begin{aligned}
 h_b &= 9.80 \text{ cm} \\
 h_2 &= 21.20 \text{ cm} \\
 v_2 &= 2.33 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

$$S = \frac{h_b}{h_a} = 0.27$$

$h_2$	0.212
$h_2$	0.435
$h_2$	-0.14

$$F_r = \frac{v_2}{\sqrt{h_2 g}} \Rightarrow Fr = 1.62$$

*Flujo inestable*

$$h_3 = \frac{h_2}{2} \left( \sqrt{1 + 8 \times F_r^2} - 1 \right) = 39 \text{ cm}$$

$$h_4 = h_3 - (N - K) = 35 \text{ cm}$$

Calculo del gradiente de velocidad

$$v_3 = \frac{Q}{Wh_3} = 1.27 \text{ m/s}$$

$$v_4 = \frac{Q}{Ch_4} = 0.54 \text{ m/s}$$

$$v_m = \frac{v_3 + v_4}{2} = 0.90 \text{ m/s}$$

$$t_d = \frac{G'}{v_m} = 0.67 \text{ s}$$

$$\Delta h = E_1 - \frac{v_4^2}{2g} - h_4 - N + K = 0.086 \text{ m}$$

$$G = \frac{\sqrt{\gamma \times \Delta h}}{\sqrt{\mu \times t_d}} = 1283 \text{ s}^{-1}$$

$$h_5 = 0.4 \text{ m}$$

$$X = h_5 - h_4 = 4.73 \text{ cm}$$

Se recomienda para X un factor de seguridad del 10%

$$X = 5 \text{ cm}$$

$$L = 5(h_3 - h_2) = 0.89 \text{ m}$$

Se recomienda para X un factor de seguridad del 10%

$$X = 5 \text{ cm}$$

$$L = 5(h_3 - h_2) = 0,89 \text{ m}$$

Por lo tanto la persiana para estavilizar el resalto;  
se coloca a: 0,89 m

<b>CALCULO COTAS</b>	
Cota fondo de canal de llegada	2885,35 m
Cota altura agua en el sitio de medida	2885,72 m
Cota fondo de garganta	2885,24 m
Cota cresta garganta	2885,28 m
Cota fondo canal de salida	2885,23 m
Cota agua canal de salida	2885,63 m
Cota fondo del canal	2885,28 m

Q	75,37 l/s
Area mojada	0,16 m <sup>2</sup>
Perimitro mojado	1,60 m
Radio hidraulico	0,10 m/m
Material del canal	Cemento mortero
n maning	0,013
Lungitud canal	3 m
Partiendo de la ecuacion general de Manning:	
$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad \text{tenemos;} \quad S = \left( \frac{Q \times n}{A \times R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$	
S (pendiente)	0,000815 m/m
Velocida media	0,47 m/sg
Cotas entrada a la trampa de grasas	
Cota lámina de agua	2885,63 m
Cota fondo canal	2885,27 m
Cota corona muro	2885,83 m

**Figura No 24. Esquema canaleta Parshall**

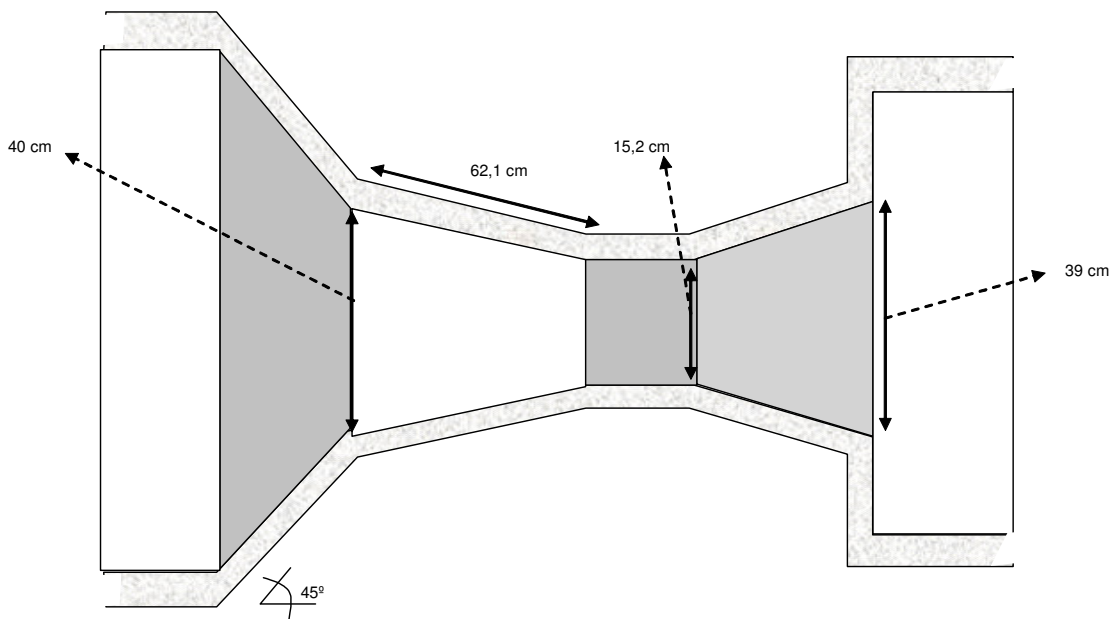
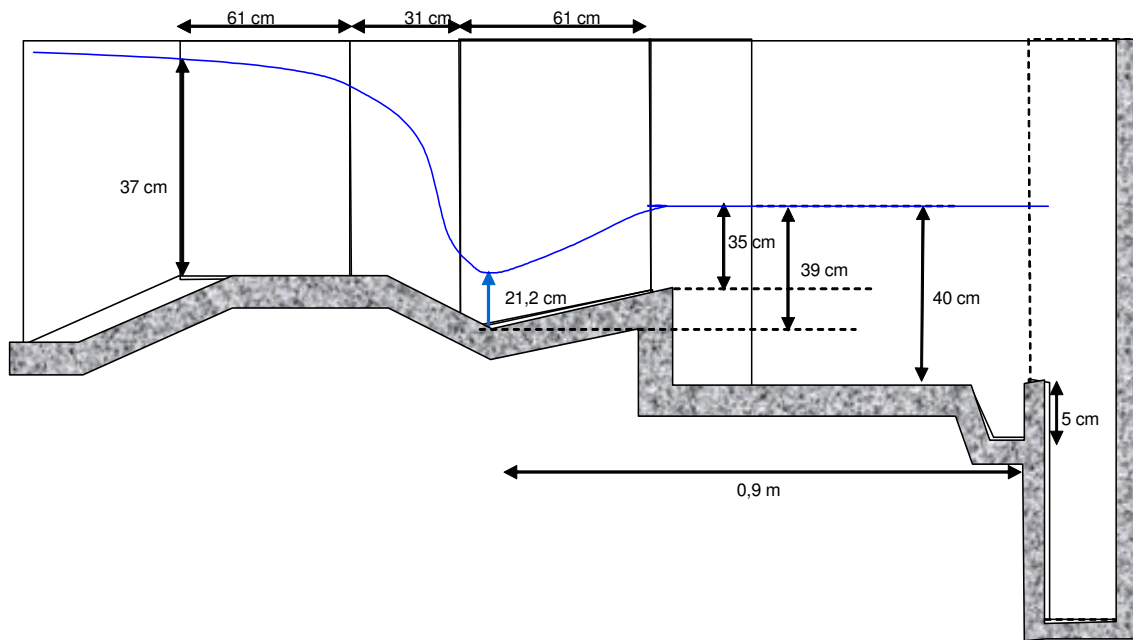




Figura No 24. Esquema canaleta Parshall



### 13.6 LINEA DE ADUCCION

Caudal de Diseño :

$$Q_d = 64.17 \text{ l/s}$$

Para

$$Q = 64.17 \text{ l/s} = 0.064 \text{ m}^3/\text{s}$$
$$\phi = 12 \text{ pulg.}$$

de la ecuación de Manning se obtiene la pendiente

$$J = 0.400 \%$$

Chequeo de velocidad :

$$V = 0.87 \text{ m/s} \quad \text{OK}$$

El caudal transportado será :  $Q = 63.80 \text{ l/s}$

$$q/Q = 1.01 \quad y/D = 0.925$$
$$y = 0.28 \text{ m}$$

Cota de agua a la salida de la trampa de grasas : 2,885.23 m

Cálculo de pérdidas en la línea de aducción:

Pérdida por entrada normal:	$1,0 \cdot V^2/2g$	0.04	m
Pérdida por cabeza de velocidad:	$1,0 \cdot V^2/2g$	0.04	m
	Total	0.08	m

Cota inferior cuando el agua entra en movimiento: 2,885.15 m

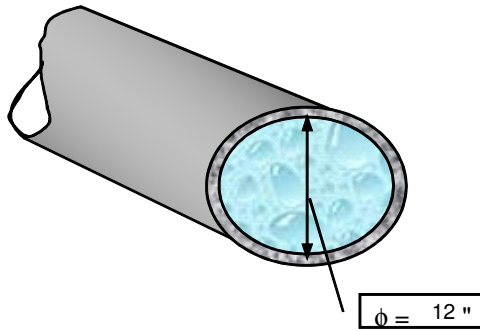
Cota de clave tubería de salida hacia el desarenador = 2,885.15 m  
Cota eje de la tubería de salida hacia el desarenador = 2,885.00 m

Longitud de la línea de aducción : 4 m

Pendiente media de la línea de aducción : 0.4 %

Cota clave de la tubería de aducción a la entrada al desarenador: 2,883.55 m  
Cota del eje de la tubería de entrada al desarenador : 2,883.40 m

Figura No 25. Esquema aducción



### 13.7 DESARENADOR

#### Condiciones de espesor de lámina de agua y velocidad en el conducto de llegada

$Q_{LL} = 63.80$ L/s	$V_{LL} = 0.87$ m/s	
$q/Q = 1.01$	$y/D = 0.925$	$y = 0.28$
	$v/V = 1.045$	$V_{real} = 0.91$ m/s

Caudal Máximo Diario	64.17 l/s	
Caudal medio Diario	19.41 l/s	
Diámetro tubería de llegada	12 pulg	
Pendiente	0.4 %	
Coefficiente de rugosidad	0.013	
Numero de Modulos	2	
Diámetro de las partículas por remover	0.015 cm	
Velocidad de sedimentación $V_s$	1.25 cm/s	
Máxima velocidad horizontal $V_h$	0.17 m/s	
Porcentaje de remoción	87 %	
Relación $a/t$	2.75	
Profundidad	2.3 m	
Cota de la lámina en la tub. a la entrada del desarenador :		2,883.90 m
Cota batea en la tubería a la entrada del desarenador :		2,883.62 m
Cota de la corona de muros :		2,884.20 m

$t_t$	184 s	=	3 min	→	
$a$	506 s	=	8.5 min		20 min

$$V = Q \times t$$

$$\text{Vol} = 38 \text{ m}^3$$

Area 16.5 m<sup>2</sup>  
 Area mínima 5.1 m<sup>2</sup> OK  
 Area real 16.6 m<sup>2</sup>

Relación ancho - profundidad 1 (Norma)  
 ancho 2 m  
 Largo 8.3 m  
 Relación L/B 4.2 OK

$$Carga\ Superficial\ l = Q \times Area$$

Carga superficial 336 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día OK

$$Vh = \frac{Q}{Ancho \times Profundidad}$$

Vh 0.0139 m/s OK  
 Relación Vh/Vs 0.0112 OK

DIMENSIONES	
largo	8.3 m
ancho	2.0 m
profundidad	2.3 m

#### Cámara de Aquietamiento:

Ø Tubería de entrada 12 pulg  
 Velocidad de paso 0.44 m/s OK  
 Profundidad = H / 3 0.77 m  
 Ancho 1.0 m  
 Largo ( adoptado ) 1.0 m

#### Pantalla de Entrada :

Profundidad = H/2 1.15 m  
 Distancia a la cámara de aquietamiento = L / 6 1.40 m

#### Vertedero de Salida :

Altura sobre la cresta del vertedero:

$$Hv = \left( \frac{Q}{1.84 \times ancho} \right)^{2/3}$$

$$H_v = 0.042 \text{ m}$$

Velocidad sobre la cresta del vertedero :

$$V_v = \left( \frac{Q}{H_v \times \text{ancho}} \right)$$

$$V_v = 0.38 \text{ m/s}$$

Alcance Horizontal máximo

$$X_s = 0.36 \times V_v^{2/3} + 0.6 \times H_v^{4/7}$$

$$X_s = 0.29 \text{ m}$$

$$L_v = 0.5 \text{ m}$$

**Canaleta de salida:**

Teniendo en cuenta que el diámetro de salida es 12 pulgadas:

$$A_o = 0.073 \text{ m}^2$$

$$H_s = \left( \frac{1}{2 \times g} \right) \times \left( \frac{Q}{0.6 \times A_o} \right)^2$$

$$H_s = 0.11 \text{ m}$$

$$H_s \text{ por seguridad} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = H/2 \quad 1.15 \text{ m}$$

$$\text{Distancia al vertedero de salida} = 15 H_v \quad 0.64 \text{ m}$$

**Sistema de extracción de lodos:**

Concentración del sedimento	1149 mg/l	
Gravedad específica	2650 kg/m <sup>3</sup>	
Peso del sedimento	3185 kg/día	
Longitud total del desarenador	11.34 m	
Volumen de lodos	1.2 m <sup>3</sup>	
Altura media de lodos	0.07 m	
Altura según norma	1.6 m	
Profundidad máxima adoptada	0.6 m	
Profundidad mínima adoptada	0.5 m	
Dist. punto de salida lodos a la cámara de aquietamiento = L / 3	2.77	m
Distancia punto de salida de lodos al vertedero de salida = 2 L / 3	5.53	m
Pendiente transversal =	5.00%	
Pendiente longitudinal ( en L / 3 ) =	3.61%	
Pendiente longitudinal ( en 2L / 3 ) =	1.81%	

$$V_{\text{lodos}} = \text{Pr of. mín. adop.} + \left( \frac{\text{Pr of. máx. adop.} - \text{Pr of. mín. adop.}}{2} \right) \times \text{Larg o x ancho}$$

$$V_{\text{Lodos}} = 9.13 \text{ m}^3 \quad V_{\text{Lodos}} = 28.5\% \quad V_T$$

**Pérdidas a la entrada de la cámara de quietamiento :**

Tomando :  $k = 0.2$  debido a la disminución de velocidad

$$V_1 = 0.91 \text{ m/s}$$

$$V_2 = 0.042 \text{ m/s}$$

$$h_m = K \times \left( \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \times g} \right)$$

$$h_m = 0.008 \text{ m}$$

**Pérdidas a la entrada de la zona de sedimentación :**

$$V_1 = 0.042 \text{ m/s}$$

$$h_m = 0.0000159 \text{ m}$$

$$V_2 = V_h = 0.014 \text{ m/s}$$

**Pérdidas por las pantallas inicial y final :**

Se calculan como las pérdidas de un orificio sumergido de grandes dimensiones

$$A_o = 0.10 \text{ m}^2$$

$$H = \frac{1}{2 \times g} \times \left( \frac{Q}{0.6 \times n \times A_o} \right)^2$$

$$H = 0.01423 \text{ m}$$

### Cálculo del diámetro de la tubería de lavado :

Diámetro de la tubería de desagüe :	$\phi =$	6	pulg
Tubería PVC RDE-41 :	C =	150	
Longitud de la conducción =	L =	8	m
Cota de la lamina de agua en la cámara de aquietamiento = Cota de la lamina de agua en la tubería a la entrada - pérdidas			2,883.89
Cota de entrega del desagüe de lavado :		2,876.05	m
Altura disponible =	H =	7.84	m

### Pérdidas en la conducción: (en longitud equivalente )

Entrada normal :	2.50	
Válvula de compuerta :	1.10	
Codo radio corto :	4.90	
Salida :	5.00	
Tubería :	8.00	
Longitud equivalente total :	21.50	m

$$J = 0.3645 \quad \text{m/m}$$

$$Q = 0.172 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$Vel = 9.43 \quad \text{m/s} \quad V^2 / 2g = 4.53 \quad \text{m}$$

Coeficiente de descarga del tanque :

$$Cd = \frac{Q}{\pi \times \phi^{2/4} \times \sqrt{2 \times g \times (Prof. + prof. \text{ máx. adop.})}}$$

$$Cd = 1.25$$

Tiempo de vaciado :

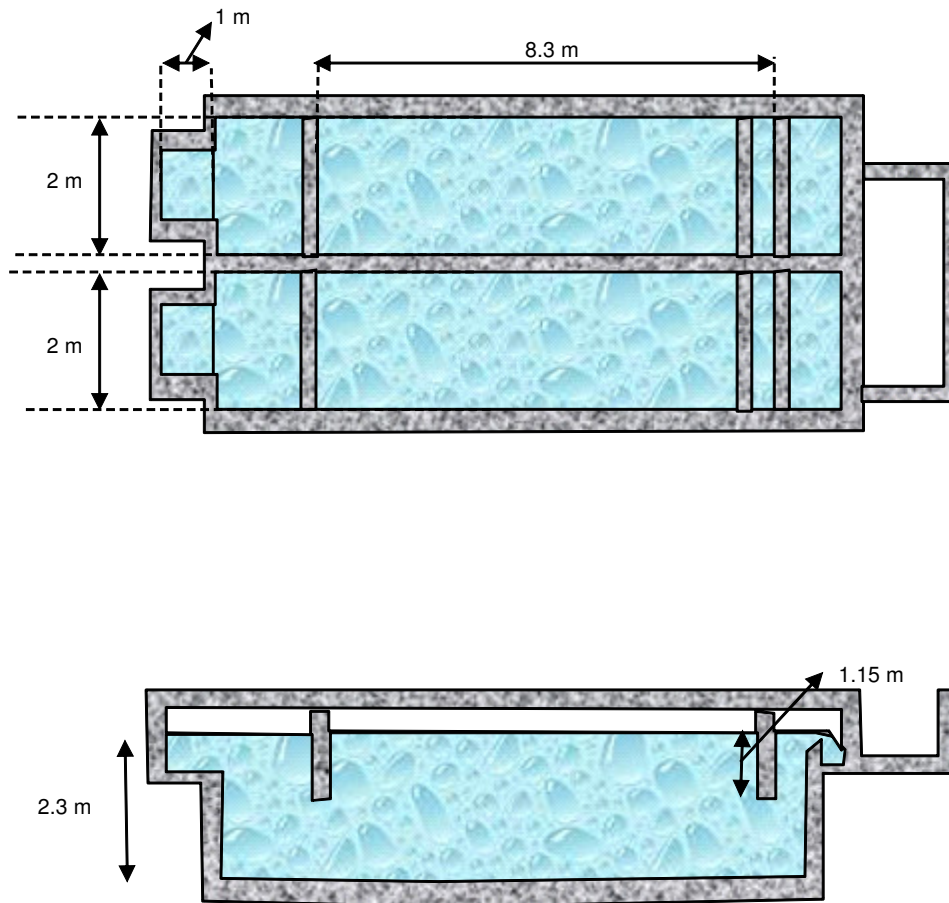
$$t = 15 \quad \text{min}$$

### Cálculo de Cotas :

Cota de batea de la tubería de entrada :	2,883.62	m
Cota lámina de agua en la tubería de entrada :	2,883.90	m
Cota lámina de agua en la cámara de aquietamiento :	2,883.89	m
Cota de fondo de la cámara de aquietamiento :	2,883.12	m
Cota de la lámina de agua en la zona de sedimentación :	2,883.89	m
Cota de la corona de los muros del desarenador :	2,884.20	m
Cota inferior de pantallas de entrada y salida :	2,882.74	m
Cota del fondo de profundidad útil del desarenador :	2,881.59	m
Cota de la placa de fondo a la entrada y salida del desarenador :	2,881.09	m

Cota placa de fondo en el punto de desagüe :	2,880.99 m
Cota de batea de la tubería de lavado :	2,880.99 m
Cota clave de la tubería de lavado :	2,881.14 m
Cota cresta del vertedero de salida :	2,883.84 m
Cota lámina de agua de la cámara de recolección :	2,883.69 m
Cota de fondo de la cámara de recolección :	2,883.29 m

**Figura No 26. Esquema desarenador**





### 13.8 SEDIMENTADOR PRIMARIO

Caudal Máximo Diario	5,543.9 m <sup>3</sup> /d	231 m <sup>3</sup> /h
Caudal medio diario	1,677.2 m <sup>3</sup> /d	
Numero de modulos n	2	
Recirculación:	R = 0%	
Sólidos suspendidos :	SS = 576.32 mg/l	
Carga superficial pico:	CSPico = 65 m/d	
Carga superficial promedio:	CSProm = 33 m/d	
Porcentaje de remoción de sólidos	60 %	
Densidad relativa de lodo primario	1,020 Kg/m <sup>3</sup>	
Tiempo de Retención Hidráulico	TRH = 1.0 hora	

Area del sedimentador para caudal promedio afluyente de la planta

$$Area \text{ promedio por módulo} = \frac{Q}{CS_{promedio} \times n}$$

Area promedio por cada módulo = 25 m<sup>2</sup>

Area del sedimentador para caudal pico afluyente de la planta

Area pico por cada módulo = 43 m<sup>2</sup>

Mayor area As = 43 m<sup>2</sup>

Voumen del tanque

$$Vol = \frac{Q \times TRH}{n}$$

Vol = 115 m<sup>3</sup>

Altura del tanque

H = 2.67 m

Diametro del tanque

D = 7.40 m

Carga sobre el vertedero

$$q = 119 \text{ m}^3/\text{día}/\text{m} \quad \text{OK}$$

Cantidad de sólidos en suspensión (K)

$$K = \frac{Q \times SS \times \% \text{ remoción sólidos}}{n}$$

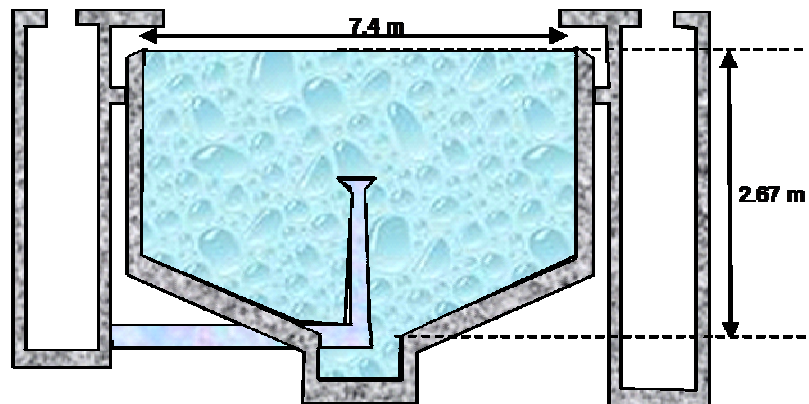
$$K = 959 \text{ kg/día}$$

Volumen diario de lodos por cada modulo

$$V_{\text{lodos}} = \frac{K}{\text{Densidad lodo}}$$

$$V_{\text{lodos}} = 0.94 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Figura No 27. Esquema sedimentador primario**



### 13.9 FILTRO ANAEROBIO

Caudal Máximo Diario	64.17	l/s	5543.9	m <sup>3</sup> /día
DBO Afluyente	1013	mg/l		
Constante de velocidad de reacción K	2	d <sup>-1</sup>		
Número de módulos	2			
Tiempo de retención hidráulico	24	horas	1	días
Coefficiente de substrato en digestión C	2	(Norma)		
Para piedras de 4 a 7 cm coeficiente m	0.66			
Borde libre	0.2	m		

Eficiencia de remoción:

$$E = 100 \times \left( 1 - \frac{C}{TRH^m} \right)$$

$$E = 75 \quad \%$$

Remoción DBO

$$760 \quad \text{mg/l}$$

Volumen del Filtro

$$Vol = \left( \frac{Q}{K} \right) \times \left( \frac{DBO \text{ afluyente}}{Remoción DBO} - 1 \right)$$

$$V = 922.77 \quad \text{m}^3$$

$$\text{Vol. Mod} = 461.4$$

$$H = 3 \quad \text{m}$$

$$\text{Area} = 153.8 \quad \text{m} \qquad \text{Area real} = 150 \quad \text{m}^2$$

$$a = 10 \quad \text{m}$$

$$L = 15 \qquad \text{Vol. Real} = 450 \quad \text{m}^3$$

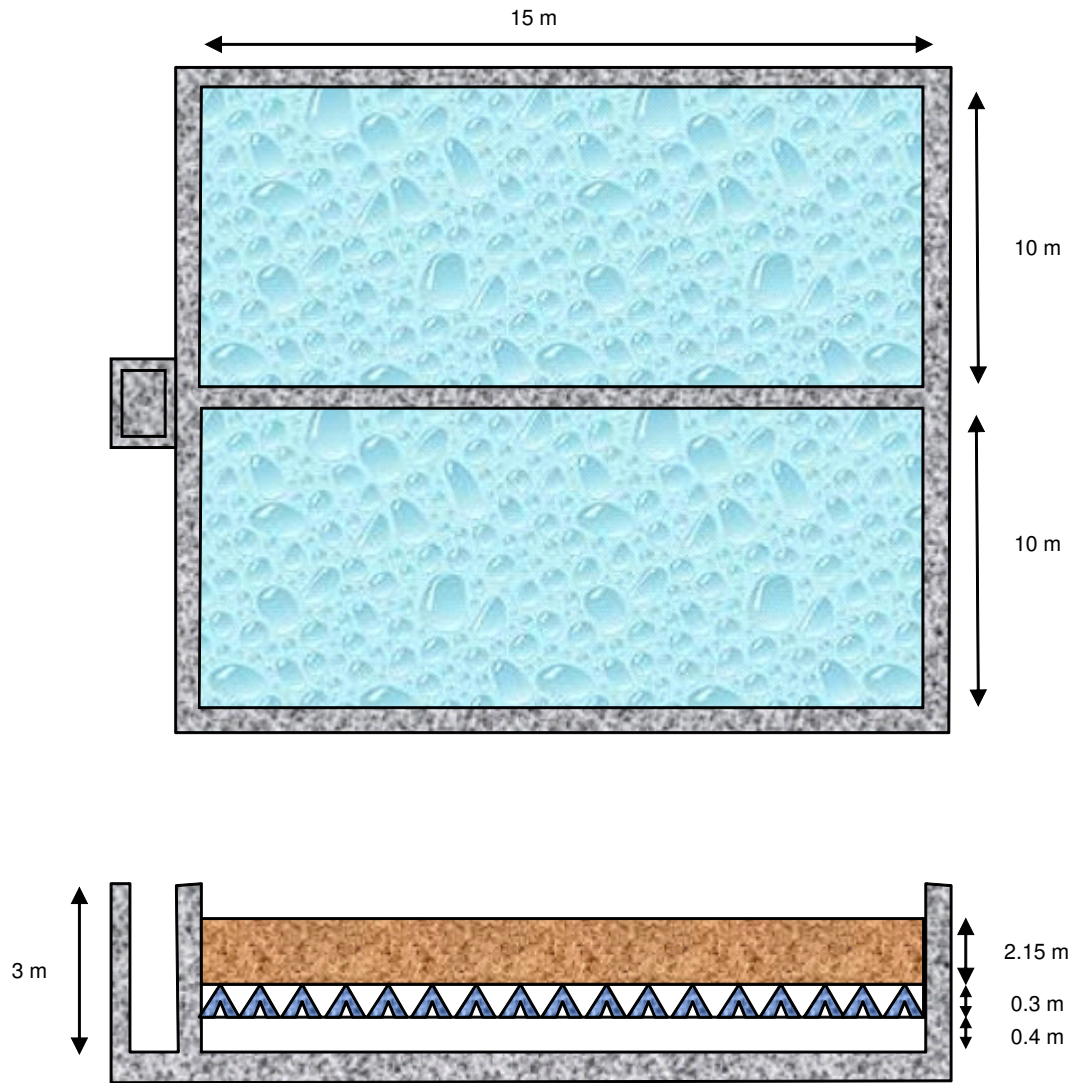
$$\text{Altura falso fondo} = 0.4 \quad \text{m}$$

$$\text{Altura de Viguetas} = 0.3 \quad \text{m}$$

$$\text{Separación entre orificios de entrada} = 1 \quad \text{m}$$

$$\text{Altura del lecho} = 2.15 \quad \text{m}$$

**Figura No 28. Esquema filtro anaerobio**



**13.10 SEDIMENTADOR SECUNDARIO**

Caudal Máximo Diario	5,543.9	m <sup>3</sup> /d
Caudal medio diario	1,677.2	m <sup>3</sup> /d
Numero de módulos n	2	
Recirculación:	R =	0%
Sólidos suspendidos :	SS =	576.32 mg/l
Carga superficial pico:	CSPico =	65 m/d
Carga superficial promedio:	CSProm =	33 m/d
Porcentaje de remoción de sólidos		60 %

Densidad relativa de lodo primario 1,020 Kg/m<sup>3</sup>  
Tiempo de Retención Hidráulico TRH = 1.0 hora

Area del sedimentador para caudal promedio afluente de la planta

$$Area \text{ promedio por módulo} = \frac{Q}{CS_{promedio} \times n}$$

Area promedio por cada 25 m<sup>2</sup>  
modulo

Area del sedimentador para caudal pico afluente de la planta

Area pico por cada 43 m<sup>2</sup>  
modulo

Mayor área As = 43 m<sup>2</sup>

Volumen del tanque

$$Vol = \frac{Q \times TRH}{n}$$

Vol = 115 m<sup>3</sup>

Altura del tanque

H = 2.67 m

Diámetro del tanque

D = 7.40 m

Carga sobre el vertedero

q = 119 m<sup>3</sup>/día/m OK

Cantidad de sólidos en suspensión (K)

$$K = \frac{Q \times SS \times \% \text{ remoción sólidos}}{n}$$

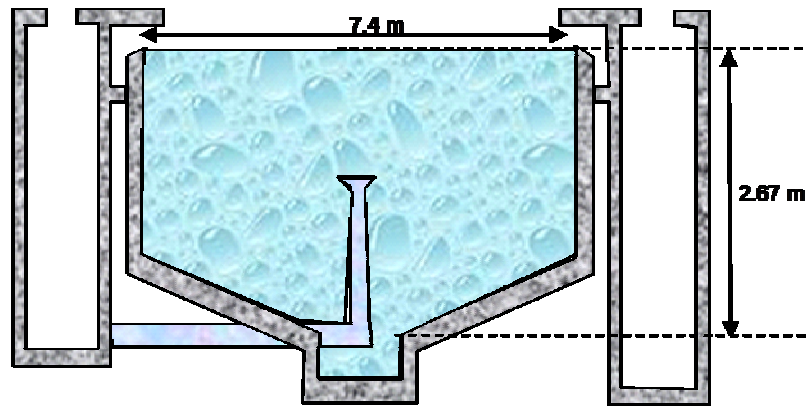
K = 959 kg/día

Volumen diario de lodos por cada modulo

$$V_{\text{lodos}} = \frac{K}{\text{Densidad lodo}}$$

$$V_{\text{lodos}} = 0.94 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Figura No 29. Esquema sedimentador secundario**



### 13.11 ESPESADOR POR GRAVEDAD

Cantidad de lodos	959 kg/d
Concentración de sólidos	2.5 %
Carga superficial de sólidos	125 kg/m <sup>2</sup> d
Densidad relativa del lodo	1020 kg/m <sup>3</sup>

Area del espesador

$$Area = \frac{Cantidad\ de\ lodos}{Carga\ superficial\ de\ sólidos}$$
$$A = 8.00\ m^2$$

Diámetro del tanque

$$D = 3.2\ m$$

Carga Superficial

$$CS = \frac{Cantidad\ de\ lodos}{Densidad\ relativa\ lodo\ x\ Area\ x\ \% \text{ concentración de sólidos}}$$
$$CS = 5\ m/d \quad OK$$

Para una profundidad del agua de 2 m, el volumen del espesador es:

$$V = Area\ x\ profundidad$$

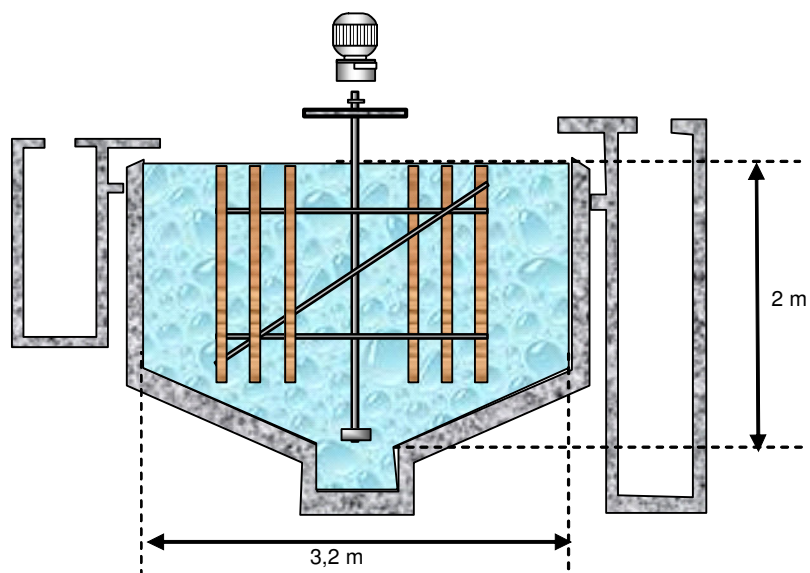
$$V = 16\ m^3$$

El tiempo de retención es:

$$TRH = \frac{V\ x\ Densidad\ relativa\ lodo\ x\ \% \text{ concentración sólidos}}{Cantidad\ lodos}$$
$$TRH = 0.43\ días = 11\ horas$$

La velocidad periférica de la barredora de lodos será de 0,10 m/s

Figura No 30. Esquema espesador por gravedad



### 13.12 LECHOS DE SECADO

Población P 6452 Hab  
 Area requerida Ar 0.07 m<sup>2</sup>/hab

Calculo del área del lecho de secado

$$A = P \times Ar$$

$$A = 451.6 \text{ m}^2$$

Ancho del lecho para limpieza manual

$$\text{Ancho} = 8 \text{ m}$$

Longitud del lecho de secado

$$\text{Largo} = 56$$

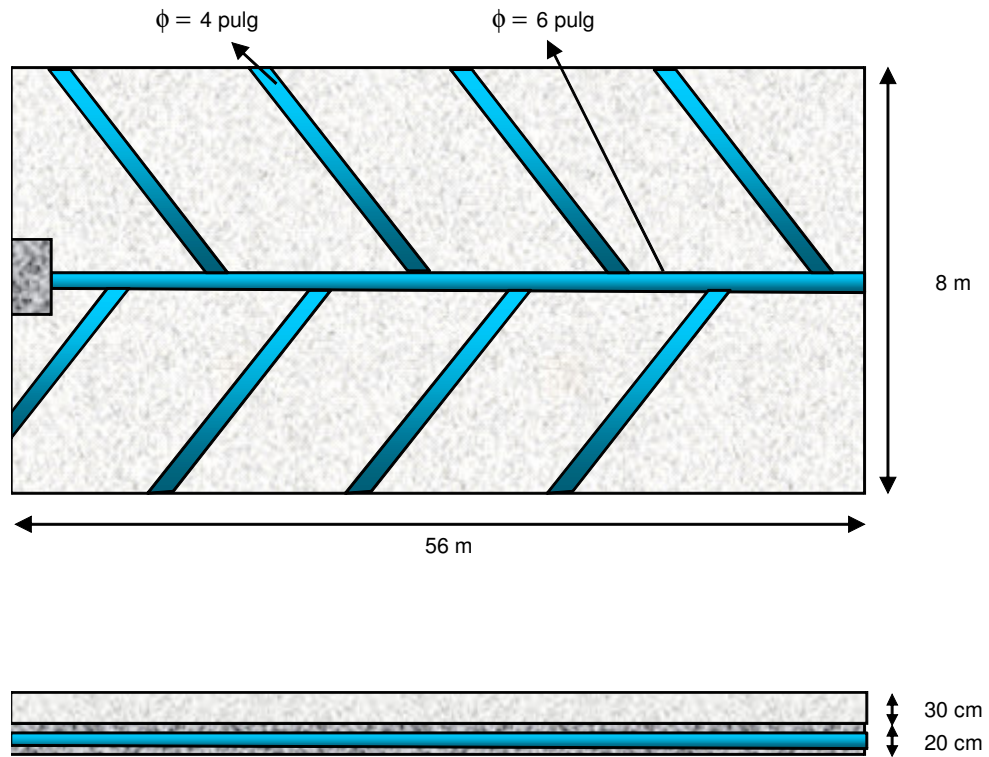
Diámetro de la tubería de drenaje principal D = 6 pulg  
 Diámetro de las tuberías secundarias de drenaje D = 4 pulg  
 Pendiente de las tuberías de drenaje 1 %

Espesor del lecho de arena 30 cm  
 Espesor del lecho de grava 20 cm



En el sitio de la descarga se construirá una placa de salpicamiento en concreto simple para

**Figura No 31. Esquema lecho de secado de lodos**



### 13.13 REACTOR UASB

El dimensionamiento del reactor UASB se realizó utilizando el programa de Predimensionamiento de Reactores de manto de lodos rectangulares (UASB WARE), desarrollado por la el Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Universidad Federal de Minas Gerais de Brasil; desarrollado por:

Raquel Cota da Silveira  
Fabiano Medeiros de Oliveira  
Kènia Mara da Rocha

Y orientado por:

Carlos Augusto de Lemos Chernicharo

## Parámetros de Cálculo del Reactor

### *Caudales:*

Caudal medio diario	= 19,41 l/s
Caudal máximo horario	= 64,17 l/s
Caudal máximo diario	= 75,37 l/s

<i>Carga Orgánica DQO Afluyente</i>	= 9.869 kg/día
<i>Concentración DQO Afluyente</i>	= 1.780 mg/l

*Altura del Reactor* = 5 m (entre 4 y 5 Norma RAS 2000)

### *Velocidad Ascensional:*

Para caudal máximo horario	= 0,5 a 0.7 m/h
Para caudal máximo diario	= 1,5 m/h (entre 1 y 2 Norma RAS 2000)

<i>TRH adoptado</i>	= 8 horas (> 6 Norma RAS 2000)
<i>Volumen máximo por Módulo</i>	= 500 m <sup>3</sup> (< 500 m <sup>3</sup> RAS 2000)
<i>Área por cada entrada del afluyente</i>	= 2,5 m <sup>2</sup>

## Parámetros para el cálculo del sedimentador

### *Tasa de carga superficial*

Para caudal máximo horario	= <0,8 m/h (RAS 2000)
Para caudal máximo Diario	= <1,6 m/h

### *Velocidades en la entrada al sedimentador:*

Para caudal máximo horario	= <2,3 m/h (< 5 m/h RAS 2000)
Para caudal máximo Diario	= <6,0 m/h

### *Tiempo de Retención Hidráulica en el sedimentador:*

Para caudal máximo horario	= > 1,5 horas
Para caudal máximo Diario	= > 0,6 horas

*Ancho del colector de gas* = 0,25 m

*Espesor pared del colector de gas* = 1,5 cm

*Altura parte recta del sedimentador* = 0,30 m

*Inclinación del deflector* = 50° (entre 50° y 60° Norma RAS 2000)

## Parámetros de cálculo para la producción de biogás

*Altitud local* = 2.965 m.s.n.m

*Temperatura del agua residual* = 14°C

*Porcentaje de Metano en el biogás* = 75 %

*Coeficiente de producción de sólidos* = 0,18

*Concentración de lodo* = 4 %

### **Parámetros de comprobación del tubo de distribución**

*Distancia desde el tubo al fondo del reactor* = 20 cm (RAS 2000)  
*Velocidad ascensional de las burbujas de aire* = 0,20 m/s

### **RESULTADOS**

#### **Tiempo de Retención Hidráulico TRH**

*TRH mínimo posible para caudal máximo horario* = 7.14 horas  
*TRH máximo posible para caudal máximo horario* = 10 horas  
*Eficiencia esperada remoción de DQO* = 67 %  
*Velocidad Ascensional para caudal máximo horario* = 0,63 m/h

#### **Reactor**

*Área total* = 369.6 m<sup>2</sup>  
*Volumen total* = 1848.1 m<sup>3</sup>  
*Número de Módulos* = 4

#### **Módulos**

*Área* = 92.4 m<sup>2</sup>  
*Volumen* = 462.0 m<sup>3</sup>  
*Ancho* = 9.63 m  
*Largo* = 9.60 m  
*Número celdas de distribución* = 42

#### **Celdas de distribución**

*Área de influencia* = 2,20 m<sup>2</sup>  
*Ancho* = 1,38 m  
*Largo* = 1,60 m  
*Número de celdas a lo ancho del reactor* = 7  
*Número de celdas a lo largo del reactor* = 6

#### **Sedimentador**

*Altura* = 1,78 m  
*Ancho de entrada simple* = 0,22 m  
*Área* = 674,56 m<sup>2</sup>  
*Volumen* = 776,21 m<sup>3</sup>  
*TRH para Caudal Máximo Horario* = 3,36 horas

Caudal Máximo Diario	= 2,86 horas
<i>TAS para Caudal Máximo Horario</i>	= 0,34 horas
Caudal Máximo Diario	= 0,40 horas

*Velocidad en entrada del sedimentador*

Caudal Máximo Horario	= 3,36 horas
Caudal Máximo Diario	= 2,86 horas

**Producción de Gas y Lodo**

<i>Producción de metano (CH<sub>4</sub>)</i>	= 1.373 m <sup>3</sup> /día
<i>Producción de Biogás</i>	= 1.831 m <sup>3</sup> /día
<i>Tasa de Liberación de Gas</i>	= 0,66 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
<i>Producción de Lodo</i>	= 1.776 kgSST/día
<i>Volumen de lodo</i>	= 43,5 m <sup>3</sup> /día

**Tubo de Distribución**

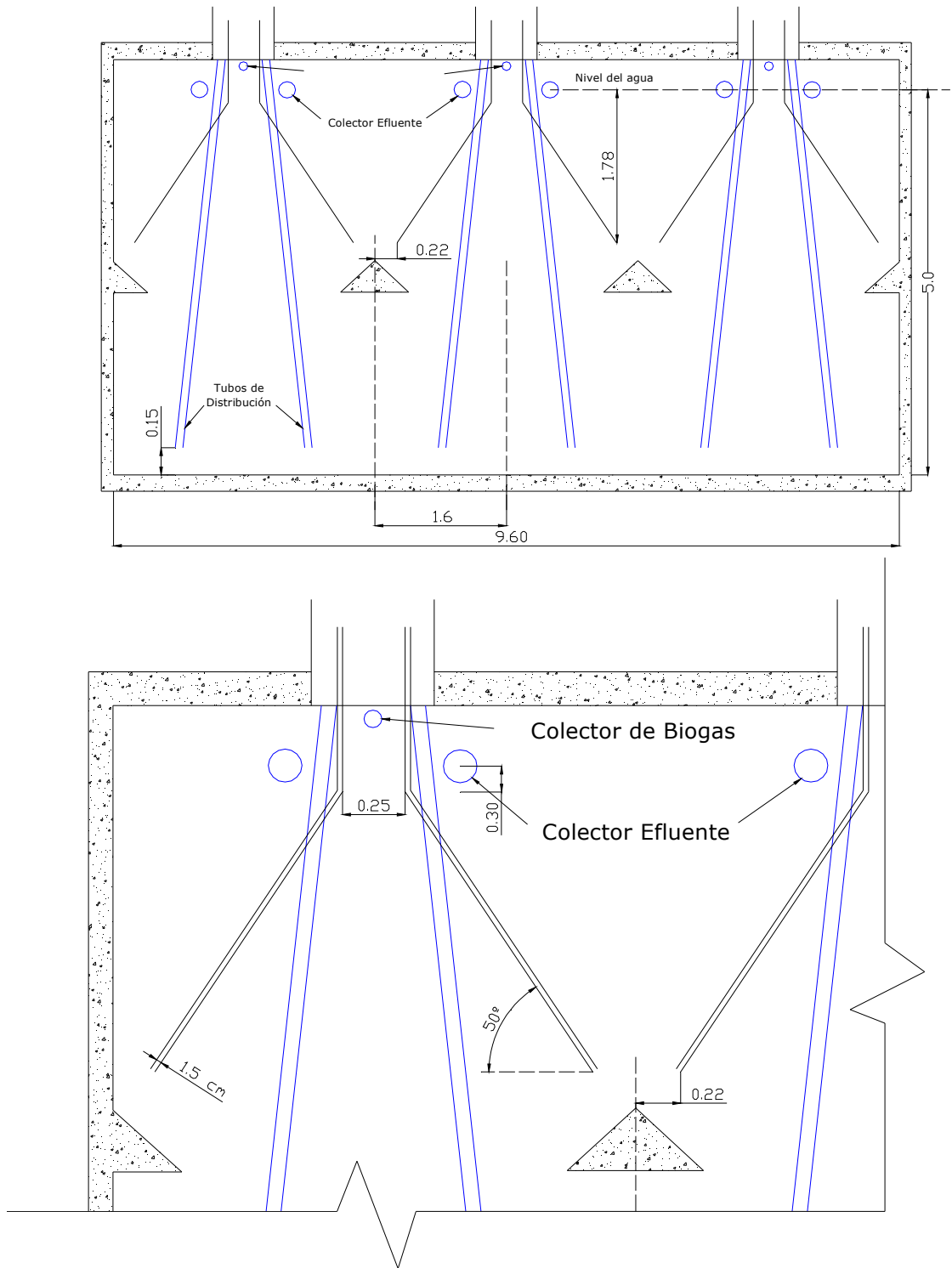
<i>Diámetro</i>	= 75 mm
<i>Longitud</i>	= 4.88 m

*Velocidad del afluyente en el tubo de la distribución*

Caudal Máximo Diario	= 0.1 m/s
----------------------	-----------

En la siguiente figura se observa el esquema del reactor UASB.

**Figura No 32. Esquema Reactor UASB**

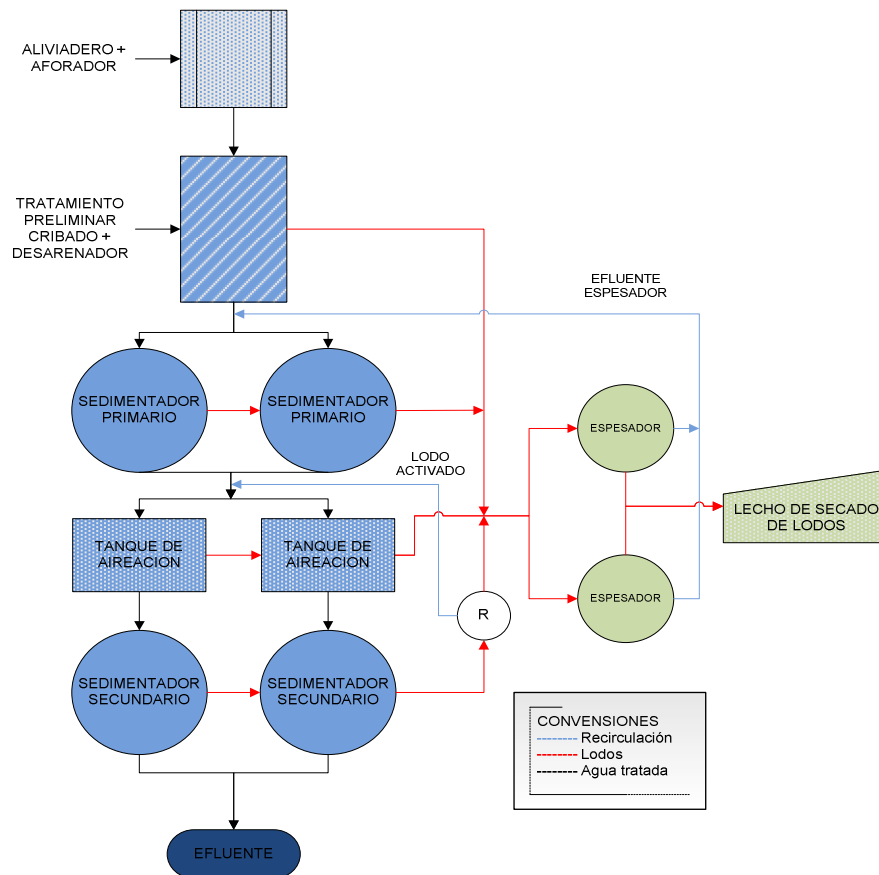


## 14. DISEÑOS HIDRAULICOS DE LA ALTERNATIVA OPCIONAL DE TRATAMIENTO

### 14.1 DESCRIPCION ALTERNATIVA OPCIONAL DE TRATAMIENTO

Se escogió como otra alternativa de tratamiento, el sistema de lodos activados ya que es un proceso óptimo para el tratamiento de las aguas residuales con altas concentraciones de DBO y DQO, el esquema del sistema consiste básicamente en un sedimentador primario, un tanque de aireación y un sedimentador secundario con recirculación de lodos activados, es un tratamiento biológico y en particular aerobio, los cuales son capaces de producir efluentes con concentraciones mucho más bajas de material biodegradable, sólidos en suspensión y nutrientes. Si bien sus costos son un poco elevados comparados con otras posibilidades anaerobias, su eficiencia garantiza la calidad del tratamiento. A continuación se presenta el esquema general del proceso de lodos activados (ver figura No 33).

**Figura No 33. Esquema planta de lodos activados**



El proceso de lodos activados fue desarrollado en Inglaterra, en 1914, por Arden y Lockett. Todos los procesos de lodos activados tienen en común el contacto de aguas residuales con floc biológico previamente formado en un tanque de aireación. El lodo activado consiste en una masa floculenta de microorganismos, materia orgánica muerta y materiales inorgánicos; tiene la propiedad de poseer una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos. Produciendo una porción de materia orgánica, susceptible de descomposición biológica, convertida en compuestos inorgánicos y el resto, transformada en lodo activo adicional.

El medio ambiental de un sistema de lodos activados puede considerarse un medio acuático, compuesto por microorganismos como bacterias, hongos, protozoos y metazoos pequeños; entre las bacterias las más comunes son las de los géneros *Alcaligenes flavobacterium*, *Bacillus* y *Pseudomonas*.

Las bacterias constituyen el grupo más importante de microorganismos, en el proceso de lodos activados, por su función en la estabilización del material orgánico y en la formación del floc de lodo activo. En el proceso de purificación son importantes las bacterias nitrificantes; tales como *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*, al igual que la *Zooglea ramigera*, considerada como organismo principal en la formación del lodo activo por su gran habilidad para formar floc biológico.

Uno de los problemas más comunes en los procesos de tratamiento biológico aerobio es la sedimentabilidad pobre de lodos activados asociados con crecimientos filamentosos, los cuales producen floc biológico flotante. La presencia de bacterias filamentosas es adversa a las buenas características de sedimentabilidad del floc de lodos activados y debe reprimirse. Los hongos normalmente no abundan en lodos activados; se presentan en condiciones poco comunes, como cuando se trata un agua residual con contenido deficiente de nitrógeno. Así, pueden dominar la comunidad y ser los responsables de la mayor parte del tratamiento; sin embargo, aunque son tan efectivos como las bacterias para la estabilización del material orgánico, su asentamiento es más difícil pues producen también floc biológico flotante. En general, aunque se introducen algas con las aguas residuales, la ausencia de luz adecuada y la mezcla intensa hace que normalmente no se encuentren algas en los lodos activados.

Los protozoos son, con las bacterias, los organismos más abundantes en lodos activados. Algunos son completa o parcialmente sapróbicos y compiten con las bacterias por el material orgánico; otros son holozoicos y usan material orgánico sólido como alimento, al igual que bacterias y otros protozoos, proveyendo un enlace vital en la cadena alimenticia y en el proceso de tratamiento. Los más comunes, posiblemente, sean los protozoos flagelados. Los metazoos, formas superiores, animales, son usualmente raros en lodos activados; algunas veces se encuentran rotíferos, sobre todo en procesos de aireación prolongada con carga orgánica baja.

Este sistema tiene la gran ventaja de adaptarse fácilmente a cambios repentinos en las características del agua residual y su proceso depende de un adecuado control en la operación, de las siguientes variables:

- Mantenimiento de los niveles de oxígeno en el tanque de aireación.
- Regulación de la cantidad de lodo activado recirculado.
- Control de la purga de lodo activo.
- La relación alimento - microorganismos.
- El tiempo de retención celular.

Este esquema es similar al diseñado en el capítulo anterior, por esta razón en este capítulo solo se tratara el diseño y dimensionamiento del tanque de aireación.

## 14.2 PARAMETROS DE DISEÑO PARA EL DIMENCIONAMIENTO DEL TANQUE DE AIREACION

**14.2.1 Requisitos nutricionales:** Según el RAS 2000 los principales nutrientes son el nitrógeno y el fósforo. Debe como mínimo cumplirse la siguiente relación entre las concentraciones en el agua residual por tratar.

DBO	:	N	:	P
100	:	5	:	1

Según los datos más críticos que son los de la muestra integrada de la caracterización de vertimientos se tiene:

DBO	:	N	:	P
1013	:	58.8	:	18.7

Aplicando una regla de tres se obtienen los siguientes resultados:

DBO	:	N	:	P
100	:	5.8	:	1.85

Estos valores están por encima del mínimo estipulado.



**14.2.2 Parámetros empíricos en el diseño del tanque de aireación:** Los diseños deben cumplir con los parámetros presentados en el siguiente cuadro.

**Cuadro No 62.** Parámetros empíricos en el diseño del tanque de aireación

Tipo de Proceso	Carga orgánica kgDBO <sub>5</sub> / KgSSVLM/d (f/m)	Carga Volumétrica KgDBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /d (fq/v)	Tiempo de detención (horas) (t <sub>d</sub> )	Edad de lodos (días) (θ <sub>c</sub> )	SSLM mg/l (x <sub>i</sub> )	Retorno Fracción (r)
Convencional	0.2 - 0.5	0.3 - 1.0	4 - 8	5 - 15	1500 - 3000	0.25 - 0.5
Completamente mezclado	0.2 - 0.6	0.8 - 2.0	4 - 8	5 - 15	3000 - 6000	0.25 - 1.0
Aireación escalonada	0.2 - 0.5	0.6 - 1.0	3 - 5	5 - 15	2000 - 3500	0.25 - 0.7
Alta tasa	0.4 - 1.5	0.6 - 2.4	0.25 - 3	1 - 3	4000 - 5000	1.0 - 5.0
Aireación modificada	1.5 - 5.0	1.2 - 2.4	1.5 - 3	0.2 - 0.5	200 - 1000	0.05 - 0.25
Estabilización por contacto Contacto Estabilizado	0.2 - 0.5	1.0 - 1.2 incluido ya	0.5 - 1.0 3 - 6	5 - 15	1000 - 3000 4000 - 10000	0.2 - 1.0
Aireación extendida	0.05 - 0.25	<0.4	18 - 36	15 - 30	3000 - 6000	0.75 - 1.5
Oxígeno puro	0.4 - 1.0	2.4 - 4.0	1 - 3	8 - 20	6000 - 8000	0.25 - 1.5
Zanjón de oxidación	0.05 - 0.30	0.1 - 0.5	8 - 36	10 - 30	3000 - 6000	0.75 - 1.5
Reactor SBR	0.05 - 0.30	0.1 - 0.2	12 - 50	No aplica	1500 - 5000	No aplica

Fuente: RAS 2000 Tabla E.4.11

## 14.3 DISEÑO

### 14.3.1 Dimensionamiento tanque de aireación:

#### Datos de entrada:

Caudal de aguas residuales = 75.4 l/s → 6512 m<sup>3</sup>/día  
 DBO<sub>5</sub> del afluente = 1063 mg/l  
 Sólidos susp. volátiles (X) = 1637 mg/l  
 Número de módulos = 2  
 Tasa de recirculación (R) = 25 %

El valor de sólidos suspendidos volátiles se aproxima al contenido de sólidos suspendidos totales<sup>17</sup>

*Tiempo de Retención de sólidos θ<sub>c</sub>*: Representa el periodo de tiempo medio de en el cual el lodo permanece en el sistema. Es el parámetro mas crítico en el diseño del de lodos activados, el θ<sub>c</sub> afecta el rendimiento del proceso de tratamiento, el volumen del tanque de aireación y los requerimientos de oxígeno. Para la eliminación de DBO el θ<sub>c</sub> tiene un rango de valores de 3 a 5 días dependiendo de

<sup>17</sup> Tratamiento de aguas residuales, Teoría y Principios de Diseño. Jairo Alberto Romero Rojas. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 448

la temperatura del licor mixto. De 18 a 25 °C los valores deseados son cercanos a 3 días. A 10 °C son comunes valores de  $\theta_c$  de 5 a 6 días para únicamente remoción de DBO<sup>18</sup>. En el siguiente cuadro se presentan valores típicos de  $\theta_c$  y los factores que afectan a este valor (ver cuadro 63).

**Cuadro No 63.** Rango de Tiempo de Retención de Sólidos mínimo típico para tratamiento de Lodos Activados

Objetivo tratamiento	TRS rango, días	Factores que afectan
Remoción DBO soluble en aguas residuales domesticas	1 - 2	temperatura
Conversión de partículas orgánicas en agua residuales domesticas.	2 - 4	temperatura
Convertir la biomasa floculenta para tratamiento de aguas residuales domesticas.	1 - 3	temperatura
Convertir la biomasa floculenta para tratamiento de aguas industriales.	3 - 5	temperatura / composición
Proporcionar nitrificación completa	3 - 18	temperatura / composición
Remoción biológica de fosforo	2 - 4	temperatura
Estabilización de lodo activado.	20 - 40	temperatura
Degradación de compuestos xenobioticos.	5 - 50	temperatura / composición / velocidad / bacterias

Fuente: METCALF & EDDY. Wastewater Engineering. 2004, pág. 680.

El sistema de tratamiento se basa en un proceso de lodos activados convencional para aguas industriales por lo que se toma como valor  $\theta_c = 5$  días de edad de los lodos. Teniendo en cuenta el siguiente cuadro tomado del RAS 2000 (E.7.4), se toman los valores de coeficientes cinéticos para aguas residuales municipales.

**Cuadro No 64.** Coeficientes cinéticos típicos para procesos de lodos activados

Coeficiente	Unidades	Rango	
Y	mg SSV/mg DBO	0.4	0.8
Kd	d <sup>-1</sup>	0	0.1

Fuente: RAS 2000 Tabla E.7.4

Se adopta:

<sup>18</sup> Wastewater Engineering, Treatment and Reuse. Metcalf & Eddy. 4Ed. Mc Graw Hill, Singapur Asia, 2004. pág. 677

$$Y = 0.45$$

$$K_d = 0.06$$

La eficiencia del sistema será del 80 % por lo que la DBO del efluente será:

$$S_e = 212.60 \text{ mg/l}$$

Los sólidos suspendidos totales en el efluente con la misma eficiencia será:

$$SST_e = 327.40 \text{ mg/l}$$

La DBO soluble del efluente ( $S_e$ ), se calcula por la siguiente ecuación, la cual representa la diferencia entre la DBO total del efluente y la DBO de los sólidos suspendidos del mismo, suponiendo que un 65% de los ss del efluente son biodegradables y que la relación entre la  $DBO_5$  y la DBO última carbonácea es igual a 0,68.

$$S_e = DBO_e - 0.63 \text{ ss}$$

$$S_e = 6.34 \text{ mg/L}$$

Biomasa en el reactor:

$$XV = \frac{\theta_c YQ(S_o - S)}{1 + K_d \theta_c}$$

Donde: XV Biomasa en el reactor  
 Y Coeficiente de producción de crecimiento o relación de la masa de células formadas a la masa de sustrato consumido.  
 So DBO del afluente, mg/L  
 Se DBO del efluente, mg/L  
 Oc Tiempo promedio de retención celular o edad de lodos, d  
 Kd Coeficiente de declinación endógena,  $d^{-1}$

$$XV = 1.19E+07 \text{ g SSV}$$

$$XV = 11,909.37 \text{ Kg SSV}$$

Volumen de cada modulo del reactor:

$$V = \frac{XV}{X}$$

$$V = 7,275 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Mód} = 3,638 \text{ m}^3$$

Profundidad del líquido = 4.5 m (entre 3,05 y 4,57m, RAS 2000)

Borde libre = 0.5 m (mayor de 0,4m, RAS 2000)

Altura total del tanque = 5 m

Area superficial = 808.30 m<sup>2</sup>

Ancho del tanque = 9.00 m (< 2 veces la profundidad) → 29.5 pies

Largo del tanque = 89.81 m

Cálculo de la concentración de biomasa o producción de lodos:

$$P_x = \frac{YQ(S_o - S)}{1 + Kd\theta_c} = \frac{XV}{\theta_c}$$

$$P_x = 2.38187E+06 \text{ g SSV/d}$$

$$P_x = 2381.874 \text{ kg SSV/d}$$

Caudal de recirculación:

$$Q_R = R \times Q$$

$$Q_R = 1,628 \text{ m}^3/\text{día}$$

Concentración de SSV en el lodo dispuesto ( $X_R$ ):

$$X_R = \frac{X}{R} + X$$

$$X_R = 8185 \text{ mg/l}$$

Caudal de lodo de desecho ( $Q_W$ ):

$$Q_W = \frac{VX}{\theta_c X_R}$$

$$Q_W = 291 \text{ m}^3/\text{día}$$

Tiempo de retención hidráulico:

$$\theta = \frac{V}{Q}$$

$$\theta = 1.12 \text{ días}$$

$$\theta = 26 \text{ horas}$$

Cantidad de oxígeno requerido:

$$DO = 1.5 Q (S_o - S_e) - 1.42 X_R Q_W$$

$$DO = 6,939 \text{ kg O}_2 / \text{d} \rightarrow 637 \text{ lb O}_2 / \text{h} \rightarrow 289 \text{ kg O}_2 / \text{h}$$

Caudal de aire para condiciones normales:

$$Q_{\text{aire}} = \frac{DO}{0.232 \times 1.20}$$

$$Q_{\text{aire}} = 24,925 \text{ m}^3/\text{d}$$

Volumen de aire requerido por unidad de DBO aplicada al tanque de aireación:

$$\frac{Q_{\text{aire}}}{DBO} = \frac{Q_{\text{aire}}}{S_o Q}$$

$$\frac{Q_{\text{aire}}}{DBO} = 3.6 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Volumen de aire requerido por unidad de DBO removida:

$$\frac{Q_{\text{aire}}}{DBOR} = \frac{Q_{\text{aire}}}{(S_o - S) Q}$$

$$\frac{Q_{\text{aire}}}{DBOR} = 3.62 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Carga orgánica volumétrica.

$$COV = \frac{Q S_o}{V}$$

$$COV = 952 \text{ g DBO}/\text{m}^3 \text{ d}$$

Relación alimento microorganismos A/M :

$$\frac{A}{M} = \frac{Q S_o}{VX}$$

$$\frac{A}{M} = 0.50 \text{ d}^{-1}$$

Eficiencia en remoción de DBO soluble es:

$$E = \frac{S_o - S_e}{S_o}$$

$$E = 99 \%$$

**14.3.2 Diseño del sistema de aireación difusa:** Teniendo en cuenta que Pupiales se encuentra entre alturas que oscilan desde los 2650 a los 3600 m.s.n.m, para efectos de cálculo se tomará una altura promedio de 3000 m.s.n.m, además se tomará una T<sup>o</sup> promedio de 11 °C.

**Datos de entrada:**

Concentración de OD en el agua C <sub>L</sub>	=	1.5	mg/l
Temperatura	=	11	°C
β	=	0.9	
Flujo de aire condiciones estándar G	=	7	pie <sup>3</sup> /min por unidad de aireación
α	=	0.8	
Eficiencia de transferencia de O <sub>2</sub> %	=	8	→ 0.08
N	=	1.02	
m	=	0.72	
p	=	0.35	
C	=	0.0081	
Sumergencia del difusor h	=	4.50	m → 14.8 pies
Eficiencia del compresor	=	70	%
Incremento de Presión	=	8	psi

Donde:

β = Según Jairo Alberto Romero Rojas “Relación de concentración de saturación de OD en el agua residual a la del agua potable o destilada, generalmente 0,8 a 1,0”. Se adopta un valor de 0,9.

$\alpha$  = Velocidad relativa de transferencia de oxígeno referida al agua limpia. Valores típicos están entre 0.68 y 0.94. Se adopta un valor de 0,8.

Eficiencia de transferencia de O<sub>2</sub>%. Según el siguiente cuadro de las características de los equipos de aireación (ver cuadro No 65), se establece un valor de 8% para la eficiencia de transferencia, ya que se trabajara con un difusor de burbuja gruesa.

**Cuadro No 65.** Características de los equipos de aireación

Clase	Descripción	Uso	Eficiencia típica de transferencia* (%)	Tasa de transferencia nominal (kg O <sub>2</sub> /kW.h)
<b>Sumergidos</b>	Colocados cada 30 a 75 cm sobre tuberías de PVC separadas 1,5 m entre sí.			
<b>Aire difuso</b>				
Burbuja fina	Burbujas generadas con placas y tubos cerámicos vítreos o de resina porosa	Procesos de lodos activados; para mezcla se requieren 20 - 30 L de aire/m <sup>3</sup> min de volumen de tanque y un NP típico de 15 - 30 W/m <sup>3</sup>	10 - 30	1,2 - 2,0
Burbuja media	Burbujas generadas con tubos cubiertos con plástico o con telas.	Procesos de lodos activados.	6 - 15	1,0 - 1,6
Burbuja gruesa	Burbujas generadas con orificios, inyectoras y toberas o placas de corte	Procesos de lodos activados.	4 - 8	0,6 - 1,2
<b>Turbina regadera</b>	Turbina de baja velocidad con sistema de inyección de aire comprimido.	Procesos de lodos activados		1,2 - 1,4
<b>Mezclador estático de tubo</b>	Tubos cortos con pantallas internas diseñadas para retener aire inyectado por debajo del tubo en contacto con el líquido	Procesos de lodos activados y lagunas aireadas	7 - 10	1,2 - 1,6
<b>Chorro</b>	Aire comprimido inyectado al licor mezclado mediante bombeo de éste a presión a través del aparato de chorro.	Procesos de lodos activados	10 - 25	1,2 - 2,4
<b>Superficiales</b>	Potencia de 0,75 - 75 kW	Proceso convencional de lodos activados, lagunas aireadas.		1,2 - 2,4
Aireador de turbina y baja velocidad	Turbinas de diámetro grande exponen gotas de líquido a la atmósfera	Lagunas aireadas		1,2 - 2,4
Aireador flotante de alta velocidad	Hélice de diámetro pequeño expone gotas de líquido a la atmósfera	Lagunas aireadas		1,2 - 2,4
Cepillos de aireación	Peines montados sobre un eje central rotan a través del licor. El oxígeno es introducido al licor por la acción de chapoteo de los dientes de los peines y por la exposición de gotas de líquido a la atmósfera	Zanjones de oxidación, canales aireados, lagunas aireadas		1,2 - 2,4

Fuente: ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO. Tratamiento de Aguas Residuales 2005, pág. 401

Las constantes del equipo N y C se toman del siguiente cuadro teniendo en cuenta que la unidad son aspersores (ver cuadro No 66).

**Cuadro No 66.** Constantes de algunos equipos de aireación

Unidad	C	N	Condiciones
Tubos Seran	0,016	0,90	Separación 22,5 cm, banda ancha; profundidad 4,4 m, ancho 7,3 m.
Tubos Seran	0,017	0,81	Separación 22,5 cm, banda angosta; profundidad 4,4 m, ancho 7,3 m.
Tubos Seran	0,015	0,92	Separación 22,5 cm, banda angosta; profundidad 4,4 m, ancho 7,3 m.
Aspersores	0,0081	1,02	Separación 61 cm, banda ancha; profundidad 4,5 m, ancho 7,3 m.
Aspersores	0,0062	1,02 *	Separación 23 cm, banda angosta; profundidad 4,5 m, ancho 7,3 m.
Aspersores	0,0064	1,02	Orificios de 71 mm, ancho 7,6 m, profundidad 4,6 m.
Aspersores	0,0068	1,02	Orificios de 5,2 mm, ancho 7,6 m, profundidad 4,6 m.
Tubos con placas	0,0350	0,49	Una sola fila; ancho 7,6 m, profundidad 4,6 m.
Tubos con placas	0,0200	0,80	Doble fila; ancho 7,6 m, profundidad 4,6 m.
Sistema Inka	0,0036	0,95	Ancho 2,1 m, profundidad 1,8 m, sumergencia 0,8 m.

Fuente: ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO. Tratamiento de Aguas Residuales 2005, pág. 388

Del cuadro, valores de saturación de OD se tiene que para una temperatura de 11°C y 1 atm la concentración de saturación de OD es de 11.08 mg/l, así mismo se tiene que para una altura de 3.000 m.s.n.m. se tiene una presión de 527 mm Hg, por lo que el valor de saturación de OD corregido a 527 mm Hg es:

$$C_s = (C_s)_{760} \frac{P}{760}$$

$$C_s = 7.7 \text{ mg/l}$$



**Cuadro No 67.** Valores de saturación de OD, en agua, en función de la temperatura y la concentración de cloruros a 760 mm Hg

Temperatura (°C)	Valores de OD en mg/L				
	0*	5.000*	10.000*	15.000*	20.000*
0	14,62	13,79	12,97	12,14	11,32
1	14,23	13,41	12,61	11,82	11,03
2	13,84	13,05	12,28	11,52	10,76
3	13,48	12,72	11,98	11,24	10,50
4	13,13	12,41	11,69	10,97	10,25
5	12,80	12,09	11,39	10,70	10,01
6	12,48	11,79	11,12	10,45	9,78
7	12,17	11,51	10,85	10,21	9,57
8	11,87	11,24	10,61	9,98	9,36
9	11,59	10,97	10,36	9,76	9,17
10	11,33	10,73	10,13	9,55	8,98
11	11,08	10,49	9,92	9,35	8,80
12	10,83	10,28	9,72	9,17	8,62
13	10,60	10,05	9,52	8,98	8,46
14	10,37	9,85	9,32	8,80	8,30
15	10,15	9,65	9,14	8,63	8,14
16	9,95	9,46	8,96	8,47	7,99
17	9,74	9,26	8,78	8,30	7,84
18	9,54	9,07	8,62	8,15	7,70
19	9,35	8,89	8,45	8,00	7,56
20	9,17	8,73	8,30	7,86	7,42
21	8,99	8,57	8,14	7,71	7,28
22	8,83	8,42	7,99	7,57	7,14
23	8,68	8,27	7,85	7,43	7,00
24	8,53	8,12	7,71	7,30	6,87
25	8,38	7,96	7,56	7,15	6,74
26	8,22	7,81	7,42	7,02	6,61
27	8,07	7,67	7,28	6,88	6,49
28	7,92	7,53	7,14	6,75	6,37
29	7,77	7,39	7,00	6,62	6,25
30	7,63	7,25	6,86	6,49	6,13

\* Concentración de cloruros en mg/L

Fuente: ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO. Tratamiento de Aguas Residuales 2005, pág. 1029

**Cuadro No 68.** Propiedades físicas del agua a 20°C

Elevación m	Presión atmosférica			Peso específico, $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Densidad $\rho$ kg/m <sup>3</sup>
	kPa	mH <sub>2</sub> O	mmHg		
0	101,3	10,33	760	0,0118	1,20
500	95,6	9,74	717	0,0111	1,13
1000	90,1	9,19	676	0,0105	1,07
1500	84,8	8,64	636	0,0099	1,01
2000	79,8	8,13	598	0,0093	0,95
2500	73,3	7,47	550	0,0085	0,87
3000	70,3	7,17	527	0,0082	0,84
3500	66,1	6,74	496	0,0077	0,78

Fuente: ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO. Tratamiento de Aguas Residuales 2005, pág. 1030

Cálculo de contenido de oxígeno en el aire de salida, % en volumen  $O_t$

$$O_t = \frac{21(1 - E)100}{79 + 21(1 - E)}$$

$$O_t = 19.65 \quad \%$$

Como la solubilidad del oxígeno varía con la presión, el valor de  $C_{sm}$  se calcula por la ecuación de Oldshue.

$$C_{sm} = \frac{C_s}{2} \left( \frac{P + 0.433h}{P} + \frac{O_t}{20.9} \right)$$

Teniendo en cuenta que 1 atm = 14.7 psi

$$P = 10.2 \text{ psi}$$

$$C_{sm} = 8.21 \text{ mg/l}$$

El rendimiento de una unidad de difusión de aire se puede calcular con base en los valores de las constantes características del difusor, por la ecuación empírica de Eckenfelder.

$$N = CG^n \times \frac{H^m}{W^p} \alpha (1.02)^{T-20} (\beta C_{sm} - C_L)$$

$$N = 0.49 \text{ lb } O_2 / \text{h por unidad}$$

Cálculo de numero de unidades difusoras requerido:

$$\text{No. de unidades requerido} = \frac{\text{Cantidad de } O_2 \text{ requerido}}{N}$$

$$\text{No. de unidades requerido} = 1,289$$

Espaciamiento entre difusores:

$$e = \frac{\text{Longitud del tan que de aireación}}{\text{No. de unidades requerido}}$$

$$e = 0.07 \text{ m}$$

Cálculo del flujo de aire del soplador:

$$Q = G \times \text{No. de unidades requerido}$$

$$Q = 9,026 \text{ pie}^3/\text{min} \quad \rightarrow \quad 4.26 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo de la potencia del soplador requerido para eficiencia del 70 %, y  $\Delta P$  de 8 psi

$$P = \frac{Q \times \Delta P}{E}$$

$$P = 484 \text{ Kw}$$

Los requisitos para asegurar una mezcla adecuada en los tanques de aireación se expresa en términos de nivel de potencia (NP), o del caudal de aire por unidad de volumen del reactor. El aire necesario para mantener los sólidos en suspensión es función de la concentración de los sólidos, de sus características y de la geometría del reactor.

$$NP = \frac{P}{Vol.}$$

$$NP = 133 \text{ W/m}^3$$

Cálculo de suministro de aire por unidad de volumen de tanque:

$$\text{Flujo de aire} = \frac{Q}{Vol.}$$

$$\text{Flujo de aire} = 70.3 \text{ l/min m}^3$$

Cálculo de la capacidad real de transferencia de oxígeno del equipo de aireación:

$$N = \frac{\text{Cantidad } O_2 \text{ requerido}}{P}$$

$$N = 0.6 \text{ kg } O_2 / \text{Kwh}$$

El sistema de aireación será un tipo de aireador no poroso con tubería perforada. Para determinar el diámetro de la tubería de aireación, es necesario tener en cuenta el flujo de aire del soplador  $Q = 4,26 \text{ m}^3/\text{s}$ , que corresponden a

255,6m<sup>3</sup>/min, con el siguiente cuadro se determina que el diámetro de la tubería de aireación debe ser de 20". Además, en la tabla E.4.12 del RAS 2000, se establece que el diámetro de los orificios debe estar entre 3 y 8cm, por tener un espaciamento entre orificios de 7cm se decide tomar 3cm como el diámetro de los orificios.

**Cuadro No 69.** Tamaño recomendado para tuberías de aire difuso

Diametro interno (mm)	Flujo de aire (m <sup>3</sup> /min)
100	3.75
150	11.05
225	32.2
300	69.7
375	126
450	204
525	311
600	437
675	601
750	802
825	1030
900	1300
975	1580
1050	1960

Fuente: ROMERO ROJAS JAIRO ALBERTO, Tratamiento de aguas residuales, pág. 394.

### 14.3.3 Diseño del sistema de recirculación de lodo:

#### Datos de entrada:

Periodo de Diseño: 20 años  
 Caudal de recirculación: 0.01884 m<sup>3</sup>/s  
 Horas de bombeo: 24 h  
 Altura sobre el nivel del mar: 3000 msnm  
 Temperatura del agua: 12 °C  
 Tubería PVC C: 150

#### Caudal de diseño:

Porcentaje de utilización de la bomba

$$\frac{\text{Numero de horas de bombeo}}{24h} = 100 \%$$

Caudal de diseño:

$$Q_{\text{Diseño}} = \frac{0.01884 \text{ m}^3/\text{s}}{1} = 0.01884 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Calculo De Diámetros  
Tubería de Impulsión**

$$D_i = K\sqrt{Q} = 0.151 \text{ m}$$

Expresándolo en pulgadas 5.94 "

Se toma como diámetro de la tubería de impulsión: 6 "

$$V_i = \frac{Q}{A} = \frac{0.01884 \text{ m}^3/\text{s} \times 4}{\pi \times (6 \times 0.0254)^2} = 1.03 \text{ m/s}$$

Altura mínima de sumergencia

$$\text{Sumergencia} = 2.5D_s + 0.1 = 0.50 \text{ m}$$

**Calculo de la altura dinámica de elevación:**

**Altura estática total (succión + impulsión)**

Altura estática impulsión :	13 m
Altura estática total :	13 m

**Perdidas en la impulsión (D = 6" = 0.1524m)**

Entrada de Borda	5 m
Expansión concéntrica (12D)	1.83 m
Válvula de retención Horizontal	19.3 m
Válvula de compuerta	1.1 m
Codo de radio largo 90° (seis)	20.4 m
Te con cambio de dirección	10 m
Longitud de tubería 102+15+13=	130 m
	187.63 m

Utilizando la ecuación de Hazen - Williams

$$Q = 0.2785 C D^{2.63} J^{0.54} =$$

Despejando J se tiene:

$$J = \left( \frac{Q}{0.2785 C D^{2.63}} \right)^{1/0.54} = 0.006071 \text{ m/m}$$

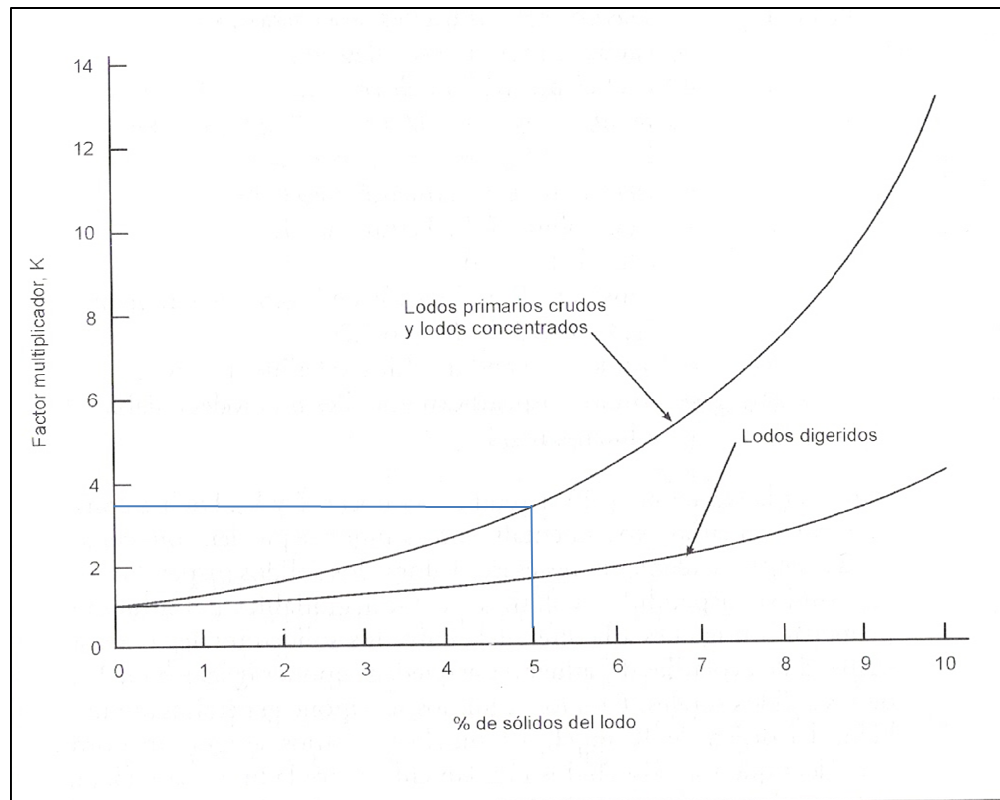
Perdidas en la impulsión: 1.14 m

La pérdida de energía en el bombeo de un lodo depende de las propiedades físicas e hidráulicas del lodo, del diámetro de la tubería, de la velocidad del flujo, del contenido y del tipo de sólidos y de la temperatura. El tamaño mínimo de la tubería para lodos es de 6". Para cálculos aproximados de pérdidas por fricción se puede considerar la pérdida igual a la calculada para agua, multiplicada por un factor K que depende del contenido de sólidos y de la velocidad del flujo. El valor

de K se lo obtiene de la gráfica 19 para velocidades de flujo entre 0.8 y 2.4 m/s, las más recomendadas para diseño de tuberías de lodos<sup>19</sup>.

La concentración esperada de sólidos del lodo para un tratamiento de lodos activados con sedimentación primaria se encuentra entre el 4 y 7 %, para este caso se toma un valor medio de 5%. Para este porcentaje de sólidos se tiene un valor de K aproximado de 3.5 (ver gráfico No 19).

**Gráfico No 19.** Factor de multiplicación para pérdida de energía en flujo laminar de lodos.



Perdidas en la impulsión:  $3.5 \times 1.14 = 3.99 \text{ m}$

**Altura de velocidad en la descarga ( $V_i$ ):**

$$\frac{Vd^2}{2g} = \frac{1.03^2}{2 \times 9.81} = 0.054 \text{ m}$$

**Altura dinámica total de elevación:**  $17.04 \text{ m}$

<sup>19</sup> Tratamiento de aguas residuales, Teoría y Principios de Diseño. Jairo Alberto Romero Rojas. Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería. Pág. 770

Con los valores de caudal y altura dinámica de elevación, se puede seleccionar la bomba a partir de las curvas características suministradas por los fabricantes, teniendo en cuenta que se debe trabajar con un alta eficiencia.

Para este caso se escogió una bomba marca EBARA modelo DN80 sumergible para aguas residuales, con una velocidad del rotor de 1450 rpm con una eficiencia del 76%. En el cuadro 70 se ha tomado la parte pertinente de la curva característica de la bomba. En el cuadro 71 se encuentran los datos de la curva de operación del sistema para un diámetro de impulsión de 6”.

**Cuadro No 70.** Datos curva característica bomba EBARA DN80

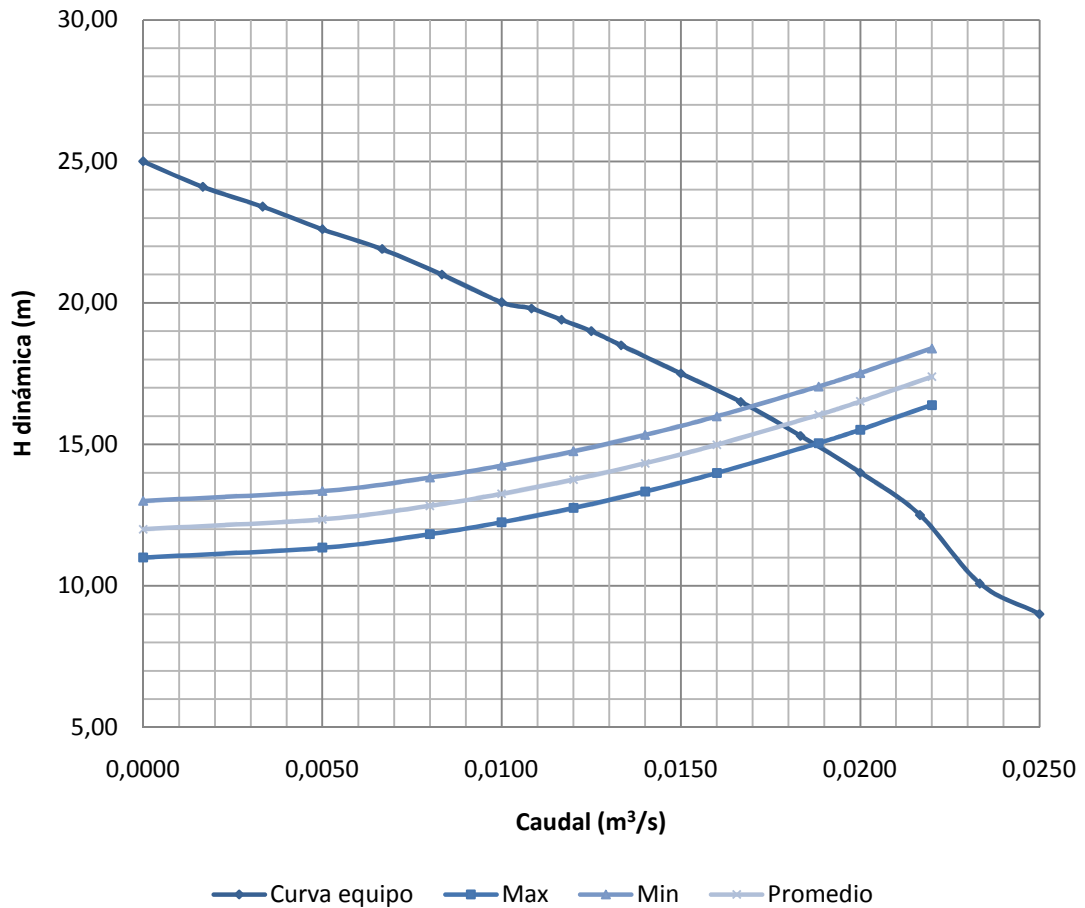
Q(m <sup>3</sup> /s)	H(m)
0.0000	25.00
0.0017	24.10
0.0033	23.40
0.0050	22.60
0.0067	21.90
0.0083	21.00
0.0100	20.02
0.0108	19.80
0.0117	19.40
0.0125	19.00
0.0133	18.50
0.0150	17.50
0.0167	16.50
0.0183	15.30
0.0200	14.00
0.0217	12.50
0.0233	10.08
0.0250	9.00

Fuente: EBARA, Catalogo de productos, pág. 185.

**Cuadro No 71.** Datos curva de operación del sistema, diámetro de impulsión 6”

Q m <sup>3</sup> /s	Pérdidas en (m)		Altura Vel. (m)	Altura estática (m)		Altura dinámica (m)		
	Impulsión			Min	Max	Min	Max	Promedio
0.000	0.000	0.000	11	13	11.000	13.000	12.000	
0.005	0.342	0.004	11	13	11.346	13.346	12.346	
0.008	0.816	0.010	11	13	11.826	13.826	12.826	
0.010	1.233	0.015	11	13	12.249	14.249	13.249	
0.012	1.729	0.022	11	13	12.751	14.751	13.751	
0.014	2.300	0.030	11	13	13.330	15.330	14.330	
0.016	2.945	0.039	11	13	13.985	15.985	14.985	
0.01884	3.986	0.054	11	13	15.040	17.040	16.040	
0.020	4.452	0.061	11	13	15.514	17.514	16.514	
0.022	5.312	0.074	11	13	16.386	18.386	17.386	

**Gráfico No 20.** Curva característica de la bomba y operación del sistema. Diámetro de impulsión 6”.



El rango de operación se encuentra entre 0.017 y 0.0189m<sup>3</sup>/s Rango que cubre el caudal de diseño de 0.01884m<sup>3</sup>/s. Se observa que para las condiciones de operación promedio corresponde un caudal de 0.0185m<sup>3</sup>/s y una altura dinámica de 15.91m. Para estas condiciones se obtiene una eficiencia del 75% y, por tanto:

$$P_b = \frac{\gamma Q H_t}{e} = 3.85 \text{ KW}$$

Para el cálculo de la potencia del motor requerido se tomara un factor de 1.2 veces la potencia calculada.

$$P_m = 3.85 \times 1.2 = 4.62 \text{ KW}$$

Por lo tanto se adopta una bomba sumergible para aguas residuales modelo DN 80 tipo de bomba RWI 3075.2T de 5.5KW.



**Figura No 34. Bomba marca EBARA modelo DN80**



**Volumen del pozo**

Tiempo de retencion $\theta$ :		15 min
Volumen del pozo:	$V = Q\theta =$	16.96 m <sup>3</sup>
Area minima:	$5D_s =$	0.762 m <sup>2</sup>
Sumergencia:	$2.5D_s + 0.1 =$	0.50 m
Altura liquido:	$(N_{max} - N_{min}) + S =$	2.50 m
Altura pozo:	$(N_{max} - N_{min}) + S + B.L.=$	2.8 m
Area pozo:	$16.92/2.5 =$	6.78 m <sup>2</sup>
Adoptando una seccion cuadrada se tiene =		2.60 m

## 15. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Con la elaboración del manual de operación y mantenimiento se pretende identificar y describir todas las actividades de operación, supervisión, mantenimiento y control que deben ser realizadas por las personas responsables de la prestación del servicio para que el sistema sea eficiente, garantizando la óptima utilización de las instalaciones y equipos con la máxima prolongación de su vida útil.

El Manual estará dirigido al personal directamente encargado de las labores de operación de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en él se describen los aspectos que se deben inspeccionar en cada uno de sus componentes y la frecuencia con que ellos deben ser revisados.

Se deberá dotar al personal responsable del mantenimiento de la Planta, de equipos y herramientas necesarias para dicha función:

### *ELEMENTOS DE SEGURIDAD:*

- Botas impermeables
- Capas impermeables
- Guantes
- Cascos
- Linternas

### *HERRAMIENTAS:*

- Flexómetros
- Machetes
- Cepillos metálicos
- Rastrillos
- Guadañas
- Martillos
- Macetas
- Alicates
- Cinceles
- Palas
- Picas
- Baldes plásticos
- Escobas
- Carretillas

- Palustres
- Marcos para segueta
- Escofinas
- Llaves para tubo de varios diámetros
- Pisones
- Equipo manual de sondeo para tuberías.

## **15.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO SELECCIONADA CON EL MODELO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIA.**

**15.1.1 Rejillas:** Este es el proceso para separar el material grueso del agua, mediante el paso de ella a través de unas rejillas de limpieza manual. En este proceso se instalaron dos rejillas una gruesa y otra fina las cuales difieren en la separación de las barras.

Diariamente, se realizará la limpieza manual de las rejillas con la ayuda de un rastrillo, desalojando materiales como hojas, palos, piedras, trapos, tarros o cualquier otro elemento que impida el paso del agua, y evitar así el taponamiento en las rejillas que ocasiona un aumento en la pérdida de energía.

Además, se deberá revisar trimestralmente todos los vestigios de óxido en las partes metálicas de la rejilla, las cuales deberán removerse con la ayuda de un cepillo metálico.

**15.1.2 Canaleta Parshall:** La canaleta Parshall es el aforador de flujo crítico más utilizado para tratamiento de aguas residuales, Presenta una contracción lateral que forma la garganta y de una caída brusca en el fondo, en la longitud correspondiente a la garganta, seguida por un ascenso gradual coincidente con la parte divergente.

El aforo se realizará con base en las alturas de agua en la sección convergente y en la garganta, leídas por medio de un piezómetro lateral.

Teniendo en cuenta que el ancho de la garganta es de 6 pulgadas se utilizara la siguiente fórmula para la determinación del caudal:

$$Q = 0.381 \times H_a^{1.58}$$

Se realizarán diariamente aforos del caudal que entra a la Planta, para determinar su capacidad de funcionamiento.

**15.1.3 Líneas de conducción:** Las líneas de conducción deben ser inspeccionadas en toda su longitud mínimo una vez por semana.

En su recorrido, el operador deberá estar atento para descubrir cualquier fenómeno que pueda atentar contra la estabilidad de la línea como la existencia de fugas en las tuberías enterradas.

**15.1.4 Desarenador:** El desarenador es de flujo horizontal, con una velocidad tal que permite el transporte de la mayor parte de las partículas orgánicas del agua residual, pero permitiendo el asentamiento del material pesado inorgánico.

El agua entrará al tanque por medio de una cámara de aquietamiento, además se dispondrá de pantallas, una a la entrada y otra a la salida, la salida se realizará mediante un vertedero.

Para lavar la unidad se cierran las compuertas de entrada y se abre el desagüe. El sistema de desagüe del desarenado es con tubería PVC de  $\varnothing$  6" y válvula de válvula de compuerta con vástago. El lavado completo debe hacerse como máximo cada mes y también se ajustará a los volúmenes de material esperados y a la época del año.

Se debe evitar por todos los medios la acumulación excesiva de lodos, pues el lavado se puede hacer muy dispendioso.

Además, al igual que en la trampa de grasas, cuando la construcción de la estructura del desarenador esté terminada y antes de hacer los rellenos laterales, debe llenarse con agua para verificar su estanqueidad. Si hay fugas, éstas deben taponarse y volver a llenar el tanque hasta que esté en condiciones adecuadas de trabajo. La operación del tanque será automática ya que los procesos de sedimentación, flotación y digestión, se dan en forma espontánea.

**15.1.5 Sedimentador primario:** Utilizado para remover sólidos sedimentables y material flotante de aguas residuales crudas, el sedimentador es de sección circular, el agua residual entra a través de una tubería vertical central en donde el agua fluye radialmente hacia el vertedero perimetral de salida, este cuenta con una barredora de lodos que dirige los sólidos sedimentables hacia la tolva de lodos colocada en el centro. Los sólidos flotantes migran hacia el borde del tanque y son retenidos por una pantalla colocada en frente del vertedero de salida. El desnatador adherido a los brazos de la barredora de lodos recoge la espuma superficial.

El retiro del material flotante como espumas y grasas debe hacerse periódicamente, verificando el nivel de acumulación de estas, mediante una inspección visual.

Para lavar la unidad se cierran la válvula de entrada, el lavado completo debe hacerse como máximo cada mes y también se ajustará a los volúmenes de lodos esperados. Se debe evitar la acumulación excesiva de lodos, pues el lavado puede resultar muy complicado.

**15.1.6 Filtro anaerobio:** El filtro anaerobio es un reactor en el cual la materia orgánica es estabilizada a través de microorganismos que se encuentran retenidos en los intersticios o adheridos en el material de soporte, el cual estará constituido por un lecho de grava, con partículas entre 1 $\frac{1}{2}$  y 2 pulgadas de diámetro de lecho filtrante, el falso fondo consta de viguetas perforadas. La entrada al tanque se hace por el fondo y la salida por la parte superior.

Al igual que en los demás taques, cuando la construcción de la estructura de los filtros esté terminada y antes de hacer los rellenos laterales, deben llenarse con agua para verificar su estanqueidad. Si hay fugas, éstas deberán taponarse y volver a llenar el tanque hasta que esté en condiciones adecuadas de trabajo.

Posteriormente, los filtros se llenarán con agua limpia y se verterán en ellos si es posible unos baldados de lodos o estiércol que sirvan, a fin de que sirvan de inóculo o semilla para el desarrollo de los organismos anaeróbicos.

Una vez puesto el sistema en marcha, deberá tenerse en cuenta que para lograr una buena eficiencia en la remoción de la DBO<sub>5</sub>, se necesita que los organismos se desarrollen y multipliquen hasta llegar a un punto óptimo, por lo que a medida que transcurra el tiempo la eficiencia será mayor, hasta obtener la completa estabilización del sistema.

Considerando que los filtros anaeróbicos son dependientes de la actividad biológica, se evitará en lo posible la descarga de sustancias tóxicas o químicas al alcantarillado aferente.

La limpieza de los filtros se realizará principalmente cuando se presenten taponamientos en los medios filtrantes, lo cual podrá verificarse por un aumento en la diferencia de nivel del agua en los conductos de comunicación con los tanques anteriores a éste.

El arranque sin inóculo puede demorar unos seis meses, mientras que utilizando inóculo unos tres meses. Además para el arranque del sistema se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. llenar el filtro con agua potable
2. En el caso de utilizar inóculo ajustar pH  $\approx$  7.0 unidades
3. iniciar alimentación  $Q = 5$  a  $10\%$   $Q_{\text{diseño}}$
4. mantener pH  $\approx$  7.0 unidades (bicarbonato de sodio)
5. mantener relaciones ideales de nutrientes para procesos anaerobios

6. aumentar el Q semanalmente: 5 a 10%
7. si varía bruscamente el pH, reducir el Qafluente, hasta que haya estabilidad.

**15.1.7 Sedimentador secundario:** El sedimentador es de sección circular, el agua residual entra a través de una tubería vertical central en donde el agua fluye radialmente hacia el vertedero perimetral de salida

Para lavar la unidad se cierran la válvula de entrada, el lavado completo debe hacerse como máximo cada mes y también se ajustará a los volúmenes de lodos esperados. Se debe evitar la acumulación excesiva de lodos, pues el lavado puede resultar muy complicado.

**15.1.8 Espesador de lodo por gravedad:** Se construirá un espesador por gravedad, que consiste en un tanque pequeño esto con el fin de evitar problemas de gasificación y flotación, debido principalmente a la actividad anóxica resultante, en este tanque se depositan los lodos primarios provenientes del sedimentador, La retención del lodo se debe hacer entre uno a dos días, mediante una tubería de extracción de lodos.

**15.1.9 Lechos de secado de lodos:** Consiste en un lecho rectangular poco profundo, con fondos porosos colocados sobre un sistema de drenaje, el lodo se aplica sobre el lecho en capas de 20 a 30 cm, y se deja secar. El desaguado se efectúa mediante drenaje de las capas inferiores y evaporación de la superficie por acción del sol y del viento. La pasta de lodo se agrieta a medida que se seca, permitiendo evaporación adicional y el escape del agua lluvia desde la superficie.

Para la remoción manual, la pasta debe contener un 30 a 40% de sólidos. Se puede palear con rastrillo tipo pala con varias puntas separadas 2.5 cm entre sí. Para el control de moscas se atacan las larvas con bórax y borato de calcio, los cuales no son peligrosos para el hombre ni para animales domésticos, el rociado se hace sobre el lodo especialmente en las grietas.

**15.1.10 Mantenimiento de válvulas:** Semestralmente, las partes móviles o expuestas a fricción como marcos, guías y vástagos, deberán ser engrasadas. Las partes metálicas deberán limpiarse con cepillo metálico y pintarlas si es necesario con pintura anticorrosiva, principalmente las partes expuestas a la intemperie.

Revisar las condiciones de vástago en sus roscas, uniones y topes, el estado de los bujes en las guías, el alineamiento entre guías y bases de soporte, y estado de sus cuñas de ajuste.

Entre los fenómenos que impiden el correcto funcionamiento de las válvulas figuran los siguientes:

- Empaquetadura deteriorada o desgastada.

- Vástago partido.
- Rosca de vástago desgastada.
- Rosca de la tuerca del vástago desgastada.
- Anillo guía del vástago perdido.
- Anillos de los asientos desgastados o partidos.
- Cuerpo de la válvula desgastado o corroído.
- Sello de prensaestopas partido

## **15.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO OPCIONAL**

El esquema opcional de tratamiento, es un sistema de lodos activados, que es similar al sistema seleccionado con el modelo de selección de tecnología, la diferencia entre estos dos sistemas es que el sistema de lodos activados cuenta con un tanque de aireación y un sistema de recirculación de lodos que reemplaza al filtro anaerobio del otro sistema de tratamiento. Por esto en esta sección se tratara la operación y mantenimiento de: el tanque de aireación, el sistema de aireación y las bombas de recirculación.

**15.2.1 Tanque de aireación:** El tanque de aireación requiere mantenimiento y limpieza especialmente cuidadoso. El índice volumétrico de lodo debe determinarse por lo menos una vez al día después de un periodo de decantación de media hora. La concentración de oxígeno debe medirse, a diario.

El contenido de sólidos o el volumen de lodo deben mantenerse en los límites fijados de tal forma que se logren condiciones de sedimentabilidad de los lodos y de eficiencia de remoción requeridos y de acuerdo con esos valores se extrae el lodo residual.

Debe prestarse especial atención al cambio de lodo y a sus propiedades de floculación y decantación. También es importante prestarle atención al sistema de aireación y se debe asegurar su buen funcionamiento permanente.

Si hay trastornos dentro de la planta de tratamiento no solo deben eliminarse sus efectos, sino también sus causas.

La limpieza del tanque de aireación deberá hacerse por lo menos cada seis meses.

**15.2.2 Sistema de aireación:** La operación efectiva del sistema de aireación puede minimizar el consumo de energía y maximizar el rendimiento. La operación y mantenimiento debe enfocarse en:

- El control de la concentración de oxígeno en el líquido que va a airearse.

- Suministro de por lo menos la mínima intensidad de mezcla requerida.
- Inspección y servicio del equipo de aireación para garantizar una operación ininterrumpida.

El aumento en la presión en el sistema de aireación o la disminución irregular de aire indica obstrucciones de los elementos de aireación. Las salidas fuertes y aisladas de aire indican que los aireadores están averiados. Para esto se debe desmontar y limpiar los elementos siguiendo las indicaciones del fabricante.

Como mantenimiento preventivo se recomienda realizar cambios de aceite, inicialmente debe realizarse después de las primeras 200 horas de operación. De ahí en adelante, la frecuencia de los cambios de aceite dependerá de las condiciones de operación. Periódicamente debe verificarse si el aceite está contaminado. El tiempo entre cambios de aceite nunca debe superar los seis (6) meses.

Un soplador recién instalado debe revisarse frecuentemente durante el primer mes de operación, particularmente su lubricación. Verifique el nivel de aceite tanto en el extremo del motor o impulsor como en el extremo de los engranajes del soplador, y agregue aceite a medida que sea necesario. Se recomienda realizar cambios de aceite completos cada 1000 horas de operación, o con mayor frecuencia, según el tipo de aceite y la temperatura de operación del aceite. Se recomienda el siguiente programa de mantenimiento como mínimo.

- *MANTENIMIENTO DIARIO*
  - Verificar y mantener el nivel de aceite; agregar aceite a medida que sea necesario.
  - Verificar si existen ruidos o vibraciones fuera de lo común.
- *MNTENIMIENTO SEMANAL*
  - Limpiar todos los filtros de aire. Un filtro de aire obstruido puede afectar mucho la eficiencia del soplador, causando sobrecalentamiento y uso excesivo de aceite.
  - Revisar la válvula de alivio y asegurar que esté funcionando correctamente.
- *MNTENIMIENTO MENSUAL*
  - Revisar todo el sistema para detectar la existencia de fugas.
  - Revisar la condición del aceite y cambiarlo si fuera necesario.
  - Verificar la tensión de la correa del impulsor y ajustarla si fuera necesario.

**15.2.3 Sistema de bombas de recirculación de lodos:** Es esencial un completo conocimiento de la construcción y operación de la bomba, para procurar su mantenimiento en forma debida. Debe llevarse a cabo inspecciones diarias en que se preste especial atención a lo siguiente:



- Cojinetes: calentamiento y ruidos.
- Motores: velocidad de operación.
- Equipo de control: limpieza y condiciones.
- Operación de bombeo: vibraciones y ruidos.
- Prensaestopas: goteo excesivo.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el diagnóstico general del sistema de Alcantarillado del casco urbano de Pupiales:

- ✓ En el casco urbano de Pupiales, el uso de suelo es mixto (Comercial y Residencial) en la zona central, residencial en la periferia, usos institucionales, recreativos e industriales dispersos en todo el centro urbano. Además, no existen barrios o manzanas que se las pueda diferenciar por un estrato socio-económico bien definido, debido a que la clase pudiente se encuentra dispersa.
- ✓ El alcantarillado es un sistema semi-combinado ya que transporta aguas servidas y aguas lluvias provenientes de techos y patios. Las aguas lluvias proveniente de vías y escorrentías naturales es transportada casi en su totalidad por un sistema de sumideros que tiene su propia red de conducción separada del alcantarillado para aguas negras.
- ✓ Los proyectos de pavimentación adelantados por las últimas administraciones municipales, han afectado el buen funcionamiento del sistema, por el hecho de haber taponado pozos de inspección con lo cual se dificulta la supervisión y mantenimiento de los colectores.
- ✓ La evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado combinado para el año 2006, mostro que la red en general, a pesar de haber cumplido con su periodo de diseño, en gran parte continua sirviendo, por lo cual se decidió evaluar la red para un periodo de 20 años o sea para el año 2026, con esta evaluación se obtuvo que es necesario cambiar los tramos que se describieron en el cuadro No 10, donde se especifican su ubicación, problemas y la respectiva solución para el correcto funcionamiento de la red de alcantarillado.
- ✓ El sistema de alcantarillado existente en el casco urbano de Pupiales presenta principalmente problemas de capacidad a los 20 años en las partes bajas que conducen a los tres colectores más importantes: La Virgen, San Juan Chiquito y La Granja, debido a que este sistema no fue diseñado para transportar aguas lluvias, ocasionando en épocas invernales la inundación de pozos de inspección y taponamiento de tuberías por acumulación de sedimentos en ellas.

De acuerdo con la caracterización y el análisis de resultados tanto de vertimientos como de la fuente receptora de las aguas residuales del casco urbano de Pupiales:

- ✓ Se puede observar que los caudales medios diarios aforados de los vertimientos (14,79 l/s), son muy similares a los caudales medios diarios calculados para la evaluación hidráulica del año 2006 (12.04 l/s), lo cual asegura que tanto el aforo como los cálculos fueron bien realizados.
- ✓ Las aguas residuales de Pupiales son en un mayor porcentaje de origen doméstico, provenientes de áreas residenciales (cocinas, baños y lavanderías), institucionales, comerciales y de edificios públicos. Exceptuando desechos líquidos provenientes de: Dos plantas enfriadoras y procesadoras de leche (ALIVAL y COLACTEOS) que existen actualmente en el municipio, de sacrificios esporádicos de ganado y dispersos en el centro urbano y de dos estaciones de gasolina (SAN FRANCISCO y EL CAMIONERO) las cuales también funcionan como lavaderos de carros y camiones, descargando en la red residuos que en su mayoría flotan en el agua y que interfieren directamente con la vida biológica del agua.
- ✓ Los datos obtenidos de la caracterización muestran una concentración elevada, ya que la época de muestreo seleccionada fue de intenso verano afectada por el fenómeno del niño, que dieron como resultado muestras poco diluidas como lo demuestran los datos del aforo de los vertimientos.
- ✓ Los valores medios de los parámetros de mediana de la caracterización de vertimientos y los datos obtenidos de la muestra integrada de colectores son muy similares, esto indica que el análisis ha sido bien realizado y es adecuado para esta agua residual.
- ✓ Con respecto al agua residual del municipio de Pupiales, podemos afirmar que aparte de ser un agua residual doméstica también es industrial ya que tiene unas concentraciones altas de materia orgánica, grasas, aceites y sólidos, lo que indica que las industrias existentes en este municipio (procesadoras de alimentos, específicamente la industria procesadora de leche, mataderos y estaciones de servicio) aportan en gran parte a la composición de esta agua. Es importante establecer que la composición de esta agua también deja observar que tiene una gran concentración de nutrientes y un valor normal para el pH, lo cual es ideal para el tratamiento biológico.
- ✓ La quebrada Alambuera fuente receptora, se ve seriamente afectada por los vertimientos puntuales del casco urbano del municipio de Pupiales, ya que antes de los vertimientos tiene unas características tanto físicas como químicas aceptables para su utilización, por tal razón es necesaria la

implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales que minimice el impacto ambiental sobre esta fuente.

De acuerdo con la unificación de vertimientos y la selección de tecnología para el tratamiento de las aguas residuales del casco urbano de Pupiales:

- ✓ Es necesaria la construcción de un interceptor que lleve las aguas residuales de los cuatro puntos de vertimiento actuales, a un solo punto para su posterior tratamiento.
- ✓ La metodología para la selección de tecnología para el control de la contaminación por aguas residuales sugerida por el IDEAM el instituto CINARA y la UTP es para aguas residuales domesticas. Como se observo en este documento las aguas residuales del casco urbano del municipio de Pupiales contienen desechos industriales, por lo cual no sería aplicable esta metodología, pero es un hecho que el tratamiento de desechos industriales conllevaría a un gasto oneroso por parte del municipio, haciendo que este proyecto sea inviable. Este esquema seleccionado solo se podría implementar, si se evitan las descargas directas de los desechos industriales en el sistema de alcantarillado de esta localidad.
- ✓ Según la metodología para la selección de tecnología para el tratamiento de los vertimientos residenciales para el casco urbano del municipio de Pupiales, es técnica y económicamente viable tratar los vertimientos con el siguiente esquema: Rejilla gruesa + Rejilla fina + Desarenador + Filtro anaerobio; con un tratamiento de lodos con lecho de secado. Sin embargo, por las características actuales tanto físicas como químicas de los vertimientos es recomendable acondicionar este esquema de la siguiente manera: Aliviadero + Rejilla gruesa + Rejilla fina + Canaleta Parshall + Desarenador + Sedimentador primario + Filtro anaerobio + Sedimentador secundario; con tratamiento de lodos de: Espesador por gravedad + Lecho de secado. Para de esta manera obtener una mayor eficiencia del sistema.
- ✓ Esta metodología maneja 5 esquemas para el tratamiento de las aguas residuales que son: Tratamiento primario, tratamiento terciario con remoción de patógenos, tratamiento secundario, tratamiento terciario con remoción de nutrientes y tratamiento y disposición en terreno. Los cuales depende del tipo de fuente receptora, del tamaño de la población, del factor de dilución y si existen o no captaciones aguas abajo de los vertimientos.
- ✓ Este documento también plantea un sistema de tratamiento para las características actuales del agua residual, como es el sistema de tratamiento de lodos activados, que ha demostrado ser eficiente en el tratamiento de aguas residuales con altas concentraciones de materia

orgánica y sólidos, pero con un alto costo en la inversión inicial y de operación y mantenimiento.

- ✓ Este proyecto fue realizado con una propuesta tentativa de la ubicación del terreno para la planta de tratamiento ya que el municipio actualmente no dispone de esta información, por esto es necesario que en el momento de la ejecución del proyecto se revise y ajuste la disposición del sistema de tratamiento de acuerdo a las características del terreno que se adquiera.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un previo reconocimiento a los puntos donde se tomaran las muestras y contar con el equipo y herramientas necesarias para evitar contratiempos para un adecuado muestreo.
- ✓ Llevar a cabo la reposición de los tramos sugeridos en el capítulo de diagnóstico, ya que es la única manera de asegurar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado de esta localidad.
- ✓ Ampliar la cobertura del sistema de alcantarillado para disminuir el rezago, ya que se observó en el diagnóstico que la cobertura de acueducto es del 108% y la cobertura de alcantarillado del 79%, resultando un rezago del sistema de alcantarillado del 29%, cuando lo recomendable es que sea menor del 10%.
- ✓ Separar las aguas lluvias de las aguas negras en las viviendas, para evitar el ingreso de estas aguas al tratamiento de aguas residuales, teniendo en cuenta que el municipio cuenta en la actualidad con un sistema paralelo que recolecta las aguas lluvias de vías y de escorrentías superficiales, por esta razón se recomienda separar las acometidas de las viviendas que se construyan en lo sucesivo.
- ✓ Llevar a cabo jornadas de concientización para evitar el desperdicio de agua, ya que se pudo observar en el cálculo de dotaciones, que los aportes de aguas residuales por usuario suministrados por la empresa prestadora del servicio, son muy elevados debido al alto consumo del vital líquido.
- ✓ Evitar el taponamiento de pozos de inspección cuando se lleven a cabo pavimentaciones de las vías, ya que en el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado, está la salud y comodidad de sus pobladores. Que es más prioritario tener en buenas condiciones el alcantarillado que sus calles pavimentadas. Además que cuando se proyecten pavimentaciones en primer lugar se asigne un presupuesto para el sistema y no se taponen los pozos de inspección por falta de este.
- ✓ Continuar con los muestreos y aforos mensuales, tanto de la fuente receptora como de los vertimientos, por lo menos en un periodo de un año, para de esta manera contar con suficientes datos para un análisis más completo y detallado.

- ✓ Hacer cumplir a las industrias que residen en este municipio con lo estipulado en el decreto 1594/84 el cual contempla que: "Los recursos líquidos provenientes de usuarios tales como hospitales, lavanderías, laboratorios, clínicas, mataderos así como los provenientes de preparación y utilización de agroquímicos, garrapaticidas y similares, deberán ser sometidos a tratamiento especial, antes de descargarlos a la fuente receptora o al sistema de alcantarillado municipal, de acuerdo a las disposiciones del presente decreto y aquellas en el desarrollo del mismo o con fundamento de la ley que establezca el ministerio del medio ambiente y la corporación ambiental regional". Ya que la alternativa de tratamiento de aguas residuales domesticas que se sugiere en este trabajo solo será eficiente, si se da cumplimiento a este decreto. De lo contrario sería necesario implementar la alternativa opcional de tratamiento incluida en este trabajo, la cual presenta unos altos costos de construcción, operación y mantenimiento.

## BIBLIOGRAFIA

ALCALDIA DE PUIPIALES. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). Puppies, 2001.

CIFUENTES, Juan Carlos y CHAMORRO, Edgar Enrique. Análisis hidrológico para la obtención de las curvas Intensidad – Frecuencia – Duración (IFD) para la ciudad de Ipiales, Pasto: Universidad de Nariño 1998.

CONVENIO IDEAM, UTP Y CINARA. Proyecto de selección de tecnología para el control de la contaminación por aguas residuales domesticas para poblaciones entre 500 y 30.000 habitantes, Santiago de Cali: julio de 2005.

LOPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados. 2 ed. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003. 546 p.

METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales, tratamiento vertido y reutilización. 3 ed. Editorial Mc Graw Hill, volumen 1 y 2, 1991.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONOMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento Básico RAS2000. Bogotá: Sección II título A, B, D y E 2000.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño. 3 ed. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2004. 1248 p.

SALAZAR CANO, Roberto. Alcantarillados. 1 ed. Pasto: Universidad de Nariño, 2002. 314p.

SALAZAR CANO, Roberto. Teoría y Diseño de Tratamiento de aguas Residuales. 1 ed. Pasto: Universidad de Nariño, 1998. 362p.



# **ANEXOS**

## **Anexo A. Cálculo capacidad del sistema de alcantarillado**

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO EMISARIO ALAMBUERA  
ACTUAL

Tramo		longitud	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v/VII	Rh/D	do/D	v real	Tr	Rh	do	τ	Froud
De	A	m	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s				kg/m <sup>2</sup>	
52	Δ2	34.69	1.50	14.87	8	126.48	4.03	0.01	0.292	0.239	0.041	1.18	0.49	0.048	0.008	7.11	4.14
	Δ2	64.99	1.50	4.82	8	72.01	2.29	0.02	0.35	0.315	0.067	0.80	1.35	0.063	0.013	3.04	2.21
	Δ3	72.33	1.50	11.87	8	113.00	3.60	0.01	0.292	0.239	0.041	1.05	1.15	0.048	0.008	5.67	3.70
	Δ4	143.51	1.90	4	8	65.60	2.09	0.03	0.405	0.37	0.086	0.85	2.83	0.074	0.017	2.96	2.06
	Δ5	56.18	1.90	3.4	8	60.48	1.93	0.03	0.405	0.37	0.086	0.78	1.20	0.074	0.017	2.52	1.90
	Δ6	34.59	1.90	3.73	8	63.34	2.02	0.03	0.405	0.37	0.086	0.82	0.71	0.074	0.017	2.76	1.99
	Δ7	105.71	2.25	7.36	8	88.98	2.83	0.03	0.405	0.37	0.086	1.15	1.54	0.074	0.017	5.45	2.79
	Δ8	83.70	2.50	14.5	8	124.89	3.98	0.02	0.35	0.315	0.067	1.39	1.00	0.063	0.013	9.14	3.84
	Δ9	15.80	3.10	15.5	8	129.13	4.11	0.02	0.35	0.315	0.067	1.44	0.18	0.063	0.013	9.77	3.97
	Δ10	32.86	3.60	11.11	8	109.32	3.48	0.03	0.405	0.37	0.086	1.41	0.39	0.074	0.017	8.22	3.43
	Δ11	33.63	4.10	12.22	8	114.65	3.65	0.04	0.425	0.41	0.102	1.55	0.36	0.082	0.020	10.02	3.47
	Δ12	13.63	4.80	14.52	8	124.98	3.98	0.04	0.425	0.41	0.102	1.69	0.13	0.082	0.020	11.91	3.78
	Δ13	8.75	5.25	33.72	8	190.46	6.06	0.03	0.405	0.37	0.086	2.46	0.06	0.074	0.017	24.95	5.98
	Δ14	18.10	5.54	52	8	236.51	7.53	0.02	0.35	0.315	0.067	2.63	0.11	0.063	0.013	32.76	7.27

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO EMISARIO LA VIRGEN  
ACTUAL

Tramo		longitud	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v/VII	Rh/D	do/D	v real	Tr	Rh	do	τ	Froud
De	A	m	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s				kg/m <sup>2</sup>	
222	224	22,26	628,90	12	16	721,42	5,74	0.87	1.012	1.219	0.852	5.81	0.06	0.488	0.341	58.51	3.18
224	D1	96,53	628,90	9,6	16	645,26	5,13	0.97	1.036	1.195	1.149	5.32	0.30	0.478	0.460	45.89	2.51
D1	D2	41,47	628,90	28	16	1101,99	8,77	0.57	0.89	1.125	0.51	7.80	0.09	0.450	0.204	126.00	5.52
D2	D3	71,15	628,90	24,6	16	1032,92	8,22	0.61	0.91	1.139	0.542	7.48	0.16	0.456	0.217	112.08	5.13
D3	D4	71,33	628,90	27,6	16	1094,09	8,71	0.57	0.89	1.125	0.51	7.75	0.15	0.450	0.204	124.20	5.48
D4	D5	71,86	628,90	20,5	16	942,92	7,50	0.66	0.931	1.16	0.585	6.99	0.17	0.464	0.234	95.12	4.61
D5	D6	20,60	628,90	29,3	16	1127,28	8,97	0.55	0.88	1.113	0.494	7.89	0.04	0.445	0.198	130.44	5.67

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO EMISARIO SAN JUAN CHIQUITO  
ACTUAL

Tramo	longitud	q total		Pend	Φ	QII		VII	q/QII	v/VII	Rh/D	do/D	v real		Tr	Rh	do	τ	Froud
		l/s	l/s			l/s	m/s						m/s	m/s					
87 D2	12,25	296,31	2,4	16	322,63	2,57	0,92	1,026	1,207	0,966	2,63	0,08	0,483	11,59	1,35	0,386	11,59	1,35	
D2	21,56	296,31	49	16	1457,80	11,60	0,20	0,657	0,768	0,251	7,62	0,05	0,307	151	7,68	0,100	151	7,68	
D3	19,61	296,31	39,63	16	1311,03	10,43	0,23	0,681	0,809	0,273	7,10	0,05	0,324	128	6,86	0,109	128	6,86	
D4	48,22	304,59	22,27	16	982,79	7,82	0,31	0,737	0,907	0,328	5,76	0,14	0,363	81	5,08	0,131	81	5,08	
D5	106,32	304,59	20,33	16	939,01	7,47	0,32	0,744	0,919	0,334	5,56	0,32	0,368	74,73	4,86	0,134	74,73	4,86	
D6	61,35	304,59	16,14	16	836,67	6,66	0,36	0,766	0,962	0,361	5,10	0,20	0,385	62,11	4,29	0,144	62,11	4,29	
D7	48,99	304,59	10,73	16	682,18	5,43	0,45	0,823	1,043	0,422	4,47	0,18	0,417	44,77	3,47	0,169	44,77	3,47	
D8	37,36	304,59	20,4	16	940,62	7,49	0,32	0,744	0,919	0,334	5,57	0,11	0,368	74,99	4,86	0,134	74,99	4,86	
D9	11,98	304,59	24,66	16	1034,18	8,23	0,29	0,723	0,886	0,314	5,95	0,03	0,354	87,40	5,36	0,126	87,40	5,36	

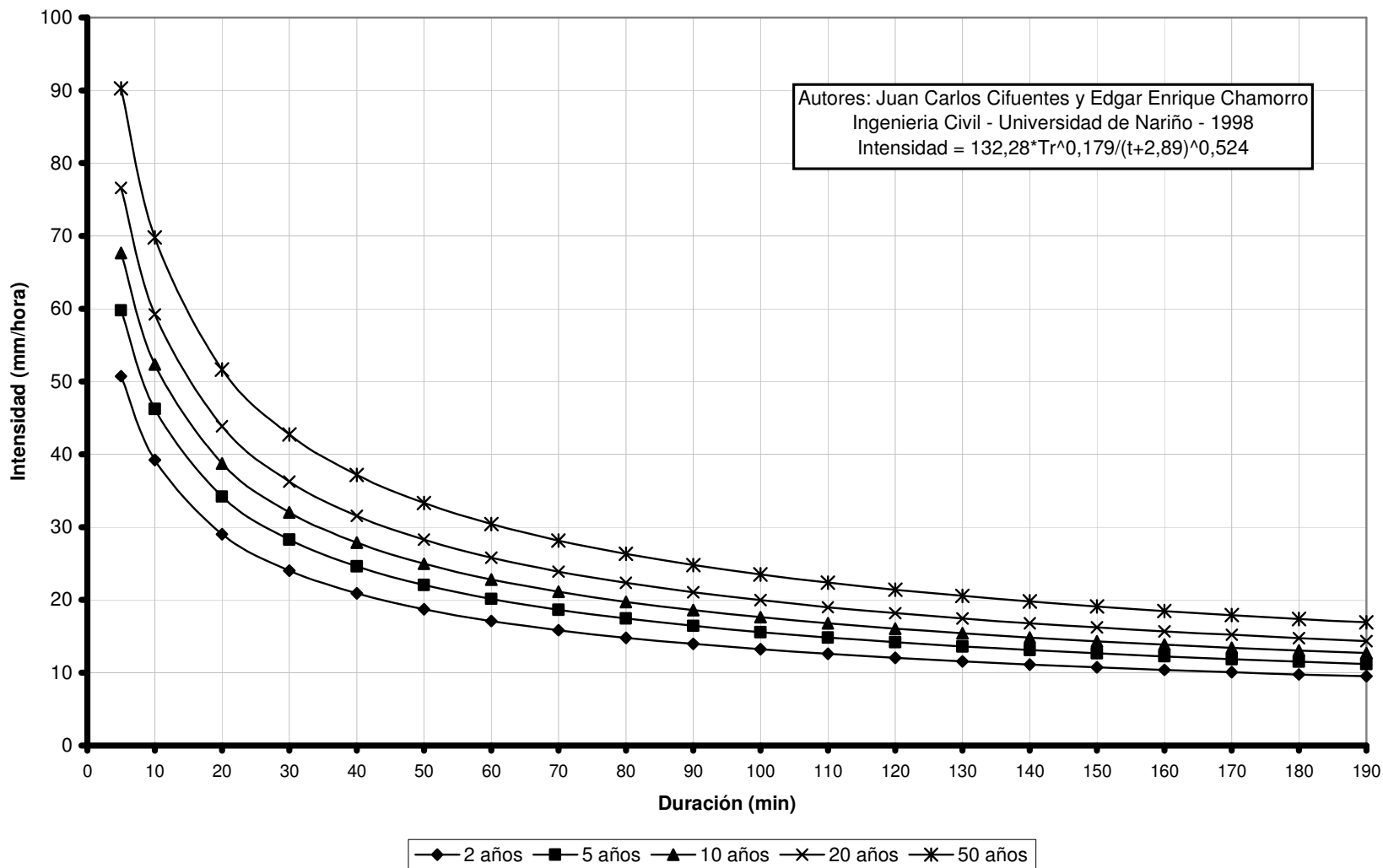
ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO EMISARIO LA GRANJA  
ACTUAL

Tramo		longitud	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v/VII	Rh/D	do/D	v real	Tr	Rh	do	τ	Froud
De	A	m	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s				kg/m <sup>2</sup>	
36	D2	48,29	71,95	1,37	12	113,19	1,60	1,54	1,043	0	0	1,67	0,48	0,000	0,000	0,00	Q>QII
D2	D3	141,89	71,95	0,92	12	92,75	1,31	1,87	1,043	0	0	1,37	1,73	0,000	0,000	0,00	Q>QII
D3	D4	79,40	71,95	0,85	12	89,15	1,26	1,95	1,043	0	0	1,32	1,01	0,000	0,000	0,00	Q>QII
D4	D5	57,32	71,95	7,03	12	256,39	3,63	0,68	0,94	1,167	0,604	3,41	0,28	0,350	0,181	24,61	2,56
D5	D6	9,02	71,95	35,14	12	573,23	8,11	0,30	0,73	0,896	0,321	5,92	0,03	0,269	0,096	94,46	6,09
D6	D7	134,00	254,01	7,51	12	265,00	3,75	1,34	1,043	0	0	3,91	0,57	0,000	0,000	0,00	Q>QII
D7	D8	13,06	254,01	26,7	12	499,67	7,07	0,71	0,953	1,179	0,633	6,74	0,03	0,354	0,190	94,44	4,94
D8	D9	50,87	254,01	16	12	386,80	5,47	0,92	1,026	1,207	0,966	5,61	0,15	0,362	0,290	57,94	3,33
D9	D10	110,37	254,01	17,4	12	403,37	5,71	0,88	1,015	1,215	0,871	5,79	0,32	0,365	0,261	63,42	3,62
D10	D11	21,76	254,01	28,84	12	519,31	7,35	0,69	0,945	1,172	0,614	6,94	0,05	0,352	0,184	101,40	5,16
D11	D12	12,93	254,01	37,8	12	594,53	8,41	0,60	0,905	1,136	0,534	7,61	0,03	0,341	0,160	128,82	6,07

**Anexo B. Curvas intensidad - frecuencia - duración.**

**Curvas de Intensidad - Frecuencia - Duración  
para la ciudad de Ipiales  
serie de maximas**





**Anexo C. Relaciones hidráulicas para conductos circulares.**

q/Q	Rel.	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	v/V	0.000	0.292	0.350	0.405	0.425	0.450	0.470	0.485	0.500	0.516
	Y/D	0.000	0.100	0.125	0.150	0.165	0.180	0.195	0.210	0.225	0.235
	R/R <sub>LL</sub>	0.000	0.239	0.315	0.370	0.410	0.449	0.481	0.510	0.530	0.554
	H/D	0.000	0.041	0.067	0.086	0.102	0.116	0.128	0.140	0.151	0.161
0.1	v/V	0.540	0.550	0.565	0.580	0.590	0.600	0.613	0.626	0.636	0.650
	Y/D	0.245	0.256	0.267	0.278	0.289	0.300	0.310	0.320	0.330	0.340
	R/R <sub>LL</sub>	0.586	0.606	0.630	0.650	0.668	0.686	0.704	0.716	0.729	0.748
	H/D	0.170	0.179	0.188	0.197	0.205	0.213	0.221	0.229	0.236	0.244
0.2	v/V	0.657	0.665	0.673	0.681	0.689	0.697	0.703	0.710	0.717	0.723
	Y/D	0.350	0.357	0.364	0.371	0.378	0.385	0.393	0.401	0.409	0.417
	R/R <sub>LL</sub>	0.768	0.780	0.795	0.809	0.824	0.836	0.848	0.860	0.874	0.886
	H/D	0.251	0.258	0.266	0.273	0.280	0.287	0.294	0.300	0.307	0.314
0.3	v/V	0.730	0.737	0.744	0.750	0.756	0.762	0.766	0.774	0.780	0.785
	Y/D	0.425	0.432	0.439	0.446	0.453	0.460	0.467	0.474	0.481	0.488
	R/R <sub>LL</sub>	0.896	0.907	0.919	0.931	0.938	0.950	0.962	0.974	0.983	0.992
	H/D	0.321	0.328	0.334	0.341	0.348	0.354	0.361	0.368	0.374	0.381
0.4	v/V	0.790	0.796	0.802	0.809	0.816	0.823	0.829	0.835	0.840	0.850
	Y/D	0.495	0.503	0.511	0.519	0.527	0.535	0.541	0.547	0.553	0.565
	R/R <sub>LL</sub>	1.007	1.014	1.021	1.028	1.035	1.043	1.050	1.056	1.065	1.073
	H/D	0.388	0.395	0.402	0.408	0.415	0.422	0.429	0.436	0.443	0.450
0.5	v/V	0.855	0.860	0.865	0.870	0.875	0.880	0.885	0.890	0.895	0.900
	Y/D	0.571	0.577	0.583	0.589	0.595	0.602	0.609	0.616	0.623	0.630
	R/R <sub>LL</sub>	1.079	1.087	1.094	1.100	1.107	1.113	1.121	1.125	1.129	1.132
	H/D	0.458	0.465	0.472	0.479	0.487	0.494	0.502	0.510	0.518	0.526
0.6	v/V	0.905	0.910	0.915	0.919	0.923	0.927	0.931	0.935	0.940	0.945
	Y/D	0.636	0.642	0.648	0.654	0.660	0.666	0.672	0.678	0.684	0.690
	R/R <sub>LL</sub>	1.136	1.139	1.143	1.147	1.151	1.155	1.160	1.163	1.167	1.172
	H/D	0.534	0.542	0.550	0.559	0.568	0.576	0.585	0.595	0.604	0.614
0.7	v/V	0.949	0.953	0.957	0.962	0.967	0.971	0.975	0.979	0.982	0.985
	Y/D	0.697	0.704	0.711	0.718	0.725	0.732	0.739	0.745	0.751	0.757
	R/R <sub>LL</sub>	1.175	1.179	1.182	1.184	1.188	1.190	1.193	1.195	1.197	1.200
	H/D	0.623	0.633	0.644	0.654	0.665	0.677	0.688	0.700	0.713	0.725
0.8	v/V	0.988	0.991	0.994	0.997	1.000	1.004	1.008	1.012	1.015	1.018
	Y/D	0.764	0.771	0.778	0.784	0.790	0.797	0.804	0.811	0.818	0.825
	R/R <sub>LL</sub>	1.202	1.205	1.208	1.211	1.214	1.216	1.219	1.219	1.215	1.214
	H/D	0.739	0.753	0.767	0.783	0.798	0.815	0.833	0.852	0.871	0.892
0.9	v/V	1.021	1.024	1.026	1.028	1.030	1.032	1.034	1.036	1.038	1.040
	Y/D	0.833	0.841	0.849	0.857	0.865	0.874	0.883	0.892	0.901	0.910
	R/R <sub>LL</sub>	1.212	1.210	1.207	1.204	1.202	1.200	1.197	1.195	1.192	1.190
	H/D	0.915	0.940	0.966	0.995	1.027	1.063	1.103	1.149	1.202	1.265
1	v/V	1.043	1.045	1.044							
	Y/D	0.915	0.925	0.935							
	R/R <sub>LL</sub>	1.172	1.164	1.150							
	H/D	1.344	1.445	1.584							

Fuente: ELEMENTOS DE DISEÑO PARA ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. Pág. 171

Siendo: q = Caudal de diseño  
v = Velocidad de diseño  
Y = Lamina de agua  
R = Radio hidraulico mojado  
H = Profundidad hidraulica  
Q = Caudal a tubo lleno  
R<sub>LL</sub> = Radio hidraulico a rtuvo lleno  
V = Velocidad a tubo lleno  
D = Diametro de la tuberia

**Anexo D. Diagnostico general del sistema de alcantarillado actual y proyectado**

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE										PROYECTO Alcantarillado Pupiales CALCULO Pablo Valencia y Carlos Villarreal REVISO								
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resín		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
1	2	53.83	1.86	8	0.1218	0.1218			17	0.031	0	0.000	0.031	5.00	0.15	0.04	0.19	1.50
2	3	57.00	2.5	8	0.1461	0.2679			38	0.069	0	0.000	0.069	5.00	0.34	0.08	0.42	1.50
3	4	115.93	3.42	8	0.3234	0.5913			83	0.150	0	0.000	0.150	5.00	0.75	0.18	0.93	1.50
6	5	52.58	0.85	6	0.1640	0.164			23	0.042	0	0.000	0.042	5.00	0.21	0.05	0.26	1.50
5	4	52.57	0.91	6	0.1288	0.2928			41	0.074	0	0.000	0.074	5.00	0.37	0.09	0.46	1.50
4	7	65.83	4.51	8	0.1226	1.0067		0.1542	142	0.256	0	0.062	0.318	5.00	1.59	0.30	1.89	1.89
7	8	89.87	5.45	8	0.2631	1.2698		0.0781	179	0.323	0	0.031	0.354	5.00	1.77	0.38	2.15	2.15
171	137	13.46	2.9	8	0.031	0.031			4	0.007	0	0.000	0.007	5.00	0.04	0.01	0.05	1.50
136	137	32.30	1.98	8	0.0574	0.0574			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
137	103	80.65	4.28	8	0.1569	0.2453			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
103	104	10.58	1.3	8	0.0502	0.2955			42	0.076	0	0.000	0.076	5.00	0.38	0.09	0.47	1.50
133	136	47.36	1.37	8	0.0356	0.0356			5	0.009	0	0.000	0.009	5.00	0.05	0.01	0.06	1.50
136	138	80.95	5.92	8	0.1387	0.1743			25	0.045	0	0.000	0.045	5.00	0.23	0.05	0.28	1.50
105	138	35.38	2.18	10	0.0491	0.0491			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.01	0.08	1.50
138	104	29.17	3.69	10	0.0832	0.3066			43	0.078	0	0.000	0.078	5.00	0.39	0.09	0.48	1.50
104	139	37.00	5.57	10	0.0586	0.6607			93	0.168	0	0.000	0.168	5.00	0.84	0.20	1.04	1.50
131	109	56.07	0.97	8	0.0622	0.0622			9	0.016	0	0.000	0.016	5.00	0.08	0.02	0.10	1.50
109	132	78.36	1.2	8	0.0739	0.1361			19	0.034	0	0.000	0.034	5.00	0.17	0.04	0.21	1.50
132	133	10.00	1.9	8	0.0078	0.1439			20	0.036	0	0.000	0.036	5.00	0.18	0.04	0.22	1.50
133	134	9.86	6.39	8	0.0194	0.1633			23	0.042	0	0.000	0.042	5.00	0.21	0.05	0.26	1.50
108	107	38.33	0.33	8	0.1111	0.1111			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
107	135	38.49	2.17	8	0.1048	0.2159			30	0.054	0	0.000	0.054	5.00	0.27	0.06	0.34	1.50
135	134	35.00	1.22	8	0.0568	0.2727			38	0.069	0	0.000	0.069	5.00	0.34	0.08	0.42	1.50
134	106	63.10	5.71	10	0.1104	0.5464			77	0.139	0	0.000	0.139	5.00	0.70	0.16	0.86	1.50
143	142	32.83	1.8	10	0.0651	0.0651			9	0.016	0	0.000	0.016	5.00	0.08	0.02	0.10	1.50
107	142	81.15	3.94	10	0.0988	0.0988			14	0.025	0	0.000	0.025	5.00	0.13	0.03	0.16	1.50
142	141	24.82	2.68	10	0.0596	0.2235			32	0.058	0	0.000	0.058	5.00	0.29	0.07	0.36	1.50
135	141	60.84	4.92	10	0.0636	0.0636			9	0.016	0	0.000	0.016	5.00	0.08	0.02	0.10	1.50
141	106	36.94	3.2	10	0.0603	0.3474			49	0.088	0	0.000	0.088	5.00	0.44	0.10	0.55	1.50
106	105	7.00	1.5	10	0.006	0.8998			127	0.229	0	0.000	0.229	5.00	1.15	0.27	1.42	1.50
105	99	25.85	4.1	10	0.0643	0.9641			136	0.246	0	0.000	0.246	5.00	1.23	0.29	1.52	1.52
108	143	67.80	4.24	8	0.0407	0.0407			6	0.011	0	0.000	0.011	5.00	0.05	0.01	0.07	1.50
143	100	35.08	4.2	8	0.0364	0.0771			11	0.020	0	0.000	0.020	5.00	0.10	0.02	0.12	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE										PROYECTO Alcantarillado Pupiales CALCULO Pablo Valencia y Carlos Villarreal REVISO								
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
100	99	95.05	2.3	8	0.1432	0.2203			31	0.056	0	0.000	0.056	5.00	0.28	0.07	0.35	1.50
99	140	12.16	4.76	12	0.0279	1.2123			171	0.309	0	0.000	0.309	5.00	1.54	0.36	1.91	1.91
140	139	50.70	1.7	14	0.0682	1.2805			181	0.327	0	0.000	0.327	5.00	1.63	0.38	2.02	2.02
139	8	64.00	2.72	16	0.2274	2.1686			306	0.553	0	0.000	0.553	5.00	2.76	0.65	3.41	3.41
8	9	64.25	3.78	8	0.2024	3.6408			513	0.926	0	0.000	0.926	5.00	4.63	1.09	5.72	5.72
9	10	37.04	4.94	8	0.1193	3.7601			530	0.957	0	0.000	0.957	5.00	4.78	1.13	5.91	5.91
100	102	34.43	5.58	8	0.0595	0.0595			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
102	101	92.05	2.41	8	0.0618	0.1213			17	0.031	0	0.000	0.031	5.00	0.15	0.04	0.19	1.50
140	101	21.75	4.12	8	0.0569	0.0569			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
101	144	29.61	4.73	8	0.02	0.1982			28	0.051	0	0.000	0.051	5.00	0.25	0.06	0.31	1.50
144	145	40.11	2	8	0.0809	0.2791			39	0.070	0	0.000	0.070	5.00	0.35	0.08	0.44	1.50
139	145	53.00	5.59	8	0.0946	0.0946			13	0.023	0	0.000	0.023	5.00	0.12	0.03	0.15	1.50
145	148	45.16	6.38	8	0.0767	0.4504			64	0.116	0	0.000	0.116	5.00	0.58	0.14	0.71	1.50
144	146	76.03	4.54	8	0.0468	0.0468			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.01	0.08	1.50
146	147	35.18	0.82	8	0.0424	0.0892			13	0.023	0	0.000	0.023	5.00	0.12	0.03	0.14	1.50
147	148	24.33	0.47	8	0.0384	0.1276			18	0.033	0	0.000	0.033	5.00	0.16	0.04	0.20	1.50
148	10	53.24	2.21	8	0.1341	0.7121			100	0.181	0	0.000	0.181	5.00	0.90	0.21	1.12	1.50
10	11	33.04	5.24	8	0.1159	4.5881			647	1.168	0	0.000	1.168	5.00	5.84	1.38	7.22	7.22
11	12	69.39	5.47	8	0.2452	4.8333			681	1.230	0	0.000	1.230	5.00	6.15	1.45	7.60	7.60
51	50	76.41	1.65	8	0.3838	0.3838			54	0.098	0	0.000	0.098	5.00	0.49	0.12	0.60	1.50
50	12	76.41	1.88	8	0.3838	0.7676			108	0.195	0	0.000	0.195	5.00	0.98	0.23	1.21	1.50
12	14	9.96	3.22	10	0	5.6009			790	1.426	0	0.000	1.426	5.00	7.13	1.68	8.81	8.81
47	46	72.75	0.32	8	0.0897	0.0897			13	0.023	0	0.000	0.023	5.00	0.12	0.03	0.14	1.50
46	45	80.30	0.13	8	0.0993	0.189			27	0.049	0	0.000	0.049	5.00	0.24	0.06	0.30	1.50
45	13	69.30	0.77	8	0.1646	0.3536			50	0.090	0	0.000	0.090	5.00	0.45	0.11	0.56	1.50
13	14	10.96	0.37	8	0	0.3536			50	0.090	0	0.000	0.090	5.00	0.45	0.11	0.56	1.50
14	15	61.58	5.34	12	0.2784	6.2329			879	1.587	0	0.000	1.587	5.00	7.94	1.87	9.81	9.81
15	16	59.89	4.31	12	0.2765	6.5094			918	1.658	0	0.000	1.658	5.00	8.29	1.95	10.24	10.24
90	89	23.97	2.5	8	0.016	0.016			2	0.004	0	0.000	0.004	5.00	0.02	0.00	0.02	1.50
89	88	22.07	2.5	8	0.013	0.029			4	0.007	0	0.000	0.007	5.00	0.04	0.01	0.04	1.50
88	16	62.23	1.68	8	0.0697	0.0987			14	0.025	0	0.000	0.025	5.00	0.13	0.03	0.16	1.50
16	17	53.08	3.39	12	0.1429	6.751			952	1.719	0	0.000	1.719	5.00	8.59	2.03	10.62	10.62
17	18	47.69	3.28	12	0.1063	6.8573	0.24		967	1.746	0.68	0.000	2.427	5.00	12.13	2.06	14.19	14.19

Tramo		ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO										PROYECTO		Alcantarillado Pupiales		Otros caudales		Q de Diseño	
		CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE										CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal		F		QD	
		REVISO										Pobla		Caudales de aporte medio diario		mayoración		QD	
		Identificación		Areas totales de aportes		A. Inst.		Pobla		Caudales de aporte medio diario		QMD		Asumido		I/s		I/s	
de	a	longitud	Pend.	φ	A. resid. Aferente	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	ción	Q resin	Q ind.	Q oficial	QMD	QMH	Q infiltración	QD	QD asumido		
		m	%	Pulg.	ha	ha	hab.	hab.	hab.	I/s	I/s	I/s	I/s	I/s	I/s	I/s	I/s		
153	154	60.37	1.5	10	0.0915	0.0915			13	0.023	0	0.000	0.023	0.12	0.03	0.14	1.50		
154	155	53.40	1.5	10	0.1073	0.1988			28	0.051	0	0.000	0.051	0.25	0.06	0.31	1.50		
155	18	44.69	1.5	10	0.1029	0.3017			43	0.078	0	0.000	0.078	0.39	0.09	0.48	1.50		
18	19	66.42	4.16	12	0.0874	7.2464	0.0586		1022	1.845	0	0.023	1.869	9.30	2.17	11.48	11.48		
94	95	19.84	6.22	8	0.0439	0.0439			6	0.011	0	0.000	0.011	0.05	0.01	0.07	1.50		
96	95	69.78	1.1	8	0.068	0.068			10	0.018	0	0.000	0.018	0.09	0.02	0.11	1.50		
95	124	25.62	3.07	8	0.0485	0.1604			23	0.042	0	0.000	0.042	0.21	0.05	0.26	1.50		
97	96	20.09	1.89	8	0.0113	0.0113			2	0.004	0	0.000	0.004	0.02	0.00	0.02	1.50		
96	126	16.03	4.4	8	0.0127	0.024			3	0.005	0	0.000	0.005	0.03	0.01	0.03	1.50		
126	125	36.26	1.19	10	0.0151	0.0391			6	0.011	0	0.000	0.011	0.05	0.01	0.07	1.50		
125	124	35.23	1.15	10	0.0119	0.051			7	0.013	0	0.000	0.013	0.06	0.02	0.08	1.50		
124	19	72.84	1.62	10	0.0789	0.2903			41	0.074	0	0.000	0.074	0.37	0.09	0.46	1.50		
19	158	37.84	2.75	16	0	7.5367			1063	1.919	0	0.000	1.919	9.48	2.26	11.74	11.74		
47	48	54.83	2.72	8	0.0746	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
48	49	129.44	1.29	8	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
49	92	127.66	4.96	8	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
92	93	7.80	1.5	8	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
93	149	53.51	1.5	10	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
149	150	60.57	1.5	10	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
150	91	60.02	1.5	10	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
91	151	59.98	1.5	10	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
151	152	21.30	6.65	10	0	0.0746			11	0.020	0	0.000	0.020	0.10	0.02	0.12	1.50		
152	127	115.90	1.8	10	0	0.0746	0.1445		11	0.020	0	0.058	0.078	0.39	0.02	0.41	1.50		
172	173	28.00	1	8	0.0593	0.0593			8	0.014	0	0.000	0.014	0.07	0.02	0.09	1.50		
89	173	31.50	6	8	0.0673	0.0673			9	0.016	0	0.000	0.016	0.08	0.02	0.10	1.50		
173	174	28.00	1	8	0.0616	0.1882			27	0.049	0	0.000	0.049	0.24	0.06	0.30	1.50		
174	175	33.20	1	8	0	0.1882			27	0.049	0	0.000	0.049	0.24	0.06	0.30	1.50		
175	176	40.70	3.46	8	0	0.1882			27	0.049	0	0.000	0.049	0.24	0.06	0.30	1.50		
176	177	24.50	4.8	8	0	0.1882			27	0.049	0	0.000	0.049	0.24	0.06	0.30	1.50		
177	127	31.80	5.3	8	0	0.1882			27	0.049	0	0.000	0.049	0.24	0.06	0.30	1.50		
98	97	16.76	2.06	8	0.0118	0.0118			2	0.004	0	0.000	0.004	0.02	0.00	0.02	1.50		
97	127	15.15	8.48	8	0.0034	0.0152			2	0.004	0	0.000	0.004	0.02	0.00	0.02	1.50		
127	124	89.40	1.2	10	0.0035	0.2815			40	0.072	0	0.000	0.072	0.36	0.08	0.45	1.50		

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
214	20	68.60	1.6	10	0	0.2815			40	0.072	0	0.000	0.072	5.00	0.36	0.08	0.45	1.50
20	158	32.20	2.7	10	0	0.2815			40	0.072	0	0.000	0.072	5.00	0.36	0.08	0.45	1.50
158	159	32.06	2.9	16	0	7.8182			1102	1.990	0	0.000	1.990	4.90	9.76	2.35	12.10	12.10
159	160	56.09	2.88	16	0	7.8182			1102	1.990	0	0.000	1.990	4.90	9.76	2.35	12.10	12.10
160	21	45.95	2.58	16	0	7.8182			1102	1.990	0	0.000	1.990	4.90	9.76	2.35	12.10	12.10
18	64	125.28	0.24	12	0.4719	0.4719			67	0.121	0	0.000	0.121	5.00	0.60	0.14	0.75	1.50
64	215	72.68	4.19	12	0.0975	0.5694		0.063	80	0.144	0	0.025	0.170	5.00	0.85	0.17	1.02	1.50
215	21	58.98	7.05	12	0.137	0.7064		0.0521	100	0.181	0	0.021	0.201	5.00	1.01	0.21	1.22	1.50
21	22	57.70	3.22	16	0.2008	8.7254			1230	2.221	0	0.000	2.221	4.80	10.65	2.62	13.27	13.27
70	22	75.84	3.9	10	0.2125	0.2125			30	0.054	0	0.000	0.054	5.00	0.27	0.06	0.33	1.50
22	23	136.93	2.55	16	0.3843	9.3222			1314	2.373	0	0.000	2.373	4.73	11.23	2.80	14.03	14.03
216	23	58.45	4.85	10	0.1415	0.1415			20	0.036	0	0.000	0.036	5.00	0.18	0.04	0.22	1.50
23	24	119.46	1.8	16	0.214	9.6777			1365	2.465	0	0.000	2.465	4.70	11.58	2.90	14.48	14.48
24	217	217.80	1.8	16	0	9.6777			1365	2.465	0	0.000	2.465	4.70	11.58	2.90	14.48	14.48
217	218	46.94	2.5	16	0	9.6777			1365	2.465	0	0.000	2.465	4.70	11.58	2.90	14.48	14.48
218	219	39.50	3	16	0	9.6777			1365	2.465	0	0.000	2.465	4.70	11.58	2.90	14.48	14.48
219	220	63.80	2.5	16	0.1818	9.8595			1390	2.510	0	0.000	2.510	4.68	11.75	2.96	14.71	14.71
220	87	77.50	2.3	16	0.2707	10.1302			1428	2.578	0	0.000	2.578	4.66	12.01	3.04	15.04	15.04
86	87	56.71	2.62	8	0.1744	0.1744			25	0.045	0	0.000	0.045	5.00	0.23	0.05	0.28	1.50
87	E3				10.3046	10.3046	0.24	0.5505	1453	2.623	0.68	0.220	3.524	4.64	16.35	3.09	19.44	19.44
16	119	64.40	1.42	8	0.3208	0.3208			45	0.081	0	0.000	0.081	5.00	0.41	0.10	0.50	1.50
119	63	59.92	1.72	8	0.3208	0.6416			90	0.163	0	0.000	0.163	5.00	0.81	0.19	1.00	1.50
63	64	107.26	1.99	8	0.466	1.1076			156	0.282	0	0.000	0.282	5.00	1.41	0.33	1.74	1.74
64	68	84.78	0.93	8	0.295	1.4026			198	0.358	0	0.000	0.358	5.00	1.79	0.42	2.21	2.21
68	69	74.19	5.19	8	0.2118	1.6144			228	0.412	0	0.000	0.412	5.00	2.06	0.48	2.54	2.54
19	123	57.08	0.8	8	0.076	0.076		0.1169	11	0.020	0	0.047	0.067	5.00	0.33	0.02	0.36	1.50
123	65	72.60	0.93	8	0.0989	0.1749		0.1165	25	0.045	0	0.047	0.092	5.00	0.46	0.05	0.51	1.50
65	69	84.64	1.18	8	0.2832	0.4581			65	0.117	0	0.000	0.117	5.00	0.59	0.14	0.72	1.50
69	74	61.77	1.43	10	0.1415	2.214			312	0.563	0	0.000	0.563	5.00	2.82	0.66	3.48	3.48
74	75	58.69	2.04	12	0.2958	2.5098			354	0.639	0	0.000	0.639	5.00	3.20	0.75	3.95	3.95
75	129	69.90	1.93	12	0.2958	2.8056			396	0.715	0	0.000	0.715	5.00	3.58	0.84	4.42	4.42
129	81	90.64	1.2	12	0.4111	3.2167			454	0.820	0	0.000	0.820	5.00	4.10	0.97	5.06	5.06
51	63	143.91	5.19	8	0.2634	0.2634		0.1586	37	0.067	0	0.063	0.130	5.00	0.65	0.08	0.73	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
63	67	82.65	0.38	8	0.1425	0.4059			57	0.103	0	0.000	0.103	5.00	0.51	0.12	0.64	1.50
67	68	114.31	4.34	8	0.4587	0.8646			122	0.220	0	0.000	0.220	5.00	1.10	0.26	1.36	1.50
68	164	65.07	1.93	8	0.1565	1.0211			144	0.260	0	0.000	0.260	5.00	1.30	0.31	1.61	1.61
164	74	78.50	3.76	8	0.2517	1.2728			179	0.323	0	0.000	0.323	5.00	1.62	0.38	2.00	2.00
74	80	81.13	1.8	8	0.2092	1.482			209	0.377	0	0.000	0.377	5.00	1.89	0.44	2.33	2.33
51	162	70.39	0.84	8	0.154	0.154			22	0.040	0	0.000	0.040	5.00	0.20	0.05	0.24	1.50
162	66	71.82	5	8	0.0735	0.2275	0.084		32	0.058	0.24	0.000	0.296	5.00	1.48	0.07	1.55	1.55
66	67	70.63	5.17	8	0.1575	0.385			54	0.098	0	0.000	0.098	5.00	0.49	0.12	0.60	1.50
67	163	69.00	0.49	8	0.1665	0.5515			78	0.141	0	0.000	0.141	5.00	0.70	0.17	0.87	1.50
163	164	117.16	4.16	8	0.4645	1.016			143	0.258	0	0.000	0.258	5.00	1.29	0.30	1.60	1.60
164	78	77.21	0.46	10	0.119	1.135	0.0965		160	0.289	0	0.039	0.327	5.00	1.64	0.34	1.98	1.98
162	161	76.27	1.45	8	0.2544	0.2544			36	0.065	0	0.000	0.065	5.00	0.33	0.08	0.40	1.50
161	73	80.33	4.45	8	0.3324	0.5868			83	0.150	0	0.000	0.150	5.00	0.75	0.18	0.93	1.50
73	163	69.26	4.9	8	0.3324	0.9192			130	0.235	0	0.000	0.235	5.00	1.17	0.28	1.45	1.50
163	54	68.79	0.5	8	0.1955	1.1147			157	0.283	0	0.000	0.283	5.00	1.42	0.33	1.75	1.75
161	52	56.25	7.2	8	0.1992	0.1992			28	0.051	0	0.000	0.051	5.00	0.25	0.06	0.31	1.50
52	53	54.40	2.97	8	0.1301	0.3293			46	0.083	0	0.000	0.083	5.00	0.42	0.10	0.51	1.50
53	54	107.14	3.03	8	0.5255	0.8548			121	0.218	0	0.000	0.218	5.00	1.09	0.26	1.35	1.50
54	78	120.08	4.07	12	0.4575	2.427			342	0.618	0	0.000	0.618	5.00	3.09	0.73	3.82	3.82
78	79	25.36	3.55	10	0.0358	3.5978			507	0.915	0	0.000	0.915	5.00	4.58	1.08	5.66	5.66
79	80	55.79	3.5	10	0.1206	3.7184			524	0.946	0	0.000	0.946	5.00	4.73	1.12	5.85	5.85
223	80	49.91	1.5	10	0.0746	0.0746	0.0391		11	0.020	0	0.016	0.036	5.00	0.18	0.02	0.20	1.50
80	81	133.78	3.2	10	0.7325	6.0075			847	1.529	0	0.000	1.529	5.00	7.65	1.80	9.45	9.45
81	82	115.79	4.15	12	0.5091	9.7333			1372	2.477	0	0.000	2.477	4.69	11.63	2.92	14.55	14.55
59	111	79.91	0.38	8	0.267	0.267	0.1041		38	0.069	0	0.042	0.110	5.00	0.55	0.08	0.63	1.50
111	82	70.36	1.71	8	0.4339	0.7009			99	0.179	0	0.000	0.179	5.00	0.89	0.21	1.10	1.50
76	112	47.66	2.54	8	0.2277	0.2277			32	0.058	0	0.000	0.058	5.00	0.29	0.07	0.36	1.50
112	82	46.32	2.8	8	0.2277	0.4554			64	0.116	0	0.000	0.116	5.00	0.58	0.14	0.71	1.50
82	83	125.53	2.04	14	0.6505	11.5401			1627	2.938	0	0.000	2.938	4.54	13.33	3.46	16.79	16.79
72	76	71.81	1.14	8	0.1968	0.1968			28	0.051	0	0.000	0.051	5.00	0.25	0.06	0.31	1.50
69	70	126.89	2.71	8	0.545	0.545			77	0.139	0	0.000	0.139	5.00	0.70	0.16	0.86	1.50
70	129	67.85	1.84	8	0.171	0.716			101	0.182	0	0.000	0.182	5.00	0.91	0.21	1.13	1.50
129	130	63.08	2.53	8	0.1859	0.9019			127	0.229	0	0.000	0.229	5.00	1.15	0.27	1.42	1.50



ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
178	179	40.75	1.05	8	0.0593	0.0593			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
179	130	6.80	1	8	0	0.0593			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
130	76	60.10	2.37	8	0.1998	1.161			164	0.296	0	0.000	0.296	5.00	1.48	0.35	1.83	1.83
76	77	64.19	1.72	8	0.2905	1.6483			232	0.419	0	0.000	0.419	5.00	2.09	0.49	2.59	2.59
77	26	60.63	2.52	8	0.2905	1.9388			273	0.493	0	0.000	0.493	5.00	2.46	0.58	3.05	3.05
26	83	99.65	2.24	8	0.3731	2.3119			326	0.589	0	0.000	0.589	5.00	2.94	0.69	3.64	3.64
83	84	75.84	1.82	16	0.1178	13.9698			1970	3.557	0	0.000	3.557	4.37	15.53	4.19	19.72	19.72
84	85	70.06	1.77	16	0.5279	14.4977	0.0537		2044	3.691	0.15	0.000	3.843	4.33	16.65	4.35	21.00	21.00
70	71	58.49	3.43	8	0.2463	0.2463			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
71	72	70.20	3.38	8	0.3027	0.549			77	0.139	0	0.000	0.139	5.00	0.70	0.16	0.86	1.50
72	25	122.39	2.83	8	0.468	1.017			143	0.258	0	0.000	0.258	5.00	1.29	0.31	1.60	1.60
24	25	51.07	2.1	12	0.1106	0.1106			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
25	27	67.76	0.8	10	0.2616	1.3892			196	0.354	0	0.000	0.354	5.00	1.77	0.42	2.19	2.19
27	28	61.99	4.6	10	0.278	1.6672			235	0.424	0	0.000	0.424	5.00	2.12	0.50	2.62	2.62
28	29	80.15	1.35	10	0.314	1.9812			279	0.504	0	0.000	0.504	5.00	2.52	0.59	3.11	3.11
30	29	98.94	1.07	10	0.4153	0.4153			59	0.107	0	0.000	0.107	5.00	0.53	0.12	0.66	1.50
29	122	62.22	0.96	10	0.2666	2.6631			375	0.677	0	0.000	0.677	5.00	3.39	0.80	4.18	4.18
122	85	59.84	1	10	0.3229	2.986	0.1559		421	0.760	0.44	0.000	1.202	5.00	6.01	0.90	6.91	6.91
85	222	126.92	2.5	16	0.0989	17.5826	0.0603		2479	4.476	0.17	0.000	4.647	4.17	19.38	5.27	24.65	24.65
54	55	46.58	2.51	8	0.1202	0.1202			17	0.031	0	0.000	0.031	5.00	0.15	0.04	0.19	1.50
55	56	104.31	2.95	10	0.452	0.5722			81	0.146	0	0.000	0.146	5.00	0.73	0.17	0.90	1.50
78	56	71.39	1.56	8	0.0818	0.0818			12	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.13	1.50
56	57	92.55	4.01	10	0	0.654	0.3561		92	0.166	0	0.142	0.309	5.00	1.54	0.20	1.74	1.74
223	57	49.90	1.5	10	0.1137	0.1137			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
57	58	155.41	3.04	12	0.912	1.6797			237	0.428	0	0.000	0.428	5.00	2.14	0.50	2.64	2.64
81	110	66.52	0.9	8	0.3033	0.3033			43	0.078	0	0.000	0.078	5.00	0.39	0.09	0.48	1.50
110	58	60.04	0.8	8	0.292	0.5953			84	0.152	0	0.000	0.152	5.00	0.76	0.18	0.94	1.50
58	59	114.79	2.92	12	0.347	2.622	0.1428		370	0.668	0	0.057	0.725	5.00	3.63	0.79	4.41	4.41
59	60	119.11	2.15	12	0.6325	3.2545			459	0.829	0	0.000	0.829	5.00	4.14	0.98	5.12	5.12
83	113	83.16	1.54	10	0.2895	0.2895			41	0.074	0	0.000	0.074	5.00	0.37	0.09	0.46	1.50
113	60	94.52	0.2	10	0.2895	0.579	0.1953		82	0.148	0	0.078	0.226	5.00	1.13	0.17	1.30	1.50
60	61	50.78	3.31	12	0	3.8335	0.0532		541	0.977	0	0.021	0.998	5.00	4.99	1.15	6.14	6.14
114	61	31.70	1.3	8	0.0392	0.0392	0.0636		6	0.011	0	0.025	0.036	5.00	0.18	0.01	0.19	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
61	62	64.11	3.72	12	0.042	3.9147			552	0.997	0	0.000	0.997	5.00	4.98	1.17	6.16	6.16
62	221	36.05	2.8	12	0.045	3.9597			558	1.008	0	0.000	1.008	5.00	5.04	1.19	6.23	6.23
114	221	63.95	7	8	0.0821	0.0821			12	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.13	1.50
221	118	35.37	3.1	12	0.0406	4.0824			576	1.040	0	0.000	1.040	5.00	5.20	1.22	6.42	6.42
114	115	35.06	1.85	8	0.0399	0.0399		0.0769	6	0.011	0	0.031	0.042	5.00	0.21	0.01	0.22	1.50
116	115	48.76	0.85	8	0.0709	0.0709		0.085	10	0.018	0	0.034	0.052	5.00	0.26	0.02	0.28	1.50
115	117	46.54	7	8	0.1301	0.2409			34	0.061	0	0.000	0.061	5.00	0.31	0.07	0.38	1.50
117	118	17.56	8.7	8	0.0286	0.2695			38	0.069	0	0.000	0.069	5.00	0.34	0.08	0.42	1.50
118	222	8.97	3	12	0	4.3519			614	1.109	0	0.000	1.109	5.00	5.54	1.31	6.85	6.85
222	E2				21.93	21.93	0.35	1.60	3093	5.585	1.00	0.642	7.230	3.99	28.84	6.58	35.42	35.42
180	181	41.86	3.32	10	0.143	0.143			20	0.036	0	0.000	0.036	5.00	0.18	0.04	0.22	1.50
181	182	36.40	13.91	10	0.1053	0.2483			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
182	183	15.48	18	10	0	0.2483			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
183	184	14.52	18	10	0	0.2483			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
184	185	14.14	18	10	0	0.2483			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
185	E3	36.40	13.91	10	0	0.2483			35	0.063	0	0.000	0.063	5.00	0.32	0.07	0.39	1.50
30	31	82.88	2.89	12	0.1844	0.1844			26	0.047	0	0.000	0.047	5.00	0.23	0.06	0.29	1.50
31	32	50.79	0.88	12	0.1365	0.3209			45	0.081	0	0.000	0.081	5.00	0.41	0.10	0.50	1.50
32	33	51.45	1.2	12	0.1322	0.4531			64	0.116	0	0.000	0.116	5.00	0.58	0.14	0.71	1.50
33	34	66.23	1.5	12	0.1744	0.6275			88	0.159	0	0.000	0.159	5.00	0.79	0.19	0.98	1.50
34	35	77.07	1.02	12	0.2016	0.8291			117	0.211	0	0.000	0.211	5.00	1.06	0.25	1.30	1.50
35	36	66.78	1.77	12	0.1716	1.0007			141	0.255	0	0.000	0.255	5.00	1.27	0.30	1.57	1.57
120	44	65.79	1.54	12	0.1142	0.1142			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
44	43	93.11	0.59	12	0.1894	0.3036			43	0.078	0	0.000	0.078	5.00	0.39	0.09	0.48	1.50
43	42	66.47	0.4	12	0.156	0.4596			65	0.117	0	0.000	0.117	5.00	0.59	0.14	0.72	1.50
42	41	108.15	0.64	12	0.2801	0.7397			104	0.188	0	0.000	0.188	5.00	0.94	0.22	1.16	1.50
41	40	82.00	0.68	12	0.2141	0.9538			134	0.242	0	0.000	0.242	5.00	1.21	0.29	1.50	1.50
40	39	8.10	0.92	12	0.0193	0.9731			137	0.247	0	0.000	0.247	5.00	1.24	0.29	1.53	1.53
39	38	45.44	0.43	12	0.1188	1.0919			154	0.278	0	0.000	0.278	5.00	1.39	0.33	1.72	1.72
38	37	86.03	0.21	12	0.2193	1.3112			185	0.334	0	0.000	0.334	5.00	1.67	0.39	2.06	2.06
37	36	96.23	0.69	12	0.2485	1.5597			220	0.397	0	0.000	0.397	5.00	1.99	0.47	2.45	2.45
36	E4				2.5604	2.5604	0	0	361	0.652	0	0.000	0.652	5.00	3.26	0.77	4.03	4.03
186	187	73.00	0.29	10	0.1438	0.1438			20	0.036	0	0.000	0.036	5.00	0.18	0.04	0.22	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PRESENTE					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.				l/s		l/s			
187	188	36.00	9.42	10	0.0523	0.1961			28	0.051	0	0.000	0.051	5.00	0.25	0.06	0.31	1.50
209	194	30.00	0.37	8	0.1138	0.1138			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
186	194	36.00	0.77	8	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50
194	188	73.00	4.18	10	0.1046	0.2707			38	0.069	0	0.000	0.069	5.00	0.34	0.08	0.42	1.50
188	189	36.00	8.5	10	0.0523	0.5191			73	0.132	0	0.000	0.132	5.00	0.66	0.16	0.81	1.50
209	210	46.00	0.39	8	0.0701	0.0701			10	0.018	0	0.000	0.018	5.00	0.09	0.02	0.11	1.50
210	195	59.00	0.29	8	0.0767	0.1468			21	0.038	0	0.000	0.038	5.00	0.19	0.04	0.23	1.50
194	195	36.00	1.61	8	0.0794	0.0794			11	0.020	0	0.000	0.020	5.00	0.10	0.02	0.12	1.50
195	189	73.00	7.97	10	0.1046	0.3308			47	0.085	0	0.000	0.085	5.00	0.42	0.10	0.52	1.50
189	190	36.00	8.47	12	0.0523	0.9022			127	0.229	0	0.000	0.229	5.00	1.15	0.27	1.42	1.50
210	211	34.00	0.44	8	0.056	0.056			8	0.014	0	0.000	0.014	5.00	0.07	0.02	0.09	1.50
211	212	16.00	0.37	8	0.0168	0.0728			10	0.018	0	0.000	0.018	5.00	0.09	0.02	0.11	1.50
212	196	67.00	0.4	8	0.087	0.1598			23	0.042	0	0.000	0.042	5.00	0.21	0.05	0.26	1.50
195	196	36.00	1.17	8	0.1137	0.1137			16	0.029	0	0.000	0.029	5.00	0.14	0.03	0.18	1.50
196	190	73.00	11.95	10	0.1046	0.3781			53	0.096	0	0.000	0.096	5.00	0.48	0.11	0.59	1.50
190	191	36.00	6.5	14	0.0523	1.3326			188	0.339	0	0.000	0.339	5.00	1.70	0.40	2.10	2.10
212	213	57.00	1.49	8	0.0293	0.0293			4	0.007	0	0.000	0.007	5.00	0.04	0.01	0.04	1.50
213	197	22.00	0.36	8	0.046	0.0753			11	0.020	0	0.000	0.020	5.00	0.10	0.02	0.12	1.50
196	197	36.00	1.64	8	0.0813	0.0813			11	0.020	0	0.000	0.020	5.00	0.10	0.02	0.12	1.50
197	191	73.00	11.45	10	0.1046	0.2612			37	0.067	0	0.000	0.067	5.00	0.33	0.08	0.41	1.50
191	192	17.00	7.7	14	0.0261	1.6199			228	0.412	0	0.000	0.412	5.00	2.06	0.49	2.54	2.54
197	198	36.00	1.86	8	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50
198	207	73.00	7.45	10	0.1046	0.1569			22	0.040	0	0.000	0.040	5.00	0.20	0.05	0.25	1.50
206	207	16.00	6.88	10	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50
207	208	20.00	5.45	10	0.0523	0.2615			37	0.067	0	0.000	0.067	5.00	0.33	0.08	0.41	1.50
208	192	6.00	29.83	10	0	0.2615			37	0.067	0	0.000	0.067	5.00	0.33	0.08	0.41	1.50
192	193	75.20	18.16	14	0.0535	1.9349			273	0.493	0	0.000	0.493	5.00	2.46	0.58	3.05	3.05
198	199	36.00	2.58	8	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50
199	205	73.00	3.48	10	0.1046	0.1569			22	0.040	0	0.000	0.040	5.00	0.20	0.05	0.25	1.50
202	205	17.00	2.4	8	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50
205	206	20.00	5.2	10	0.0523	0.2615			37	0.067	0	0.000	0.067	5.00	0.33	0.08	0.41	1.50
206	204	75.20	24.61	10	0.107	0.3685			52	0.094	0	0.000	0.094	5.00	0.47	0.11	0.58	1.50
199	200	36.00	1.86	8	0.0523	0.0523			7	0.013	0	0.000	0.013	5.00	0.06	0.02	0.08	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO  
PRESENTE

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
CALCULO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Identificación		Areas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño				
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum		A.Indus.	A. Inst.	Q resin	Q ind.		Q oficial	QMD	QMH	Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				l/s				l/s		l/s			
200	201	73.00	1.68	10	0.0523	0.1046			15	0.027	0	0.000	0.027	5.00	0.14	0.03	0.17	1.50
201	202	18.00	1.5	10	0.0261	0.1307			18	0.033	0	0.000	0.033	5.00	0.16	0.04	0.20	1.50
202	203	75.20	15.85	10	0.0535	0.1842			26	0.047	0	0.000	0.047	5.00	0.23	0.06	0.29	1.50
203	204	37.00	21.32	10	0.0557	0.2399			34	0.061	0	0.000	0.061	5.00	0.31	0.07	0.38	1.50
204	193	37.00	7.49	10	0.0557	0.6641			94	0.170	0	0.000	0.170	5.00	0.85	0.20	1.05	1.50
193	E4	63.00	24.41	14	0	2.599			366	0.661	0	0.000	0.661	5.00	3.30	0.78	4.08	4.08

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Areas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
1	2	53.83	1.86	8	0.1218	0.1218			26	0.051	0	0	0.051	5.00	0.26	0.04	0.292	1.50
2	3	57.00	2.5	8	0.1461	0.2679			57	0.112	0	0	0.112	5.00	0.56	0.08	0.641	1.50
3	4	115.93	3.42	8	0.3234	0.5913			125	0.246	0	0	0.246	5.00	1.23	0.18	1.407	1.50
6	5	52.58	0.85	6	0.164	0.164			35	0.069	0	0	0.069	5.00	0.34	0.05	0.394	1.50
5	4	52.57	0.91	6	0.1288	0.2928			62	0.122	0	0	0.122	5.00	0.61	0.09	0.698	1.50
4	7	65.83	4.51	8	0.1226	1.0067		0.1542	213	0.419	0	0.093	0.512	5.00	2.56	0.30	2.860	2.86
7	8	89.87	5.45	8	0.2631	1.2698		0.0781	269	0.529	0	0.047	0.576	5.00	2.88	0.38	3.262	3.26
171	137	13.46	2.9	8	0.031	0.031			7	0.014	0	0	0.014	5.00	0.07	0.01	0.078	1.50
136	137	32.30	1.98	8	0.0574	0.0574			12	0.024	0	0	0.024	5.00	0.12	0.02	0.135	1.50
137	103	80.65	4.28	8	0.1569	0.2453			52	0.102	0	0	0.102	5.00	0.51	0.07	0.585	1.50
103	104	10.58	1.3	8	0.0502	0.2955			63	0.124	0	0	0.124	5.00	0.62	0.09	0.708	1.50
133	136	47.36	1.37	8	0.0356	0.0356			8	0.016	0	0	0.016	5.00	0.08	0.01	0.089	1.50
136	138	80.95	5.92	8	0.1387	0.1743			37	0.073	0	0	0.073	5.00	0.36	0.05	0.416	1.50
105	138	35.38	2.18	10	0.0491	0.0491			10	0.020	0	0	0.020	5.00	0.10	0.01	0.113	1.50
138	104	29.17	3.69	10	0.0832	0.3066			65	0.128	0	0	0.128	5.00	0.64	0.09	0.731	1.50
104	139	37.00	5.57	10	0.0586	0.6607			140	0.275	0	0	0.275	5.00	1.38	0.20	1.576	1.58
131	109	56.07	0.97	8	0.0622	0.0622			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.147	1.50
109	132	78.36	1.2	8	0.0739	0.1361			29	0.057	0	0	0.057	5.00	0.29	0.04	0.326	1.50
132	133	10.00	1.9	8	0.0078	0.1439			31	0.061	0	0	0.061	5.00	0.30	0.04	0.348	1.50
133	134	9.86	6.39	8	0.0194	0.1633			35	0.069	0	0	0.069	5.00	0.34	0.05	0.393	1.50
108	107	38.33	0.33	8	0.1111	0.1111			24	0.047	0	0	0.047	5.00	0.24	0.03	0.269	1.50
107	135	38.49	2.17	8	0.1048	0.2159			46	0.091	0	0	0.091	5.00	0.45	0.06	0.517	1.50
135	134	35.00	1.22	8	0.0568	0.2727			58	0.114	0	0	0.114	5.00	0.57	0.08	0.652	1.50
134	106	63.10	5.71	10	0.1104	0.5464			116	0.228	0	0	0.228	5.00	1.14	0.16	1.305	1.50
143	142	32.83	1.8	10	0.0651	0.0651			14	0.028	0	0	0.028	5.00	0.14	0.02	0.157	1.50
107	142	81.15	3.94	10	0.0988	0.0988			21	0.041	0	0	0.041	5.00	0.21	0.03	0.236	1.50
142	141	24.82	2.68	10	0.0596	0.2235			47	0.092	0	0	0.092	5.00	0.46	0.07	0.529	1.50
135	141	60.84	4.92	10	0.0636	0.0636			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.147	1.50
141	106	36.94	3.2	10	0.0603	0.3474			74	0.146	0	0	0.146	5.00	0.73	0.10	0.832	1.50
106	105	7.00	1.5	10	0.006	0.8998			191	0.376	0	0	0.376	5.00	1.88	0.27	2.149	2.15
105	99	25.85	4.1	10	0.0643	0.9641			204	0.401	0	0	0.401	5.00	2.01	0.29	2.296	2.30
108	143	67.80	4.24	8	0.0407	0.0407			9	0.018	0	0	0.018	5.00	0.09	0.01	0.101	1.50
143	100	35.08	4.2	8	0.0364	0.0771			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.181	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO CALCULO REVISO				Alcantarillado Pupiales Pablo Valencia y Carlos Villarreal									
Identificación					Áreas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				l/s				l/s		l/s			
100	99	95.05	2.3	8	0.1432	0.2203			47	0.092	0	0	0.092	5.00	0.46	0.07	0.53	1.50
99	140	12.16	4.76	12	0.0279	1.2123			257	0.506	0	0	0.506	5.00	2.53	0.36	2.89	2.89
140	139	50.70	1.7	14	0.0682	1.2805			271	0.533	0	0	0.533	5.00	2.67	0.38	3.05	3.05
139	8	64.00	2.72	16	0.2274	2.1686			460	0.905	0	0	0.905	5.00	4.53	0.65	5.18	5.18
8	9	64.25	3.78	8	0.2024	3.6408			772	1.519	0	0	1.519	5.00	7.59	1.09	8.69	8.69
9	10	37.04	4.94	8	0.1193	3.7601			797	1.568	0	0	1.568	5.00	7.84	1.13	8.97	8.97
100	102	34.43	5.58	8	0.0595	0.0595			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.15	1.50
102	101	92.05	2.41	8	0.0618	0.1213			26	0.051	0	0	0.051	5.00	0.26	0.04	0.29	1.50
140	101	21.75	4.12	8	0.0569	0.0569			12	0.024	0	0	0.024	5.00	0.12	0.02	0.14	1.50
101	144	29.61	4.73	8	0.02	0.1982			42	0.083	0	0	0.083	5.00	0.41	0.06	0.47	1.50
144	145	40.11	2	8	0.0809	0.2791			59	0.116	0	0	0.116	5.00	0.58	0.08	0.66	1.50
139	145	53.00	5.59	8	0.0946	0.0946			20	0.039	0	0	0.039	5.00	0.20	0.03	0.23	1.50
145	148	45.16	6.38	8	0.0767	0.4504			95	0.187	0	0	0.187	5.00	0.93	0.14	1.07	1.50
144	146	76.03	4.54	8	0.0468	0.0468			10	0.020	0	0	0.020	5.00	0.10	0.01	0.11	1.50
146	147	35.18	0.82	8	0.0424	0.0892			19	0.037	0	0	0.037	5.00	0.19	0.03	0.21	1.50
147	148	24.33	0.47	8	0.0384	0.1276			27	0.053	0	0	0.053	5.00	0.27	0.04	0.30	1.50
148	10	53.24	2.21	8	0.1341	0.7121			151	0.297	0	0	0.297	5.00	1.49	0.21	1.70	1.70
10	11	33.04	5.24	8	0.1159	4.5881			973	1.914	0	0	1.914	5.00	9.57	1.38	10.95	10.95
11	12	69.39	5.47	8	0.2452	4.8333			1025	2.017	0	0	2.017	4.98	10.03	1.45	11.48	11.48
51	50	76.41	1.65	8	0.3838	0.3838			81	0.159	0	0	0.159	5.00	0.80	0.12	0.91	1.50
50	12	76.41	1.88	8	0.3838	0.7676			163	0.321	0	0	0.321	5.00	1.60	0.23	1.83	1.83
12	14	9.96	3.22	10	0	5.6009			1187	2.336	0	0	2.336	4.83	11.28	1.68	12.96	12.96
47	46	72.75	0.32	8	0.0897	0.0897			19	0.037	0	0	0.037	5.00	0.19	0.03	0.21	1.50
46	45	80.30	0.13	8	0.0993	0.189			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
45	13	69.30	0.77	8	0.1646	0.3536			75	0.148	0	0	0.148	5.00	0.74	0.11	0.84	1.50
13	14	10.96	0.37	8	0	0.3536			75	0.148	0	0	0.148	5.00	0.74	0.11	0.84	1.50
14	15	61.58	5.34	12	0.2784	6.2329			1321	2.599	0	0	2.599	4.73	12.29	1.87	14.16	14.16
15	16	59.89	4.31	12	0.2765	6.5094			1380	2.715	0	0	2.715	4.69	12.73	1.95	14.68	14.68
90	89	23.97	2.5	8	0.016	0.016			3	0.006	0	0	0.006	5.00	0.03	0.00	0.03	1.50
89	88	22.07	2.5	8	0.013	0.029			6	0.012	0	0	0.012	5.00	0.06	0.01	0.07	1.50
88	16	62.23	1.68	8	0.0697	0.0987			21	0.041	0	0	0.041	5.00	0.21	0.03	0.24	1.50
16	17	53.08	3.39	12	0.1429	6.751			1431	2.816	0	0	2.816	4.65	13.10	2.03	15.13	15.13
17	18	47.69	3.28	12	0.1063	6.8573	0.24		1454	2.861	1.0248	0	3.886	4.64	18.03	2.06	20.08	20.08

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Areas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
153	154	60.37	1.5	10	0.0915	0.0915			19	0.037	0	0	0.037	5.00	0.19	0.03	0.21	1.50
154	155	53.40	1.5	10	0.1073	0.1988			42	0.083	0	0	0.083	5.00	0.41	0.06	0.47	1.50
155	18	44.69	1.5	10	0.1029	0.3017			64	0.126	0	0	0.126	5.00	0.63	0.09	0.72	1.50
18	19	66.42	4.16	12	0.0874	7.2464		0.0586	1536	3.022	0	0.035	3.057	4.59	14.03	2.17	16.20	16.20
94	95	19.84	6.22	8	0.0439	0.0439			9	0.018	0	0	0.018	5.00	0.09	0.01	0.10	1.50
96	95	69.78	1.1	8	0.068	0.068			14	0.028	0	0	0.028	5.00	0.14	0.02	0.16	1.50
95	124	25.62	3.07	8	0.0485	0.1604			34	0.067	0	0	0.067	5.00	0.33	0.05	0.38	1.50
97	96	20.09	1.89	8	0.0113	0.0113			2	0.004	0	0	0.004	5.00	0.02	0.00	0.02	1.50
96	126	16.03	4.4	8	0.0127	0.024			5	0.010	0	0	0.010	5.00	0.05	0.01	0.06	1.50
126	125	36.26	1.19	10	0.0151	0.0391			8	0.016	0	0	0.016	5.00	0.08	0.01	0.09	1.50
125	124	35.23	1.15	10	0.0119	0.051			11	0.022	0	0	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
124	19	72.84	1.62	10	0.0789	0.2903			62	0.122	0	0	0.122	5.00	0.61	0.09	0.70	1.50
19	158	37.84	2.75	16	0	7.5367			1598	3.144	0	0	3.144	4.55	14.31	2.26	16.58	16.58
47	48	54.83	2.72	8	0.0746	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
48	49	129.44	1.29	8	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
49	92	127.66	4.96	8	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
92	93	7.80	1.5	8	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
93	149	53.51	1.5	10	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
149	150	60.57	1.5	10	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
150	91	60.02	1.5	10	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
91	151	59.98	1.5	10	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
151	152	21.30	6.65	10	0	0.0746			16	0.031	0	0	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
152	127	115.90	1.8	10	0	0.0746		0.1445	16	0.031	0	0.087	0.118	5.00	0.59	0.02	0.61	1.50
172	173	28.00	1	8	0.0593	0.0593			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.15	1.50
89	173	31.50	6	8	0.0673	0.0673			14	0.028	0	0	0.028	5.00	0.14	0.02	0.16	1.50
173	174	28.00	1	8	0.0616	0.1882			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
174	175	33.20	1	8	0	0.1882			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
175	176	40.70	3.46	8	0	0.1882			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
176	177	24.50	4.8	8	0	0.1882			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
177	127	31.80	5.3	8	0	0.1882			40	0.079	0	0	0.079	5.00	0.39	0.06	0.45	1.50
98	97	16.76	2.06	8	0.0118	0.0118			3	0.006	0	0	0.006	5.00	0.03	0.00	0.03	1.50
97	127	15.15	8.48	8	0.0034	0.0152			3	0.006	0	0	0.006	5.00	0.03	0.00	0.03	1.50
127	214	89.40	1.2	10	0.0035	0.2815			60	0.118	0	0	0.118	5.00	0.59	0.08	0.67	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO CALCULO REVISO				Alcantarillado Pupiales Pablo Valencia y Carlos Villarreal									
Identificación					Áreas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
214	20	68.60	1.6	10	0	0.2815			60	0.118	0	0	0.118	5.00	0.59	0.08	0.67	1.50
20	158	32.20	2.7	10	0	0.2815			60	0.118	0	0	0.118	5.00	0.59	0.08	0.67	1.50
158	159	32.06	2.9	16	0	7.8182			1657	3.260	0	0	3.260	4.52	14.74	2.35	17.08	17.08
159	160	56.09	2.88	16	0	7.8182			1657	3.260	0	0	3.260	4.52	14.74	2.35	17.08	17.08
160	21	45.95	2.58	16	0	7.8182			1657	3.260	0	0	3.260	4.52	14.74	2.35	17.08	17.08
18	64	125.28	0.24	12	0.4719	0.4719			100	0.197	0	0	0.197	5.00	0.98	0.14	1.13	1.50
64	215	72.68	4.19	12	0.0975	0.5694		0.063	121	0.238	0	0.038	0.276	5.00	1.38	0.17	1.55	1.55
215	21	58.98	7.05	12	0.137	0.7064		0.0521	150	0.295	0	0.031	0.326	5.00	1.63	0.21	1.84	1.84
21	22	57.70	3.22	16	0.2008	8.7254			1850	3.640	0	0	3.640	4.42	16.09	2.62	18.71	18.71
70	22	75.84	3.9	10	0.2125	0.2125			45	0.089	0	0	0.089	5.00	0.44	0.06	0.51	1.50
22	23	136.93	2.55	16	0.3843	9.3222			1976	3.888	0	0	3.888	4.36	16.96	2.80	19.76	19.76
216	23	58.45	4.85	10	0.1415	0.1415			30	0.059	0	0	0.059	5.00	0.30	0.04	0.34	1.50
23	24	119.46	1.8	16	0.214	9.6777			2052	4.038	0	0	4.038	4.33	17.48	2.90	20.39	20.39
24	217	217.80	1.8	16	0	9.6777			2052	4.038	0	0	4.038	4.33	17.48	2.90	20.39	20.39
217	218	46.94	2.5	16	0	9.6777			2052	4.038	0	0	4.038	4.33	17.48	2.90	20.39	20.39
218	219	39.50	3	16	0	9.6777			2052	4.038	0	0	4.038	4.33	17.48	2.90	20.39	20.39
219	220	63.80	2.5	16	0.1818	9.8595			2090	4.112	0	0	4.112	4.31	17.74	2.96	20.70	20.70
220	87	77.50	2.3	16	0.2707	10.1302			2148	4.226	0	0	4.226	4.29	18.14	3.04	21.17	21.17
86	87	56.71	2.62	8	0.1744	0.1744			37	0.073	0	0	0.073	5.00	0.36	0.05	0.42	1.50
87	E3				10.3046	10.3046	0.24	0.5505	2185	4.299	1.0248	0.330	5.654	4.28	24.18	3.09	27.27	27.27
16	119	64.40	1.42	8	0.3208	0.3208			68	0.134	0	0	0.134	5.00	0.67	0.10	0.77	1.50
119	63	59.92	1.72	8	0.3208	0.6416			136	0.268	0	0	0.268	5.00	1.34	0.19	1.53	1.53
63	64	107.26	1.99	8	0.466	1.1076			235	0.462	0	0	0.462	5.00	2.31	0.33	2.64	2.64
64	68	84.78	0.93	8	0.295	1.4026			297	0.584	0	0	0.584	5.00	2.92	0.42	3.34	3.34
68	69	74.19	5.19	8	0.2118	1.6144			342	0.673	0	0	0.673	5.00	3.36	0.48	3.85	3.85
19	123	57.08	0.8	8	0.076	0.076		0.1169	16	0.031	0	0.070	0.102	5.00	0.51	0.02	0.53	1.50
123	65	72.60	0.93	8	0.0989	0.1749		0.1165	37	0.073	0	0.070	0.143	5.00	0.71	0.05	0.77	1.50
65	69	84.64	1.18	8	0.2832	0.4581			97	0.191	0	0	0.191	5.00	0.95	0.14	1.09	1.50
69	74	61.77	1.43	10	0.1415	2.214			469	0.923	0	0	0.923	5.00	4.61	0.66	5.28	5.28
74	75	58.69	2.04	12	0.2958	2.5098			532	1.047	0	0	1.047	5.00	5.23	0.75	5.99	5.99
75	129	69.90	1.93	12	0.2958	2.8056			595	1.171	0	0	1.171	5.00	5.85	0.84	6.70	6.70
129	81	90.64	1.2	12	0.4111	3.2167			682	1.342	0	0	1.342	5.00	6.71	0.97	7.67	7.67
51	63	143.91	5.19	8	0.2634	0.2634		0.1586	56	0.110	0	0.095	0.205	5.00	1.03	0.08	1.11	1.50



ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Areas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
63	67	82.65	0.38	8	0.1425	0.4059			86	0.169	0	0	0.169	5.00	0.85	0.12	0.97	1.50
67	68	114.31	4.34	8	0.4587	0.8646			183	0.360	0	0	0.360	5.00	1.80	0.26	2.06	2.06
68	164	65.07	1.93	8	0.1565	1.0211			216	0.425	0	0	0.425	5.00	2.13	0.31	2.43	2.43
164	74	78.50	3.76	8	0.2517	1.2728			270	0.531	0	0	0.531	5.00	2.66	0.38	3.04	3.04
74	80	81.13	1.8	8	0.2092	1.482			314	0.618	0	0	0.618	5.00	3.09	0.44	3.53	3.53
51	162	70.39	0.84	8	0.154	0.154			33	0.065	0	0	0.065	5.00	0.32	0.05	0.37	1.50
162	66	71.82	5	8	0.0735	0.2275	0.084		48	0.094	0.35868	0	0.453	5.00	2.27	0.07	2.33	2.33
66	67	70.63	5.17	8	0.1575	0.385			82	0.161	0	0	0.161	5.00	0.81	0.12	0.92	1.50
67	163	69.00	0.49	8	0.1665	0.5515			117	0.230	0	0	0.230	5.00	1.15	0.17	1.32	1.50
163	164	117.16	4.16	8	0.4645	1.016			215	0.423	0	0	0.423	5.00	2.12	0.30	2.42	2.42
164	78	77.21	0.46	10	0.119	1.135	0.0965		241	0.474	0	0.058	0.532	5.00	2.66	0.34	3.00	3.00
162	161	76.27	1.45	8	0.2544	0.2544			54	0.106	0	0	0.106	5.00	0.53	0.08	0.61	1.50
161	73	80.33	4.45	8	0.3324	0.5868			124	0.244	0	0	0.244	5.00	1.22	0.18	1.40	1.50
73	163	69.26	4.9	8	0.3324	0.9192			195	0.384	0	0	0.384	5.00	1.92	0.28	2.19	2.19
163	54	68.79	0.5	8	0.1955	1.1147			236	0.464	0	0	0.464	5.00	2.32	0.33	2.66	2.66
161	52	56.25	7.2	8	0.1992	0.1992			42	0.083	0	0	0.083	5.00	0.41	0.06	0.47	1.50
52	53	54.40	2.97	8	0.1301	0.3293			70	0.138	0	0	0.138	5.00	0.69	0.10	0.79	1.50
53	54	107.14	3.03	8	0.5255	0.8548			181	0.356	0	0	0.356	5.00	1.78	0.26	2.04	2.04
54	78	120.08	4.07	12	0.4575	2.427			515	1.013	0	0	1.013	5.00	5.07	0.73	5.79	5.79
78	79	25.36	3.55	10	0.0358	3.5978			763	1.501	0	0	1.501	5.00	7.51	1.08	8.59	8.59
79	80	55.79	3.5	10	0.1206	3.7184			788	1.550	0	0	1.550	5.00	7.75	1.12	8.87	8.87
223	80	49.91	1.5	10	0.0746	0.0746	0.0391		16	0.031	0	0.023	0.055	5.00	0.27	0.02	0.30	1.50
80	81	133.78	3.2	10	0.7325	6.0075			1274	2.507	0	0.0	2.507	4.76	11.94	1.80	13.74	13.74
81	82	115.79	4.15	12	0.5091	9.7333			2063	4.059	0	0.0	4.059	4.33	17.56	2.92	20.48	20.48
59	111	79.91	0.38	8	0.267	0.267	0.1041		57	0.112	0	0.062	0.175	5.00	0.87	0.08	0.95	1.50
111	82	70.36	1.71	8	0.4339	0.7009			149	0.293	0	0	0.293	5.00	1.47	0.21	1.68	1.68
76	112	47.66	2.54	8	0.2277	0.2277			48	0.094	0	0	0.094	5.00	0.47	0.07	0.54	1.50
112	82	46.32	2.8	8	0.2277	0.4554			97	0.191	0	0	0.191	5.00	0.95	0.14	1.09	1.50
82	83	125.53	2.04	14	0.6505	11.5401			2447	4.815	0	0	4.815	4.18	20.13	3.46	23.59	23.59
72	76	71.81	1.14	8	0.1968	0.1968			42	0.083	0	0	0.083	5.00	0.41	0.06	0.47	1.50
69	70	126.89	2.71	8	0.545	0.545			116	0.228	0	0	0.228	5.00	1.14	0.16	1.30	1.50
70	129	67.85	1.84	8	0.171	0.716			152	0.299	0	0	0.299	5.00	1.50	0.21	1.71	1.71
129	130	63.08	2.53	8	0.1859	0.9019			191	0.376	0	0	0.376	5.00	1.88	0.27	2.15	2.15

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO CALCULO REVISO				Alcantarillado Pupiales Pablo Valencia y Carlos Villarreal									
Identificación					Áreas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
178	179	40.75	1.05	8	0.0593	0.0593			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.15	1.50
179	130	6.80	1	8	0	0.0593			13	0.026	0	0	0.026	5.00	0.13	0.02	0.15	1.50
130	76	60.10	2.37	8	0.1998	1.161			246	0.484	0	0	0.484	5.00	2.42	0.35	2.77	2.77
76	77	64.19	1.72	8	0.2905	1.6483			349	0.687	0	0	0.687	5.00	3.43	0.49	3.93	3.93
77	26	60.63	2.52	8	0.2905	1.9388			411	0.809	0	0	0.809	5.00	4.04	0.58	4.63	4.63
26	83	99.65	2.24	8	0.3731	2.3119			490	0.964	0	0	0.964	5.00	4.82	0.69	5.51	5.51
83	84	75.84	1.82	16	0.1178	13.9698			2962	5.828	0	0	5.828	4.02	23.45	4.19	27.64	27.64
84	85	70.06	1.77	16	0.5279	14.4977	0.0537		3074	6.048	0.229299	0	6.278	3.99	25.07	4.35	29.42	29.42
70	71	58.49	3.43	8	0.2463	0.2463			52	0.102	0	0	0.102	5.00	0.51	0.07	0.59	1.50
71	72	70.20	3.38	8	0.3027	0.549			116	0.228	0	0	0.228	5.00	1.14	0.16	1.31	1.50
72	25	122.39	2.83	8	0.468	1.017			216	0.425	0	0	0.425	5.00	2.13	0.31	2.43	2.43
24	25	51.07	2.1	12	0.1106	0.1106			23	0.045	0	0	0.045	5.00	0.23	0.03	0.26	1.50
25	27	67.76	0.8	10	0.2616	1.3892			295	0.580	0	0	0.580	5.00	2.90	0.42	3.32	3.32
27	28	61.99	4.6	10	0.278	1.6672			353	0.695	0	0	0.695	5.00	3.47	0.50	3.97	3.97
28	29	80.15	1.35	10	0.314	1.9812			420	0.826	0	0	0.826	5.00	4.13	0.59	4.73	4.73
30	29	98.94	1.07	10	0.4153	0.4153			88	0.173	0	0	0.173	5.00	0.87	0.12	0.99	1.50
29	122	62.22	0.96	10	0.2666	2.6631			565	1.112	0	0	1.112	5.00	5.56	0.80	6.36	6.36
122	85	59.84	1	10	0.3229	2.986	0.1559		633	1.245	0.665693	0	1.911	5.00	9.56	0.90	10.45	10.45
85	222	126.92	2.5	16	0.0989	17.5826	0.0603		3728	7.335	0.257481	0	7.593	3.84	29.18	5.27	34.45	34.45
54	55	46.58	2.51	8	0.1202	0.1202			25	0.049	0	0	0.049	5.00	0.25	0.04	0.28	1.50
55	56	104.31	2.95	10	0.452	0.5722			121	0.238	0	0	0.238	5.00	1.19	0.17	1.36	1.50
78	56	71.39	1.56	8	0.0818	0.0818			17	0.033	0	0	0.033	5.00	0.17	0.02	0.19	1.50
56	57	92.55	4.01	10	0	0.654	0.3561		139	0.273	0	0.214	0.487	5.00	2.44	0.20	2.63	2.63
223	57	49.90	1.5	10	0.1137	0.1137			24	0.047	0	0	0.047	5.00	0.24	0.03	0.27	1.50
57	58	155.41	3.04	12	0.912	1.6797			356	0.700	0	0	0.700	5.00	3.50	0.50	4.01	4.01
81	110	66.52	0.9	8	0.3033	0.3033			64	0.126	0	0	0.126	5.00	0.63	0.09	0.72	1.50
110	58	60.04	0.8	8	0.292	0.5953			126	0.248	0	0	0.248	5.00	1.24	0.18	1.42	1.50
58	59	114.79	2.92	12	0.347	2.622	0.1428		556	1.094	0	0.086	1.180	5.00	5.90	0.79	6.68	6.68
59	60	119.11	2.15	12	0.6325	3.2545			690	1.358	0	0	1.358	5.00	6.79	0.98	7.76	7.76
83	113	83.16	1.54	10	0.2895	0.2895			61	0.120	0	0	0.120	5.00	0.60	0.09	0.69	1.50
113	60	94.52	0.2	10	0.2895	0.579	0.1953		123	0.242	0	0.117	0.359	5.00	1.80	0.17	1.97	1.97
60	61	50.78	3.31	12	0	3.8335	0.0532		813	1.600	0	0.032	1.632	5.00	8.16	1.15	9.31	9.31
114	61	31.70	1.3	8	0.0392	0.0392	0.0636		8	0.016	0	0.038	0.054	5.00	0.27	0.01	0.28	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO CALCULO REVISO				Alcantarillado Pupiales Pablo Valencia y Carlos Villarreal									
Identificación					Áreas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
61	62	64.11	3.72	12	0.042	3.9147			830	1.633	0	0	1.633	5.00	8.17	1.17	9.34	9.34
62	221	36.05	2.8	12	0.045	3.9597			839	1.651	0	0	1.651	5.00	8.25	1.19	9.44	9.44
114	221	63.95	7	8	0.0821	0.0821			17	0.033	0	0	0.033	5.00	0.17	0.02	0.19	1.50
221	118	35.37	3.1	12	0.0406	4.0824			865	1.702	0	0	1.702	5.00	8.51	1.22	9.73	9.73
114	115	35.06	1.85	8	0.0399	0.0399		0.0769	8	0.016	0	0.046	0.062	5.00	0.31	0.01	0.32	1.50
116	115	48.76	0.85	8	0.0709	0.0709		0.085	15	0.030	0	0.051	0.081	5.00	0.40	0.02	0.42	1.50
115	117	46.54	7	8	0.1301	0.2409			51	0.100	0	0	0.100	5.00	0.50	0.07	0.57	1.50
117	118	17.56	8.7	8	0.0286	0.2695			57	0.112	0	0	0.112	5.00	0.56	0.08	0.64	1.50
118	222	8.97	3	12	0	4.3519			923	1.816	0	0	1.816	5.00	9.08	1.31	10.39	10.39
222	E2				21.93	21.93	0.35	1.60	4650	9.149	1.511153	0.963	11.623	3.68	42.74	6.58	49.32	49.32
180	181	41.86	3.32	10	0.143	0.143			30	0.059	0	0.000	0.059	5.00	0.30	0.04	0.34	1.50
181	182	36.40	13.91	10	0.1053	0.2483			53	0.104	0	0.000	0.104	5.00	0.52	0.07	0.60	1.50
182	183	15.48	18	10	0	0.2483			53	0.104	0	0.000	0.104	5.00	0.52	0.07	0.60	1.50
183	184	14.52	18	10	0	0.2483			53	0.104	0	0.000	0.104	5.00	0.52	0.07	0.60	1.50
184	185	14.14	18	10	0	0.2483			53	0.104	0	0.000	0.104	5.00	0.52	0.07	0.60	1.50
185	E3	36.40	13.91	10	0	0.2483			53	0.104	0	0.000	0.104	5.00	0.52	0.07	0.60	1.50
30	31	82.88	2.89	12	0.1844	0.1844			39	0.077	0	0.000	0.077	5.00	0.38	0.06	0.44	1.50
31	32	50.79	0.88	12	0.1365	0.3209			68	0.134	0	0.000	0.134	5.00	0.67	0.10	0.77	1.50
32	33	51.45	1.2	12	0.1322	0.4531			96	0.189	0	0.000	0.189	5.00	0.94	0.14	1.08	1.50
33	34	66.23	1.5	12	0.1744	0.6275			133	0.262	0	0.000	0.262	5.00	1.31	0.19	1.50	1.50
34	35	77.07	1.02	12	0.2016	0.8291			176	0.346	0	0.000	0.346	5.00	1.73	0.25	1.98	1.98
35	36	66.78	1.77	12	0.1716	1.0007			212	0.417	0	0.000	0.417	5.00	2.09	0.30	2.39	2.39
120	44	65.79	1.54	12	0.1142	0.1142			24	0.047	0	0.000	0.047	5.00	0.24	0.03	0.27	1.50
44	43	93.11	0.59	12	0.1894	0.3036			64	0.126	0	0.000	0.126	5.00	0.63	0.09	0.72	1.50
43	42	66.47	0.4	12	0.156	0.4596			97	0.191	0	0.000	0.191	5.00	0.95	0.14	1.09	1.50
42	41	108.15	0.64	12	0.2801	0.7397			157	0.309	0	0.000	0.309	5.00	1.54	0.22	1.77	1.77
41	40	82.00	0.68	12	0.2141	0.9538			202	0.397	0	0.000	0.397	5.00	1.99	0.29	2.27	2.27
40	39	8.10	0.92	12	0.0193	0.9731			206	0.405	0	0.000	0.405	5.00	2.03	0.29	2.32	2.32
39	38	45.44	0.43	12	0.1188	1.0919			231	0.455	0	0.000	0.455	5.00	2.27	0.33	2.60	2.60
38	37	86.03	0.21	12	0.2193	1.3112			278	0.547	0	0.000	0.547	5.00	2.73	0.39	3.13	3.13
37	36	96.23	0.69	12	0.2485	1.5597			331	0.651	0	0.000	0.651	5.00	3.26	0.47	3.72	3.72
36	E4				2.5604	2.5604	0	0	543	1.068	0	0.000	1.068	5.00	5.34	0.77	6.11	6.11
186	187	73.00	0.29	10	0.1438	0.1438			30	0.059	0	0.000	0.059	5.00	0.30	0.04	0.34	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																		
CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales											
					CALCULO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal											
					REVISO													
Identificación					Areas totales de aportes				Pobla ción	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅	A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A.Indus.	A. Inst.	Q resin		Q ind.	Q oficial	QMD	QMH		Q infiltración	QD	QD asumido	
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
187	188	36.00	9.42	10	0.0523	0.1961			42	0.083	0	0.000	0.083	5.00	0.41	0.06	0.47	1.50
209	194	30.00	0.37	8	0.1138	0.1138			24	0.047	0	0.000	0.047	5.00	0.24	0.03	0.27	1.50
186	194	36.00	0.77	8	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
194	188	73.00	4.18	10	0.1046	0.2707			57	0.112	0	0.000	0.112	5.00	0.56	0.08	0.64	1.50
188	189	36.00	8.5	10	0.0523	0.5191			110	0.216	0	0.000	0.216	5.00	1.08	0.16	1.24	1.50
209	210	46.00	0.39	8	0.0701	0.0701			15	0.030	0	0.000	0.030	5.00	0.15	0.02	0.17	1.50
210	195	59.00	0.29	8	0.0767	0.1468			31	0.061	0	0.000	0.061	5.00	0.30	0.04	0.35	1.50
194	195	36.00	1.61	8	0.0794	0.0794			17	0.033	0	0.000	0.033	5.00	0.17	0.02	0.19	1.50
195	189	73.00	7.97	10	0.1046	0.3308			70	0.138	0	0.000	0.138	5.00	0.69	0.10	0.79	1.50
189	190	36.00	8.47	12	0.0523	0.9022			191	0.376	0	0.000	0.376	5.00	1.88	0.27	2.15	2.15
210	211	34.00	0.44	8	0.056	0.056			12	0.024	0	0.000	0.024	5.00	0.12	0.02	0.13	1.50
211	212	16.00	0.37	8	0.0168	0.0728			15	0.030	0	0.000	0.030	5.00	0.15	0.02	0.17	1.50
212	196	67.00	0.4	8	0.087	0.1598			34	0.067	0	0.000	0.067	5.00	0.33	0.05	0.38	1.50
195	196	36.00	1.17	8	0.1137	0.1137			24	0.047	0	0.000	0.047	5.00	0.24	0.03	0.27	1.50
196	190	73.00	11.95	10	0.1046	0.3781			80	0.157	0	0.000	0.157	5.00	0.79	0.11	0.90	1.50
190	191	36.00	6.5	14	0.0523	1.3326			283	0.557	0	0.000	0.557	5.00	2.78	0.40	3.18	3.18
212	213	57.00	1.49	8	0.0293	0.0293			6	0.012	0	0.000	0.012	5.00	0.06	0.01	0.07	1.50
213	197	22.00	0.36	8	0.046	0.0753			16	0.031	0	0.000	0.031	5.00	0.16	0.02	0.18	1.50
196	197	36.00	1.64	8	0.0813	0.0813			17	0.033	0	0.000	0.033	5.00	0.17	0.02	0.19	1.50
197	191	73.00	11.45	10	0.1046	0.2612			55	0.108	0	0.000	0.108	5.00	0.54	0.08	0.62	1.50
191	192	17.00	7.7	14	0.0261	1.6199			343	0.675	0	0.000	0.675	5.00	3.37	0.49	3.86	3.86
197	198	36.00	1.86	8	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
198	207	73.00	7.45	10	0.1046	0.1569			33	0.065	0	0.000	0.065	5.00	0.32	0.05	0.37	1.50
206	207	16.00	6.88	10	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
207	208	20.00	5.45	10	0.0523	0.2615			55	0.108	0	0.000	0.108	5.00	0.54	0.08	0.62	1.50
208	192	6.00	29.83	10	0	0.2615			55	0.108	0	0.000	0.108	5.00	0.54	0.08	0.62	1.50
192	193	75.20	18.16	14	0.0535	1.9349			410	0.807	0	0.000	0.807	5.00	4.03	0.58	4.61	4.61
198	199	36.00	2.58	8	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
199	205	73.00	3.48	10	0.1046	0.1569			33	0.065	0	0.000	0.065	5.00	0.32	0.05	0.37	1.50
202	205	17.00	2.4	8	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50
205	206	20.00	5.2	10	0.0523	0.2615			55	0.108	0	0.000	0.108	5.00	0.54	0.08	0.62	1.50
206	204	75.20	24.61	10	0.107	0.3685			78	0.153	0	0.000	0.153	5.00	0.77	0.11	0.88	1.50
199	200	36.00	1.86	8	0.0523	0.0523			11	0.022	0	0.000	0.022	5.00	0.11	0.02	0.12	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

CALCULO CAUDALES RESIDUALES DE DISEÑO  
PROYECTADO

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
CALCULO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Identificación					Areas totales de aportes				Población	Caudales de aporte medio diario				F mayoración Asumido	Otros caudales		Q de Diseño	
Tramo	longitud	Pend.	∅		A. resid. Afernte	A. resid. Acum	A. Indus.	A. Inst.		Q resin	Q ind.	Q oficial	QMD		QMH	Q infiltración	QD	QD asumido
de	a	m	%	Pulg.	ha				hab.	l/s				l/s		l/s		
200	201	73.00	1.68	10	0.0523	0.1046			22	0.043	0	0.000	0.043	5.00	0.22	0.03	0.25	1.50
201	202	18.00	1.5	10	0.0261	0.1307			28	0.055	0	0.000	0.055	5.00	0.28	0.04	0.31	1.50
202	203	75.20	15.85	10	0.0535	0.1842			39	0.077	0	0.000	0.077	5.00	0.38	0.06	0.44	1.50
203	204	37.00	21.32	10	0.0557	0.2399			51	0.100	0	0.000	0.100	5.00	0.50	0.07	0.57	1.50
204	193	37.00	7.49	10	0.0557	0.6641			141	0.277	0	0.000	0.277	5.00	1.39	0.20	1.59	1.59
193	E4	63.00	24.41	14	0	2.599			551	1.084	0	0.000	1.084	5.00	5.42	0.78	6.20	6.20

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO					PROYECTO																		
ACTUAL					Alcantarillado Pupiales																		
					DISEÑO																		
					Pablo Valencia y Carlos Villarreal																		
					REVISO																		
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	Qll	VII	q/Qll	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
1	2	53.83	0.3	0.1218	2	1.15	15	16.15	31.98	3.25	1.5	4.75	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.54	1.32
2	3	57.00	0.3	0.2679	2	0.92	15	15.92	32.18	7.19	1.5	8.69	2.5	8	51.86	1.65	0.17	1.03	0.036	0.046	0.90	0.73	1.54
3	4	115.93	0.3	0.5913	2	1.40	15	16.40	31.76	15.66	1.5	17.16	3.42	8	60.65	1.93	0.28	1.38	0.044	0.061	1.49	1.00	1.78
6	5	52.58	0.3	0.164	2	1.38	15	16.38	31.78	4.35	1.5	5.85	0.85	6	14.04	0.79	0.42	0.64	0.038	0.060	0.33	0.19	0.83
5	4	52.57	0.3	0.2928	2	1.15	15	16.15	31.97	7.81	1.5	9.31	0.91	6	14.53	0.82	0.64	0.76	0.043	0.085	0.39	0.20	0.83
4	7	65.83	0.3	1.0067	2	0.62	15	15.62	32.46	27.25	1.89	29.14	4.51	8	69.65	2.22	0.42	1.78	0.051	0.080	2.30	1.32	2.00
7	8	89.87	0.3	1.2698	2	0.73	15	15.73	32.35	34.26	2.15	36.41	5.45	8	76.57	2.44	0.48	2.05	0.053	0.089	2.90	1.60	2.20
171	137	13.46	0.3	0.031	2	0.30	15	15.30	32.75	0.85	1.50	2.35	2.9	8	55.85	1.78	0.04	0.76	0.021	0.020	0.59	0.85	1.69
136	137	32.30	0.3	0.0574	2	0.76	15	15.76	32.33	1.55	1.50	3.05	1.98	8	46.15	1.47	0.07	0.71	0.026	0.028	0.50	0.37	1.36
137	103	80.65	0.3	0.2453	2	1.10	15	16.10	32.02	6.55	1.50	8.05	4.28	8	67.85	2.16	0.12	1.22	0.032	0.038	1.35	1.25	2.01
103	104	10.58	0.3	0.2955	2	0.21	15	15.21	32.84	8.09	1.50	9.59	1.3	8	37.40	1.19	0.26	0.84	0.042	0.059	0.55	0.38	1.10
133	136	47.36	0.3	0.0356	2	1.37	15	16.37	31.78	0.94	1.50	2.44	1.37	8	38.39	1.22	0.06	0.57	0.024	0.026	0.33	0.28	1.15
136	138	80.95	0.3	0.1743	2	1.06	15	16.06	32.05	4.66	1.50	6.16	5.92	8	79.80	2.54	0.08	1.27	0.027	0.030	1.57	1.73	2.33
105	138	35.38	0.3	0.0491	2	0.81	15	15.81	32.28	1.32	1.50	2.82	2.18	10	87.80	1.79	0.03	0.72	0.023	0.022	0.50	0.43	1.58
138	104	29.17	0.3	0.3066	2	0.40	15	15.40	32.65	8.35	1.50	9.85	3.69	10	114.23	2.33	0.09	1.20	0.035	0.040	1.28	1.35	1.91
104	139	37.00	0.3	0.6607	2	0.37	15	15.37	32.69	18.01	1.50	19.51	5.57	10	140.35	2.86	0.14	1.69	0.042	0.051	2.33	2.04	2.38
131	109	56.07	0.3	0.0622	2	1.68	15	16.68	31.52	1.63	1.50	3.13	0.97	8	32.30	1.03	0.10	0.56	0.029	0.034	0.28	0.22	0.96
109	132	78.36	0.3	0.1361	2	1.94	15	16.94	31.31	3.55	1.50	5.05	1.2	8	35.93	1.14	0.14	0.67	0.033	0.041	0.40	0.25	1.06
132	133	10.00	0.3	0.1439	2	0.20	15	15.20	32.84	3.94	1.50	5.44	1.9	8	45.21	1.44	0.12	0.81	0.032	0.038	0.60	0.56	1.34
133	134	9.86	0.3	0.1633	2	0.13	15	15.13	32.91	4.48	1.50	5.98	6.39	8	82.91	2.64	0.07	1.28	0.026	0.028	1.63	1.87	2.44
108	107	38.33	0.3	0.1111	2	1.55	15	16.55	31.63	2.93	1.50	4.43	0.33	8	18.84	0.60	0.24	0.41	0.041	0.056	0.14	0.09	0.56
107	135	38.49	0.3	0.2159	2	0.70	15	15.70	32.38	5.83	1.50	7.33	2.17	8	48.32	1.54	0.15	0.92	0.034	0.043	0.74	0.64	1.43
135	134	35.00	0.3	0.2727	2	0.73	15	15.73	32.35	7.36	1.50	8.86	1.22	8	36.23	1.15	0.24	0.79	0.041	0.056	0.50	0.36	1.07
134	106	63.10	0.3	0.5464	2	0.66	15	15.66	32.42	14.77	1.50	16.27	5.71	10	142.10	2.89	0.11	1.59	0.038	0.045	2.16	2.09	2.40
143	142	32.83	0.3	0.0651	2	0.79	15	15.79	32.30	1.75	1.50	3.25	1.8	10	79.78	1.63	0.04	0.69	0.026	0.026	0.46	0.35	1.38
107	142	81.15	0.3	0.0988	2	1.39	15	16.39	31.77	2.62	1.50	4.12	3.94	10	118.04	2.40	0.03	0.97	0.023	0.022	0.91	1.44	2.12
142	141	24.82	0.3	0.2235	2	0.42	15	15.42	32.64	6.08	1.50	7.58	2.68	10	97.35	1.98	0.08	0.99	0.033	0.038	0.89	0.98	1.63
135	141	60.84	0.3	0.0636	2	1.08	15	16.08	32.04	1.70	1.50	3.20	4.92	10	131.91	2.69	0.02	0.94	0.020	0.017	0.97	1.80	2.32
141	106	36.94	0.3	0.3474	2	0.53	15	15.53	32.54	9.43	1.50	10.93	3.2	10	106.38	2.17	0.10	1.17	0.037	0.043	1.17	1.17	1.81
106	105	7.00	0.3	0.8998	2	0.10	15	15.10	32.94	24.72	1.50	26.22	1.5	10	72.83	1.48	0.36	1.14	0.060	0.090	0.90	0.55	1.21
105	99	25.85	0.3	0.9641	2	0.26	15	15.26	32.79	26.37	1.52	27.88	4.1	10	120.41	2.45	0.23	1.67	0.051	0.068	2.07	1.50	2.04
108	143	67.80	0.3	0.0407	2	1.24	15	16.24	31.90	1.08	1.50	2.58	4.24	8	67.54	2.15	0.04	0.91	0.021	0.020	0.87	1.24	2.04
143	100	35.08	0.3	0.0771	2	0.61	15	15.61	32.46	2.09	1.50	3.59	4.2	8	67.22	2.14	0.05	0.96	0.022	0.023	0.94	1.23	2.02
100	99	95.05	0.3	0.2203	2	1.67	15	16.67	31.53	5.79	1.50	7.29	2.3	8	49.74	1.58	0.15	0.95	0.034	0.043	0.79	0.67	1.47
99	140	12.16	0.3	1.2123	2	0.11	15	15.11	32.93	33.30	1.91	35.20	4.76	12	210.98	2.98	0.17	1.87	0.054	0.069	2.56	2.09	2.28
140	139	50.70	0.3	1.2805	2	0.66	15	15.66	32.42	34.62	2.02	36.64	1.7	14	190.19	1.98	0.19	1.28	0.065	0.085	1.11	0.87	1.40

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO				PROYECTO																			
ACTUAL				Alcantarillado Pupiales																			
				DISEÑO																			
				Pablo Valencia y Carlos Villarreal																			
				REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
139	8	64.00	0.3	2.1686	2	0.61	15	15.61	32.46	58.71	3.41	62.12	2.72	16	343.47	2.73	0.18	1.74	0.073	0.094	1.98	1.59	1.81
8	9	64.25	0.3	3.6408	2	0.51	15	15.51	32.56	98.86	5.72	104.59	3.78	8	63.77	2.03	1.64	2.12	0.000	0	0	1.11	Q>QII
9	10	37.04	0.3	3.7601	2	0.26	15	15.26	32.79	102.84	5.91	108.75	4.94	8	72.90	2.32	1.49	2.42	0.000	0	0	1.45	Q>QII
100	102	34.43	0.3	0.0595	2	0.55	15	15.55	32.52	1.61	1.50	3.11	5.58	8	77.48	2.47	0.04	1.05	0.021	0.020	1.14	1.63	2.34
102	101	92.05	0.3	0.1213	2	1.83	15	16.83	31.39	3.18	1.50	4.68	2.41	8	50.92	1.62	0.09	0.84	0.028	0.032	0.67	0.71	1.49
140	101	21.75	0.3	0.0569	2	0.38	15	15.38	32.68	1.55	1.50	3.05	4.12	8	66.57	2.12	0.05	0.95	0.022	0.023	0.92	1.21	2.00
101	144	29.61	0.3	0.1982	2	0.40	15	15.40	32.65	5.40	1.50	6.90	4.73	8	71.33	2.27	0.10	1.23	0.029	0.034	1.39	1.39	2.12
144	145	40.11	0.3	0.2791	2	0.70	15	15.70	32.38	7.54	1.50	9.04	2	8	46.38	1.48	0.19	0.96	0.037	0.049	0.75	0.59	1.39
139	145	53.00	0.3	0.0946	2	0.80	15	15.80	32.29	2.55	1.50	4.05	5.59	8	77.55	2.47	0.05	1.11	0.022	0.023	1.25	1.64	2.33
145	148	45.16	0.3	0.4504	2	0.46	15	15.46	32.60	12.25	1.50	13.75	6.38	8	82.84	2.64	0.17	1.65	0.036	0.046	2.28	1.87	2.46
144	146	76.03	0.3	0.0468	2	1.34	15	16.34	31.81	1.24	1.50	2.74	4.54	8	69.88	2.22	0.04	0.95	0.021	0.020	0.93	1.33	2.11
146	147	35.18	0.3	0.0892	2	1.07	15	16.07	32.05	2.38	1.50	3.88	0.82	8	29.70	0.95	0.13	0.55	0.033	0.039	0.27	0.18	0.88
147	148	24.33	0.3	0.1276	2	0.84	15	15.84	32.25	3.43	1.50	4.93	0.47	8	22.49	0.72	0.22	0.48	0.040	0.053	0.19	0.12	0.67
148	10	53.24	0.3	0.7121	2	0.71	15	15.71	32.37	19.22	1.50	20.72	2.21	8	48.76	1.55	0.43	1.26	0.051	0.082	1.14	0.65	1.40
10	11	33.04	0.3	4.5881	2	0.22	15	15.22	32.83	125.61	7.22	132.83	5.24	8	75.08	2.39	1.77	2.49	0.000	0	0	1.54	Q>QII
11	12	69.39	0.3	4.8333	2	0.45	15	15.45	32.61	131.44	7.60	139.03	5.47	8	76.71	2.44	1.81	2.55	0.000	0	0	1.60	Q>QII
51	50	76.41	0.3	0.3838	2	1.32	15	16.32	31.82	10.19	1.50	11.69	1.65	8	42.13	1.34	0.28	0.96	0.044	0.061	0.72	0.48	1.24
50	12	76.41	0.3	0.7676	2	1.05	15	16.05	32.07	20.53	1.50	22.03	1.88	8	44.97	1.43	0.49	1.22	0.054	0.090	1.01	0.55	1.29
12	14	9.96	0.3	5.6009	2	0.07	15	15.07	32.97	153.99	8.81	162.81	3.22	10	106.71	2.17	1.53	2.27	0.000	0	0	1.18	Q>QII
47	46	72.75	0.3	0.0897	2	3.12	15	18.12	30.37	2.27	1.50	3.77	0.32	8	18.55	0.59	0.20	0.39	0.038	0.050	0.12	0.08	0.55
46	45	80.30	0.3	0.189	2	4.11	15	19.11	29.64	4.67	1.50	6.17	0.13	8	11.83	0.38	0.52	0.33	0.055	0.094	0.07	0.04	0.34
45	13	69.30	0.3	0.3536	2	1.62	15	16.62	31.57	9.31	1.50	10.81	0.77	8	28.78	0.92	0.38	0.71	0.049	0.075	0.38	0.17	0.83
13	14	10.96	0.3	0.3536	2	0.33	15	15.33	32.73	9.65	1.50	11.15	0.37	8	19.95	0.64	0.56	0.56	0.056	0.100	0.21	0.10	0.57
14	15	61.58	0.3	6.2329	2	0.33	15	15.33	32.73	170.11	9.81	179.92	5.34	12	223.46	3.16	0.81	3.13	0.090	0.226	4.83	2.35	2.10
15	16	59.89	0.3	6.5094	2	0.34	15	15.34	32.71	177.59	10.24	187.83	4.31	12	200.76	2.84	0.94	2.93	0.090	0.308	3.89	1.89	1.68
90	89	23.97	0.3	0.016	2	0.57	15	15.57	32.50	0.43	1.50	1.93	2.5	8	51.86	1.65	0.04	0.70	0.021	0.020	0.51	0.46	1.57
89	88	22.07	0.3	0.029	2	0.52	15	15.52	32.54	0.79	1.50	2.29	2.5	8	51.86	1.65	0.04	0.70	0.021	0.020	0.51	0.46	1.57
88	16	62.23	0.3	0.0987	2	1.42	15	16.42	31.74	2.61	1.50	4.11	1.68	8	42.51	1.35	0.10	0.73	0.029	0.034	0.49	0.34	1.27
16	17	53.08	0.3	6.751	2	0.34	15	15.34	32.72	184.20	10.62	194.82	3.39	12	178.04	2.52	1.09	2.63	0.000	0	0	1.49	Q>QII
17	18	47.69	0.3	6.8573	2	0.31	15	15.31	32.74	187.26	14.19	201.45	3.28	12	175.13	2.48	1.15	2.58	0.000	0	0	1.44	Q>QII
153	154	60.37	0.3	0.0915	2	1.51	15	16.51	31.67	2.42	1.50	3.92	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25
154	155	53.40	0.3	0.1988	2	1.16	15	16.16	31.97	5.30	1.50	6.80	1.5	10	72.83	1.48	0.09	0.77	0.035	0.040	0.52	0.55	1.22
155	18	44.69	0.3	0.3017	2	0.87	15	15.87	32.23	8.11	1.50	9.61	1.5	10	72.83	1.48	0.13	0.86	0.041	0.049	0.61	0.55	1.24
18	19	66.42	0.3	7.2464	2	0.38	15	15.38	32.68	197.47	11.48	208.95	4.16	12	197.23	2.79	1.06	2.91	0.000	0	0	1.83	Q>QII
94	95	19.84	0.3	0.0439	2	0.31	15	15.31	32.74	1.20	1.50	2.70	6.22	8	81.80	2.60	0.03	1.05	0.019	0.017	1.15	1.82	2.57
96	95	69.78	0.3	0.068	2	1.97	15	16.97	31.28	1.77	1.50	3.27	1.1	8	34.40	1.09	0.10	0.59	0.029	0.034	0.32	0.23	1.02

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO					PROYECTO																			
ACTUAL					Alcantarillado Pupiales																			
					DISEÑO																			
					Pablo Valencia y Carlos Villarreal																			
					REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		real	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
95	124	25.62	0.3	0.1604	2	0.43	15	15.43	32.63	4.36	1.50	5.86	3.07	8	57.47	1.83	0.10	0.99	0.029	0.034	0.90	0.90	1.71	
97	96	20.09	0.3	0.0113	2	0.55	15	15.55	32.52	0.31	1.50	1.81	1.89	8	45.09	1.44	0.04	0.61	0.021	0.020	0.39	0.35	1.36	
96	126	16.03	0.3	0.024	2	0.30	15	15.30	32.75	0.66	1.50	2.16	4.4	8	68.80	2.19	0.03	0.89	0.019	0.017	0.81	1.29	2.16	
126	125	36.26	0.3	0.0391	2	1.08	15	16.08	32.04	1.04	1.50	2.54	1.19	10	64.87	1.32	0.04	0.56	0.026	0.026	0.30	0.23	1.12	
125	124	35.23	0.3	0.051	2	1.06	15	16.06	32.05	1.36	1.50	2.86	1.15	10	63.77	1.30	0.04	0.55	0.026	0.026	0.29	0.23	1.10	
124	19	72.84	0.3	0.2903	2	1.39	15	16.39	31.76	7.69	1.50	9.19	1.62	10	75.69	1.54	0.12	0.87	0.039	0.047	0.64	0.59	1.28	
19	158	37.84	0.3	7.5367	2	0.25	15	15.25	32.80	206.16	11.74	217.90	2.75	16	345.36	2.75	0.63	2.53	0.115	0.224	3.15	1.61	1.71	
47	48	54.83	0.3	0.0746	2	1.13	15	16.13	31.99	1.99	1.50	3.49	2.72	8	54.09	1.72	0.06	0.81	0.024	0.026	0.65	0.80	1.61	
48	49	129.44	0.3	0.0746	2	3.53	15	18.53	30.07	1.87	1.50	3.37	1.29	8	37.25	1.19	0.09	0.61	0.028	0.032	0.36	0.26	1.09	
49	92	127.66	0.3	0.0746	2	2.03	15	17.03	31.23	1.94	1.50	3.44	4.96	8	73.05	2.33	0.05	1.05	0.022	0.023	1.11	1.45	2.19	
92	93	7.80	0.3	0.0746	2	0.20	15	15.20	32.85	2.04	1.50	3.54	1.5	8	40.17	1.28	0.09	0.66	0.028	0.032	0.42	0.31	1.17	
93	149	53.51	0.3	0.0746	2	1.34	15	16.34	31.81	1.98	1.50	3.48	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25	
149	150	60.57	0.3	0.0746	2	1.51	15	16.51	31.66	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25	
150	91	60.02	0.3	0.0746	2	1.50	15	16.50	31.67	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25	
91	151	59.98	0.3	0.0746	2	1.50	15	16.50	31.68	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25	
151	152	21.30	0.3	0.0746	2	0.32	15	15.32	32.73	2.04	1.50	3.54	6.65	10	153.35	3.12	0.02	1.09	0.020	0.017	1.31	2.44	2.70	
152	127	115.90	0.3	0.0746	2	2.80	15	17.80	30.62	1.90	1.50	3.40	1.8	10	79.78	1.63	0.04	0.69	0.026	0.026	0.46	0.35	1.38	
172	173	28.00	0.3	0.0593	2	0.87	15	15.87	32.23	1.59	1.50	3.09	1	8	32.80	1.04	0.09	0.54	0.028	0.032	0.28	0.22	0.96	
89	173	31.50	0.3	0.0673	2	0.48	15	15.48	32.58	1.83	1.50	3.33	6	8	80.34	2.56	0.04	1.09	0.021	0.020	1.23	1.76	2.43	
173	174	28.00	0.3	0.1882	2	0.68	15	15.68	32.40	5.09	1.50	6.59	1	8	32.80	1.04	0.20	0.69	0.038	0.050	0.38	0.22	0.98	
174	175	33.20	0.3	0.1882	2	0.81	15	15.81	32.28	5.07	1.50	6.57	1	8	32.80	1.04	0.20	0.69	0.038	0.050	0.38	0.22	0.98	
175	176	40.70	0.3	0.1882	2	0.64	15	15.64	32.44	5.09	1.50	6.59	3.46	8	61.01	1.94	0.11	1.07	0.030	0.036	1.05	1.01	1.80	
176	177	24.50	0.3	0.1882	2	0.35	15	15.35	32.71	5.13	1.50	6.63	4.8	8	71.86	2.29	0.09	1.18	0.028	0.032	1.33	1.41	2.10	
177	127	31.80	0.3	0.1882	2	0.43	15	15.43	32.63	5.12	1.50	6.62	5.3	8	75.51	2.40	0.09	1.24	0.028	0.032	1.47	1.55	2.21	
98	97	16.76	0.3	0.0118	2	0.44	15	15.44	32.62	0.32	1.50	1.82	2.06	8	47.07	1.50	0.04	0.64	0.021	0.020	0.42	0.38	1.42	
97	127	15.15	0.3	0.0152	2	0.24	15	15.24	32.81	0.42	1.50	1.92	8.48	8	95.51	3.04	0.02	1.06	0.016	0.013	1.34	2.48	2.93	
127	214	89.40	0.3	0.2815	2	1.90	15	16.90	31.33	7.36	1.50	8.86	1.2	10	65.14	1.33	0.14	0.78	0.042	0.051	0.50	0.44	1.10	
214	20	68.60	0.3	0.2815	2	1.32	15	16.32	31.83	7.47	1.50	8.97	1.6	10	75.22	1.53	0.12	0.87	0.039	0.047	0.63	0.59	1.28	
20	158	32.20	0.3	0.2815	2	0.52	15	15.52	32.54	7.64	1.50	9.14	2.7	10	97.72	1.99	0.09	1.03	0.035	0.040	0.93	0.99	1.63	
158	159	32.06	0.3	7.8182	2	0.21	15	15.21	32.84	214.14	12.10	226.24	2.9	16	354.65	2.82	0.64	2.60	0.115	0.227	3.34	1.70	1.74	
159	160	56.09	0.3	7.8182	2	0.36	15	15.36	32.69	213.18	12.10	225.28	2.88	16	353.42	2.81	0.64	2.60	0.115	0.227	3.31	1.69	1.74	
160	21	45.95	0.3	7.8182	2	0.31	15	15.31	32.74	213.50	12.10	225.61	2.58	16	334.51	2.66	0.67	2.49	0.116	0.238	3.00	1.51	1.63	
18	64	125.28	0.3	0.4719	2	4.35	15	19.35	29.48	11.60	1.50	13.10	0.24	12	47.37	0.67	0.28	0.48	0.066	0.092	0.16	0.07	0.51	
64	215	72.68	0.3	0.5694	2	0.87	15	15.87	32.23	15.31	1.50	16.81	4.19	12	197.94	2.80	0.08	1.40	0.040	0.045	1.67	1.84	2.10	
215	21	58.98	0.3	0.7064	2	0.54	15	15.54	32.53	19.16	1.50	20.66	7.05	12	256.76	3.63	0.08	1.82	0.040	0.045	2.80	3.10	2.72	
21	22	57.70	0.3	8.7254	2	0.35	15	15.35	32.71	238.02	13.27	251.29	3.22	16	373.70	2.97	0.67	2.78	0.116	0.238	3.74	1.89	1.82	



ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO				PROYECTO																				
ACTUAL				Alcantarillado Pupiales																				
				DISEÑO																				
				Pablo Valencia y Carlos Villarreal																				
				REVISO																				
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
70	22	75.84	0.3	0.2125	2	1.12	15	16.12	32.00	5.67	1.50	7.17	3.9	10	117.44	2.39	0.06	1.12	0.030	0.032	1.17	1.43	2.01	
22	23	136.93	0.3	9.3222	2	0.87	15	15.87	32.22	250.53	14.03	264.56	2.55	16	332.56	2.65	0.80	2.61	0.120	0.296	3.07	1.49	1.54	
216	23	58.45	0.3	0.1415	2	0.86	15	15.86	32.24	3.80	1.50	5.30	4.85	10	130.96	2.67	0.04	1.13	0.026	0.026	1.24	1.78	2.27	
23	24	119.46	0.3	9.6777	2	0.86	15	15.86	32.23	260.15	14.48	274.64	1.8	16	279.41	2.22	0.98	2.31	0.119	0.481	2.15	1.05	1.06	
24	217	217.80	0.3	9.6777	2	1.58	15	16.58	31.61	255.09	14.48	269.58	1.8	16	279.41	2.22	0.96	2.30	0.120	0.441	2.15	1.05	1.11	
217	218	46.94	0.3	9.6777	2	0.30	15	15.30	32.75	264.36	14.48	278.84	2.5	16	329.28	2.62	0.85	2.63	0.122	0.326	3.04	1.47	1.47	
218	219	39.50	0.3	9.6777	2	0.23	15	15.23	32.81	264.84	14.48	279.33	3	16	360.71	2.87	0.77	2.81	0.120	0.280	3.59	1.76	1.70	
219	220	63.80	0.3	9.8595	2	0.40	15	15.40	32.65	268.51	14.71	283.22	2.5	16	329.28	2.62	0.86	2.64	0.122	0.333	3.05	1.47	1.46	
220	87	77.50	0.3	10.1302	2	0.50	15	15.50	32.56	275.11	15.04	290.16	2.3	16	315.84	2.51	0.92	2.58	0.121	0.386	2.78	1.35	1.32	
86	87	56.71	0.3	0.1744	2	0.99	15	15.99	32.12	4.67	1.50	6.17	2.62	8	53.09	1.69	0.12	0.95	0.032	0.038	0.83	0.77	1.57	
87	E3																							
16	119	64.40	0.3	0.3208	2	1.23	15	16.23	31.91	8.54	1.50	10.04	1.42	8	39.08	1.24	0.26	0.87	0.042	0.059	0.60	0.42	1.15	
119	63	59.92	0.3	0.6416	2	0.89	15	15.89	32.20	17.23	1.50	18.73	1.72	8	43.01	1.37	0.44	1.12	0.052	0.083	0.89	0.50	1.24	
63	64	107.26	0.3	1.1076	2	1.30	15	16.30	31.85	29.42	1.74	31.16	1.99	8	46.27	1.47	0.67	1.38	0.058	0.119	1.16	0.58	1.27	
64	68	84.78	0.3	1.4026	2	1.35	15	16.35	31.81	37.21	2.21	39.41	0.93	8	31.63	1.01	1.25	1.05	0.000	0	0.00	0.27	Q>QII	
68	69	74.19	0.3	1.6144	2	0.57	15	15.57	32.50	43.76	2.54	46.30	5.19	8	74.72	2.38	0.62	2.18	0.057	0.110	2.97	1.52	2.09	
19	123	57.08	0.3	0.076	2	1.80	15	16.80	31.42	1.99	1.50	3.49	0.8	8	29.34	0.93	0.12	0.53	0.032	0.038	0.25	0.18	0.87	
123	65	72.60	0.3	0.1749	2	1.85	15	16.85	31.38	4.58	1.50	6.08	0.93	8	31.63	1.01	0.19	0.65	0.037	0.049	0.35	0.21	0.95	
65	69	84.64	0.3	0.4581	2	1.59	15	16.59	31.59	12.07	1.50	13.57	1.18	8	35.63	1.13	0.38	0.88	0.049	0.075	0.58	0.35	1.03	
69	74	61.77	0.3	2.214	2	0.70	15	15.70	32.38	59.79	3.48	63.27	1.43	10	71.11	1.45	0.89	1.47	0.076	0.223	1.09	0.52	1.00	
74	75	58.69	0.3	2.5098	2	0.58	15	15.58	32.49	68.01	3.95	71.96	2.04	12	138.12	1.95	0.52	1.69	0.082	0.142	1.67	0.90	1.43	
75	129	69.90	0.3	2.8056	2	0.68	15	15.68	32.40	75.81	4.42	80.23	1.93	12	134.34	1.90	0.60	1.72	0.085	0.160	1.64	0.85	1.37	
129	81	90.64	0.3	3.2167	2	1.00	15	16.00	32.11	86.14	5.06	91.20	1.2	12	105.93	1.50	0.86	1.51	0.091	0.25	1.10	0.53	0.96	
51	63	143.91	0.3	0.2634	2	1.83	15	16.83	31.39	6.90	1.50	8.40	5.19	8	74.72	2.38	0.11	1.31	0.030	0.036	1.57	1.52	2.21	
63	67	82.65	0.3	0.4059	2	2.38	15	17.38	30.95	10.48	1.50	11.98	0.38	8	20.22	0.64	0.59	0.58	0.057	0.105	0.22	0.10	0.57	
67	68	114.31	0.3	0.8646	2	1.14	15	16.14	31.98	23.06	1.50	24.56	4.34	8	68.33	2.17	0.36	1.67	0.048	0.072	2.09	1.27	1.98	
68	164	65.07	0.3	1.0211	2	0.81	15	15.81	32.28	27.49	1.61	29.10	1.93	8	45.57	1.45	0.64	1.34	0.058	0.114	1.11	0.57	1.27	
164	74	78.50	0.3	1.2728	2	0.73	15	15.73	32.36	34.35	2.00	36.34	3.76	8	63.60	2.02	0.57	1.80	0.056	0.102	2.12	1.10	1.80	
74	80	81.13	0.3	1.482	2	0.93	15	15.93	32.17	39.76	2.33	42.09	1.8	8	44.00	1.40	0.96	1.45	0.060	0.221	1.08	0.53	0.98	
51	162	70.39	0.3	0.154	2	1.93	15	16.93	31.31	4.02	1.50	5.52	0.84	8	30.06	0.96	0.18	0.61	0.036	0.047	0.31	0.19	0.89	
162	66	71.82	0.3	0.2275	2	0.95	15	15.95	32.15	6.10	1.55	7.65	5	8	73.34	2.33	0.10	1.26	0.029	0.034	1.47	1.47	2.18	
66	67	70.63	0.3	0.385	2	0.81	15	15.81	32.28	10.37	1.50	11.87	5.17	8	74.58	2.37	0.16	1.46	0.035	0.044	1.82	1.51	2.21	
67	163	69.00	0.3	0.5515	2	1.66	15	16.66	31.54	14.51	1.50	16.01	0.49	8	22.96	0.73	0.70	0.69	0.059	0.125	0.29	0.12	0.63	
163	164	117.16	0.3	1.016	2	1.13	15	16.13	31.99	27.11	1.60	28.70	4.16	8	66.90	2.13	0.43	1.72	0.051	0.082	2.14	1.22	1.93	
164	78	77.21	0.3	1.135	2	1.59	15	16.59	31.60	29.91	1.98	31.89	0.46	10	40.33	0.82	0.79	0.81	0.075	0.181	0.35	0.17	0.61	
162	161	76.27	0.3	0.2544	2	1.52	15	16.52	31.66	6.72	1.50	8.22	1.45	8	39.49	1.26	0.21	0.84	0.039	0.052	0.57	0.42	1.18	

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO					PROYECTO																			
ACTUAL					Alcantarillado Pupiales																			
					DISEÑO																			
					Pablo Valencia y Carlos Villarreal																			
					REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
161	73	80.33	0.3	0.5868	2	0.87	15	15.87	32.22	15.77	1.50	17.27	4.45	8	69.19	2.20	0.25	1.54	0.042	0.057	1.86	1.30	2.05	
73	163	69.26	0.3	0.9192	2	0.65	15	15.65	32.42	24.86	1.50	26.36	4.9	8	72.60	2.31	0.36	1.77	0.048	0.072	2.36	1.44	2.10	
163	54	68.79	0.3	1.1147	2	1.49	15	16.49	31.68	29.45	1.75	31.21	0.5	8	23.19	0.74	1.35	0.77	0.000	0	0.00	0.15	Q>QII	
161	52	56.25	0.3	0.1992	2	0.67	15	15.67	32.41	5.38	1.50	6.88	7.2	8	88.01	2.80	0.08	1.40	0.027	0.030	1.91	2.11	2.57	
52	53	54.40	0.3	0.3293	2	0.79	15	15.79	32.30	8.87	1.50	10.37	2.97	8	56.52	1.80	0.18	1.14	0.036	0.047	1.08	0.87	1.68	
53	54	107.14	0.3	0.8548	2	1.23	15	16.23	31.91	22.75	1.50	24.25	3.03	8	57.09	1.82	0.42	1.46	0.051	0.080	1.55	0.89	1.64	
54	78	120.08	0.3	2.427	2	0.95	15	15.95	32.15	65.08	3.82	68.90	4.07	12	195.09	2.76	0.35	2.10	0.071	0.106	2.90	1.79	2.06	
78	79	25.36	0.3	3.5978	2	0.18	15	15.18	32.86	98.61	5.66	104.27	3.55	10	112.05	2.28	0.93	2.35	0.075	0.25	2.67	1.30	1.50	
79	80	55.79	0.3	3.7184	2	0.40	15	15.40	32.66	101.28	5.85	107.13	3.5	10	111.25	2.27	0.96	2.34	0.075	0.276	2.62	1.28	1.42	
223	80	49.91	0.3	0.0746	2	1.25	15	16.25	31.89	1.98	1.50	3.48	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.30	1.25	
80	81	133.78	0.3	6.0075	2	0.99	15	15.99	32.12	160.94	9.45	170.39	3.2	10	106.38	2.17	1.60	2.26	0.000	0	0.00	1.17	Q>QII	
81	82	115.79	0.3	9.7333	2	0.66	15	15.66	32.41	263.11	14.55	277.66	4.15	12	196.99	2.79	1.41	2.91	0.000	0	0.00	1.82	Q>QII	
59	111	79.91	0.3	0.267	2	2.60	15	17.60	30.77	6.85	1.50	8.35	0.38	8	20.22	0.64	0.41	0.51	0.051	0.079	0.19	0.10	1.58	
111	82	70.36	0.3	0.7009	2	1.03	15	16.03	32.08	18.75	1.50	20.25	1.71	8	42.89	1.37	0.47	1.14	0.053	0.087	0.90	0.50	1.23	
76	112	47.66	0.3	0.2277	2	0.80	15	15.80	32.29	6.13	1.50	7.63	2.54	8	52.27	1.66	0.15	1.00	0.034	0.043	0.87	0.74	1.54	
112	82	46.32	0.3	0.4554	2	0.63	15	15.63	32.44	12.32	1.50	13.82	2.8	8	54.88	1.75	0.25	1.22	0.042	0.057	1.17	0.82	1.62	
82	83	125.53	0.3	11.5401	2	0.93	15	15.93	32.18	309.67	16.79	326.46	2.04	14	208.34	2.17	1.57	2.26	0.000	0	0.00	1.05	Q>QII	
72	76	71.81	0.3	0.1968	2	1.65	15	16.65	31.54	5.18	1.50	6.68	1.14	8	35.02	1.11	0.19	0.72	0.037	0.049	0.43	0.23	1.05	
69	70	126.89	0.3	0.545	2	1.70	15	16.70	31.50	14.32	1.50	15.82	2.71	8	53.99	1.72	0.29	1.24	0.044	0.063	1.20	0.79	1.58	
70	129	67.85	0.3	0.716	2	0.96	15	15.96	32.15	19.20	1.50	20.70	1.84	8	44.49	1.42	0.47	1.18	0.053	0.087	0.97	0.54	1.28	
129	130	63.08	0.3	0.9019	2	0.74	15	15.74	32.34	24.33	1.50	25.83	2.53	8	52.17	1.66	0.50	1.42	0.054	0.092	1.36	0.74	1.50	
178	179	40.75	0.3	0.0593	2	1.23	15	16.23	31.91	1.58	1.50	3.08	1.05	8	33.61	1.07	0.09	0.55	0.028	0.032	0.29	0.22	0.98	
179	130	6.80	0.3	0.0593	2	0.20	15	15.20	32.84	1.62	1.50	3.12	1	8	32.80	1.04	0.10	0.56	0.029	0.034	0.29	0.22	0.98	
130	76	60.10	0.3	1.161	2	0.67	15	15.67	32.41	31.38	1.83	33.21	2.37	8	50.49	1.61	0.66	1.50	0.058	0.117	1.37	0.69	1.40	
76	77	64.19	0.3	1.6483	2	0.75	15	15.75	32.34	44.45	2.59	47.04	1.72	8	43.01	1.37	1.09	1.43	0.000	0	0.00	0.50	Q>QII	
77	26	60.63	0.3	1.9388	2	0.58	15	15.58	32.49	52.53	3.05	55.57	2.52	8	52.07	1.66	1.07	1.73	0.000	0	0.00	0.74	Q>QII	
26	83	99.65	0.3	2.3119	2	1.02	15	16.02	32.09	61.88	3.64	65.51	2.24	8	49.09	1.56	1.33	1.63	0.000	0	0.00	0.66	Q>QII	
83	84	75.84	0.3	13.9698	2	0.54	15	15.54	32.53	378.94	19.72	398.66	1.82	16	280.95	2.24	1.42	2.33	0.000	0	0.00	1.07	Q>QII	
84	85	70.06	0.3	14.4977	2	0.51	15	15.51	32.56	393.65	21.00	414.65	1.77	16	277.07	2.20	1.50	2.30	0.000	0	0.00	1.04	Q>QII	
70	71	58.49	0.3	0.2463	2	0.87	15	15.87	32.23	6.62	1.50	8.12	3.43	8	60.74	1.93	0.13	1.12	0.033	0.039	1.11	1.00	1.80	
71	72	70.20	0.3	0.549	2	0.86	15	15.86	32.24	14.76	1.50	16.26	3.38	8	60.30	1.92	0.27	1.36	0.043	0.060	1.45	0.99	1.78	
72	25	122.39	0.3	1.017	2	1.34	15	16.34	31.81	26.98	1.60	28.58	2.83	8	55.18	1.76	0.52	1.52	0.055	0.094	1.55	0.83	1.58	
24	25	51.07	0.3	0.1106	2	1.06	15	16.06	32.06	2.96	1.50	4.46	2.1	12	140.13	1.98	0.03	0.80	0.028	0.026	0.58	0.92	1.60	
25	27	67.76	0.3	1.3892	2	1.08	15	16.08	32.04	37.12	2.19	39.31	0.8	10	53.19	1.08	0.74	1.05	0.074	0.17	0.59	0.29	0.82	
27	28	61.99	0.3	1.6672	2	0.51	15	15.51	32.55	45.27	2.62	47.89	4.6	10	127.54	2.60	0.38	2.03	0.061	0.094	2.83	1.68	2.12	
28	29	80.15	0.3	1.9812	2	0.96	15	15.96	32.15	53.12	3.11	56.23	1.35	10	69.10	1.41	0.81	1.39	0.075	0.188	1.02	0.49	1.03	

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO				PROYECTO																				
ACTUAL				Alcantarillado Pupiales																				
				DISEÑO																				
				Pablo Valencia y Carlos Villarreal																				
				REVISO																				
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		real	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
30	29	98.94	0.3	0.4153	2	2.00	15	17.00	31.25	10.82	1.50	12.32	1.07	10	61.51	1.25	0.20	0.82	0.048	0.063	0.51	0.39	1.05	
29	122	62.22	0.3	2.6631	2	0.84	15	15.84	32.26	71.64	4.18	75.82	0.96	10	58.27	1.19	1.30	1.24	0.000	0	0.00	0.35	Q>QII	
122	85	59.84	0.3	2.986	2	0.79	15	15.79	32.30	80.43	6.91	87.34	1	10	59.47	1.21	1.47	1.26	0.000	0	0.00	0.37	Q>QII	
85	222	126.92	0.3	17.5826	2	0.77	15	15.77	32.31	473.83	24.65	498.48	2.5	16	329.28	2.62	1.51	2.73	0.000	0.000	0.00	1.47	Q>QII	
54	55	46.58	0.3	0.1202	2	0.91	15	15.91	32.19	3.23	1.50	4.73	2.51	8	51.96	1.65	0.09	0.85	0.028	0.032	0.70	0.74	1.52	
55	56	104.31	0.3	0.5722	2	1.36	15	16.36	31.79	15.17	1.50	16.67	2.95	10	102.14	2.08	0.16	1.28	0.044	0.055	1.30	1.08	1.73	
78	56	71.39	0.3	0.0818	2	1.77	15	16.77	31.45	2.15	1.50	3.65	1.56	8	40.97	1.30	0.09	0.67	0.028	0.032	0.43	0.32	1.20	
56	57	92.55	0.3	0.654	2	1.04	15	16.04	32.08	17.50	1.74	19.23	4.01	10	119.08	2.43	0.16	1.49	0.044	0.055	1.76	1.47	2.02	
223	57	49.90	0.3	0.1137	2	1.19	15	16.19	31.94	3.03	1.50	4.53	1.5	10	72.83	1.48	0.06	0.70	0.030	0.032	0.45	0.30	1.24	
57	58	155.41	0.3	1.6797	2	1.51	15	16.51	31.66	44.35	2.64	47.00	3.04	12	168.60	2.39	0.28	1.71	0.066	0.092	1.99	1.34	1.80	
81	110	66.52	0.3	0.3033	2	1.52	15	16.52	31.66	8.01	1.50	9.51	0.9	8	31.12	0.99	0.31	0.73	0.045	0.066	0.41	0.20	0.91	
110	58	60.04	0.3	0.5953	2	1.19	15	16.19	31.94	15.86	1.50	17.36	0.8	8	29.34	0.93	0.59	0.84	0.057	0.105	0.45	0.23	0.83	
58	59	114.79	0.3	2.622	2	0.99	15	15.99	32.11	70.23	4.41	74.64	2.92	12	165.24	2.34	0.45	1.92	0.078	0.127	2.28	1.28	1.73	
59	60	119.11	0.3	3.2545	2	1.07	15	16.07	32.05	86.99	5.12	92.11	2.15	12	141.79	2.01	0.65	1.86	0.087	0.173	1.86	0.94	1.43	
83	113	83.16	0.3	0.2895	2	1.63	15	16.63	31.56	7.62	1.50	9.12	1.54	10	73.80	1.50	0.12	0.85	0.039	0.047	0.61	0.56	1.25	
113	60	94.52	0.3	0.579	2	3.20	15	18.20	30.31	14.64	1.50	16.14	0.2	10	26.59	0.54	0.61	0.49	0.071	0.136	0.14	0.06	0.43	
60	61	50.78	0.3	3.8335	2	0.37	15	15.37	32.69	104.50	6.14	110.64	3.31	12	175.93	2.49	0.63	2.29	0.086	0.168	2.85	1.45	1.78	
114	61	31.70	0.3	0.0392	2	0.92	15	15.92	32.19	1.05	1.50	2.55	1.3	8	37.40	1.19	0.07	0.58	0.026	0.028	0.33	0.27	1.10	
61	62	64.11	0.3	3.9147	2	0.45	15	15.45	32.61	106.48	6.16	112.63	3.72	12	186.51	2.64	0.60	2.39	0.085	0.160	3.17	1.63	1.90	
62	221	36.05	0.3	3.9597	2	0.28	15	15.28	32.77	108.23	6.23	114.46	2.8	12	161.81	2.29	0.71	2.18	0.088	0.190	2.48	1.23	1.60	
114	221	63.95	0.3	0.0821	2	0.91	15	15.91	32.19	2.20	1.50	3.70	7	8	86.78	2.76	0.04	1.17	0.021	0.020	1.44	2.05	2.62	
221	118	35.37	0.3	4.0824	2	0.26	15	15.26	32.79	111.64	6.42	118.07	3.1	12	170.26	2.41	0.69	2.28	0.088	0.184	2.72	1.36	1.69	
114	115	35.06	0.3	0.0399	2	0.88	15	15.88	32.22	1.07	1.50	2.57	1.85	8	44.61	1.42	0.06	0.67	0.024	0.026	0.44	0.34	1.33	
116	115	48.76	0.3	0.0709	2	1.54	15	16.54	31.64	1.87	1.50	3.37	0.85	8	30.24	0.96	0.11	0.53	0.030	0.036	0.26	0.19	0.89	
115	117	46.54	0.3	0.2409	2	0.54	15	15.54	32.52	6.53	1.50	8.03	7	8	86.78	2.76	0.09	1.43	0.028	0.032	1.94	2.05	2.54	
117	118	17.56	0.3	0.2695	2	0.18	15	15.18	32.86	7.39	1.50	8.89	7.7	8	96.74	3.08	0.09	1.59	0.028	0.032	2.41	2.55	2.83	
118	222	8.97	0.3	4.3519	2	0.06	15	15.06	32.98	119.68	6.85	126.53	3	12	167.49	2.37	0.76	2.31	0.089	0.206	2.68	1.32	1.62	
222	E2																							
180	181	41.86	0.3	0.143	2	0.70	15	15.70	32.38	3.86	1.50	5.36	3.32	10	108.35	2.21	0.05	0.99	0.028	0.029	0.93	1.22	1.86	
181	182	36.40	0.3	0.2483	2	0.32	15	15.32	32.74	6.78	1.50	8.28	13.91	10	221.79	4.52	0.04	1.92	0.026	0.026	3.56	5.09	3.84	
182	183	15.48	0.3	0.2483	2	0.12	15	15.12	32.92	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.59	4.53	
183	184	14.52	0.3	0.2483	2	0.12	15	15.12	32.93	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.59	4.53	
184	185	14.14	0.3	0.2483	2	0.11	15	15.11	32.93	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.59	4.53	
185	E3	36.40	0.3	0.2483	2	0.32	15	15.32	32.74	6.78	1.50	8.28	13.91	10	221.79	4.52	0.04	1.92	0.026	0.026	3.56	5.09	3.84	
30	31	82.88	0.3	0.1844	2	1.40	15	16.40	31.76	4.88	1.50	6.38	2.89	12	164.39	2.33	0.04	0.99	0.031	0.031	0.89	1.27	1.80	
31	32	50.79	0.3	0.3209	2	1.20	15	16.20	31.93	8.55	1.50	10.05	0.88	12	90.71	1.28	0.11	0.71	0.045	0.054	0.40	0.21	0.97	

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO					PROYECTO																		
ACTUAL					Alcantarillado Pupiales																		
					DISEÑO																		
					Pablo Valencia y Carlos Villarreal																		
					REVISO																		
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		real	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
32	33	51.45	0.75	0.4531	2	0.99	15	15.99	32.12	30.35	1.50	31.85	1.2	12	105.93	1.50	0.30	1.09	0.067	0.096	0.81	0.53	1.13
33	34	66.23	0.75	0.6275	2	1.10	15	16.10	32.02	41.90	1.50	43.40	1.5	12	118.43	1.68	0.37	1.30	0.073	0.110	1.10	0.66	1.25
34	35	77.07	0.75	0.8291	2	1.35	15	16.35	31.80	54.98	1.50	56.48	1.02	12	97.66	1.38	0.58	1.24	0.085	0.155	0.86	0.45	1.00
35	36	66.78	0.75	1.0007	2	0.91	15	15.91	32.19	67.17	1.57	68.74	1.77	12	128.65	1.82	0.53	1.58	0.083	0.144	1.46	0.78	1.33
120	44	65.79	0.75	0.1142	2	1.29	15	16.29	31.85	7.58	1.50	9.08	1.54	12	120.00	1.70	0.08	0.85	0.040	0.045	0.61	0.68	1.27
44	43	93.11	0.75	0.3036	2	2.06	15	17.06	31.20	19.75	1.50	21.25	0.59	12	74.28	1.05	0.29	0.76	0.066	0.094	0.39	0.26	0.79
43	42	66.47	0.75	0.4596	2	1.48	15	16.48	31.69	30.37	1.50	31.87	0.4	12	61.16	0.87	0.52	0.75	0.082	0.142	0.33	0.09	0.64
42	41	108.15	0.75	0.7397	2	1.78	15	16.78	31.43	48.48	1.50	49.98	0.64	12	77.36	1.09	0.65	1.01	0.087	0.173	0.55	0.28	0.78
41	40	82.00	0.75	0.9538	2	1.22	15	16.22	31.91	63.46	1.50	64.96	0.68	12	79.74	1.13	0.81	1.12	0.090	0.226	0.61	0.30	0.75
40	39	8.10	0.75	0.9731	2	0.14	15	15.14	32.90	66.76	1.53	68.28	0.92	12	92.75	1.31	0.74	1.27	0.089	0.200	0.82	0.40	0.91
39	38	45.44	0.75	1.0919	2	0.99	15	15.99	32.12	73.11	1.72	74.83	0.43	12	63.41	0.90	1.18	0.94	0.000	0.000	0.00	0.19	Q>QII
38	37	86.03	0.75	1.3112	2	2.31	15	17.31	31.00	84.76	2.06	86.82	0.21	12	44.31	0.63	1.96	0.65	0.000	0.000	0.00	0.07	Q>QII
37	36	96.23	0.75	1.5597	2	1.61	15	16.61	31.58	102.69	2.45	105.14	0.69	12	80.33	1.14	1.31	1.19	0.000	0.000	0.00	0.30	Q>QII
36	E4																						
186	187	73.00	0.75	0.1438	2	2.47	15	17.47	30.88	9.26	1.50	10.76	0.29	10	32.02	0.65	0.34	0.49	0.059	0.087	0.17	0.08	0.53
187	188	36.00	0.75	0.1961	2	0.32	15	15.32	32.73	13.38	1.50	14.88	9.42	10	182.52	3.72	0.08	1.86	0.033	0.038	3.12	3.45	3.06
209	194	30.00	0.75	0.1138	2	0.95	15	15.95	32.15	7.63	1.50	9.13	0.37	8	19.95	0.64	0.46	0.53	0.053	0.086	0.19	0.10	0.57
186	194	36.00	0.75	0.0523	2	1.05	15	16.05	32.07	3.50	1.50	5.00	0.77	8	28.78	0.92	0.17	0.57	0.036	0.046	0.28	0.17	0.86
194	188	73.00	0.75	0.2707	2	0.80	15	15.80	32.29	18.22	1.50	19.72	4.18	10	121.58	2.48	0.16	1.52	0.044	0.055	1.84	1.53	2.06
188	189	36.00	0.75	0.5191	2	0.26	15	15.26	32.79	35.49	1.50	36.99	8.5	10	173.38	3.53	0.21	2.35	0.049	0.065	4.14	3.11	2.95
209	210	46.00	0.75	0.0701	2	1.61	15	16.61	31.58	4.62	1.50	6.12	0.39	8	20.48	0.65	0.30	0.48	0.045	0.064	0.17	0.10	0.60
210	195	59.00	0.75	0.1468	2	1.90	15	16.90	31.33	9.59	1.50	11.09	0.29	8	17.66	0.56	0.63	0.52	0.057	0.112	0.17	0.08	0.49
194	195	36.00	0.75	0.0794	2	0.74	15	15.74	32.34	5.35	1.50	6.85	1.61	8	41.62	1.32	0.16	0.81	0.035	0.044	0.57	0.47	1.23
195	189	73.00	0.75	0.3308	2	0.60	15	15.60	32.47	22.39	1.50	23.89	7.97	10	167.88	3.42	0.14	2.02	0.042	0.051	3.33	2.92	2.85
189	190	36.00	0.75	0.9022	2	0.22	15	15.22	32.82	61.74	1.50	63.24	8.47	12	281.43	3.98	0.22	2.68	0.060	0.080	5.05	3.72	3.03
210	211	34.00	0.75	0.056	2	1.19	15	16.19	31.94	3.73	1.50	5.23	0.44	8	21.76	0.69	0.24	0.48	0.041	0.056	0.18	0.11	0.64
211	212	16.00	0.75	0.0728	2	0.56	15	15.56	32.50	4.93	1.50	6.43	0.37	8	19.95	0.64	0.32	0.47	0.046	0.067	0.17	0.10	0.58
212	196	67.00	0.75	0.1598	2	1.90	15	16.90	31.34	10.44	1.50	11.94	0.4	8	20.74	0.66	0.58	0.59	0.056	0.104	0.23	0.10	0.59
195	196	36.00	0.75	0.1137	2	0.76	15	15.76	32.33	7.66	1.50	9.16	1.17	8	35.48	1.13	0.26	0.79	0.042	0.059	0.50	0.34	1.05
196	190	73.00	0.75	0.3781	2	0.50	15	15.50	32.56	25.67	1.50	27.17	11.95	10	205.57	4.19	0.13	2.43	0.041	0.049	4.85	4.38	3.49
190	191	36.00	0.75	1.3326	2	0.22	15	15.22	32.82	91.20	2.10	93.30	6.5	14	371.89	3.87	0.25	2.69	0.073	0.100	4.75	3.33	2.71
212	213	57.00	0.75	0.0293	2	1.44	15	16.44	31.72	1.94	1.50	3.44	1.49	8	40.04	1.27	0.09	0.66	0.028	0.032	0.41	0.31	1.17
213	197	22.00	0.75	0.0753	2	0.78	15	15.78	32.31	5.07	1.50	6.57	0.36	8	19.68	0.63	0.33	0.47	0.047	0.068	0.17	0.10	0.57
196	197	36.00	0.75	0.0813	2	0.72	15	15.72	32.36	5.49	1.50	6.99	1.64	8	42.00	1.34	0.17	0.84	0.036	0.046	0.59	0.48	1.25
197	191	73.00	0.75	0.2612	2	0.55	15	15.55	32.52	17.71	1.50	19.21	11.45	10	201.23	4.10	0.10	2.21	0.037	0.043	4.19	4.19	3.43
191	192	17.00	0.75	1.6199	2	0.09	15	15.09	32.95	111.28	2.54	113.82	7.7	14	404.76	4.21	0.28	3.02	0.076	0.107	5.89	3.95	2.94

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO					PROYECTO																		
ACTUAL					Alcantarillado Pupiales																		
					DISEÑO																		
					Pablo Valencia y Carlos Villarreal																		
					REVISO																		
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	l	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
197	198	36.00	0.75	0.0523	2	0.77	15	15.77	32.32	3.52	1.50	5.02	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.54	1.32
198	207	73.00	0.75	0.1569	2	0.76	15	15.76	32.33	10.58	1.50	12.08	7.45	10	162.31	3.31	0.07	1.60	0.032	0.035	2.37	2.73	2.74
206	207	16.00	0.75	0.0523	2	0.21	15	15.21	32.84	3.58	1.50	5.08	6.88	10	155.98	3.18	0.03	1.29	0.023	0.022	1.59	2.52	2.80
207	208	20.00	0.75	0.2615	2	0.20	15	15.20	32.85	17.91	1.50	19.41	5.45	10	138.83	2.83	0.14	1.67	0.042	0.051	2.28	2.00	2.35
208	192	6.00	0.75	0.2615	2	0.03	15	15.03	33.01	18.00	1.50	19.50	29.83	10	324.79	6.62	0.06	3.11	0.030	0.032	8.97	10.93	5.55
192	193	75.20	0.75	1.9349	2	0.29	15	15.29	32.76	132.17	3.05	135.22	18.16	14	621.60	6.46	0.22	4.35	0.070	0.093	12.63	9.31	4.55
198	199	36.00	0.75	0.0523	2	0.66	15	15.66	32.41	3.53	1.50	5.03	2.58	8	52.68	1.68	0.10	0.91	0.029	0.034	0.76	0.76	1.57
199	205	73.00	0.75	0.1569	2	0.98	15	15.98	32.13	10.51	1.50	12.01	3.48	10	110.94	2.26	0.11	1.24	0.038	0.045	1.32	1.27	1.88
202	205	17.00	0.75	0.0523	2	0.32	15	15.32	32.73	3.57	1.50	5.07	2.4	8	50.81	1.62	0.10	0.87	0.029	0.034	0.70	0.70	1.51
205	206	20.00	0.75	0.2615	2	0.20	15	15.20	32.84	17.91	1.50	19.41	5.2	10	135.61	2.76	0.14	1.63	0.042	0.051	2.17	1.90	2.30
206	204	75.20	0.75	0.3685	2	0.40	15	15.40	32.65	25.09	1.50	26.59	24.61	10	295.01	6.01	0.09	3.10	0.035	0.040	8.52	9.01	4.94
199	200	36.00	0.75	0.0523	2	0.77	15	15.77	32.32	3.52	1.50	5.02	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.54	1.32
200	201	73.00	0.75	0.1046	2	1.41	15	16.41	31.75	6.92	1.50	8.42	1.68	10	77.08	1.57	0.11	0.86	0.038	0.045	0.64	0.62	1.30
201	202	18.00	0.75	0.1307	2	0.34	15	15.34	32.71	8.91	1.50	10.41	1.5	10	72.83	1.48	0.14	0.88	0.042	0.051	0.63	0.55	1.23
202	203	75.20	0.75	0.1842	2	0.55	15	15.55	32.52	12.49	1.50	13.99	15.85	10	236.75	4.82	0.06	2.27	0.030	0.032	4.76	5.81	4.05
203	204	37.00	0.75	0.2399	2	0.23	15	15.23	32.82	16.42	1.50	17.92	21.32	10	274.58	5.59	0.07	2.71	0.032	0.035	6.80	7.81	4.63
204	193	37.00	0.75	0.6641	2	0.26	15	15.26	32.79	45.40	1.50	46.90	7.49	10	162.75	3.32	0.29	2.40	0.055	0.079	4.15	2.74	2.73
193	E4	63.00	0.75	2.599	2	0.20	15	15.20	32.84	177.98	4.08	182.07	24.41	14	720.67	7.49	0.25	5.22	0.073	0.100	17.86	12.52	5.26

CONVERSIONES	
	FLUJO CRITICO
	ESFUERZO CORTANTE
	CAPACIDAD INSUFICIENTE

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO <u>Alcantarillado Pupiales</u> DISEÑO <u>Pablo Valencia y Carlos Villarreal</u> REVISO _____																		
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v real	Rh	H	τ	τ min	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	°	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
1	2	53.83	0.3	0.1218	2	1.15	15	16.15	31.98	3.25	1.50	4.75	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.50	1.32
2	3	57.00	0.3	0.2679	2	0.92	15	15.92	32.18	7.19	1.50	8.69	2.5	8	51.86	1.65	0.17	1.03	0.036	0.046	0.90	0.68	1.54
3	4	115.93	0.3	0.5913	2	1.40	15	16.40	31.76	15.66	1.50	17.16	3.42	8	60.65	1.93	0.28	1.38	0.044	0.061	1.49	0.92	1.78
6	5	52.58	0.3	0.164	2	1.38	15	16.38	31.78	4.35	1.50	5.85	0.85	6	14.04	0.79	0.42	0.64	0.038	0.060	0.33	0.18	0.83
5	4	52.57	0.3	0.2928	2	1.15	15	16.15	31.97	7.81	1.50	9.31	0.91	6	14.53	0.82	0.64	0.76	0.043	0.085	0.39	0.18	0.83
4	7	65.83	0.3	1.0067	2	0.61	15	15.61	32.46	27.25	2.86	30.11	4.51	8	69.65	2.22	0.43	1.79	0.051	0.082	2.32	1.22	2.00
7	8	89.87	0.3	1.2698	2	0.72	15	15.72	32.36	34.27	3.26	37.53	5.45	8	76.57	2.44	0.49	2.07	0.054	0.090	2.92	1.47	2.20
171	137	13.46	0.3	0.031	2	0.30	15	15.30	32.75	0.85	1.50	2.35	2.9	8	55.85	1.78	0.04	0.76	0.021	0.020	0.59	0.78	1.69
136	137	32.30	0.3	0.0574	2	0.76	15	15.76	32.33	1.55	1.50	3.05	1.98	8	46.15	1.47	0.07	0.71	0.026	0.028	0.50	0.40	1.36
137	103	80.65	0.3	0.2453	2	1.10	15	16.10	32.02	6.55	1.50	8.05	4.28	8	67.85	2.16	0.12	1.22	0.032	0.038	1.35	1.16	2.01
103	104	10.58	0.3	0.2955	2	0.21	15	15.21	32.84	8.09	1.50	9.59	1.3	8	37.40	1.19	0.26	0.84	0.042	0.059	0.55	0.35	1.10
133	136	47.36	0.3	0.0356	2	1.37	15	16.37	31.78	0.94	1.50	2.44	1.37	8	38.39	1.22	0.06	0.57	0.024	0.026	0.33	0.29	1.15
136	138	80.95	0.3	0.1743	2	1.06	15	16.06	32.05	4.66	1.50	6.16	5.92	8	79.80	2.54	0.08	1.27	0.027	0.030	1.57	1.60	2.33
105	138	35.38	0.3	0.0491	2	0.81	15	15.81	32.28	1.32	1.50	2.82	2.18	10	87.80	1.79	0.03	0.72	0.023	0.022	0.50	0.48	1.58
138	104	29.17	0.3	0.3066	2	0.40	15	15.40	32.65	8.35	1.50	9.85	3.69	10	114.23	2.33	0.09	1.20	0.035	0.040	1.28	1.25	1.91
104	139	37.00	0.3	0.6607	2	0.37	15	15.37	32.69	18.01	1.58	19.59	5.57	10	140.35	2.86	0.14	1.69	0.042	0.051	2.33	1.88	2.38
131	109	56.07	0.3	0.0622	2	1.68	15	16.68	31.52	1.63	1.50	3.13	0.97	8	32.30	1.03	0.10	0.56	0.029	0.034	0.28	0.22	0.96
109	132	78.36	0.3	0.1361	2	1.94	15	16.94	31.31	3.55	1.50	5.05	1.2	8	35.93	1.14	0.14	0.67	0.033	0.041	0.40	0.26	1.06
132	133	10.00	0.3	0.1439	2	0.20	15	15.20	32.84	3.94	1.50	5.44	1.9	8	45.21	1.44	0.12	0.81	0.032	0.038	0.60	0.51	1.34
133	134	9.86	0.3	0.1633	2	0.13	15	15.13	32.91	4.48	1.50	5.98	6.39	8	82.91	2.64	0.07	1.28	0.026	0.028	1.63	1.73	2.44
108	107	38.33	0.3	0.1111	2	1.55	15	16.55	31.63	2.93	1.50	4.43	0.33	8	18.84	0.60	0.24	0.41	0.041	0.056	0.14	0.08	0.56
107	135	38.49	0.3	0.2159	2	0.70	15	15.70	32.38	5.83	1.50	7.33	2.17	8	48.32	1.54	0.15	0.92	0.034	0.043	0.74	0.59	1.43
135	134	35.00	0.3	0.2727	2	0.73	15	15.73	32.35	7.36	1.50	8.86	1.22	8	36.23	1.15	0.24	0.79	0.041	0.056	0.50	0.33	1.07
134	106	63.10	0.3	0.5464	2	0.66	15	15.66	32.42	14.77	1.50	16.27	5.71	10	142.10	2.89	0.11	1.59	0.038	0.045	2.16	1.93	2.40
143	142	32.83	0.3	0.0651	2	0.79	15	15.79	32.30	1.75	1.50	3.25	1.8	10	79.78	1.63	0.04	0.69	0.026	0.026	0.46	0.39	1.38
107	142	81.15	0.3	0.0988	2	1.39	15	16.39	31.77	2.62	1.50	4.12	3.94	10	118.04	2.40	0.03	0.97	0.023	0.022	0.91	1.33	2.12
142	141	24.82	0.3	0.2235	2	0.42	15	15.42	32.64	6.08	1.50	7.58	2.68	10	97.35	1.98	0.08	0.99	0.033	0.038	0.89	0.90	1.63
135	141	60.84	0.3	0.0636	2	1.08	15	16.08	32.04	1.70	1.50	3.20	4.92	10	131.91	2.69	0.02	0.94	0.020	0.017	0.97	1.66	2.32
141	106	36.94	0.3	0.3474	2	0.53	15	15.53	32.54	9.43	1.50	10.93	3.2	10	106.38	2.17	0.10	1.17	0.037	0.043	1.17	1.08	1.81
106	105	7.00	0.3	0.8998	2	0.10	15	15.10	32.94	24.72	2.15	26.87	1.5	10	72.83	1.48	0.37	1.15	0.061	0.092	0.91	0.51	1.21
105	99	25.85	0.3	0.9641	2	0.25	15	15.25	32.79	26.37	2.30	28.66	4.1	10	120.41	2.45	0.24	1.69	0.052	0.070	2.11	1.38	2.04
108	143	67.80	0.3	0.0407	2	1.24	15	16.24	31.90	1.08	1.50	2.58	4.24	8	67.54	2.15	0.04	0.91	0.021	0.020	0.87	1.14	2.04
143	100	35.08	0.3	0.0771	2	0.61	15	15.61	32.46	2.09	1.50	3.59	4.2	8	67.22	2.14	0.05	0.96	0.022	0.023	0.94	1.13	2.02

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO  
PROYECTADO

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
DISEÑO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	°	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
100	99	95.05	0.3	0.2203	2	1.67	15	16.67	31.53	5.79	1.50	7.29	2.3	8	49.74	1.58	0.15	0.95	0.034	0.043	0.79	0.62	1.47
99	140	12.16	0.3	1.2123	2	0.11	15	15.11	32.93	33.30	2.89	36.19	4.76	12	210.98	2.98	0.17	1.87	0.054	0.069	2.56	1.93	2.28
140	139	50.70	0.3	1.2805	2	0.65	15	15.65	32.43	34.63	3.05	37.68	1.7	14	190.19	1.98	0.20	1.30	0.067	0.088	1.14	0.80	1.40
139	8	64.00	0.3	2.1686	2	0.60	15	15.60	32.47	58.73	5.18	63.90	2.72	16	343.47	2.73	0.19	1.78	0.075	0.098	2.03	1.47	1.82
8	9	64.25	0.3	3.6408	2	0.51	15	15.51	32.56	98.86	8.69	107.55	3.78	8	63.77	2.03	1.69	2.12	0.000	0	0	1	Q>QII
9	10	37.04	0.3	3.7601	2	0.26	15	15.26	32.79	102.84	8.97	111.81	4.94	8	72.90	2.32	1.53	2.42	0.000	0	0	1	Q>QII
100	102	34.43	0.3	0.0595	2	0.55	15	15.55	32.52	1.61	1.50	3.11	5.58	8	77.48	2.47	0.04	1.05	0.021	0.020	1.14	1.51	2.34
102	101	92.05	0.3	0.1213	2	1.83	15	16.83	31.39	3.18	1.50	4.68	2.41	8	50.92	1.62	0.09	0.84	0.028	0.032	0.67	0.65	1.49
140	101	21.75	0.3	0.0569	2	0.38	15	15.38	32.68	1.55	1.50	3.05	4.12	8	66.57	2.12	0.05	0.95	0.022	0.023	0.92	1.11	2.00
101	144	29.61	0.3	0.1982	2	0.40	15	15.40	32.65	5.40	1.50	6.90	4.73	8	71.33	2.27	0.10	1.23	0.029	0.034	1.39	1.28	2.12
144	145	40.11	0.3	0.2791	2	0.70	15	15.70	32.38	7.54	1.50	9.04	2	8	46.38	1.48	0.19	0.96	0.037	0.049	0.75	0.54	1.39
139	145	53.00	0.3	0.0946	2	0.80	15	15.80	32.29	2.55	1.50	4.05	5.59	8	77.55	2.47	0.05	1.11	0.022	0.023	1.25	1.51	2.33
145	148	45.16	0.3	0.4504	2	0.46	15	15.46	32.60	12.25	1.50	13.75	6.38	8	82.84	2.64	0.17	1.65	0.036	0.046	2.28	1.72	2.46
144	146	76.03	0.3	0.0468	2	1.34	15	16.34	31.81	1.24	1.50	2.74	4.54	8	69.88	2.22	0.04	0.95	0.021	0.020	0.93	1.23	2.11
146	147	35.18	0.3	0.0892	2	1.07	15	16.07	32.05	2.38	1.50	3.88	0.82	8	29.70	0.95	0.13	0.55	0.033	0.039	0.27	0.18	0.88
147	148	24.33	0.3	0.1276	2	0.84	15	15.84	32.25	3.43	1.50	4.93	0.47	8	22.49	0.72	0.22	0.48	0.040	0.053	0.19	0.11	0.67
148	10	53.24	0.3	0.7121	2	0.71	15	15.71	32.37	19.23	1.70	20.93	2.21	8	48.76	1.55	0.43	1.26	0.051	0.082	1.14	0.60	1.40
10	11	33.04	0.3	4.5881	2	0.22	15	15.22	32.83	125.61	10.95	136.56	5.24	8	75.08	2.39	1.82	2.49	0.000	0.00	0.00	1.41	Q>QII
11	12	69.39	0.3	4.8333	2	0.45	15	15.45	32.61	131.44	11.48	142.92	5.47	8	76.71	2.44	1.86	2.55	0.000	0.00	0.00	1.48	Q>QII
51	50	76.41	0.3	0.3838	2	1.32	15	16.32	31.82	10.19	1.50	11.69	1.65	8	42.13	1.34	0.28	0.96	0.044	0.06	0.72	0.45	1.24
50	12	76.41	0.3	0.7676	2	1.04	15	16.04	32.07	20.53	1.83	22.37	1.88	8	44.97	1.43	0.50	1.22	0.054	0.09	1.01	0.51	1.29
12	14	9.96	0.3	5.6009	2	0.07	15	15.07	32.97	153.99	12.96	166.96	3.22	10	106.71	2.17	1.56	2.27	0.000	0.00	0.00	1.09	Q>QII
47	46	72.75	0.3	0.0897	2	3.12	15	18.12	30.37	2.27	1.50	3.77	0.32	8	18.55	0.59	0.20	0.39	0.038	0.050	0.12	0.08	0.55
46	45	80.30	0.3	0.189	2	4.11	15	19.11	29.64	4.67	1.50	6.17	0.13	8	11.83	0.38	0.52	0.33	0.055	0.094	0.07	0.04	0.34
45	13	69.30	0.3	0.3536	2	1.62	15	16.62	31.57	9.31	1.50	10.81	0.77	8	28.78	0.92	0.38	0.71	0.049	0.075	0.38	0.17	0.83
13	14	10.96	0.3	0.3536	2	0.33	15	15.33	32.73	9.65	1.50	11.15	0.37	8	19.95	0.64	0.56	0.56	0.056	0.100	0.21	0.09	0.57
14	15	61.58	0.3	6.2329	2	0.33	15	15.33	32.73	170.12	14.16	184.28	5.34	12	223.46	3.16	0.82	3.14	0.091	0.230	4.84	2.16	2.09
15	16	59.89	0.3	6.5094	2	0.34	15	15.34	32.71	177.60	14.68	192.28	4.31	12	200.76	2.84	0.96	2.94	0.090	0.331	3.87	1.75	1.63
90	89	23.97	0.3	0.016	2	0.57	15	15.57	32.50	0.43	1.50	1.93	2.5	8	51.86	1.65	0.04	0.70	0.021	0.020	0.51	0.51	1.57
89	88	22.07	0.3	0.029	2	0.52	15	15.52	32.54	0.79	1.50	2.29	2.5	8	51.86	1.65	0.04	0.70	0.021	0.020	0.51	0.51	1.57
88	16	62.23	0.3	0.0987	2	1.42	15	16.42	31.74	2.61	1.50	4.11	1.68	8	42.51	1.35	0.10	0.73	0.029	0.034	0.49	0.36	1.27
16	17	53.08	0.3	6.751	2	0.34	15	15.34	32.72	184.20	15.13	199.33	3.39	12	178.04	2.52	1.12	2.63	0.000	0.00	0.00	1.37	Q>QII
17	18	47.69	0.3	6.8573	2	0.31	15	15.31	32.74	187.26	20.08	207.35	3.28	12	175.13	2.48	1.18	2.58	0.000	0.00	0.00	1.33	Q>QII

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO <u>Alcantarillado Pupiales</u> DISEÑO <u>Pablo Valencia y Carlos Villarreal</u> REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min		mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	min		
153	154	60.37	0.3	0.0915	2	1.51	15	16.51	31.67	2.42	1.50	3.92	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25	
154	155	53.40	0.3	0.1988	2	1.16	15	16.16	31.97	5.30	1.50	6.80	1.5	10	72.83	1.48	0.09	0.77	0.035	0.040	0.52	0.51	1.22	
155	18	44.69	0.3	0.3017	2	0.87	15	15.87	32.23	8.11	1.50	9.61	1.5	10	72.83	1.48	0.13	0.86	0.041	0.049	0.61	0.51	1.24	
18	19	66.42	0.3	7.2464	2	0.38	15	15.38	32.68	197.47	16.20	213.68	4.16	12	197.23	2.79	1.08	2.91	0.000	0.00	0.00	1.68	Q>QII	
94	95	19.84	0.3	0.0439	2	0.31	15	15.31	32.74	1.20	1.50	2.70	6.22	8	81.80	2.60	0.03	1.05	0.019	0.017	1.15	1.68	2.57	
96	95	69.78	0.3	0.068	2	1.97	15	16.97	31.28	1.77	1.50	3.27	1.1	8	34.40	1.09	0.10	0.59	0.029	0.034	0.32	0.23	1.02	
95	124	25.62	0.3	0.1604	2	0.43	15	15.43	32.63	4.36	1.50	5.86	3.07	8	57.47	1.83	0.10	0.99	0.029	0.034	0.90	0.83	1.71	
97	96	20.09	0.3	0.0113	2	0.55	15	15.55	32.52	0.31	1.50	1.81	1.89	8	45.09	1.44	0.04	0.61	0.021	0.020	0.39	0.38	1.36	
96	126	16.03	0.3	0.024	2	0.30	15	15.30	32.75	0.66	1.50	2.16	4.4	8	68.80	2.19	0.03	0.89	0.019	0.017	0.81	1.19	2.16	
126	125	36.26	0.3	0.0391	2	1.08	15	16.08	32.04	1.04	1.50	2.54	1.19	10	64.87	1.32	0.04	0.56	0.026	0.026	0.30	0.26	1.12	
125	124	35.23	0.3	0.051	2	1.06	15	16.06	32.05	1.36	1.50	2.86	1.15	10	63.77	1.30	0.04	0.55	0.026	0.026	0.29	0.25	1.10	
124	19	72.84	0.3	0.2903	2	1.39	15	16.39	31.76	7.69	1.50	9.19	1.62	10	75.69	1.54	0.12	0.87	0.039	0.047	0.64	0.55	1.28	
19	158	37.84	0.3	7.5367	2	0.25	15	15.25	32.80	206.17	16.58	222.74	2.75	16	345.36	2.75	0.64	2.54	0.115	0.227	3.17	1.49	1.70	
47	48	54.83	0.3	0.0746	2	1.13	15	16.13	31.99	1.99	1.50	3.49	2.72	8	54.09	1.72	0.06	0.81	0.024	0.026	0.65	0.73	1.61	
48	49	129.44	0.3	0.0746	2	3.53	15	18.53	30.07	1.87	1.50	3.37	1.29	8	37.25	1.19	0.09	0.61	0.028	0.032	0.36	0.27	1.09	
49	92	127.66	0.3	0.0746	2	2.03	15	17.03	31.23	1.94	1.50	3.44	4.96	8	73.05	2.33	0.05	1.05	0.022	0.023	1.11	1.34	2.19	
92	93	7.80	0.3	0.0746	2	0.20	15	15.20	32.85	2.04	1.50	3.54	1.5	8	40.17	1.28	0.09	0.66	0.028	0.032	0.42	0.32	1.17	
93	149	53.51	0.3	0.0746	2	1.34	15	16.34	31.81	1.98	1.50	3.48	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25	
149	150	60.57	0.3	0.0746	2	1.51	15	16.51	31.66	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25	
150	91	60.02	0.3	0.0746	2	1.50	15	16.50	31.67	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25	
91	151	59.98	0.3	0.0746	2	1.50	15	16.50	31.68	1.97	1.50	3.47	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25	
151	152	21.30	0.3	0.0746	2	0.32	15	15.32	32.73	2.04	1.50	3.54	6.65	10	153.35	3.12	0.02	1.09	0.020	0.017	1.31	2.24	2.70	
152	127	115.90	0.3	0.0746	2	2.80	15	17.80	30.62	1.90	1.50	3.40	1.8	10	79.78	1.63	0.04	0.69	0.026	0.026	0.46	0.39	1.38	
172	173	28.00	0.3	0.0593	2	0.87	15	15.87	32.23	1.59	1.50	3.09	1	8	32.80	1.04	0.09	0.54	0.028	0.032	0.28	0.23	0.96	
89	173	31.50	0.3	0.0673	2	0.48	15	15.48	32.58	1.83	1.50	3.33	6	8	80.34	2.56	0.04	1.09	0.021	0.020	1.23	1.62	2.43	
173	174	28.00	0.3	0.1882	2	0.68	15	15.68	32.40	5.09	1.50	6.59	1	8	32.80	1.04	0.20	0.69	0.038	0.050	0.38	0.23	0.98	
174	175	33.20	0.3	0.1882	2	0.81	15	15.81	32.28	5.07	1.50	6.57	1	8	32.80	1.04	0.20	0.69	0.038	0.050	0.38	0.23	0.98	
175	176	40.70	0.3	0.1882	2	0.64	15	15.64	32.44	5.09	1.50	6.59	3.46	8	61.01	1.94	0.11	1.07	0.030	0.036	1.05	0.93	1.80	
176	177	24.50	0.3	0.1882	2	0.35	15	15.35	32.71	5.13	1.50	6.63	4.8	8	71.86	2.29	0.09	1.18	0.028	0.032	1.33	1.30	2.10	
177	127	31.80	0.3	0.1882	2	0.43	15	15.43	32.63	5.12	1.50	6.62	5.3	8	75.51	2.40	0.09	1.24	0.028	0.032	1.47	1.43	2.21	
98	97	16.76	0.3	0.0118	2	0.44	15	15.44	32.62	0.32	1.50	1.82	2.06	8	47.07	1.50	0.04	0.64	0.021	0.020	0.42	0.42	1.42	
97	127	15.15	0.3	0.0152	2	0.24	15	15.24	32.81	0.42	1.50	1.92	8.48	8	95.51	3.04	0.02	1.06	0.016	0.013	1.34	2.29	2.93	
127	214	89.40	0.3	0.2815	2	1.90	15	16.90	31.33	7.36	1.50	8.86	1.2	10	65.14	1.33	0.14	0.78	0.042	0.051	0.50	0.41	1.10	



ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																							
COMPROBACION DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales																
					DISEÑO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal																
					REVISO																		
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min		mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>		
214	20	68.60	0.3	0.2815	2	1.32	15	16.32	31.83	7.47	1.50	8.97	1.6	10	75.22	1.53	0.12	0.87	0.039	0.047	0.63	0.54	1.28
20	158	32.20	0.3	0.2815	2	0.52	15	15.52	32.54	7.64	1.50	9.14	2.7	10	97.72	1.99	0.09	1.03	0.035	0.040	0.93	0.91	1.63
158	159	32.06	0.3	7.8182	2	0.20	15	15.20	32.84	214.14	17.08	231.22	2.9	16	354.65	2.82	0.65	2.62	0.116	0.230	3.35	1.57	1.74
159	160	56.09	0.3	7.8182	2	0.36	15	15.36	32.70	213.19	17.08	230.27	2.88	16	353.42	2.81	0.65	2.61	0.116	0.230	3.33	1.56	1.73
160	21	45.95	0.3	7.8182	2	0.30	15	15.30	32.75	213.52	17.08	230.60	2.58	16	334.51	2.66	0.69	2.52	0.117	0.246	3.02	1.39	1.62
18	64	125.28	0.3	0.4719	2	4.35	15	19.35	29.48	11.60	1.50	13.10	0.24	12	47.37	0.67	0.28	0.48	0.066	0.092	0.16	0.07	0.51
64	215	72.68	0.3	0.5694	2	0.84	15	15.84	32.25	15.32	1.55	16.87	4.19	12	197.94	2.80	0.09	1.44	0.042	0.048	1.74	1.70	2.10
215	21	58.98	0.3	0.7064	2	0.54	15	15.54	32.53	19.16	1.84	21.01	7.05	12	256.76	3.63	0.08	1.82	0.040	0.045	2.80	2.86	2.72
21	22	57.70	0.3	8.7254	2	0.34	15	15.34	32.71	238.04	18.71	256.75	3.22	16	373.70	2.97	0.69	2.81	0.117	0.246	3.77	1.74	1.81
70	22	75.84	0.3	0.2125	2	1.12	15	16.12	32.00	5.67	1.50	7.17	3.9	10	117.44	2.39	0.06	1.12	0.030	0.032	1.17	1.32	2.01
22	23	136.93	0.3	9.3222	2	0.87	15	15.87	32.23	250.55	19.76	270.31	2.55	16	332.56	2.65	0.81	2.62	0.121	0.301	3.07	1.38	1.53
216	23	58.45	0.3	0.1415	2	0.86	15	15.86	32.24	3.80	1.50	5.30	4.85	10	130.96	2.67	0.04	1.13	0.026	0.026	1.24	1.64	2.27
23	24	119.46	0.3	9.6777	2	0.86	15	15.86	32.24	260.18	20.39	280.57	1.8	16	279.41	2.22	1.00	2.32	0.117	0.538	2.11	0.97	1.01
24	217	217.80	0.3	9.6777	2	1.57	15	16.57	31.61	255.16	20.39	275.54	1.8	16	279.41	2.22	0.99	2.31	0.119	0.506	2.14	0.97	1.04
217	218	46.94	0.3	9.6777	2	0.30	15	15.30	32.75	264.37	20.39	284.76	2.5	16	329.28	2.62	0.86	2.64	0.122	0.333	3.05	1.35	1.46
218	219	39.50	0.3	9.6777	2	0.23	15	15.23	32.81	264.85	20.39	285.24	3	16	360.71	2.87	0.79	2.83	0.120	0.290	3.60	1.62	1.68
219	220	63.80	0.3	9.8595	2	0.40	15	15.40	32.66	268.54	20.70	289.24	2.5	16	329.28	2.62	0.88	2.66	0.122	0.348	3.04	1.35	1.44
220	87	77.50	0.3	10.1302	2	0.50	15	15.50	32.56	275.13	21.17	296.30	2.3	16	315.84	2.51	0.94	2.59	0.120	0.411	2.76	1.24	1.29
86	87	56.71	0.3	0.1744	2	0.99	15	15.99	32.12	4.67	1.50	6.17	2.62	8	53.09	1.69	0.12	0.95	0.032	0.038	0.83	0.71	1.57
87	E3																		0.000				
16	119	64.40	0.3	0.3208	2	1.23	15	16.23	31.91	8.54	1.50	10.04	1.42	8	39.08	1.24	0.26	0.87	0.042	0.059	0.60	0.38	1.15
119	63	59.92	0.3	0.6416	2	0.89	15	15.89	32.20	17.23	1.53	18.76	1.72	8	43.01	1.37	0.44	1.12	0.052	0.083	0.89	0.46	1.24
63	64	107.26	0.3	1.1076	2	1.28	15	16.28	31.86	29.43	2.64	32.07	1.99	8	46.27	1.47	0.69	1.39	0.059	0.123	1.17	0.54	1.27
64	68	84.78	0.3	1.4026	2	1.35	15	16.35	31.81	37.21	3.34	40.55	0.93	8	31.63	1.01	1.28	1.05	0.000	0.00	0.00	0.25	Q>QII
68	69	74.19	0.3	1.6144	2	0.56	15	15.56	32.51	43.77	3.85	47.61	5.19	8	74.72	2.38	0.64	2.20	0.058	0.114	2.99	1.40	2.08
19	123	57.08	0.3	0.076	2	1.80	15	16.80	31.42	1.99	1.50	3.49	0.8	8	29.34	0.93	0.12	0.53	0.032	0.038	0.25	0.18	0.87
123	65	72.60	0.3	0.1749	2	1.85	15	16.85	31.38	4.58	1.50	6.08	0.93	8	31.63	1.01	0.19	0.65	0.037	0.049	0.35	0.21	0.95
65	69	84.64	0.3	0.4581	2	1.59	15	16.59	31.59	12.07	1.50	13.57	1.18	8	35.63	1.13	0.38	0.88	0.049	0.075	0.58	0.32	1.03
69	74	61.77	0.3	2.214	2	0.69	15	15.69	32.39	59.80	5.28	65.08	1.43	10	71.11	1.45	0.92	1.49	0.075	0.242	1.08	0.48	0.97
74	75	58.69	0.3	2.5098	2	0.57	15	15.57	32.50	68.02	5.99	74.01	2.04	12	138.12	1.95	0.54	1.71	0.083	0.146	1.69	0.83	1.43
75	129	69.90	0.3	2.8056	2	0.67	15	15.67	32.40	75.82	6.70	82.52	1.93	12	134.34	1.90	0.61	1.73	0.085	0.163	1.65	0.78	1.37
129	81	90.64	0.3	3.2167	2	0.99	15	15.99	32.12	86.16	7.67	93.84	1.2	12	105.93	1.50	0.89	1.53	0.091	0.27	1.09	0.49	0.94
51	63	143.91	0.3	0.2634	2	1.83	15	16.83	31.39	6.90	1.50	8.40	5.19	8	74.72	2.38	0.11	1.31	0.030	0.036	1.57	1.40	2.21

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO  
PROYECTADO

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
DISEÑO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
63	67	82.65	0.3	0.4059	2	2.38	15	17.38	30.95	10.48	1.50	11.98	0.38	8	20.22	0.64	0.59	0.58	0.057	0.105	0.22	0.09	0.57
67	68	114.31	0.3	0.8646	2	1.13	15	16.13	31.99	23.07	2.06	25.13	4.34	8	68.33	2.17	0.37	1.68	0.049	0.074	2.11	1.17	1.98
68	164	65.07	0.3	1.0211	2	0.80	15	15.80	32.29	27.49	2.43	29.93	1.93	8	45.57	1.45	0.66	1.35	0.058	0.117	1.12	0.52	1.26
164	74	78.50	0.3	1.2728	2	0.72	15	15.72	32.36	34.35	3.04	37.39	3.76	8	63.60	2.02	0.59	1.82	0.057	0.105	2.13	1.02	1.79
74	80	81.13	0.3	1.482	2	0.93	15	15.93	32.17	39.76	3.53	43.30	1.8	8	44.00	1.40	0.98	1.45	0.060	0.240	1.07	0.49	0.95
51	162	70.39	0.3	0.154	2	1.93	15	16.93	31.31	4.02	1.50	5.52	0.84	8	30.06	0.96	0.18	0.61	0.036	0.047	0.31	0.19	0.89
162	66	71.82	0.3	0.2275	2	0.91	15	15.91	32.19	6.11	2.33	8.44	5	8	73.34	2.33	0.12	1.32	0.032	0.038	1.58	1.35	2.17
66	67	70.63	0.3	0.385	2	0.81	15	15.81	32.28	10.37	1.50	11.87	5.17	8	74.58	2.37	0.16	1.46	0.035	0.044	1.82	1.40	2.21
67	163	69.00	0.3	0.5515	2	1.66	15	16.66	31.54	14.51	1.50	16.01	0.49	8	22.96	0.73	0.70	0.69	0.059	0.125	0.29	0.12	0.63
163	164	117.16	0.3	1.016	2	1.12	15	16.12	32.00	27.11	2.42	29.53	4.16	8	66.90	2.13	0.44	1.74	0.052	0.083	2.15	1.12	1.93
164	78	77.21	0.3	1.135	2	1.58	15	16.58	31.61	29.92	3.00	32.92	0.46	10	40.33	0.82	0.82	0.82	0.076	0.192	0.35	0.16	0.60
162	161	76.27	0.3	0.2544	2	1.52	15	16.52	31.66	6.72	1.50	8.22	1.45	8	39.49	1.26	0.21	0.84	0.039	0.052	0.57	0.39	1.18
161	73	80.33	0.3	0.5868	2	0.87	15	15.87	32.22	15.77	1.50	17.27	4.45	8	69.19	2.20	0.25	1.54	0.042	0.057	1.86	1.20	2.05
73	163	69.26	0.3	0.9192	2	0.65	15	15.65	32.43	24.86	2.19	27.06	4.9	8	72.60	2.31	0.37	1.79	0.049	0.074	2.39	1.32	2.11
163	54	68.79	0.3	1.1147	2	1.49	15	16.49	31.68	29.45	2.66	32.11	0.5	8	23.19	0.74	1.38	0.77	0.000	0.00	0.00	0.14	Q>QII
161	52	56.25	0.3	0.1992	2	0.67	15	15.67	32.41	5.38	1.50	6.88	7.2	8	88.01	2.80	0.08	1.40	0.027	0.030	1.91	1.94	2.57
52	53	54.40	0.3	0.3293	2	0.79	15	15.79	32.30	8.87	1.50	10.37	2.97	8	56.52	1.80	0.18	1.14	0.036	0.047	1.08	0.80	1.68
53	54	107.14	0.3	0.8548	2	1.21	15	16.21	31.92	22.76	2.04	24.79	3.03	8	57.09	1.82	0.43	1.47	0.051	0.082	1.56	0.82	1.64
54	78	120.08	0.3	2.427	2	0.95	15	15.95	32.16	65.09	5.79	70.88	4.07	12	195.09	2.76	0.36	2.11	0.072	0.108	2.94	1.65	2.05
78	79	25.36	0.3	3.5978	2	0.18	15	15.18	32.87	98.62	8.59	107.20	3.55	10	112.05	2.28	0.96	2.36	0.075	0.28	2.66	1.20	1.44
79	80	55.79	0.3	3.7184	2	0.39	15	15.39	32.66	101.29	8.87	110.16	3.5	10	111.25	2.27	0.99	2.36	0.074	0.32	2.60	1.18	1.34
223	80	49.91	0.3	0.0746	2	1.25	15	16.25	31.89	1.98	1.50	3.48	1.5	10	72.83	1.48	0.05	0.67	0.028	0.029	0.42	0.33	1.25
80	81	133.78	0.3	6.0075	2	0.99	15	15.99	32.12	160.94	13.74	174.68	3.2	10	106.38	2.17	1.64	2.26	0.000	0.00	0.00	1.08	Q>QII
81	82	115.79	0.3	9.7333	2	0.66	15	15.66	32.41	263.11	20.48	283.59	4.15	12	196.99	2.79	1.44	2.91	0.000	0.00	0.00	1.68	Q>QII
59	111	79.91	0.3	0.267	2	2.60	15	17.60	30.77	6.85	1.50	8.35	0.38	8	20.22	0.64	0.41	0.51	0.051	0.079	0.19	0.09	0.58
111	82	70.36	0.3	0.7009	2	1.02	15	16.02	32.09	18.76	1.68	20.43	1.71	8	42.89	1.37	0.48	1.15	0.053	0.089	0.91	0.46	1.23
76	112	47.66	0.3	0.2277	2	0.80	15	15.80	32.29	6.13	1.50	7.63	2.54	8	52.27	1.66	0.15	1.00	0.034	0.043	0.87	0.69	1.54
112	82	46.32	0.3	0.4554	2	0.63	15	15.63	32.44	12.32	1.50	13.82	2.8	8	54.88	1.75	0.25	1.22	0.042	0.057	1.17	0.76	1.62
82	83	125.53	0.3	11.5401	2	0.93	15	15.93	32.18	309.67	23.59	333.26	2.04	14	208.34	2.17	1.60	2.26	0.000	0.00	0.00	0.96	Q>QII
72	76	71.81	0.3	0.1968	2	1.65	15	16.65	31.54	5.18	1.50	6.68	1.14	8	35.02	1.11	0.19	0.72	0.037	0.049	0.43	0.24	1.05
69	70	126.89	0.3	0.545	2	1.70	15	16.70	31.50	14.32	1.50	15.82	2.71	8	53.99	1.72	0.29	1.24	0.044	0.063	1.20	0.73	1.58
70	129	67.85	0.3	0.716	2	0.96	15	15.96	32.15	19.20	1.71	20.91	1.84	8	44.49	1.42	0.47	1.18	0.053	0.087	0.97	0.50	1.28
129	130	63.08	0.3	0.9019	2	0.74	15	15.74	32.35	24.33	2.15	26.48	2.53	8	52.17	1.66	0.51	1.43	0.054	0.093	1.38	0.68	1.50

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO		Alcantarillado Pupiales																	
					DISEÑO		Pablo Valencia y Carlos Villarreal																	
					REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min		mm/h	l/s	l/s	l/s	%	°	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>			
178	179	40.75	0.3	0.0593	2	1.23	15	16.23	31.91	1.58	1.50	3.08	1.05	8	33.61	1.07	0.09	0.55	0.028	0.032	0.29	0.22	0.98	
179	130	6.80	0.3	0.0593	2	0.20	15	15.20	32.84	1.62	1.50	3.12	1	8	32.80	1.04	0.10	0.56	0.029	0.034	0.29	0.23	0.98	
130	76	60.10	0.3	1.161	2	0.66	15	15.66	32.41	31.39	2.77	34.15	2.37	8	50.49	1.61	0.68	1.51	0.058	0.121	1.38	0.64	1.39	
76	77	64.19	0.3	1.6483	2	0.75	15	15.75	32.34	44.45	3.93	48.38	1.72	8	43.01	1.37	1.12	1.43	0.000	0.00	0.00	0.46	Q>QII	
77	26	60.63	0.3	1.9388	2	0.58	15	15.58	32.49	52.53	4.63	57.15	2.52	8	52.07	1.66	1.10	1.73	0.000	0.00	0.00	0.68	Q>QII	
26	83	99.65	0.3	2.3119	2	1.02	15	16.02	32.09	61.88	5.51	67.39	2.24	8	49.09	1.56	1.37	1.63	0.000	0.00	0.00	0.60	Q>QII	
83	84	75.84	0.3	13.9698	2	0.54	15	15.54	32.53	378.94	27.64	406.59	1.82	16	280.95	2.24	1.45	2.33	0.000	0.00	0.00	0.98	Q>QII	
84	85	70.06	0.3	14.4977	2	0.51	15	15.51	32.56	393.65	29.42	423.07	1.77	16	277.07	2.20	1.53	2.30	0.000	0.00	0.00	0.96	Q>QII	
70	71	58.49	0.3	0.2463	2	0.87	15	15.87	32.23	6.62	1.50	8.12	3.43	8	60.74	1.93	0.13	1.12	0.033	0.039	1.11	0.93	1.80	
71	72	70.20	0.3	0.549	2	0.86	15	15.86	32.24	14.76	1.50	16.26	3.38	8	60.30	1.92	0.27	1.36	0.043	0.060	1.45	0.91	1.78	
72	25	122.39	0.3	1.017	2	1.33	15	16.33	31.82	26.98	2.43	29.41	2.83	8	55.18	1.76	0.53	1.53	0.055	0.096	1.56	0.76	1.58	
24	25	51.07	0.3	0.1106	2	1.06	15	16.06	32.06	2.96	1.50	4.46	2.1	12	140.13	1.98	0.03	0.80	0.028	0.026	0.58	0.85	1.60	
25	27	67.76	0.3	1.3892	2	1.07	15	16.07	32.05	37.13	3.32	40.45	0.8	10	53.19	1.08	0.76	1.06	0.075	0.17	0.60	0.27	0.81	
27	28	61.99	0.3	1.6672	2	0.51	15	15.51	32.56	45.27	3.97	49.24	4.6	10	127.54	2.60	0.39	2.04	0.062	0.095	2.85	1.55	2.11	
28	29	80.15	0.3	1.9812	2	0.95	15	15.95	32.15	53.13	4.73	57.86	1.35	10	69.10	1.41	0.84	1.41	0.076	0.200	1.02	0.46	1.01	
30	29	98.94	0.3	0.4153	2	2.00	15	17.00	31.25	10.82	1.50	12.32	1.07	10	61.51	1.25	0.20	0.82	0.048	0.063	0.51	0.36	1.05	
29	122	62.22	0.3	2.6631	2	0.84	15	15.84	32.26	71.64	6.36	78.00	0.96	10	58.27	1.19	1.34	1.24	0.000	0.00	0.00	0.32	Q>QII	
122	85	59.84	0.3	2.986	2	0.79	15	15.79	32.30	80.43	10.45	90.89	1	10	59.47	1.21	1.53	1.26	0.000	0.00	0.00	0.34	Q>QII	
85	222	126.92	0.3	17.5826	2	0.77	15	15.77	32.31	473.83	34.45	508.28	2.5	16	329.28	2.62	1.54	2.73	0.000	0.00	0.00	1.35	Q>QII	
54	55	46.58	0.3	0.1202	2	0.91	15	15.91	32.19	3.23	1.50	4.73	2.51	8	51.96	1.65	0.09	0.85	0.028	0.032	0.70	0.68	1.52	
55	56	104.31	0.3	0.5722	2	1.36	15	16.36	31.79	15.17	1.50	16.67	2.95	10	102.14	2.08	0.16	1.28	0.044	0.055	1.30	1.00	1.73	
78	56	71.39	0.3	0.0818	2	1.77	15	16.77	31.45	2.15	1.50	3.65	1.56	8	40.97	1.30	0.09	0.67	0.028	0.032	0.43	0.33	1.20	
56	57	92.55	0.3	0.654	2	1.02	15	16.02	32.10	17.51	2.63	20.14	4.01	10	119.08	2.43	0.17	1.52	0.045	0.057	1.79	1.35	2.03	
223	57	49.90	0.3	0.1137	2	1.19	15	16.19	31.94	3.03	1.50	4.53	1.5	10	72.83	1.48	0.06	0.70	0.030	0.032	0.45	0.33	1.24	
57	58	155.41	0.3	1.6797	2	1.50	15	16.50	31.67	44.37	4.01	48.37	3.04	12	168.60	2.39	0.29	1.72	0.066	0.094	2.02	1.23	1.79	
81	110	66.52	0.3	0.3033	2	1.52	15	16.52	31.66	8.01	1.50	9.51	0.9	8	31.12	0.99	0.31	0.73	0.045	0.066	0.41	0.20	0.91	
110	58	60.04	0.3	0.5953	2	1.19	15	16.19	31.94	15.86	1.50	17.36	0.8	8	29.34	0.93	0.59	0.84	0.057	0.105	0.45	0.22	0.83	
58	59	114.79	0.3	2.622	2	0.98	15	15.98	32.13	70.25	6.68	76.94	2.92	12	165.24	2.34	0.47	1.95	0.079	0.131	2.31	1.18	1.72	
59	60	119.11	0.3	3.2545	2	1.06	15	16.06	32.06	87.01	7.76	94.78	2.15	12	141.79	2.01	0.67	1.88	0.087	0.179	1.88	0.87	1.42	
83	113	83.16	0.3	0.2895	2	1.63	15	16.63	31.56	7.62	1.50	9.12	1.54	10	73.80	1.50	0.12	0.85	0.039	0.047	0.61	0.52	1.25	
113	60	94.52	0.3	0.579	2	3.16	15	18.16	30.34	14.65	1.97	16.62	0.2	10	26.59	0.54	0.62	0.50	0.071	0.138	0.14	0.06	0.43	
60	61	50.78	0.3	3.8335	2	0.37	15	15.37	32.69	104.51	9.31	113.82	3.31	12	175.93	2.49	0.65	2.31	0.087	0.173	2.87	1.34	1.77	
114	61	31.70	0.3	0.0392	2	0.92	15	15.92	32.19	1.05	1.50	2.55	1.3	8	37.40	1.19	0.07	0.58	0.026	0.028	0.33	0.28	1.10	

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO																								
COMPROBACION DE DISEÑO PROYECTADO					PROYECTO <u>Alcantarillado Pupiales</u> DISEÑO <u>Pablo Valencia y Carlos Villarreal</u> REVISO																			
Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v real	Rh	H	τ	τ min	Froud	
De	A	m		m <sup>2</sup>		min		mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>			
61	62	64.11	0.3	3.9147	2	0.44	15	15.44	32.62	106.49	9.34	115.83	3.72	12	186.51	2.64	0.62	2.41	0.086	0.165	3.19	1.51	1.90	
62	221	36.05	0.3	3.9597	2	0.27	15	15.27	32.78	108.24	9.44	117.68	2.8	12	161.81	2.29	0.73	2.20	0.089	0.196	2.49	1.13	1.59	
114	221	63.95	0.3	0.0821	2	0.91	15	15.91	32.19	2.20	1.50	3.70	7	8	86.78	2.76	0.04	1.17	0.021	0.020	1.44	1.89	2.62	
221	118	35.37	0.3	4.0824	2	0.26	15	15.26	32.79	111.65	9.73	121.38	3.1	12	170.26	2.41	0.71	2.30	0.088	0.190	2.74	1.26	1.68	
114	115	35.06	0.3	0.0399	2	0.88	15	15.88	32.22	1.07	1.50	2.57	1.85	8	44.61	1.42	0.06	0.67	0.024	0.026	0.44	0.37	1.33	
116	115	48.76	0.3	0.0709	2	1.54	15	16.54	31.64	1.87	1.50	3.37	0.85	8	30.24	0.96	0.11	0.53	0.030	0.036	0.26	0.19	0.89	
115	117	46.54	0.3	0.2409	2	0.54	15	15.54	32.52	6.53	1.50	8.03	7	8	86.78	2.76	0.09	1.43	0.028	0.032	1.94	1.89	2.54	
117	118	17.56	0.3	0.2695	2	0.18	15	15.18	32.86	7.39	1.50	8.89	8.7	8	96.74	3.08	0.09	1.59	0.028	0.032	2.41	2.35	2.83	
118	222	8.97	0.3	4.3519	2	0.06	15	15.06	32.98	119.69	10.39	130.07	3	12	167.49	2.37	0.78	2.33	0.090	0.214	2.69	1.22	1.61	
222	E2																							
180	181	41.86	0.3	0.143	2	0.70	15	15.70	32.38	3.86	1.50	5.36	3.32	10	108.35	2.21	0.05	0.99	0.028	0.029	0.93	1.12	1.86	
181	182	36.40	0.3	0.2483	2	0.32	15	15.32	32.74	6.78	1.50	8.28	13.91	10	221.79	4.52	0.04	1.92	0.026	0.026	3.56	4.69	3.84	
182	183	15.48	0.3	0.2483	2	0.12	15	15.12	32.92	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.08	4.53	
183	184	14.52	0.3	0.2483	2	0.12	15	15.12	32.93	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.08	4.53	
184	185	14.14	0.3	0.2483	2	0.11	15	15.11	32.93	6.82	1.50	8.32	18	10	252.30	5.14	0.03	2.08	0.023	0.022	4.16	6.08	4.53	
185	E3	36.40	0.3	0.2483	2	0.32	15	15.32	32.74	6.78	1.50	8.28	13.91	10	221.79	4.52	0.04	1.92	0.026	0.026	3.56	4.69	3.84	
30	31	82.88	0.75	0.1844	2	1.19	15	16.19	31.94	12.28	1.50	13.78	2.89	12	164.39	2.33	0.08	1.16	0.040	0.045	1.15	1.17	1.74	
31	32	50.79	0.75	0.3209	2	0.95	15	15.95	32.16	21.52	1.50	23.02	0.88	12	90.71	1.28	0.25	0.89	0.063	0.086	0.55	0.36	0.97	
32	33	51.45	0.75	0.4531	2	0.78	15	15.78	32.30	30.52	1.50	32.02	1.2	12	105.93	1.50	0.30	1.09	0.067	0.096	0.81	0.49	1.13	
33	34	66.23	0.75	0.6275	2	0.85	15	15.85	32.24	42.18	1.50	43.68	1.5	12	118.43	1.68	0.37	1.30	0.073	0.110	1.10	0.61	1.25	
34	35	77.07	0.75	0.8291	2	1.04	15	16.04	32.07	55.45	1.98	57.43	1.02	12	97.66	1.38	0.59	1.24	0.085	0.158	0.87	0.41	1.00	
35	36	66.78	0.75	1.0007	2	0.70	15	15.70	32.38	67.56	2.39	69.95	1.77	12	128.65	1.82	0.54	1.59	0.083	0.146	1.47	0.72	1.33	
120	44	65.79	0.75	0.1142	2	1.29	15	16.29	31.85	7.58	1.50	9.08	1.54	12	120.00	1.70	0.08	0.85	0.040	0.045	0.61	0.62	1.27	
44	43	93.11	0.75	0.3036	2	2.06	15	17.06	31.20	19.75	1.50	21.25	0.59	12	74.28	1.05	0.29	0.76	0.066	0.094	0.39	0.24	0.79	
43	42	66.47	0.75	0.4596	2	1.48	15	16.48	31.69	30.37	1.50	31.87	0.4	12	61.16	0.87	0.52	0.75	0.082	0.142	0.33	0.11	0.64	
42	41	108.15	0.75	0.7397	2	1.78	15	16.78	31.43	48.48	1.77	50.24	0.64	12	77.36	1.09	0.65	1.01	0.087	0.173	0.55	0.26	0.78	
41	40	82.00	0.75	0.9538	2	1.22	15	16.22	31.92	63.47	2.27	65.74	0.68	12	79.74	1.13	0.82	1.12	0.091	0.230	0.62	0.28	0.75	
40	39	8.10	0.75	0.9731	2	0.11	15	15.11	32.94	66.82	2.32	69.14	0.92	12	92.75	1.31	0.75	1.27	0.089	0.203	0.82	0.37	0.90	
39	38	45.44	0.75	1.0919	2	0.81	15	15.81	32.28	73.49	2.60	76.09	0.43	12	63.41	0.90	1.20	0.94	0.000	0.000	0.00	0.17	Q>QII	
38	37	86.03	0.75	1.3112	2	2.19	15	17.19	31.10	85.01	3.13	88.14	0.21	12	44.31	0.63	1.99	0.65	0.000	0.000	0.00	0.08	Q>QII	
37	36	96.23	0.75	1.5597	2	1.35	15	16.35	31.80	103.41	3.72	107.13	0.69	12	80.33	1.14	1.33	1.19	0.000	0.000	0.00	0.28	Q>QII	
36	E4																							
186	187	73.00	0.75	0.1438	2	2.47	15	17.47	30.88	9.26	1.50	10.76	0.29	10	32.02	0.65	0.34	0.49	0.059	0.087	0.17	0.08	0.53	

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

COMPROBACION DE DISEÑO  
PROYECTADO

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
DISEÑO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
187	188	36.00	0.75	0.1961	2	0.32	15	15.32	32.73	13.38	1.50	14.88	9.42	10	182.52	3.72	0.08	1.86	0.033	0.038	3.12	3.18	3.06
209	194	30.00	0.75	0.1138	2	0.95	15	15.95	32.15	7.63	1.50	9.13	0.37	8	19.95	0.64	0.46	0.53	0.053	0.086	0.19	0.09	0.57
186	194	36.00	0.75	0.0523	2	1.05	15	16.05	32.07	3.50	1.50	5.00	0.77	8	28.78	0.92	0.17	0.57	0.036	0.046	0.28	0.17	0.86
194	188	73.00	0.75	0.2707	2	0.80	15	15.80	32.29	18.22	1.50	19.72	4.18	10	121.58	2.48	0.16	1.52	0.044	0.055	1.84	1.41	2.06
188	189	36.00	0.75	0.5191	2	0.26	15	15.26	32.79	35.49	1.50	36.99	8.5	10	173.38	3.53	0.21	2.35	0.049	0.065	4.14	2.87	2.95
209	210	46.00	0.75	0.0701	2	1.61	15	16.61	31.58	4.62	1.50	6.12	0.39	8	20.48	0.65	0.30	0.48	0.045	0.064	0.17	0.09	0.60
210	195	59.00	0.75	0.1468	2	1.90	15	16.90	31.33	9.59	1.50	11.09	0.29	8	17.66	0.56	0.63	0.52	0.057	0.112	0.17	0.07	0.49
194	195	36.00	0.75	0.0794	2	0.74	15	15.74	32.34	5.35	1.50	6.85	1.61	8	41.62	1.32	0.16	0.81	0.035	0.044	0.57	0.43	1.23
195	189	73.00	0.75	0.3308	2	0.60	15	15.60	32.47	22.39	1.50	23.89	7.97	10	167.88	3.42	0.14	2.02	0.042	0.051	3.33	2.69	2.85
189	190	36.00	0.75	0.9022	2	0.22	15	15.22	32.83	61.75	1.61	63.36	8.47	12	281.43	3.98	0.23	2.71	0.061	0.082	5.14	3.43	3.02
210	211	34.00	0.75	0.056	2	1.19	15	16.19	31.94	3.73	1.50	5.23	0.44	8	21.76	0.69	0.24	0.48	0.041	0.056	0.18	0.11	0.64
211	212	16.00	0.75	0.0728	2	0.56	15	15.56	32.50	4.93	1.50	6.43	0.37	8	19.95	0.64	0.32	0.47	0.046	0.067	0.17	0.09	0.58
212	196	67.00	0.75	0.1598	2	1.90	15	16.90	31.34	10.44	1.50	11.94	0.4	8	20.74	0.66	0.58	0.59	0.056	0.104	0.23	0.10	0.59
195	196	36.00	0.75	0.1137	2	0.76	15	15.76	32.33	7.66	1.50	9.16	1.17	8	35.48	1.13	0.26	0.79	0.042	0.059	0.50	0.32	1.05
196	190	73.00	0.75	0.3781	2	0.50	15	15.50	32.56	25.67	1.50	27.17	11.95	10	205.57	4.19	0.13	2.43	0.041	0.049	4.85	4.03	3.49
190	191	36.00	0.75	1.3326	2	0.22	15	15.22	32.82	91.20	2.57	93.77	6.5	14	371.89	3.87	0.25	2.69	0.073	0.100	4.75	3.07	2.71
212	213	57.00	0.75	0.0293	2	1.44	15	16.44	31.72	1.94	1.50	3.44	1.49	8	40.04	1.27	0.09	0.66	0.028	0.032	0.41	0.32	1.17
213	197	22.00	0.75	0.0753	2	0.78	15	15.78	32.31	5.07	1.50	6.57	0.36	8	19.68	0.63	0.33	0.47	0.047	0.068	0.17	0.09	0.57
196	197	36.00	0.75	0.0813	2	0.72	15	15.72	32.36	5.49	1.50	6.99	1.64	8	42.00	1.34	0.17	0.84	0.036	0.046	0.59	0.44	1.25
197	191	73.00	0.75	0.2612	2	0.55	15	15.55	32.52	17.71	1.50	19.21	11.45	10	201.23	4.10	0.10	2.21	0.037	0.043	4.19	3.86	3.43
191	192	17.00	0.75	1.6199	2	0.09	15	15.09	32.95	111.28	3.18	114.46	7.7	14	404.76	4.21	0.28	3.02	0.076	0.107	5.89	3.64	2.94
197	198	36.00	0.75	0.0523	2	0.77	15	15.77	32.32	3.52	1.50	5.02	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.50	1.32
198	207	73.00	0.75	0.1569	2	0.76	15	15.76	32.33	10.58	1.50	12.08	7.45	10	162.31	3.31	0.07	1.60	0.032	0.035	2.37	2.51	2.74
206	207	16.00	0.75	0.0523	2	0.21	15	15.21	32.84	3.58	1.50	5.08	6.88	10	155.98	3.18	0.03	1.29	0.023	0.022	1.59	2.32	2.80
207	208	20.00	0.75	0.2615	2	0.20	15	15.20	32.85	17.91	1.50	19.41	5.45	10	138.83	2.83	0.14	1.67	0.042	0.051	2.28	1.84	2.35
208	192	6.00	0.75	0.2615	2	0.03	15	15.03	33.01	18.00	1.50	19.50	29.83	10	324.79	6.62	0.06	3.11	0.030	0.032	8.97	10.07	5.55
192	193	75.20	0.75	1.9349	2	0.29	15	15.29	32.76	132.17	3.93	136.10	18.16	14	621.60	6.46	0.22	4.35	0.070	0.093	12.63	8.58	4.55
198	199	36.00	0.75	0.0523	2	0.66	15	15.66	32.41	3.53	1.50	5.03	2.58	8	52.68	1.68	0.10	0.91	0.029	0.034	0.76	0.70	1.57
199	205	73.00	0.75	0.1569	2	0.98	15	15.98	32.13	10.51	1.50	12.01	3.48	10	110.94	2.26	0.11	1.24	0.038	0.045	1.32	1.17	1.88
202	205	17.00	0.75	0.0523	2	0.32	15	15.32	32.73	3.57	1.50	5.07	2.4	8	50.81	1.62	0.10	0.87	0.029	0.034	0.70	0.65	1.51
205	206	20.00	0.75	0.2615	2	0.20	15	15.20	32.84	17.91	1.50	19.41	5.2	10	135.61	2.76	0.14	1.63	0.042	0.051	2.17	1.76	2.30
206	204	75.20	0.75	0.3685	2	0.40	15	15.40	32.65	25.09	1.50	26.59	24.61	10	295.01	6.01	0.09	3.10	0.035	0.040	8.52	8.31	4.94
199	200	36.00	0.75	0.0523	2	0.77	15	15.77	32.32	3.52	1.50	5.02	1.86	8	44.73	1.42	0.11	0.78	0.030	0.036	0.56	0.50	1.32

ALCANTARILLADO SEMICOMBINADO

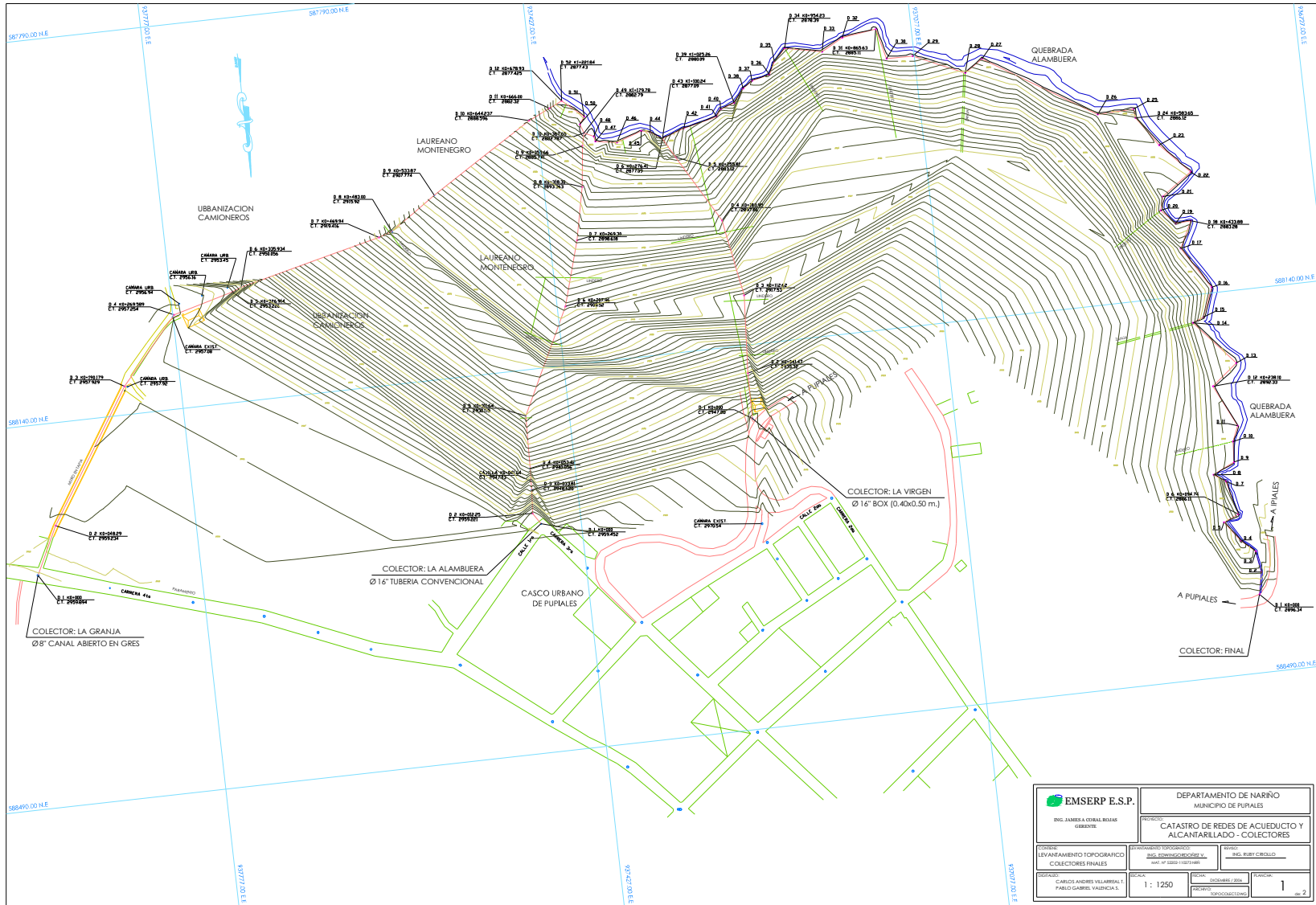
COMPROBACION DE DISEÑO  
PROYECTADO

PROYECTO Alcantarillado Pupiales  
DISEÑO Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
REVISO

Tramo		longitud	c	Area	Frec	Tr	Te	Tc	I	Q lluv	Q resi	q total	Pend	Φ	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	τ	Froud
De	A	m		m <sup>2</sup>		min			mm/h	l/s	l/s	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	
200	201	73.00	0.75	0.1046	2	1.41	15	16.41	31.75	6.92	1.50	8.42	1.68	10	77.08	1.57	0.11	0.86	0.038	0.045	0.64	0.57	1.30
201	202	18.00	0.75	0.1307	2	0.34	15	15.34	32.71	8.91	1.50	10.41	1.5	10	72.83	1.48	0.14	0.88	0.042	0.051	0.63	0.51	1.23
202	203	75.20	0.75	0.1842	2	0.55	15	15.55	32.52	12.49	1.50	13.99	15.85	10	236.75	4.82	0.06	2.27	0.030	0.032	4.76	5.35	4.05
203	204	37.00	0.75	0.2399	2	0.23	15	15.23	32.82	16.42	1.50	17.92	21.32	10	274.58	5.59	0.07	2.71	0.032	0.035	6.80	7.20	4.63
204	193	37.00	0.75	0.6641	2	0.26	15	15.26	32.79	45.40	1.59	46.99	7.49	10	162.75	3.32	0.29	2.40	0.055	0.079	4.15	2.53	2.73
193	E4	63.00	0.75	2.599	2	0.20	15	15.20	32.84	177.98	5.51	183.50	24.41	14	720.67	7.49	0.25	5.22	0.073	0.100	17.86	11.53	5.26

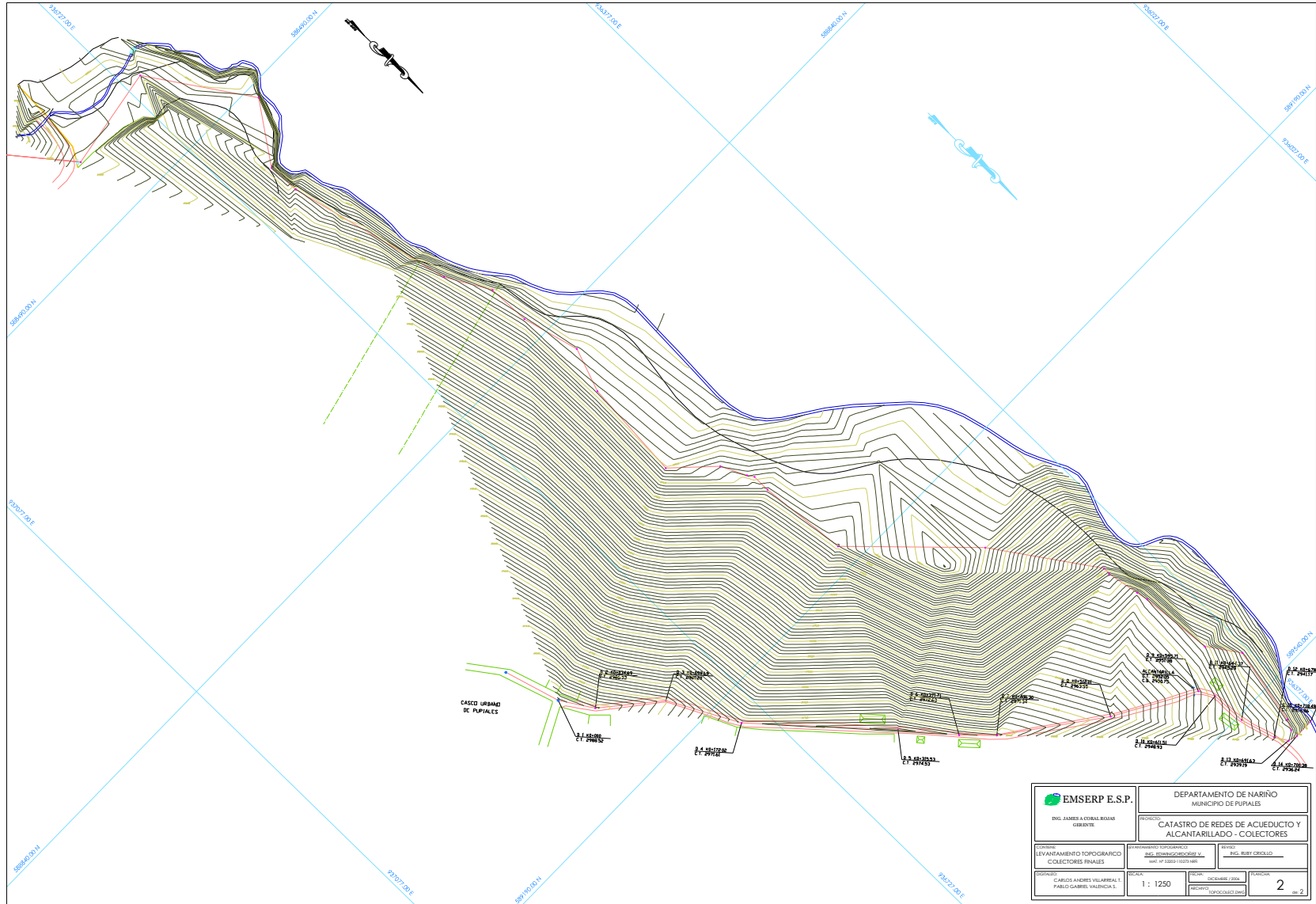
CONVERSIONES	
	FLUJO CRITICO
	ESFUERZO CORTANTE
	CAPACIDAD INSUFICIENTE

**Anexo E. Planos levantamiento topográfico**



<b>EMSERP E.S.P.</b> ING. JAMES A. CENTRAL ROSAS GERENTE		DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPIALES	
COBRE: LEVANAMIENTO TOPOGRAFICO COLECTORES FINALES		PROYECTO: CATASTRO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO - COLECTORES	
DISEÑADOR: CARLOS ANDRES VILLARREAL F. PABLO GAMBA VALENZUELA S.		INGENIERO TOPOGRAFICO: ING. EDUARDO GONZALEZ S. INGENIERO CIVIL: ING. RUBEN CIBULDO	
ESCALA: 1 : 1250		FECHA: DICIEMBRE 2024	
		FOLIO: 1 de 2	






**Anexo F. Certificado de vertimientos municipio de Pupiales**

EL SUSCRITO COORDINADOR DE LA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO "CORPONARIÑO" CENTRO AMBIENTAL SUR

HACE CONSTAR:

Que, el sector urbano del Municipio de Pupiales hasta la fecha no cuenta con el Permiso de Vertimientos de aguas residuales, las cuales son descargadas sin previo tratamiento a la fuente de agua de uso público denominada "QUEBRADA ALAMBUERA".

Dada en Ipiales, a los diecinueve (19) días del mes de enero del año Dos Mil Siete (2007).

  
LUIS CHAMORRO GUERRERO

Proyectó: Florencia Velasco Mejía  
Difundió: Martha Reyes

Recibe: Carlos Andrés Villareal Tapia.  
EMSERP. E.S.P. Pupiales

**Anexo G. Cantidad muestra simple requerida para una muestra compuesta**

**Colector Alambuera (5 de octubre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
6	0,083	2933,029	245
9	0,111	2933,029	324
13	0,069	2933,029	202
16	0,078	2933,029	229
Total	0,341		1000
Promedio	0,0852		

**Colector La Virgen (5 de octubre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7	5,044	46,428	234
10	4,651	46,428	216
14	6,983	46,428	324
17	4,861	46,428	226
Total	21,539		1000
Promedio	5,3846		

**Colector San Juan Chiquito (5 de octubre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7:30	7,320	43,351	317
10:30	4,659	43,351	202
14:30	4,730	43,351	205
17:30	6,359	43,351	276
Total	23,068		1000
Promedio	5,7669		

**Colector La Granja (5 de octubre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
8:20	1,892	177,091	335
11:20	2,028	177,091	359
15:20	0,833	177,091	148
18:20	0,893	177,091	158
Total	5,647		1000
Promedio	1,4117		

**Colector Alambuera (2 de noviembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
6	0,078	3337,672	260
9	0,082	3337,672	273
13	0,063	3337,672	211
16	0,077	3337,672	256
Total	0,2996		1000
Promedio	0,0749		

**Colector La Virgen (2 de noviembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7	6,337	37,582	238
10	6,398	37,582	240
14	7,242	37,582	273
17	6,631	37,582	249
Total	26,609		1000
Promedio	6,6521		

**Colector San Juan Chiquito (2 de noviembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7:30	5,549	37,797	210
10:30	7,236	37,797	273
14:30	7,242	37,797	274
17:30	6,431	37,797	243
Total	26,457		1000
Promedio	6,6143		

**Colector La Granja (2 de noviembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
8:20	1,575	209,455	330
11:20	1,750	209,455	367
15:20	0,713	209,455	149
18:20	0,737	209,455	154
Total	4,774		1000
Promedio	1,1936		

**Colector Alambuera (5 de diciembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
6	0,113	3264,713	368
9	0,023	3264,713	74
13	0,066	3264,713	215
16	0,105	3264,713	343
Total	0,3063		1000
Promedio	0,0766		

**Colector La Virgen (5 de diciembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7	6,814	32,229	220
10	7,861	32,229	253
14	9,032	32,229	291
17	7,320	32,229	236
Total	31,028		1000
Promedio	7,7569		

**Colector San Juan Chiquito (5 de diciembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
7:30	6,422	33,547	215
10:30	7,488	33,547	251
14:30	8,048	33,547	271
17:30	7,850	33,547	263
Total	29,809		1000
Promedio	7,4522		

**Colector La Granja (5 de diciembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal</b>	<b>Volumen necesario muestra simple</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta</b>
	<b>L/sg</b>	<b>ml x L/sg</b>	<b>ml</b>
8:20	1,296	132,057	170
11:20	2,254	132,057	298
15:20	2,435	132,057	322
18:20	1,588	132,057	210
Total	7,572		1000
Promedio	1,8931		

**Muestra Integrada colectores (5 de diciembre 2006)**

<b>Hora</b>	<b>Caudal L/sg</b>	<b>Volumen necesario muestra simple ml x L/sg</b>	<b>Volumen de muestra simple para 1 litro de muestra compuesta ml</b>
6	0,113	14,553	2
7	6,814	14,553	99
7:30	6,422	14,553	93
8:20	1,296	14,553	19
9	0,023	14,553	1
10	7,861	14,553	114
10:30	7,488	14,553	109
11:20	2,254	14,553	33
13	0,066	14,553	1
14	9,032	14,553	131
14:30	8,048	14,553	117
15:20	2,435	14,553	35
16	0,105	14,553	2
17	7,32	14,553	107
17:30	7,85	14,553	114
18:20	1,588	14,553	23
<b>Total</b>	<b>68,715</b>		<b>1000</b>
<b>Promedio</b>	<b>4,295</b>		



**Anexo H. Informes de laboratorio de la caracterización y aforos**



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

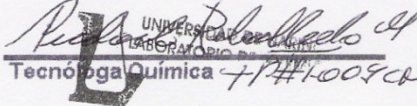
Teléfono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha: Octubre 9 del 2006 Analisis No. LAQ-06-548-551  
 Solicitante Pablo Gabriel Valencia Nit. C.C X N° 5.269.929  
 Direccion \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
 Tipo de muestra Agua Residual Compuesta  
 Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial  
 Sitio de Muestreo: Alcantarillado Casco Urbano Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Octubre 5 del 2006  
 Observaciones \_\_\_\_\_

PARAMETRO	RESULTADO			
	M1	M2	M3	M4
pH	7,49	7,00	5,51	5,54
Oxígeno Disuelto mg/L	2,2	3,0	3,1	0,13
Sólidos Totales mg/L	848	1142	2075	2878
Sólidos Suspendidos mg/L	303	511	862	673
Sólidos Sedimentables ml/L-h	9,0	4,5	5,0	2,5
Grasas y Aceites mg/L	86,6	99,4	288,8	155,4
Nitrógeno mg/L	78,4	63,7	95,2	93,1
Fósforo mg/L	285	235	523	980
DBO5	359	542	496	1200
DQO	569	936	898	1765
UFC Coliformes Totales/100ml	28 X 10 ex 6	86 X 10 ex 6	42 X 10 ex 6	58 X 10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml	692 X 10 ex 6	18 X 10 ex 6	63 X 10 ex 6	31 X 10 ex 6

**IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS**

- M1** Colector Alambuera
- M2** Colector La Virgen
- M3** Colector San Juan Chiquito
- M4** Colector La Granja

  
 UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 LABORATORIO DE QUIMICA  
 Tecnóloga Química 73114005CB  
 TECNICO

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176



UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
SECCION DE LABORATORIOS




LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha: Octubre 9 del 2006 Analisis No. LAQ-06-552 - 556  
 Solicitante Pablo Gabriel Valencia Nit. C.C X N° 5.269.929  
 Direccion \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
 Tipo de muestra Quebrada Alambuera.- Municipio de Pupiales  
 Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial  
 Sitio de Muestreo: Casco Urbano Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Octubre 5 del 2006  
 Observaciones \_\_\_\_\_

PARAMETRO	RESULTADO				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
pH	7.52	7.28	7.45	7.28	6.65
Oxígeno Disuelto mg/L	6.93	7.0	7.47	5.73	2.33
Sólidos Totales mg/L	158	137	153	302	488
Sólidos Suspendidos mg/L	7	16	4	75	141
Sólidos Sedimentables ml/L-h	ND	0.1	ND	0.7	1.0
Grasas y Aceites mg/L	4.6	9.2	5.3	20.2	37.2
Nitrógeno mg/L	ND	ND	ND	10.5	15.4
Fósforo mg/L	12.5	41.5	34.0	44.8	95
DBO <sub>5</sub>	31.6	32.1	30.2	134	410
DQO	46.1	49.2	47.4	189	514
UFC Coliformes Totales/100ml	190	16 X 10 ex 3	5 X 10 ex 3	27 X 10 ex 6	260 X 10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml	360	198 X 10 ex 3	72 X 10 ex 3	10 X 10 ex 6	12 X 10 ex 6

  
 Universidad de Nariño  
 Laboratorio de Química  
 Tecnología Química TP-N° 1-009 CNQ  
 TÉCNICO

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315860 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176





**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

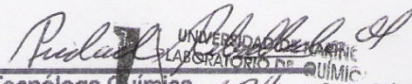
Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha: Noviembre 17 del 2006 Analisis No. LAQ-06-834 - 837  
 Solicitante Pablo Gabriel Valencia Nit. C.C X N° 5.289.929  
 Direccion \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
 Tipo de muestra Agua Residual Compuesta  
 Analisis Solicitado Fisicoquimico Parcial  
 Sitio de Muestreo: Alcantarillado Municipal.-Casco Urbano Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Noviembre 2 del 2006  
 Observaciones \_\_\_\_\_

PARAMETRO	RESULTADO			
	M1	M2	M3	M4
pH	8.43	6.30	5.23	5.90
Oxígeno Disuelto mg/L	0.0	0.0	0.0	0.0
Sólidos Totales mg/L	1073	1946	3104	1917
Sólidos Suspendedos mg/L	292	718	1270	621
Sólidos Sedimentables ml/L-h	7.0	14.0	8.5	3.0
Grasas y Aceites mg/L	78.4	149.2	278.8	86
Nitrógeno mg/L	144.2	100.8	152.6	93.8
Fósforo mg/L	180	447	104	545
DBO5	553	2427	3534	3000
DQO	6274	2988	4056	3689
UFC Coliformes Totales/100ml	98 X 10 ex 6	234 X 10 ex 6	84 X 10 ex 6	60 X 10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml	124 X 10 ex 6	57 X 10 ex 6	47 X 10 ex 6	38 X 10 ex 6

**IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS**

- M1 Colector Alambuera
- M2 Colector La Virgen
- M3 Colector San Juan Chiquito
- M4 Colector La Granja

  
 UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 LABORATORIO DE QUIMICA  
 Tecnóloga Química FRANCISCA GARCIA  
 TECNICA

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria-Torobajo - Teléfonos 7315860 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha: Noviembre 17 del 2006 Analisis No. LAQ-06-838- 642  
 Solicitante Pablo Gabriel Valencia Nit. C.C X N° 5.269.929  
 Direccion \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
 Tipo de muestra Agua Cruda  
 Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial  
 Sitio de Muestreo: Quebrada Alambuera.- Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Nov. 2 del 2006  
 Observaciones \_\_\_\_\_

PARAMETRO	RESULTADO				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
pH	7.54	8.02	7.93	6.92	5.73
Oxígeno Disuelto mg/L	6.66	6.93	6.53	5.33	1.53
Sólidos Totales mg/L	223	214	212	402	951
Sólidos Suspendidos mg/L	62	50	45	127	276
Sólidos Sedimentables ml/L-h	ND	ND	ND	0.4	1.3
Grasas y Aceites mg/L	98	13.8	10.2	26	97
Nitrógeno mg/L	1.4	ND	1.5	10.5	25.2
Fósforo mg/L	30	40.	43	73	205
DBOs	16	17.3	17.0	239	810
DQO	19.9	22.4	20.1	270	1160
UFC Coliformes Totales/100ml	1140	6800	7900	218 X 10 ex 4	103 X 10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml	560	10600	12800	244 X 10 ex 4	21 X 10 ex 6

  
 UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 LABORATORIO DE QUIMICA  
 Tecnóloga Química #1009000  
 TÉCNIC@

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315860 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176





**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha:            Diciembre 18 del 2006      Analisis No.            LAQ-06-761 a 765  
 Solicitante            Pablo Gabriel Valencia      Nit.            C.C X N° 5.269.929  
 Direccion                 Tel.             
 Tipo de muestra            Agua Residual Compuesta  
 Analisis Solicitado            Fisicoquímico Parcial  
 Sitio de Muestreo:            Alcantarillado Municipal.-Casco Urbano Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis)            Diciembre 6 del 2006  
 Observaciones           

PARAMETRO	RESULTADO				
	M1	M2	M3	M4	M5
pH	8.80	6.80	6.32	5.08	6.33
Sólidos Totales mg/L	1551	1268	1602	7023	1149
Sólidos Suspendidos mg/L	600	430	458	765	478
Sólidos Sedimentables ml/L-h	10,0	10,0	5,0	2,1	4
Grasas y Aceites mg/L	108.2	198.4	230.2	196.4	150.6
Nitrógeno mg/L	162.4	91.2	78.6	145.6	58.8
Fósforo mg/L	43	34	27	118	18.7
DBO5	693	1000	1345	1357	1013
DQO	1594	1199	2150	2230	1780
UFC Coliformes Totales/100ml	43 X 10 ex 7	122 X 10 ex 7	61 X 10 ex 7	18 X 10 ex 7	
UFC Echerichia Coli/100ml	12 X 10 ex 7	44 X 10 ex 7	7 X 10 ex 7	7 X 10 ex 7	

**IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS**

- M1    Colector Alambuera
- M2    Colector La Virgen
- M3    Colector San Juan Chiquito
- M4    Colector La Granja
- M5    Muestra Integrada Colectores

UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 LABORATORIO DE QUIMICA  
 Tecnóloga Química      H.F. 10091009  
 TÉCNICA

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7316850 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1175 y 1176



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**  
**SECCION DE LABORATORIOS**



**LABORATORIO DE QUIMICA**

Teléfono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

Fecha: \_\_\_\_\_ Diciembre 18 del 2006      Analisis No. \_ LAQ-06-666 670  
 Solicitante \_ Pablo Gabriel Valencia      Nit. C.C X N° 5.269.929  
 Direccion \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
 Tipo de muestra      Agua Cruda  
 Analisis Solicitado \_\_\_\_\_ Fisicoquímico Parcial  
 Sitio de Muestreo:      Quebrada Alambuera.- Municipio de Pupiales  
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis)      Diciembre 6 del 2006  
 Observaciones \_\_\_\_\_

PARAMETRO	RESULTADO				
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
pH	7.32	7.54	7.48	7.19	6.53
Oxígeno Disuelto mg/L	7.6	7.3	7.1	6.1	2.3
Sólidos Totales mg/L	196	180	165	281	563
Sólidos Suspendidos mg/L	49	41	15	115	217
Sólidos Sedimentables ml/L-h	ND	ND	ND	0.9	1.6
Grasas y Aceites mg/L	8.9	8.4	9.4	33.2	41.4
Nitrógeno mg/L	2.2	ND	ND	15.4	40.6
Fósforo mg/L	22	18	40	97	212
DBO5	7,0	4,3	10,0	239	810
DQO	12,2	9,6	20,1	322	406
UFC Coliformes Totales/100ml	1000	19000	5200	19 X 10 ex 7	175 X 10 ex 7
UFC Echerichia Coli/100ml	510	5200	1200	22 X 10 ex 7	28 X 10 ex 7

  
 Piedad Paballo  
 Universidad de Nariño  
 Laboratorio de Química  
 Tecnóloga Química  
 +57 410090000  
 TÉCNICO

*Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia*

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315860 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1178



San Juan de Pasto, Octubre 12 de 2005

Señor:  
PABLO GABRIEL VALENCIA SANCHEZ  
Pasto

### REPORTE DE CAUDALES

MEDICIÓN REALIZADA POR: Personal Universidad Mariana  
METODO: Aforo volumétrico - micromolinete tipo  
SEBA No. M1-1536  
MEDICION REALIZADA: Octubre 4 de 2006

Municipio: Pupiales - Nariño  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
Sitio de muestreo: La Concordia  
Coordenadas:  $N 0^{\circ} 51' 52.9''$ ;  $W 77^{\circ} 38' 18.5''$

Tabla 1. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. La Concordia

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área (m <sup>2</sup> ) □	Área (m <sup>2</sup> ) Δ	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.25	41	0.215	0.125	-	0.026875
1.0	0.18	39	0.205	0.09	0.0175	0.0220375
1.5	0.20	81	0.413	0.09	0.005	0.030235
					TOTAL (Lps)	88.18





# UNIVERSIDAD MARIANA

NIT. 800.092.198-5

Municipio: Pupiales - Nariño  
 Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
 Sitio de muestreo: Salida Espino  
 Coordenadas: N 0° 52' 50.6"; W 77° 39' 06.6"

Tabla 2. Afono con molinete SEBA No. M1-1536. Salida Espino

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área □	Área Δ	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.18	40	0.255	0.09	-	0.02205
1.0	0.15	40	0.240	0.075	0.0075	0.0198
1.10	0.13	40	0.210	0.013	0.001	0.00204
					TOTAL (Lps)	45.60

Municipio: Pupiales - Nariño.  
 Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
 Sitio de muestreo: Botadero salida box culvert  
 Coordenadas: N 0° 52' 09.7"; W 77° 38' 44.7"

Tabla 3. Afono con molinete SEBA No. M1-1536. Tramo botadero salida box culvert

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área □	Área Δ	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.2	35	0.185	0.1	-	0.0185
1.10	0.22	38	0.200	0.12	0.006	0.0252
1.50	0.18	30	0.161	0.072	0.008	0.01288
					TOTAL (Lps)	56.58

Cordialmente,



I.S.A. JAIME E. CALPA QUINTERO  
 Profesional laboratorio bienes y servicios  
 Universidad Mariana



UNIVERSIDAD MARIANA

NIT. 800.092.198-5

ILAB-498

San Juan de Pasto, Noviembre 17 de 2005

Señor:  
PABLO GABRIEL VALENCIA SANCHEZ  
Pasto

### REPORTE DE CAUDALES

MEDICIÓN REALIZADA POR: Personal Universidad Mariana  
METODO: Aforo volumétrico - micromolinete tipo  
SEBA No. M1-1536  
MEDICION REALIZADA: Octubre 4 de 2006

Municipio: Pupiales - Nariño  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
Sitio de muestreo: La Concordia  
Coordenadas: N 0° 51' 52.9"; W 77° 38' 18.5"

Tabla 1. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. La Concordia

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Area (m <sup>2</sup> ) □	Area (m <sup>2</sup> ) Δ	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.08	72	0.368	0.04	0.025	0.02302
1.0	0.18	105	0.535	0.04	0.025	0.034775
1.5	0.15	96	0.480	0.075	0.0075	0.0403425
					TOTAL (Lps)	99.0375





# UNIVERSIDAD MARIANA

NIT. 800.092.198-5

Municipio: Pupiales – Nariño  
 Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
 Sitio de muestreo: Salida Espino  
 Coordenadas:  $N 0^{\circ} 52' 50.6''$ ;  $W 77^{\circ} 39' 00.6''$

Tabla 2. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Salida Espino

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.10	48	0.250	0.095	0.0125	0.026875
1.0	0.12	34	0.180	0.06	0.0175	0.01305
1.3	0.11	24	0.131	0.033	0.0015	0.0045105
					TOTAL (Lps)	45.34

Municipio: Pupiales – Nariño.  
 Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
 Sitio de muestreo: Botadero salida box culvert  
 Coordenadas:  $N 0^{\circ} 52' 09.7''$ ;  $W 77^{\circ} 38' 44.7''$

Tabla 3. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Tramo botadero salida box culvert

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.12	58	0.299	0.06	0.02	0.02302
1.0	0.10	67	0.344	0.05	0.005	0.01802
1.4	0.08	48	0.250	0.032	0.004	0.009
					TOTAL (Lps)	51.84

Municipio: Pupiales – Nariño.  
 Lugar de muestreo: Quebrada Alambuena  
 Sitio de muestreo: Botadero

Tabla 4. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Tramo botadero

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.16	64	0.329	0.08	-	0.02632
1.0	0.08	66	0.339	0.04	0.02	0.02034
1.1	0.05	50	0.260	0.005	0.0015	0.00169
					TOTAL (Lps)	48.35



# UNIVERSIDAD MARIANA

NIT. 800.092.198-5

ILAB-514

San Juan de Pasto, Diciembre 14 de 2005

Señor:  
PABLO GABRIEL VALENCIA SANCHEZ  
Pasto

## REPORTE DE CAUDALES

MEDICIÓN REALIZADA POR: Personal Universidad Mariana  
METODO: Aforo volumétrico - micromolinete tipo  
SEBA No. M1-1536  
MEDICION REALIZADA: Diciembre 5 de 2006

Municipio: Pupiales - Nariño  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuera  
Sitio de muestreo: La Concordia  
Coordenadas: N 0° 51' 52.9"; W 77° 38' 18.5"

Tabla 1. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. La Concordia

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área (m <sup>2</sup> ) □	Área (m <sup>2</sup> ) Δ	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.18	94	0.479	0.09	0.0125	0.049098
1.0	0.15	126	0.643	0.075	0.0075	0.053048
1.3	0.20	128	0.653	0.045	0.0075	0.034283
					TOTAL (Lps)	136.4





# UNIVERSIDAD MARIANA

NIT. 800.092.198-5

Municipio: Dupiales - Nariño  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuera  
Sitio de muestreo: Salida Espino  
Coordenadas:  $N 0^{\circ} 52' 50.6''$ ;  $W 77^{\circ} 39' 00.6''$

Tabla 2. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Salida Espino

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.10	58	0.290	0.075	0.01	0.025415
1.0	0.15	47	0.245	0.075	0.01	0.020825
1.3	0.12	43	0.225	0.036	0.0045	0.0091125
TOTAL (Lps)						55.35

Municipio: Dupiales - Nariño.  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuera  
Sitio de muestreo: Botadero salida box culvert  
Coordenadas:  $N 0^{\circ} 52' 09.7''$ ;  $W 77^{\circ} 38' 44.7''$

Tabla 3. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Tramo botadero salida box culvert

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.22	30	0.205	0.09	0.01	0.0205
1.0	0.18	47	0.245	0.09	0.01	0.0245
1.45	0.15	46	0.240	0.0675	0.00675	0.01782
TOTAL (Lps)						62.82

Municipio: Dupiales - Nariño.  
Lugar de muestreo: Quebrada Alambuera  
Sitio de muestreo: Botadero  
Coordenadas:  $N 0^{\circ} 52' 03.6''$ ;  $W 77^{\circ} 38' 42''$

Tabla 4. Aforo con molinete SEBA No. M1-1536. Tramo botadero

Dist. (m)	Prof. (m)	RPM	Vel. (m/s)	Área $\square$	Área $\Delta$	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.5	0.15	69	0.354	0.075	-	0.02655
1.0	0.10	71	0.363	0.05	0.0125	0.0226875
TOTAL (Lps)						49.24

**Anexo I. Cálculo hidráulico interceptor**

EMISARIO FINAL PUPIALES																									
DISEÑO EMISARIO FINAL MUNICIPIO DE PUPIALES										DISEÑO REVISO															
DISEÑO HIDRAULICO										Pablo Valencia y Carlos Villarreal															
Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	∅	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caída	Profundidad		Vol.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s		real	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	tramo	Inicial	Final	Exc.
1	2	K0+000	K0+16.32	16.32	2951.38	2948.50	5.54	11.5	8	111.32	3.54	0.05	1.59	0.022	0.023	2.59	3.34	2949.38	2947.50	2949.18	2947.30	1.88	2.20	1.20	19.46
2	3	K0+16.32	K0+67.26	50.94	2948.50	2948.80	5.54	0.5	8	22.98	0.73	0.24	0.50	0.041	0.056	0.20	0.68	2947.45	2947.20	2947.25	2947.00	0.25	1.25	1.80	54.49
3	4	K0+67.26	K0+118.20	50.94	2948.80	2947.50	5.54	1.5	8	39.80	1.27	0.14	0.75	0.033	0.041	0.49	1.18	2947.15	2946.40	2946.95	2946.20	0.75	1.85	1.30	56.28
4	5	K0+118.20	K0+143.60	35.40	2947.50	2946.00	5.54	3.8	8	64.05	2.04	0.09	1.05	0.028	0.032	1.06	1.87	2946.35	2945.00	2946.15	2944.80	1.35	1.35	1.20	31.67
5	6	K0+143.60	K0+159.76	16.16	2946.00	2944.30	5.54	10.2	8	104.79	3.34	0.05	1.50	0.022	0.023	2.29	3.15	2944.95	2943.30	2944.75	2943.10	1.65	1.25	1.20	13.90
6	7	K0+159.76	K0+220.23	60.47	2944.30	2942.05	5.54	3.6	8	62.56	1.99	0.09	1.03	0.028	0.032	1.01	1.83	2943.25	2941.05	2943.05	2940.85	2.20	1.25	1.20	51.99
7	8	K0+220.23	K0+280.70	60.47	2942.05	2940.00	5.54	3.3	8	59.65	1.90	0.09	0.98	0.028	0.032	0.92	1.74	2941.00	2939.00	2940.80	2938.80	2.00	1.25	1.20	51.99
8	9	K0+280.70	K0+335.52	54.82	2940.00	2935.00	5.54	9.0	8	98.55	3.14	0.06	1.47	0.024	0.026	2.17	2.94	2938.95	2934.00	2938.75	2933.80	4.95	1.25	1.20	47.13
9	10	K0+335.52	K0+413.51	77.98	2935.00	2930.00	5.54	6.3	8	82.63	2.63	0.07	1.28	0.026	0.028	1.62	2.43	2933.95	2929.00	2933.75	2928.80	4.95	1.25	1.20	67.04
10	11	K0+413.51	K0+447.70	34.19	2930.00	2927.00	5.54	8.6	8	96.34	3.07	0.06	1.44	0.024	0.026	2.07	2.88	2928.95	2926.00	2928.75	2925.80	2.95	1.25	1.20	29.40
11	12	K0+447.70	K0+529.71	82.01	2927.00	2925.00	5.54	2.4	8	50.58	1.61	0.11	0.89	0.030	0.036	0.72	1.49	2925.95	2924.00	2925.75	2923.80	1.95	1.25	1.20	70.50
12	13	K0+529.71	K0+622.44	92.74	2925.00	2919.90	5.54	6.7	8	85.15	2.71	0.07	1.31	0.026	0.028	1.72	2.51	2923.95	2917.70	2923.75	2917.50	6.25	1.25	2.40	118.68
13	14	K0+622.44	K0+701.93	79.49	2919.90	2919.40	5.54	0.4	8	21.76	0.69	0.25	0.48	0.042	0.057	0.18	0.64	2917.65	2917.30	2917.45	2917.10	0.35	2.45	2.30	132.32
14	15	K0+701.93	K0+781.41	79.49	2919.40	2917.60	5.54	0.8	8	29.66	0.94	0.19	0.61	0.037	0.049	0.31	0.89	2917.25	2916.60	2917.05	2916.40	0.65	2.35	1.20	98.94
15	16	K0+781.41	K0+860.92	79.51	2917.60	2914.15	5.54	4.3	8	67.82	2.16	0.08	1.08	0.027	0.030	1.13	1.98	2916.55	2913.15	2916.35	2912.95	3.40	1.25	1.20	68.36
16	17	K0+860.92	K0+940.43	79.51	2914.15	2910.80	5.54	4.2	8	66.82	2.13	0.08	1.06	0.027	0.030	1.10	1.95	2913.10	2909.80	2912.90	2909.60	3.30	1.25	1.20	68.36
17	18	K0+940.43	K1+014.67	74.25	2910.80	2910.15	5.54	0.8	8	29.48	0.94	0.19	0.61	0.037	0.049	0.30	0.88	2909.75	2909.15	2909.55	2908.95	0.60	1.25	1.20	63.83
18	19	K1+014.67	K1+088.92	74.25	2910.15	2908.60	5.54	2.0	8	46.62	1.48	0.12	0.84	0.032	0.038	0.64	1.38	2909.10	2907.60	2908.90	2907.40	1.50	1.25	1.20	63.83
19	20	K1+088.92	K1+146.50	57.58	2908.60	2905.80	5.54	4.8	8	71.68	2.28	0.08	1.14	0.027	0.030	1.27	2.10	2907.55	2904.80	2907.35	2904.60	2.75	1.25	1.20	49.50
20	21	K1+146.50	K1+204.07	57.58	2905.80	2904.00	5.54	3.0	8	57.18	1.82	0.10	0.98	0.029	0.034	0.89	1.70	2904.75	2903.00	2904.55	2902.80	1.75	1.25	1.20	49.50
21	22	K1+204.07	K1+256.68	52.61	2904.00	2899.80	5.54	7.9	8	92.12	2.93	0.06	1.38	0.024	0.026	1.90	2.75	2902.95	2898.80	2902.75	2898.60	4.15	1.25	1.20	45.23
22	23	K1+256.68	K1+353.97	97.29	2899.80	2899.80	5.54	0.4	8	21.03	0.67	0.26	0.47	0.042	0.059	0.17	0.62	2897.80	2897.40	2897.60	2897.20	0.40	2.20	2.60	163.66
23	24	K1+353.97	K1+410.59	56.62	2899.80	2899.10	5.54	0.8	8	29.24	0.93	0.19	0.60	0.037	0.049	0.30	0.87	2897.35	2896.90	2897.15	2896.70	0.45	2.65	2.40	100.21
24	25	K1+410.59	K1+504.33	93.74	2899.10	2898.85	5.54	0.3	8	18.56	0.59	0.30	0.43	0.045	0.064	0.14	0.54	2896.85	2896.55	2896.65	2896.35	0.30	2.45	2.50	162.61
25	26	K1+504.33	K1+560.61	56.28	2898.85	2898.90	5.54	0.4	8	19.55	0.62	0.28	0.45	0.044	0.061	0.16	0.57	2896.50	2896.30	2896.30	2896.10	0.20	2.55	2.80	105.52
26	27	K1+560.61	K1+643.46	82.84	2898.90	2898.50	5.54	0.4	8	21.32	0.68	0.26	0.48	0.042	0.059	0.18	0.63	2896.25	2895.90	2896.05	2895.70	0.35	2.85	2.80	164.01
27	28	K1+643.46	K1+697.84	54.39	2898.50	2898.40	5.54	0.4	8	19.89	0.63	0.28	0.45	0.044	0.061	0.16	0.58	2895.85	2895.65	2895.65	2895.45	0.20	2.85	2.95	110.53
28	29	K1+697.84	K1+744.59	46.75	2898.40	2898.00	5.54	0.4	8	21.45	0.68	0.26	0.48	0.042	0.059	0.18	0.63	2895.60	2895.40	2895.40	2895.20	0.20	3.00	2.80	95.00
29	30	K1+744.59	K1+783.41	38.82	2898.00	2897.80	5.54	0.4	8	20.39	0.65	0.27	0.46	0.043	0.060	0.17	0.60	2895.35	2895.20	2895.15	2895.00	0.15	2.85	2.80	76.84
30	31	K1+783.41	K1+838.46	55.06	2897.80	2897.10	5.54	0.5	8	22.10	0.70	0.25	0.49	0.042	0.057	0.19	0.65	2895.15	2894.90	2894.95	2894.70	0.25	2.85	2.40	101.29
31	32	K1+838.46	K1+867.90	29.44	2897.10	2896.98	5.54	0.6	8	24.92	0.79	0.22	0.53	0.040	0.053	0.23	0.74	2894.85	2894.68	2894.65	2894.48	0.17	2.45	2.50	51.07
32	33	K1+867.90	K1+963.37	95.47	2896.98	2896.40	5.54	0.3	8	19.28	0.61	0.29	0.44	0.044	0.063	0.15	0.57	2894.63	2894.30	2894.43	2894.10	0.33	2.55	2.30	162.27
33	34	K1+963.37	K2+004.45	41.08	2896.40	2896.10	5.54	0.4	8	19.82	0.63	0.28	0.45	0.044	0.061	0.16	0.58	2894.25	2894.10	2894.05	2893.90	0.15	2.35	2.20	65.52
34	35	K2+004.45	K2+057.80	53.36	2896.10	2895.10	5.54	0.5	8	22.45	0.71	0.25	0.50	0.042	0.057	0.20	0.66	2894.05	2893.80	2893.85	2893.60	0.25	2.25	1.50	70.16
35	36	K2+057.80	K2+111.18	53.36	2895.10	2895.00	5.54	0.5	8	22.45	0.71	0.25	0.50	0.042	0.057	0.20	0.66	2893.75	2893.50	2893.55	2893.30	0.25	1.55	1.70	60.82
36	37	K2+111.18	K2+176.76	65.58	2895.00	2894.40	645.10	1.1	24	652.24	2.31	0.99	2.40	0.179	0.759	2.01	0.88	2893.50	2892.76	2892.89	2892.15	0.74	2.11	2.25	142.94
37	38	K2+176.76	K2+231.39	54.63	2894.40	2894.00	645.10	1.7	24	792.49	2.80	0.81	2.78	0.181	0.452	3.01	1.32	2892.71	2891.80	2892.10	2891.19	0.91	2.30	2.81	139.55
38	39	K2+231.39	K2+315.47	84.09	2894.00	2892.00	955.82	2.6	24	993.16	3.51	0.96	3.63	0.180	0.662	4.70	1.43	2891.75	2889.55	2891.14	2888.94	2.20	2.86	3.06	248.87
39	ptar	K2+315.47			2892.00		1214.82		24									2889.50		2888.89			3.11		

Total m<sup>3</sup> excavación 3273.26

EMISARIO FINAL PUPIALES																									
DISEÑO EMISARIO FINAL MUNICIPIO DE PUPIALES CHEQUEO											DISEÑO REVISO Pablo Valencia y Carlos Villarreal														
Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	∅	QII	VII	q/QII	v	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caida tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s		m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+16.32	16.32	2951.38	2948.50	4.53	11.5	8	111.32	3.54	0.04	1.51	0.021	0.020	2.36	3.37	2949.38	2947.50	2949.18	2947.30	1.88	2.20	1.20	19.46
2	3	K0+16.32	K0+67.26	50.94	2948.50	2948.80	4.53	0.5	8	22.98	0.73	0.20	0.48	0.038	0.050	0.19	0.68	2947.45	2947.20	2947.25	2947.00	0.25	1.25	1.80	54.49
3	4	K0+67.26	K0+118.20	50.94	2948.80	2947.50	4.53	1.5	8	39.80	1.27	0.11	0.70	0.030	0.036	0.45	1.18	2947.15	2946.40	2946.95	2946.20	0.75	1.85	1.30	56.28
4	5	K0+118.20	K0+143.60	35.40	2947.50	2946.00	4.53	3.8	8	64.05	2.04	0.07	0.99	0.026	0.028	0.97	1.89	2946.35	2945.00	2946.15	2944.80	1.35	1.35	1.20	31.67
5	6	K0+143.60	K0+159.76	16.16	2946.00	2944.30	4.53	10.2	8	104.79	3.34	0.04	1.42	0.021	0.020	2.09	3.17	2944.95	2943.30	2944.75	2943.10	1.65	1.25	1.20	13.90
6	7	K0+159.76	K0+220.23	60.47	2944.30	2942.05	4.53	3.6	8	62.56	1.99	0.07	0.97	0.026	0.028	0.93	1.84	2943.25	2941.05	2943.05	2940.85	2.20	1.25	1.20	51.99
7	8	K0+220.23	K0+280.70	60.47	2942.05	2940.00	4.53	3.3	8	59.65	1.90	0.08	0.95	0.027	0.030	0.88	1.74	2941.00	2939.00	2940.80	2938.80	2.00	1.25	1.20	51.99
8	9	K0+280.70	K0+335.52	54.82	2940.00	2935.00	4.53	9.0	8	98.55	3.14	0.05	1.41	0.022	0.023	2.03	2.96	2938.95	2934.00	2938.75	2933.80	4.95	1.25	1.20	47.13
9	10	K0+335.52	K0+413.51	77.98	2935.00	2930.00	4.53	6.3	8	82.63	2.63	0.05	1.18	0.022	0.023	1.43	2.48	2933.95	2929.00	2933.75	2928.80	4.95	1.25	1.20	67.04
10	11	K0+413.51	K0+447.70	34.19	2930.00	2927.00	4.53	8.6	8	96.34	3.07	0.05	1.38	0.022	0.023	1.94	2.89	2928.95	2926.00	2928.75	2925.80	2.95	1.25	1.20	29.40
11	12	K0+447.70	K0+529.71	82.01	2927.00	2925.00	4.53	2.4	8	50.58	1.61	0.09	0.83	0.028	0.032	0.66	1.48	2925.95	2924.00	2925.75	2923.80	1.95	1.25	1.20	70.50
12	13	K0+529.71	K0+622.44	92.74	2925.00	2919.90	4.53	6.7	8	85.15	2.71	0.05	1.22	0.022	0.023	1.51	2.56	2923.95	2917.70	2923.75	2917.50	6.25	1.25	2.40	118.68
13	14	K0+622.44	K0+701.93	79.49	2919.90	2919.40	4.53	0.4	8	21.76	0.69	0.21	0.46	0.039	0.052	0.17	0.65	2917.65	2917.30	2917.45	2917.10	0.35	2.45	2.30	132.32
14	15	K0+701.93	K0+781.41	79.49	2919.40	2917.60	4.53	0.8	8	29.66	0.94	0.15	0.57	0.034	0.043	0.28	0.88	2917.25	2916.60	2917.05	2916.40	0.65	2.35	1.20	98.94
15	16	K0+781.41	K0+860.92	79.51	2917.60	2914.15	4.53	4.3	8	67.82	2.16	0.07	1.05	0.026	0.028	1.09	2.00	2916.55	2913.15	2916.35	2912.95	3.40	1.25	1.20	68.36
16	17	K0+860.92	K0+940.43	79.51	2914.15	2910.80	4.53	4.2	8	66.82	2.13	0.07	1.03	0.026	0.028	1.06	1.97	2913.10	2909.80	2912.90	2909.60	3.30	1.25	1.20	68.36
17	18	K0+940.43	K1+014.67	74.25	2910.80	2910.15	4.53	0.8	8	29.48	0.94	0.15	0.56	0.034	0.043	0.28	0.87	2909.75	2909.15	2909.55	2908.95	0.60	1.25	1.20	63.83
18	19	K1+014.67	K1+088.92	74.25	2910.15	2908.60	4.53	2.0	8	46.62	1.48	0.10	0.80	0.029	0.034	0.59	1.39	2909.10	2907.60	2908.90	2907.40	1.50	1.25	1.20	63.83
19	20	K1+088.92	K1+146.50	57.58	2908.60	2905.80	4.53	4.8	8	71.68	2.28	0.06	1.07	0.024	0.026	1.15	2.14	2907.55	2904.80	2907.35	2904.60	2.75	1.25	1.20	49.50
20	21	K1+146.50	K1+204.07	57.58	2905.80	2904.00	4.53	3.0	8	57.18	1.82	0.08	0.91	0.027	0.030	0.81	1.67	2904.75	2903.00	2904.55	2902.80	1.75	1.25	1.20	49.50
21	22	K1+204.07	K1+256.68	52.61	2904.00	2899.80	4.53	7.9	8	92.12	2.93	0.05	1.32	0.022	0.023	1.77	2.77	2902.95	2898.80	2902.75	2898.60	4.15	1.25	1.20	45.23
22	23	K1+256.68	K1+353.97	97.29	2899.80	2899.80	4.53	0.4	8	21.03	0.67	0.22	0.45	0.040	0.053	0.16	0.62	2897.80	2897.40	2897.60	2897.20	0.40	2.20	2.60	163.66
23	24	K1+353.97	K1+410.59	56.62	2899.80	2899.10	4.53	0.8	8	29.24	0.93	0.15	0.56	0.034	0.043	0.27	0.86	2897.35	2896.90	2897.15	2896.70	0.45	2.65	2.40	100.21
24	25	K1+410.59	K1+504.33	93.74	2899.10	2898.85	4.53	0.3	8	18.56	0.59	0.24	0.41	0.041	0.056	0.13	0.55	2896.85	2896.55	2896.65	2896.35	0.30	2.45	2.50	162.61
25	26	K1+504.33	K1+560.61	56.28	2898.85	2898.90	4.53	0.4	8	19.55	0.62	0.23	0.42	0.040	0.055	0.14	0.58	2896.50	2896.30	2896.30	2896.10	0.20	2.55	2.80	105.52
26	27	K1+560.61	K1+643.46	82.84	2898.90	2898.50	4.53	0.4	8	21.32	0.68	0.21	0.45	0.039	0.052	0.16	0.63	2896.25	2895.90	2896.05	2895.70	0.35	2.85	2.80	164.01
27	28	K1+643.46	K1+697.84	54.39	2898.50	2898.40	4.53	0.4	8	19.89	0.63	0.23	0.43	0.040	0.055	0.15	0.59	2895.85	2895.65	2895.65	2895.45	0.20	2.85	2.95	110.53
28	29	K1+697.84	K1+744.59	46.75	2898.40	2898.00	4.53	0.4	8	21.45	0.68	0.21	0.45	0.039	0.052	0.17	0.64	2895.60	2895.40	2895.40	2895.20	0.20	3.00	2.80	95.00
29	30	K1+744.59	K1+783.41	38.82	2898.00	2897.80	4.53	0.4	8	20.39	0.65	0.22	0.44	0.040	0.053	0.15	0.60	2895.35	2895.20	2895.15	2895.00	0.15	2.85	2.80	76.84
30	31	K1+783.41	K1+838.46	55.06	2897.80	2897.10	4.53	0.5	8	22.10	0.70	0.20	0.46	0.038	0.050	0.17	0.66	2895.15	2894.90	2894.95	2894.70	0.25	2.85	2.40	101.29
31	32	K1+838.46	K1+867.90	29.44	2897.10	2896.98	4.53	0.6	8	24.92	0.79	0.18	0.50	0.036	0.047	0.21	0.74	2894.85	2894.68	2894.65	2894.48	0.17	2.45	2.50	51.07
32	33	K1+867.90	K1+963.37	95.47	2896.98	2896.40	4.53	0.3	8	19.28	0.61	0.23	0.42	0.040	0.055	0.14	0.57	2894.63	2894.30	2894.43	2894.10	0.33	2.55	2.30	162.27
33	34	K1+963.37	K2+004.45	41.08	2896.40	2896.10	4.53	0.4	8	19.82	0.63	0.23	0.43	0.040	0.055	0.15	0.59	2894.25	2894.10	2894.05	2893.90	0.15	2.35	2.20	65.52
34	35	K2+004.45	K2+057.80	53.36	2896.10	2895.10	4.53	0.5	8	22.45	0.71	0.20	0.47	0.038	0.050	0.18	0.67	2894.05	2893.80	2893.85	2893.60	0.25	2.25	1.50	70.16
35	36	K2+057.80	K2+111.18	53.36	2895.10	2895.00	4.53	0.5	8	22.45	0.71	0.20	0.47	0.038	0.050	0.18	0.67	2893.75	2893.50	2893.55	2893.30	0.25	1.55	1.70	60.82
36	37	K2+111.18	K2+176.76	65.58	2895.00	2894.40	64.51	1.1	24	652.24	2.31	0.10	1.25	0.088	0.102	0.99	1.25	2893.50	2892.76	2892.89	2892.15	0.74	2.11	2.25	142.94
37	38	K2+176.76	K2+231.39	54.63	2894.40	2894.00	64.51	1.7	24	792.49	2.80	0.08	1.40	0.080	0.091	1.32	1.49	2892.71	2891.80	2892.10	2891.19	0.91	2.30	2.81	139.55
38	39	K2+231.39	K2+315.47	84.09	2894.00	2892.00	95.58	2.6	24	993.16	3.51	0.10	1.90	0.088	0.102	2.30	1.90	2891.75	2889.55	2891.14	2888.94	2.20	2.86	3.06	248.87
39	ptar	K2+315.47			2892.00		121.48		24									2889.50		2888.89					

Total m<sup>3</sup> excavación 3273.26



**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR LA VIRGEN  
DISEÑO HIDRAULICO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	∅	QII	VII	v real	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caída tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+25,74	25.74	2947.28	2940.50	639.55	8.3	20	1087.82	5.54	4.99	0.142	0.263	11.74	3.10	2941.63	2939.50	2941.12	2938.99	2.14	6.16	1.51	69.05
2	3	K0+25,74	K0+41,48	15.74	2940.50	2935.32	639.55	8.4	20	1095.72	5.58	4.99	0.141	0.259	11.88	3.13	2935.65	2934.32	2935.14	2933.81	1.33	5.36	1.51	37.81
3	4	K0+41,48	K0+56,48	15.00	2935.32	2931.32	639.55	8.3	20	1090.54	5.55	5.00	0.142	0.263	11.80	3.11	2931.57	2930.32	2931.06	2929.81	1.25	4.26	1.51	30.27
4	5	K0+56,48	K0+67,30	10.82	2931.32	2927.02	639.55	8.3	20	1087.57	5.54	4.99	0.142	0.263	11.74	3.10	2926.92	2926.02	2926.41	2925.51	0.90	4.91	1.51	24.29
5	6	K0+67,30	K0+79,94	12.64	2927.02	2921.77	639.55	8.3	20	1088.82	5.55	4.99	0.142	0.263	11.77	3.11	2921.82	2920.77	2921.31	2920.26	1.05	5.71	1.51	31.92
6	7	K0+79,94	K0+112,58	32.64	2921.77	2917.53	639.55	6.9	20	988.59	5.03	4.67	0.144	0.288	9.90	2.78	2916.77	2914.53	2916.26	2914.03	2.24	5.51	3.51	103.00
7	8	K0+112,58	K0+129,58	17.00	2917.53	2912.20	639.55	8.4	20	1097.32	5.59	5.00	0.141	0.259	11.92	3.14	2912.63	2911.20	2912.13	2910.69	1.44	5.41	1.51	41.15
8	9	K0+129,58	K0+147,08	17.50	2912.20	2906.85	639.55	8.3	20	1085.24	5.53	4.97	0.142	0.263	11.69	3.10	2907.30	2905.85	2906.79	2905.34	1.45	5.41	1.51	42.36
9	10	K0+147,08	K0+166,63	19.55	2906.85	2900.45	639.55	8.4	20	1096.85	5.59	5.00	0.141	0.259	11.91	3.14	2901.10	2899.45	2900.59	2898.94	1.65	6.26	1.51	53.15
10	11	K0+166,63	K0+183,91	17.28	2900.45	2897.86	639.55	8.3	20	1089.53	5.55	4.99	0.142	0.263	11.78	3.11	2898.30	2896.86	2897.79	2896.36	1.44	2.66	1.51	25.20
11	36	K0+183,91	K0+200,97	17.06	2897.86	2895.00	639.55	8.0	20	1067.33	5.44	4.92	0.142	0.267	11.35	3.04	2895.36	2894.00	2894.86	2893.49	1.36	3.01	1.51	26.97

**Total m<sup>3</sup> excavación**      485.17

**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR LA VIRGEN  
CHEQUEO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	φ	QII	VII	v	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caída	Profundidad		Vol.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	Exc.
1	2	K0+000	K0+25,74	25.74	2947.28	2940.50	30.77	8.3	20	1087.82	5.54	2.24	0.046	0.043	3.84	3.45	2941.63	2939.50	2941.12	2938.99	2.14	6.16	1.51	69.05
2	3	K0+25,74	K0+41,48	15.74	2940.50	2935.32	30.77	8.4	20	1095.72	5.58	2.26	0.046	0.043	3.89	3.48	2935.65	2934.32	2935.14	2933.81	1.33	5.36	1.51	37.81
3	4	K0+41,48	K0+56,48	15.00	2935.32	2931.32	30.77	8.3	20	1090.54	5.55	2.25	0.046	0.043	3.86	3.46	2931.57	2930.32	2931.06	2929.81	1.25	4.26	1.51	30.27
4	5	K0+56,48	K0+67,30	10.82	2931.32	2927.02	30.77	8.3	20	1087.57	5.54	2.24	0.046	0.043	3.84	3.45	2926.92	2926.02	2926.41	2925.51	0.90	4.91	1.51	24.29
5	6	K0+67,30	K0+79,94	12.64	2927.02	2921.77	30.77	8.3	20	1088.82	5.55	2.25	0.046	0.043	3.85	3.46	2921.82	2920.77	2921.31	2920.26	1.05	5.71	1.51	31.92
6	7	K0+79,94	K0+112,58	32.64	2921.77	2917.53	30.77	6.9	20	988.93	5.04	2.04	0.046	0.043	3.17	3.14	2916.77	2914.53	2916.26	2914.02	2.24	5.51	3.51	103.00
7	8	K0+112,58	K0+129,58	17.00	2917.53	2912.20	30.77	8.4	20	1096.74	5.59	2.26	0.046	0.043	3.90	3.48	2912.63	2911.20	2912.12	2910.69	1.43	5.41	1.51	41.15
8	9	K0+129,58	K0+147,08	17.50	2912.20	2906.85	30.77	8.3	20	1085.24	5.53	2.24	0.046	0.043	3.82	3.45	2907.30	2905.85	2906.79	2905.34	1.45	5.41	1.51	42.36
9	10	K0+147,08	K0+166,63	19.55	2906.85	2900.45	30.77	8.4	20	1096.85	5.59	2.26	0.046	0.043	3.90	3.48	2901.10	2899.45	2900.59	2898.94	1.65	6.26	1.51	53.15
10	11	K0+166,63	K0+183,91	17.28	2900.45	2897.86	30.77	8.3	20	1089.53	5.55	2.25	0.046	0.043	3.85	3.46	2898.30	2896.86	2897.79	2896.36	1.44	2.66	1.51	25.20
11	12	K0+183,91	K0+200,97	17.06	2897.86	2895.00	30.77	8.0	20	1067.33	5.44	2.20	0.046	0.043	3.70	3.39	2895.36	2894.00	2894.86	2893.49	1.36	3.01	1.51	26.97

**Total m<sup>3</sup> excavación** 485.17

**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR SAN JUAN CHIQUITO**  
**DISEÑO HIDRAULICO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	φ	QII	VII	v	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caida tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+12,25	12.25	2959.45	2959.22	302.44	15.4	18	1117.25	7.02	4.99	0.097	0.135	14.86	4.33	2957.10	2955.22	2956.64	2954.76	1.88	2.81	4.46	31.14
2	3	K0+12,25	K0+23,03	10.78	2959.22	2954.57	302.44	14.9	18	1099.42	6.91	4.96	0.098	0.138	14.62	4.26	2955.17	2953.57	2954.71	2953.11	1.60	4.51	1.46	22.50
3	4	K0+23,03	K0+33,81	10.78	2954.57	2948.63	302.44	15.2	18	1112.21	6.99	4.97	0.097	0.135	14.72	4.31	2949.27	2947.63	2948.81	2947.17	1.64	5.76	1.46	27.22
4	5	K0+33,81	K0+41,64	7.83	2948.63	2947.03	302.44	15.3	18	1115.82	7.02	4.98	0.097	0.135	14.82	4.33	2947.23	2946.03	2946.77	2945.57	1.20	1.86	1.46	9.09
5	6	K0+41,64	K0+53,41	11.77	2947.03	2940.86	302.44	15.1	18	1106.22	6.96	4.94	0.097	0.135	14.57	4.29	2941.63	2939.86	2941.17	2939.40	1.77	5.86	1.46	30.13
6	7	K0+53,41	K0+78,40	24.99	2940.86	2934.27	310.72	15.1	18	1109.41	6.98	5.00	0.098	0.138	14.89	4.30	2937.06	2933.27	2936.60	2932.81	3.78	4.26	1.46	49.98
7	8	K0+78,40	K0+101,63	23.23	2934.27	2930.12	310.72	14.9	18	1099.80	6.92	4.96	0.098	0.138	14.63	4.26	2932.57	2929.12	2932.11	2928.66	3.46	2.16	1.46	29.39
8	9	K0+101,63	K0+139,18	37.55	2930.12	2926.00	310.72	10.8	18	938.00	5.90	4.42	0.105	0.153	11.34	3.61	2929.07	2925.00	2928.61	2924.54	4.06	1.51	1.46	38.96
9	10	K0+139,18	K0+164,88	25.69	2926.00	2917.00	310.72	15.0	18	1103.61	6.94	4.98	0.098	0.138	14.73	4.27	2919.85	2916.00	2919.39	2915.54	3.85	6.61	1.46	72.52
10	11	K0+164,88	K0+207,95	43.07	2917.00	2908.52	310.72	13.2	18	1035.40	6.51	4.75	0.101	0.144	13.29	3.99	2913.20	2907.52	2912.74	2907.06	5.68	4.26	1.46	86.14
11	12	K0+207,95	K0+269,30	61.35	2908.52	2898.62	310.72	15.0	18	1104.22	6.94	4.98	0.098	0.138	14.75	4.28	2906.82	2897.62	2906.36	2897.16	9.20	2.16	1.46	77.60
12	38	K0+269,30	K0+312,36	43.06	2898.62	2894.00	310.72	10.6	18	928.63	5.84	4.38	0.105	0.153	11.11	3.57	2897.57	2893.00	2897.11	2892.54	4.57	1.51	1.46	44.67

**Total m<sup>3</sup> excavación**      519.36

**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR SAN JUAN CHIQUITO  
CHEQUEO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	Ø	QII	VII	v real	Rh	H	τ	NF	Cota clave		Cota batea		Caída tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+12,25	12.25	2959.45	2959.22	12.45	15.4	20	1479.69	7.54	2.20	0.030	0.021	4.59	4.91	2957.10	2955.22	2956.59	2954.71	1.88	2.86	4.51	31.58
2	3	K0+12,25	K0+23,03	10.78	2959.22	2954.57	12.45	14.9	20	1456.08	7.42	2.17	0.030	0.021	4.44	4.83	2955.17	2953.57	2954.66	2953.06	1.60	4.56	1.51	22.89
3	4	K0+23,03	K0+33,81	10.78	2954.57	2948.63	12.45	15.2	20	1473.01	7.50	2.19	0.030	0.021	4.55	4.88	2949.27	2947.63	2948.76	2947.12	1.64	5.81	1.51	27.60
4	5	K0+33,81	K0+41,64	7.83	2948.63	2947.03	12.45	15.3	20	1477.80	7.53	2.20	0.030	0.021	4.58	4.90	2947.23	2946.03	2946.72	2945.52	1.20	1.91	1.51	9.37
5	6	K0+41,64	K0+53,41	11.77	2947.03	2940.86	12.45	15.1	20	1465.08	7.46	2.18	0.030	0.021	4.50	4.86	2941.63	2939.86	2941.12	2939.35	1.77	5.91	1.51	30.54
6	7	K0+53,41	K0+78,40	24.99	2940.86	2934.27	15.30	15.1	20	1469.31	7.48	2.19	0.030	0.021	4.52	4.87	2937.06	2933.27	2936.55	2932.76	3.78	4.31	1.51	50.87
7	8	K0+78,40	K0+101,63	23.23	2934.27	2930.12	15.30	14.9	20	1456.58	7.42	2.17	0.030	0.021	4.45	4.83	2932.57	2929.12	2932.06	2928.61	3.46	2.21	1.51	30.22
8	9	K0+101,63	K0+139,18	37.55	2930.12	2926.00	15.30	10.8	20	1242.29	6.33	1.85	0.030	0.021	3.23	4.12	2929.07	2925.00	2928.56	2924.49	4.06	1.56	1.51	40.30
9	10	K0+139,18	K0+164,88	25.69	2926.00	2917.00	15.30	15.0	20	1461.62	7.44	2.17	0.030	0.021	4.48	4.85	2919.85	2916.00	2919.34	2915.49	3.85	6.66	1.51	73.44
10	11	K0+164,88	K0+207,95	43.07	2917.00	2908.52	15.30	13.2	20	1371.29	6.98	2.04	0.030	0.021	3.94	4.55	2913.20	2907.52	2912.69	2907.01	5.68	4.31	1.51	87.67
11	12	K0+207,95	K0+269,30	61.35	2908.52	2898.62	15.30	15.0	20	1462.43	7.45	2.17	0.030	0.021	4.48	4.85	2906.82	2897.62	2906.31	2897.11	9.20	2.21	1.51	79.79
12	38	K0+269,30	K0+312,36	43.06	2898.62	2894.00	15.30	10.6	20	1229.88	6.26	1.83	0.030	0.021	3.17	4.08	2897.57	2893.00	2897.06	2892.49	4.57	1.56	1.51	46.21

Total m<sup>3</sup> excavación      530.46

**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR LA GRANJA  
DISEÑO HIDRAULICO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	φ	QII	VII	v real	Rh	H	τ	F	Cota clave		Cota batea		Caída tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+48,28	48.28	2959.89	2959.23	74.03	0.3	16	118.42	0.94	0.87	0.115	0.224	0.37	0.58	2957.89	2957.73	2957.48	2957.33	0.16	2.41	1.91	72.88
2	3	K0+48,28	K0+100,68	52.40	2959.23	2958.23	74.03	1.2	16	231.85	1.85	1.37	0.092	0.134	1.14	1.20	2957.68	2957.03	2957.28	2956.63	0.65	1.96	1.61	65.35
3	4	K0+100,68	K0+190,16	89.48	2958.23	2957.93	74.03	0.3	16	121.47	0.97	0.88	0.114	0.217	0.39	0.60	2956.98	2956.68	2956.58	2956.27	0.30	1.66	1.66	103.75
4	5	K0+190,16	K0+269,57	79.41	2957.93	2957.25	74.03	1.1	16	216.73	1.72	1.30	0.094	0.139	1.02	1.12	2956.63	2955.77	2956.22	2955.36	0.86	1.71	1.89	99.86
5	6	K0+269,57	K0+326,90	57.33	2957.25	2953.23	74.03	6.4	16	528.35	4.20	2.48	0.067	0.082	4.30	2.77	2955.72	2952.03	2955.31	2951.62	3.69	1.94	1.61	71.09
6	7	K0+326,90	K0+356,4	29.50	2953.23	2943.01	74.03	34.5	16	1222.58	9.73	4.57	0.048	0.051	16.58	6.45	2951.98	2941.81	2951.57	2941.41	10.17	1.66	1.61	33.69
7	8	K0+356,4	K0+379,61	23.21	2943.01	2937.78	74.03	22.3	16	984.08	7.83	3.92	0.053	0.060	11.83	5.09	2941.76	2936.58	2941.36	2936.17	5.18	1.66	1.61	26.51
8	9	K0+379,61	K0+422,80	43.19	2937.78	2928.63	258.21	16.6	16	847.46	6.74	4.92	0.090	0.128	14.84	4.39	2934.78	2927.63	2934.37	2927.22	7.15	3.41	1.41	72.75
9	10	K0+422,80	K0+469,93	47.13	2928.63	2919.42	258.21	17.0	16	858.49	6.83	4.99	0.090	0.128	15.23	4.44	2926.43	2918.42	2926.02	2918.01	8.01	2.61	1.41	66.19
10	11	K0+469,93	K0+482,99	13.06	2919.42	2915.92	258.21	16.8	16	854.63	6.80	4.96	0.090	0.128	15.09	4.42	2917.12	2914.92	2916.71	2914.51	2.20	2.71	1.41	18.80
11	12	K0+482,99	K0+533,86	50.87	2915.92	2907.77	258.21	15.9	16	831.06	6.61	4.87	0.091	0.131	14.44	4.30	2914.87	2906.77	2914.46	2906.36	8.10	1.46	1.41	50.97
12	39	K0+533,86	K0+621,90	88.04	2907.77	2892.00	258.21	17.0	16	858.74	6.83	4.99	0.090	0.128	15.23	4.44	2905.97	2891.00	2905.56	2890.59	14.97	2.21	1.41	111.33

**Total m<sup>3</sup> excavación** 793.16

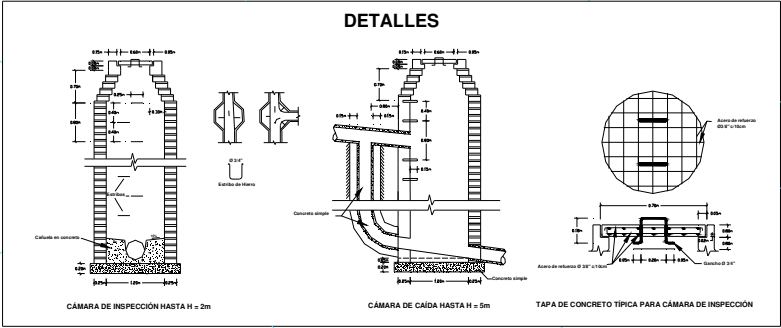
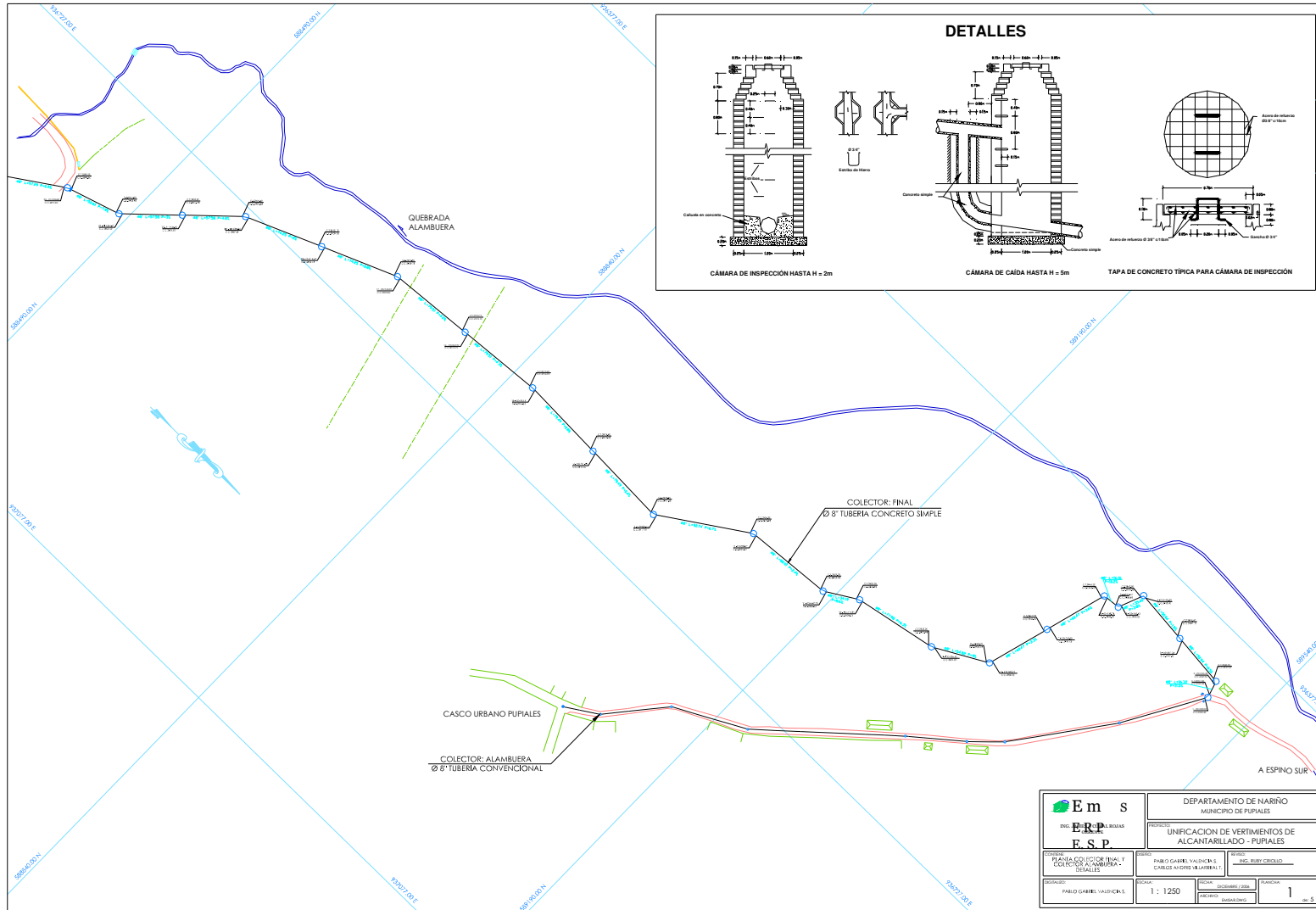
**EMISARIO FINAL PUPIALES**

**DISEÑO COLECTOR LA GRANJA  
CHEQUEO**

**DISEÑO** Pablo Valencia y Carlos Villarreal  
**REVISO** \_\_\_\_\_

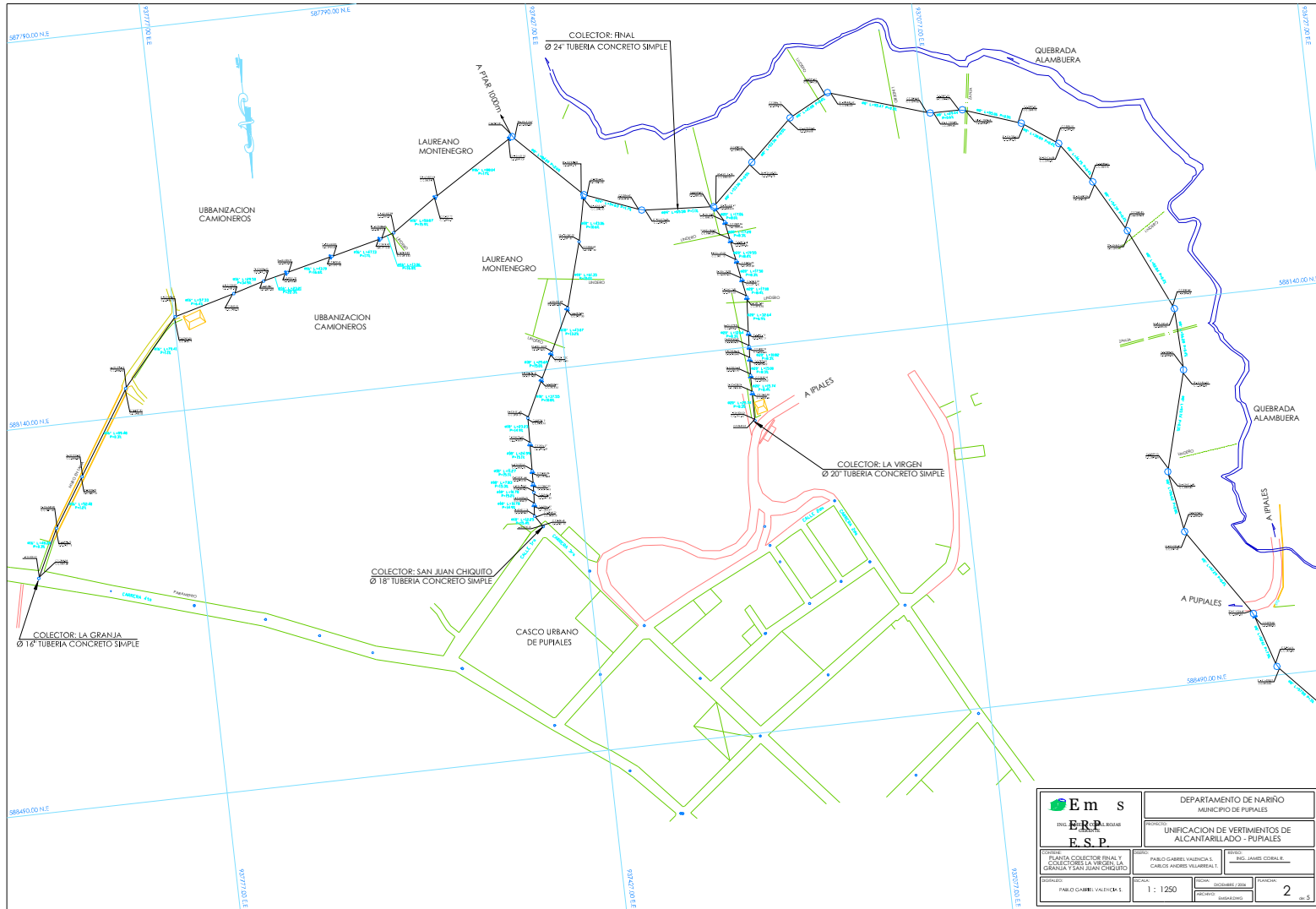
Tramo		Abscisas		L	Cota terreno		Q	P	Ø	QII	VII	v real	Rh	H	τ	F	Cota clave		Cota batea		Caida tramo	Profundidad Zanja (m)		Vol. Exc.
De	A	Inicial	Final	m	Inicial	Final	l/s	%	"	l/s	m/s	m/s	m	m	kg/m <sup>2</sup>		Inicial	Final	Inicial	Final	m	Inicial	Final	m <sup>3</sup>
1	2	K0+000	K0+48,28	48.28	2959.89	2959.23	7.40	0.3	16	118.42	0.94	0.44	0.048	0.051	0.16	0.62	2957.89	2957.73	2957.48	2957.33	0.16	2.41	1.91	72.88
2	3	K0+48,28	K0+100,68	52.40	2959.23	2958.23	7.40	1.2	16	231.85	1.85	0.75	0.037	0.034	0.46	1.29	2957.68	2957.03	2957.28	2956.63	0.65	1.96	1.61	65.35
3	4	K0+100,68	K0+190,16	89.48	2958.23	2957.93	7.40	0.3	16	121.47	0.97	0.45	0.048	0.051	0.16	0.64	2956.98	2956.68	2956.58	2956.27	0.30	1.66	1.66	103.75
4	5	K0+190,16	K0+269,57	79.41	2957.93	2957.25	7.40	1.1	16	216.73	1.72	0.70	0.037	0.034	0.40	1.20	2956.63	2955.77	2956.22	2955.36	0.86	1.71	1.89	99.86
5	6	K0+269,57	K0+326,90	57.33	2957.25	2953.23	7.40	6.4	16	528.35	4.20	1.23	0.024	0.016	1.54	3.06	2955.72	2952.03	2955.31	2951.62	3.69	1.94	1.61	71.09
6	7	K0+326,90	K0+356,4	29.50	2953.23	2943.01	7.40	34.5	16	1222.58	9.73	2.84	0.024	0.016	8.24	7.08	2951.98	2941.81	2951.57	2941.41	10.17	1.66	1.61	33.69
7	8	K0+356,4	K0+379,61	23.21	2943.01	2937.78	7.40	22.3	16	984.08	7.83	2.29	0.024	0.016	5.34	5.70	2941.76	2936.58	2941.36	2936.17	5.18	1.66	1.61	26.51
8	9	K0+379,61	K0+422,80	43.19	2937.78	2928.63	7.40	16.6	16	847.46	6.74	1.97	0.024	0.016	3.96	4.91	2934.78	2927.63	2934.37	2927.22	7.15	3.41	1.41	72.75
9	10	K0+422,80	K0+469,93	47.13	2928.63	2919.42	25.82	17.0	16	858.49	6.83	2.77	0.037	0.034	6.29	4.76	2926.43	2918.42	2926.02	2918.01	8.01	2.61	1.41	66.19
10	11	K0+469,93	K0+482,99	13.06	2919.42	2915.92	25.82	16.8	16	854.63	6.80	2.75	0.037	0.034	6.23	4.74	2917.12	2914.92	2916.71	2914.51	2.20	2.71	1.41	18.80
11	12	K0+482,99	K0+533,86	50.87	2915.92	2907.77	25.82	15.9	16	831.06	6.61	2.68	0.037	0.034	5.89	4.61	2914.87	2906.77	2914.46	2906.36	8.10	1.46	1.41	50.97
12	39	K0+533,86	K0+621,90	88.04	2907.77	2892.00	25.82	17.0	16	858.74	6.83	2.77	0.037	0.034	6.29	4.76	2905.97	2891.00	2905.56	2890.59	14.97	2.21	1.41	111.33
<b>Total m<sup>3</sup> excavación</b>																								<b>793.16</b>

**Anexo J. Planos interceptor final**



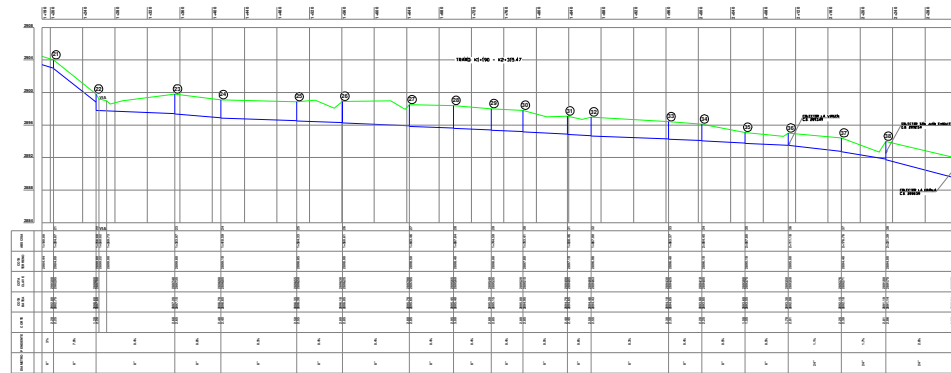
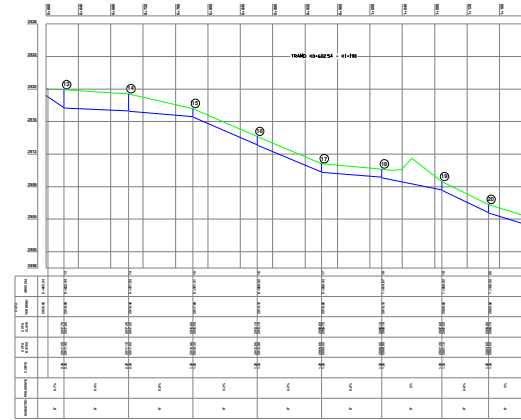
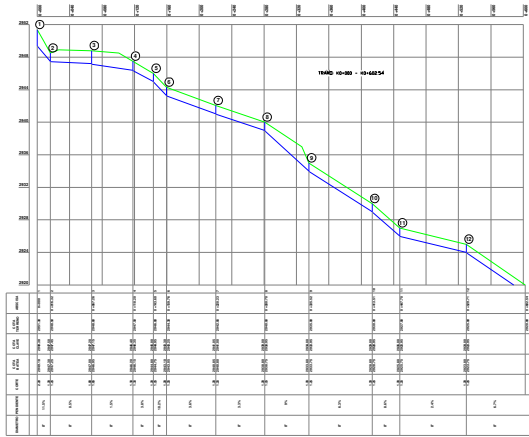
	DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPIALES	
	UNIFICACION DE VERTIENTOS DE ALCANTARILLADO - PUPIALES	
GENERAL: PLANO COLECTOR FINAL Y COLECTOR ALAMBUERA + DETALLES	DISEÑO: PABLO GABRIEL VALDERRAMA CARLOS ANDRÉS ALZOBIRAL	VERIFICADO: ING. ROBY CRÓDULO
AUTORIZADO: PABLO GABRIEL VALDERRAMA	ESCALA: 1 : 1250	FECHA: DICIEMBRE 2016 PROYECTO: ALAMBUERA
		PÁGINA: 1 DE: 5





PERFIL LONGITUDINAL EMISARIO FINAL MUNICIPIO DE PUPIALES

K0+000 - K2+315.47



MUNICIPIO DE PUPIALES  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

PROYECTO:  
UNIFICACION DE VERTIENTOS  
DE ALCANTARILLADO - PUPIALES

CONTIENE:  
PERFIL LONGITUDINAL EMISARIO FINAL  
K0+000 - K2+315.47

CONSULTOR:  
CARLOS VILLARREAL  
REVISOR:  
ING. RUBY CRIOLLO  
ASISDR

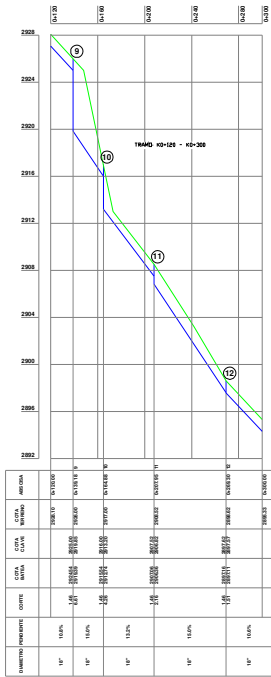
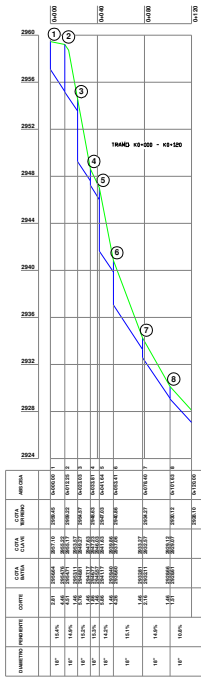
LEVANTO:  
TOP: EDWING ORDOÑEZ  
MAT # 00.3038 CP # 11  
DIGITALIZO:  
PABLO GABRIEL VALENCIA

ESCALA:  
H 1 : 2000  
V 1 : 200

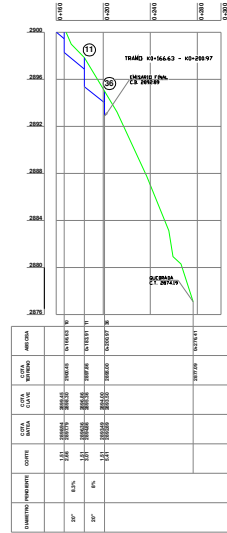
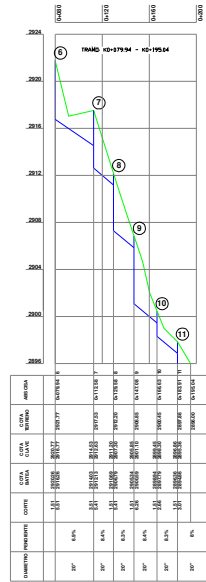
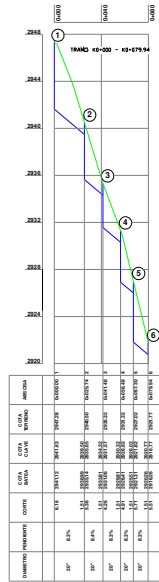
FECHA:  
FEBRERO / 2007  
ARCHIVO:  
PERFIL.DWG

PLANCHAS:  
3  
de 5

**COLECTOR SAN JUAN CHIQUITO**  
 K0+000 - K0+367.65



**COLECTOR LA VIRGEN**  
 K0+000 - K0+276.41



MUNICIPIO DE PUIPUALES  
 DEPARTAMENTO DE NARIÑO

PROYECTO:  
 UNIFICACION DE VERTIMIENTOS  
 DE ALCANTARILLADO - PUIPUALES

CONSEÑE:  
 PERFIL LONGITUDINAL LA VIRGEN  
 K0+000 - K0+200.97  
 PERFIL LONGITUDINAL SAN JUAN  
 CHIQUITO  
 K0+000 - K0+312.36

CONSULTOR:  
 CARLOS VILLARREAL  
 PABLO G. VALENCA  
 REVISOR:  
 ING. RUBY CRIOLLO  
 K000P

EVANTO:  
 TOP. EDWING ORDOÑEZ  
 MAY 17 06:33:08 C.F.T.I.  
 DISEÑADOR:  
 PABLO GABRIEL VALENCA

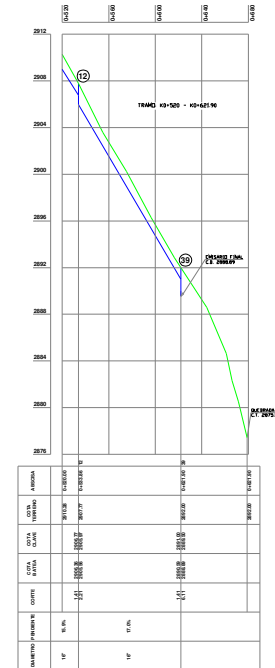
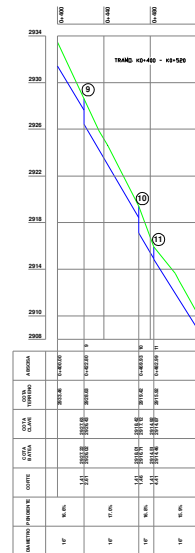
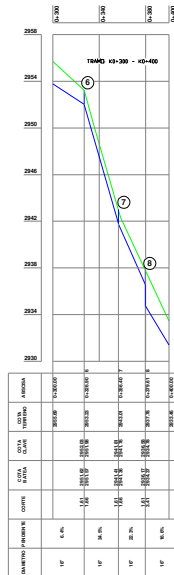
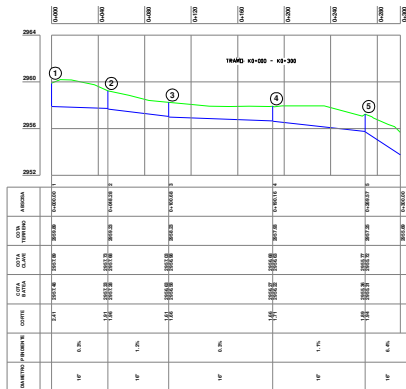
SCALA:  
 H 1 : 2000  
 V 1 : 200

FECHA:  
 FEBRERO / 2006  
 ARCHIVO:  
 PERFIL.DWG

LANCHAS:  
 4  
 de 5

COLECTOR LA GRANJA

K0+00 - K0+700



MUNICIPIO DE PUPIALES  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO

PROYECTO:  
UNIFICACION DE VERTIENTOS  
DE ALCANTARILLADO - PUPIALES

CONTIENE:  
PERFIL LONGITUDINAL LA GRANJA  
K0+00 - K0+621.90

DISEÑO:  
CARLOS VILLARREAL  
PABLO G. VALENCIA

REVISÓ:  
ING. RUBY CRICOLLO

SEÑALÓ:  
TOP: EDWING ORDOÑEZ  
MAI RP 00-338 C.P. PLT

DIGITALIZÓ:  
PABLO GABRIEL VALENCIA

ESCALA:  
H 1 : 2000  
V 1 : 200

FECHA:  
FEBRERO / 2007

ARCHIVO:  
PERFIL.DWG

PLANCHA:  
5  
de 5

**Anexo K. Análisis de precios unitarios**

DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

MUNICIPIO DE PUPIALES

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

PRECIOS DE MATERIALES PUESTOS EN OBRA.

FECHA: OCTUBRE DE 2.007

MATERIAL	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Agua	Lt.	\$ 30
Alambre de amarre	Kg.	\$ 3,900
Angulo en hierro 1 x 3/16	MI.	\$ 4,500
Arena blanca	M3.	\$ 30,000
Arena negra	M3.	\$ 30,000
Arena para lecho de secado	M3.	\$ 35,000
Cemento gris	Kg.	\$ 360.00
Cinta PVC	MI.	\$ 28,500.00
Clavos	Lb.	\$ 2,000
Codo 90° HF, diámetro 12 "	Un.	\$ 750,000
Codo 90° HF, diámetro 6 "	Un.	\$ 95,250
Estacas 40 - 50 cm	Un.	\$ 500
Grava 2" para lecho filtrante	M3.	\$ 50,000
Grava para lecho de secado	M3.	\$ 40,000
Hidrosello 8"	Un.	\$ 5,565
Hidrosello 10"	Un.	\$ 9,724
Hidrosello 12"	Un.	\$ 20,400
Hierro (promedio)	Kg.	\$ 2,600
Impermeabilizante Sika 1	Kg.	\$ 5,500
Ladrillo cuadrilongo macizo	Un.	\$ 250
Limpiador removedor 28 gr	Un.	\$ 2,000
Listones	Un.	\$ 4,950
Lubricante	Kg.	\$ 27,000
Motor para lecho de secado	Un.	\$ 1,280,000
Niple PVC 1 1/2'	Un.	\$ 1,000
Pita	MI.	\$ 20
Puntales	Un.	\$ 3,500
Soldadura eléctrica 1/8	Kg.	\$ 2,700
Soldadura líquida 1/128 gal.	Un.	\$ 3,570
Tablas cepilladas	Un.	\$ 5,000
Tapa de alfajor 1/8	Un.	\$ 15,000
Tapón PVC 4'	Un.	\$ 18,500
Tapón PVC 6'	Un.	\$ 27,500
Tee HF diámetro 12 x 12 x 12	Un.	\$ 742,500
Tee HF diámetro 6 x 6 x 6	Un.	\$ 420,000
Tee HF diámetro 12 x 6 x 12	Un.	\$ 650,000
Triturado	M3.	\$ 35,000
Tubería Novafort 8"	MI.	\$ 38,715
Tubería Novafort 10"	MI.	\$ 56,950

## PRECIOS DE MATERIALES PUESTOS EN OBRA.

FECHA: OCTUBRE DE 2.007

MATERIAL	NIDAD	VALOR UNITARIO
Tubería Novafort 12"	Ml.	\$ 80,750
Tubería PVC sanitaria 6"	Ml.	\$ 27,500
Tubería PVC sanitaria 4"	Ml.	\$ 20,250
Unidad Motriz	Un.	\$ 1,450,000
Barredora de Lodos	Un.	\$ 950,000
Unión Sanitaria 6"	Un.	\$ 21,150
Unión Sanitaria 4"	Un.	\$ 16,550
Válvula HF D = 12" de compuerta	Un.	\$ 1,525,650
Válvula HF D = 6" de compuerta	Un.	\$ 850,000
Válvula HF D = 6" Vastago ascendente sello elástico	Un.	\$ 986,350
Varengas	Un.	\$ 4,100
Yee sanitaria 6 x 4	Un.	\$ 62,500

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

#### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

#### ANALISIS DE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA

##### JORNALES DIARIOS BASICOS:

TRABAJADOR	JORNAL BASICO
Maestro	\$ 35,000
Oficial	\$ 18,000
Obrero	\$ 12,720
Topógrafo	\$ 20,000
Cadenero primero	\$ 15,000
Cadenero segundo	\$ 12,800

##### COSTO HORARIO MAQUINARIA Y EQUIPO

EQUIPO	TARIFA HORARIA
Equipo topográfico	\$ 10,000
Mezcladora 1.5 sacos	\$ 15,000
Vibrador Concreto	\$ 7,500
Vibrocompactador	\$ 60,000

**CUADRILLA TIPO B**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Oficial	1	\$ 18,000	1.70	\$ 30,600

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO B	\$ 30,600
------------------------------	-----------

**CUADRILLA TIPO C**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Obrero	1	\$ 12,720	1.70	\$ 21,624

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO C	\$ 21,624
------------------------------	-----------

**CUADRILLA TIPO D**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Maestro	1	\$ 35,000	1.70	\$ 59,500
Oficial	1	\$ 18,000	1.70	\$ 30,600

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO D	\$ 90,100
------------------------------	-----------

**CUADRILLA TIPO E**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Maestro	1	\$ 35,000	1.70	\$ 59,500
Obrero	1	\$ 12,720	1.70	\$ 21,624

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO E	\$ 81,124
------------------------------	-----------

**CUADRILLA TIPO F**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Oficial	1	\$ 18,000	1.70	\$ 30,600
Obrero	1	\$ 12,720	1.70	\$ 21,624

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO F	\$ 52,224
------------------------------	-----------

**CUADRILLA TIPO G**

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Maestro	1	\$ 18,000	1.70	\$ 30,600
Oficial	1	\$ 12,720	1.70	\$ 21,624
Obrero	3	\$ 12,720	1.70	\$ 64,872



COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO G	\$	117,096
------------------------------	----	---------

<b>CUADRILLA TIPO I</b>
-------------------------

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Maestro	1	\$ 35,000	1.70	\$ 59,500
Obrero	1	\$ 12,720	1.70	\$ 21,624

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO I	\$	81,124
------------------------------	----	--------

<b>CUADRILLA TIPO J</b>
-------------------------

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Maestro	1	\$ 35,000	1.70	\$ 59,500
Obrero	2	\$ 12,720	1.70	\$ 43,248

COSTO TOTAL CUADRILLA TIPO J	\$	102,748
------------------------------	----	---------

<b>COMISION DE TOPOGRAFIA</b>
-------------------------------

INTEGRANTES	CANTIDAD	JORNAL BASICO DIARIO	FACTOR PRESTACIONES	JORNAL TOTAL DIARIO
Topógrafo	1	\$ 20,000	1.70	\$ 34,000
Cadenero primero	1	\$ 15,000	1.70	\$ 25,500
Cadenero segundo	1	\$ 12,800	1.70	\$ 21,760

COSTO TOTAL COMISION DE TOPOGRAFIA	\$	81,260
------------------------------------	----	--------

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>CONCRETO 2000 PSI MEZCLA 1:3:5</b>	M3				<b>137,500</b>
MATERIALES					
Cemento	Kg	230	360	82,800	
Arena	M3	0.555	30,000	16,650	
Triturado	M3	0.92	35,000	32,200	
Agua	Lts.	195	30	5,850	137,500
<b>CONCRETO 3000 PSI MEZCLA 1:2:3</b>	M3				<b>180,275</b>
MATERIALES					
Cemento	Kg	350.00	360	126,000	
Arena	M3	0.555	30,000	16,650	
Triturado	M3	0.835	35,000	29,225	
Agua	Lts.	280.00	30	8,400	180,275
<b>MORTERO 1:4</b>	M3				<b>171,120</b>
MATERIALES					
Cemento	Kg	364.00	360	131,040	
Arena	M3	1.16	30,000	34,800	
Agua	Lts	176.00	30	5,280	171,120
<b>MORTERO 1:3 IMPERMEABILIZADO</b>	M3				<b>273,950</b>
MATERIALES					
Cemento	Kg	454	360	163,440	
Arena	M3	0.9	30,000	27,000	
Agua	Lts.	217	30	6,510	
Sika 1	Kg.	14	5,500	77,000	273,950
<b>FORMALETA DE MADERA</b>	M2				<b>26,825</b>
MATERIALES					
Tablas cepilladas	Un.	1.50	5,000	7,500	
Varengas	Un.	1.00	4,100	4,100	
Listones	Un.	1.50	4,950	7,425	
Puntales	Un.	2.00	3,500	7,000	
Clavos	Lb.	0.40	2,000	800	26,825
<b>1. ALIVIADERO</b>					
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	Ml.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)				541	11,353
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=20cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275.00	36,055.00	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>	M2				<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950.00	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	
Herramienta	Glb.			100	10,241
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)		0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861
<b>2. REJILLAS Y CANALETA PARSHALL</b>					
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	MI.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)				541	11,353
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>	M2				<b>60,061</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275	36,055.00	
Formaleta	M2	0.60	26,825	16,095.00	
Desperdicios (5%)				2,608	54,758
EQUIPO					
Mezcladora	DIA	0.08	15,000	1,200	1,200
MANO DE OBRA					
Cuadrilla G (1Ms+1Of+3Ob)	HH	0.26665	14,637	3,903	
Herramienta	Glb.			200	4,103

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>	M2				<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950.00	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,140.50	10,141	
Herramienta	Glb.			100	10,241
<b>REJILLA GRUESA 0.4 x 0.4 m</b>	UN				<b>60,360</b>
MATERIALES					
Angulo en hierro 1 x 3/16	ML	1.60	4,500	7,200	
Hierro PDR60 corrugado 5/8'	Kg	6.21	2,600	16,146	
Soldadura eléctrica 1/8'	Kg	3.00	2,700	8,100	
Desperdicios (5%)				1,572	33,018
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	2.66663	10,141	27,041	
Herramienta	Glb.			300	27,341
<b>REJILLA FINA 0.4 x 0.4 m</b>	UN				<b>75,043</b>
MATERIALES					
Angulo en hierro 1 x 3/16	ML	1.60	4,500	7,200	
Hierro PDR60 corrugado 5/8'	Kg	10.55	2,600	27,430	
Soldadura eléctrica 1/8'	Kg	4.00	2,700	10,800	
Desperdicios (5%)				2,272	47,702
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	2.66663	10,141	27,041	
Herramienta	Glb.			300	27,341
<b>TAPA ALFAJOR 1/8 0.4 x 0.4 m</b>	UN				<b>22,608</b>
MATERIALES					
Tapa de alfajor 1/8	UN	1.00	15,000	15,000	15,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo C (1Ob)	HH	2.66666	2,703	7,208	
Herramienta	Glb.			400	7,608
<b>TUBERIA PVC 12" NOVAFORT</b>	ML				<b>89,529</b>
MATERIALES					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750	80,750	
Hidrosello	UN	0.16	20,400	3,264	
Lubricante	KG	0.004	27,000	108	
Desperdicios (5%)				4,206	88,328
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,141	901	
Herramienta	Glb.			300	1,201
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861

3. DESARENADOR					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>		M2			<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	MI.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>		M3			<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)	Glb.		541	541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBANTES</b>		M3			<b>2,703</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>		M3			<b>5,742</b>
EQUIPO					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta (5%)				131	2742
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>		M3			<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>		M2			<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275.00	36,055.00	
Formaleta	M2	2.00	26,825.00	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,843.50	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>		M2			<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275.00	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825.00	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,843.50	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>		M2			<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	
Herramienta	Glb.			100	10,241

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>	UN				<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	35,303
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			300	6,828
<b>JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm</b>	ML				<b>33,707</b>
MATERIALES					
Cinta PVC 0.20	ML	1.000	28,500.00	28,500.00	
Desperdicios (5%)				1,425	29,925.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.53339	6,528	3,482	
Herramienta	Glb			300	3,782
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861
<b>TUBERIA PVC NOVAFORT 12"</b>	ML				<b>89,429</b>
MATERIALES					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750.00	80,750.00	
Hidrosello	UN	0.16	20,400.00	3,264.00	
Lubricante	KG	0.004	27,000.00	108.00	
				4,206	88,328.10
MANO DE OBRA					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,140.50	901	
Herramienta	Glb			200	1,101
<b>TUBERIA SANITARIA PVC 6"</b>	ML				<b>33,691</b>
MATERIALES					
Tubería Sanitaria PVC 6"	ML	1.00	27,500.00	27,500.00	
Limpiador removedor	UN	0.056	2,000.00	112.00	
Soldadura Líquida	UN	0.056	3,570.00	199.92	
Unión Sanitaria	UN	0.167	21,150.00	3,532.05	
Desperdicios (5%)				1,567	32,911.17
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.08884	6,528	580	
Herramienta	Glb			200	780
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90º</b>	UN				<b>794,128</b>
MATERIALES					
Codo HF 12 x 90º	UN	1.00	750,000	750,000	
Desperdicios (5%)				37,500	787,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			100	6,628
<b>SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12</b>	UN				<b>783,550</b>
MATERIALES					
Tee Hf 12 x 12 x 12	UN	1.00	742,500.00	742,500.00	
Desperdicios (5%)				37,125	779,625.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla B (1Of)	HH	1	3,825	3,825	
Herramienta	Glb			100	3,925

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=6' x 90°</b>	UN				<b>106,641</b>
MATERIALES					
Codo HF 6 x 90° Desperdicios (5%)	UN	1.00	95,250	95,250	100,013
				4,763	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob) Herramienta	HH Glb	1	6,528 3	6,528 100	6,628
<b>SUMINISTRO E INST. TEE HF d=6 x 6 x 6</b>	UN				<b>444,925</b>
MATERIALES					
Tee Hf 6 x 6 x 6 Desperdicios (5%)	UN	1.00	420,000.00	420,000.00	441,000.00
				21,000	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla B (1Of) Herramienta	Glb	1	3,825	3,825 100	3,925
<b>SUM. E INST. VALVULA HF d=12" DE COMP.</b>	UN				<b>1,628,145</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 12" Desperdicios (5%)	UN	1.00	1,525,650.00	1,525,650.00	1,601,933
				76,283	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob) Herramienta	HH Glb	4	6,528	26,112 100	26,212
<b>SUM. E INST. VAL. HF d=6" DE COMP. VASTAGO</b>	UN				<b>1,061,880</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 6" Desperdicios (5%)	UN	1.00	986,350.00	986,350.00	1,035,668
				49,318	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob) Herramienta	HH Glb	4	6,528	26,112 100	26,212
<b>4. SEDIMENTADOR PRIMARIO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	840
Pita	MI.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob) Herramienta (5%)	HH Glb.	4	2,703	10,812 541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBRANTES</b>	M3				<b>2,703</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>	M3				<b>5,742</b>
EQUIPO					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob) Herramienta (5%)	HH	0.39996	6,528	2,611 131	2742
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi Desperdicios (5%)	M3	1.00	137,500	137,500	144,375
				6,875	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob) Herramienta	HH Glb.	0.4	10,141	4,056 700	4,756

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275	36,055.00	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>	M2				<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	
Herramienta	Glb			100	10,241
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>	UN				<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	35,303
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			300	6,828
<b>JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm</b>	ML				<b>33,707</b>
MATERIALES					
Cinta PVC 0.20	ML	1.000	28,500	28,500.00	
Desperdicios (5%)				1,425	29,925.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.53339	6,528	3,482	
Herramienta	Glb			300	3,782
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>TUBERIA PVC NOVAFORT 12"</b>	ML				<b>89,429</b>
MATERIALES					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750	80,750.00	
Hidrosello	UN	0.16	20,400	3,264.00	
Lubricante	KG	0.004	27,000	108.00	
				4,206	88,328.10
MANO DE OBRA					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,141	901	
Herramienta	Glb			200	1,101



DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90º</b>	UN				<b>808,490</b>
MATERIALES					
Codo HF 12 x 90º	UN	1.00	750,000	750,000	
Desperdicios (5%)				37,500	787,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	3.20006	6,528	20,890	
Herramienta	Glb			100	20,990
<b>SUM. E INST. VALVULA HF d=12" DE COMP.</b>	UN				<b>1,628,145</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 12"	UN	1.00	1,525,650.00	1,525,650.00	
Desperdicios (5%)				76,283	1,601,933
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	4	6,528.00	26,112	
Herramienta	Glb			100	26,212
<b>BARREDORA DE LODOS Y GRASAS</b>	UN				<b>10,000,000</b>
MATERIALES					
Barredora de grasas y accesorios	UN	1.00	9,800,000.00	9,980,000.00	9,980,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	3	6,528.00	19,584	
Herramienta	Glb			416	20,000
<b>5. FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	Ml.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comision Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)	Glb.			541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBANTES</b>	M3				<b>2,703</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>	M3				<b>5,742</b>
EQUIPO					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta (5%)				131	2742
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275.00	36,055.00	
Formaleta	M2	2.00	26,825.00	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,843.50	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>	M2				<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	
Herramienta	Glb			100	10,241

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>	UN				<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	35,303
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			300	6,828
<b>JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm</b>	ML				<b>33,707</b>
MATERIALES					
Cinta PVC 0.20	ML	1.000	28,500	28,500.00	
Desperdicios (5%)				1,425	29,925.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.53339	6,528	3,482	
Herramienta	Glb			300	3,782
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275.00	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825.00	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,843.50	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>TUBERIA PVC NOVAFORT 12"</b>	ML				<b>89,429</b>
MATERIALES					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750.00	80,750.00	
Hidrosello	UN	0.16	20,400.00	3,264.00	
Lubricante	KG	0.004	27,000.00	108.00	
				4,206	88,328.10
MANO DE OBRA					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,140.50	901	
Herramienta	Glb			200	1,101
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°</b>	UN				<b>808,490</b>
MATERIALES					
Codo HF 12 x 90°	UN	1.00	750,000	750,000	
Desperdicios (5%)				37,500	787,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	3.20006	6,528	20,890	
Herramienta	Glb			100	20,990
<b>SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 12 x 12</b>	UN				<b>783,550</b>
MATERIALES					
Tee Hf 12 x 12 x 12	UN	1.00	742,500.00	742,500.00	
Desperdicios (5%)				37,125	779,625.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla B (1Of)	HH	1	3,825.00	3,825	
Herramienta	Glb			100	3,925

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>SUMINISTRO E INST. TEE HF d=12 x 6 x 12</b>	UN				<b>690,038</b>
MATERIALES					
Tee Hf 12 x 6 x 12	UN	1.00	650,000.00	650,000.00	
Desperdicios (5%)				32,500	682,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla B (1Of)	HH	1	7,438	7,438	
Herramienta	Glb			100	7,538
<b>SUM. E INST. VALVULA HF d=12" DE COMP.</b>	UN				<b>1,628,145</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 12"	UN	1.00	1,525,650.00	1,525,650.00	
Desperdicios (5%)				76,283	1,601,933
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	4	6,528.00	26,112	
Herramienta	Glb			100	26,212
<b>VIGUETAS PREFABRICADAS EN CONCRETO</b>	ML				<b>46,299</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.035	180,275.00	6,309.63	
Formaleta	M2	0.9	26,825.00	24,142.50	
Mortero 1:3	M3	0.0013	273,950.00	356.14	
Niple PVC 1 1/2'	UN	1	1,000.00	1,000.00	
Kilogramo de Hierro	KG	3.5	2,600.00	9,100.00	
Desperdicios (5%)				2,045	42,954
MANO DE OBRA					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.32	10,141	3,245	
Herramienta	Glb			100	3,345
<b>GRAVA 2" LECHO FILTRANTE</b>	M3				<b>54,762</b>
MATERIALES					
Grava 2"	M3	1	50,000.00	50,000.00	
Desperdicios (5%)				2,500	52,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	0.79985	2,703	2,162	
Herramienta	Glb			100	2,262
<b>6. SEDIMENTADOR</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR PARCIAL</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	Ml.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)	Glb.			541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBRANTES</b>	M3				<b>2,703</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>	M3				<b>5,742</b>
EQUIPO					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta (5%)				131	2742

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>					<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	144,375
Desperdicios (5%)				6,875	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	4,756
Herramienta	Glb.			700	
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>					<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275	36,055.00	94,190
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	4,810
Herramienta	Glb.			700	
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>					<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950	8,218.50	8,629
Desperdicios (5%)				411	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	10,241
Herramienta	Glb.			100	
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>					<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	35,303
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	6,828
Herramienta	Glb.			300	
<b>JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm</b>					<b>33,707</b>
MATERIALES					
Cinta PVC 0.20	ML	1.000	28,500	28,500.00	29,925.00
Desperdicios (5%)				1,425	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.53339	6,528	3,482	3,782
Herramienta	Glb.			300	
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>					<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	2,894
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	861
Herramienta	Glb.			50	
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>					<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275	36,055	94,190
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	4,810
Herramienta	Glb.			700	

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>TUBERIA PVC NOVAFORT 12"</b>	ML				<b>89,429</b>
<b>MATERIALES</b>					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750	80,750.00	
Hidrosello	UN	0.16	20,400	3,264.00	
Lubricante	KG	0.004	27,000	108.00	
				4,206	88,328.10
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,141	901	
Herramienta	Glb			200	1,101
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90°</b>	UN				<b>808,490</b>
<b>MATERIALES</b>					
Codo HF 12 x 90°	UN	1.00	750,000	750,000	
Desperdicios (5%)				37,500	787,500
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	3.20006	6,528	20,890	
Herramienta	Glb			100	20,990
<b>SUM. E INST. VALVULA HF d=12" DE COMP.</b>	UN				<b>1,628,145</b>
<b>MATERIALES</b>					
Válvula HF D = 12"	UN	1.00	1,525,650.00	1,525,650.00	
Desperdicios (5%)				76,283	1,601,933
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	4	6,528.00	26,112	
Herramienta	Glb			100	26,212
<b>7. ESPESADOR</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
<b>MATERIALES</b>					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	Ml.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
<b>EQUIPO</b>					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
<b>MANO DE OBRA</b>					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>	M3				<b>11,353</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)	Glb.			541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBRANTES</b>	M3				<b>2,703</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>	M3				<b>5,742</b>
<b>EQUIPO</b>					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta (5%)				131	2742
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
<b>MATERIALES</b>					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
<b>MANO DE OBRA</b>					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOSA DE FONDO CONCRETO 3000 PSI e=15cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 1:2:3	M3	0.200	180,275	36,055.00	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650.00	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>MORTEO IMPERMEABILIZADO 1:3 e=3cm</b>	M2				<b>18,870</b>
MATERIALES					
Mortero 1:3	M3	0.030	273,950	8,218.50	
Desperdicios (5%)				411	8,629
MANO DE OBRA					
Cuadrilla I (1Ms+1Ob)	HH	1	10,141	10,141	
Herramienta	Glb			100	10,241
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>	UN				<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	35,303
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			300	6,828
<b>JUNTA PVC PARA DILATACION H=0.2cm</b>	ML				<b>33,707</b>
MATERIALES					
Cinta PVC 0.20	ML	1.000	28,500	28,500.00	
Desperdicios (5%)				1,425	29,925.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.53339	6,528	3,482	
Herramienta	Glb			300	3,782
<b>ACERO DE REFUERZO PDR 60</b>	KG				<b>3,755</b>
MATERIALES					
Kilogramo hierro	Kg.	1.00	2,600	2,600	
Alambre de amarre	Kg.	0.04	3,900	156	
Desperdicios (5%)				138	2,894
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.07997	10,141	811	
Herramienta	Glb.			50	861
<b>MURO EN CONCRETO 3000 psi e=20 cm</b>	M2				<b>99,000</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.20	180,275	36,055	
Formaleta	M2	2.00	26,825	53,650	
Desperdicios (5%)				4,485	94,190
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo J (1Ms+2Ob)	HH	0.32	12,844	4,110	
Herramienta	Glb.			700	4,810
<b>TUBERIA PVC NOVAFORT 12"</b>	ML				<b>89,429</b>
MATERIALES					
Tubería PVC Novafort 12"	ML	1.00	80,750	80,750.00	
Hidrosello	UN	0.16	20,400	3,264.00	
Lubricante	KG	0.004	27,000	108.00	
				4,206	88,328.10
MANO DE OBRA					
Cuadrilla E (1Ms+1Ob)	HH	0.08885	10,141	901	
Herramienta	Glb			200	1,101

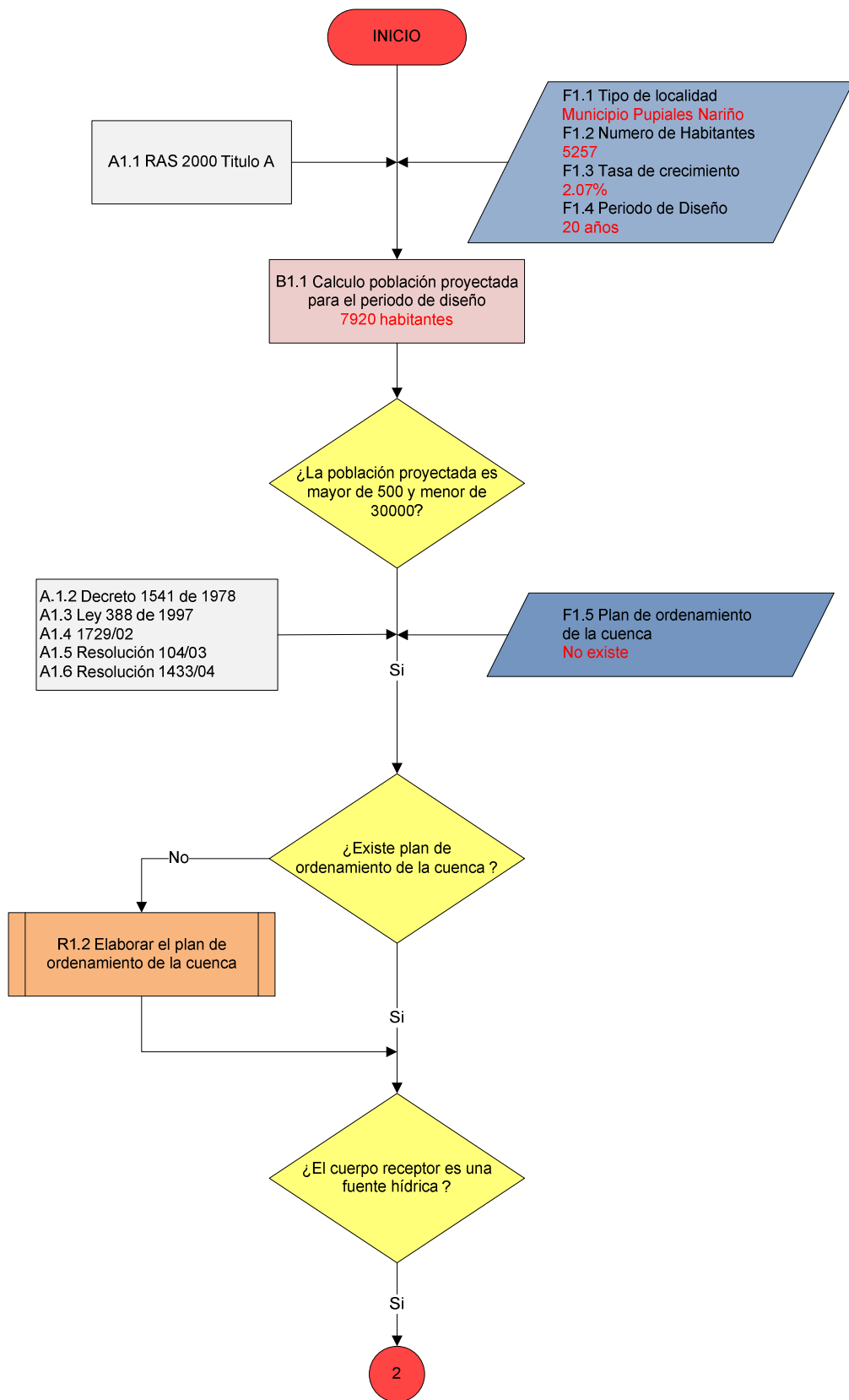
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>SUMINISTRO E INST. CODO d=12' x 90º</b>	UN				<b>808,490</b>
MATERIALES					
Codo HF 12 x 90º	UN	1.00	750,000	750,000	
Desperdicios (5%)				37,500	787,500
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	3.20006	6,528	20,890	
Herramienta	Glb			100	20,990
<b>SUM. E INST. VALVULA HF d=12" DE COMP.</b>	UN				<b>1,628,145</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 12"	UN	1.00	1,525,650	1,525,650.00	
Desperdicios (5%)				76,283	1,601,933
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	4	6,528	26,112	
Herramienta	Glb			100	26,212
<b>SUM. E INST. UN. MOTRIZ Y BARR. DE LODOS</b>	UN				<b>2,502,848</b>
MATERIALES					
Unidad motriz	UN	1.00	1,450,000.00	1,450,000.00	
Barredora de lodos	UN	1.00	950,000.00	950,000.00	2,400,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla J (1Ms+2Ob)		8	12,844	102,748	
Herramienta	Glb			100	102,848
<b>8. LECHOS DE SECADO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>LOCALIZACION Y REPLANTEO</b>	M2				<b>2,111</b>
MATERIALES					
Estacas 40 - 50 cm	Un.	1.00	500	500	
Pita	MI.	10.00	20	200	
Clavos	Lb.	0.05	2,000	100	
Desperdicios (5%)				40	840
EQUIPO					
Equipo topográfico	DIA	0.0125	80,000	1,000	1,000
MANO DE OBRA					
Comisión Topográfica	HH	0.00334	81,260	271	271
<b>EXCAVACION EN MATERIAL COMUN H&lt;=2,8m</b>	M3				<b>11,353</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	4	2,703	10,812	
Herramienta (5%)	Glb.			541	11,353
<b>EXTENDIDO DE SOBANTES</b>	M3				<b>2,703</b>
MANO DE OBRA					
Cuadrilla C (1Ob)	HH	1	2,703	2,703	2,703
<b>RELLENO COMPACTADO</b>	M3				<b>5,742</b>
EQUIPO					
Vibrocompactador	DIA	0.05	60,000	3,000	3,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta (5%)				131	2742
<b>SOLADO DE LIMPIEZA</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.4	10,141	4,056	
Herramienta	Glb.			700	4,756

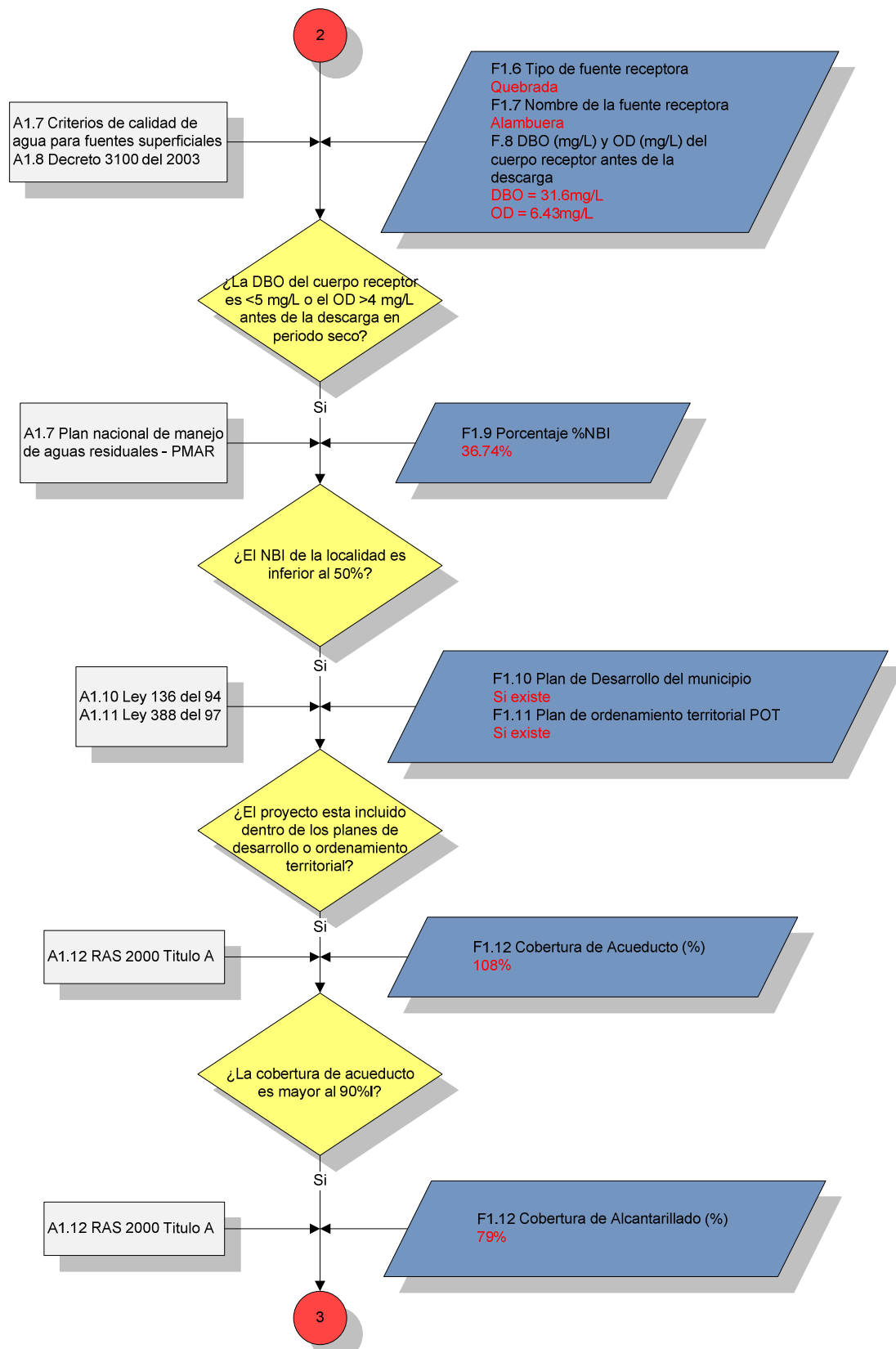
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>MAMPOSTERIA EN SOGA</b>	M2				<b>25,143</b>
MATERIALES					
Ladrillo cuadrilongo macizo	UN	50.00	250	12,500	
mortero 1:4	M3	0.03	171,120	5,134	
Desperdicios (5%)				882	18,515
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1.0	6,528	6,528	
Herramienta	Glb.			100	6,628
<b>TAPA EN CONCRETO 0.7 x 0.7, e=10cm</b>	UN				<b>42,131</b>
MATERIALES					
Concreto 3000 psi	M3	0.049	180,275	8,833.48	
Formaleta	M2	0.280	26,825	7,511.00	
Kilogramo Hierro	KG	4.770	2,600	12,402.00	
Alambre de amarre	KG	1.250	3,900	4,875.00	
Desperdicios (5%)				1,681	35,303
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			300	6,828
<b>TUBERIA SANITARIA PVC 6"</b>	ML				<b>33,691</b>
MATERIALES					
Tubería Sanitaria PVC 6"	ML	1.00	27,500.00	27,500.00	
Limpiador removedor	UN	0.056	2,000.00	112.00	
Soldadura Líquida	UN	0.056	3,570.00	199.92	
Unión Sanitaria	UN	0.167	21,150.00	3,532.05	
Desperdicios (5%)				1,567	32,911.17
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.08884	6,528.00	580	
Herramienta	Glb			200	780
<b>TUBERIA PERFORADA PVC SANITARIA 4"</b>	ML				<b>25,325</b>
MATERIALES					
Tubería Sanitaria PVC 4"	ML	1.00	20,250.00	20,250.00	
Limpiador removedor	UN	0.065	2,000.00	130.00	
Soldadura Líquida	UN	0.065	3,570.00	232.05	
Unión Sanitaria	UN	0.167	16,550	2,763.85	
Desperdicios (5%)				1,169	24,544.70
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.08884	6,528	580	
Herramienta	Glb			200	780
<b>YEE PVC SANITARIA REDUCIDA 6 x 4</b>	UN				<b>72,733</b>
MATERIALES					
Yee sanitaria 6 x 4	UN	1.00	62,500.00	62,500.00	
Limpiador removedor	UN	0.065	2,000.00	130.00	
Soldadura Líquida	UN	0.065	3,570.00	232.05	
Desperdicios (5%)				3,143	66,005.15
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			200	6,728
<b>CODO PVC SANITARIO d=6" x 90º</b>	UN				<b>107,021</b>
MATERIALES					
Codo PVC x 90º	UN	1.00	95,250	95,250	
Limpiador removedor	UN	0.065	2,000	130	
Soldadura Líquida	UN	0.065	3,570	232	
Desperdicios (5%)				4,781	100,393
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	1	6,528	6,528	
Herramienta	Glb			100	6,628

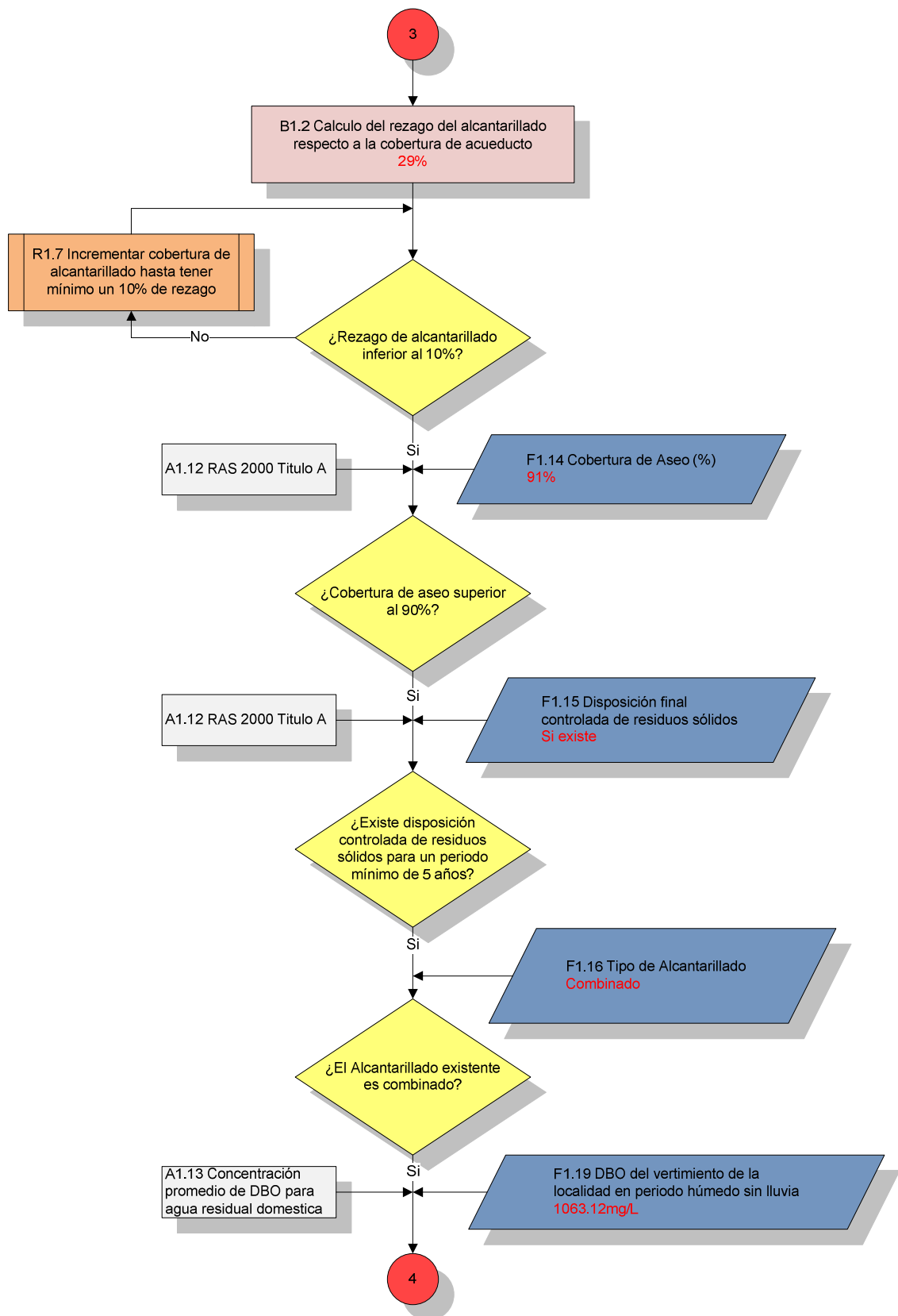


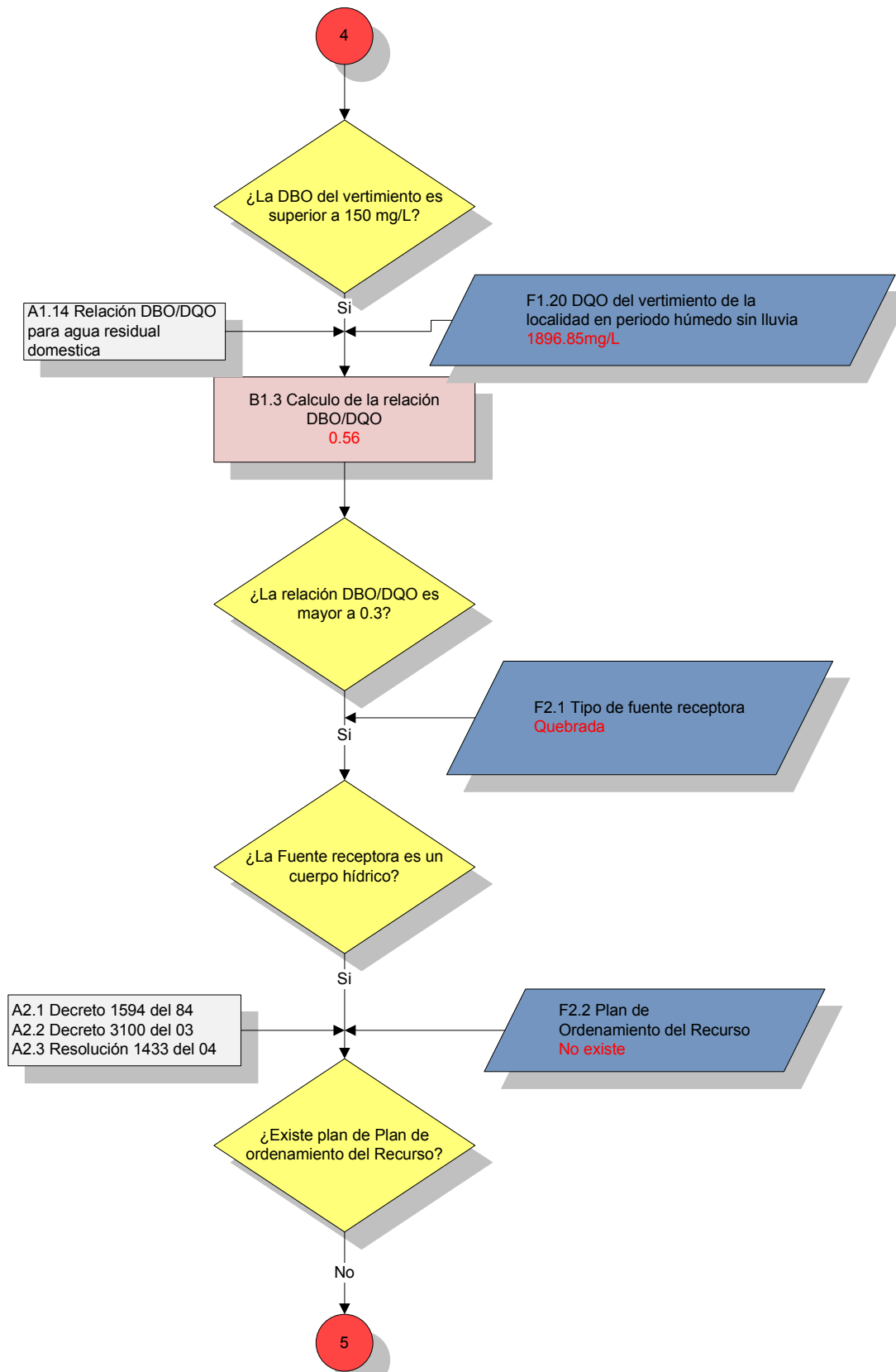
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL	VALOR TOTAL
<b>TAPON PVC d = 4'</b>	UN				<b>21,658</b>
MATERIALES					
Tapón PVC 4'	UN	1.00	18,500.00	18,500.00	
Limpiador removedor	UN	0.050	2,000.00	100.00	
Soldadura Líquida	UN	0.050	3,570.00	178.50	
Desperdicios (5%)				939	19,717.43
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.26669	6,528	1,741	
Herramienta	Glb			200	1,941
<b>TAPON PVC d = 6'</b>	UN				<b>31,196</b>
MATERIALES					
Tapón PVC 6'	UN	1.00	27,500	27,500	
Limpiador removedor	UN	0.065	2,000	130	
Soldadura Líquida	UN	0.065	3,570	232	
Desperdicios (5%)				1,393	29,255
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo F (1Of+1Ob)	HH	0.26669	6,528	1,741	
Herramienta	Glb			200	1,941
<b>SUM. E INST. VAL. HF d=6" DE COMPUERTA</b>	UN				<b>910,008</b>
MATERIALES					
Válvula HF D = 6"	UN	1.00	850,000.00	850,000.00	
Desperdicios (5%)				42,500	892,500.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	2.66666	6,528	17,408	
Herramienta	Glb			100	17,508
<b>LECHO DE ARENA</b>	M3				<b>44,902</b>
MATERIALES					
Arena seleccionada	M3	1.00	35,000	35,000	
Compactación (15%)				5,250	40,250
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.66666	6,528	4,352	
Herramienta	Glb			300	4,652
<b>LECHO DE GRAVA</b>	M3				<b>42,911</b>
MATERIALES					
Grava	M3	1.00	40,000	40,000	40,000
MANO DE OBRA					
Cuadrilla F (1Of+1Ob)	HH	0.39996	6,528	2,611	
Herramienta	Glb			300	2,911
<b>PLACA DE SALPICAMIENTO 0.9 x 0.9 x 0.1</b>	M3				<b>149,131</b>
MATERIALES					
Concreto 2000 psi	M3	1.00	137,500	137,500	
Desperdicios (5%)				6,875	144,375
MANO DE OBRA					
Cuadrilla Tipo E (1Ms+1Ob)	HH	0.39998	10,141	4,056	
Herramienta	Glb			700	4,756
<b>SUMINISTRO E INST. UNIDAD MOTRIZ</b>	UN				<b>1,382,848</b>
MATERIALES					
Unidad motriz	UN	1.00	1,280,000.00	1,280,000.00	1,280,000.00
MANO DE OBRA					
Cuadrilla J (1Ms+2Ob)	HH	8	12,844	102,748	
Herramienta	Glb			100	102,848

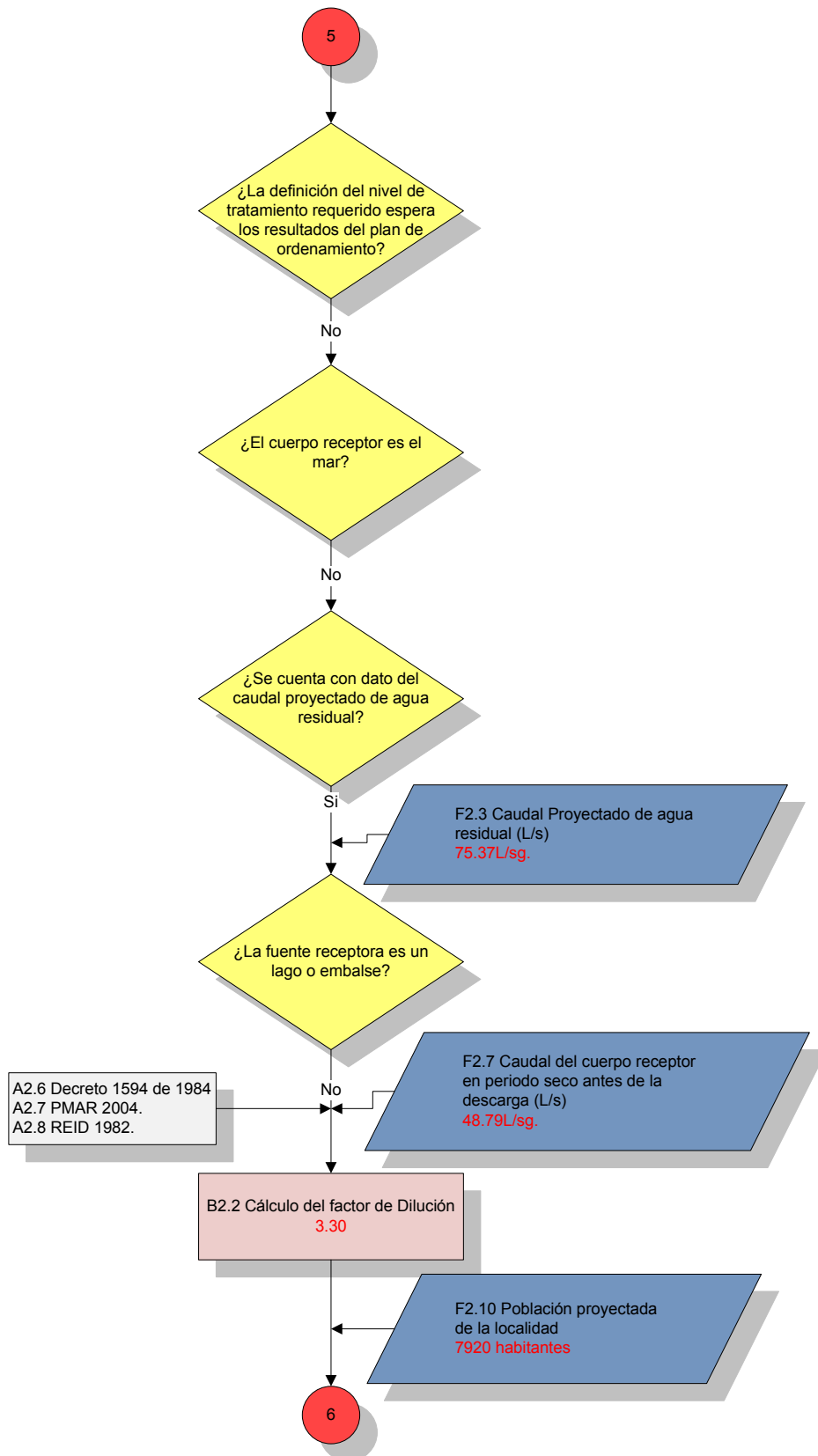
**Anexo L. Diagrama de flujo de la selección de tecnología**

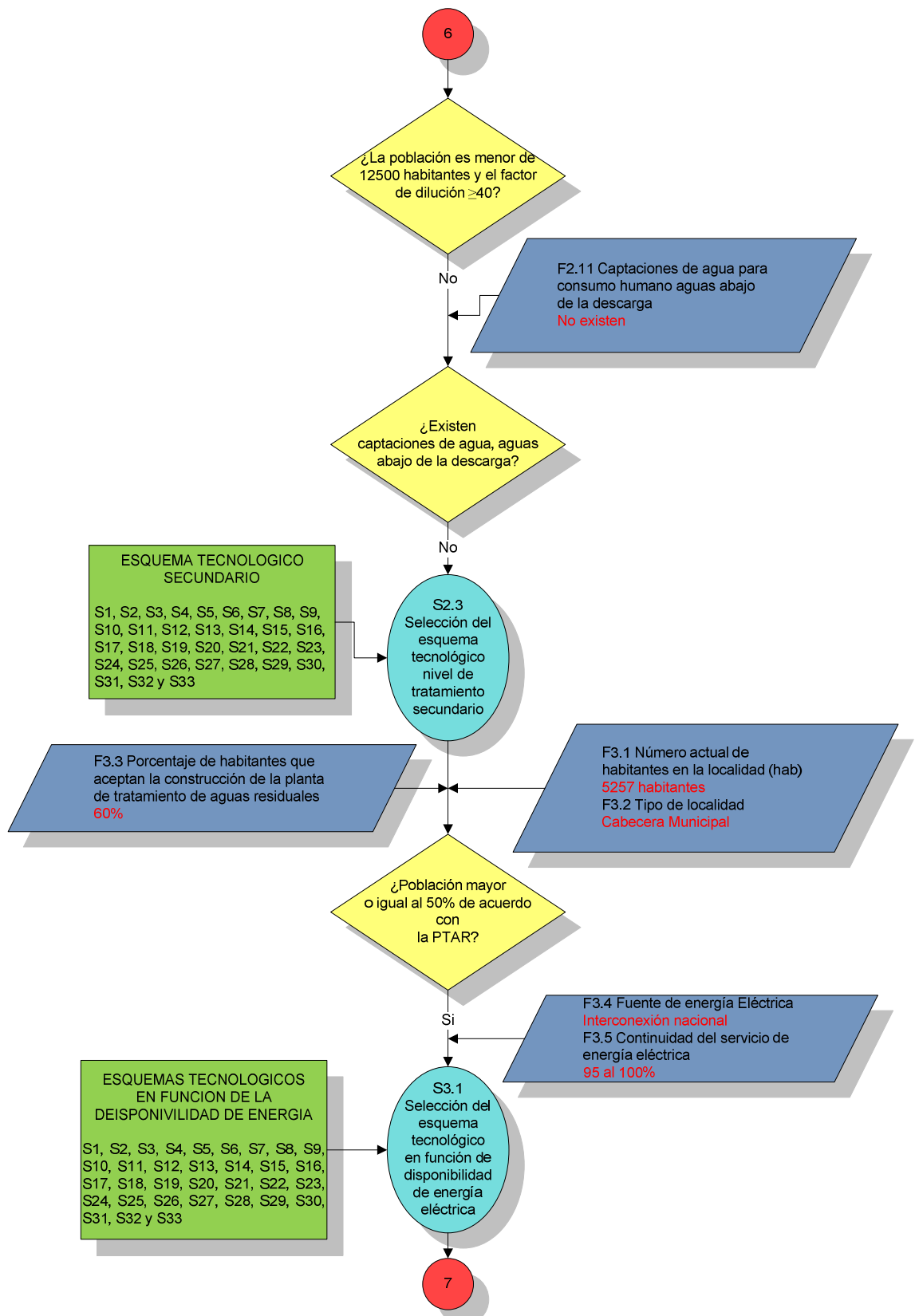




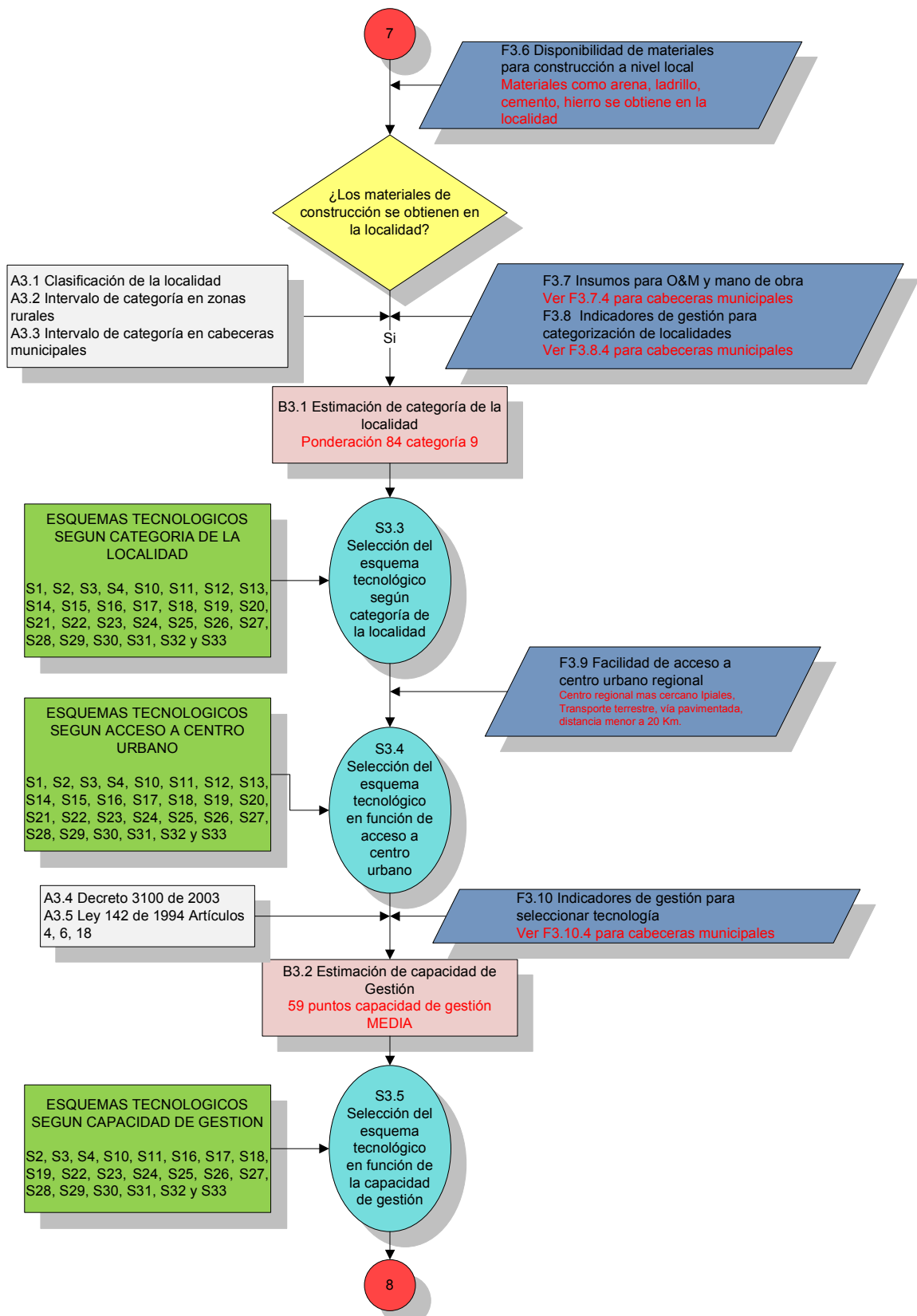


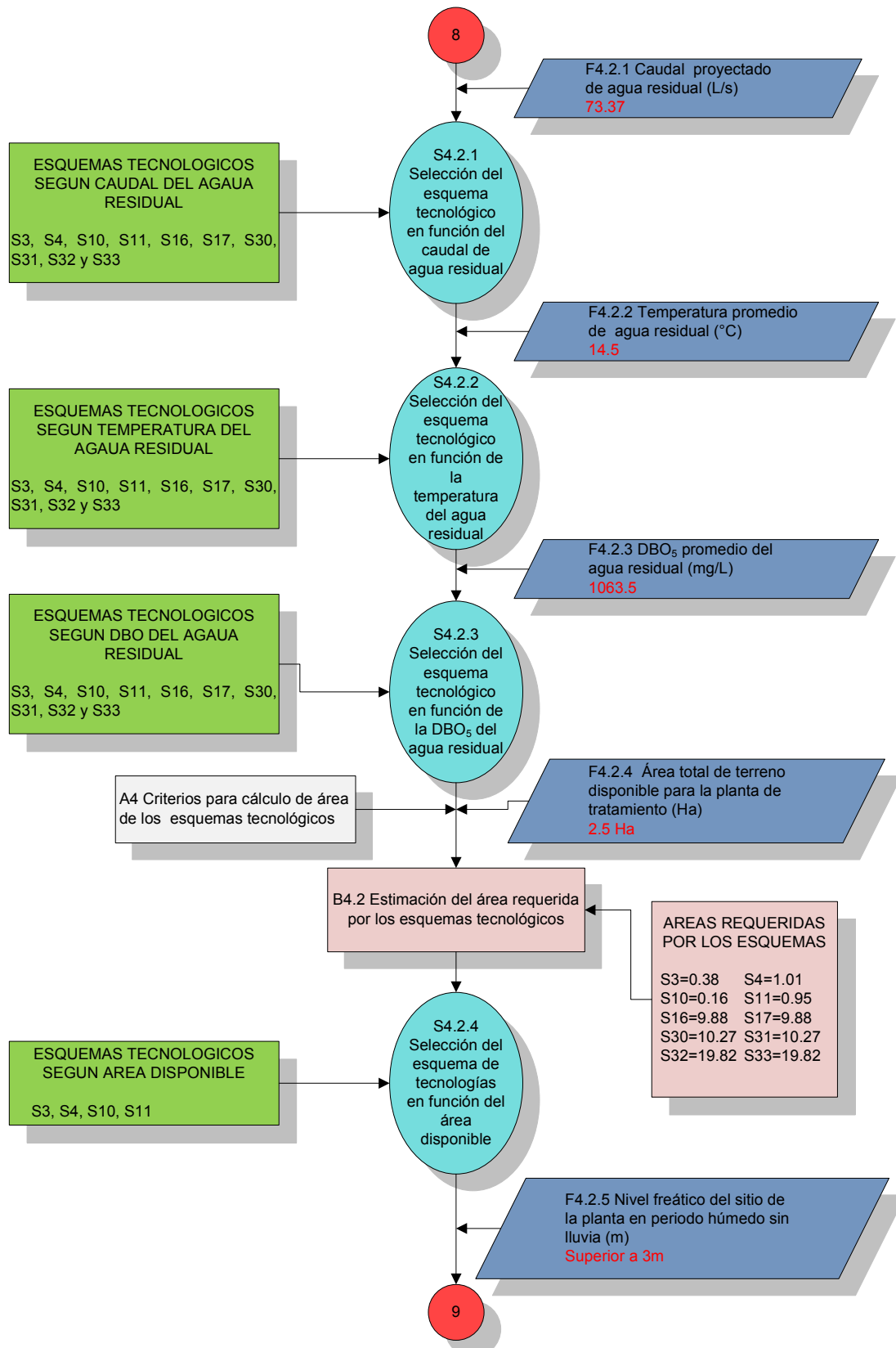


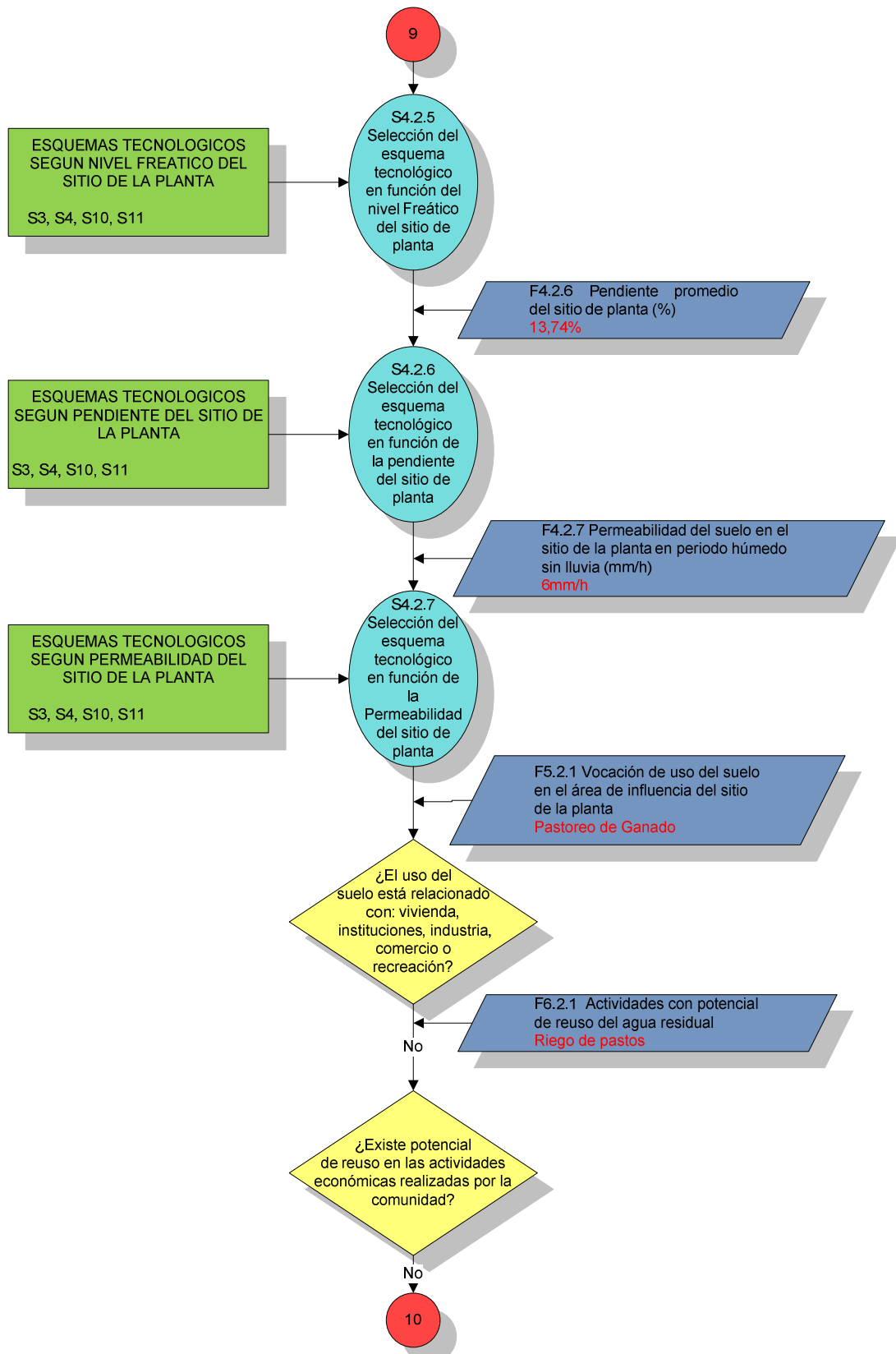


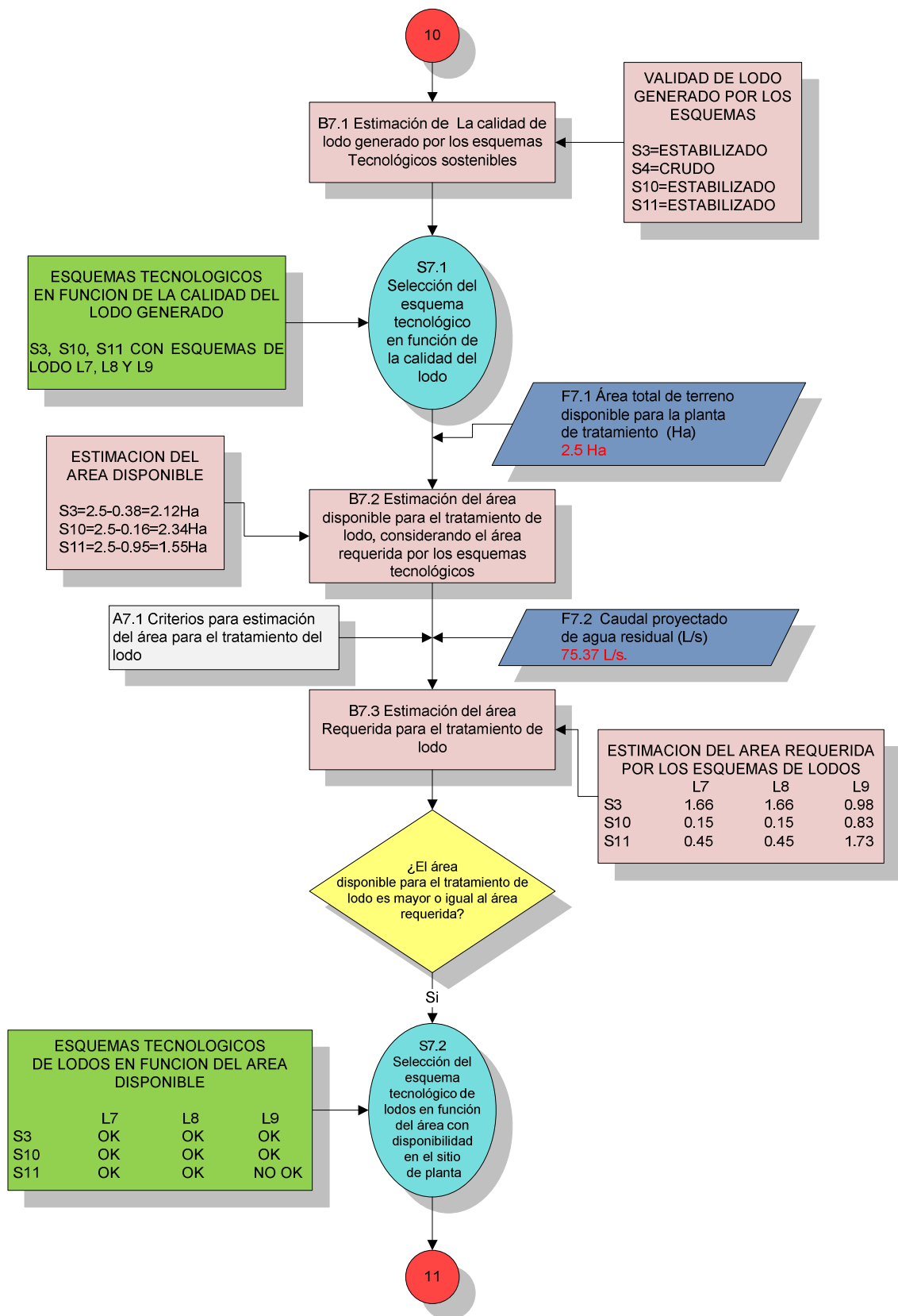


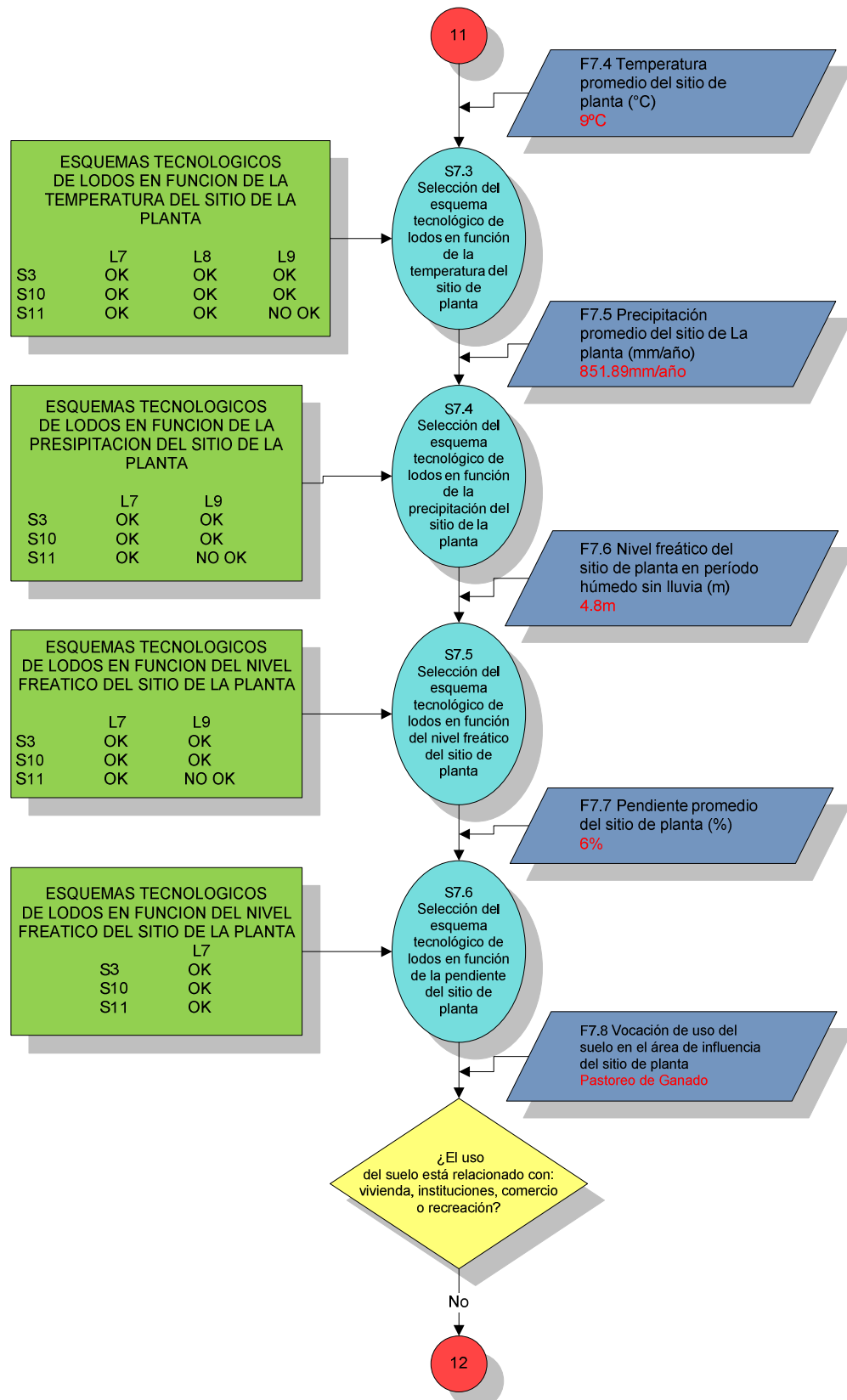


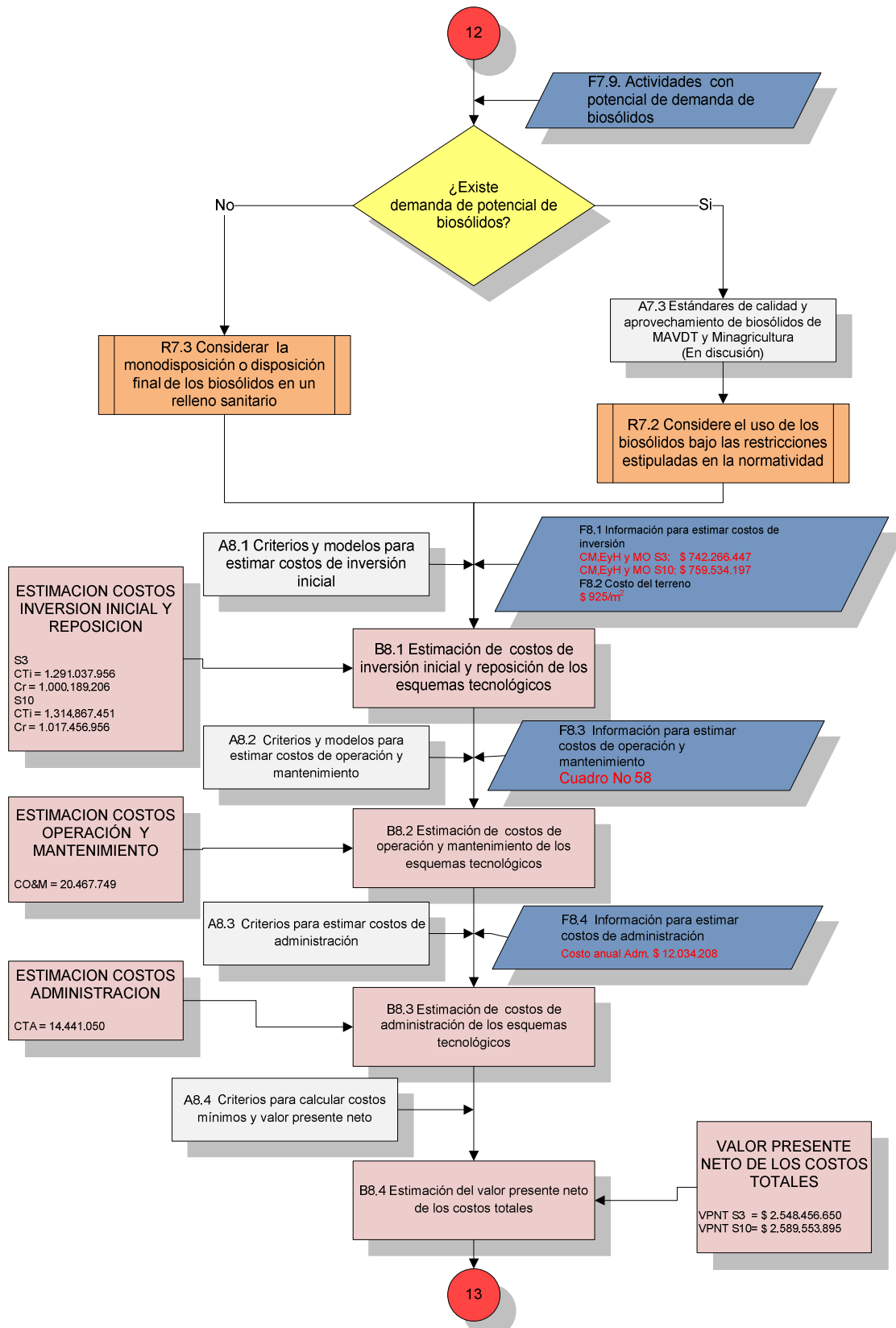


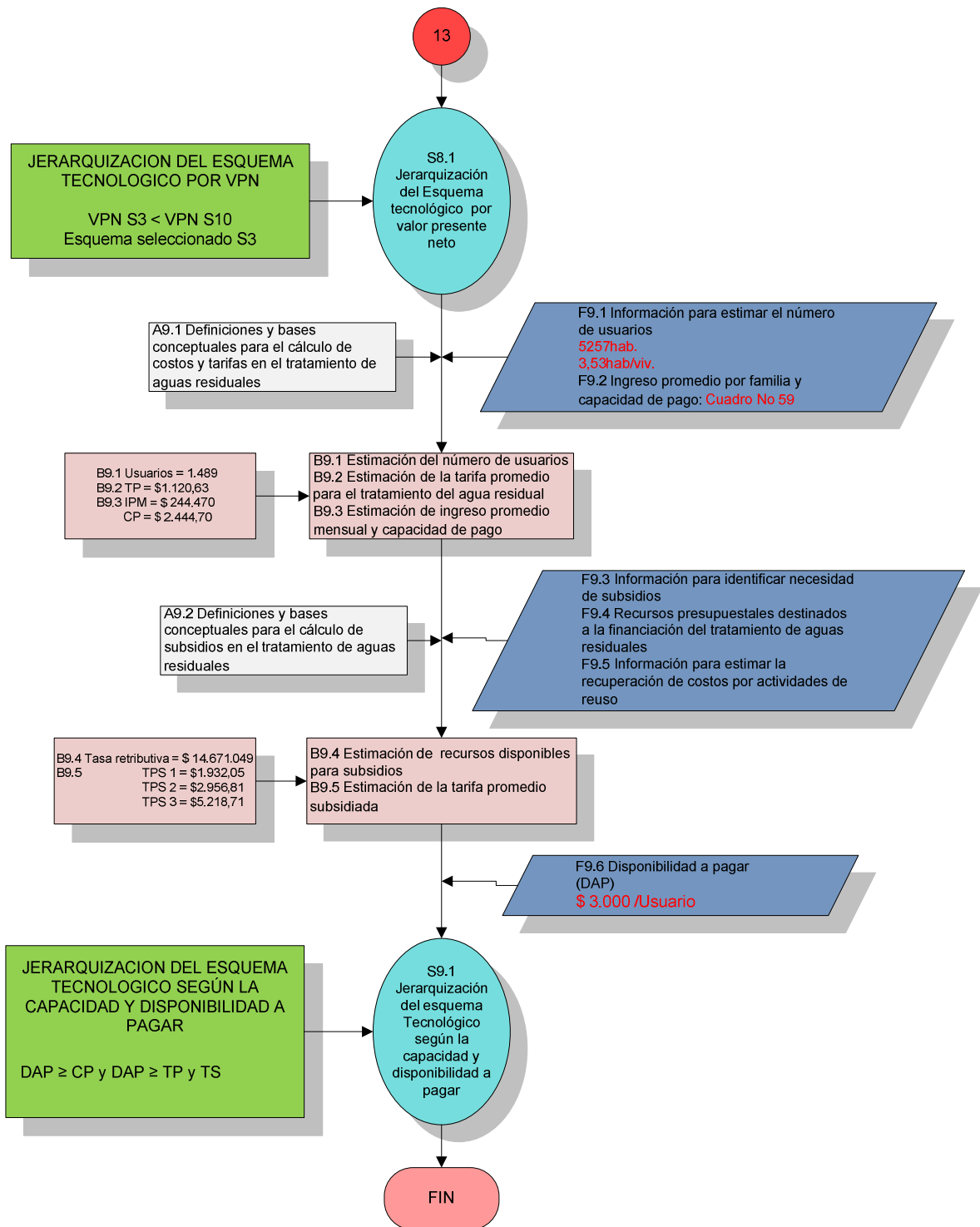








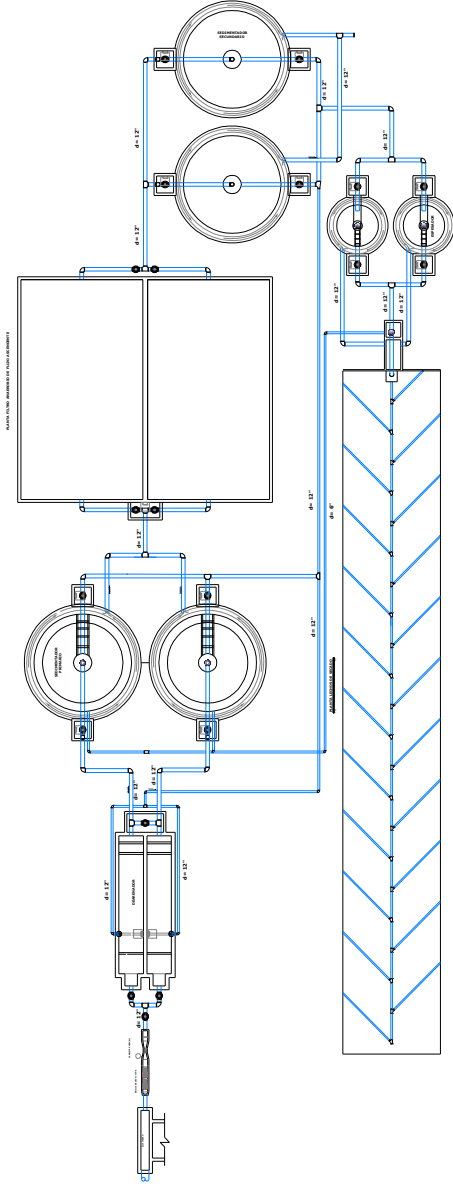




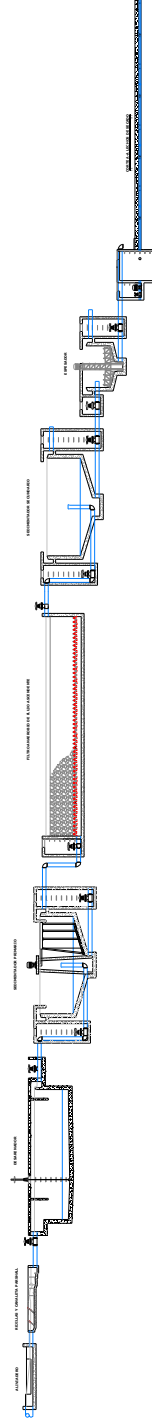
**Anexo M. Planos planta de tratamiento**



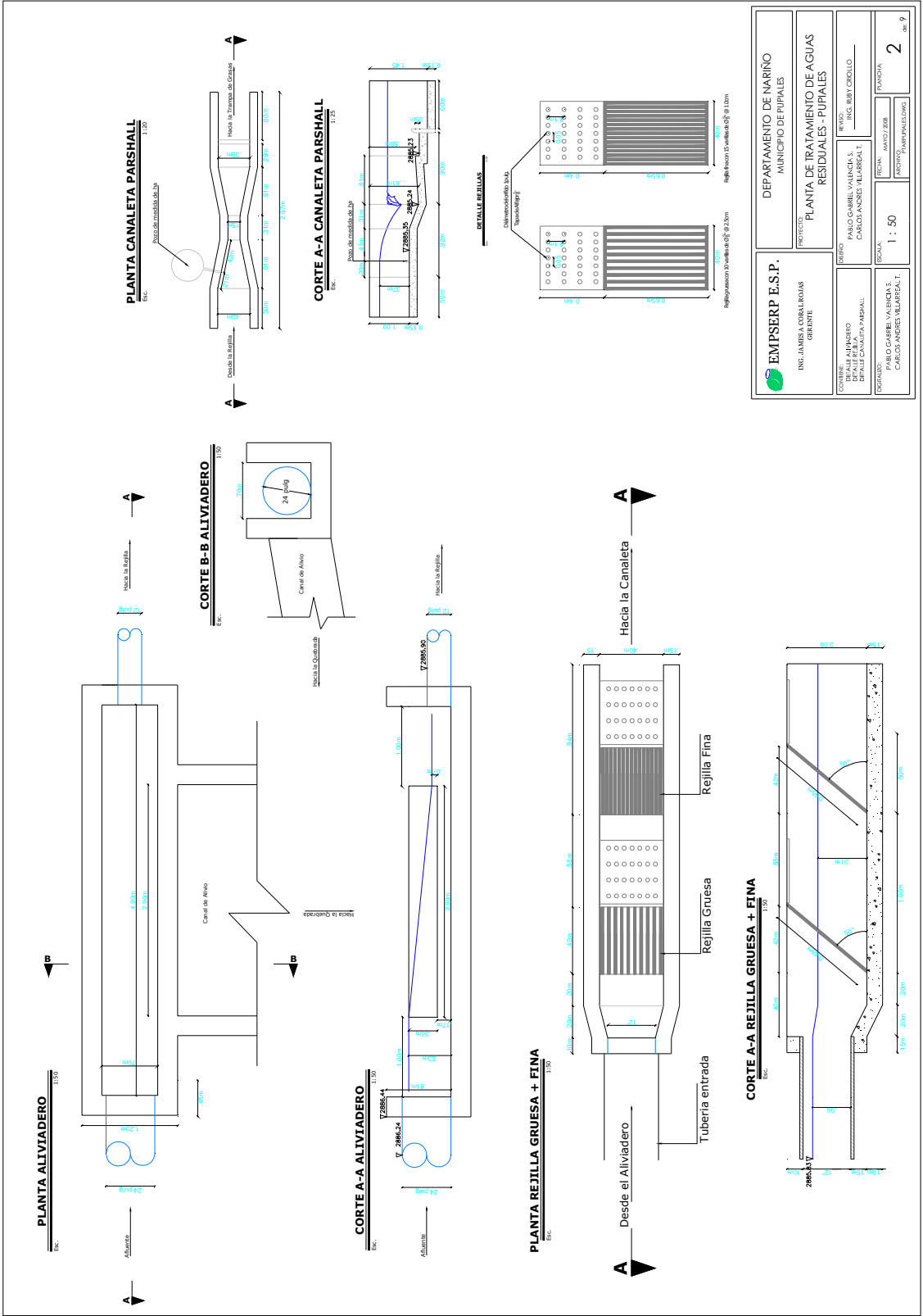
### DISPOSICION DE REACTORES PLANTA DE TRAMIENTO



### PERFIL GENERAL PLANTA DE TRAMIENTO

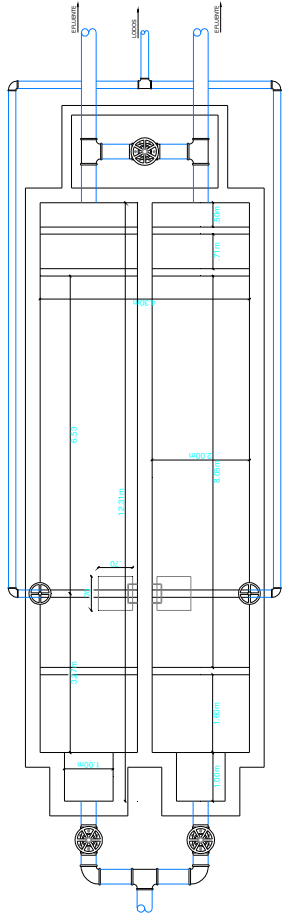


<b>EMPERP E.S.P.</b> ING. JUAN A. GONZALEZ GERENTE		DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPALES	
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPALES		INGENIERO: ING. RUBY CROLLO	
CLIENTE: TRANSPORTES Y SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA S.A.S.		DISEÑADOR: PABLO GABRIEL VALENZUELA CARLOS ANDRES VILLARREAL	
ESCALA: 1 : 200		FECHA: MARZO / 2008	
DISEÑADOR: PABLO GABRIEL VALENZUELA CARLOS ANDRES VILLARREAL		PROFESION: INGENIEROS	
		PAGINA: 1 de 9	

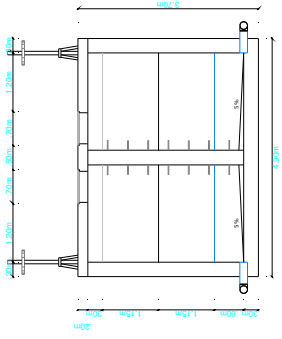


<b>EMP SERP E.S.P.</b>		DEPARTAMENTO DE NARIÑO	
ING. JAMISA COBALERO GARCIA		MUNICIPIO DE PUPIALES	
PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPIALES			
CONTRATE: DESALE ALIVIAADERO REFALC CANALETA PARSHALL	PROYECTO: PABLO CABRIL VALENCHA S. CARLOS ANDRES VILLARREAL T. REFALE CANALETA PARSHALL	REVISOR: ING. BERTY CROJILLO	FECHA: MARZO 2008
ESCALA: 1 : 50	FECHA: MARZO 2008	PROYECTO: PUPIALES	HOJA: 2
		FECHA: MARZO 2008	PROYECTO: PUPIALES

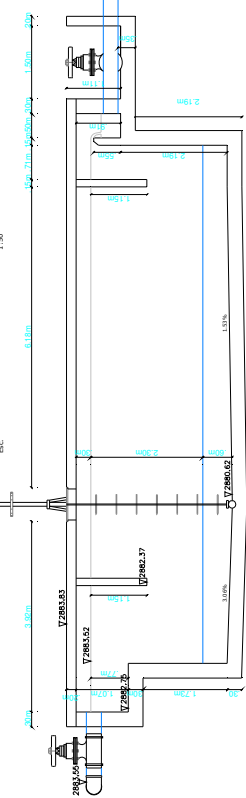
**PLANTA DEARENADOR**  
Etc. 1:50



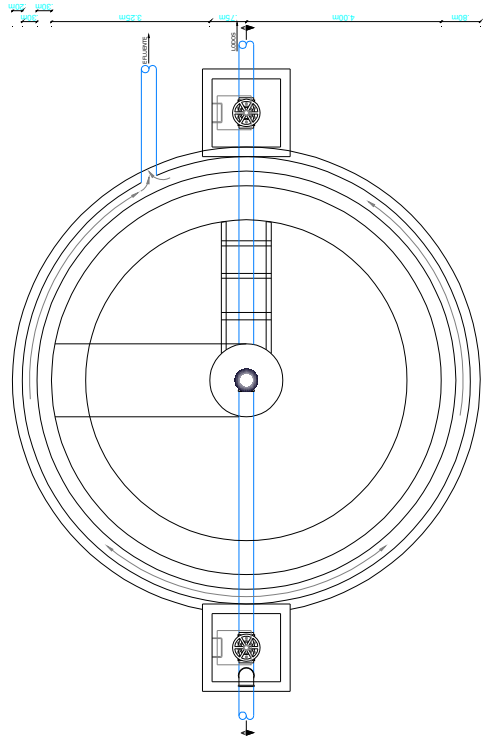
**CORTE B-B DESARENADOR**  
Etc. 1:50



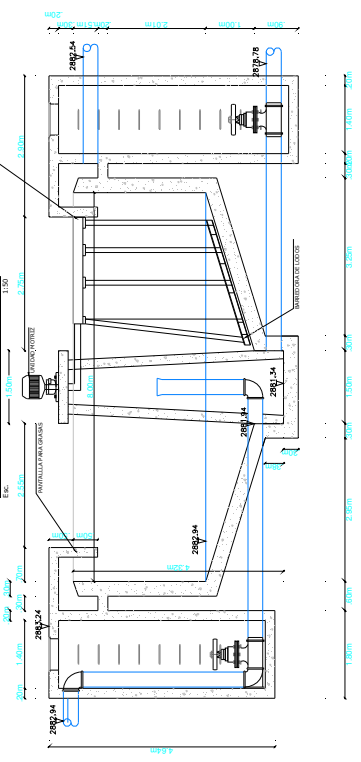
**CORTE A-A DESARENADOR**  
Etc. 1:50



**PLANTA SEDIMENTADOR PRIMARIO**  
Etc. 1:50

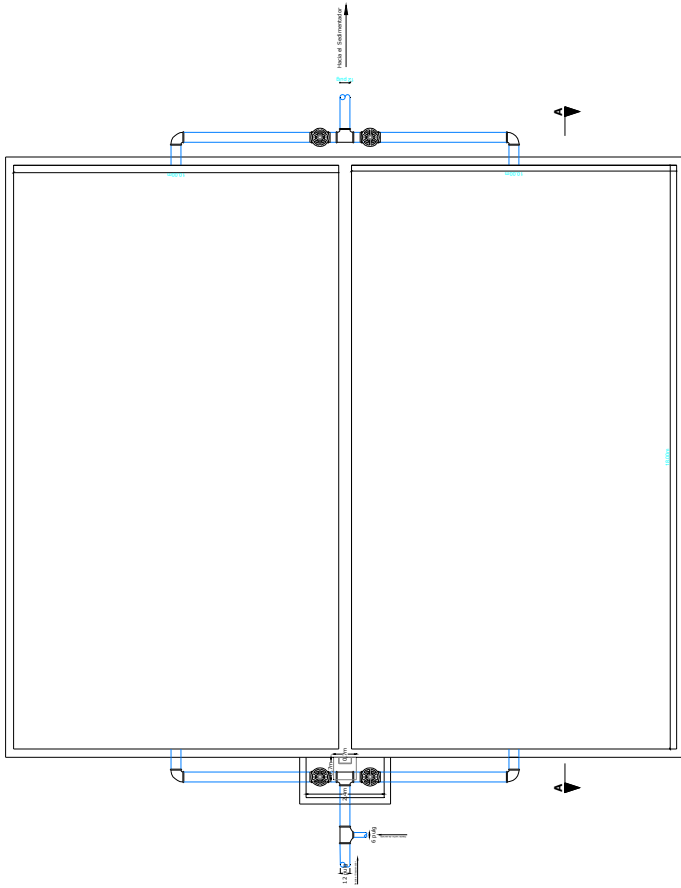


**CORTE A-A SEDIMENTADOR PRIMARIO**  
Etc. 1:50

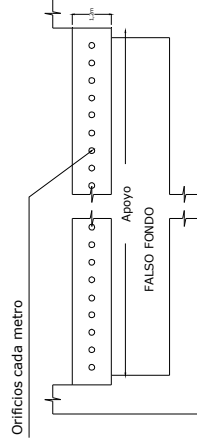
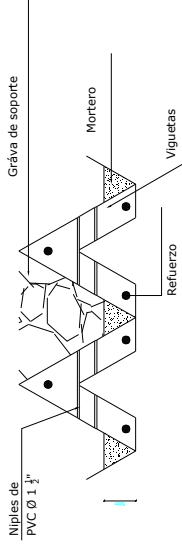
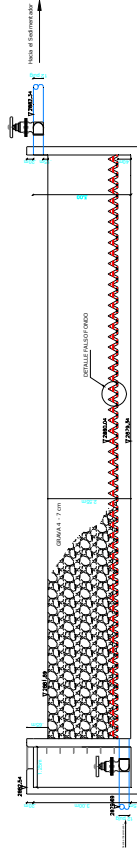


<p><b>EMPSPRP E.S.P.</b> ING. JANSIA CORRAL ROSAS GERENTE</p>	<p>DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPALES</p>	
	<p>PROYECTO <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPALES</b></p>	
<p>CONTRATE DETALLE TRAMPA DE GRASAS DETALLE DESARENADOR</p>	<p>PROYECTO PABLO GARIBAY VALENCIA S. CARLOS ANDRÉS VILLAREAL T.</p>	<p>REVISOR ING. RUBY CIRIACO</p>
<p>ESCALA 1 : 50</p>	<p>FECHA MAYO 2008</p>	<p>PLANTA <b>3</b></p>
<p>EMPRESA PABLO GARIBAY VALENCIA S. CARLOS ANDRÉS VILLAREAL T.</p>		<p>PROYECTO PUPALES</p>

**PLANTA FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**  
Etc.  
1:75



**CORTE A-A FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE**  
Etc.  
1:75



**DETALLE FALSO FONDO**

**CUADRO DE ESPECIFICACIONES**

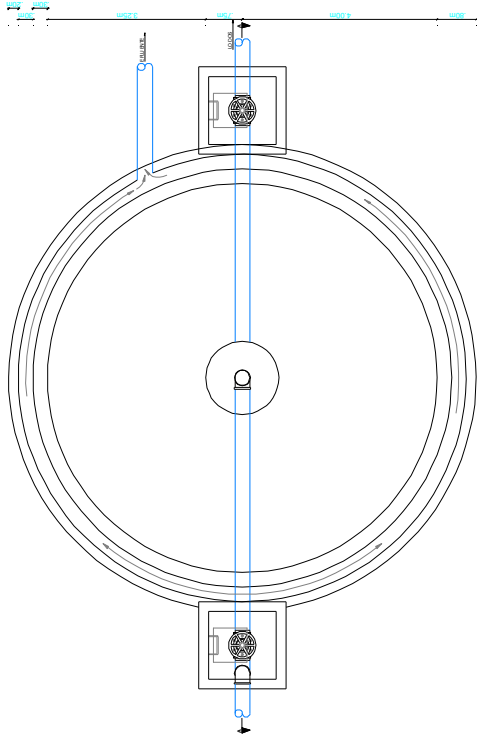
- **Acero:** S-100
- **Acero:** S-200
- **Acero:** S-300
- **Acero:** S-400
- **Acero:** S-500
- **Acero:** S-600
- **Acero:** S-700
- **Acero:** S-800
- **Acero:** S-900
- **Acero:** S-1000
- **Acero:** S-1100
- **Acero:** S-1200
- **Acero:** S-1300
- **Acero:** S-1400
- **Acero:** S-1500
- **Acero:** S-1600
- **Acero:** S-1700
- **Acero:** S-1800
- **Acero:** S-1900
- **Acero:** S-2000

**CUADRO DE ESPECIFICACIONES**

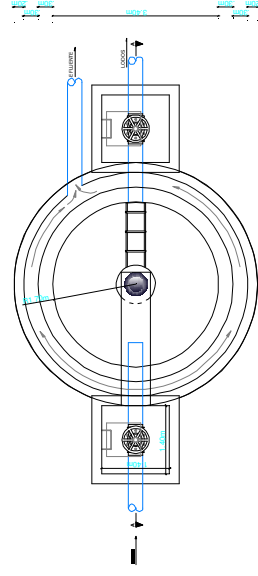
- **Acero:** S-100
- **Acero:** S-200
- **Acero:** S-300
- **Acero:** S-400
- **Acero:** S-500
- **Acero:** S-600
- **Acero:** S-700
- **Acero:** S-800
- **Acero:** S-900
- **Acero:** S-1000
- **Acero:** S-1100
- **Acero:** S-1200
- **Acero:** S-1300
- **Acero:** S-1400
- **Acero:** S-1500
- **Acero:** S-1600
- **Acero:** S-1700
- **Acero:** S-1800
- **Acero:** S-1900
- **Acero:** S-2000

<b>EMPSERP E.S.P.</b>		<b>DEPARTAMENTO DE NARIÑO</b>	
ING. JAMES ACORRAL ROSAS ORIENTE		MUNICIPIO DE PUPIALES	
PROYECTO: <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPIALES</b>			
CODIFICACION:	DETALLE FILTRO ANAEROBIO FALSO FONDO	PROYECTO:	ING. RENE ORCIBO
DISEÑADO:	PABLO CABRIL VALENCIA S. CARLOS ANDRES VILLARREAL I.	ESCALA:	1 : 75
DISEÑADO:	PABLO CABRIL VALENCIA S. CARLOS ANDRES VILLARREAL I.	PROYECTADO:	PUPIALES
		FECHA:	04/07/2018
		PROYECTO:	4

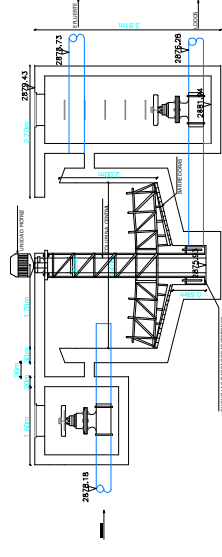
**PLANTA SEDIMENTADOR SECUNDARIO**  
Esc. 1:50



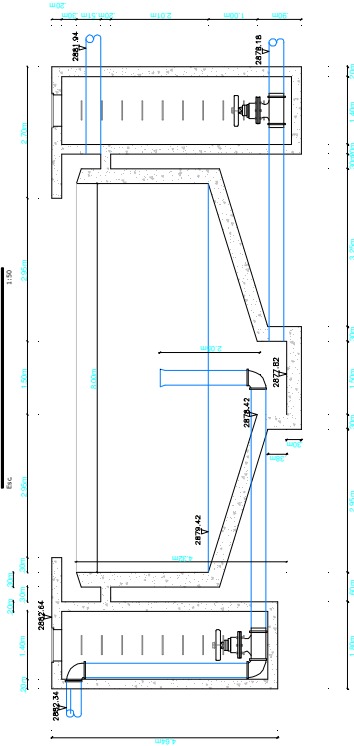
**PLANTA ESPESADOR**  
Esc. 1:50



**CORTE A-A ESPESADOR**  
Esc. 1:10

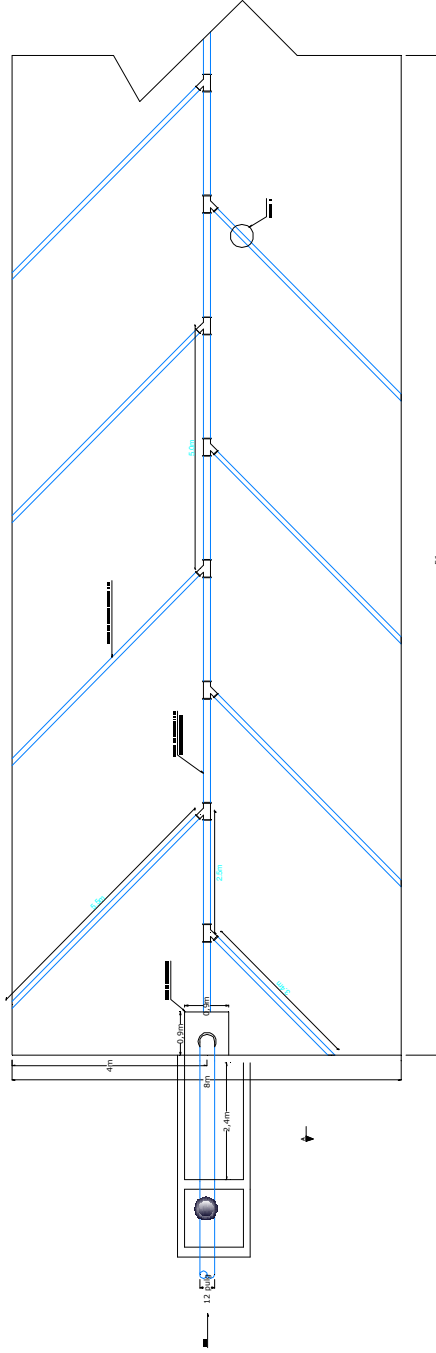


**CORTE A-A SEDIMENTADOR SECUNDARIO**  
Esc. 1:50



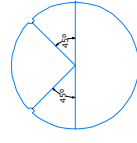
 EMP SERP E.S.P. INGENIERIA CONSULTORAS GERENTE	DEPARTAMENTO DENARIÑO MUNICIPIO DE PUPALES		
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPALES		
CONTRATE DPTA. LEERRADORCFE GRATEPJA-2 DPTA. LE TEMPORALUDOR	DISEÑO PABLO GABRIEL VARECHA S. CARLOS ANDRÉS VILLARREAL I.	PROYECTO ING. BERT CRIVELLO	ESCALA 1:50
DEDICADO PABLO GABRIEL VARECHA S. CARLOS ANDRÉS VILLARREAL I.	ESCALA 1:50	PLANIFICACION ING. BERT CRIVELLO	
DEPARTAMENTO DENARIÑO MUNICIPIO DE PUPALES			Hoja 5 de 9

**PLANTA LECHOS DE SECADO**  
Etc

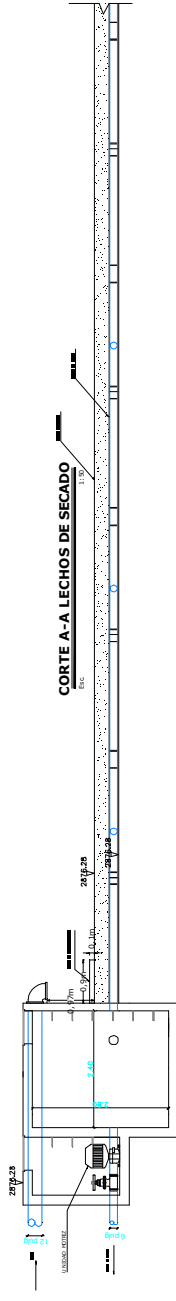


5.60m

**DETALLE 1**



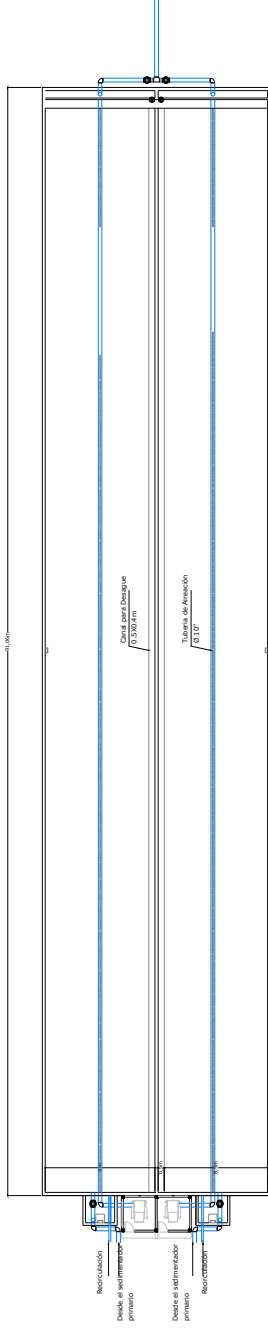
**CORTE A-A LECHOS DE SECADO**  
Etc



<b>EMPSERP E.S.P.</b> ING. JAMES A. COBRERA S. GERENTE		DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPAIBAL	
CONTRATE DISEÑO DE LOS LECHOS DE SECADO		PROYECTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPAIBAL	
DISEÑADOR ING. JAMES A. COBRERA S.		PROYECTISTA ING. BRUNO C. BOLAÑO	
ESCALA 1 : 50		FECHA AÑO 2018	
DETALLE PABLO GABRIEL VALENCIA S. CARLOS ANDRÉS VILLARREAL L.		PLANCHA RECTIFICADA	
		6	
		DE 9	

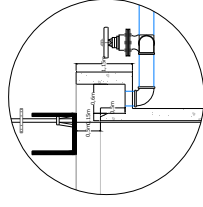
**PLANTA AIREADOR**

Esc: 1:1000



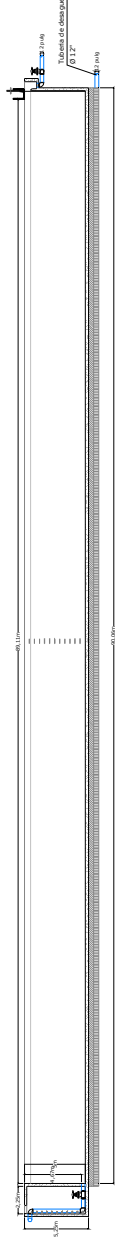
**DETALLE CANAL DE SALIDA**

Esc: 1:25



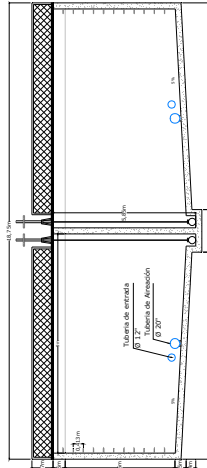
**CORTE A-A AIREADOR**

Esc: 1:200



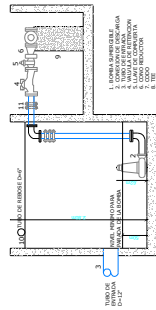
**CORTE B-B AIREADOR**

Esc: 1:100

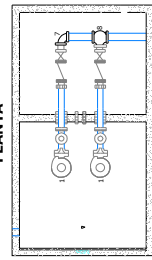


**DETALLE DE LA BOMBA**

Esc: 1:100



**PLANTA**



**DETALLE TUBERIA AIREACION**

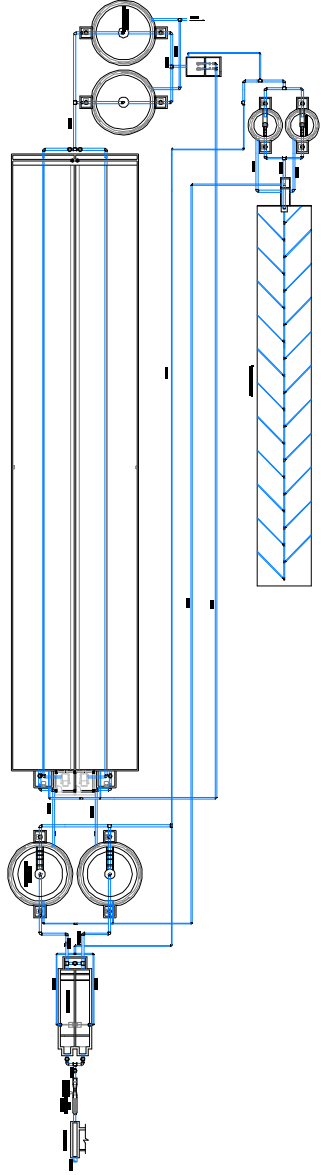
Esc: 1:25

Tubo Ø 200x6, longitud de tubo 89.81m perforado con 1289 orificios, distancia entre orificios centro a centro 7cm, Ø orificio 3cm.

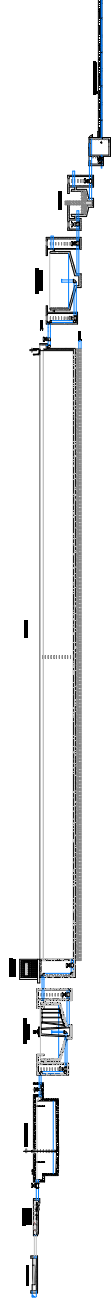


<b>EMPSERP E.S.P.</b> INGENIERIA CIVIL BOGOTÁ GIENRE	DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPIALES	
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPIALES	
CONTRATO: AREA DE PAPA, AREA DE Lodos ACTIVADOS	PROYECTO: PABLO CABRE, VALENCHAS, CARLOS ANDRES VILLARREAL I.	PROYECTO: ING. RENE CRICULO
EJECUTIVO: PABLO CABRE VALENCHAS, CARLOS ANDRES VILLARREAL I.	REVISOR: ING. RENE CRICULO	FECHA: ABRIL 2008
ESCALA: 1 : 200		PLANCHA: PUPIALES/08
		HOJA: 7

DISPOSICION DE REACTORES PLANTA DE TRATAMIENTO

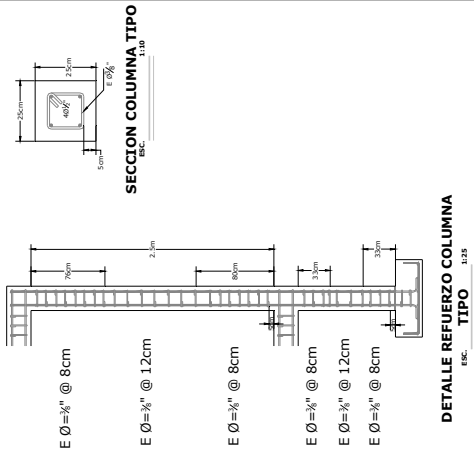
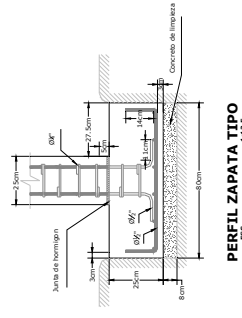
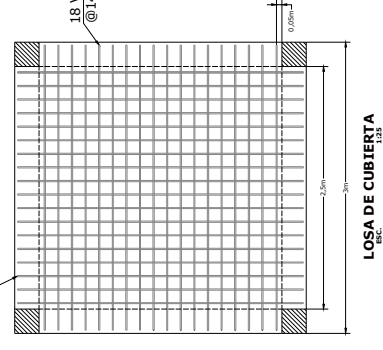
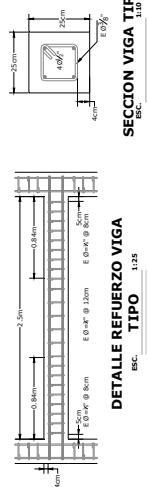
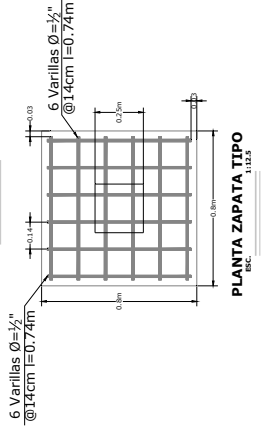
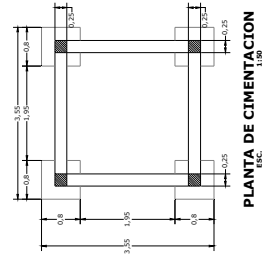
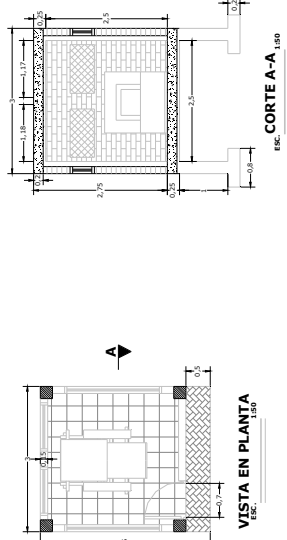
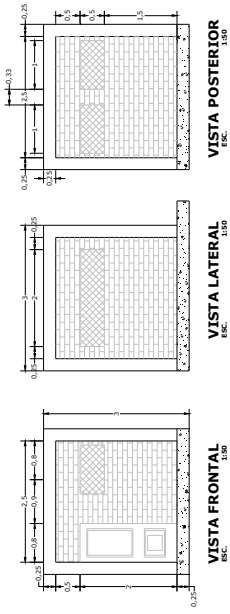


PERFIL GENERAL PLANTA DE TRATAMIENTO



<b>EMPSERP E.S.P.</b> S.A. DE INGENIERIA CONSULTORAS INGENIERIA	DEPARTAMENTO DE MBINO INGENIERIA CIVIL	
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PIPALES	
SUBSECTOR DE OBRAS Y PAQUETES DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	PROYECTO PARA EL DISEÑO DE LA OBRERA PARA LA OBRERA	FECHA 17/03/2010
CONSULTOR CARLOS GARCIA MORALES, S.	ESCALA 1 : 250	HOJA 8





Cubierta con losa maciza espesor 20cm

Para toda la estructura se recomienda trabajar con Concreto de 210Kg/cm<sup>2</sup> y refuerzo de 4200Kg/cm<sup>2</sup>

<b>EMP SERP E.S.P.</b> ING. JAMISA CORRAL ROSAS ORIENTE	DEPARTAMENTO DE NARIÑO MUNICIPIO DE PUPALES	
	PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPALES	
CONTRATE: SERVICIOS DE INGENIERIA EN DISEÑO Y EJECUCION DE OBRAS DE OBRAS DE CONCRETO Y ACERO PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES - PUPALES	DISEÑO: PABLO CARBELL VALENCIA S.S. CARLOS ANDRES VILLASELA I.L.	REVISOR: ING. RIVER CEBOLLO
	ESCALA: 1:50	PLANCHA: 9
ELABORADO: PABLO CARBELL VALENCIA S.S. CARLOS ANDRES VILLASELA I.L.	REVISOR: JAMISA CORRAL ROSAS	PROYECTO: CUARDADIANO