

EVALUACIÓN DE DOS ESTRATEGIAS DE COSECHAS DE AGUA EN LOS
MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES



KEVIN ANDREW MUÑOZ MONTENEGRO
MATEO FERNANDO BENAVIDES RUEDA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2018

EVALUACIÓN DE DOS ESTRATEGIAS DE COSECHAS DE AGUA EN LOS
MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES

KEVIN ANDREW MUÑOZ MONTENEGRO
MATEO FERNANDO BENAVIDES RUEDA

Trabajo de grado en la modalidad de Práctica social para optar al título de
Ingeniero Ambiental

Directora
Mg. Sandra Morales Velasco

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2018

Nota de aceptación

La Directora y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

Mg. SANDRA MORALES VELASCO
Directora

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, 28 de marzo de 2018

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. MARCO TEÓRICO	14
3.1 CAPTACIÓN DE AGUA	14
3.2 USO Y REUSO DEL AGUA	16
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVO GENERAL	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. METODOLOGÍA	19
5.1 LOCALIZACION	19
5.2 CLIMOGRAMAS Y BALANCES HÍDRICOS DE MERCADERES Y PATÍA	20
5.3 EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA	21
5.3.1 Evaluación sistema de cosecha de agua, Reservorios (Jagüeyes)	21
5.3.1.1 Batimetría de los reservorios	22
5.3.1.2 Determinación del coeficiente de escorrentía	23
5.3.1.3 Determinación de la velocidad de infiltración	23
5.3.1.4 Balance hídrico de los reservorios	24
5.3.1.5 Caracterización del agua de los reservorios	25
5.3.2 Evaluación a Sistemas de Cosecha de Agua Pluvial en Techos (SCAPT)	26
5.3.2.1 Determinación de la capacidad de captación SCAPT	26
5.4 APOYO A LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE TRES BIOFILTROS EN MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES	27
5.4.1 Caracterización fisicoquímica a las aguas de los biofiltros	27
5.5 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS SISTEMAS ESTUDIADOS (COSECHA DE AGUA Y BIOFILTROS)	28
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
6.1 CLIMOGRAMA DE MERCADERES	29
6.1.1 Clasificación climática de Mercaderes según Thornthwaite	30
6.1.2 Climograma de Patía	32
6.2 EVALUACIÓN A DOS SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA	35

	pág.
6.2.1 Cosecha de Agua, reservorios (Jagüeyes)	35
6.2.1.1 Batimétrica de los reservorios	37
6.2.1.2 Determinación del coeficiente de escorrentía	38
6.2.1.3 Determinación de la velocidad de infiltración	40
6.2.1.4 Balance hídrico de los reservorios	42
6.2.1.5 Caracterización del agua de los reservorios	47
6.3 SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA PLUVIAL EN TEJADOS (SCAPT)	49
6.3.1 Determinación de la capacidad de captación de los SCAPT	50
6.4 APOYO A LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE DOS BIOFILTROS EN MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES	53
6.4.1 Revisión del pretratamiento	54
6.4.2 Revisión de los biofiltros	55
6.4.3 Caracterización fisicoquímica de las aguas de los biofiltros	56
6.4.4 Demanda Química de Oxígeno DQO	58
6.4.5 Sólidos Suspendidos Totales – SST	60
6.4.6 Potencial de Hidrógeno – Ph	62
6.4.6.1 Comparación entre Biofiltros	62
7. ESTRATEGIAS DE MANEJO	64
7.1 ESTRATEGIA DE MANEJO PARA LOS RESERVORIOS	64
7.2 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS SCAPT	65
7.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS BIOFILTROS	68
8. CONCLUSIONES	70
9. RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	74

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Datos de elevación y temperatura media, Mercaderes	29
Cuadro 2. Variables meteorológicas para Mercaderes	29
Cuadro 3. Índices climáticos de Thornthwaite para Mercaderes	31
Cuadro 4. Datos de elevación y temperatura media, Patía	32
Cuadro 5. Variables meteorológicas para Patía	32
Cuadro 6. Índices climáticos de Thornthwaite para Patía	34
Cuadro 7. Capacidad de los reservorios y Área de inundación	37
Cuadro 8. Coeficiente de escorrentía específico para el terreno cercano a cada reservorio	39
Cuadro 9. Velocidades de infiltración calculadas para los reservorios	41
Cuadro 10. Perdidas por infiltración y tipo de suelo del embalse	41
Cuadro 11. Velocidades de infiltración asumidas	42
Cuadro 12. Calificación para reservorios	46
Cuadro 13. Resultados caracterización fisicoquímica del agua de los reservorios	48
Cuadro 14. Oxígeno disuelto	48
Cuadro 15. Área de captación y volumen de almacenamiento	50
Cuadro 16. Comparación entre biofiltros	63

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema en perfil de un humedal artificial de flujo subsuperficial	17
Figura 2. Localización geográfica de los sistemas de cosecha de agua estudiados	19
Figura 3. Esquema modelo de medición de los reservorios	22
Figura 4. Minisimulación de lluvias	23
Figura 5. Pruebas de colorimetría	25
Figura 6. Imágenes de SCAPT's	26
Figura 7. Esquema en planta de la construcción de los sistemas de biofiltros	27
Figura 8. Climograma municipio de Mercaderes	30
Figura 9. Régimen de humedad del municipio de Mercaderes	31
Figura 10. Climograma de municipio de Patía	33
Figura 11. Régimen de humedad de Patía	34
Figura 12. Reservorio en la finca California	35
Figura 13. Reservorio en la finca El Porvenir (JS)	36
Figura 14. Reservorio en Villa Camila	36
Figura 15. Gráficos de las pruebas de infiltración	40
Figura 16. Balance hídrico de los reservorios	43
Figura 17. Volúmenes captados en Mercaderes en 2016	51
Figura 18. Volúmenes de agua captados en Patía en 2016	51
Figura 19. Pretratamiento	54
Figura 20. Biofiltros	56
Figura 21. Valores promedios de DBO ₅	57
Figura 22. % Remoción de DBO ₅	57
Figura 23. Valores promedio de DQO	59
Figura 24. Porcentaje de Remoción DQO	59
Figura 25. Valores Promedio SST	60
Figura 26. Porcentaje de Remoción SST	61
Figura 27. Valores promedio de pH	62
Figura 28. Esquema interceptor de primeras aguas	66
Figura 29. Jerarquía en necesidades de agua	67

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Coordenadas de las ubicaciones de los sistemas de cosecha de agua	78
Anexo B. Datos meteorológicos	79
Anexo C. Datos de las velocidades de infiltración	84
Anexo D. Datos estaciones meteorológicas de NUTRIFACA	86
Anexo E. Tablas THORNT	94
Anexo F. Datos de la batimetría de los reservorios	95
Anexo G. Volúmenes de los reservorios	129
Anexo H. Balances hídricos de los reservorios	137
Anexo I. Datos Fisicoquímicos	143
Anexo J. Gráficos análisis datos meteorológicos	145

INTRODUCCIÓN

La temperatura de la tierra ha favorecido la prosperidad y el libre desarrollo de las comunidades alrededor del planeta durante los últimos miles de años; con la llegada de la industrialización y la utilización de hidrocarburos, se encontró una manera de producción a gran escala capaz de impulsar el sector económico y las actividades diarias, que simultáneamente originó el crecimiento en la emisión de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), entre otros, siendo este crecimiento un factor muy ligado a la densidad poblacional y al desarrollo económico. Estos cambios alteraron el ciclo hidrobiológico, generando, entre otros problemas, la crisis del recurso hídrico en algunas zonas, debido al calentamiento y crecimiento de la temperatura en la atmósfera y a las actividades humanas como la deforestación (Rodríguez, Mance, Barrera & García, 2015).

Colombia se ha visto muy afectada por dicho fenómeno, ya que existen zonas específicas cuyas condiciones naturales han sido insuficientes para adaptarse a los cambios ambientales originados; una de ellas es el valle del Patía, cuya afectación por la devastación se traduce en emergencias alimentarias y estragos sociales, como la migración de familias enteras ante esta crisis.

Estas zonas son afectadas por la carencia de lluvias o por tener periodos secos muy prolongados, debido a esto es muy importante aprovechar las precipitaciones cuando se presentan, ya que estas son un aporte de caudales a fuentes de agua como ríos, arroyos, lagos y otros cuerpos de agua los cuales a su vez son fuentes hídricas para las personas y animales. Además el agua de la lluvia puede ser útil para diversas actividades, como la industria, riego de cultivos, ganadería, producción piscícola e incluso para el consumo humano, si se aplican las técnicas necesarias para tener una calidad de agua y un consumo seguro.

La falta de lluvias en los municipios caucanos de Patía y Mercaderes ya provocó pérdidas en cultivos de maíz, plátano, yuca, caña panelera, pastos y cabezas de ganado, afectando el modelo económico de la región; la región se ve muy afectada por estos cambios de clima tan bruscos y evidencia dificultades para la adaptación de las comunidades rurales las cuales no tienen acceso a un surtido de agua constante y de buena calidad

Como respuesta a estos cambios en el clima del Valle del Patía, la Asociación Ganadera de Mercaderes (ASOGAMERC) y la cooperativa Agropecuaria de Usuarios Campesinos de Patía (COAGROUSUARIOS), han construido en la

región dos sistemas de cosechas de aguas y sistemas de biofiltros para tratar aguas residuales de porcícolas, que están siendo apoyados de manera directa por el Grupo de Investigación Nutrición Agropecuaria (NUTRIFACA). Uno de los primeros pasos para la adaptación, sustento de la vida y la economía, es la optimización del uso y reutilización del recurso hídrico por medio de tecnologías específicas para este fin. El presente informe plasma el seguimiento que se realizó a estos sistemas de cosechas de agua, y demuestra que los biofiltros multipropósito funcionan en la remoción de materiales contaminantes y ayudan en la alimentación animal. Se presenta finalmente el beneficio social que tiene la implementación de estos sistemas en zonas en donde las lluvias son escasas y las temperaturas son considerablemente altas para las comunidades que las habitan.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial, y se estima que este porcentaje está en aumento. La escasez de agua ya afecta a cada continente y obstaculiza tanto la sostenibilidad de los recursos naturales, como el desarrollo económico y social. Sin embargo, la escasez de agua no necesariamente se traduce en pobreza, como lo deducen generalmente los análisis geográficos, pues existen países desarrollados con escasez de agua y países pobres con abundantes fuentes hídricas, donde la sociedad humana desarrollada dispone de los recursos científicos, técnicos, económicos, políticos e institucionales para adecuar y asegurar la disponibilidad de agua (Posada *et al*, 2010).

El seguimiento a la sostenibilidad y sustentabilidad del agua potable, fue fundamental para orientar la gestión pública y privada del recurso hídrico hacia la primera década de los años dos mil; la Comunidad de Naciones Andinas (CAN) ha adoptado programas y políticas para orientar la buena gestión del agua en los países andinos.

Por su localización geográfica, orografía y gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Dentro de este contexto, en Colombia el agua desde una perspectiva de recurso ambiental, bien social y económico, debería estar contemplada dentro de la agenda pública no solo en cuanto a preservación y manejo, sino también en las implicaciones sociales que se puedan desencadenar en su utilización y tenencia.

Los municipios de Patía y Mercaderes no sólo no son ajenos a las escasez del recurso hídrico, sino por lo contrario son muy afectados porque tienen un clima que normalmente tiene periodos de cortos de precipitación, además de que últimamente están experimentando prolongaciones de los periodos de verano. Estos municipios se encuentran en un estado de estrés permanente, al no contar con la disponibilidad del líquido; su escasez impide el desarrollo de su economía, que está basada en gran parte en la ganadería, la agricultura contrayendo problemas para la población que pierden sus oficios en el campo.

Desde esta óptica, se puede observar que la región tiene la necesidad prioritaria del abastecimiento de agua para poder seguir albergando vida y para que la calidad de vida de las comunidades se mantenga, para mantener las actividades económicas que dependen de este recurso, las comunidades de la zona necesitan asistencia técnica para hacer un uso más eficiente del agua que les escasea, pues el Valle del Patía es un ecosistema que está en peligro de perderse.

2. JUSTIFICACIÓN

Diversas sociedades humanas han luchado por su sobrevivencia durante varios milenios en ambientes áridos, semiáridos y secos, donde hay carencia de agua. Los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia ayudan a resolver los problemas de abastecimiento para uso doméstico y riego, así mismo, representan opciones reales para incrementar los volúmenes disponibles de agua (Morris *et al*, 2010).

El almacenamiento de agua en reservorios, le permite al productor agropecuario un suministro de agua de buena calidad en el verano, o durante las sequías o veranillos que se presentan en invierno. Los reservorios se pueden construir para almacenar aguas de escorrentía, provenientes de quebradas y ríos, o para captar aguas lluvias, lo que se puede definir como cosecha de agua de lluvia (Morris *et al*, 2010).

En los municipios de Patía y Mercaderes pertenecientes al departamento del Cauca, se han puesto en marcha dos tecnologías: reservorios excavados y sistemas de cosecha de aguas en techos, aunados a biofiltros para el tratamiento de residuales para su posterior reuso, y que ayudan a mitigar los efectos negativos de la escasez de agua en las actividades económicas y cotidianas de la zona, además de cubrir la demanda de agua de las comunidades productoras. Para lograrlo, es necesario hacer una evaluación de los sistemas mencionados, para verificar su correcto funcionamiento o determinar algunas mejoras técnicas, salidas desde la práctica profesional.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CAPTACIÓN DE AGUA

La captación de agua de lluvia es un medio fácil para la obtención de agua para consumo humano en zonas de alta o media precipitación pluvial. El agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada para su uso posterior (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

Los reservorios de agua, comúnmente conocidos como jagüeyes, son tradicionalmente utilizados como una eficiente y económica vía para almacenar agua, que es posteriormente encaminada a labores productivas pecuarias, y, en sentido estricto, a suplir las necesidades humanas; proveen alimento, cobertura, hábitat de anidación, refugio de crecimiento a una variada comunidad compuesta por distintas especies de invertebrados, anfibios, reptiles, aves y mamíferos silvestres; además, dependiendo del manejo, se les relaciona con valores recreacionales y factores estéticos del paisaje, pueden también ser utilizados para producciones alternativas como la piscicultura (Botero *et al.*, 2009).

Descriptivamente, los jagüeyes son lagunas; su existencia puede corresponder a cualquier origen, drenaje y dimensiones; permanecen relativamente estancados y son un tanto inestables, con variaciones en el nivel de agua; pueden ser temporales o permanentes, dependiendo del régimen pluvial. Su profundidad media es menor a los 8 metros y de forma cóncava, con tendencia a provocar turbiedad, lo cual origina una menor transparencia del agua en comparación con un lago, siendo ésta frecuentemente de color pardo por la presencia de materia orgánica, el crecimiento de algas y la presencia de sólidos suspendidos.

Desde una perspectiva integral, comenzando desde la estructura y los flujos energéticos que se entrelazan en un jagüey, se puede afirmar que se trata de sistema complejo en el que el fitoplancton juega un papel de gran importancia en el inicio de su trama vital, en donde operan células simples y organismos fotosintéticos imprescindibles. Otros grupos de organismos importantes son los rotíferos, cladóceros y copépodos, de menor tamaño corporal dentro del zooplancton, que junto a larvas de insectos, larvas de crustáceos y renacuajos consumen el fitoplancton, mientras que otros animales como anélidos, oliquetos, decápodos, gasterópodos, e insectos consumen animales más pequeños; la complejidad permite la asociación de diversas plantas, siendo las macrófitas acuáticas las de mayor expresión y un grupo faunístico diverso que incluye anfibios, reptiles, aves y en algunos casos mamíferos.

Puede afirmarse que existe una relación positiva entre el número de jagüeyes y la biodiversidad de un área dada; las áreas acuáticas restringidas como los jagüeyes, juegan un importante papel en la conservación, contribuyen significativamente a la biodiversidad regional, en especial cuando poseen habitantes de especies raras, endémicas o únicas; por esta razón, la creación de nuevas unidades viene siendo usada como estrategia ampliamente practicada en muchos países (Declerk *et al.*, 2006; citado por Botero *et al.*, 2009).

El agua es un elemento muy importante para la producción ganadera y se provee a menudo directamente de depósitos, entre ellos los jagüeyes. Dado que el ganado defeca y orina tanto en el cuerpo de agua como en los alrededores, agrega nutrientes bien sea de forma directa o por escorrentía; esta materia orgánica puede reducir la palatabilidad del líquido e interferir en los rendimientos esperados.

El sistema de cosecha de aguas lluvias es una técnica que permite obtener agua para el consumo humano y uso agrícola, donde no se dispone o es escasa el agua dulce superficial para dichas actividades. La captación de aguas lluvias con fines domésticos se realiza a nivel de techos, utilizando estas superficies como sistema de captación, evitando así su contaminación. El agua lluvia después de ser interceptada y colectada, es almacenada para su posterior uso.

La colecta de aguas lluvias con fines agrícolas requiere de mayores superficies de captación, ya que se requieren mayores volúmenes de agua que para el uso doméstico, debido a que algunas especies agrícolas demandan de grandes cantidades de agua.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) identifica ventajas con la captación del agua lluvia para el consumo doméstico, tales como “Alta calidad fisicoquímica del agua de lluvia, Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas. Empleo de mano de obra y/o materiales locales, no requiere energía para la operación del sistema, es fácil de mantener, y comodidad y ahorro de tiempo en la recolección”.

Sin embargo, también presentan desventajas “Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y la cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación” (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

3.2 USO Y REUSO DEL AGUA

La administración de los recursos hídricos bajo condiciones de escasez y un potencial crecimiento urbano en los municipios, plantea un reto complejo de importancia para poblaciones en donde la disponibilidad de agua es muy escasa, como en el municipio del Patía, en donde su precipitación media anual es baja. El impacto que produce el alto consumo de agua en regiones donde este recurso es limitado, alienta al desarrollo de nuevas técnicas que permitan analizar la administración eficiente del agua; surge entonces la necesidad de identificar fuentes económica y ambientalmente sustentables de suministro, para el abastecimiento del agua para diversos usos en la región.

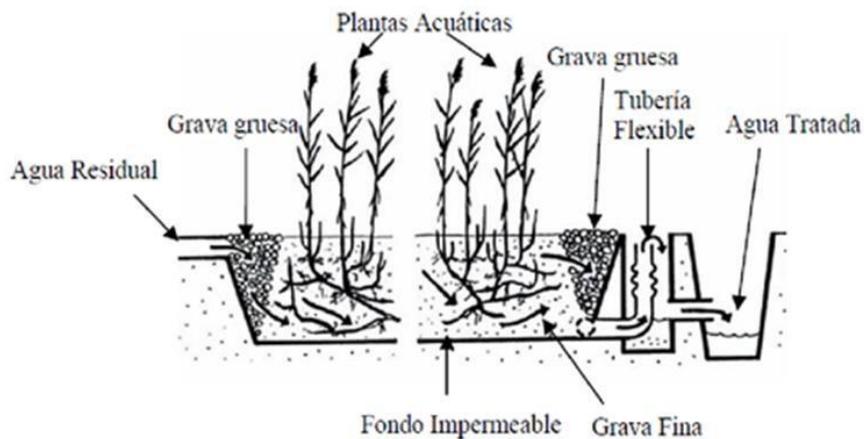
Los sistemas naturales de tratamiento (SN) están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y eficientes en comparación con los sistemas de tratamiento convencional, para una amplia gama de aguas residuales. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en macrofitas pueden ser definidos como SN, en los cuales las macrofitas acuáticas (plantas que crecen en suelos saturados de agua) tienen una función vital en relación con la depuración del agua residual. Los humedales están entre los ecosistemas más importantes de la tierra por sus condiciones hidrológicas, y porque constituyen un enlace entre sistemas terrestres y acuáticos. Un humedal artificial (Wetland) es un sistema complejo de medio saturado, diseñado y construido por el hombre, con vegetación sumergida y emergente y vida animal acuática que simula un humedal natural para el uso y beneficio humano. Existen básicamente dos tipos de humedales: de flujo superficial (HFS) y flujo Subsuperficial (HS) (Peña, Ginneken & Madera, 2003).

El humedal artificial de flujo subsuperficial consiste igualmente en una balsa o canal impermeabilizado del exterior, que se encuentra relleno de un material sólido poroso ocupando casi toda su profundidad. El agua residual circula a través del medio poroso (rocas o grava) y siempre por debajo de la superficie del mismo; además de tener medio soporte, estos sistemas funcionan con vegetación emergente, cuyo papel es fundamental para su buen funcionamiento.

La circulación del agua a través del suelo o material de soporte, parece ser siempre más efectiva que la circulación de superficie para muchos de los mecanismos de degradación de los contaminantes presentes en las aguas residuales. Durante el paso del agua residual a través del lecho poroso, se produce un contacto con zonas aerobias, anóxicas y anaerobias. La zona aerobia se encuentra en las zonas muy cercanas a la superficie y alrededor de las raíces y rizomas de las plantas. Los microorganismos que degradan la materia orgánica se

encuentran formando una biopelícula alrededor de la grava y de las raíces de las plantas. Por lo tanto, cuanto mayor sea la superficie susceptible de ser ocupada por la biopelícula, mayor será la densidad de microorganismos y mayor el rendimiento del sistema. Este hecho hace que el área requerida sea menor que en los humedales de flujo superficial pero con un mayor coste debido al uso de una mayor cantidad de medio poroso. Además, con este sistema, se evitan problemas como posibles plagas de insectos, olores y, en climas fríos, aportan una mayor protección térmica. Dentro de los humedales de flujo subsuperficial, se pueden encontrar dos tipos de flujo: horizontal (FSSH) y vertical (FSSV). Los primeros trabajan con una alimentación continua realizada a lo largo de uno de los laterales. La recogida del agua depurada se realiza en la parte inferior del lado opuesto al de la alimentación. Como se ve en la figura 1, el nivel de agua es regulado con una tubería flexible manteniendo en todo momento el lecho saturado de agua (Javier & Sanz, 2010).

Figura 1. Esquema en perfil de un humedal artificial de flujo subsuperficial.



Fuente: (Javier & Sanz, 2010)

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar dos estrategias de cosecha de agua, Reservorios y colecta de agua en techos en los municipios de Patía y Mercaderes.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un diagnóstico de las dos estrategias de cosechas de aguas (Reservorios y Sistemas de Cosecha de Agua Pluvial en Techos).

Determinar estrategias de manejo para los sistemas de recolección de agua.

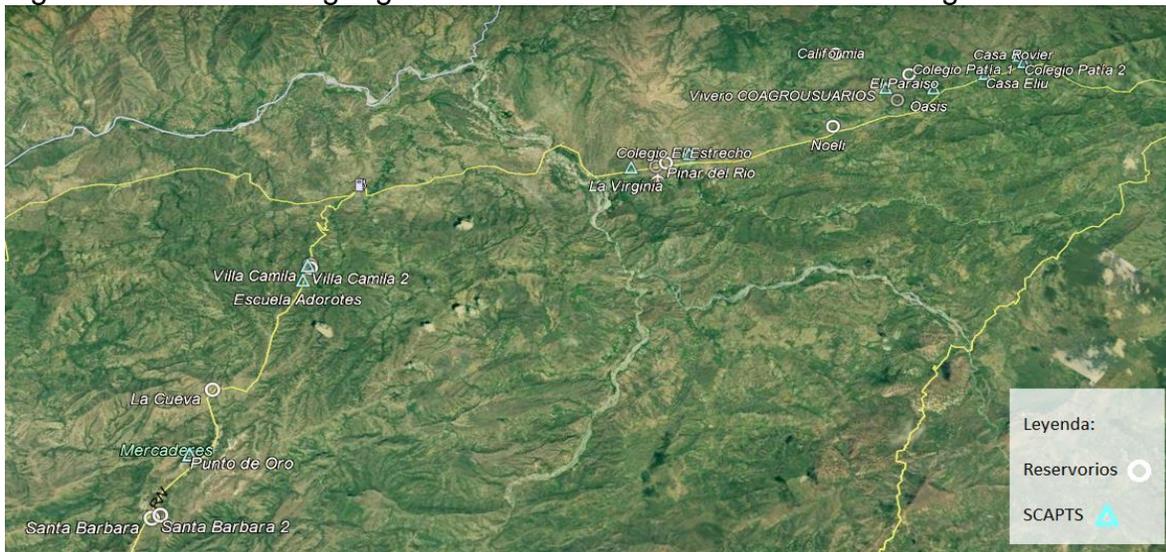
Apoyar la caracterización fisicoquímica de tres sistemas biofiltros en los Municipios de Patía y Mercaderes con la ayuda del colorímetro móvil spectroquant MOVE 100 que cuentan con documentación y Certificado de Calidad para simplificar el Aseguramiento de Calidad Analítica (ACA).

5. METODOLOGÍA

5.1 LOCALIZACION

El trabajo se realizó en los municipios de Patía y Mercaderes, Departamento del Cauca. En la (figura 2) se presentan las ubicaciones de los sistemas en los municipios, las coordenadas se encuentran en el (Anexo A).

Figura 2. Localización geográfica de los sistemas de cosecha de agua estudiados.



Fuente: Google Earth, 2018.

Municipio de Patía.

Su cabecera, El Bordo, está localizada a los 02° 06' 56" de latitud norte y 76° 59' 21" de longitud oeste. Altura sobre el nivel del mar: 910 m. Temperatura media: 23°C. Precipitación media anual: 2.171 mm. Dista de Popayán 82 km. (Alcaldía de Patía, 2017).

Calidad de agua en el municipio de Patía y su cobertura.

Según la Empresa Municipal de Servicios Públicos de Patía (EMPATÍA E.S.P.), para la cabecera municipal El Bordo, se presenta un valor de Índice de Riesgo de Calidad de Agua (IRCA) para los meses de enero a junio del 2016 de 2.63, que en

la escala es un valor sin riesgo; para la zona rural del municipio no se conoce este índice. Adicionalmente, ningún abastecimiento del Municipio cuenta con el más mínimo sistema de tratamiento de aguas, a pesar de la alta contaminación de las quebradas (Empresa Municipal de Servicios Públicos de Patía, 2016).

La cobertura del servicio de agua en la Cabecera Municipal es del 100% que corresponde a 2029 viviendas. En el sector rural, la cobertura de viviendas con éste servicio, es del 5,04%, que corresponde a 2300 viviendas de las 4506 existentes; la menor cobertura se presenta en los corregimientos de Patía, Méndez, El Placer, Santa Rosa Baja, La Mesa, Quebrada Oscura, Brisas, Don Alonso, Sachamates, Piedra Sentada, Sector Centro (El Bordo), Versalles y Guayabal. La cobertura total es del 66,26% (Corporación Regional Autónoma del Cauca CRC, 2016a).

Municipio de Mercaderes.

Se encuentra localizado en la parte sur del territorio colombiano, en el Departamento del Cauca, en las siguientes geo-referencias: Norte: N708.069,06 E 986.444,44; Sur: N 675.013,50 E 981.573,38. Oriente: N 690.299,25 E1.006.960, 87; Occidente: N677.696,88 E 971.823,06 (Alcaldía de Mercaderes, 2012).

Calidad del agua en el municipio de Mercaderes y su cobertura.

El acueducto cubre el 41,7%, con buen estado de infraestructura en las veredas El Pilón, El Cocal (sin desarenador), Villamaría, Villanueva, La Monja y Guasayaco. El servicio es deficiente por caudal insuficiente en las veredas de Villamaría, Los Planes, El Pilón y Mojarras. Las veredas que no cuentan con sistema de abastecimiento de agua son Ganaplata, El Caney, Matacea, El Cardo y El Bado (CRC, 2016b). La Cabecera Municipal, es la única que cuenta con una planta de tratamiento convencional (cloración con hipoclorito de calcio) (CRC, 2016), sin embargo los pobladores no consumen directamente el agua sin previa desinfección (hervida).

5.2 CLIMOGRAMAS Y BALANCES HÍDRICOS DE MERCADERES Y PATÍA

Con información suministrada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de estaciones cercanas al área en donde se encuentran establecidas las estrategias de cosecha de agua, en particular la

estación Granja Experimental Universidad de Nariño que es la más cercana a Mercaderes con datos meteorológicos comprendidos en el periodo de 1992 hasta 2016, para el municipio de Patía se combinaron datos de temperatura de la estación la Fonda Citec del periodo de 1991 hasta 2005 y de la estación ubicada en El Estrecho se utilizaron datos de precipitaciones medias mensuales desde el año 1971 hasta el 2016, esto dado porque información de las estaciones no se encontró complete, la información meteorológica se encuentra en el (anexo B), se realizaron los climogramas de los municipios para tener un entendimiento más claro de sus regímenes pluviales. Con ayuda de la tabla de cálculo THRONT (hoja de cálculo de propiedad del profesor de Hidrología Luis Jorge Gonzales de la Universidad del Cauca), se realizaron los balances hídricos para cada municipio.

Se debió corregir la temperatura para cada municipio a partir de la elevación a la cual se encuentran ubicados, esto se hizo a partir del gradiente de temperatura que resulta de la diferencia de temperatura conocida de la estación y una calculada la siguiente fórmula para cada municipio.

$$T_a = 28.3079 - 0.05651 * (m. s. n. m.)$$

Una vez corregidos los valores meteorológicos se procedió a realizar los respectivos climogramas de los municipios en interacción.

5.3 EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA

El Grupo de investigación de la Universidad del Cauca Nutrición Agropecuaria (NUTRIFACA) en colaboración de Cooperativa Agropecuaria de Usuarios Campesinos de Patía LTDA. (COAGROUSUARIOS) y la Asociación de Ganaderos de Mercaderes (ASOGAMERC) decidieron implementar tecnologías que propendieran por ayudar a mejorar la disponibilidad de agua de buena calidad en la región dado que esta misma se encuentra en condiciones de escases y con mala calidad del recurso surtido por los acueductos municipales, se construyeron dos modelos de sistemas de captación de agua llamados Reservorios o Jagüeyes y sistemas de cosecha de agua pluvial en tejados (SCAPT).

5.3.1 Evaluación sistema de cosecha de agua, Reservorios (Jagüeyes).

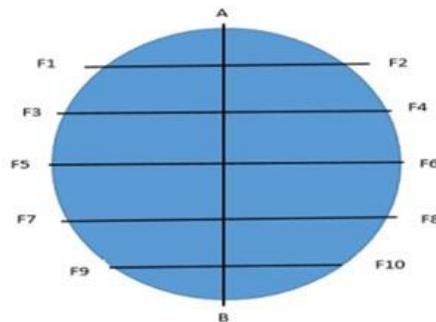
Se realizó un reconocimiento de los jagüeyes que fueron construidos por el grupo NUTRIFACA y a otros que fueron adecuados aumentando su capacidad. Cada

reservorio se ubica en lugares con diferentes características, algunos en terrenos completamente abiertos sin presencia de árboles que eviten el paso directo de los rayos solares, incrementando la evaporación del agua almacenada; otros por el contrario se encuentran rodeados de grandes árboles, estos son de servicio mayormente para pequeños ganaderos de las regiones.

5.3.1.1 Batimetría de los reservorios.

Para conocer la capacidad de cada reservorio se utilizó, la cinta métrica para el levantamiento planimétrico del área inundada; para realizar la altimetría del fondo, se utilizó el método de nivelación simple con nivel de precisión. Estos métodos fueron combinados para lograr obtener su topografía, en la (figura 3) se muestra la forma en cómo se construyó con fibras de polietileno una esquema sobre la superficie de los reservorios que se asemejara lo más posible al área o espejo de agua, se instaló un eje central con la fibra de polietileno que iba del punto A al punto B, luego se pusieron otras líneas perpendiculares a esta y paralelas entre sí a distancias iguales (la separación entre líneas fue diferente en cada situación dependiendo del tamaño del reservorio), en los intersecciones de la línea principal con las otras se iniciaron las mediciones sobre cada línea F_x hacia sus bordes, de esta manera se logró conocer las tres coordenadas (X, Y, y Z) de cada punto medido.

Figura 3. Esquema modelo de medición de los reservorios.



Fuente: Elaboración Propia.

Luego se procedió a organizar la nube de puntos generada con ayuda de hojas de cálculo Excel para poderla exportar a TOPO3, que es un programa de computador diseñado para procesar datos topográficos en ingeniería, diseño de vías, cálculo de volúmenes de tierra y de agua en embalses (Solano, 2017), este permitió interpolar curvas de nivel y generar una superficie a la cual se le es posible hallar características como volumen máximo de almacenamiento y superficie ocupada.

5.3.1.2 Determinación del coeficiente de escorrentía.

Para hallar el coeficiente de agua que se infiltra en las áreas de recolección que alimentan cada reservorio se realizó una prueba de campo, se utilizó un minisimulador de lluvias (figura 4.) basado en el principio de la botella de Mariotte, que permite mantener constante la velocidad la precipitación generada, el área de terreno que fue afectada fue de 0,126 m²; los ensayos se realizaron en el suelo cercano a cada jagüey durante 45 a 60 minutos. En donde fue posible, las pruebas se realizaron por duplicado y en lugares diferentes, pero siempre cerca de cada jagüey. Los resultados se muestran en el (cuadro 8).

Figura 4. Minisimulacion de lluvias.



Fuente: capturas propias.

Para determinar el coeficiente de escorrentía se utilizó la siguiente ecuación:

$$C = \frac{E}{P}$$

Donde C es coeficiente de escorrentía, E es escorrentía y P es la precipitación efectiva.

5.3.1.3 Determinación de la velocidad de infiltración.

Para obtener el cantidad del agua que se pierde por infiltración vertical en los reservorios se realizó una prueba de percolación a la orilla de 3 diferentes

reservorios (El Porvenir (Eduardo), Pinar del Rio 1 y Santa Bárbara 2), la prueba consistió en excavar una orificio de 0.2 m x 0.2 m x 0.5 m, para luego ser llenado con agua hasta los 0.5 m de profundidad, después se precedió a medir la columna de agua restante cada 5 minutos.

Para poder encontrar la velocidad de infiltración del agua en cada terreno, se procedió a consignar los tiempos parciales, tiempos acumulados, la lámina de agua desde el comienzo, la velocidad de infiltración en cada intervalo como se muestra en el (Anexo C), luego se halló la ecuación de la gráfica de velocidad de infiltración en cada intervalo, con esta ecuación se puede calcular la velocidad de infiltración del agua en el tiempo esto se realizó en el mes de agosto de 2017, época crítica en la que las reservas del suelo se encuentran agotadas y la tasa de infiltración es alta.

5.3.1.4 Balance hídrico de los reservorios.

Los sistemas en estudio son cerrados o endorreicos, ya que tienen una sola una fuente de abastecimiento que es la lluvia. Este balance se realiza para saber si estos sistemas, podrán proporcionar una cantidad de líquido útil a los usuarios en épocas críticas de verano.

Para un cálculo aproximado del balance hídrico, para un control rutinario de las entradas y salidas de agua, se usa la ecuación simplificada del balance hídrico:

$$\Delta Q = Q_e - Q_s$$

Donde:

ΔQ es la variación del volumen de agua en el embalse durante el período del balance).

Q_e , caudales de entrada

Q_s , caudales de salida

(Instituto de Hidrología de España & Unesco, 1981).

En este caso particular los caudales se calcularon de la siguiente manera:

Caudales de entrada (Q_e).

PI, precipitación sobre el espejo de agua.

$PI = Pp \times \text{area reservorio.}$

Q_e , caudal de escorrentía, es la cantidad de agua proveniente de escorrentía del área de la cuenca del embalse, $Q_e = Pp \times \text{área cuenca.}$

Caudales de salida (Q_s).

evp , evaporación calculada como el 69% de la evapotranspiración ($evtp$).

EI , evaporación sobre el espejo de agua, $EI = \text{área del embalse} \times evp.$

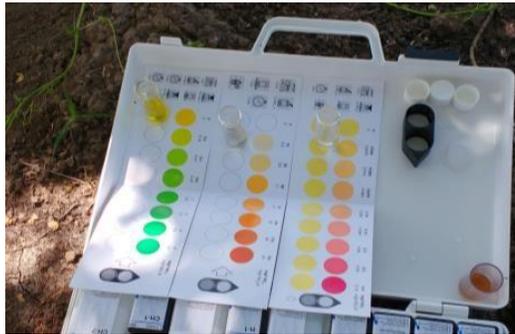
I , infiltración calculado como, $I = \text{coeficiente de infiltración asumido} \times \text{área del embalse} \times \text{días del mes.}$

Los balances de los reservorios fueron realizados, en cada caso, con los datos de ingresos y salidas de caudales que se pudieron obtener; se presentan dos escenarios: al primero pertenecen los sistemas de los que se pudo conocer su área de captación escorrentía, y que por lo tanto permitieron calcular los caudales de ingreso por escorrentías; los sistemas del segundo grupo son aquellos de los cuales no se conocen estos datos. Por lo anterior, se utilizaron solo datos de precipitación y evaporación sobre la lámina de agua.

5.3.1.5 Caracterización del agua de los reservorios

En la caracterización fisicoquímica del agua de los reservorios, se determinaron parámetros como dureza total, nitratos, nitritos, pH, fosfatos y oxígeno disuelto; para obtener estos datos se utilizó el Mcolortest™ de Merck, La concentración del parámetro estudiado se determina por el número de gotas consumidas hasta el punto de inflexión o el valor de la escala leída en una pipeta. Para realizar los ensayos colorimétricos, se produce una reacción química teniendo una variación de color al añadir reactivos a la muestra (Merck, 2017). En la (figura 5.) se observa el equipo.

Figura 5. Pruebas de colorimetría.



Fuente: captura propia.

5.3.2 Evaluación a Sistemas de Cosecha de Agua Pluvial en Techos (SCAPT)

Son 11 SCAPT en total, instalados en casas de habitantes de la zona y en algunas instituciones educativas con necesidad de un suministro constante de agua. Se realizó una revisión de los componentes de los sistemas, tomando datos de la longitud de los canales de recolección, las dimensiones de las áreas de contacto con la lluvia para la recolección y el volumen de los tanques de almacenaje instalados en cada lugar, en la (Figura 6) se muestran dos SCAPT además de observar la presencia posibles elementos que perjudicaran la calidad del agua captada.

Figura 6. Imágenes de SCAPT´s.

SCAPT Escuela Adorotes.



SCAPT finca Punto de Oro.



Fuente: capturas propias

5.3.2.1 Determinación de la capacidad de captación SCAPT. Para calcular la cantidad de agua lluvia que se pudo cosechar, se midieron las dimensiones de las áreas de captación se utilizó la siguiente formula:

$$V = (L \times A) \times h$$

V = Volumen de agua cosechada

L = Largo

A = Ancho

h = milímetros de agua lluvia precipitada (Ávila, 2003)

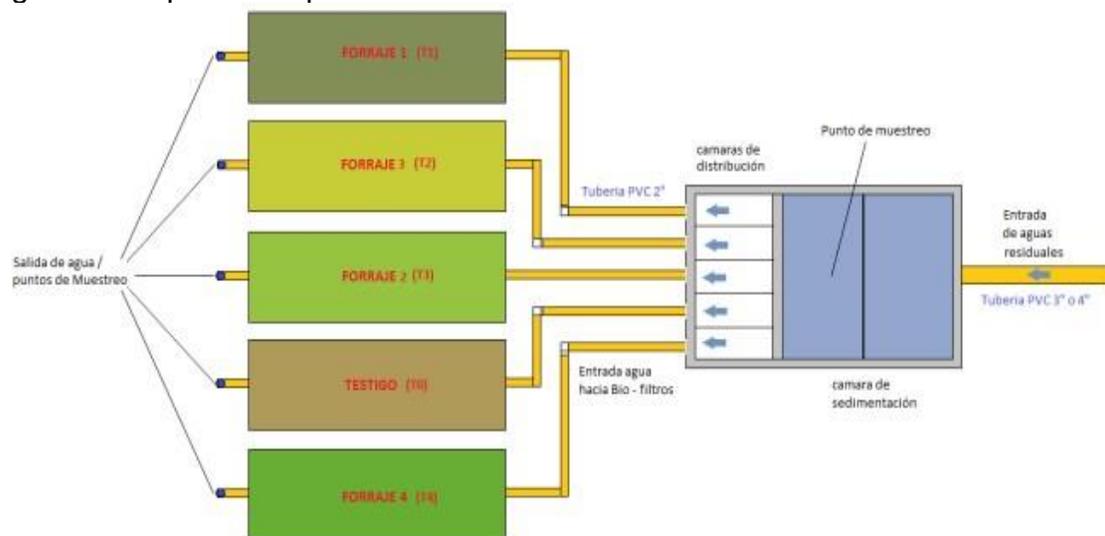
Los milímetros de agua precipitada se (h) se obtuvieron de dos estaciones meteorológicas pertenecientes al NUTRIFACA, una está ubicada en Mercaderes y la segunda se encuentra en El Estrecho, se utilizó la información de estas por que llevaban un tiempo de funcionamiento similar al de los sistemas de los SCAPT. Sin embargo se encontraron datos faltantes en estos por lo que en algunos meses se tomaron valores mensuales promedio de precipitación previstos por el IDEAM, se

tenían datos desde el mes de Julio de 2017 hasta el mes de diciembre del mismo año. Los datos se encuentran consignados en el (anexo D).

5.4 APOYO A LA CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE TRES BIOFILTROS EN MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES.

Se realizaron visitas a dos de los sitios en donde se tienen construidos 5 biofiltros, observando su construcción y funcionamiento, y se determinaron posibles estrategias de manejo o usos del efluente. Los humedales de flujo horizontal subsuperficial de tamaño piloto (3m x 1m x 1m), cuentan con un sistema de pretratamiento compuesto por un sedimentador y una cámara de distribución; en cada sistema se tienen cuatro biofiltros con presencia de pastos, que sirven de material vegetal para remoción, y un sistema testigo que sirve como marco de referencia (figura 7).

Figura 7. Esquema en planta de la construcción de los sistemas de biofiltros.



Fuente: NUTRIFACA, (2016).

5.4.1 Caracterización fisicoquímica a las aguas de los biofiltros.

Se realizaron tres análisis a los afluentes y efluentes de dos conjuntos de biofiltros con la ayuda del colorímetro móvil spectroquant MOVE 100, elemento que cuenta con documentación y Certificado de Calidad para simplificar el Aseguramiento de Calidad Analítica (ACA) (Merck Millipore, 2013). Luego se realizó el promedio de los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos de Demanda

Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sustancias sólidas suspendidas (SST) y potencial de Hidrogeno (pH), seguidamente a esto se hallaron las eficiencias de remoción de estos contaminantes y se compararon entre sí.

5.5 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS SISTEMAS ESTUDIADOS (COSECHA DE AGUA Y BIOFILTROS)

Se propusieron algunas estrategias enfocadas a cada sistema de cosecha de agua basados en los resultados obtenidos en los diagnósticos, esto se hace con el fin de mejorar el rendimiento de los mismo pero también para propender darle un mejor uso a estos volúmenes de agua capturados y de esta manera impactar de una manera positiva a las comunidades productivas de la región y a sus poblaciones.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la práctica social en los municipios de Patía y Mercaderes.

6.1 CLIMOGRAMA DE MERCADERES

Se ajustó la temperatura media mensual con la elevación, se determinó que la disminución de la temperatura por cada 100 m de elevación en el municipio de Mercaderes, es de 0,81°C con respecto a la ubicación de la Estación de Monitoreo de Elementos Meteorológicos de la Granja Experimental de la Universidad de Nariño; los valores de temperatura mensual aportados por el IDEAM fueron adaptados con el gradiente de temperatura encontrado, dichos datos se encuentran en el (anexo A), cuando se adaptaron se utilizaron como propios de la cabecera del municipio de Mercaderes.

Cuadro 1. Datos de elevación y temperatura media, Mercaderes.

Lugar	Elevación (m.s.n.m.)	Temperatura (°C)
Granja experimental Universidad de Nariño	580	26,48
Mercaderes	1167	21,71
	$\Delta h = 587,00$	$\Delta T = 4,77$

Fuente. Elaboración Propia.

A continuación se muestran los datos meteorológicos ajustados para Mercaderes (cuadro 2).

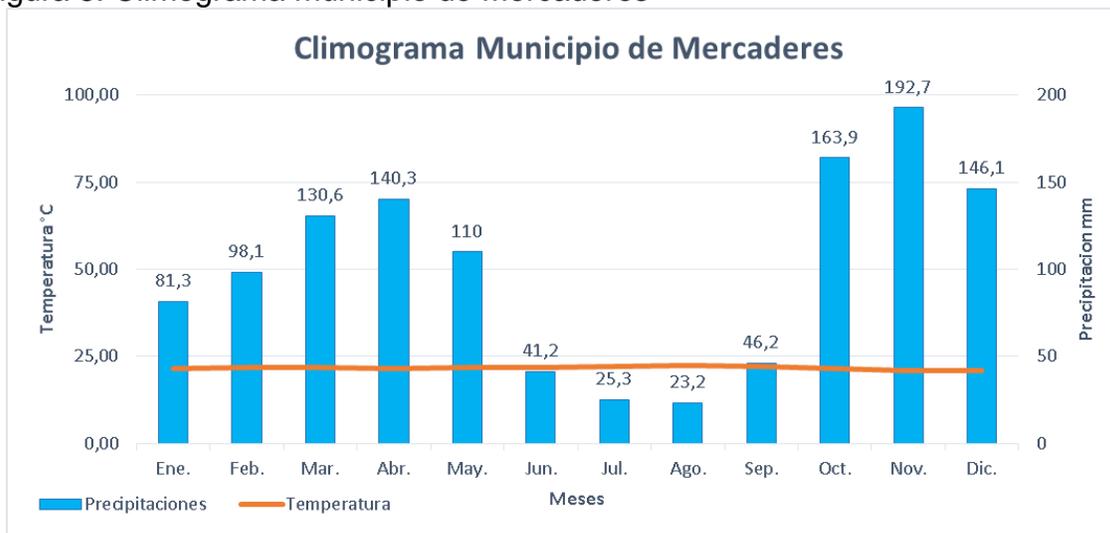
Cuadro 2. Variables meteorológicas para Mercaderes.

Mercaderes	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura (°C)	21,53	21,73	21,73	21,63	21,73	21,93	22,23	22,53	22,13	21,53	20,83	21,03
Precipitación (mm)	81,3	98,1	130,6	140,3	110	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la información del Cuadro 2. Variables meteorológicas para Mercaderes, se elaboró la siguiente (figura 8).

Figura 8. Climograma municipio de Mercaderes



Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que el régimen pluvial es bimodal, en donde el primer periodo está comprendido entre los meses de marzo a mayo, el segundo entre octubre y diciembre, siendo este último periodo el que presenta mayores precipitaciones. El mes de noviembre es el más lluvioso del año, con un promedio de precipitación de 192,7 mm; el periodo seco va desde junio hasta septiembre, con precipitaciones inferiores a 47 mm; así mismo, el mes más seco del año es agosto, con precipitaciones de 23,2 mm. Sin embargo, la temperatura ambiente media se encuentra entorno a los 22°C en todos los meses del año.

6.1.1 Clasificación climática de Mercaderes según Thornthwaite.

En la Figura 9 se muestra la variación de la humedad en el suelo durante los meses del año, esta grafica es arrojada automáticamente por la tabla THORNT antes mencionada, los datos complementarios se encuentran en el (Anexo E).

Como se puede observar, el municipio experimenta un déficit crítico de humedad en los meses de julio, agosto y septiembre esto en un ciclo climático normal pero con el cambio climático y los periodos secos prolongados a lo largo del año estas estimaciones se hacen históricas, ya que si se quiere analizar estos eventos climáticos se debe hacer de una manera por menorizada para cada año en que se presenten, estos periodos de pocas precipitaciones son normales y son soportables por la región, pero cuando se alargan indefinidamente se ve afectado el ambiente.

La zona climática húmeda B1 a la que pertenece la región, tiene un índice de humedad de 33,19 y de aridez de 17,71, lo cual indica escases moderada de agua en verano (S); en total se tiene un déficit de 183,82 mm. La concentración de la eficiencia térmica es del 31,71%, ubicada en el rango a menor de 48%. Con lo anterior se puede observar que la disponibilidad de agua en la zona no es la mejor a lo largo del año; lo que unido a la deficiencia en los sistemas de acueducto, hace imperativo el establecimiento de las estrategias que permitan tener reservas de agua, unas de estas son las cosechas de agua.

6.1.2 Climograma de Patía.

Para el municipio de Patía, se utilizaron los datos Precipitación media mensual en el periodo comprendido entre 1972 y 2015 de la estación El Estrecho, por ser la más cercana a los sitios donde están ubicados los sistemas de cosecha en este municipio; no se obtuvieron datos de temperaturas promedio mensuales de esta estación, por lo cual se utilizaron datos procedentes de la estación Fonda Citec, ubicada en el municipio de Patía, entre los años 1991 hasta 2005 (Anexo A). En el (cuadro 4) se muestra el gradiente de temperatura hallado necesario para corregir la temperatura con la elevación.

Cuadro 4. Datos de elevación y temperatura media, Patía.

Lugar	Elevación (m.s.n.m.)	Temperatura (°C)
Fonda Citec	677	26,48
El Estrecho	720	24.23
	$\Delta h = 43$	$\Delta T = 2,2$

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que la disminución de la temperatura cada 100 metros de elevación sobre el nivel del mar es de 5°C para el municipio de El Estrecho; con el cambio de temperatura se corrigió la temperatura mensual promedio, su gradiente es de 2.2 °C. a continuación en el (cuadro 5) se presentan los datos corregidos para Patía.

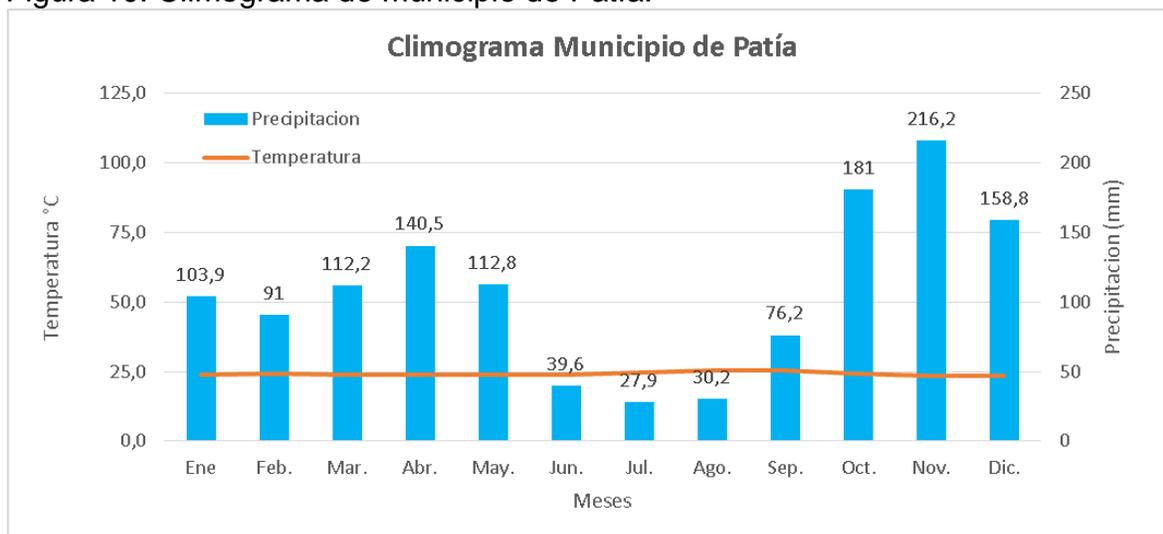
Cuadro 5. Variables meteorológicas para Patía.

Patía	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura (°C)	23,9	24,3	24,1	24	24	23,9	24,7	25,6	25,4	24,5	23,6	23,5
Precipitación (mm)	104	91	112	141	113	39,6	27,9	30,2	76,2	181	216	159

Fuente: Elaboración propia

Con los valores corregidos se elaboró la siguiente (figura 10) correspondientes al municipio de Patía y que muestra la relación entre la precipitación mensual y la temperatura media mensual.

Figura 10. Climograma de municipio de Patía.



Fuente: Elaboración Propia

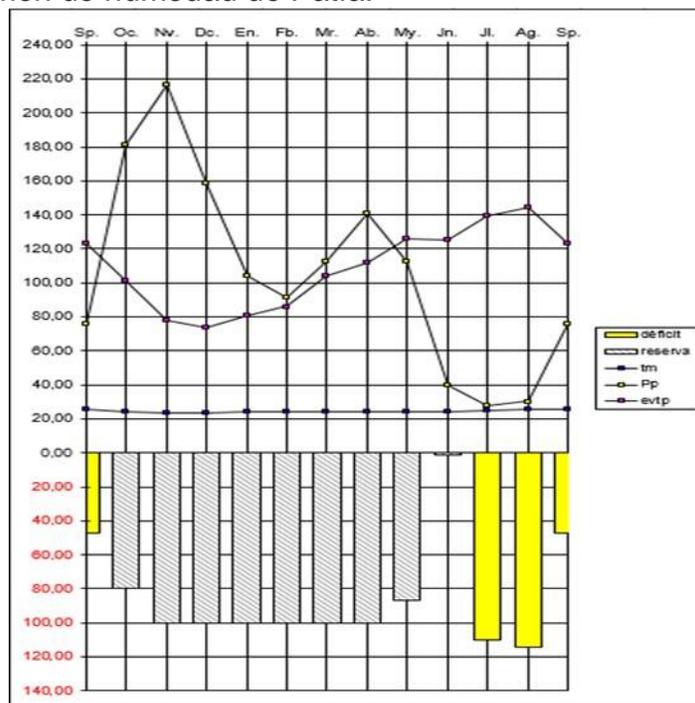
La figura anterior muestra dos periodos de lluvia, el primero comprendido entre los meses de marzo y mayo, en los cuales se presentan precipitaciones mayores a 110 mm; el segundo periodo lluvioso va desde el mes de octubre hasta diciembre, con precipitaciones mayores a 150 mm, el mes con precipitación más alta es noviembre con de 216 mm y el de menor precipitación es julio con 27,9 mm.

La temperatura promedio mensual de la zona se mantiene en el intervalo 23,45°C a 25,55°C en todos los meses. Lo que se puede divisar a grandes rasgos es que la zona Patía presenta buena cantidad de lluvias pero estas en cortos periodos de tiempo y que no se alcanzan a aprovechar en actividades como la agricultura.

Clasificación climática de Patía según Thornthwaite.

Análogamente a los realizado en Mercaderes con la tabla THORNT se presenta la (figura 11) en donde se encuentra un gráfico que deja en evidencia que nivel de humedad se tienen en cada mes del año

Figura 11. Régimen de humedad de Patía.



Fuente: Modificado de Gonzales, s.f.

En la anterior figura se observa el balance hídrico de la región de Patía; se refleja un déficit de humedad en los meses de julio a septiembre, comportamiento debido a la poca presencia de precipitaciones que comienza en el mes de junio y también la alta tasa de evapotranspiración. La reserva de humedad que se tiene en el suelo se termina y se recarga una vez se acaba el periodo de estiaje; cada año se presenta normalmente este fenómeno, aunque con eventos como el fenómeno de El Niño, se altera esta dinámica afectando directamente la estabilidad del entorno (Anexo E).

Cuadro 6. Índices climáticos de Thornthwaite para Patía.

		INDICES	
tm	24,24 °C	lh =	20,73
l	131,00	la =	21,00
a	3,03	lm =	8,12
evtp	1293,69 mm.		
evtpe	409,13 mm.		
evtpe	31,63 %		
Pp	1290,10 mm.		
reserva ideal	100,00 mm.		
déficit	271,73 mm.		
exceso	268,15 mm.		
torrencialidad I	369,30		
		CLASIFICACIÓN DE THORNTHWAITE	
			C2 SUBHÚMEDO
			s* FALTA MODERADA DE AGUA EN VERANO
			A' MEGATÉRMICO
			a'

La clasificación de Patía, es C2 subhúmedo, con un índice de humedad de 20,73 y de aridez de 21, con lo cual se determina que la zona tiene un déficit moderado de agua en verano; su eficiencia térmica se considera megatermica (A'), con una concentración de la eficiencia térmica clasificada como a' menos de 48% en los meses de verano. Como lo evidencia el balance hídrico de la zona, hay escases de agua en meses de verano; siendo una región subhúmeda, necesita de la implementación de mecanismos que aseguren un buen abastecimiento y reutilización del recurso, además de una adecuada administración.

6.2 EVALUACIÓN A DOS SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA

6.2.1 Cosecha de Agua, reservorios (Jagüeyes)

A continuación se muestran algunas capturas (figuras 12, 13, 14) de los reservorios que presentaron algún tipo de mal funcionamiento o característica particular.

Figura 12. Reservorio en la finca California.



Fuente: captura propia.

El jagüey de la finca California se encontró totalmente seco; a pesar de estar en la parte baja de una ladera y tener un dique construido con arcilla muy fina, no es capaz de almacenar agua. Se cree que permanece seco porque su tipo de suelo permite la infiltración; es posible que al ser un reservorio nuevo, los poros del suelo aún se mantienen muy grandes, lo cual puede deberse a diversos factores que no se adecuaron, como la no compactación de suelo.

Figura 13. Reservorio en la finca El Porvenir (JS).



Fuente: captura propia.

En El Porvenir (JS), el jagüey se encuentra colonizado por *Eichhorinia crassipes* (buchón de agua), que contribuye al deterioro de la calidad del agua allí almacenada y que sirve como fuente para beber de algunas cabezas de ganado.

Figura 14. Reservorio en Villa Camila



Fuente: captura Propia.

El jagüey de Villa Camila (Mercaderes) y el reservorio El Porvenir (Estrecho), presentan algas en toda su extensión; esto conlleva nuevamente al deterioro de la calidad del agua y a activar el proceso biológico de eutrofización el cual no permite la penetración de la luz solar así como también la disminución de la concentración de oxígeno en el agua.

La proliferación de estas especies vegetales que cubren el espejo de agua se debe a que el área de captación de las aguas de escorrentía se encuentra utilizado como campo de pastoreo de bovinos y corrales los cuales aportan nutrientes a los reservorios mencionados este fenómeno sin duda afecta grandemente la calidad del agua para ser usada en la ganadería aunque se sabe que los bovinos soportan una peor calidad de agua que los humanos estos también pueden adquirir enfermedades gastro intestinales, hacienda que mermen su rendimiento en beneficio de los ganaderos, como no ganar adecuadamente peso.

6.2.1.1 Batimétrica de los reservorios

En el (anexo F.) se consignan los datos topográficos levantados con sus coordenadas cartesianas.

Las mediciones parten de la línea central o de las líneas perpendiculares que forman un perfil transversal; se realizaron las mediciones sobre cada perfil, asignándole un nombre F_x para tener una secuencia ordenada las abscisas de cada línea. En esta labor se obtuvieron datos de la morfología del fondo, distancias horizontales sobre las líneas de fibra de polietileno y profundidades correlacionadas con estas longitudes.

Se realizó la cohesión de los datos planimétricos y altimétricos con la ayuda de una hoja de cálculo Excel, tras lo cual se asignaron coordenadas espaciales (x,y,z) a cada punto donde se realizó una medición. Como resultado de este tratamiento, se obtuvo una nube de puntos que representa la forma de cada jagüey, y que se exportaron al programa TOPO3. Este software realizó la interpolación de las curvas de nivel y la triangulación de los puntos, con lo cual se generó una superficie de nivel a la que se le pueden calcular magnitudes como el volumen de líquido almacenado y el área de inundación a determinada cota, encontrando finalmente el volumen de almacenamiento que tiene cada reservorio. En el cuadro 7 se consignaron los volúmenes máximos de almacenamiento de cada reservorio y su área ocupada respectivamente, ver (anexo G).

Cuadro 7 .Capacidad de los reservorios y Área de inundación.

Reservorio	Capacidad (m ³)	Área inundada (m ²)
Mercaderes		
Villa Camila 1	111	169
Villa Camila 2	365	505
La Cueva	49	61

Cuadro 7. (Continuación)

Reservorio	Capacidad (m³)	Área inundada (m²)
Mercaderes		
Santa Bárbara 1	503	832
Santa Bárbara 2	1479	2632
Patía		
Pinar del Rio 1	162	208
Pinar del Rio 2	956	1351
El Porvenir (JS)	1382	774
Noeli	140	194
California	1217	2037
El Paraíso	124	220
Porvenir (Estrecho)	2536	1200

Fuente: Elaboración propia.

En el anterior cuadro se encuentran resumidos los volúmenes máximos de almacenamiento de los jagüeyes y sus áreas de inundación correspondientes. Como se puede observar, la capacidad de almacenamiento de estos sistemas es grande; el volumen más pequeño de almacenamiento se tiene en la finca La Cueva en Mercaderes, con 49 m³, y el más grande tiene el segundo reservorio de la finca Santa Bárbara con 2632 m³; evidenciando la gran capacidad de almacenamiento de agua, las diferencias de tamaño de los jagüeyes se debe a que el espacio a disposición de cada productor de carne es diferente así mismo su producción, se puede decir que es una relación directamente proporcional, también se observa que El Porvenir (Estrecho) tiene una capacidad de almacenamiento mayor que su superficie cubierta, esto nos habla de que su profundidad media es más grande que la de los demás.

Los Jagüeyes constituyen una importante tecnología que puede ser de gran ayuda en épocas de verano intenso, lo que permitiría dar continuidad a una actividad económica primordial de la zona como lo es la ganadería, con los subsecuentes beneficios para las comunidades, contribuyendo con la producción de alimentos cárnicos, lácteos y sus derivados.

6.2.1.2 Determinación del coeficiente de escorrentía.

A continuación en el cuadro 8 se resume la información obtenida mediante la realización de las pruebas de simulación de lluvias, donde se muestran los valores obtenidos como lo son la precipitación efectiva que es equivalente a la precipitación que cayo directamente sobre el área delimitada, agua de escorrentía

es la cantidad de agua que colecto y que no logro infiltrarse en el suelo, además del coeficiente de escorrentía hallado en cada caso.

Cuadro 8. Coeficiente de escorrentía específico para el terreno cercano a cada reservorio.

Locación	# PRUEBA	Precipitación efectiva (cm3)	Agua de escorrentía (cm3)	Agua infiltrada (cm3)	Coeficiente de escorrentía	Coeficiente de escorrentía promedio
Mercaderes						
Santa Bárbara (i)	1	6943	1040	5903	0,15	0,4
Santa Bárbara (i)	2	5205	3360	1845	0,65	
Santa Bárbara (ii)	1	12156	7000	5156	0,58	0,65
Santa Bárbara (ii)	2	10507	7560	2947	0,72	
La Cueva	1	11143	4760	6383	0,43	0,41
La Cueva	2	12505	4940	7565	0,4	
Villa Camila	1	10023	5380	4643	0,54	0,54
Patía						
Mama de Noeli	1	12285	4000	8285	0,33	0,21
Mama de Noeli	2	11644	1000	10644	0,09	
El Paraíso	1	10746	6000	4746	0,56	0,65
El Paraíso	2	11444	9320	2124	0,81	
El Porvenir (JS)	1	11084	5380	5704	0,49	0,3
El Porvenir (JS)	2	11824	1240	10584	0,1	
Pinar del Río	1	10226	7780	2446	0,76	0,76
Porvenir (Estrecho)	1	9876	8800	1076	0,89	0,89
California	1	9935	7040	2895	0,71	0,71

Fuente: Elaboración propia.

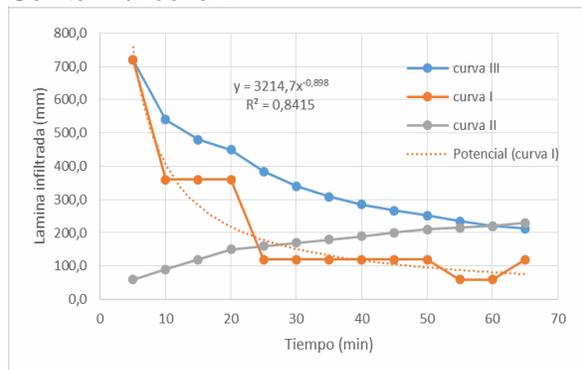
El coeficiente de escorrentía es la relación entre la cantidad de precipitación efectiva y la cantidad de agua que escurre; es importante por que es un elemento básico para realizar un cálculo de caudal de escorrentía. Se encontraron valores diferentes para el coeficiente de escorrentía en cada sitio; esto quiere decir, que la composición del suelo es diferente, incluso en distancias cortas, sin embargo es un dato que representa la realidad.

6.2.1.3 Determinación de la velocidad de infiltración

Se realizaron pruebas de percolación en campo a la horilla de tres reservorios escogidos por que las características del suelo se observaron diferentes entre sí (Santa Bárbara 2, El Porvenir (Estrecho) y Pinar del Rio 1), luego se hallaron valores de velocidad de infiltración en cada periodo de tiempo y se relacionaron con el tiempo transcurrido en minutos, en la figura 15 se muestran las curvas respectivas, los datos con los cuales se construyeron dichas curvas se encuentran en el (Anexo C).

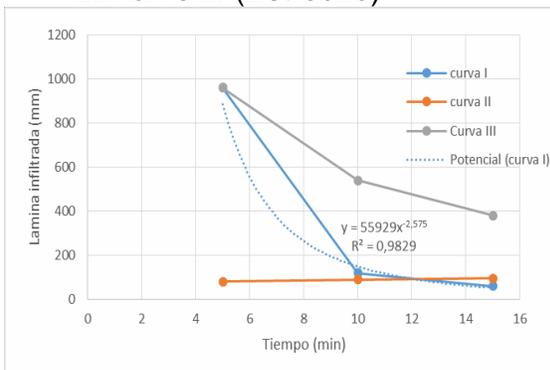
Figura 15. Gráficos de las pruebas de infiltración.

Santa Bárbara 2



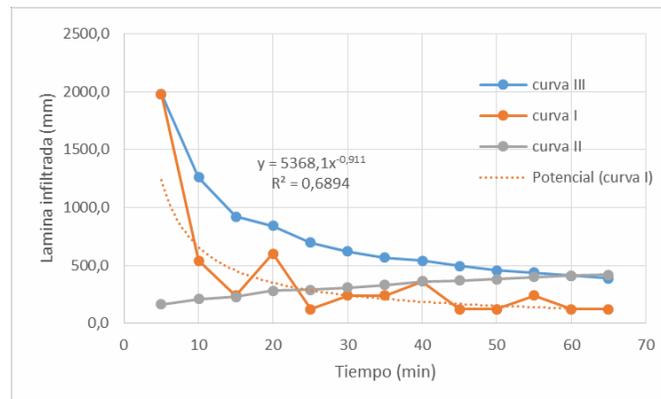
Fuente: Elaboracion propia

El Porvenir (Estrecho)



Fuente: Elaboracion propia

Pinar del Rio 1



Fuente: Elaboracion propia

Después de tener graficados la curva 1 se procede a obtener su línea de tendencia la cual describe el comportamiento de la velocidad de infiltración, a partir de la línea de tendencia es posible encontrar la ecuación y esta puede ser

evaluada en un periodo de tiempo más grande que permita conocer la tasa de infiltración que tiene dicho suelo, el cuadro 9 resume esto.

Cuadro 9. Velocidades de infiltración calculadas para los reservorios.

Sitio	Ecuación	Velocidad de infiltración
Santa Bárbara 2	$y = 55929x^{-2,575}$	Y(60) = 1,47 mm/h
Porvenir (Estrecho)	$y = 3214,7x^{-0,898}$	Y(180) = 30,33 mm/h
Pinar del Rio 1	$y = 5368,1x^{-0,911}$	Y(180)= 47,34 mm/h

Las pruebas arrojaron valores de la tasa infiltración muy grandes, en Santa Bárbara 2 (35.28 mm/d), en el Provenir (Estrecho) (727.92 mm/d) y en Pinar del Rio 1 (1136.16 mm/d) que no son correspondientes con la realidad, ya que los suelos de los reservorios, por su textura, tienen una tasa de infiltración pequeña; dada la capacidad de mantener agua en su lecho, los poros del suelo se tapan por la descomposición de la materia orgánica que llega al fondo (hojarasca, algas y sedimentos, entre otras cosas), todo esto al estar en permanente humedad genera un fango capas de impermeabilizar el fondo de los reservorios; adicionalmente a esto se ve una correspondencia entre la infiltración con la cantidad de agua almacenada en los reservorios ya que el que presenta una velocidad de infiltración calculada fue menor se observó una pérdida de lámina de agua menor.

Conforme a lo anterior y dada la necesidad de obtener el estimativo de la pérdida, se decidió asumir valores típicos dependiendo de la cantidad de agua que se tiene en cada reservorio; los valores de infiltración se tomaron del (Cuadro 10).

Cuadro 10. Perdidas por infiltración y tipo de suelo del embalse.

Suelo de tipo natural	Pérd (mm/dfa)
Arena	25.00 - 250
Legamo arenoso	13.00 - 76
Legamo	8.00 - 20
Legamo arcilloso	2.50 - 15
Arcilla legamosa	0.25 - 5
Arcilla	1.25 - 10

Fuente: (FAO, 2017)

Dada la incertidumbre sobre la rapidez con la que se pierde liquido por infiltración, se escogieron valores para ello según conveniencia.

Se obtuvo el área de captación de escorrentía de los reservorios Pinar del Rio 1, finca Noelí, Villa Camila 1, 2 y El Porvenir (Estrecho); se realizó una representación aproximada de lo que ocurre con ellos en la realidad, calculando entradas de caudales por precipitación y escorrentía, además de un estimado de pérdidas por infiltración. En los casos en los que no se logró obtener dichas áreas de las mini cuencas, se realizó solamente con base en la precipitación y la evaporación dado que para sistemas endorreicos cerrados se pueden hacer este tipo de controles hidrológicos basándose solamente en los datos meteorológicos mencionados (Instituto de Hidrología de España & Unesco, 1981). Los datos se encuentran en el (anexo D.) para los demás sistemas no fue posible encontrar las pérdidas por infiltración ni tampoco caudal de entrada de por escorrentía.

Cuadro 11. Velocidades de infiltración asumidas.

Reservorio	Nivel del agua en verano	Pérdidas por infiltración (m/d)	Área de escorrentía (m²)
Mercaderes			
Villa Camila 1	Medio	0,013	4232
Villa Camila 2	Medio	0,004	2271
Patía			
Pinar del Rio 1	muy bajo	0,012	1020
Noeli	Medio	0,005	470
Porvenir (Estrecho)	Medio	0,0019	404

Fuente: Elaboración Propia

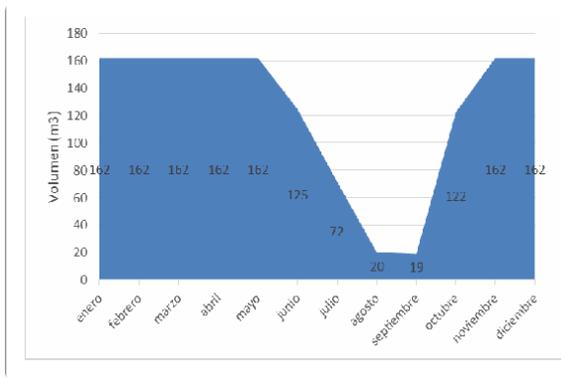
6.2.1.4 Balance hídrico de los reservorios

Cabe aclarar que se asumió una velocidad de infiltración en cada caso. Este dato se seleccionó usando un método de tanteo, eligiendo el que permitía hacer una representación más cercana a la realidad de los volúmenes almacenados; el balance es una estimación, dado que en la realidad hay muchos más procesos e intercambios que afectan las dinámicas hídricas en cada lugar. Los cálculos a gran escala del balance hídrico pueden hacerse más simples, ya que la exactitud varía según la superficie de la cuenca: cuanto más pequeña, más complicado es su balance, ya que es más difícil estimar componentes secundarios como el intercambio de aguas subterráneas con cuencas adyacentes y almacenamiento de agua en lagos y embalses (Instituto de Hidrología de España & Unesco, 1981).

El balance hídrico realizado en la finca California muestra que este sistema no es capaz de alojar líquido en su lecho, dado que la infiltración es excesiva, por lo cual el resultado del balance es cero en todos los casos; por esta razón no se presenta esta gráfica (Anexo H).

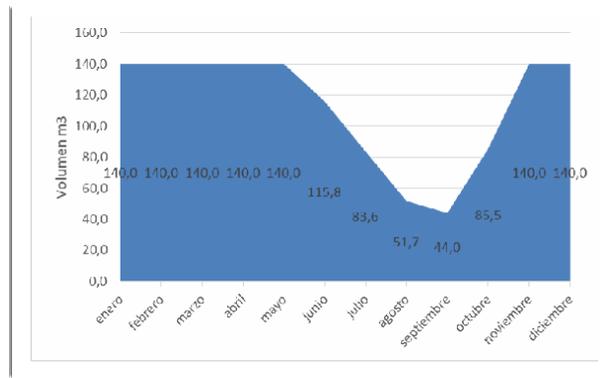
A continuación se presentan graficas que describen el volumen de agua en los diferentes meses del año, esto permite tener una visión más clara de este comportamiento (figura 16).

Figura 16. Balance hídrico de los reservorios.
Pinar del Rio 1



Fuente: Elaboración Propia.

Noelí



Fuente: Elaboración Propia.

En Pinar del Rio 1 se encontró en los meses de agosto y septiembre un decremento importante en el volumen útil debido a que fue excavado recientemente y la infiltración en este es grande, el propósito de los reservorios es tener disponible líquido en los meses en que no se cuenta con lluvias, en este sentido habría quedarle un seguimiento continuo a estos reservorios para observar si son factibles en su función o por lo contrario fracasan.

En el reservorio Noeli se obtuvieron mejores resultados en Agosto y septiembre, el volumen mínimo que alcanza es de 44 m³, esto se considera bueno porque mantiene un caudal ambiental para garantizar un volumen existente de agua en todo momento.

Villa Camila 1



Fuente: Elaboración Propia.

Villa Camila 2

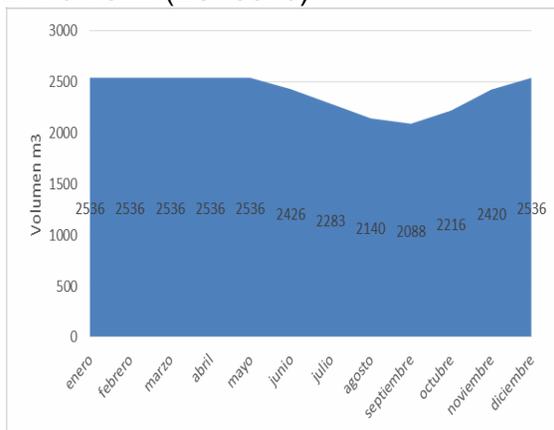


Fuente: Elaboración propia.

En la finca Villa Camila se encontraron buenos resultados del balance dado que estos embalses mantienen Buena proporción de agua con respecto a su volumen máximo, en la época donde el régimen pluvial es bajo se evidencia perdidas de líquido pero cumplen con su función de captar y almacenarla para su aprovechamiento agropecuaria, el volumen mínimo en el reservorio 1 es de 68 m³ suficiente para abastecer a los animales de la actividad ganadera del lugar y se evidencia que el volumen de líquido se recupera en el mes de septiembre que su área de escorrentía es bastantes grande.

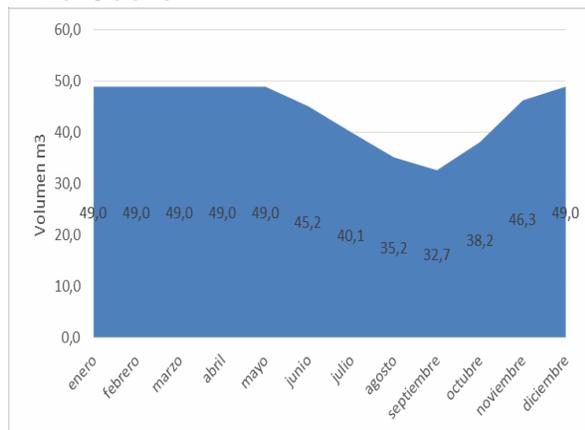
Con respecto al reservorio 2 se observa una buena cantidad de agua disponible de 207 m³ en el mes de septiembre la cual se mantiene en el periodo menos lluvioso y cumple con su función de almacenamiento exitosamente.

El Porvenir (Estrecho)



Fuente: Elaboración propia.

La Cueva

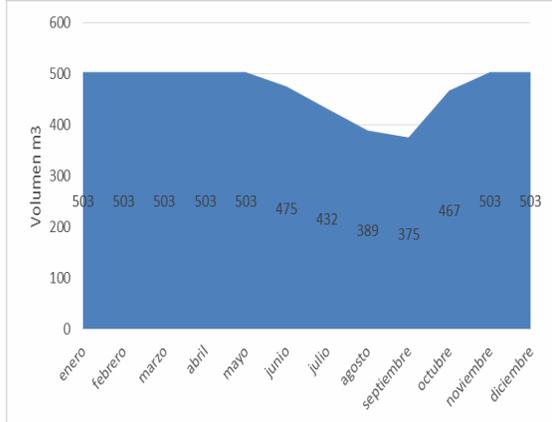


Fuente: Elaboración propia.

En el jagüey ubicado en la finca el Porvenir se puede decir que en el periodo seco el descenso en el nivel del cuerpo de agua se mantiene controlado, se aprecia una pérdida de líquido de alrededor de 450 m³ equivalente al 17.7%, este es en demasía bueno para el ambiente por que sirve de abrevadero para la biodiversidad nativa, esto se relaciona con la profundidad media del embalse, es decir que se tienen una gran volumen total pero su extensión en área no lo es tanto causando una evaporación menor, ya que esta tiene relación directa con su extensión.

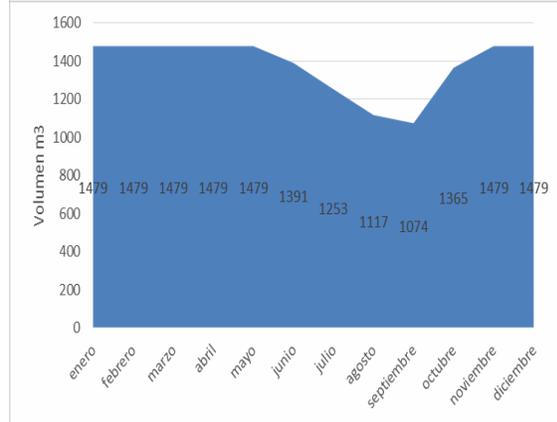
Para el embalse en la finca la Cueva se puede decir su capacidad de almacenamiento es eficiente y tiene un comportamiento normal en cuanto a su retención de líquido, pues seste fue excavado recientemente en el momento del estudio.

Santa Bárbara 1



Fuente: Elaboración propia.

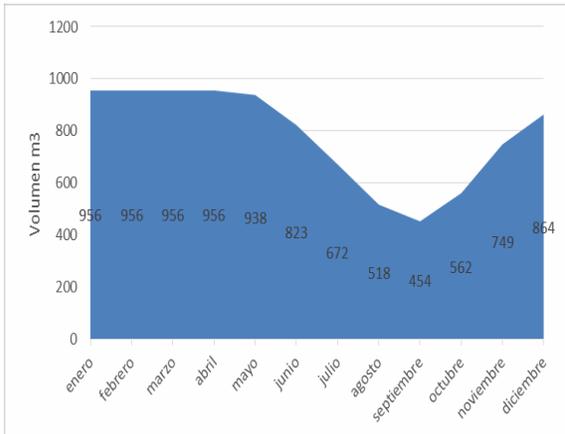
Santa Bárbara 2



Fuente: Elaboración Propia.

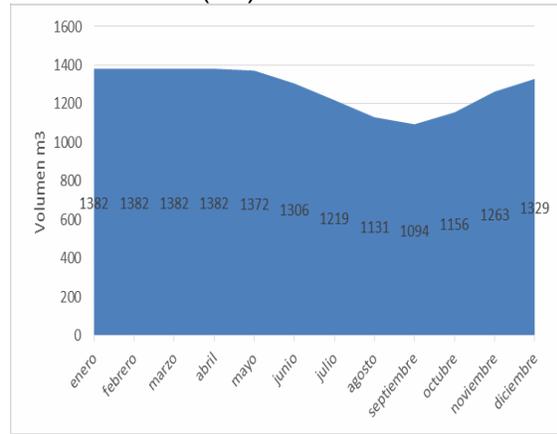
En los dos reservorios que se encuentran ubicados en la finca Santa Bárbara se evidencia lo que podría ser una normalidad de acuerdo al régimen pluvial de Mercaderes por que mantiene un volumen mayor a 375 m³ en el reservorio 1 y a 1074 m³ en el reservorio 2 a lo largo del año constituyéndose como una reserva confiable, este buen rendimiento también se atribuye a que el suelo de la región se observar bastante arcilloso y compacto.

Pinar del Rio 2



Fuente: Elaboración propia

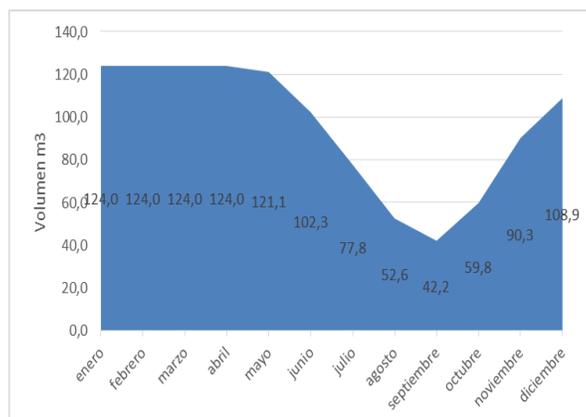
Porvenir (JS)



Fuente: Elaboración propia.

En el mes de septiembre se observa que el 52% del volumen máximo en el jagüey Pinar del Rio 2 se evapora, este porcentaje es bastante alto provocado por que su superficie es bastante grande con respecto a su capacidad máxima, en el caso del Porvenir (JS) solamente se pierde el 20% equivalentemente.

El Paraíso



Fuente: Elaboración Propia.

El reservorio en la finca el Paraíso tiene un descenso en su volumen útil equivalente al 34 %, el bajo rendimiento se debe a que este reservorio es de construcción reciente. En el cuadro 12 compara las eficiencias de los reservorios para almacenar agua.

Cuadro 12. Calificación para reservorios

Jagüey	Vol max (m3)	Vol min (m3)	Area espejo de agua (m2)	Profundidad media (m)	% eficiencia de almaceamiento
Mercaderes					
Villa Camila 1	111	68	169	0,66	61
Villa Camila 2	365	208	505	0,72	57
La Cueva	49	33	61	0,80	67
Santa Bárbara 1	503	375	832	0,60	75
Santa Bárbara 2	1479	1074	2632	0,56	73
Patía					
Pinar del Rio 1	162	19	208	0,78	12
Pinar del Rio 2	956	454	1351	0,71	47
El Porvenir (JS)	1382	1094	774	1,79	79
Noeli	140	44	194	0,72	31
California	1217	0	2037	0,60	0
El Paraíso	124	42	220	0,56	34
Porvenir (Estrecho)	2536	2088	1200	2,11	82

Calificación	% Eficiencia
excelente	>= 76%
bueno	51% - 75%
aceptable	26% - 50%
malo	0% - 25%

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro anterior se puede observar que los 5 jagüeyes de Mercaderes lograron una calificación de buena, esto quiere decir que son capaces de mantenerse en el rango de 50% a 75% de su máximo volumen, estos resultados son favorables para el municipio ya que da viabilidad a la réplica de esta tecnología, en todos estos casos su profundidad media es menor a 0.8 m siendo un factor importante a tener en cuenta para diseños futuros, si la profundidad media es mayor, el porcentaje de pérdidas por evaporación será menor, es mejor construir jagüeyes profundo por que la evaporación será menor ya que esta tiene relación directa con el área del espejo de agua, sin embargo estos resultados también tienen que ver con el tipo de suelo ya que este es de diámetro de granular pequeño disminuyendo la infiltración vertical.

En el municipio de Patía se encontraron dos jagüeyes (El Porvenir (Estrecho) y El Porvenir (JS)) con eficiencias calificadas como excelentes al tener un volumen útil en época crítica superior al 75 % de su volumen de almacenamiento máximo, se le atribuye su éxito a que se aminoran las perdidas por evaporación y por infiltración al contener un gran volumen de agua en un espacio relativamente pequeño, sus profundidades medias son 2.11m y 1.79m respectivamente. Los reservorios (pinar del Rio 2, Noeli y El Paraiso) obtuvieron un resultado aceptable, se observa que su comportamiento es peor con respecto a los dos anteriores debido a tener alturas medias pequeñas, (Pinar del Rio 1 y California) fueron malos por que no son capaces de almacenar agua suficiente porque las características propias de sus suelos tienen una conductividad hidráulica bastante elevada además de que su construcción es reciente y no se han dado los proceso de impermeabilización.

6.2.1.5 Caracterización del agua de los reservorios

Las grandes cantidades de agua acumuladas pueden impulsar las actividades agrícolas y ganaderas de la región, e incluso la implementación de granjas piscícolas para aumentar la variedad en alimentos cárnicos de la zona, se realizaron análisis de calidad de agua, algunos parámetros fisicoquímicos como nitritos, nitratos, pH, fosfatos, dureza total y oxígeno disuelto. Estas pruebas se realizaron a sólo 8 de los reservorios, por dificultades con el desplazamiento en la región, en el cuadro 13 se presentan los resultados.

El pH de todas las aguas de los reservorios muestreados se encuentran en el rango de 6 a 7,5 unidades; las aguas ligeramente alcalinas (pH 7 a 7,3) son las mejores (Fernández, 2015). Respecto a este parámetro, se encontró que la mejor calidad en cuanto a este para metro la tienen los reservorios en El Porvenir y Villa Camila 2 por ser más neutros.

Cuadro 13. Resultados caracterización fisicoquímica del agua de los reservorios.

Ubicación	Sistema	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	pH	Fosfatos (mg/L)	Dureza total (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
Santa Bárbara	Jagüey 2	0	10	6,5	0,25	10	2
Santa Bárbara	Jagüey 1	0	10	6,5	0,25	5	4
La Cueva	Jagüey	0	10	7,5	0,25	30	2
Villa Camila	Jagüey 2	0	10	7	0,5	30	2,8
Villa Camila	Jagüey 1	0	10	7,5	0,75	30	1,4
Pinar del Rio	Jagüey 2	0	10	7,5	0,225	10	5
Pinar del Rio	Jagüey 1	0	10	7,5	0,5	30	3,5
Porvenir (estrecho)	Jagüey	0	0	7	0	40	2,5

Fuente: Elaboración Propia.

Con respecto a los fosfatos encontrados, (Fernández, 2015) asegura que el valor máximo de tolerable para animales adaptados es de 4 g/L y con un valor de 1g/L se favorece la digestión de la fibra y el consumo de alimentos; este parámetro se encuentra muy por debajo del límite máximo estimado sin alcanzar el nivel de beneficio para los animales. No se conocen efectos negativos para la producción animal, por la combinación con el Ca y Mg encontrados (Fernández, 2015) por lo cual la dureza del agua es un parámetro de calidad de agua secundaria.

Los nitritos y nitratos son compuestos nitrogenados y su presencia indica contaminación con materia orgánica o con fertilizantes nitrogenados; los niveles máximos aceptados son <200 mg/l (vacas de cría) y <100 mg/l (engorde y leche) (Fernández, 2015); como lo muestra el cuadro anterior, la cantidad acumulada de estos dos compuestos está dentro del rango permitido.

El oxígeno disuelto encontrado en los diferentes reservorios es muy variado; para hacer una calificación de su calidad de agua, se tomó como referencia la capacidad de albergar vida en ellos, como se observa en el Cuadro 14:

Cuadro 14. Oxígeno disuelto.

Oxígeno (ppm)	Efectos
0.0 - 0.3	Los peces pequeños sobreviven en cortos períodos.
0.3 - 2.0	Letal en exposiciones prolongadas.
3.0 - 4.0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente.
> 4.5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

Fuente: (Panorama Acuicola, n.d.)

El jagüey 2 en la finca Pinar del Rio presentó valores de oxígeno disuelto de 5 mg/l, que es bastante bueno y es muy deseable para criar peces. En el rango 0.3 – 2.0 se encuentran ubicado el jagüey 1 de Villa Camila.

Santa Bárbara jagüey 2, La Cueva, Villa Camila jagüey 2 y el Porvenir se encuentran en un rango intermedio de calidad; los dos reservorios de Pinar del Río y Santa Bárbara, tienen buena concentración.

Los reservorios están cumpliendo con la labor para la cual fueron diseñados, que es abastecer de líquido a las cabezas de ganado. Si bien los vacunos soportan peor calidad de agua que los humanos, si las concentraciones de algunos compuestos químicos están en niveles no adecuados, los animales pueden verse muy afectados. Muchas veces, la regular o mala calidad del agua no causa la muerte de los animales, incluso a veces tampoco se observan signos clínicos de enfermedad, pero se ven afectados algunos indicadores productivos (crecimiento, engorde o lactación) o reproductivos (preñez, peso de los terneros al nacer, etc.)(Fernández, 2015); con base en los parámetros evaluados, se encontró que todos están dentro de los rangos propuestos para mantener el bienestar de los vacunos, que son los animales que servidos. La calidad es aceptable, ya que su único flujo de entrada se debe a las precipitaciones, quizá de mejor calidad que la que llega por distribución de los acueductos de la zona, que posiblemente estén contaminados con diversos elementos.

6.3 SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA PLUVIAL EN TEJADOS (SCAPT)

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) identifica las siguientes ventajas con la captación del agua lluvia para el consumo doméstico: “Alta calidad fisicoquímica del agua de lluvia, Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas. Empleo de mano de obra y/o materiales locales, no requiere energía para la operación del sistema, es fácil de mantener, y comodidad y ahorro de tiempo en la recolección”. A pesar de lo anterior, también se presenta desventajas: “Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y la cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación” (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

Se realizó una visita a los once sistemas de captación de agua pluvial en techos (SCAPT) para obtener las dimensiones de los componentes que los conforman: área de captación, conducción y almacenamiento. El área de captación está conformada por el techo de alguna edificación que puede estar construido con

eternit o de hojas zinc; la conducción está conformada por un canal metálico, que lleva el agua captada hasta una tubería de 3 pulgadas en PVC, que posteriormente conecta al almacenamiento; este último es el sitio en donde se acumula el líquido para su posterior uso, y consta de tanques de polietileno (rotoplast) de volumen variable entre 1 y 2 m³, dependiendo del sitio.

Aunque el agua se utiliza para lavado de cocheras y labores domésticas, estos sistemas no cuentan con un mecanismo que permita controlar la entrada de material contaminante como hojarasca, polvo, material orgánico y otros elementos que pueden estar presentes en el aire por acción antrópica; el único mecanismo que se tiene para evitar la llegada de material demasiado grande al tanque de almacenaje, es una polisombra ubicada bajo la tapa, que es una ineficiente barrera en la filtración, ya que los poros son muy grandes. La falta de métodos de control de impurezas hace que las aguas captadas pierdan su uso potencial, es decir que el impacto de estos sistemas no es el mejor en la calidad de vida.

En la finca La Virginia, su SCAPT fue ubicado bajo árboles de mango que dejan caer frutos y abundante hojarasca al área de captación del sistema, los cuales se descomponen. Estas malas condiciones del agua en el depósito, contribuyen a la presencia de zancudos y aguas turbias.

6.3.1 Determinación de la capacidad de captación de los SCAPT

A continuación se muestra la capacidad de captación en relación a las áreas de cada lugar donde se encuentran los sistemas, ver Cuadro 15.

Cuadro 15. Área de captación y volumen de almacenamiento

Lugar	Sistema	Área efectiva m ²	Almacenamiento m ³
Mercaderes			
Villa Camila	1	73,0	2
Escuela Adorotes	2	78,3	2
Punto de Oro	3	61,4	2
Patía			
Oasis	4	97,6	2
Colegio El Estrecho	5	63,7	2
Vivero COAGROUSUARIOS	6	58,0	2
La Virginia	7	28,3	1
colegio Patía 1	8	248,5	2
colegio Patía 2	9	152,3	2
Finca Rovier	10	69,8	2
Casa Eliu	11	38,1	2

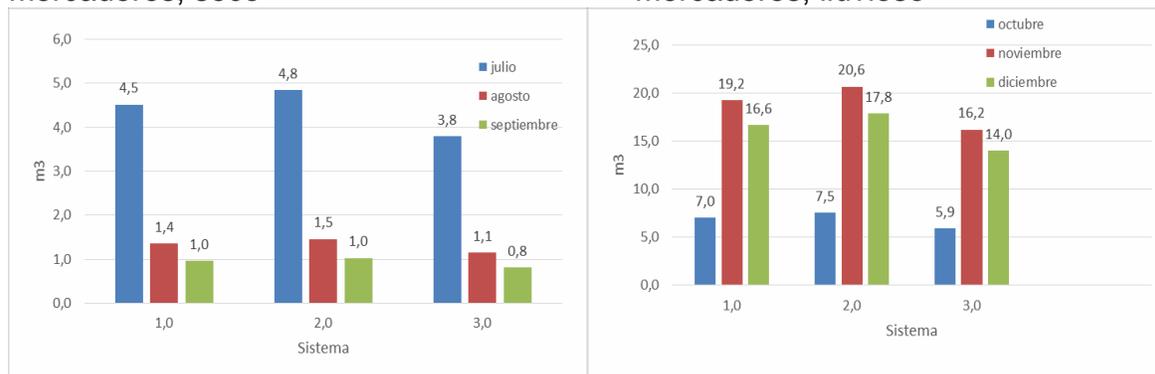
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la menor área de captación se tiene en el sistema 7 y la mayor en el 9, situación correspondiente con la población estudiantil a la que estos asisten

Figura 17. Volúmenes captados en Mercaderes en 2016.

Mercaderes, seco

Mercaderes, lluvioso

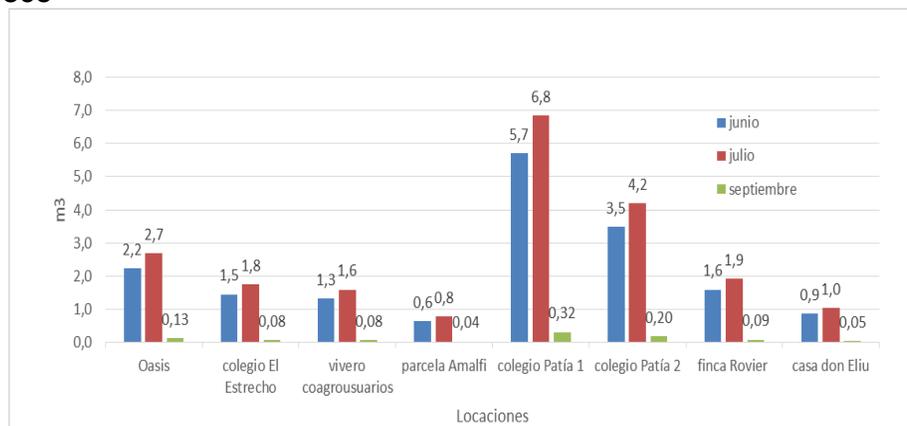


Fuente: Elaboración Propia.

En el mes de julio se presentaron lluvias de 61,9 mm, cantidad moderada; en cada SCAPT se logra obtener un volumen de más de 3,8 m³, lo que es una buena cosecha para régimen climático; sin embargo, cuando en los meses de agosto y septiembre la precipitación disminuye a 18 mm y 13 mm respectivamente, la mayor cantidad de agua que se puede colectar es 1,5 m³ en la Escuela Adorotes y el menor es de 0,8 m³ en la finca Punto de Oro. Octubre fue el mes que presentó el menor valor de precipitación mensual de 96,2 mm; se logró captar un volumen mayor a 5,9 m³ en todos los SCAPT, lo que indica que no habría problemas captación de agua en la época de lluvia si se dependiera únicamente de estos sistemas.

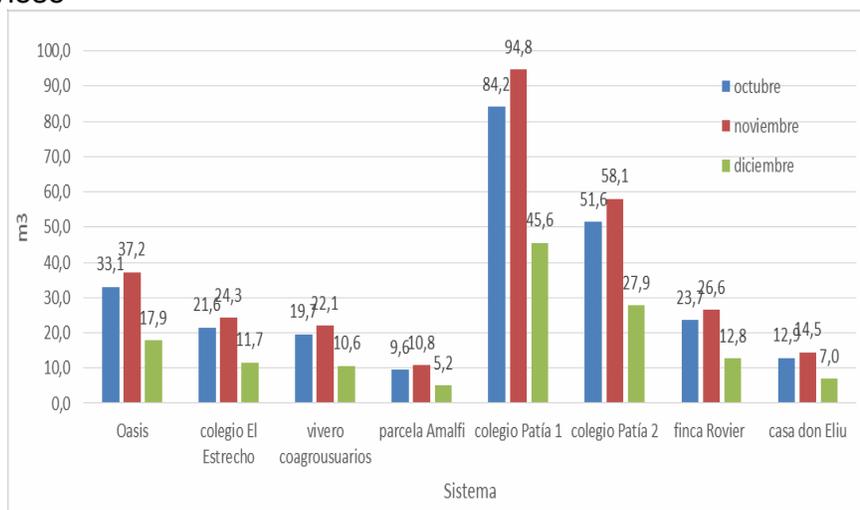
Figura 18. Volúmenes de agua captados en Patía en 2016.

Patía, seco



Fuente: Elaboración propia.

Patía, lluvioso



Fuente: Elaboración Propia

En las gráficas anteriores se puede observar que la cantidad de agua que se puede cosechar, es dependiente del área que se disponga en techo; septiembre fue el mes en el cual hubo menor precipitación de 1,3 mm. El volumen más pequeño captado ocurrió en el sistema de la parcela de la señora Amalfi Mosquera, en Patía, que solamente generó 0,04 m³, con la más pequeña área de contacto de 28,27 m²; el área más grande es de 248,5 m², logrando captar 0,32 m³; lo cual habla de la importancia que tiene el área de captación. En condiciones de alta pluviosidad, se logran captar grandes volúmenes de agua sin tener mayor relevancia el área de captación, esto dado por la limitante del volumen máximo de almacenamiento que se tiene disponible en cada sitio, siendo el máximo de 2 m².

El agua pluvial tiene potencial como fuente de abastecimiento para consumo humano, pues es limpia pero no tiene calidad de potable; sin embargo, se cree que con un tratamiento simple, puede llegar a tener mejor calidad que el agua que es bombeada directamente de los ríos a las poblaciones de la zona, que pueden estar contaminados por diversos residuos resultantes de las actividades humanas. La adecuada captación y uso del agua de lluvia podría mitigar los efectos de la escasez y de la mala calidad del agua que se sufre en la región.

Aunque la existencia del agua dulce es relativamente alta en Colombia, el agua potable no está disponible para todas las regiones del país, según se deduce de las mediciones que se han hecho del Indicador de Riesgo de Calidad del Agua (IRCA), que de acuerdo con el Instituto Nacional de Salud, para el 2009 muestran un panorama donde varios municipios y zonas rurales disponen de agua no óptima para el consumo. Los valores del índice IRCA presentados por la

Defensoría del Pueblo, muestran que para el 2009, 248 municipios registraron disponibilidad de agua apta para consumo humano, en contraste con 257 que están en alto riesgo (Ospina & Ramírez, 2014).

Estos SCAPT son muy importantes para esta zona, ya que el suministro es insuficiente, además de que solamente el acueducto de la cabecera municipal tiene algún tipo de tratamiento; así, las aguas lluvias pueden ser utilizadas directamente para uso doméstico sin tratamiento alguno. Según estudios realizados en Ibagué por docentes de la Universidad Cooperativa de Colombia, la composición fisicoquímica y microbiológica permite su potabilización mediante tratamiento convencional, cumpliendo los requerimientos establecidos en la norma colombiana (Ospina & Ramírez, 2014).

Los sedimentos, material vegetal, insectos y polvo, entre otras cosas, que pueden estar sobre la superficie de captación, son arrastrados hasta el tanque de almacenamiento y esto deteriora la calidad del agua que se almacena. Como se mencionó anteriormente, los SCAPT no tienen instalado ningún sistema que permita filtrar o limpiar el agua en el momento de la precipitación; con estas condiciones no se puede almacenar el líquido a largo plazo, sino que se puede utilizar para realizar labores domésticas como lavado de ropa, de cocheras, utensilios y pisos, y para realizar la evacuación de excretas en sanitarios, contribuyendo de esta forma con el saneamiento básico.

6.4 APOYO A LA CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE DOS BIOFILTROS EN MUNICIPIOS DE PATÍA Y MERCADERES.

Con el fin de mejorar la calidad de las aguas residuales vertidas, producto del lavado de las cocheras, las cuales no recibían ningún tipo de tratamiento, se crearon dos sistemas de humedales que mejoran las condiciones de los flujos de entrada, entregan un afluente de mejores características y es menos agresivo con el ambiente; teniendo en cuenta que en la región la disponibilidad de agua no es constante, estos humedales se convierten en una alternativa para reusar el líquido tan escaso en actividades económicas como la agricultura; de esta manera se aprovecha el valor agregado de los nutrientes, que benefician el crecimiento de plantas como las gramíneas que están sembradas en cada humedal y que sirven como pasto de corte para ganado bovino y/o equino.

Dos biofiltros o humedales de flujo horizontal subsuperficial, están ubicados en las fincas Villa Cristina en el municipio de Mercaderes y La Virginia en el municipio de

Patía, en el cuadro 16 se muestra la cantidad máxima de porcinos de cría que se puede tener en operación.

6.4.1 Revisión del pretratamiento

Los sistemas de humedales tienen un sistema de tratamiento previo, que consta de un desarenador y una cámara de distribución de cinco canales o conductos; en la revisión se encontró que el desordenador tiene una profundidad no superior a 0,3 m desde el fondo hasta el nivel de salida de la cámara, este tiene forma rectangular con una área de 1 m², tiene instalados tres codos de PVC de 3 pulgadas con tapas perforadas, que permiten el flujo a una cámara de distribución que consta de un tanque con un muro que hace las veces de vertedero rectangular sin contracción y que posteriormente conecta con los canales que vierten el ARnD a los humedales.

Figura 19. Pretratamiento.



Fuente: capturas propias

El sistema de pretratamiento, en su parte correspondiente al desarenador, tiene la labor de retener grasa y solidos sedimentables. Como se mencionó anteriormente, la cámara tiene solamente 0,3 m profundidad; de acuerdo con las recomendaciones dadas por el RAS 2000 en su título E “Tratamiento de Aguas Residuales”, debe tener una profundidad de entre 2 m a 5 m y una relación de área largo/ancho 2,5:1 m hasta 1:18. En este sentido, el desarenador se encuentra mal diseñado al no tener capacidad suficiente de almacenamiento saturando los conductos con lípidos, impidiendo el flujo normal.

El pretratamiento no ha tenido los resultados que se esperaban con su implementación; en un principio no fue capaz de retener las grasas, por lo que se

decidió instalar tapas perforadas en los tubos de salida del desarenador para tratar de mejorar la retención de, acción que produjo un efecto negativo, pues las tapas se obstruyeron. Cuando la cámara se llena de sedimentos, se genera la necesidad de hacer mantenimientos frecuentes; la remoción de los lodos se realiza continuamente y se disponen a un lado de los tratamientos, lo cual deja abierta una puerta a la proliferación de vectores e insectos como mosquitos, zancudos y cucarachas, que son vehículos de virus hacia receptores animales y humanos.

6.4.2 Revisión de los biofiltros

La construcción del medio de soporte es la misma en todos los casos. Cada humedal piloto se encuentra revestido con una lámina de plástico negro; están conformados por capas horizontales organizadas en estratos, de la siguiente manera: arena, con una altura de 0,1 m; piedra de la zona, con una altura de 0,4 m; cisco de café, con una altura de 0,1 m, y, suelo de la región con una altura de 0,4 m. Según el ingeniero Edward Fabián Delgado, encargado de la construcción y mantenimiento de los sistemas, estos tienen una pendiente del 1%.

Los biofiltros fueron sembrados con diferentes pastos: usando macollas en el caso del *Megathyrsus maximum* (mombasa), estolones para el pasto *Brachiaria mutica* (Pará), *Echinochloa Polystachia* (Alemania) y estacas en el caso del pasto *Pennisetum Purpureum* (Elefante) (NUTRIFACA, 2016). Además, se dejó un biofiltro sin material vegetal. Algunos humedales presentan colmatación de su lecho, evidenciándose con agua en la superficie y poco flujo de salida, además del olor a materia orgánica en descomposición, lo cual evidencia que las medidas tomadas para remediar la colmatación no surtieron el efecto esperado o no abarcaron la totalidad de factores que influyen en esta situación.

Se cree que la colmatación se debe a varios factores como la baja conductividad hidráulica que se genera en los lechos, debida a la utilización y disposición de materiales de la zona no adecuados para este tipo de biofiltros; los suelos de la zona son arcillosos y la grava es de un tamaño demasiado variable, comprendiendo tamaños entre 4 y 13 cm de diámetro. Otro factor puede ser la cercanía de arena en el fondo del lecho con la tubería de salida y con el alto volumen de materia orgánica de gran tamaño y de grasa que ingresa.

El fenómeno de encharcamiento se dio desde la puesta en marcha de los sistemas, ya que se realizaron trabajos que pretendían mejorar la circulación de los flujos de ARnD (figura 20). El problema persiste, razón por la cual se

presume que el medio filtrante no tiene las condiciones de conductividad hidráulica suficientes para garantizar el flujo. Al respecto, el RAS 2000 sugiere utilizar un sustrato lavado para evitar que granos pequeños causen taponamiento y flujo superficial; otra posible causa del encharcamiento, puede estar asociado a la gran cantidad de sólidos totales y grasas que recibe, producto de la poca eficiencia en la remoción de partículas sólidas en el pretratamiento.

Figura 20. Biofiltros



Fuente: capturas Propias.

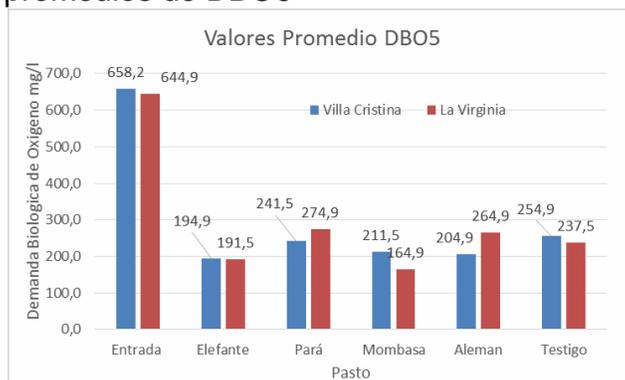
6.4.3 Caracterización fisicoquímica de las aguas de los biofiltros.

En el anexo I se muestran los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas.

Demanda Biológica de Oxígeno - DBO₅

Los resultados promedio de las pruebas para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) se encuentran sintetizados en la figura 21.

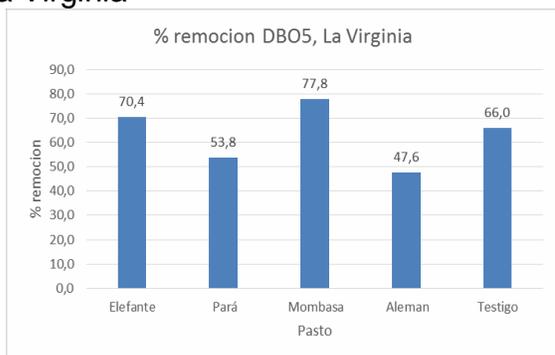
Figura 21. Valores promedio de DBO₅



Fuente: Elaboración Propia.

Los valores de DBO₅ promedio en la entrada de los dos sistemas se encuentra en 658,2 mg/l para Villa Cristina y 644,9 mg/l en La Virginia, valores promedio muy cercanos que llaman la atención, debido a que la población de cerdos es mayor en la primera locación. Se cree que la carga orgánica en La Virginia se concentra porque los lavados se realizan una sola vez a la semana, causando acumulación de material coloidal y por consiguiente, valores anormalmente altos. En La Figura 22 se muestran las eficiencias de los Humedales en la remoción de (DBO₅).

Figura 22. % Remoción de DBO₅
La Virginia



Villa Cristina.



La Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece la cantidad máxima permisible de DBO₅; el valor encontrado es de 450 mg/l para ARnD procedente de la cría de porcinos; de acuerdo con estos datos, todos los biofiltros son eficientes en la remoción y cumplen con la normativa vigente. No obstante, en algunos afluentes se tienen concentraciones mayores de que en el testigo, lo cual va en contravía de la presunción de que en el humedal, al no tener sembrado ningún tipo de material vegetal se tendría una eficiencia menor, pues las plantas son la encargadas de llevar oxígeno a la zona radicular,

para que las bacterias encargadas de la degradación pueden realizar su función de en un medio aerobio.

Para La Virginia: Se puede observar en la figura anterior el Testigo tiene una eficiencia del 66%, este porcentaje es mayor que el Pará y el Alemán con de 53.8% – 47.6% respectivamente, en este caso se presume que gran parte de la remoción de la materia orgánica es realizada por el medio filtrante pues no se ve reflejado el aporte de las plantas, El Elefante con solo 4 puntos más y el Mombasa con 11.8 dejan en evidencia que si ayudan en el tratamiento, aunque la contribución es pequeña puede significar el cumplimiento de la normativa o no. El humedal con Mombasa es el que presenta el mejor resultado al entregar un afluente más amigable con el ambiente.

En la finca Villa Cristina, los resultados de las pruebas fisicoquímicas indican que hay una buena eliminación de la materia orgánica por cuenta de procesos microbiológicos anaerobios, ya que el Testigo obtuvo 58,3% de eficiencia. A partir de este punto, los resultados son alentadores para el resto del conjunto, al obtenerse una cuantía superior al 60%. Las diferencias no son grandes con respecto al patrón, pero son datos que ayudan a definir cuál gramínea funciona mejor para este fin.

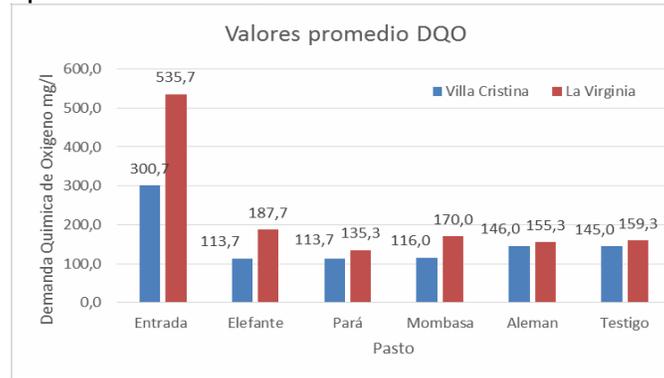
Los efluentes de este tratamiento son usados para el riego de un campo de cultivo. La Resolución 1207 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas”, establece los usos para el agua tratada no específica y concentraciones máximas de DBO_5 , lo cual avala la buena calidad de vertimientos tratados; sin embargo las ARnD necesitan tener un pulimiento para no afectar el entorno y la calidad de vida de las personas.

Se puede decir que el mejor reactor es el pasto Elefante, porque en las dos locaciones obtuvo altas eficiencias (70,4% en La Virginia y 70,3% en Villa Cristina); además, es una planta que genera gran cantidad de biomasa, ideal para cultivar en sitios donde no se disponga de grandes áreas.

6.4.4 Demanda Química de Oxígeno DQO

En la figura 23 se observan los valores promedio encontrados para el parámetro de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en los diferentes sistemas evaluados.

Figura 23. Valores promedio de DQO

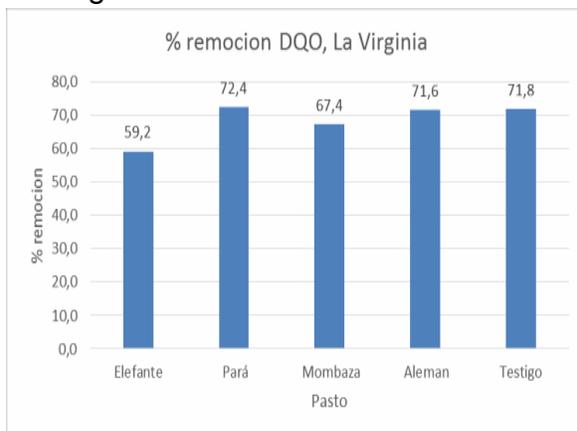


Fuente: Elaboración Propia.

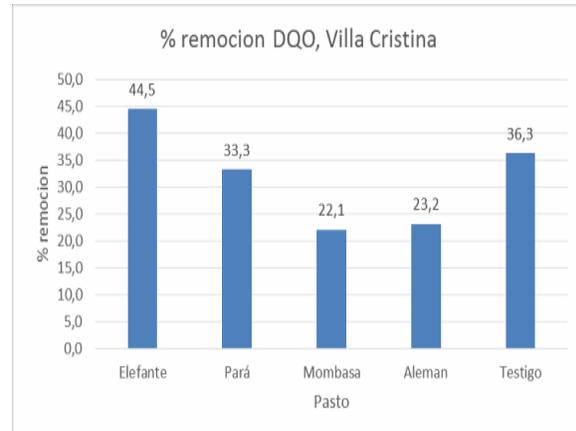
La transformación de la DQO es esencialmente afectada por los microorganismos cuya existencia y actividad es realizada por la presencia y procesos mediados por las plantas del humedal (Guillermo & Peláez, 2014). En la prueba se encontraron valores irregularmente bajos relacionados posiblemente a la presencia de pocos componentes difícilmente biodegradables; al respecto, la norma para vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua permite una concentración de hasta 900 mg/l de DQO, valor bastante alto respecto a los obtenidos figura 23, por lo tanto todos los efluentes están respetando la norma. En el caso de Villa Cristina, la norma para uso del agua como riego, tampoco emite valores máximos para este parámetro.

En la figura 24 se presentan los valores promedio de remoción de DQO en cada unidad de filtración.

Figura 24. Porcentaje de Remoción DQO
La Virginia



Villa Cristina



Fuente: Elaboración Propia.

Comparando los resultados obtenidos en La Virginia, no se observan diferencias de remoción significativas para los humedales sembrados con pastos, en los cuales 72,4% corresponde al alto obtenido por el pasto Pará; sin embargo, los pastos Alemán y Testigo tienen valores cercanos; el pasto Elefante obtuvo una calificación mucho menor. Se concluye entonces que el medio filtrante tiene una relación directa en la reducción de esta demanda.

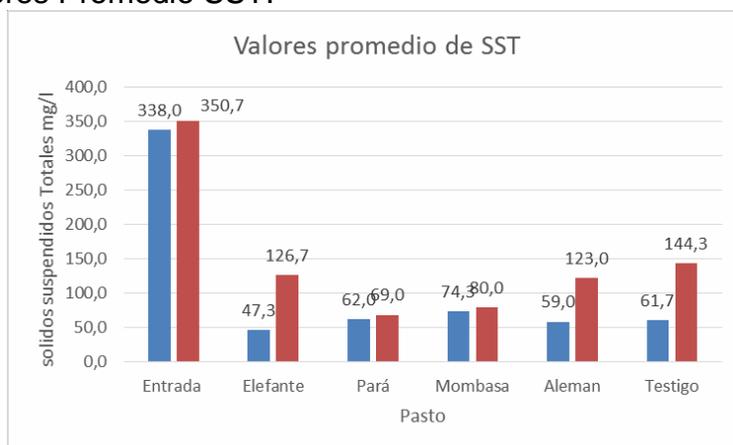
En Villa Cristina, los resultados dejan entrever que los humedales son poco eficientes en la remoción este parámetro, ya que la mayor eficiencia de 44,5 % la logró el biofiltro sembrado con pasto Elefante. Los bajos valores se pueden deber a que los procesos de degradación de la materia ocurren anaeróbicamente y como ya es sabido, se necesita oxígeno para la reducción de los elementos químicos otros más estables.

Hay diferencias en las eficiencias de los dos sistemas, asociadas a que la entrada de La Virginia tiene un valor más grande que su homólogo en Mercaderes, aunque las concentraciones de salida son bastante cercanas. Se deduce entonces que existe alguna variable que altera las muestras de los afluentes, entre las que se pueden encontrar las lluvias que diluyan las cargas o cambios en la dieta de los animales.

6.4.5 Sólidos Suspendidos Totales – SST

A continuación en la figura 25 se muestran sintetizados los valores promedio obtenidos para SST.

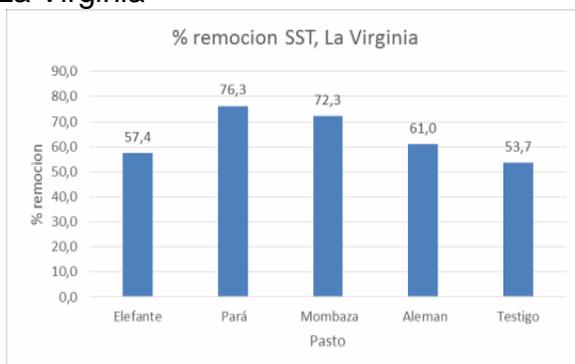
Figura 25. Valores Promedio SST.



Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica anterior muestra que los biofiltros realizan una buena remoción de SST en todos los casos, con mejores resultados en el pasto Pará. En los dos lugares se tuvo un comportamiento similar, al presentar valores promedio de entre 60 y 70 mg /l. Se concluye que al tener una cantidad menor de 400 mg/l que es lo establecido por la resolución 631, la remoción de sólidos es un parámetro que depende del medio, de la forma de como ingresa la película de agua, y de las plantas que están en el humedal, ya que de acuerdo a la absorción que tenga el sistema de la materia orgánica y de los sedimentos que se dan a lo largo de todo el sistema, cada tipo de humedal tendrá una remoción específica (Guillermo & Peláez, 2014). Dado lo anterior, estos sistemas tienen gran remoción, lo cual puede explicar el hecho de que algunos están colmatados; lo ideal sería que esta carga fuera menor para evitar las aguas en la superficie. A continuación se presentan las eficiencias de remoción de SST promedio en cada sistema, ver Figura 26.

Figura 26. Porcentaje de Remoción SST La Virginia



Villa Cristina.



Fuente: Elaboración Propia.

En la finca La Virginia el sistema que obtuvo mejores resultados y con eficiencia del 76,3% fue el sembrado con pasto Pará; otros estudios realizados que combinan diferentes tipos de medio filtrante más esta gramínea, muestran que tiene gran capacidad a la hora de remover este contaminante con eficiencias de hasta el 86% (Arias *et al.*, 2010); esto puede indicar que su reproducción por estolones ayuda a disminuir los poros en el medio filtrante, al generar nuevas raíces. El Testigo tuvo un rendimiento mucho más bajo que los demás.

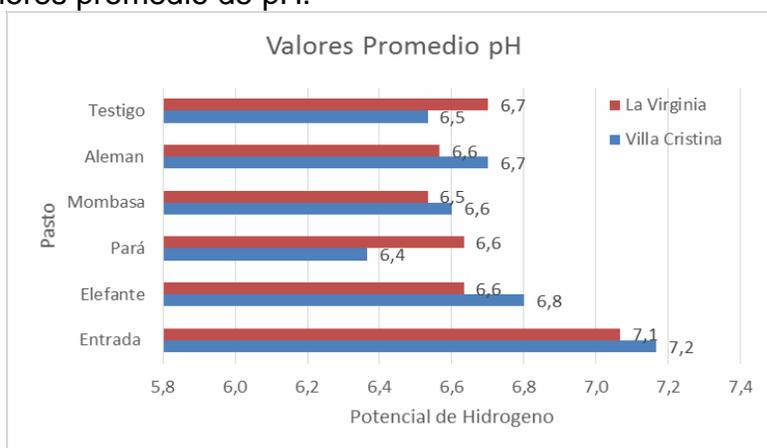
Para Villa Cristina, el gráfico muestra que hay diferencias en el comportamiento de este conjunto con respecto al anterior. En esta ocasión, el pasto Elefante fue el que tuvo mejor comportamiento; como se sabe, la eliminación se hace en gran parte por el medio filtrante por sedimentación y filtración. El pasto Mombasa obtuvo una notable desmejora en su trabajo; sin embargo, este pasto

no se encuentra en condiciones de encharcamiento a diferencia del Alemán y el Testigo, indicando que sin duda el lecho influye en este proceso físico aunque no se tiene más referencia que la observación. Se considera que el pasto que mejor desempeño hidráulico tiene es el Pará.

6.4.6 Potencial de Hidrógeno – pH

En la figura 27 se observa la variación promedio del pH de los afluentes y efluentes.

Figura 27. Valores promedio de pH.



Fuente: Elaboración propia.

El potencial de hidrógenos en las entradas refleja una concentración de 7.1 en la Virginia y 7.2 en Villa Cristina, estos vertimientos son buenos en este aspecto dado que son cercanos al neutro. Se pueden observar que los pH en los efluentes baja con respecto al afluente debido a actividad microbiológica en la degradación de la materia orgánica, en general se tiene un buen comportamiento de todos los sistemas porque se encuentran cumpliendo la resolución 631 de 2015 para vertimientos líquidos, los Humedales que sobresalen son los sembrados con el pasto Elefante debido a sus pH's cercanos al neutro

6.4.6.1 Comparación entre Biofiltros.

A continuación se presenta el cuadro 16, en donde se muestra el sistema que obtuvo el mejor rendimiento para la remoción de cada uno de los parámetros fisicoquímicos.

Cuadro 16. Comparación entre biofiltros.

	Sitio	Elefante	Pará	Mombaza	Aleman	Testigo
DBO5	Villa Cristina	X				
	La Virginia			X		
DQO	Villa Cristina	X				
	La Virginia		X			
SST	Villa Cristina	X				
	La Virginia		X			
pH	Villa Cristina	X				
	La Virginia	X				
Total	Villa Cristina	4	0	0	0	0
	La Virginia	1	2	1	0	0

Fuente: Elaboración Propia.

El sistema que obtuvo la mayor puntuación en Villa Cristina fue el del pasto Elefante, este fue el mejor en la remoción de los contaminantes DBO₅, DQO y SST con porcentajes del 70.3 %, 44.5% y 73.1% respectivamente además de mantener el pH más neutro que sus homólogos.

En la ubicación La Virginia, la remoción de DBO₅ fue llevada acabo de mejor manera por el pasto Mombasa removiendo el 77% de este contaminante, eficiencia alta que genera un menor impacto negativo para el medio ambiente, en la remoción de DQO el mejor resultado lo obtuvo el Pará con una remoción del 74.2% de igual manera fue el mejor en la eliminación del de los SST con 76.4% esto debido a la morfología de su enraizamiento. Por otro lado el pH fue mantenido de la mejor manera por el sistema testigo.

7. ESTRATEGIAS DE MANEJO

7.1 ESTRATEGIA DE MANEJO PARA LOS RESERVORIOS

Para los reservorios 1 ubicado en la finca Pinar del Río y para el ubicado en la finca California:

Dada su incapacidad de mantener su volumen, se recomienda realizar una impermeabilización de suelo; las pérdidas pueden ser producidas por infiltración y evaporación. Como estrategia, se recomienda aplicar el tratamiento llamado pudelación, que consiste en saturar el suelo y posteriormente disgregar su estructura; tras una nueva evaluación, en caso de no obtener resultados satisfactorios, se debe utilizar una técnica que permita obstruir dichos poros, la aplicación de estiércol bovino sobre el área de inundación, sobre el que crecen hongos que ayudan impermeabilizar el lecho. Una alternativa un poco más costosa, consisten en hacer un cubrimiento con geomembrana.

Reservorio en la finca Porvenir (SJ).

Para el reservorio del señor Joselito, se recomienda hacer una limpieza y remoción del buchón de agua que está presente en toda la superficie y que impide la penetración de la luz solar, provocando que se malogre la calidad del agua y se de el proceso de eutrofización, que a largo plazo puede acabar con el volumen útil del lago por generación excesiva de materia orgánica descompuesta, proveniente de los buchones muertos.

Para los reservorios en general.

Se recomienda sembrar árboles nativos de la zona alrededor de los reservorios, para disminuir la erosión del suelo de las áreas de captación y mantener la por más tiempo la saturación del suelo, contribuyendo de esta manera a la permanencia del agua en las pequeñas cuencas, esto también contribuye a evitar que llegue sedimentos a los reservorios y colmaten los rápidamente con la subsiguiente pérdida de volumen útil de almacenamiento. Para la eliminación de estos sedimentos, también se pueden realizar dragados, aunque conlleva más gastos. En la posible replicación de estos sistemas se recomienda ubicarlos en zonas altas que permitan la captación de agua pluvial a su vez que permitan tener un suministro a niveles inferiores, y que preferiblemente no ingresen aguas

provenientes de potreros usados para el pastoreo de modo que se aportan muchos nutrientes a los cuerpos de agua iniciándose procesos donde se empeora la calidad del agua y su tiempo de funcionamiento a largo plazo, como lo es la eutrofización.

7.2 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS SCAPT.

Si bien la calidad del agua captada en los SCAPT es buena, necesita más pulimento para poder ser consumida por la población de los municipios de Patía y Mercaderes, teniendo un bajo riesgo para la salud de los consumidores. A continuación se toman en consideración tecnologías que permiten hacer captación y almacenamiento, procurando mejorar la calidad del agua.

Remoción de partículas medianas y grandes

Es necesaria la utilización de un sistema de rejillas con un tamaño de poro no mayor a media pulgada, que sea instalado en el intermedio del sistema de conducción, más específicamente entre el canal y la tubería de 3 pulgadas; una malla de poro mediano puede hacer las veces de rejilla, ya que se considera que la polisombra que se le instaló a cada SCAPT es ineficiente al no retener el material de tamaño medio que ingresa al sistema.

Remoción de partículas pequeñas

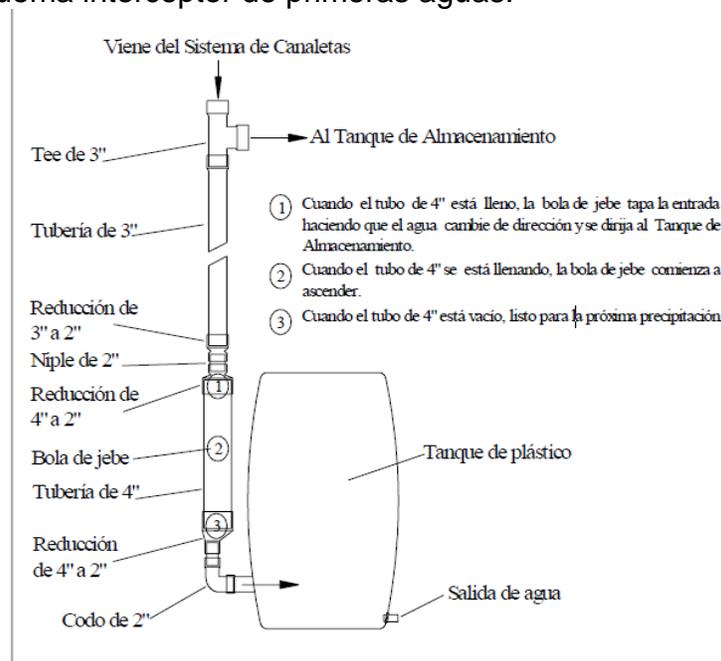
Un interceptor de primeras aguas es un sistema que impide que material indeseable ingrese al depósito de almacenamiento de agua lluvia. Las primeras aguas son las encargadas de hacer un lavado de la superficie de captación; el volumen del tanque de almacenamiento de las primeras aguas es correspondiente a un litro/m², necesario para realizar el lavado. Las primeras aguas perjudican la calidad del agua que se almacena, por ello es necesario separarlas, aunque no se desperdician pues pueden utilizarse para labores cotidianas del hogar, como lavado de pisos o de ropa (Ver figura 28).

Almacenamiento de agua

A excepción del SCAPT instalado en la parcela de la señora Amalfi Mosquera, que tiene 1 m³ de capacidad de almacenamiento, todos los demás sistemas tienen

como límite máximo 2 m^3 , que es un volumen alto; su capacidad se encuentra en un solo tanque de almacenamiento, lo que limita las labores de mantenimiento y limpieza porque no se puede vaciar, pues se dejaría sin suministro a las personas a las cuales asiste. Este problema se puede solucionar instalando un segundo tanque para facilitar su limpieza, sin dejar de lado el suministro; sin embargo, debe considerarse que se incurriría en costos agregados elevados, aunque con mayores beneficios al incrementar su capacidad de almacenamiento y mayor autonomía al sistema. Esto se puede aplicar en los sistemas ya establecidos, aunque es recomendable su instalación en los sistemas que se construyan en un futuro.

Figura 28. Esquema interceptor de primeras aguas.



Fuente: OPS/CEPIS, 2004

Desinfección del agua

Para que las aguas pluviales puedan ser consumidas, se necesita que estén libres de patógenos como coliformes totales, aportadas posiblemente por excrementos de pájaros u otros animales que estuviesen sobre el área de captación. Se requiere realizar una desinfección, consistente en ebullición del agua, de acuerdo con un estudio realizado en la comunidad negra de Los Lagos de Buenaventura, en donde se evaluó la calidad de agua lluvia después de haber sido sometida a diferentes tratamientos, en donde hervir el agua fue suficiente para cumplir la norma en cuanto a contenido de coliformes totales, incluso mejor que otros

sistemas más tecnológicos, A pesar de ser una estrategia convencional, es muy eficiente además de ser muy barata (Montañoz, 2016).

Aumentar la autonomía de los sistemas

De acuerdo al nivel de complejidad y la TABLA B.2.2 del RAS 2000, la dotación neta mínima por persona según el Nivel de Complejidad bajo para esta zona, es de 100 L/hab·día de agua potable, lo anterior con un suministro y disponibilidad constante. En la zona se tiene suministro desde el acueducto y desde la estación de bombeo, con agua de mala calidad y no apta para el consumo humano, aunque sirve para el aseo personal y labores domésticas como lavado de pisos y de ropa, y descargas del inodoro. Una comunidad rural pobre, puede tener expectativas inferiores respecto a la cantidad de agua que es esencial para la vida de las personas, que vive en zonas urbanas ricas. Como resultado, las comunidades más pobres por lo general tienen consumos inferiores (OPS/OMS, 2004)

Figura 29. Jerarquía en necesidades de agua



Fuente: (OPS/OMS, 2004)

Como se puede observar en la figura anterior, el volumen diario de agua necesario por persona de agua potable es de 20 L para consumo; de acuerdo a lo anterior, se determinó que los tanques de almacenamiento de 2 m² puede dar sustento a una familia de 5 personas por 20 días y para un colegio con 100 estudiantes con dos días de autonomía.

Si se llegaran a implementar las anteriores estrategias, se espera que se continúe con la evaluación microbiológica y fisicoquímica de la calidad del agua captada, para poder garantizar la salud pública de las personas beneficiadas.

Compartir la información

Difusión de las bondades estrategia para lograr un impacto a gran escala en la salud de las comunidades y contribuir a aminorar la tasa de muertes infantiles por consumo de agua contaminada.

7.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA LOS BIOFILTROS.

El uso de las efluentes como agua para riego que se hace en la finca Villa Cristina, se realiza por medio de zanjas en el suelo que van desde la descarga de los humedales hasta llegar al campo de donde se aprovechan; la conducción es deficiente, ya que tiene taludes de 90° y constantemente se generan encharcamientos y obstrucciones por desprendimiento de suelo dada la alta humedad. Esta situación se convierte en un entorno adecuado para la cría de insectos transmisores de virus; se recomienda conectar los tubos de salida a una cámara de mezcla y de ahí realizar nuevamente la distribución del efluente, pero con tubería de PVC hasta el campo de riego.

Realizar un cercado de buena calidad que impida la entrada de los animales de granja como gallinas y cabras que en la actualidad lo permite, ya sea para consumir los brotes de los pastos o para depredar las larvas de los diferentes insectos que ahí proliferan.

Para la implementación de biofiltros replicas se recomienda utilizar solo un tipo de medio filtrante, preferiblemente grava lavada y de un diámetro granular similar para tratar de disminuir al máximo los cortos circuitos por generación caminos preferenciales de flujo que no permiten tener un tiempo de retención adecuado para la degradación de la material orgánica.

Se recomienda un rediseño del sistema retratamiento de los sistemas humedales para el tratamiento de ARnD provenientes de pequeñas porcícolas porque el que se tiene instalado no es eficaz en la remoción de sólidos o partículas coloidales de gran tamaño, impidiendo el flujo adecuado. Esta situación implica mayor de mantenimiento y remoción de sólidos retenidos, al ser un sistema aerobio es el nicho adecuado para la cría de insectos transmisores de patógenos; por lo anterior se recomienda construir un tanque séptico anaerobio para remover la mayor cantidad lodos posible y de esta manera bajar las cargas que le llegan a los humedales. Esta implementación potencia la eficiencia del sistema como conjunto; se recomienda construir una compostera para la degradación de los lodos, de

manera que puedan ser aprovechados como abono orgánico para sus cultivos, lo cual también beneficiaría a los usuarios disminuyendo costos de producción.

8. CONCLUSIONES

Los municipios de Patía y Mercaderes son zonas con escasas de agua en periodos secos, que se ven muy afectadas por el cambio climático ya que dicho efecto alarga estas temporadas, llevando consigo impactos positivos al medio ambiente, a las comunidades, entre otros. Además, se tiene evidencia de que las fuentes hídricas posiblemente están contaminadas por vertimientos provenientes de diversas actividades humanas que van desde la agricultura hasta la minería. Es aquí donde los reservorios cobran gran importancia para cubrir la necesidad de agua no contaminada, el estudio reveló que 5 de los jagüeyes lograron contener más del 51% y 2 de ellos más del 75% de su volumen máximo en la época seca del año.

Los reservorios que tuvieron mayor éxito en el almacenamiento de agua en los periodos secos comparten una característica, tienen una profundidad media alta, (1.79m y 2.11m), esto les permite lograr el mayor volumen en una menor área, de esta misma manera aminorar las pérdidas por infiltración y por evaporación.

Una gran parte de la población de Patía y Mercaderes no cuenta con agua potable, sin embargo los SCAPT capturan agua de buena calidad (según estudios en otras locaciones), que pueden ser usada en diversas actividades domésticas. Esta sencilla tecnología con la implementación de mejoras pequeñas que garanticen que el líquido no se contamine con partículas extrañas, y con un incremento de la capacidad de almacenamiento para aprovechar al máximo las precipitaciones, esta tecnología se constituye como un gran aporte al saneamiento básico de las comunidades más vulnerables del valle del Patía, puesto que se estima la calidad de este recurso es más segura que la distribuida por acueducto.

Los SCAPT's son sistemas sencillos capaces de captar grandes cantidades de líquido pluvial, pero tienen una capacidad limitada en el almacenamiento, esto causa un desaprovechamiento las escasas precipitaciones, y que no logren abastecer a sus usuarios por el tiempo que lo requieran.

Los biofiltros presentan una buena remoción de los parámetros DBO₅, DQO, SST; logran que los efluentes cumplan con la Resolución 631 de 2015 para vertimientos de aguas residuales, además de cumplir con la resolución 1207 de 2014 para el uso de aguas residuales tratadas en actividades de riego de cultivos; esto es muy beneficioso, ya que se entrega el ARnD con mejor calidad y colabora con la productividad al contener nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos, además de que las gramíneas sembradas en ellos sirven como pasto de corte. El

pasto Elefante fue el mejor en la remoción de estos parámetros con porcentajes de en 70,1% en DBO₅ en DQO 01444.5% y SST de 73.1 en Villa Cristina. Este último presentó eficiencias estables en todas las pruebas realizadas y es el que genera mayor cantidad de biomasa para alimentación animal, haciendo mejor su labor como biofiltro multipropósito.

Los biofiltros son eficientes en el cumplimiento de la normativa colombiana para vertimientos líquidos, sin embargo los ubicados en Villa Cristina tienen un comportamiento hidráulico inadecuado, evidenciado con la superación de la altura de diseño para el espejo de agua de 0.6m.

9. RECOMENDACIONES

Sistema de cosecha de agua mediante reservorios

Se recomienda mantener un volumen de agua de reserva constante dentro del reservorio para evitar que el suelo del mismo se seque o sufra de agrietamiento.

Para una futura implementación de estos sistemas se recomienda la construcción de embalses o reservorios profundos y de menores dimensiones para evitar significativamente la pérdida de agua por evaporación, así como el empleo de coberturas ya sea geotextiles y otros para aminorar el efecto de los factores ambientales de la zona.

Debe procurarse la ubicación más ventajosa, de acuerdo con el uso del agua, para evitar la necesidad de bombeo. Si el estanque es para abastecer abrevaderos o actividades de agricultura, es ideal utilizar la gravedad para el transporte del agua, por lo que conviene ubicarlo en una zona elevada de la finca, pero con suficiente área de captación para llenarlo en invierno. En fincas extensas y en áreas planas es inevitable el uso de bombas.

Sistema de cosecha de agua pluvial en techos

Los resultados obtenidos sobre los volúmenes totales almacenados mensualmente en el periodo de seguimiento al sistema demuestran que si es posible hacer un uso eficiente del agua lluvia almacenado por tal motivo es necesario que la comunidad conozca sobre los Programas de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) con el fin de seguir orientando a la comunidad a valorar y reconocer la gran importancia que tienen los sistemas de cosecha de agua y el buen uso que se le puede dar a estos.

Como se evidencio anteriormente el volumen de agua almacenado es directamente proporcional al área de captación de los techos y es recomendable que para que haya un mayor volumen de almacenamiento del recurso hídrico se aumente el área de los mismos para poder suplir las necesidades de agua en los periodos secos de manera efectiva y eficiente, estos mismos sistemas se deben ubicar en espacios abiertos libres de árboles que puedan depositar sobre la superficie hojas secas y frutos que al descomponerse degraden la calidad fisicoquímica del agua colectada

Se deben tener en cuenta las estrategias de manejo mencionadas anteriormente para captar, almacenar y tener un consumo seguro del agua en las comunidades vulneradas de la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Mercaderes. (2012). *Plan de desarrollo “Sembrando futuro.”* Retrieved from http://www.mercaderes-cauca.gov.co/apc-aa-files/31643038643137636533363739376664/plan-de-desarrollo-2012-2015_1.pdf
- Alcaldía de Patía. (2017). Información del Municipio. Retrieved May 8, 2017, from <http://patia-cauca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Arias Martínez, Sergio Adrián et al. 2010. “Fitorremediación Con Humedales Artificiales Para El Tratamiento de Aguas Residuales Porcinas.” *Informador Técnico (Colombia)* 74: 12–22. http://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/5/5.
- Ávila, G. G. (2003). Cosecha de aguas lluvias - techos de las casas. *Ciat*. Retrieved from [http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/COSECHA DE AGUAS LLUVIAS - TECHOS DE LAS CASAS.pdf](http://teca.fao.org/sites/default/files/technology_files/COSECHA_DE_AGUAS_LLUVIAS_-_TECHOS_DE_LAS_CASAS.pdf)
- Botero, et al, 2009. (2009). Importancia de los jagüeyes en las sabanas del caribe colombiano, 1(1), 71–84.
- Corporacion Regional autonoma del cauca. (2016). 1. Diagnostico Administrativo - Economico. Retrieved from <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/patia/DIAGNOSTICOPatia.pdf>
- Corporacion Regional autonoma del cauca. (2016). Infraestructura Para El Desarrollo Regional. Retrieved from <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/mercaderes/infraestructura2.pdf>
- Corporacion Regional autonoma del cauca. (2016). 1. INFRAESTRUCTURA PARA EL DESARROLLO. Retrieved from <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/patia/SERVICIOS PUBLICOS PATIA.pdf>
- Corporacion Regional autonoma del cauca. (2016). Infraestructura Para El Desarrollo Regional. Retrieved from <http://crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POT/mercaderes/infraestructura2.pdf>
- Empresa Municipal de Servicios Públicos de Patía. (2016). Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Retrieved July 17, 2017, from

<http://empatia.gov.co/index.php/nuestros-servicios/acueducto/indice-de-riesgo-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-irca>

Fernández, A. (2015). Calidad Del Agua Para Consumo Vacuno, 3–8. Retrieved from http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/agua_para_consumo_vacuno.pdf

Gonzales Luis Jorge. S.f. Clasificación climática de Thornthwaite. Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Civil

Guillermo, J., & Pelaez, A. (2014). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE UN SISTEMA PILOTO DE HUMEDALES HIBRIDOS COMO POST-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE UNA PORCÍCOLA., 1–76. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4607/333918D946.pdf?sequen ce=1&isAllowed=y>

H Morris, D Morales, J Arrieta, R. medina. (2010). “Manual De Especificaciones Técnicas En El Sector Agropecuario De Costa Rica Y RECOMENDACIONES PARA SU UTILIZACIÓN, 98. Retrieved from http://www.academia.edu/293647/Manual_de_Construcci%C3%B3n_de_Reservorios_de_Agua_de_Lluvia

Instituto de Hidrología de España, & Unesco. (1981). *Métodos de Cálculo del balance hídrico. Guía internacional de investigación y métodos*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001377/137771so.pdf>

Merck Millipore. (2013). Análisis de agua y alimentos Fiabilidad absoluta, 147.

Merck. (2017). Sistema MColortest™ para concentraciones medias | Analítica y preparación de muestras. Merck Millipore. Retrieved May 11, 2017, from http://www.merckmillipore.com/CO/es/products/analytics-sample-prep/test-kits-and-photometric-methods/visual-tests-for-semi-quantitative-analyses/colorimetric-test-kits/mcolortest-titrimetric-and-colorimetric-methods/5Eib.qB.nDwAAAE_ogh3.Lxj,nav

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Bogota-colombia. Retrieved from <http://faolex.fao.org/docs/pdf/col146504.pdf>

Montañoz, N. A. (2016). Evaluation of technological alternatives for the basic treatment of rain water for domestic use in the Community Council of the black community in the lakes, Buenaventura. *Scientia et Technica Año Año XXI*.

- Navarro, S. (2008). Manual de Topografía - Altimetría 2008, 1–15. Retrieved from <https://sjnnavarro.files.wordpress.com/2008/08/modulo-i-introduccion-a-altimetria1.pdf>
- NUTRIFACA. (2016). ANEXO A. CONSTRUCCIÓN, ADECUACIÓN y MODIFICACION DE BIO-FILTROS., 4.
- OPS/OMS. (2004). Cantidad de agua necesaria para emergencias. Retrieved from http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1087:who-technical-notes-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-in-emergencies&Itemid=662&lang=es
- OPS. (2004b). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Retrieved from <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- OPS/CEPIS. (2004). Guía de diseño para captación del agua de lluvia. Retrieved from <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). Especificaciones Técnicas Captación de Agua de Lluvia Para Consumo Humano. *Anonimo*, 9.
- Ospina, Ó., & Ramírez, H. (2014). Evaluación de la calidad del agua de lluvia para su aprovechamiento y uso doméstico en la ciudad de Ibagué, Tolima, Colombia. *Ingeniería Solidaria*. <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.812>
- Panorama Acuícola. (n.d.). Evaluación de la calidad del agua y su influencia en el cultivo de la Tilapia. - Panorama Acuícola Magazine. Retrieved August 17, 2017, from http://www.panoramaacuicola.com/articulos_y_entrevistas/2009/03/20/evaluacion_de_la_calidad_del_agua_y_su_influencia_en_el_cultivo_de_la_tilapia_.html
- Peña, M., Ginneken, V., & Madera, C. (2003). Humedales de Flujo Subsuperficial : Una Alternativa Natural para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en Zonas Tropicales. *Revista Ingeniería Y Competitividad*, 5, 27–35. Retrieved from <http://revistaingenieria.univalle.edu.co:8000/index.php/incompe/article/view/62>
- Posada, et al, 2010. (2010). Política Nacional Recurso Hídrico. bogota. Retrieved from <http://faolex.fao.org/docs/pdf/col146504.pdf>
- Rios, J. N. (2006). Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica,. Retrieved from http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2301/Compartamiento_hidrologico_sistemas_de_Produccion_ganadera.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Solano, E. (2017). Software Topo3. Retrieved May 19, 2017, from <http://www.topo3.com/#!acerca-de>

ANEXOS

Anexo A. Coordenadas de los sistemas de cosecha de agua.

jaguey	Este (x)	Norte (y)		
El Porvenir (Estrecho)				
Pinar del rio 1	263743	216750		
Pinar del rio 2	263547	216411		
Villa Camila 1	256844	205531		
Villa Camila 2	256955	205439		
Noeli	267563	221871		
El Paraiso	268400	225586		
Santa Barbara 1	259688	195673		
Santa Barbara 2	259822	195915		
La Cueva	257816	200045		
Porvenir (JS)	268736	224345		
California	265640	224669		
Scapts	este	norte		
Mercaderes				
Villa Camila	256793	205463		
Escuela Adorotes	257088	204945		
Punto de Oro	258960	197970		
Patía				
Oasis	269477	225661		
Colegio El Estrecho	264142	217604		
Vivero COAGROUSUAR	268057	224548		
La Virginia	262860	215822		
colegio Patía 1	271458	228809		
colegio Patía 2	271464	228794		
Casa Rovier	271139	228936		
Casa Eliu	270623	227410		

Anexo B. Datos meteorológicos

Datos meteorológicos Utilizados para el municipio de Mercaderes

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES **MENSUALES DE PRECIPITACION** (mms)

FECHA DE PROCESO : 2017/03/03

ESTACION : 52025060 GJA EXP UNIV NARIN

LATITUD	0154 N	TIPO EST	CP	DEPTO	CAUCA	FECHA-INSTALACION	1992-AGO
LONGITUD	7711 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	MERCADERES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0580 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PATIA		

 A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1992	1	01													287.0	226.0	513.0	3							
1993	1	01	96.0	139.0	281.0	190.5	135.0	9.9	.8	3.2	3	4.9	22.8		37.6	3	128.5	3	1049.2	3					
1994	1	01	24.0	9.0	212.0	218.0	4.2	2.0	4.9	14.6		12.9	164.3	115.7	96.1				877.7						
1995	1	01	5.0	61.3	157.5	232.1	76.2	45.8	75.8	31.1		14.6	256.4	310.7	151.3				1417.8						
1996	1	01	104.6	58.3	103.4	74.0	209.3	75.9	18.0	3	25.3	21.0	150.1	8	69.8	179.5			1089.2	3					
1997	1	01	95.1	28.7	105.7	113.5	3	12.1	3	49.9	.0	.3	17.5	152.8	150.2	57.7	3		783.5	3					
1998	1	01	10.2	62.3	136.1	90.9	149.3	3.2	19.0	47.0		66.6	126.6	251.4	138.1				1100.7						
1999	1	01	297.9	244.1	119.9	160.7	77.8	114.0	.3	3.0	3	151.5	170.2	145.7	273.0				1758.1	3					
2000	1	01	105.0	131.0	85.0	3	327.1	86.0	29.5	13.6	3	70.5	3	94.3	109.0	3	128.3		1179.3	3					
2001	1	01	22.0	161.5	3	108.7	26.3	130.8	26.9	3	12.1	.0	3	109.5	3	59.0	3	298.0	3	230.4	3	1185.2	3		
2002	1	01	65.1	95.2	184.0	117.1	106.1	3	30.6	1.9	3	41.0	43.0	3	240.2	3	195.5	108.7			1228.4	3			
2003	1	01	33.4	142.6	78.6	3	98.6	29.7	114.6	14.1		10.0	95.5	3	245.8	3	254.6	81.3	3		1198.8	3			
2004	1	01	37.9	82.0	3	108.7	3	189.5	3	119.0	3	6.0	3	53.3	3	.1	3	85.0	239.0	305.0	48.0	3	1273.5	3	
2005	1	01	*			69.0	3	50.0	9.0	9.0		21.0	40.0	218.0	108.0	3	180.0	3	704.0	3					
2006	1	01	79.0	68.0	259.0	111.0	3	84.0	78.0	3	18.4	5.0	10.5	150.3	254.1	195.3	3	1312.6	3						
2007	1	01	66.1	53.8	3	154.5	127.9	3	131.3	15.0	55.9	18.0	14.9	296.3	3	225.7	317.8		1477.2	3					
2008	1	01	147.0	74.9	3	106.6	3	260.1	202.2	107.3	6.9	141.1	3	49.6	150.0	58.6	160.2		1464.5	3					
2009	1	01	155.9	138.7	128.1	55.7	62.9	3	56.0	3				127.2	3	147.2	69.9		941.6	3					
2010	1	01	11.7	3	80.6	111.8	3	266.4	92.8	3	52.5	3	95.9	3	*	164.0	399.9	3	186.7						
2011	1	01	62.9	160.9	3	68.0	268.4	86.0	42.0	86.6		27.0	35.8	245.9	162.6	196.0			1442.1	3					
2012	1	01	119.5	94.7	91.3	109.8	29.5	16.9	1.9	3	16.7	11.0	3	202.1	3	173.6	56.7		923.7	3					
2013	1	01	28.7	109.1	104.5	3	138.4	204.1	22.7	36.0	69.2	51.0	108.0	172.1	120.2				1164.0	3					
2014	1	01	83.8	146.5	148.3	3	64.1	133.5	3	15.3	3	.8	.2	24.0	77.8	195.0	173.9		1063.2	3					
2015	1	01	128.0	68.7	99.1	3	123.0	2.2	2.0	14.6	3	.3	40.6	109.2	197.5	2.2			787.4	3					
2016	1	01	91.1	46.4	51.4	3	122.3	184.7	6.1										502.0	3					
MEDIOS			81.3	98.1	130.6	140.3	110.0	41.2	25.3	23.2	46.2	163.9	192.7	146.1					1198.8						
MAXIMOS			297.9	244.1	281.0	268.4	327.1	114.6	95.9	141.1	151.5	296.3	399.9	317.8					399.9						
MINIMOS			5.0	9.0	51.4	26.3	2.2	2.0	0.0	0.0	4.9	22.8	37.6	2.2					0.0						

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2017/03/03

ESTACION : 52025060 GJA EXP UNIV NARIN

LATITUD 0154 N TIPO EST CP DEPTO CAUCA FECHA-INSTALACION 1992-AGO
LONGITUD 7711 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO MERCADERES FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 0580 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE PATIA

A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *

1992	1	01										*	25.4	3	25.4	3														
1993	1	01	25.7	3	25.5	3	25.0	1	25.4	3	25.2	3	26.1	3	26.3	3	25.4	8	24.5	3	22.8	3	23.0	3	24.6	3	25.0	3		
1994	1	01	24.7	3	25.1	3	25.1	3	25.5	3	26.2	3	26.0	3	25.6	3	25.8		25.9	3	25.0		25.1	3	24.9	3	25.4	3		
1995	1	01	25.7		25.1		24.0		24.5	3	24.9	3	24.6	3	24.2	3	24.7	3	25.1	3	24.5	3	24.5	3	24.4		24.7	3		
1996	1	01	23.9		23.7		24.8	3	25.7		26.6		25.9		26.3		25.6	3	25.8	3	25.0	3	24.8	3	24.1	3	25.2	3		
1997	1	01	23.7	3	26.3		26.6	8	26.6	3	26.2		25.4		25.6		25.9		25.9		27.4	3	27.5	3	26.2	3	26.7	3	26.2	3
1998	1	01	28.8	3	29.2	3	28.9		27.5		26.5	3	27.3		27.6	3	27.5	3	27.6	3	27.3	3	25.4	3	25.9	3	27.5	3		
1999	1	01	24.9	3	25.0	3	25.6	3	25.8	3	26.0	3	26.2	3	26.2	3	27.4	3	25.9	3	25.8	3	25.4	3	25.4	3	25.8	3		
2000	2	01	26.1	3	25.2	3	25.1	3	25.3	8	25.3	3	26.3	3	26.0	3	26.8	3	26.9	3	27.2	3	25.9	3	26.1	3	26.0	3		
2001	2	01	26.6	3	27.0	3	26.6	3	27.0	3	27.6	3	27.5	8	27.4	3	28.8	3	26.7	3	26.8	3	26.4	3	26.0	3	27.0	3		
2002	1	01	27.2	3	27.8	3	26.4	3	26.7	3	27.2	3	26.9	3	27.7	3	27.9	3	27.6	3	26.8	3	25.8	3	26.5	3	27.0	3		
2003	1	01	26.4	3	26.5	3	26.4	3	26.5	3	27.7	3	26.6	3	27.8	3	29.2	3	27.8	3	25.5	3	25.4	3	26.2	3	26.8	3		
2004	1	01	26.0	3	27.0	3	26.6	3	24.6	3	24.9	3	26.1	3	25.3	3	27.3	3	26.7	3	25.3	3	24.3	3	25.4	3	25.8	3		
2005	1	01	*		27.1	8	27.3	8	27.6	3	25.8	3	26.9	3	27.8	3	28.5	3	26.7	3	25.4		24.3	3	24.2	3	26.5	3		
2006	1	01	25.0	3	26.4	3	25.5	3	25.7	3	26.2	3	26.3	3	27.7	3	27.0	3	26.6	3	26.1		25.4	3	25.9	3	26.2	3		
2007	1	01	26.8	3	26.5	3	26.4	3	25.9	3	25.8	3	26.1	3	26.4	3	25.9	3	26.9	3	25.5	3	25.4	3	25.2	3	26.1	3		
2008	1	01	25.7	3	25.4	3	25.9	3	25.4	3	25.6	3	26.5	3	26.7	3	26.5	3	25.7	3	25.7	3	25.7	3	25.2	3	25.8	3		
2009	1	01	25.8	3	25.6	3	25.9	3	25.9	3	26.4	3	25.9	3							28.1	3	27.2	3	27.6	3	26.5	3		
2010	1	01	28.8	3	28.3		29.1	3	27.8	3	28.2	3	26.9	3	27.3	3	27.5	3			26.8	3	25.0	3	25.1		27.3	3		
2011	1	01	26.5		26.5		26.1		25.9	3	26.7		27.0	3	26.8	3	27.9		27.8		26.2		26.5		26.6		26.7	3		
2012	1	01	26.5		26.4		27.1		26.7		27.7		28.3	3	29.1	3	28.0	3	27.5	3	26.9	3	26.4	3	26.1	3	27.2	3		
2013	1	01			26.5	3	27.3	3	27.6	3	26.4	3	27.3	3	27.1		27.6	3	28.5	3	27.3		26.5		26.7	3	27.2	3		
2014	1	01	27.4	3	27.6	3	26.7	3	28.3	3	27.0		28.0		29.2		28.9	3	28.4	3	27.9		26.7		26.8	3	27.7	3		
2015	1	01	27.6		27.4		27.6	3	27.6		28.4		29.3		29.3	3	29.9	3	29.9	3	28.4		27.3		28.9		28.5	3		
2016	1	01	28.7		29.2		28.8	3	29.0	3	27.9		27.6														28.5	3		
MEDIOS			26.3		26.5		26.5		26.4		26.5		26.7		27.0		27.3		26.9		26.3		25.6		25.8		26.5			
MAXIMOS			28.8		29.2		29.1		29.0		28.4		29.3		29.3		29.9		29.9		28.4		27.3		28.9		29.9			
MINIMOS			23.7		23.7		24.0		24.5		24.9		24.6		24.2		24.7		24.5		22.8		23.0		24.1		22.8			

Datos meteorológicos utilizados para el municipio de Patía

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONALAMBIENTAL															
FECHA DE PROCESO: 2006/06/15				ESTACION: 5201502 FONDALA											
LATITUD	209 N		TIPO EST	CO		DEPTO CAUCA					FECHA-INSTALACION 1974-MAR				
LONGITUD	7703	WENTIDAD	1 IDEAM			MUNICIPIO PATIA					FECHA-SUSPENSION				
ELEVACION	677 m,s,n,m		REGIONAL 07 NARINO-CAUCA			CORRIENTE PATIA									

AÑO	ESTE	NTE	Enero	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VRANUAL

1991	2	1	26	27,4	26,3	26,13	26,2	26,7	26,93	27,3	27,3	26,1	25,5	25,7	26,53
1992	2	1	26,53	26,53	28,13	27,1	26,83	27,4	28	28,43	27,2	26,5	25,4	25,4	26,93
1993	2	1	25,7	25,73	25,13	25,7	25,5	26,6	27,43	28,1	27,4	26,63	25,03	25,5	26,23
1994	2	1	25,33	25,7	25,23	25,4	25,8	26,6	27,73	28,2	25,8	25,13	25,5	26,03	
1995	2	1	26,53	27,5	26,3	25,6	25,73	25,5	25,7	26,73	27,9	25,9	25,3	25,33	26,23
1996	2	1	25,23	24,9	25,5	25,5	25,43	25,53	25,6	26,3	27,6	25,8	25,6	25,4	25,73
1997	2	1	24,93	26	26	26,2	26,4	26,13	28,5	29,43	28,9	27,4	26,03	26,83	26,93
1998	2	1	28,33	28,53	28,1	26,93	26,73	26,3	26,9	26,9	27,33	26,93	25,5	25,83	27,03
1999	1	1	25	24,83	24,93	25,2	25,2	24,93	26,23	27	25,6	25,3	25,73	25,53	25,43
2000	1	1	25,53	25,5	25,6	26,43	25,7	26,03	25,7	26,4	25,83	26,63	25,8	25,7	25,93
2001	1	1	25,5	26,53	25,9	26,4	26,63	26,13	27,1	28,5	26,63	27,53	26,53	25,5	26,63
2002	1	1	26,33	26,7	26,1	26,23	25,83	25	27,1	28,53	28,13	27,93	26,83		
2003	1	1	26,33	26,83	26,5	26,53	27,1	26	26,73	28,33	28,5	27,03	26,33	25,33	26,83
2004	1	1	26,1	27,23	27,63	25,53	26,33	26,73	26,2	28,33	27,53	26,1	25,93	26,73	
2005	1	1	26,73	26,2	26,4	26,43	26,3	26,03	26,73	28,13	28,53	27,13	25,33	24,93	26,63
2006	1	1	25,5	26,13	25,83										
MEDIOS			26	26,4	26,2	26,1	26,1	26	26,8	27,7	27,5	26,6	25,7	25,6	26,4
MAXIMOS			28,3	28,5	28,1	27,1	27,1	27,4	28,5	29,4	28,9	27,9	26,5	26,8	29,4
MINIMOS			24,9	24,8	24,9	25,2	25,2	24,9	25,6	26,3	25,6	25,3	25,02	4,9	24,8

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES **TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION** (mms)

FECHA DE PROCESO : 2017/03/03

ESTACION : 52020030 **ESTRECHO EL**

LATITUD 0158 N TIPO EST PM DEPTO CAUCA FECHA-INSTALACION 1971-MAR
 LONGITUD 7706 W ENTIDAD 01 **IDEAM** MUNICIPIO **PATIA** FECHA-SUSPENSION
 ELEVACION 0720 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE SAMBINGO

```

*****
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *
*****
1971 1 01          178.0 3 86.0 173.0 58.0 .0 15.0 38.0 126.0 280.0 121.0 1075.0 3
1972 1 01 72.0 98.0 111.0 147.0 159.0 19.0 3.0 86.0 36.0 244.0 266.0 132.0 1373.0
1973 1 01 .0 75.0 16.0 137.0 94.0 32.0 51.0 50.0 68.0 272.0 260.0 193.0 1248.0
1974 1 01 180.0 125.0 116.0 128.0 60.0 61.0 16.0 20.0 195.0 314.0 253.0 183.0 1651.0
1975 1 01 34.0 167.0 153.0 156.0 245.0 97.0 121.0 89.0 105.0 106.0 373.0 219.0 1865.0
1976 1 01 26.0 82.0 392.0 196.0 89.0 10.0 5.0 18.0 56.0 222.0 222.0 83.0 1401.0
1977 1 01 77.0 60.0 115.0 110.0 18.0 47.0 .0 31.7 266.3 168.0 167.0 228.0 1288.0
1978 1 01 63.0 98.0 87.0 213.0 169.0 26.0 53.0 7.0 23.0 57.0 67.0 226.0 1089.0
1979 1 01 67.0 77.0 90.0 171.0 178.0 59.0 20.0 143.0 80.0 214.0 244.0 169.0 1512.0
1980 1 01 138.0 152.0 12.0 55.0 76.0 42.0 .0 70.0 44.0 139.5 235.8 131.5 1095.8
1981 1 01 58.0 132.9 111.6 218.5 112.2 61.6 30.0 45.0 20.6 243.8 211.3 129.9 1375.4
1982 1 01 122.5 86.0 85.0 150.0 252.0 40.0 15.0 .0 191.0 304.0 335.0 288.0 1868.5
1983 1 01 68.0 18.0 234.0 327.0 65.0 15.0 .0 15.0 4.0 209.9 186.3 234.4 1376.6
1984 1 01 188.2 144.0 88.5 154.0 132.4 96.2 81.3 85.1 203.3 272.6 353.1 109.4 1908.1
1985 1 01 184.7 36.0 36.3 32.6 47.3 73.4 6.2 88.9 182.7 176.2 218.9 193.0 1276.2
1986 1 01 168.3 118.9 74.3 170.6 39.0 3 11.2 23.0 23.0 83.9 241.2 3 242.8 58.2 1254.4 3
1987 1 01 72.6 123.7 41.8 3 109.4 183.6 1.1 103.4 15.5 28.3 225.3 154.5 47.4 1106.6 3
1988 1 01 134.5 40.2 20.9 146.7 54.1 138.7 101.1 13.5 184.7 100.9 498.8 199.6 1633.7
1989 1 01 233.6 101.0 92.9 43.5 50.9 123.5 45.5 6.9 101.9 245.1 21.0 25.8 1091.6
1990 1 01 145.7 91.1 34.4 80.5 21.5 1.0 3.2 .0 .0 133.5 84.1 159.1 754.1
1991 1 01 136.8 14.2 168.1 76.9 135.9 30.9 33.5 .0 169.9 3 86.2 178.4 170.1 1200.9 3
1992 1 01 18.5 138.3 61.6 137.0 11.1 .0 .0 13.6 132.5 140.1 203.2 161.0 1016.9
1993 1 01 96.7 125.6 163.6 225.5 111.6 .0 .0 2.0 39.1 160.0 392.4 235.1 1551.6
1994 1 01 191.1 95.8 105.9 157.0 50.1 10.1 .0 4.3 120.8 171.7 146.7 74.1 1127.6
1995 1 01 1.7 15.5 91.5 157.1 128.8 30.3 57.8 1.0 16.5 234.1 248.0 82.7 1065.0
1996 1 01 118.6 82.7 131.9 78.2 196.4 69.0 27.2 38.2 30.0 127.1 187.2 108.0 1194.5
1997 1 01 212.7 73.8 91.3 48.6 47.9 52.2 .0 .0 93.6 108.5 3 190.3 83.0 1001.9 3
1998 1 01 22.2 54.8 142.2 52.4 222.7 1.5 2.0 75.0 37.3 85.6 203.3 126.3 1025.3
1999 1 01 341.2 200.4 72.2 145.1 142.4 71.8 3.5 1.6 137.5 181.8 152.4 279.2 1729.1
2000 1 01 162.4 113.1 246.7 108.8 131.6 47.6 36.3 4.2 36.5 11.7 25.1 104.0 1028.0
2001 1 01 9.6 76.3 13.1 14.3 91.2 14.5 30.7 .0 141.3 68.0 204.9 38.2 702.1
2002 1 01 68.3 82.0 94.2 141.2 50.7 11.7 9.1 44.4 6.5 189.6 86.7 59.5 843.9
2003 1 01 41.1 54.2 88.6 95.0 29.8 100.0 26.2 3.8 104.0 108.5 334.3 127.3 1112.8
2004 1 01 103.1 37.6 104.5 142.8 56.5 .0 62.6 .0 112.6 259.3 221.4 144.4 1244.8
    
```

2005	1	01	50.1	77.2	112.6	94.0	107.3	2.2	18.6	26.6	102.5	262.4	172.0	355.5	1381.0
2006	1	01	105.6	111.0	197.3	184.3	141.4	81.2	45.0	.0	38.0	123.4	243.5	220.4	1491.1
2007	1	01	85.9	35.7	199.3	261.3	129.6	48.8	36.5	45.5	2.5	338.9	171.8	447.3	1803.1
2008	1	01	143.6	92.3	167.2	297.8	218.4	38.9	5.1	71.2	34.1	230.2	121.0	201.4	1621.2
2009	1	01	166.1	94.1	105.8	55.9	83.0	25.3	5.4	27.7	12.1	170.1	155.1	86.3	986.9
2010	1	01	20.7	40.0	34.0	104.4	110.5	54.2	133.3	44.6	65.5	203.5	450.3	210.9	1471.9
2011	1	01	96.7	209.1	77.9	409.5	150.0	38.0	44.0	*	54.6	3 240.0			1319.8
2012	1	01							.1	3	.0	274.7	178.5	160.7	614.0
2013	1	01	12.5	3 121.7	110.4	121.3	190.1	3.3	8.6	50.9	37.7	160.0	3 231.4	192.7	1240.6
2014	1	01	157.0	85.9	3 171.2	34.4	201.5	24.3	3.2	3.3	20.6	3 123.4	3 210.2	3 186.9	1221.9
2015	1	01	117.1	113.0	3 127.4	3 76.0	14.3	3 11.1	8.2	.3	28.6	3 68.2	130.1	.0	694.3

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mmS)

FECHA DE PROCESO : 2017/03/03

ESTACION : 52020030 ESTRECHO EL

LATITUD	0158 N	TIPO EST	PM	DEPTO	CAUCA	FECHA-INSTALACION	1971-MAR
LONGITUD	7706 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PATIA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	0720 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	SAMBINGO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2016	1	01	61.0	31.9	80.1	270.3	104.7	3.5	9.3	3 46.6	21.4	185.4			814.2
MEDIOS			103.9	91.0	112.2	140.5	112.8	39.6	27.9	30.2	76.2	181.0	216.2	158.8	1290.3
MAXIMOS			341.2	209.1	392.0	409.5	252.0	138.7	133.3	143.0	266.3	338.9	498.8	447.3	498.8
MINIMOS			0.0	14.2	12.0	14.3	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	21.0	0.0	0.0

Anexo C. Datos de velocidades de infiltración

Pinar del Rio 1.

		Tiempo(min)		Lamina infiltrada (mm)		Velocidad de Infiltracion (mm/h)	
		Parcial	Acumulado	En cada intervalo	Desde el comienzo	en cada intervalo	Desde el comienzo
Tiempo	Altura				(curva II)	(Curva I)	Curva III
0	50	0	0	0	0	0	0,0
5	33,5	5	5	165	165	1980	1980,0
10	29	5	10	45	210	540	1260,0
15	27	5	15	20	230	240	920,0
20	22	5	20	50	280	600	840,0
25	21	5	25	10	290	120	696,0
30	19	5	30	20	310	240	620,0
35	17	5	35	20	330	240	565,7
40	15	5	40	30	360	360	540,0
45	14	5	45	10	370	120	493,3
50	13	5	50	10	380	120	456,0
55	11	5	55	20	400	240	436,4
60	10	5	60	10	410	120	410,0
65	9	5	65	10	420	120	387,7

Porvenir (Estrecho).

		Tiempo(min)		Lamina infiltrada (mm)		Velocidad de Infiltracion (mm/h)	
		Parcial	Acumulado	En cada intervalo	Desde el comienzo	en cada intervalo	Desde el comienzo
Tiempo	Altura				(curva II)	(Curva I)	Curva III
0	53	0	0	0	0	0	0,0
5	47	5	5	60	60	720	720,0
10	44	5	10	30	90	360	540,0
15	41	5	15	30	120	360	480,0
20	38	5	20	30	150	360	450,0
25	37	5	25	10	160	120	384,0
30	36	5	30	10	170	120	340,0
35	35	5	35	10	180	120	308,6
40	34	5	40	10	190	120	285,0
45	33	5	45	10	200	120	266,7
50	32	5	50	10	210	120	252,0
55	31,5	5	55	5	215	60	234,5
60	31	5	60	5	220	60	220,0
65	30	5	65	10	230	120	212,3

Santa Bárbara 2.

Tiempo(min)		Lamina infiltrada (mm)		Velocidad de Infiltracion (mm/h)	
Parcial	Acumulado	En cada intervalo	Desde el comienzo	en cada intervalo	Desde el comienzo
			(curva II)	(Curva I)	Curva III
0	0	0	0	-----	-----
5	5	80	80	960	960
5	10	10	90	120	540
5	15	5	95	60	380
5	20	0	100	0	300
5	25	0	100	0	240
5	30	0	100	0	200
5	35	0	100	0	171,4285714
5	40	0	100	0	150

Anexo D. Datos estaciones meteorológicas NUTRIFACA

Estación Mercaderes.

FECHA	Temperatura maxima	Precipitación diaria	mes	precipitacion mensual	temp promedio
	29	0			
07/03/2016	29	0			
07/04/2016	28	18	julio	61,9	31,08
07/05/2016	32	0	agosto	18,6	
07/06/2016	33	0	septiembre	13,1	31,03
07/07/2016	32	0	octubre	96,2	28,81
07/08/2016	34	0	noviembre	263,5	27,7
07/09/2016	31	0	diciembre	227,7	26,39
07/10/2016	33	0			
07/11/2016	32	0			
07/12/2016	31	0			
7/13/2016	31	0			
7/14/2016	31	0			
7/15/2016	33	0			
7/16/2016	34	0			
7/17/2016	30	0			
7/18/2016	34	0			
7/19/2016	27	2,3			
7/20/2016	32	3,3			
7/21/2016	31	1,8			
7/22/2016	27	0			
7/23/2016	31	0			
7/24/2016	27	2,5			
7/25/2016	33	0			
7/26/2016	32	34			
7/27/2016					
7/28/2016					
7/29/2016					
7/30/2016					
7/31/2016					
08/01/2016					
08/02/2016					
08/03/2016					
08/04/2016					
08/05/2016					
08/06/2016					
08/07/2016					
08/08/2016					
08/09/2016					
08/10/2016					
08/11/2016					
08/12/2016					
8/13/2016					
8/14/2016					
8/15/2016					

8/16/2016						
8/17/2016						
8/18/2016						
8/19/2016						
8/20/2016	31	0				
8/21/2016	34	0				
8/22/2016	34	0				
8/23/2016	32	0				
8/24/2016	36	0				
8/25/2016	34	0				
8/26/2016	36	0				
8/27/2016	28	0,5				
8/28/2016	34	0				
8/29/2016	33	1,3				
8/30/2016	31	16,8				
8/31/2016	26	0				
09/01/2016	27	4,1				
09/02/2016	18	0				
09/03/2016	32	0				
09/04/2016	33	0				
09/05/2016	29	1				
09/06/2016	34	1,3				
09/07/2016	30	0				
09/08/2016	34	0				
09/09/2016	33	0				
09/10/2016	28	0				
09/11/2016	32	0				
09/12/2016	30	2,5				
9/13/2016	24	0,8				
9/14/2016	29	0,3				
9/15/2016	36	0,3				
9/16/2016	34	0				
9/17/2016	34	0				
9/18/2016	33	0				
9/19/2016	34	0				
9/20/2016	33	0				
9/21/2016	34	0				
9/22/2016	36	0				
9/23/2016	30	0				
9/24/2016	33	0				
9/25/2016	33	0				
9/26/2016	30	0				
9/27/2016	30	1				
9/28/2016	31	0,8				
9/29/2016	31	1				
9/30/2016	29	0,5				
10/01/2016	29	0,6				
10/02/2016	32	0				

10/03/2016	32	0,3				
10/04/2016	20	0,3				
10/05/2016	27	35,7				
10/06/2016	28	11,2				
10/07/2016	31	0				
10/08/2016	26	0				
10/09/2016	29	0				
10/10/2016	26	0				
10/11/2016	29	0				
10/12/2016	30	0				
10/13/2016	31	0				
10/14/2016	29	0				
10/15/2016	32	0				
10/16/2016	33	0				
10/17/2016	28	0				
10/18/2016	30	0				
10/19/2016	27	0,3				
10/20/2016	29	0,3				
10/21/2016	28	0				
10/22/2016	27	0,5				
10/23/2016	29	0,3				
10/24/2016	31	0,3				
10/25/2016	27	11,2				
10/26/2016	28	11,5				
10/27/2016	30	0				
10/28/2016	29	7,4				
10/29/2016	30	8,9				
10/30/2016	27	6,9				
10/31/2016	28	2,5				
11/01/2016	27	0				
11/02/2016	29	0				
11/03/2016	27	0				
11/04/2016	29	41,1				
11/05/2016	27	11,2				
11/06/2016	29	1,5				
11/07/2016	28	38,9				
11/08/2016	22	3				
11/09/2016	28	13				
11/10/2016	28	1,5				
11/11/2016	28	10,2				
11/12/2016	27	0,3				
11/13/2016	29	0,8				
11/14/2016	28	0,3				

11/15/2016	27	5,3			
11/16/2016	27	18			
11/17/2016	28	0			
11/18/2016	29	0			
11/19/2016	29	0			
11/20/2016	29	0			
11/21/2016	28	39,4			
11/22/2016	24	59,7			
11/23/2016	27	0,8			
11/24/2016	29	5,8			
11/25/2016	28	0			
11/26/2016	27	4			
11/27/2016	30	0			
11/28/2016	28	0			
11/29/2016	27	6,2			
11/30/2016	26	0,3			
12/01/2016	19	11,7			
12/02/2016	23	44,7			
12/03/2016	28	10,9			
12/04/2016	22	10,2			
12/05/2016	28	3,6			
12/06/2016	26	9,9			
12/07/2016	27	7,4			
12/08/2016	27	0			
12/09/2016	28	0			
12/10/2016	28	0,8			
12/11/2016	27	0			
12/12/2016	27	0,8			
12/13/2016	27	6,4			
12/14/2016	28	1			
12/15/2016	26	13,5			
12/16/2016	27	0,3			
12/17/2016	29	0			
12/18/2016	28	0			
12/19/2016	24	23,4			
12/20/2016	24	1,5			
12/21/2016	27	0			
12/22/2016	28	0,5			
12/23/2016	26	14,2			
12/24/2016	27	3,6			
12/25/2016	25	3,8			
12/26/2016	29	18,5			
12/27/2016	29	0,5			
12/28/2016	27	1,3			
12/29/2016	24	4,1			
12/30/2016	27	34,8			

Estación El Estrecho

Los números en rojo son datos tomados de la información provista por el IDEAM para el mismo periodo.

	Temperatura	Precipitación		mes	precipitacion mensual (mm)	temperatura maxima
07/03/2016				julio	22,9	36,04
07/04/2016	37	0		agosto	143	
07/05/2016	34	0		septiembre	1,3	37,1
07/06/2016	36	0		octubre	338,9	33,26315789
07/07/2016	38	0		noviembre	381,5	30,4
07/08/2016	38	0		diciembre	183,3	27,41935484
07/09/2016	39	0				
07/10/2016	37	0				
07/11/2016	37	0				
07/12/2016	36	0				
7/13/2016	36	8,4				
7/14/2016	36	4,3				
7/15/2016	34	3,8				
7/16/2016	34	0				
7/17/2016	36	2,8				
7/18/2016	36	0,3				
7/19/2016	37	0				
7/20/2016	32	1,3				
7/21/2016	37	0				
7/22/2016	37	0				
7/23/2016	36	0				
7/24/2016	37	0				
7/25/2016	31	1				
7/26/2016	38	1				
7/27/2016	36	0				
7/28/2016	36	0				
7/29/2016						
7/30/2016						
7/31/2016						
08/01/2016						
08/02/2016						
08/03/2016						
08/04/2016						
08/05/2016						
08/06/2016						
08/07/2016						
08/08/2016						
08/09/2016						
08/10/2016						
08/11/2016						
08/12/2016						
8/13/2016						
8/14/2016						
8/15/2016						
8/16/2016						

8/17/2016					
8/18/2016					
8/19/2016					
8/20/2016					
8/21/2016					
8/22/2016	36	0			
8/23/2016	39	0			
8/24/2016	40	0			
8/25/2016	41	0			
8/26/2016	37	0			
8/27/2016	39	0			
8/28/2016	39	3,8			
8/29/2016	34	23,4			
8/30/2016	32	0			
8/31/2016	32	0,3			
09/01/2016	33	0			
09/02/2016	38	0			
09/03/2016	38	0			
09/04/2016	37	0			
09/05/2016	38	0			
09/06/2016	34	0			
09/07/2016	38	0			
09/08/2016	39	0			
09/09/2016	39	0			
09/10/2016	38	0			
09/11/2016	34	0			
09/12/2016	37	0			
9/13/2016	36	0			
9/14/2016	27	0,5			
9/15/2016	35	0			
9/16/2016	39	0			
9/17/2016	41	0			
9/18/2016	39	0			
9/19/2016	36	0			
9/20/2016	40	0			
9/21/2016	39	0			
9/22/2016	40	0			
9/23/2016	39	0			
9/24/2016	37	0			
9/25/2016	36	0			
9/26/2016	38	0			
9/27/2016	39	0			
9/28/2016	34	0			

9/29/2016	38	0,8			
9/30/2016	37	0			
10/01/2016	32	0,8			
10/02/2016	34	0			
10/03/2016	38	0			
10/04/2016	37	0			
10/05/2016	36	0			
10/06/2016	32	42,7			
10/07/2016	32	10,7			
10/08/2016	32	8,6			
10/09/2016	30	6,6			
10/10/2016	33	0			
10/11/2016	30	15			
10/12/2016	33	0			
10/13/2016	34	42,4			
10/14/2016	32	0			
10/15/2016	33	0,3			
10/16/2016	34	0			
10/17/2016	35	0			
10/18/2016	33	0			
10/19/2016	32	0			
10/20/2016					
10/21/2016					
10/22/2016					
10/23/2016					
10/24/2016					
10/25/2016					
10/26/2016					
10/27/2016					
10/28/2016					
10/29/2016					
10/30/2016					
10/31/2016					
11/01/2016	31	0			
11/02/2016	33	0			
11/03/2016	31	0			
11/04/2016	28	5,9			
11/05/2016	32	0			
11/06/2016	30	0,9			
11/07/2016	26	0			
11/08/2016	31	25,1			
11/09/2016	33	0,5			
11/10/2016	33	32,8			
11/11/2016	25	2,5			
11/12/2016	33	61,5			
11/13/2016	32	10,5			
11/14/2016	31	45,2			
11/15/2016	29	9,9			

11/16/2016	32	0,8				
11/17/2016	29	2,5				
11/18/2016	32	52,8				
11/19/2016	19	10,2				
11/20/2016	31	0,3				
11/21/2016	32	0				
11/22/2016	33	0				
11/23/2016	33	0,3				
11/24/2016	31	21,8				
11/25/2016	28	58,8				
11/26/2016	29	22,9				
11/27/2016	30	0,3				
11/28/2016	32	16				
11/29/2016	31	0				
11/30/2016	32	0				
12/01/2016	30	0				
12/02/2016	32	19,1				
12/03/2016	28	6,4				
12/04/2016	30	0				
12/05/2016	26	7,4				
12/06/2016	32	4,1				
12/07/2016	26	9,9				
12/08/2016	27	7,4				
12/09/2016	27	0				
12/10/2016	28	0				
12/11/2016	28	0,8				
12/12/2016	27	0				
12/13/2016	27	0,8				
12/14/2016	27	6,4				
12/15/2016	28	1				
12/16/2016	26	13,5				
12/17/2016	27	0,3				
12/18/2016	29	0				
12/19/2016	28	0				
12/20/2016	24	23,4				
12/21/2016	24	1,5				
12/22/2016	27	0				
12/23/2016	28	0,5				
12/24/2016	26	14,2				
12/25/2016	27	3,6				
12/26/2016	25	3,8				
12/27/2016	29	18,5				
12/28/2016	29	0,5				
12/29/2016	27	1,3				
12/30/2016	24	4,1				
12/31/2016	27	34,8				

Anexo E. balance hídrico con tabla THORNT

Balance para Mercaderes

Estación:	GJA EXP UNIV NAR				Clasificación	B1	s*	B'4	a'			
Log.	7711		W		Altura	1.167	metros.					
Lat.	154		N		Período	992-2016						
	Sp.	Oc.	Nv.	Dc.	En.	Fb.	Mr.	Ab.	My.	Jn.	Jl.	Ag.
tm	22,13	21,53	20,83	21,03	21,53	21,73	21,73	21,63	21,73	21,93	22,23	22,53
i	9,51	9,12	8,67	8,80	9,12	9,25	9,25	9,18	9,25	9,38	9,57	9,77
evt	87,08	81,41	75,07	76,85	81,41	83,28	83,28	82,34	83,28	85,17	88,05	90,99
ajuste	1,04	0,95	0,82	0,79	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19
evtp	90,57	77,34	61,56	60,71	66,76	69,12	85,77	92,22	104,93	108,16	112,71	108,28
Pp	46,2	163,9	192,7	146,1	81,3	98,1	130,6	140,3	110,0	41,2	25,3	23,2
humedad	-44,37	86,56	131,14	85,39	14,54	28,98	44,83	48,08	5,07	-66,96	-87,41	-85,08
reserva	0,00	86,56	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	33,04	0,00	0,00
evtr	46,20	77,34	61,56	60,71	66,76	69,12	85,77	92,22	104,93	108,16	58,34	23,20
déficit	44,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,37	85,08
exceso	0,00	0,00	117,70	85,39	14,54	28,98	44,83	48,08	5,07	0,00	0,00	0,00

Balance para Patía.

Estación:	E I E strecho				Clasificación	C2	s*	A'	a'			
Log.	7706		W		Altura	760	metros.					
Lat.	158		N		Período	969-2011						
	Sp.	Oc.	Nv.	Dc.	En.	Fb.	Mr.	Ab.	My.	Jn.	Jl.	Ag.
tm	25,35	24,45	23,55	23,45	23,85	24,25	24,05	23,95	23,95	23,85	24,65	25,55
i	11,68	11,06	10,45	10,38	10,65	10,92	10,78	10,72	10,72	10,65	11,19	11,82
evt	118,59	106,27	94,84	93,62	98,56	103,66	101,08	99,81	99,81	98,56	108,93	121,46
ajuste	1,04	0,95	0,82	0,79	0,82	0,83	1,03	1,12	1,26	1,27	1,28	1,19
evtp	123,34	100,96	77,77	73,96	80,82	86,04	104,12	111,79	125,77	125,17	139,43	144,53
Pp	76,0	181,0	216,2	158,8	103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2
humedad	-47,34	80,04	138,43	84,84	23,08	4,96	8,08	28,71	-12,97	-85,57	-111,53	-114,33
reserva	0,00	80,04	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	87,03	1,47	0,00	0,00
evtr	76,00	100,96	77,77	73,96	80,82	86,04	104,12	111,79	125,77	125,17	29,37	30,20
déficit	47,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,07	114,33
exceso	0,00	0,00	118,47	84,84	23,08	4,96	8,08	28,71	0,00	0,00	0,00	0,00

Anexo F. Datos de la batimetría de los reservorios

Finca Antonio reservorio 1

finca Antonio - Reservorio 1				X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA	
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,003		11,003	se asume un BM con altitud de 10 metros	3,3	0,1	11,003	1000003,3	100000,1	11,003
A		1,105	9,898	distancia al primer vertice = 4,0 m	3,3	0	9,898	1000003,3	100000	9,898
B		1,063	9,94	distancia al primer vertice = 2,75 m	3,3	-17,7	9,94	1000003,3	99982,3	9,94
Rebose		1,003			3,3	-17,8	11,003	1000003,3	99982,2	11,003
				separacion entre paralelas = 3 m						
F1										
K0+000		1,769	9,234		0	0	9,234	1000000	100000	9,234
k0+000,9		1,626	9,377		-0,9	0	9,377	999999,1	100000	9,377
k0+002		1,392	9,611		-2	0	9,611	999998	100000	9,611
F2					-2,1	0	11,003	999997,9	100000	11,003
K0+001		1,777	9,226		1	0	9,226	1000001	100000	9,226
k0+002		1,676	9,327		2	0	9,327	1000002	100000	9,327
k0+003		1,489	9,514		3	0	9,514	1000003	100000	9,514
k0+003,3		1,105	9,898		3,3	0	9,898	1000003,3	100000	9,898
F3					3,4	0	11,003	1000003,4	100000	11,003
k0+001		1,664	9,339		0	1	9,339	1000000	100001	9,339
k0+002		1,372	9,631		0	2	9,631	1000000	100002	9,631
k0+002,8		1,003	10		0	2,8	10	1000000	100002,8	10
F4					0	2,9	11,003	1000000	100002,9	11,003
k0+000,7		1,628	9,375		0	-0,7	9,375	1000000	99999,3	9,375
k0+001,5		1,318	9,685		0	-1,5	9,685	1000000	99998,5	9,685
F5					0	-1,6	11,003	1000000	99998,4	11,003
k0+000		1,982	9,021		3,3	-3	9,021	1000003,3	99997	9,021
k0+001		1,981	9,022		2,3	-3	9,022	1000002,3	99997	9,022
k0+002		1,891	9,112		1,3	-3	9,112	1000001,3	99997	9,112
k0+003		1,774	9,229		0,3	-3	9,229	1000000,3	99997	9,229
k0+004		1,494	9,509		-0,7	-3	9,509	999999,3	99997	9,509
k0+006,15		2,083	8,92		-2,85	-3	8,92	999997,15	99997	8,92
F6					-2,95	-3	11,003	999997,05	99997	11,003
k0+001		1,746	9,257		4,3	-3	9,257	1000004,3	99997	9,257
k0+002		1,613	9,39		5,3	-3	9,39	1000005,3	99997	9,39
k0+003		1,338	9,665		6,3	-3	9,665	1000006,3	99997	9,665
k0+004		0,767	10,236		6,4	-3	11,003	1000006,4	99997	11,003
F7					7,3	-3	10,236	1000007,3	99997	10,236
k0+000		2,068	8,935		3,3	-6	8,935	1000003,3	99994	8,935
k0+001		2,157	8,846		2,3	-6	8,846	1000002,3	99994	8,846
k0+002		2,039	8,964		1,3	-6	8,964	1000001,3	99994	8,964
k0+003		2,03	8,973		0,3	-6	8,973	1000000,3	99994	8,973
k0+004		1,506	9,497		-0,7	-6	9,497	999999,3	99994	9,497
k0+005,3		1,164	9,839		-2	-6	9,839	999998	99994	9,839
F8					-2,1	-6	11,003	999997,9	99994	11,003
k0+001		2,055	8,948		4,3	-6	8,948	1000004,3	99994	8,948
k0+002		1,864	9,139		5,3	-6	9,139	1000005,3	99994	9,139
k0+003,1		1,561	9,442		6,4	-6	9,442	1000006,4	99994	9,442
k0+004,2		1,252	9,751		7,5	-6	9,751	1000007,5	99994	9,751

F9					7,6	-6	11,003	1000007,6	99994	11,003
k0+000		2,194	8,809		3,3	-9	8,809	1000003,3	99991	8,809
k0+001		2,043	8,96		2,3	-9	8,96	1000002,3	99991	8,96
k0+002		2,078	8,925		1,3	-9	8,925	1000001,3	99991	8,925
k0+003		1,913	9,09		0,3	-9	9,09	1000000,3	99991	9,09
k0+004		1,407	9,596		-0,7	-9	9,596	999999,3	99991	9,596
k0+005		0,985	10,018		-1,7	-9	10,018	999998,3	99991	10,018
F10					-1,8	-9	11,003	999998,2	99991	11,003
k0+001		2,107	8,896		4,3	-9	8,896	1000004,3	99991	8,896
k0+002		2,016	8,987		5,3	-9	8,987	1000005,3	99991	8,987
k0+003		1,734	9,269		6,3	-9	9,269	1000006,3	99991	9,269
k0+004		1,288	9,715		7,3	-9	9,715	1000007,3	99991	9,715
k0+005		1,487	9,516		8,3	-9	9,516	1000008,3	99991	9,516
k0+006		1,427	9,576		9,3	-9	9,576	1000009,3	99991	9,576
k0+006,9		1,119	9,884		10,2	-9	9,884	1000010,2	99991	9,884
F11					10,3	-9	11,003	1000010,3	99991	11,003
k0+000		2,084	8,919		3,3	-12	8,919	1000003,3	99988	8,919
k0+001		2,037	8,966		2,3	-12	8,966	1000002,3	99988	8,966
k0+002		2,073	8,93		1,3	-12	8,93	1000001,3	99988	8,93
k0+003		1,979	9,024		0,3	-12	9,024	1000000,3	99988	9,024
k0+004		1,85	9,153		-0,7	-12	9,153	999999,3	99988	9,153
k0+005		1,736	9,267		-1,7	-12	9,267	999998,3	99988	9,267
k0+006		1,585	9,418		-2,7	-12	9,418	999997,3	99988	9,418
k0+007		1,397	9,606		-3,7	-12	9,606	999996,3	99988	9,606
k0+008,1		1,134	9,869		-4,8	-12	9,869	999995,2	99988	9,869
F12					-4,9	-12	11,003	999995,1	99988	11,003
k0+001		2,008	8,995		4,3	-12	8,995	1000004,3	99988	8,995
k0+002		1,305	9,698		5,3	-12	9,698	1000005,3	99988	9,698
k0+003		1,103	9,9		6,3	-12	9,9	1000006,3	99988	9,9
k0+004		1,281	9,722		7,3	-12	9,722	1000007,3	99988	9,722
k0+005		1,553	9,45		8,3	-12	9,45	1000008,3	99988	9,45
k0+006		1,384	9,619		9,3	-12	9,619	1000009,3	99988	9,619
F13					9,4	-12	11,003	1000009,4	99988	11,003
k0+000		1,707	9,296		3,3	-15	9,296	1000003,3	99985	9,296
k0+001		1,757	9,246		2,3	-15	9,246	1000002,3	99985	9,246
k0+002		1,857	9,146		1,3	-15	9,146	1000001,3	99985	9,146
k0+003		1,822	9,181		0,3	-15	9,181	1000000,3	99985	9,181
k0+004		1,729	9,274		-0,7	-15	9,274	999999,3	99985	9,274
k0+005		1,698	9,305		-1,7	-15	9,305	999998,3	99985	9,305
k0+006		1,613	9,39		-2,7	-15	9,39	999997,3	99985	9,39
k0+007		1,488	9,515		-3,7	-15	9,515	999996,3	99985	9,515
k0+008		1,308	9,695		-4,7	-15	9,695	999995,3	99985	9,695
F14					-4,8	-15	11,003	999995,2	99985	11,003
k0+001		1,657	9,346		4,3	-15	9,346	1000004,3	99985	9,346
k0+002		1,544	9,459		5,3	-15	9,459	1000005,3	99985	9,459
k0+003		1,454	9,549		6,3	-15	9,549	1000006,3	99985	9,549
k0+004		1,479	9,524		7,3	-15	9,524	1000007,3	99985	9,524
k0+004,8		1,194	9,809		8,1	-15	9,809	1000008,1	99985	9,809
					8,2	-15	11,003	1000008,2	99985	11,003

Reservorio 2 en la finca de Antonio Juaqui

Antonio Juaqui 2									
Abscisa	V(+)	V(-)	desnivel		X	Y	cota	ESTE	NORTE
BM	1,743		11,743						
A		1,826	9,917	distancia al primer intersepto= 4m	0	0	9,917	10000	10000
B		1,803	9,94	distancia desde el ultimo intersepto =4m	36	0	9,94	10036	10000
F1				distancia entre paralelas= 4m					
k0+000		2,672	9,071		4	0	9,071	10004	10000
k0+001		2,787	8,956		4	1	8,956	10004	10001
k0+002		2,901	8,842		4	2	8,842	10004	10002
k0+003		2,848	8,895		4	3	8,895	10004	10003
k0+004		2,576	9,167		4	4	9,167	10004	10004
k0+005		1,841	9,902		4	5	9,902	10004	10005
F2									
k0+001		2,491	9,252		4	-1	9,252	10004	9999
k0+002		2,262	9,481		4	-2	9,481	10004	9998
k0+003.2		1,858	9,885		4	-3,2	9,885	10004	9996,8
F3									
k0+000		3,038	8,705		8	0	8,705	10008	10000
k0+001		3,091	8,652		8	1	8,652	10008	10001
k0+002		3,089	8,654		8	2	8,654	10008	10002
k0+003		3,014	8,729		8	3	8,729	10008	10003
k0+004		2,832	8,911		8	4	8,911	10008	10004
k0+005		1,836	9,907		8	5	9,907	10008	10005
F4									
k0+001		2,925	8,818		8	-1	8,818	10008	9999
k0+002		2,745	8,998		8	-2	8,998	10008	9998
k0+003		2,605	9,138		8	-3	9,138	10008	9997
k0+004		2,404	9,339		8	-4	9,339	10008	9996
k0+004.4		2,032	9,711		8	-4,4	9,711	10008	9995,6
F5									
k0+000		3,146	8,597		12	0	8,597	10012	10000
k0+001		3,138	8,605		12	1	8,605	10012	10001
k0+002		3,178	8,565		12	2	8,565	10012	10002
k0+003		3,143	8,6		12	3	8,6	10012	10003
k0+004		3,091	8,652		12	4	8,652	10012	10004
k0+005		2,969	8,774		12	5	8,774	10012	10005
k0+006		2,713	9,03		12	6	9,03	10012	10006
k0+007.2		1,762	9,981		12	7,2	9,981	10012	10007,2
F6									
k0+001		2,98	8,763		12	-1	8,763	10012	9999
k0+002		2,873	8,87		12	-2	8,87	10012	9998
k0+003		2,712	9,031		12	-3	9,031	10012	9997
k0+004		2,49	9,253		12	-4	9,253	10012	9996
k0+005		2,277	9,466		12	-5	9,466	10012	9995
k0+005.6		1,991	9,752		12	-5,6	9,752	10012	9994,4

F7										
k0+000		3,148	8,595		16	0	8,595	10016	10000	8,595
k0+001		3,168	8,575		16	1	8,575	10016	10001	8,575
k0+002		3,233	8,51		16	2	8,51	10016	10002	8,51
k0+003		3,217	8,526		16	3	8,526	10016	10003	8,526
k0+004		3,175	8,568		16	4	8,568	10016	10004	8,568
k0+005		3,134	8,609		16	5	8,609	10016	10005	8,609
k0+006		3,07	8,673		16	6	8,673	10016	10006	8,673
k0+007		2,996	8,747		16	7	8,747	10016	10007	8,747
k0+008		2,681	9,062		16	8	9,062	10016	10008	9,062
k0+009		2,483	9,26		16	9	9,26	10016	10009	9,26
k0+010		2,005	9,738		16	10	9,738	10016	10010	9,738
k0+010.3		2,001	9,742		16	10,3	9,742	10016	10010,3	9,742
F8										
k0+001		3,114	8,629		16	-1	8,629	10016	9999	8,629
k0+002		2,998	8,745		16	-2	8,745	10016	9998	8,745
k0+003		2,938	8,805		16	-3	8,805	10016	9997	8,805
k0+004		2,747	8,996		16	-4	8,996	10016	9996	8,996
k0+005		2,527	9,216		16	-5	9,216	10016	9995	9,216
k0+006		2,321	9,422		16	-6	9,422	10016	9994	9,422
k0+007		2,029	9,714		16	-7	9,714	10016	9993	9,714
k0+007.7		1,856	9,887		16	-7,7	9,887	10016	9992,3	9,887
F9										
k0+000		3,189	8,554		20	0	8,554	10020	10000	8,554
k0+001		3,303	8,44		20	1	8,44	10020	10001	8,44
k0+002		3,306	8,437		20	2	8,437	10020	10002	8,437
k0+003		3,217	8,526		20	3	8,526	10020	10003	8,526
k0+004		3,188	8,555		20	4	8,555	10020	10004	8,555
k0+005		3,157	8,586		20	5	8,586	10020	10005	8,586
k0+006		3,169	8,574		20	6	8,574	10020	10006	8,574
k0+007		3,132	8,611		20	7	8,611	10020	10007	8,611
k0+008		3,028	8,715		20	8	8,715	10020	10008	8,715
k0+009		2,874	8,869		20	9	8,869	10020	10009	8,869
k0+010		2,667	9,076		20	10	9,076	10020	10010	9,076
k0+011		2,481	9,262		20	11	9,262	10020	10011	9,262
k0+012		1,981	9,762		20	12	9,762	10020	10012	9,762
F10										
k0+001		3,139	8,604		20	-1	8,604	10020	9999	8,604
k0+002		3,104	8,639		20	-2	8,639	10020	9998	8,639
k0+003		3,04	8,703		20	-3	8,703	10020	9997	8,703
k0+004		2,919	8,824		20	-4	8,824	10020	9996	8,824
k0+005		2,763	8,98		20	-5	8,98	10020	9995	8,98
k0+006		2,568	9,175		20	-6	9,175	10020	9994	9,175
k0+007		2,234	9,509		20	-7	9,509	10020	9993	9,509
k0+008		2,005	9,738		20	-8	9,738	10020	9992	9,738
k0+009		1,827	9,916		20	-9	9,916	10020	9991	9,916

F11										
k0+000		3,191	8,552		24	0	8,552	10024	10000	8,552
k0+001		3,101	8,642		24	1	8,642	10024	10001	8,642
k0+002		3,107	8,636		24	2	8,636	10024	10002	8,636
k0+003		3,132	8,611		24	3	8,611	10024	10003	8,611
k0+004		3,064	8,679		24	4	8,679	10024	10004	8,679
k0+005		3,028	8,715		24	5	8,715	10024	10005	8,715
k0+006		2,987	8,756		24	6	8,756	10024	10006	8,756
k0+007		2,916	8,827		24	7	8,827	10024	10007	8,827
k0+008		2,842	8,901		24	8	8,901	10024	10008	8,901
k0+009		2,753	8,99		24	9	8,99	10024	10009	8,99
k0+010		2,632	9,111		24	10	9,111	10024	10010	9,111
k0+011		2,561	9,182		24	11	9,182	10024	10011	9,182
k0+012		2,451	9,292		24	12	9,292	10024	10012	9,292
k0+013		2,238	9,505		24	13	9,505	10024	10013	9,505
k0+013.7		1,861	9,882		24	13,7	9,882	10024	10013,7	9,882
F12										
k0+001		3,082	8,661		24	-1	8,661	10024	9999	8,661
k0+002		2,981	8,762		24	-2	8,762	10024	9998	8,762
k0+003		2,977	8,766		24	-3	8,766	10024	9997	8,766
k0+004		2,893	8,85		24	-4	8,85	10024	9996	8,85
k0+005		2,779	8,964		24	-5	8,964	10024	9995	8,964
k0+006		2,658	9,085		24	-6	9,085	10024	9994	9,085
k0+007		2,487	9,256		24	-7	9,256	10024	9993	9,256
k0+008		2,276	9,467		24	-8	9,467	10024	9992	9,467
k0+009.2		1,954	9,789		24	-9,2	9,789	10024	9990,8	9,789
F13										
k0+000		2,846	8,897		28	0	8,897	10028	10000	8,897
k0+001		2,838	8,905		28	1	8,905	10028	10001	8,905
k0+002		2,774	8,969		28	2	8,969	10028	10002	8,969
k0+003		2,632	9,111		28	3	9,111	10028	10003	9,111
k0+004		2,503	9,24		28	4	9,24	10028	10004	9,24
k0+005		2,437	9,306		28	5	9,306	10028	10005	9,306
k0+006		2,339	9,404		28	6	9,404	10028	10006	9,404
k0+007		2,273	9,47		28	7	9,47	10028	10007	9,47
k0+008		2,247	9,496		28	8	9,496	10028	10008	9,496
k0+009		2,212	9,531		28	9	9,531	10028	10009	9,531
k0+010		2,157	9,586		28	10	9,586	10028	10010	9,586
k0+011		2,098	9,645		28	11	9,645	10028	10011	9,645
k0+012		1,991	9,752		28	12	9,752	10028	10012	9,752
k0+012.7		1,899	9,844		28	12,7	9,844	10028	10012,7	9,844

F14										
k0+001		2,806	8,937		28	-1	8,937	10028	9999	8,937
k0+002		2,784	8,959		28	-2	8,959	10028	9998	8,959
k0+003		2,7798	8,9632		28	-3	8,9632	10028	9997	8,9632
k0+004		2,737	9,006		28	-4	9,006	10028	9996	9,006
k0+005		2,618	9,125		28	-5	9,125	10028	9995	9,125
k0+006		2,543	9,2		28	-6	9,2	10028	9994	9,2
k0+007		2,442	9,301		28	-7	9,301	10028	9993	9,301
k0+008		2,301	9,442		28	-8	9,442	10028	9992	9,442
k0+009		2,107	9,636		28	-9	9,636	10028	9991	9,636
k0+09.6		1,909	9,834		28	-9,6	9,834	10028	9990,4	9,834
F15										
k0+000		2,433	9,31		32	0	9,31	10032	10000	9,31
k0+001		2,352	9,391		32	1	9,391	10032	10001	9,391
k0+002		2,253	9,49		32	2	9,49	10032	10002	9,49
k0+003		2,077	9,666		32	3	9,666	10032	10003	9,666
k0+004		1,979	9,764		32	4	9,764	10032	10004	9,764
k0+005		1,895	9,848		32	5	9,848	10032	10005	9,848
F16										
k0+001		2,471	9,272		32	-1	9,272	10032	9999	9,272
k0+002		2,454	9,289		32	-2	9,289	10032	9998	9,289
k0+003		2,463	9,28		32	-3	9,28	10032	9997	9,28
k0+004		2,468	9,275		32	-4	9,275	10032	9996	9,275
k0+005		2,447	9,296		32	-5	9,296	10032	9995	9,296
k0+006		2,365	9,378		32	-6	9,378	10032	9994	9,378
k0+007		2,218	9,525		32	-7	9,525	10032	9993	9,525
k0+008		2,054	9,689		32	-8	9,689	10032	9992	9,689
k0+009		1,891	9,852		32	-9	9,852	10032	9991	9,852
F18										
k0+000		1,803	9,94		36	0	9,94	10036	10000	9,94
k0+001		1,837	9,906		36	-1	9,906	10036	9999	9,906
k0+002		1,841	9,902		36	-2	9,902	10036	9998	9,902
k0+003		1,871	9,872		36	-3	9,872	10036	9997	9,872
k0+004		1,906	9,837		36	-4	9,837	10036	9996	9,837

Reservorio en la finca El Porvenir (Estrecho)

Finca el Porvenir											
abscisa	V(+)	V(-)	desnivel	cota corregida		X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA
BM	607,903										
A			607,903		distancia a la primera interseccion = 3.13 m	0	0	607,903	100000	100000	607,903
B			607,903		distancia a la ineterseccion = 1m	54,13	0	607,903	100054,13	100000	607,903
					separacion entre paralelas = 5 m						
F1											
K0+000	1,952	605,951	605,951			3,13	0	605,951	100003,13	100000	605,951
K0+003	1,451	606,452	606,452			3,13	-3	606,452	100003,13	99997	606,452
K0+005,23	1,001	606,902	606,902			3,13	-5,23	606,902	100003,13	99994,77	606,902
F2											
K0+004	2,168	605,735	605,735			3,13	4	605,735	100003,13	100004	605,735
K0+008	1,977	605,926	605,926			3,13	8	605,926	100003,13	100008	605,926
K0+012,55	0,951	606,952	606,952			3,13	12,55	606,952	100003,13	100012,55	606,952
F3											
K0+000	2,762	605,141	605,141			8,13	0	605,141	100008,13	100000	605,141
K0+004	2,235	605,668	605,668			8,13	-4	605,668	100008,13	99996	605,668
K0+008,75	0,829	607,074	607,074			8,13	-8,75	607,074	100008,13	99991,25	607,074
F4											
K0+004	2,968	604,935	604,935			8,13	4	604,935	100008,13	100004	604,935
K0+008	2,642	605,261	605,261			8,13	8	605,261	100008,13	100008	605,261
K0+012.53	2,888	605,015	605,015			8,13	12,53	605,015	100008,13	100012,53	605,015
F5											
K0+000	3,167	604,736	604,736			13,13	0	604,736	100013,13	100000	604,736
K0+004	3,451	604,452	604,452			13,13	-4	604,452	100013,13	99996	604,452
K0+008	2,145	605,758	605,758			13,13	-8	605,758	100013,13	99992	605,758
K0+013	0,829	607,074	607,074			13,13	-13	607,074	100013,13	99987	607,074
F6											
K0+004	2,996	604,907	604,907			13,13	4	604,907	100013,13	100004	604,907
K0+008	2,991	604,912	604,912			13,13	8	604,912	100013,13	100008	604,912
K0+0012,2	0,848	607,055	607,055			13,13	12,2	607,055	100013,13	100012,2	607,055
F7											
K0+000	3,552	604,351	604,351			18,13	0	604,351	100018,13	100000	604,351
K0+004	3,492	604,411	604,411			18,13	-4	604,411	100018,13	99996	604,411
K0+008	2,643	605,26	605,26			18,13	-8	605,26	100018,13	99992	605,26
K0+013	0,901	607,002	607,002			18,13	-13	607,002	100018,13	99987	607,002
F8											
K0+004	3,291	604,612	604,612			18,13	4	604,612	100018,13	100004	604,612
K0+008	3,248	604,655	604,655			18,13	8	604,655	100018,13	100008	604,655
K0+0013	1,075	606,828	606,828			18,13	13	606,828	100018,13	100013	606,828

BM2	608,054				18,13	13,1	607,903	100018,13	100013,1	607,903
F9										
KO+000	3,563	604,491	604,34		23,13	0	604,34	100023,13	100000	604,34
KO+005	3,465	604,589	604,438		23,13	-5	604,438	100023,13	99995	604,438
KO+010	3,153	604,901	604,75		23,13	-10	604,75	100023,13	99990	604,75
KO+014	3,828	604,226	604,075		23,13	-14	604,075	100023,13	99986	604,075
KO+019,5	1,091	606,963	606,812		23,13	-19,5	606,812	100023,13	99980,5	606,812
F10										
KO+001,2	3,204	604,85	604,699		23,13	1,2	604,699	100023,13	100001,2	604,699
KO+006,2	3,485	604,569	604,418		23,13	6,2	604,418	100023,13	100006,2	604,418
KO+011,2	1,233	606,821	606,67		23,13	11,2	606,67	100023,13	100011,2	606,67
F11										
KO+005	3,533	604,383	604,232		28,13	-5	604,232	100028,13	99995	604,232
KO+010	3,138	604,422	604,271		28,13	-10	604,271	100028,13	99990	604,271
KO+015	2,643	604,605	604,454		28,13	-15	604,454	100028,13	99985	604,454
KO+019	2,048	606,006	607,903		28,13	-19	607,903	100028,13	99981	607,903
KO+020	1,666	604,536	604,385		28,13	-20	604,385	100028,13	99980	604,385
KO+021	1,542	605,941	605,79		28,13	-21	605,79	100028,13	99979	605,79
KO+022	1,443	605,615	605,464		28,13	-22	605,464	100028,13	99978	605,464
F12										
KO+000	3,671	604,383	604,081		28,13	0	604,081	100028,13	100000	604,081
KO+004	3,632	604,422	604,12		28,13	4	604,12	100028,13	100004	604,12
KO+008	3,449	604,605	604,303		28,13	8	604,303	100028,13	100008	604,303
KO+010	3,215	604,839	604,537		28,13	10	604,537	100028,13	100010	604,537
F13										
KO+004	3,518	604,536	604,385		33,13	-4	604,385	100033,13	99996	604,385
KO+008	2,113	605,941	605,79		33,13	-8	605,79	100033,13	99992	605,79
KO+011	2,439	605,615	605,464		33,13	-11	605,464	100033,13	99989	605,464
KO+014	1,971	606,083	605,932		33,13	-14	605,932	100033,13	99986	605,932
KO+017	1,727	606,327	606,176		33,13	-17	606,176	100033,13	99983	606,176
KO+021	1,4	606,654	606,503		33,13	-21	606,503	100033,13	99979	606,503
KO+024	1,28	606,774	606,623		33,13	-24	606,623	100033,13	99976	606,623
KO+025	1,214	606,84	606,689		33,13	-25	606,689	100033,13	99975	606,689
F14										
KO+000	3,492	604,562	604,411		33,13	0	604,411	100033,13	100000	604,411
KO+002,3	3,632	604,422	604,271		33,13	2,3	604,271	100033,13	100002,3	604,271
KO+005,6	3,207	604,847	604,696		33,13	5,6	604,696	100033,13	100005,6	604,696
KO+008,6	2,413	605,641	605,49		33,13	8,6	605,49	100033,13	100008,6	605,49
KO+0010,6	1,209	606,845	606,694		33,13	10,6	606,694	100033,13	100010,6	606,694

F15												
KO+000		3,371	604,683	604,532		38,13	0	604,532	100038,13	100000	604,532	
KO+003,2		3,337	604,717	604,566		38,13	-3,2	604,566	100038,13	99996,8	604,566	
KO+006,2		2,801	605,253	605,102		38,13	-6,2	605,102	100038,13	99993,8	605,102	
KO+009,2		??				38,13	-9,2	607,903	100038,13	99990,8	607,903	
F16												
KO+003		3,328	604,726	604,575		38,13	3	604,575	100038,13	100003	604,575	
KO+006		2,811	605,243	605,092		38,13	6	605,092	100038,13	100006	605,092	
KO+009		2,199	605,855	605,704		38,13	9	605,704	100038,13	100009	605,704	
KO+012		1,198	606,856	606,705		38,13	12	606,705	100038,13	100012	606,705	
F17												
KO+000		2,179	605,875	605,724		43,13	0	605,724	100043,13	100000	605,724	
KO+003		2,617	605,437	605,286		43,13	-3	605,286	100043,13	99997	605,286	
KO+006		2,557	605,497	605,346		43,13	-6	605,346	100043,13	99994	605,346	
KO+008,4		??				43,13	-8,4	607,903	100043,13	99991,6	607,903	
F18												
KO+002		2,778	605,276	605,125		43,13	2	605,125	100043,13	100002	605,125	
KO+005		2,629	605,425	605,274		43,13	5	605,274	100043,13	100005	605,274	
KO+008		1,177	606,877	606,726		43,13	8	606,726	100043,13	100008	606,726	
F19												
KO+003		2,193	605,861	605,71		48,13	-3	605,71	100048,13	99997	605,71	
KO+006		1,209	606,845	606,694		48,13	-6	606,694	100048,13	99994	606,694	
F20												
KO+000		2,282	605,772	605,621		48,13	0	605,621	100048,13	100000	605,621	
KO+002		2,38	605,674	605,523		48,13	2	605,523	100048,13	100002	605,523	
KO+005		2,226	605,828	605,677		48,13	5	605,677	100048,13	100005	605,677	
F21												
KO+000		1,648	606,406	606,255		53,13	0	606,255	100053,13	100000	606,255	
KO+001,2		1,239	606,815	606,664		53,13	-1,2	606,664	100053,13	99998,8	606,664	
F22												
KO+003		2,096	605,958	605,807		53,13	3	605,807	100053,13	100003	605,807	
KO+006		1,973	606,081	605,93		53,13	6	605,93	100053,13	100006	605,93	
KO+008		1,654	606,4	606,249		53,13	8	606,249	100053,13	100008	606,249	

Reservorio en la finca La Cueva

La Cueva					X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,962		11,962	se asume un BM con altitud de 10 metros						
A		2,216	9,746	distancia al primer vertice = 4,0 m	0	0	9,746	100007,6	100000	9,746
B		2,228	9,734	distancia al primer vertice = 2,75 m	7,6	0	9,734	100000	100000	9,734
Rebose		2,014	9,948	separacion entre paralelas = 1 m						
F1										
k0+000		3,211	8,751		1	0	8,751	100001	100000	8,751
k0+001		3,233	8,729		1	1	8,729	100001	100001	8,729
k0+002		3,231	8,731		1	2	8,731	100001	100002	8,731
k0+003		3,168	8,794		1	3	8,794	100001	100003	8,794
k0+004		2,997	8,965		1	4	8,965	100001	100004	8,965
k0+005		2,385	9,577		1	5	9,577	100001	100005	9,577
k0+006		2,237	9,725		1	6	9,725	100000	100006	9,725
F2										
k0+001		3,194	8,768		1	-1	8,768	100001	99999	8,768
k0+002		3,193	8,769		1	-2	8,769	100001	99998	8,769
k0+003		3,207	8,755		1	-3	8,755	100001	99997	8,755
k0+004		3,234	8,728		1	-4	8,728	100001	99996	8,728
k0+005		3,272	8,69		1	-5	8,69	100001	99995	8,69
k0+006		3,128	8,834		1	-6	8,834	100001	99994	8,834
k0+007,5		2,371	9,591		1	-7,5	9,591	100000	99992,5	9,591
F3										
k0+000		3,396	8,566		2	0	8,566	100002	100000	8,566
k0+001		3,341	8,621		2	1	8,621	100002	100001	8,621
k0+002		3,355	8,607		2	2	8,607	100002	100002	8,607
k0+003		3,334	8,628		2	3	8,628	100002	100003	8,628
k0+004		3,336	8,626		2	4	8,626	100002	100004	8,626
k0+005		3,094	8,868		2	5	8,868	100002	100005	8,868
k0+006		2,034	9,928		2	6	9,928	100000	100006	9,928
F4										
k0+001		3,273	8,689		2	-1	8,689	100002	99999	8,689
k0+002		3,345	8,617		2	-2	8,617	100002	99998	8,617
k0+003		3,322	8,64		2	-3	8,64	100002	99997	8,64
k0+004		3,337	8,625		2	-4	8,625	100002	99996	8,625
k0+005		3,215	8,747		2	-5	8,747	100002	99995	8,747
k0+006		2,841	9,121		2	-6	9,121	100002	99994	9,121
k0+006,5		2,337	9,625		2	-6,5	9,625	100000	99993,5	9,625
F5										
k0+000		3,251	8,711		3	0	8,711	100003	100000	8,711
k0+001		3,295	8,667		3	1	8,667	100003	100001	8,667
k0+002		3,368	8,594		3	2	8,594	100003	100002	8,594
k0+003		3,357	8,605		3	3	8,605	100003	100003	8,605
k0+004		3,252	8,71		3	4	8,71	100003	100004	8,71
k0+005		2,8	9,162		3	5	9,162	100003	100005	9,162
k0+005,4		2,416	9,546		3	5,4	9,546	100000	100005,4	9,546

F6											
k0+001		3,293	8,669		3	-1	8,669	100003	99999	8,669	
k0+002		3,308	8,654		3	-2	8,654	100003	99998	8,654	
k0+003		3,269	8,693		3	-3	8,693	100003	99997	8,693	
k0+004		3,174	8,788		3	-4	8,788	100003	99996	8,788	
k0+005		2,923	9,039		3	-5	9,039	100003	99995	9,039	
k0+005,45		2,275	9,687		3	-5,45	9,687	100000	99994,55	9,687	
F7											
k0+000		3,184	8,778		4	0	8,778	100004	100000	8,778	
k0+001		3,257	8,705		4	1	8,705	100004	100001	8,705	
k0+002		3,239	8,723		4	2	8,723	100004	100002	8,723	
k0+003		3,218	8,744		4	3	8,744	100004	100003	8,744	
k0+004		3,032	8,93		4	4	8,93	100004	100004	8,93	
k0+005		2,286	9,676		4	5	9,676	100000	100005	9,676	
F8											
k0+001		3,162	8,8		4	-1	8,8	100004	99999	8,8	
k0+002		3,202	8,76		4	-2	8,76	100004	99998	8,76	
k0+003		3,091	8,871		4	-3	8,871	100004	99997	8,871	
k0+004		2,946	9,016		4	-4	9,016	100004	99996	9,016	
k0+005		2,143	9,819		4	-5	9,819	100000	99995	9,819	
F9											
k0+000		3,017	8,945		5	0	8,945	100005	100000	8,945	
k0+001		3,004	8,958		5	1	8,958	100005	100001	8,958	
k0+002		3,045	8,917		5	2	8,917	100005	100002	8,917	
k0+003		3,026	8,936		5	3	8,936	100005	100003	8,936	
k0+004		2,606	9,356		5	4	9,356	100005	100004	9,356	
k0+004,4		2,164	9,798		5	4,4	9,798	100000	100004,4	9,798	
F10											
k0+001		2,993	8,969		5	-1	8,969	100005	99999	8,969	
k0+002		3,019	8,943		5	-2	8,943	100005	99998	8,943	
k0+003		2,906	9,056		5	-3	9,056	100005	99997	9,056	
k0+004		2,812	9,15		5	-4	9,15	100005	99996	9,15	
k0+005		2,197	9,765		5	-5	9,765	100000	99995	9,765	
F11											
k0+000		2,596	9,366		6	0	9,366	100006	100000	9,366	
k0+001		2,571	9,391		6	1	9,391	100006	100001	9,391	
k0+002		2,587	9,375		6	2	9,375	100006	100002	9,375	
k0+003		2,671	9,291		6	3	9,291	100006	100003	9,291	
k0+004		2,079	9,883		6	4	9,883	100000	100004	9,883	
F12											
k0+001		2,562	9,4		6	-1	9,4	100006	99999	9,4	
k0+002		2,487	9,475		6	-2	9,475	100006	99998	9,475	
k0+003		2,405	9,557		6	-3	9,557	100006	99997	9,557	
k0+003,8		2,274	9,688		6	-3,8	9,688	100000	99996,2	9,688	

Reservorios 1 en la finca Santa Bárbara

finca Santa Barbara Jaguey 1				X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA	
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,772		11,772	se asume un BM con altitud de 10 metros						
A		1,832	9,94	distancia al primer vertice = 4,0 m	0	0	9,94	100000	100000	9,94
B		1,975	9,797	distancia al primer vertice = 2,75 m	49,25	0	9,797	100049,25	100000	9,797
Rebose		1,754	10,018	separacion entre paralelas = 4 m						
F1										
k0+000		2,631	9,141		4	0	9,141	100004	100000	9,141
k0+002		2,746	9,026		4	-2	9,026	100004	99998	9,026
k0+004		2,843	8,929		4	-4	8,929	100004	99996	8,929
k0+006		2,64	9,132		4	-6	9,132	100004	99994	9,132
k0+008		1,938	9,834		4	-8	9,834	100004	99992	9,834
F2										
k0+002		2,605	9,167		4	2	9,167	100004	100002	9,167
k0+004		2,595	9,177		4	4	9,177	100004	100004	9,177
k0+006		2,705	9,067		4	6	9,067	100004	100006	9,067
k0+008		2,605	9,167		4	8	9,167	100004	100008	9,167
k0+010		2,251	9,521		4	10	9,521	100004	100010	9,521
k0+010,6		1,905	9,867		4	10,6	9,867	100004	100010,6	9,867
F3										
k0+000		2,715	9,057		8	0	9,057	100008	100000	9,057
k0+002		2,723	9,049		8	-2	9,049	100008	99998	9,049
k0+004		2,698	9,074		8	-4	9,074	100008	99996	9,074
k0+006		2,532	9,24		8	-6	9,24	100008	99994	9,24
k0+006,9		1,995	9,777		8	-6,9	9,777	100008	99993,1	9,777
F4										
k0+002		2,665	9,107		8	2	9,107	100008	100002	9,107
k0+004		2,775	8,997		8	4	8,997	100008	100004	8,997
k0+006		2,742	9,03		8	6	9,03	100008	100006	9,03
k0+008		2,673	9,099		8	8	9,099	100008	100008	9,099
k0+010		2,705	9,067		8	10	9,067	100008	100010	9,067
k0+012		2,69	9,082		8	12	9,082	100008	100012	9,082
k0+014		2,645	9,127		8	14	9,127	100008	100014	9,127
k0+014,9		2,845	8,927		8	14,9	8,927	100008	100014,9	8,927
F5										
k0+000		2,843	8,929		12	0	8,929	100012	100000	8,929
k0+002		2,662	9,11		12	-2	9,11	100012	99998	9,11
k0+004		2,657	9,115		12	-4	9,115	100012	99996	9,115
k0+006		2,551	9,221		12	-6	9,221	100012	99994	9,221
k0+008		2,48	9,292		12	-8	9,292	100012	99992	9,292
k0+009,6		1,905	9,867		12	-9,6	9,867	100012	99990,4	9,867

F6										
k0+002		2,84	8,932		12	2	8,932	100012	100002	8,932
k0+004		2,755	9,017		12	4	9,017	100012	100004	9,017
k0+006		2,71	9,062		12	6	9,062	100012	100006	9,062
k0+008		2,657	9,115		12	8	9,115	100012	100008	9,115
k0+010		2,62	9,152		12	10	9,152	100012	100010	9,152
k0+012		2,637	9,135		12	12	9,135	100012	100012	9,135
k0+014		2,575	9,197		12	14	9,197	100012	100014	9,197
k0+016		2,21	9,562		12	16	9,562	100012	100016	9,562
F7										
k0+000		2,705	9,067		16	0	9,067	100016	100000	9,067
k0+002		2,64	9,132		16	-2	9,132	100016	99998	9,132
k0+004		2,652	9,12		16	-4	9,12	100016	99996	9,12
k0+006		2,548	9,224		16	-6	9,224	100016	99994	9,224
k0+006,8		1,931	9,841		16	-6,8	9,841	100016	99993,2	9,841
F8										
k0+002		2,735	9,037		16	2	9,037	100016	100002	9,037
k0+004		2,695	9,077		16	4	9,077	100016	100004	9,077
k0+006		2,652	9,12		16	6	9,12	100016	100006	9,12
k0+008		2,615	9,157		16	8	9,157	100016	100008	9,157
k0+010		2,58	9,192		16	10	9,192	100016	100010	9,192
k0+012		2,628	9,144		16	12	9,144	100016	100012	9,144
k0+014		2,51	9,262		16	14	9,262	100016	100014	9,262
k0+016		2,378	9,394		16	16	9,394	100016	100016	9,394
k0+018		1,975	9,797		16	18	9,797	100016	100018	9,797
F9										
k0+000		2,57	9,202		20	0	9,202	100020	100000	9,202
k0+002		2,565	9,207		20	-2	9,207	100020	99998	9,207
k0+004		2,61	9,162		20	-4	9,162	100020	99996	9,162
k0+006		2,55	9,222		20	-6	9,222	100020	99994	9,222
k0+008		2,413	9,359		20	-8	9,359	100020	99992	9,359
k0+009,4		1,885	9,887		20	-9,4	9,887	100020	99990,6	9,887
F10										
k0+002		2,535	9,237		20	2	9,237	100020	100002	9,237
k0+004		2,72	9,052		20	4	9,052	100020	100004	9,052
k0+006		2,772	9		20	6	9	100020	100006	9
k0+008		2,75	9,022		20	8	9,022	100020	100008	9,022
k0+010		2,705	9,067		20	10	9,067	100020	100010	9,067
k0+012		2,725	9,047		20	12	9,047	100020	100012	9,047
k0+014		2,66	9,112		20	14	9,112	100020	100014	9,112
k0+016		2,682	9,09		20	16	9,09	100020	100016	9,09
k0+017,5		2,06	9,712		20	17,5	9,712	100020	100017,5	9,712

F11										
k0+000		2,595	9,177		24	0	9,177	100024	100000	9,177
k0+002		2,598	9,174		24	-2	9,174	100024	99998	9,174
k0+004		2,582	9,19		24	-4	9,19	100024	99996	9,19
k0+006		2,54	9,232		24	-6	9,232	100024	99994	9,232
k0+008		2,405	9,367		24	-8	9,367	100024	99992	9,367
k0+010		1,945	9,827		24	-10	9,827	100024	99990	9,827
F12										
k0+002		2,735	9,037		24	2	9,037	100024	100002	9,037
k0+004		2,748	9,024		24	4	9,024	100024	100004	9,024
k0+006		2,745	9,027		24	6	9,027	100024	100006	9,027
k0+008		2,732	9,04		24	8	9,04	100024	100008	9,04
k0+010		2,76	9,012		24	10	9,012	100024	100010	9,012
k0+012		2,675	9,097		24	12	9,097	100024	100012	9,097
k0+014		2,005	9,767		24	14	9,767	100024	100014	9,767
F13										
k0+000		2,75	9,022		28	0	9,022	100028	100000	9,022
k0+002		2,635	9,137		28	-2	9,137	100028	99998	9,137
k0+004		2,67	9,102		28	-4	9,102	100028	99996	9,102
k0+006		2,625	9,147		28	-6	9,147	100028	99994	9,147
k0+008		2,42	9,352		28	-8	9,352	100028	99992	9,352
k0+010		2,28	9,492		28	-10	9,492	100028	99990	9,492
k0+010,9		1,955	9,817		28	-10,9	9,817	100028	99989,1	9,817
F14										
k0+002		2,69	9,082		28	2	9,082	100028	100002	9,082
k0+004		2,81	8,962		28	4	8,962	100028	100004	8,962
k0+006		2,422	9,35		28	6	9,35	100028	100006	9,35
k0+007		1,928	9,844		28	7	9,844	100028	100007	9,844
F15										
k0+000		2,685	9,087		32	0	9,087	100032	100000	9,087
k0+002		2,75	9,022		32	-2	9,022	100032	99998	9,022
k0+004		2,825	8,947		32	-4	8,947	100032	99996	8,947
k0+006		2,633	9,139		32	-6	9,139	100032	99994	9,139
k0+008		2,45	9,322		32	-8	9,322	100032	99992	9,322
k0+010		2,132	9,64		32	-10	9,64	100032	99990	9,64
k0+010,7		1,95	9,822		32	-10,7	9,822	100032	99989,3	9,822

F16										
k0+002	2,668	9,104		32	2	9,104	100032	100002	9,104	
k0+004	2,396	9,376		32	4	9,376	100032	100004	9,376	
k0+004,2	1,98	9,792		32	4,2	9,792	100032	100004,2	9,792	
F17										
k0+000	2,618	9,154		36	0	9,154	100036	100000	9,154	
k0+002	2,71	9,062		36	-2	9,062	100036	99998	9,062	
k0+004	2,785	8,987		36	-4	8,987	100036	99996	8,987	
k0+006	2,795	8,977		36	-6	8,977	100036	99994	8,977	
k0+008	2,675	9,097		36	-8	9,097	100036	99992	9,097	
k0+010	2,235	9,537		36	-10	9,537	100036	99990	9,537	
k0+010,6	1,905	9,867		36	-10,6	9,867	100036	99989,4	9,867	
F18										
k0+002	2,655	9,117		36	2	9,117	100036	100002	9,117	
k0+004	1,728	10,044		36	4	10,044	100036	100004	10,044	
F19							100000	100000		
k0+000	2,585	9,187		40	0	9,187	100040	100000	9,187	
k0+002	2,63	9,142		40	-2	9,142	100040	99998	9,142	
k0+004	2,68	9,092		40	-4	9,092	100040	99996	9,092	
k0+006	2,668	9,104		40	-6	9,104	100040	99994	9,104	
k0+008	2,228	9,544		40	-8	9,544	100040	99992	9,544	
k0+009	1,725	10,047		40	-9	10,047	100040	99991	10,047	
F20										
k0+002	2,57	9,202		40	2	9,202	100040	100002	9,202	
k0+004	2,05	9,722		40	4	9,722	100040	100004	9,722	
F21							100000	100000		
k0+000	2,97	8,802		44	0	8,802	100044	100000	8,802	
k0+002	2,83	8,942		44	-2	8,942	100044	99998	8,942	
k0+004	2,822	8,95		44	-4	8,95	100044	99996	8,95	
k0+005,1	1,91	9,862		44	-5,1	9,862	100044	99994,9	9,862	
F22										
k0+002	3,12	8,652		44	2	8,652	100044	100002	8,652	
k0+004	1,935	9,837		44	4	9,837	100044	100004	9,837	
F23										
k0+000	3,16	8,612		46,5	0	8,612	100046,5	100000	8,612	
k0+001	3,205	8,567		46,5	-1	8,567	100046,5	99999	8,567	
k0+002	3,07	8,702		46,5	-2	8,702	100046,5	99998	8,702	
k0+003	2,918	8,854		46,5	-3	8,854	100046,5	99997	8,854	
k0+003,8	1,91	9,862		46,5	-3,8	9,862	100046,5	99996,2	9,862	
F24										
k0+001	2,815	8,957		46,5	1	8,957	100046,5	100001	8,957	
k0+002	2,02	9,752		46,5	2	9,752	100046,5	100002	9,752	

Reservorio 2 en la Finca Santa Bárbara

Santa Barbara 2				X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA	
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,674		11,674	se asume un BM con altitud de 10 metros						
A		1,817	9,857	distancia al primer vertice = 5,0 m	0	0	9,857	100000	100000	9,857
B		1,639	10,035	distancia al primer vertice = 5,1 m	100,1	0	10,035	100100,1	100000	10,035
Rebose		1,754	9,92							
				separacion entre paralelas = 5m						
F1										
k0+000		1,962	9,712		5	0	9,712	100005	100000	9,712
k0+003		1,895	9,779		5	-3	9,779	100005	99997	9,779
k0+006		1,87	9,804		5	-6	9,804	100005	99994	9,804
k0+006,4		1,774	9,9		5	-6,4	9,9	100005	99993,6	9,9
F2										
k0+003		1,917	9,757		5	3	9,757	100005	100003	9,757
k0+006		1,837	9,837		5	6	9,837	100005	100006	9,837
k0+006,3		1,713	9,961		5	6,3	9,961	100005	100006,3	9,961
F3										
k0+000		2,036	9,638		10	0	9,638	100010	100000	9,638
k0+003		1,996	9,678		10	-3	9,678	100010	99997	9,678
k0+006		1,709	9,965		10	-6	9,965	100010	99994	9,965
F4										
K0+003		1,954	9,72		10	3	9,72	100010	100003	9,72
k0+006		1,828	9,846		10	6	9,846	100010	100006	9,846
k0+007,2		1,775	9,899		10	7,2	9,899	100010	100007,2	9,899
F5										
k0+000		2,049	9,625		15	0	9,625	100015	100000	9,625
k0+003		2,113	9,561		15	-3	9,561	100015	99997	9,561
k0+006		2,194	9,48		15	-6	9,48	100015	99994	9,48
k0+009		2,384	9,29		15	-9	9,29	100015	99991	9,29
k0+012		2,328	9,346		15	-12	9,346	100015	99988	9,346
F6										
k0+003		1,715	9,959		15	3	9,959	100015	100003	9,959
k0+006		1,901	9,773		15	6	9,773	100015	100006	9,773
k0+009		1,828	9,846		15	9	9,846	100015	100009	9,846
k0+012		1,776	9,898		15	12	9,898	100015	100012	9,898
F7										
k0+000		1,997	9,677		20	0	9,677	100020	100000	9,677
k0+003		2,114	9,56		20	-3	9,56	100020	99997	9,56
k0+006		2,215	9,459		20	-6	9,459	100020	99994	9,459
k0+009		2,237	9,437		20	-9	9,437	100020	99991	9,437
k0+012		2,378	9,296		20	-12	9,296	100020	99988	9,296
k0+015		2,124	9,55		20	-15	9,55	100020	99985	9,55
k0+015,8		1,692	9,982		20	-15,8	9,982	100020	99984,2	9,982

F8											
k0+003	1,911	9,763		20	3	9,763	100020	100003	9,763		
k0+006	1,942	9,732		20	6	9,732	100020	100006	9,732		
k0+009	1,874	9,8		20	9	9,8	100020	100009	9,8		
k0+012	1,804	9,87		20	12	9,87	100020	100012	9,87		
k0+014,2	1,779	9,895		20	14,2	9,895	100020	100014,2	9,895		
F9											
k0+000	2,113	9,561		25	0	9,561	100025	100000	9,561		
k0+003	2,197	9,477		25	-3	9,477	100025	99997	9,477		
k0+006	2,244	9,43		25	-6	9,43	100025	99994	9,43		
k0+009	2,29	9,384		25	-9	9,384	100025	99991	9,384		
k0+012	2,331	9,343		25	-12	9,343	100025	99988	9,343		
k0+015	2,276	9,398		25	-15	9,398	100025	99985	9,398		
k0+018	2,128	9,546		25	-18	9,546	100025	99982	9,546		
k0+018,5	1,767	9,907		25	-18,5	9,907	100025	99981,5	9,907		
F10											
k0+003	2,079	9,595		25	3	9,595	100025	100003	9,595		
k0+006	2,043	9,631		25	6	9,631	100025	100006	9,631		
k0+009	1,961	9,713		25	9	9,713	100025	100009	9,713		
k0+012	1,877	9,797		25	12	9,797	100025	100012	9,797		
k0+015	1,794	9,88		25	15	9,88	100025	100015	9,88		
k0+018	1,813	9,861		25	18	9,861	100025	100018	9,861		
k0+19,9	1,783	9,891		25	19,9	9,891	100025	100019,9	9,891		
F11											
k0+000	2,261	9,413		30	0	9,413	100030	100000	9,413		
k0+003	2,253	9,421		30	-3	9,421	100030	99997	9,421		
k0+006	2,268	9,406		30	-6	9,406	100030	99994	9,406		
k0+009	2,117	9,557		30	-9	9,557	100030	99991	9,557		
k0+012	2,335	9,339		30	-12	9,339	100030	99988	9,339		
k0+015	2,305	9,369		30	-15	9,369	100030	99985	9,369		
k0+018	2,314	9,36		30	-18	9,36	100030	99982	9,36		
k0+021	2,334	9,34		30	-21	9,34	100030	99979	9,34		
k0+023	1,668	10,006		30	-23	10,006	100030	99977	10,006		
F12											
k0+003	2,201	9,473		30	3	9,473	100030	100003	9,473		
k0+006	2,042	9,632		30	6	9,632	100030	100006	9,632		
k0+009	2,006	9,668		30	9	9,668	100030	100009	9,668		
k0+012	1,998	9,676		30	12	9,676	100030	100012	9,676		
k0+015	1,969	9,705		30	15	9,705	100030	100015	9,705		
k0+018	1,856	9,818		30	18	9,818	100030	100018	9,818		
k0+019,7	1,777	9,897		30	19,7	9,897	100030	100019,7	9,897		

F13											
k0+000		2,376	9,298		35	0	9,298	100035	100000	9,298	
k0+003		2,451	9,223		35	-3	9,223	100035	99997	9,223	
k0+006		2,509	9,165		35	-6	9,165	100035	99994	9,165	
k0+009		2,603	9,071		35	-9	9,071	100035	99991	9,071	
k0+012		2,342	9,332		35	-12	9,332	100035	99988	9,332	
k0+015		2,322	9,352		35	-15	9,352	100035	99985	9,352	
k0+018		2,285	9,389		35	-18	9,389	100035	99982	9,389	
k0+020		1,66	10,014		35	-20	10,014	100035	99980	10,014	
F14											
k0+003		2,194	9,48		35	3	9,48	100035	100003	9,48	
k0+006		2,07	9,604		35	6	9,604	100035	100006	9,604	
k0+009		2,044	9,63		35	9	9,63	100035	100009	9,63	
k0+012		2,039	9,635		35	12	9,635	100035	100012	9,635	
k0+015		1,916	9,758		35	15	9,758	100035	100015	9,758	
k0+018		1,943	9,731		35	18	9,731	100035	100018	9,731	
k0+021		1,824	9,85		35	21	9,85	100035	100021	9,85	
k0+021,6		1,775	9,899		35	21,6	9,899	100035	100021,6	9,899	
F15											
k0+000		2,734	8,94		40	0	8,94	100040	100000	8,94	
k0+003		2,428	9,246		40	-3	9,246	100040	99997	9,246	
k0+006		2,798	8,876		40	-6	8,876	100040	99994	8,876	
k0+009		2,562	9,112		40	-9	9,112	100040	99991	9,112	
k0+012		2,519	9,155		40	-12	9,155	100040	99988	9,155	
k0+015		1,66	10,014		40	-15	10,014	100040	99985	10,014	
k0+018		1,817	9,857		40	-18	9,857	100040	99982	9,857	
F16											
k0+003		2,454	9,22		40	3	9,22	100040	100003	9,22	
k0+006		2,298	9,376		40	6	9,376	100040	100006	9,376	
k0+009		2,025	9,649		40	9	9,649	100040	100009	9,649	
k0+012		2,155	9,519		40	12	9,519	100040	100012	9,519	
k0+015		2,037	9,637		40	15	9,637	100040	100015	9,637	
k0+018		1,978	9,696		40	18	9,696	100040	100018	9,696	
k0+021		1,865	9,809		40	21	9,809	100040	100021	9,809	
k0+023		1,79	9,884		40	24	9,884	100040	100024	9,884	
k0+026		1,808	9,866		40	26	9,866	100040	100026	9,866	

F17											
k0+000		2,561	9,113		45	0	9,113	100045	100000	9,113	
k0+003		2,464	9,21		45	-3	9,21	100045	99997	9,21	
k0+006		2,553	9,121		45	-6	9,121	100045	99994	9,121	
k0+009		2,05	9,624		45	-9	9,624	100045	99991	9,624	
k0+012		2,33	9,344		45	-12	9,344	100045	99988	9,344	
k0+015		2,555	9,119		45	-15	9,119	100045	99985	9,119	
k0+018		2,458	9,216		45	-18	9,216	100045	99982	9,216	
k0+019,2		1,798	9,876		45	-19,2	9,876	100045	99980,8	9,876	
F18											
k0+003		2,654	9,02		45	3	9,02	100045	100003	9,02	
k0+006		2,476	9,198		45	6	9,198	100045	100006	9,198	
k0+009		2,687	8,987		45	9	8,987	100045	100009	8,987	
k0+012		2,334	9,34		45	12	9,34	100045	100012	9,34	
k0+015		1,978	9,696		45	15	9,696	100045	100015	9,696	
k0+018		1,901	9,773		45	18	9,773	100045	100018	9,773	
k0+021		1,738	9,936		45	21	9,936	100045	100021	9,936	
k0+022,3		1,772	9,902		45	22,3	9,902	100045	100022,3	9,902	
F19											
k0+000		2,886	8,788		50	0	8,788	100050	100000	8,788	
k0+003		2,887	8,787		50	-3	8,787	100050	99997	8,787	
k0+006		2,894	8,78		50	-6	8,78	100050	99994	8,78	
k0+009		2,775	8,899		50	-9	8,899	100050	99991	8,899	
k0+012		2,798	8,876		50	-12	8,876	100050	99988	8,876	
k0+015		2,341	9,333		50	-15	9,333	100050	99985	9,333	
k0+018		2,371	9,303		50	-18	9,303	100050	99982	9,303	
k0+018,9		1,632	10,042		50	-18,9	10,042	100050	99981,1	10,042	
F20											
k0+003		3,159	8,515		50	3	8,515	100050	100003	8,515	
k0+006		2,657	9,017		50	6	9,017	100050	100006	9,017	
k0+009		2,713	8,961		50	9	8,961	100050	100009	8,961	
k0+012		2,261	9,413		50	12	9,413	100050	100012	9,413	
k0+015		2,103	9,571		50	15	9,571	100050	100015	9,571	
k0+018		1,836	9,838		50	18	9,838	100050	100018	9,838	
k0+019,3		1,785	9,889		50	19,3	9,889	100050	100019,3	9,889	
F21											
k0+000		2,746	8,928		55	0	8,928	100055	100000	8,928	
k0+003		2,918	8,756		55	-3	8,756	100055	99997	8,756	
k0+006		2,783	8,891		55	-6	8,891	100055	99994	8,891	
k0+009		2,712	8,962		55	-9	8,962	100055	99991	8,962	
k0+012		2,508	9,166		55	-12	9,166	100055	99988	9,166	
k0+014,2		1,621	10,053		55	-14,2	10,053	100055	99985,8	10,053	

F22											
k0+003		2,739	8,935		55	3	8,935	100055	100003	8,935	
k0+006		2,887	8,787		55	6	8,787	100055	100006	8,787	
k0+009		2,658	9,016		55	9	9,016	100055	100009	9,016	
k0+012		2,637	9,037		55	12	9,037	100055	100012	9,037	
k0+015		2,109	9,565		55	15	9,565	100055	100015	9,565	
k0+018		1,897	9,777		55	18	9,777	100055	100018	9,777	
F23											
k0+000		2,637	9,037		60	0	9,037	100060	100000	9,037	
k0+003		2,489	9,185		60	-3	9,185	100060	99997	9,185	
k0+006		2,512	9,162		60	-6	9,162	100060	99994	9,162	
k0+009		2,59	9,084		60	-9	9,084	100060	99991	9,084	
k0+010		2,374	9,3		60	-10	9,3	100060	99990	9,3	
F24											
k0+003		2,804	8,87		60	3	8,87	100060	100003	8,87	
k0+006		2,89	8,784		60	6	8,784	100060	100006	8,784	
k0+009		2,652	9,022		60	9	9,022	100060	100009	9,022	
k0+012		2,707	8,967		60	12	8,967	100060	100012	8,967	
k0+015		1,762	9,912		60	15	9,912	100060	100015	9,912	
F25											
k0+000		3,015	8,659		65	0	8,659	100065	100000	8,659	
k0+003		3,062	8,612		65	-3	8,612	100065	99997	8,612	
k0+006		2,191	9,483		65	-6	9,483	100065	99994	9,483	
k0+009		1,83	9,844		65	-9	9,844	100065	99991	9,844	
k0+010,4		1,738	9,936		65	-10,4	9,936	100065	99989,6	9,936	
F26											
k0+003		2,778	8,896		65	3	8,896	100065	100003	8,896	
k0+006		2,646	9,028		65	6	9,028	100065	100006	9,028	
k0+009		2,534	9,14		65	9	9,14	100065	100009	9,14	
k0+012		2,584	9,09		65	12	9,09	100065	100012	9,09	
k0+015,1		1,698	9,976		65	15,1	9,976	100065	100015,1	9,976	
F27											
k0+000		3,212	8,462		70	0	8,462	100070	100000	8,462	
k0+003		3,272	8,402		70	-3	8,402	100070	99997	8,402	
k0+006		2,5	9,174		70	-6	9,174	100070	99994	9,174	
k0+006,6		1,729	9,945		70	-6,6	9,945	100070	99993,4	9,945	

F28										
k0+003		2,75	8,924		70	3	8,924	100070	100003	8,924
k0+006		2,582	9,092		70	6	9,092	100070	100006	9,092
k0+009		2,76	8,914		70	9	8,914	100070	100009	8,914
k0+012		2,611	9,063		70	12	9,063	100070	100012	9,063
k0+013,5		1,745	9,929		70	13,5	9,929	100070	100013,5	9,929
F29										
k0+000		3,242	8,432		75	0	8,432	100075	100000	8,432
k0+003		3,348	8,326		75	-3	8,326	100075	99997	8,326
k0+006		2,813	8,861		75	-6	8,861	100075	99994	8,861
k0+007,6		1,734	9,94		75	-7,6	9,94	100075	99992,4	9,94
F30										
k0+003		3,187	8,487		75	3	8,487	100075	100003	8,487
k0+006		2,793	8,881		75	6	8,881	100075	100006	8,881
k0+009		2,732	8,942		75	9	8,942	100075	100009	8,942
k0+012		2,221	9,453		75	12	9,453	100075	100012	9,453
k0+012,4		1,78	9,894		75	12,4	9,894	100075	100012,4	9,894
F31										
k0+000		3,231	8,443		80	0	8,443	100080	100000	8,443
k0+003		2,75	8,924		80	-3	8,924	100080	99997	8,924
k0+006		2,741	8,933		80	-6	8,933	100080	99994	8,933
k0+007,2		1,878	9,796		80	-7,2	9,796	100080	99992,8	9,796
F32										
k0+003		3,038	8,636		80	3	8,636	100080	100003	8,636
k0+006		2,6	9,074		80	6	9,074	100080	100006	9,074
k0+009		2,73	8,944		80	9	8,944	100080	100009	8,944
k0+012		2,322	9,352		80	12	9,352	100080	100012	9,352
k0+015		2,037	9,637		80	15	9,637	100080	100015	9,637
k0+017,4		1,847	9,827		80	17,4	9,827	100080	100017,4	9,827
F33										
k0+000		2,797	8,877		85	0	8,877	100085	100000	8,877
k0+003		2,831	8,843		85	-3	8,843	100085	99997	8,843
k0+006		1,74	9,934		85	-6	9,934	100085	99994	9,934
F34										
k0+003		2,613	9,061		85	3	9,061	100085	100003	9,061
k0+006		2,557	9,117		85	6	9,117	100085	100006	9,117
k0+009		2,692	8,982		85	9	8,982	100085	100009	8,982
k0+012		2,47	9,204		85	12	9,204	100085	100012	9,204
k0+015		2,154	9,52		85	15	9,52	100085	100015	9,52
k0+016		1,695	9,979		85	16	9,979	100085	100016	9,979

F35											
k0+000		2,863	8,811		90	0	8,811	100090	100000	8,811	
k0+003		2,451	9,223		90	-3	9,223	100090	99997	9,223	
k0+003,4		1,813	9,861		90	-3,4	9,861	100090	99996,6	9,861	
F36											
k0+003		2,628	9,046		90	3	9,046	100090	100003	9,046	
k0+006		2,436	9,238		90	6	9,238	100090	100006	9,238	
k0+009		2,313	9,361		90	9	9,361	100090	100009	9,361	
k0+012		2,605	9,069		90	12	9,069	100090	100012	9,069	
k0+015		2,098	9,576		90	15	9,576	100090	100015	9,576	
k0+016		1,82	9,854		90	16	9,854	100090	100016	9,854	
F37											
k0+000		2,863	8,811		95	0	8,811	100095	100000	8,811	
k0+003		2,432	9,242		95	-3	9,242	100095	99997	9,242	
k0+005,5		1,888	9,786		95	-5,5	9,786	100095	99994,5	9,786	
F38											
k0+003		2,771	8,903		95	3	8,903	100095	100003	8,903	
k0+004		2,54	9,134		95	4	9,134	100095	100004	9,134	
k0+006		2,241	9,433		95	6	9,433	100095	100006	9,433	
k0+007		1,605	10,069		95	7	10,069	100095	100007	10,069	
k0+009		1,9	9,774		95	9	9,774	100095	100009	9,774	
k0+011		1,991	9,683		95	11	9,683	100095	100011	9,683	
k0+012,7		1,787	9,887		95	12,7	9,887	100095	100012,7	9,887	

Reservorio 1 en la finca Pinar del Rio

Pinar del Rio Reservorio 1				x	y	z	ESTE	NORTE	COTA	
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,28		11,28							
A		1,86	9,42	distancia al primer vertice =2,445	23	0	9,42	100023	100000	9,42
B		1,7	9,58	distancia al primer vertice =4,73	0,825	0	9,58	100000,825	100000	9,58
				separacion entre paralelas = 3m						
F1										
k0+000		2,25	9,03	interseccion	20,555	0	9,03	100020,555	100000	9,03
k0+001		2,42	8,86		20,555	1	8,86	100020,555	100001	8,86
k0+002		2,45	8,83		20,555	2	8,83	100020,555	100002	8,83
k0+003		2,03	9,25		20,555	3	9,25	100020,555	100003	9,25
k0+004		1,99	9,29		20,555	4	9,29	100020,555	100004	9,29
k0+005,15		1,89	9,39	borde	20,555	5,15	9,39	100020,555	100005,15	9,39
F2										
k0+001		2,21	9,07		20,555	-1	9,07	100020,555	99999	9,07
k0+002		2,01	9,27		20,555	-2	9,27	100020,555	99998	9,27
k0+003		2,02	9,26		20,555	-3	9,26	100020,555	99997	9,26
k0+004		1,96	9,32		20,555	-4	9,32	100020,555	99996	9,32
k0+005		1,95	9,33		20,555	-5	9,33	100020,555	99995	9,33
k0+006		1,96	9,32		20,555	-6	9,32	100020,555	99994	9,32
k0+007		1,87	9,41		20,555	-7	9,41	100020,555	99993	9,41
k0+008		1,87	9,41		20,555	-8	9,41	100020,555	99992	9,41
k0+009,2		1,88	9,4	borde	20,555	-9,2	9,4	100020,555	99990,8	9,4
F3										
k0+000		2,66	8,62	interseccion	17,555	0	8,62	100017,555	100000	8,62
k0+001		2,68	8,6		17,555	1	8,6	100017,555	100001	8,6
k0+002		2,77	8,51		17,555	2	8,51	100017,555	100002	8,51
k0+003		2,76	8,52		17,555	3	8,52	100017,555	100003	8,52
k0+004		2,54	8,74		17,555	4	8,74	100017,555	100004	8,74
k0+005,21		1,78	9,5	borde	17,555	5,21	9,5	100017,555	100005,21	9,5
F4										
k0+001		2,63	8,65		17,555	-1	8,65	100017,555	99999	8,65
k0+002		2,55	8,73		17,555	-2	8,73	100017,555	99998	8,73
k0+003		2,37	8,91		17,555	-3	8,91	100017,555	99997	8,91
k0+004		2,04	9,24		17,555	-4	9,24	100017,555	99996	9,24
k0+005		1,96	9,32		17,555	-5	9,32	100017,555	99995	9,32
k0+006		1,92	9,36		17,555	-6	9,36	100017,555	99994	9,36
k0+007		1,92	9,36		17,555	-7	9,36	100017,555	99993	9,36
k0+008,4		1,9	9,38	borde	17,555	-8,4	9,38	100017,555	99991,6	9,38

F5										
k0+000		3,05	8,23		14,555	0	8,23	100014,555	100000	8,23
k0+001		2,98	8,3		14,555	1	8,3	100014,555	100001	8,3
k0+002		2,89	8,39		14,555	2	8,39	100014,555	100002	8,39
k0+003		2,94	8,34		14,555	3	8,34	100014,555	100003	8,34
k0+004		2,71	8,57		14,555	4	8,57	100014,555	100004	8,57
k0+005,07		1,99	9,29	borde	14,555	5,07	9,29	100014,555	100005,07	9,29
F6										
k0+001		2,98	8,3		14,555	-1	8,3	100014,555	99999	8,3
k0+002		2,84	8,44		14,555	-2	8,44	100014,555	99998	8,44
k0+003		2,62	8,66		14,555	-3	8,66	100014,555	99997	8,66
k0+004		2,56	8,72		14,555	-4	8,72	100014,555	99996	8,72
k0+005		2,47	8,81		14,555	-5	8,81	100014,555	99995	8,81
k0+006		2,23	9,05		14,555	-6	9,05	100014,555	99994	9,05
k0+007		2,08	9,2		14,555	-7	9,2	100014,555	99993	9,2
k0+008		1,87	9,41	borde	14,555	-8	9,41	100014,555	99992	9,41
C#2	1,14									
F7										
k0+000		3,47	7,67	interseccion	11,555	0	7,67	100011,555	100000	7,67
k0+001		3,52	7,62		11,555	1	7,62	100011,555	100001	7,62
k0+002		3,59	7,55		11,555	2	7,55	100011,555	100002	7,55
k0+003		3,48	7,66		11,555	3	7,66	100011,555	100003	7,66
k0+004		3,45	7,69		11,555	4	7,69	100011,555	100004	7,69
k0+005,53		2,21	8,93	borde	11,555	5,53	8,93	100011,555	100005,53	8,93
F8										
k0+001		3,36	7,78		11,555	-1	7,78	100011,555	99999	7,78
k0+002		3,37	7,77		11,555	-2	7,77	100011,555	99998	7,77
k0+003		3,29	7,85		11,555	-3	7,85	100011,555	99997	7,85
k0+004		3,04	8,1		11,555	-4	8,1	100011,555	99996	8,1
k0+005		2,98	8,16		11,555	-5	8,16	100011,555	99995	8,16
k0+006		2,75	8,39		11,555	-6	8,39	100011,555	99994	8,39
k0+007		2,39	8,75		11,555	-7	8,75	100011,555	99993	8,75
k0+007,95		2,32	8,82	borde	11,555	-7,95	8,82	100011,555	99992,05	8,82
F9										
k0+000		3,38	7,76	interseccion	8,555	0	7,76	100008,555	100000	7,76
k0+001		3,37	7,77		8,555	1	7,77	100008,555	100001	7,77
k0+002		3,33	7,81		8,555	2	7,81	100008,555	100002	7,81
k0+003		3,29	7,85		8,555	3	7,85	100008,555	100003	7,85
k0+004,61		1,98	9,16	borde	8,555	4,61	9,16	100008,555	100004,61	9,16
F10										
k0+001		3,45	7,69		8,555	-1	7,69	100008,555	99999	7,69
k0+002		3,36	7,78		8,555	-2	7,78	100008,555	99998	7,78
k0+003		2,82	8,32		8,555	-3	8,32	100008,555	99997	8,32
k0+004		2,47	8,67		8,555	-4	8,67	100008,555	99996	8,67
k0+005		2,12	9,02		8,555	-5	9,02	100008,555	99995	9,02
k0+006		2,15	8,99	borde	8,555	-6	8,99	100008,555	99994	8,99
F11										
k0+000		3,07	8,07	interseccion	5,555	0	8,07	100005,555	100000	8,07
k0+001		3,04	8,1		5,555	1	8,1	100005,555	100001	8,1
k0+002		3,12	8,02		5,555	2	8,02	100005,555	100002	8,02
k0+003		2,99	8,15		5,555	3	8,15	100005,555	100003	8,15
k0+004		2,61	8,53		5,555	4	8,53	100005,555	100004	8,53
k0+005,13		1,89	9,25		5,555	5,13	9,25	100005,555	100005,13	9,25
F12										
k0+001		2,42	8,72		5,555	-1	8,72	100005,555	99999	8,72
k0+001,19		2,39	8,75	borde	5,555	-1,19	8,75	100005,555	99998,81	8,75

Reservorio 2 en la finca Pinar del Rio

finca Pinar del Rio reservorio 2					X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion						
BM	1,342		11,342							
A		1,52	9,822	distancia al primer vertice =4,06m	0	0	9,822	100000	100000	9,822
B		1,455	9,887	distancia al primer vertice =4,55m	43,61	0	9,887	100043,61	100000	9,887
				separacion entre paralelas = 5m						
F1										
K0+000		1,944	9,398		4,06	0	9,398	100004,06	100000	9,398
K0+003		1,888	9,454		4,06	3	9,454	100004,06	100003	9,454
K0+006		1,793	9,549		4,06	6	9,549	100004,06	100006	9,549
K0+008,61		1,746	9,596		4,06	8,61	9,596	100004,06	100008,61	9,596
F2										
K0+003		2,033	9,309		4,06	-3	9,309	100004,06	99997	9,309
K0+006		2,041	9,301		4,06	-6	9,301	100004,06	99994	9,301
K0+009		2,213	9,129		4,06	-9	9,129	100004,06	99991	9,129
K0+012		1,949	9,393		4,06	-12	9,393	100004,06	99988	9,393
K0+015		1,949	9,393		4,06	-15	9,393	100004,06	99985	9,393
K0+017,27		1,597	9,745		4,06	-17,27	9,745	100004,06	99982,73	9,745
F3										
K0+000		2,031	9,311		9,06	0	9,311	100009,06	100000	9,311
K0+003		1,989	9,353		9,06	3	9,353	100009,06	100003	9,353
K0+006		1,939	9,403		9,06	6	9,403	100009,06	100006	9,403
K0+009		1,848	9,494		9,06	9	9,494	100009,06	100009	9,494
K0+012,05		1,695	9,647		9,06	12,05	9,647	100009,06	100012,05	9,647
F4										
K0+003		2,175	9,167		9,06	-3	9,167	100009,06	99997	9,167
K0+006		2,29	9,052		9,06	-6	9,052	100009,06	99994	9,052
K0+009		2,55	8,792		9,06	-9	8,792	100009,06	99991	8,792
K0+012		2,653	8,689		9,06	-12	8,689	100009,06	99988	8,689
K0+015		2,594	8,748		9,06	-15	8,748	100009,06	99985	8,748
K0+017,64		1,568	9,774		9,06	-17,64	9,774	100009,06	99982,36	9,774
F5										
K0+000		2,377	8,965		14,06	0	8,965	100014,06	100000	8,965
K0+003		2,186	9,156		14,06	3	9,156	100014,06	100003	9,156
K0+006		2,137	9,205		14,06	6	9,205	100014,06	100006	9,205
K0+009		1,897	9,445		14,06	9	9,445	100014,06	100009	9,445
K0+012,44		1,781	9,561		14,06	12,44	9,561	100014,06	100012,44	9,561

F6										
K0+003		2,573	8,769		14,06	-3	8,769	100014,06	99997	8,769
K0+006		2,807	8,535		14,06	-6	8,535	100014,06	99994	8,535
K0+009		2,808	8,534		14,06	-9	8,534	100014,06	99991	8,534
K0+012		2,746	8,596		14,06	-12	8,596	100014,06	99988	8,596
K0+015		2,681	8,661		14,06	-15	8,661	100014,06	99985	8,661
K0+018		2,072	9,27		14,06	-18	9,27	100014,06	99982	9,27
K0+019,42				por encima del rebose						
F7										
K0+000		2,732	8,61		19,06	0	8,61	100019,06	100000	8,61
K0+003		2,671	8,671		19,06	3	8,671	100019,06	100003	8,671
K0+006		2,391	8,951		19,06	6	8,951	100019,06	100006	8,951
K0+009		2,098	9,244		19,06	9	9,244	100019,06	100009	9,244
K0+012		1,988	9,354		19,06	12	9,354	100019,06	100012	9,354
K0+015		1,849	9,493		19,06	15	9,493	100019,06	100015	9,493
K0+016,5		1,752	9,59		19,06	16,5	9,59	100019,06	100016,5	9,59
F8										
K0+003		2,817	8,525		19,06	-3	8,525	100019,06	99997	8,525
K0+006		2,857	8,485		19,06	-6	8,485	100019,06	99994	8,485
K0+009		2,812	8,53		19,06	-9	8,53	100019,06	99991	8,53
K0+012		2,915	8,427		19,06	-12	8,427	100019,06	99988	8,427
K0+015		2,886	8,456		19,06	-15	8,456	100019,06	99985	8,456
K0+018		2,699	8,643		19,06	-18	8,643	100019,06	99982	8,643
K0+021		1,314	10,028		19,06	-21	10,028	100019,06	99979	10,028
F9										
K0+000		2,787	8,555		24,06	0	8,555	100024,06	100000	8,555
K0+003		2,654	8,688		24,06	3	8,688	100024,06	100003	8,688
K0+006		2,49	8,852		24,06	6	8,852	100024,06	100006	8,852
K0+009		2,232	9,11		24,06	9	9,11	100024,06	100009	9,11
K0+014		1,894	9,448		24,06	14	9,448	100024,06	100014	9,448
K0+017,22		1,7	9,642		24,06	17,22	9,642	100024,06	100017,22	9,642
F10										
K0+003		2,849	8,493		24,06	-3	8,493	100024,06	99997	8,493
K0+006		2,822	8,52		24,06	-6	8,52	100024,06	99994	8,52
K0+009		2,876	8,466		24,06	-9	8,466	100024,06	99991	8,466
K0+012		2,862	8,48		24,06	-12	8,48	100024,06	99988	8,48
K0+015		2,802	8,54		24,06	-15	8,54	100024,06	99985	8,54
K0+018		2,648	8,694		24,06	-18	8,694	100024,06	99982	8,694
K0+021		2,014	9,328		24,06	-21	9,328	100024,06	99979	9,328

F11										
K0+000		2,928	8,414		29,06	0	8,414	100029,06	100000	8,414
K0+003		2,814	8,528		29,06	3	8,528	100029,06	100003	8,528
K0+006		2,643	8,699		29,06	6	8,699	100029,06	100006	8,699
K0+009		2,307	9,035		29,06	9	9,035	100029,06	100009	9,035
K0+012		2,003	9,339		29,06	12	9,339	100029,06	100012	9,339
K0+015		1,912	9,43		29,06	15	9,43	100029,06	100015	9,43
K0+019,2		1,755	9,587		29,06	19,2	9,587	100029,06	100019,2	9,587
F12										
K0+003		2,953	8,389		29,06	-3	8,389	100029,06	99997	8,389
K0+006		2,917	8,425		29,06	-6	8,425	100029,06	99994	8,425
K0+009		2,888	8,454		29,06	-9	8,454	100029,06	99991	8,454
K0+012		2,817	8,525		29,06	-12	8,525	100029,06	99988	8,525
K0+015		2,832	8,51		29,06	-15	8,51	100029,06	99985	8,51
K0+018		2,671	8,671		29,06	-18	8,671	100029,06	99982	8,671
K0+021		2,124	9,218		29,06	-21	9,218	100029,06	99979	9,218
K0+022,40		1,392	9,95		29,06	-22,4	9,95	100029,06	99977,6	9,95
F13										
K0+000		2,862	8,48		34,06	0	8,48	100034,06	100000	8,48
K0+003		2,624	8,718		34,06	3	8,718	100034,06	100003	8,718
K0+006		2,43	8,912		34,06	6	8,912	100034,06	100006	8,912
K0+009		2,291	9,051		34,06	9	9,051	100034,06	100009	9,051
K0+012		1,991	9,351		34,06	12	9,351	100034,06	100012	9,351
K0+015		1,908	9,434		34,06	15	9,434	100034,06	100015	9,434
K0+018		1,857	9,485		34,06	18	9,485	100034,06	100018	9,485
K0+021,84		1,714	9,628		34,06	21,84	9,628	100034,06	100021,84	9,628
F14										
K0+003		2,988	8,354		34,06	-3	8,354	100034,06	99997	8,354
K0+006		2,925	8,417		34,06	-6	8,417	100034,06	99994	8,417
K0+009		2,881	8,461		34,06	-9	8,461	100034,06	99991	8,461
K0+012		2,729	8,613		34,06	-12	8,613	100034,06	99988	8,613
K0+015		2,657	8,685		34,06	-15	8,685	100034,06	99985	8,685
K0+018		2,458	8,884		34,06	-18	8,884	100034,06	99982	8,884
K0+021		1,423	9,919		34,06	-21	9,919	100034,06	99979	9,919
F15										
K0+000		2,537	8,805		39,06	0	8,805	100039,06	100000	8,805
K0+003		2,321	9,021		39,06	3	9,021	100039,06	100003	9,021
K0+006		2,076	9,266		39,06	6	9,266	100039,06	100006	9,266
K0+009		2,011	9,331		39,06	9	9,331	100039,06	100009	9,331
K0+012		1,921	9,421		39,06	12	9,421	100039,06	100012	9,421
K0+016,1		1,997	9,345		39,06	16,1	9,345	100039,06	100016,1	9,345
F16										
K0+003		2,554	8,788		39,06	-3	8,788	100039,06	99997	8,788
K0+006		2,524	8,818		39,06	-6	8,818	100039,06	99994	8,818
K0+009		2,438	8,904		39,06	-9	8,904	100039,06	99991	8,904
K0+012		2,276	9,066		39,06	-12	9,066	100039,06	99988	9,066
K0+015		1,456	9,886		39,06	-15	9,886	100039,06	99985	9,886

Reservorio en la finca Porvenir (JS)

finca Porvenir (JS)				COTA CORREGIDA				X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel		Observacion								
BM	1,941		11,941		se asume un BM con altitud de 10 metros								
A		1,969	9,972	9,972	distancia al primer vertice =0m	0	0	9,972	100000	100000	9,972		
B		1,969	9,972	11,363	distancia al primer vertice =7,0m	38	0	11,363	100038	100000	11,363		
					separacion entre paralelas = 3m								
F1													
K0+000		1,969	9,972	9,972		0	0	9,972	100000	100000	9,972		
K0+002		2,242	9,699	9,699		0	2	9,699	100000	100002	9,699		
K0+004		2,252	9,689	9,689		0	4	9,689	100000	100004	9,689		
K0+006		3,45	8,491	8,491		0	6	8,491	100000	100006	8,491		
K0+008		2,995	8,946	8,946		0	8	8,946	100000	100008	8,946		
K0+009		1,416	10,525	10,525		0	9	10,525	100000	100009	10,525		
K0+010,4		1,962	9,979	9,979		0	10,4	9,979	100000	100010,4	9,979		
F3													
K0+000		3,047	8,894	8,894		3	0	8,894	100003	100000	8,894		
K0+002		3,767	8,174	8,174		3	2	8,174	100003	100002	8,174		
K0+004		3,857	8,084	8,084		3	4	8,084	100003	100004	8,084		
K0+006		4,014	7,927	7,927		3	5	7,927	100003	100005	7,927		
K0+008		4,139	7,802	7,802		3	8	7,802	100003	100008	7,802		
K0+010		4,224	7,717	7,717		3	10	7,717	100003	100010	7,717		
K0+012		2,571	9,37	9,37		3	12	9,37	100003	100012	9,37		
K0+013,4		1,949	9,992	9,992		3	13,4	9,992	100003	100013,4	9,992		
F4													
K0+002		2,708	9,233	9,233		3	-2	9,233	100003	99998	9,233		
K0+004		2,584	9,357	9,357		3	-4	9,357	100003	99996	9,357		
K0+005,6		1,947	9,994	9,994		3	-5,6	9,994	100003	99994,4	9,994		
F5													
K0+000		3,169	8,772	8,772		6	0	8,772	100006	100000	8,772		
K0+002		3,204	8,737	8,737		6	2	8,737	100006	100002	8,737		
K0+004		3,198	8,743	8,743		6	4	8,743	100006	100004	8,743		
K0+006		3,799	8,142	8,142		6	6	8,142	100006	100006	8,142		
K0+008		3,462	8,479	8,479		6	8	8,479	100006	100008	8,479		
K0+010		3,834	8,107	8,107		6	10	8,107	100006	100010	8,107		
K0+012		3,218	8,723	8,723		6	12	8,723	100006	100012	8,723		
K0+014		2,113	9,828	9,828		6	14	9,828	100006	100014	9,828		
F6													
K0+002		3,124	8,817	8,817		6	-2	8,817	100006	99998	8,817		
K0+004		2,971	8,97	8,97		6	-4	8,97	100006	99996	8,97		
K0+006		2,846	9,095	9,095		6	-6	9,095	100006	99994	9,095		
K0+008		2,617	9,324	9,324		6	-8	9,324	100006	99992	9,324		
K0+010		2,424	9,517	9,517		6	-10	9,517	100006	99990	9,517		
K0+011,3		2,179	9,762	9,762		6	-11,3	9,762	100006	99988,7	9,762		
K0+012,3		1,941	10	10		6	-12,3	10	100006	99987,7	10		

F7												
K0+000		3,132	8,809	8,809		9	0	8,809	100009	100000	8,809	
K0+002		3,133	8,808	8,808		9	2	8,808	100009	100002	8,808	
K0+004		3,411	8,53	8,53		9	4	8,53	100009	100004	8,53	
K0+006		3,296	8,645	8,645		9	6	8,645	100009	100006	8,645	
K0+008		2,988	8,953	8,953		9	8	8,953	100009	100008	8,953	
K0+010		3,665	8,276	8,276		9	10	8,276	100009	100010	8,276	
K0+012		3,197	8,744	8,744		9	12	8,744	100009	100012	8,744	
K0+013,5		1,763	10,178	10,178		9	13,5	10,178	100009	100013,5	10,178	
F8												
K0+002		3,104	8,837	8,837		9	-2	8,837	100009	99998	8,837	
K0+004		3,058	8,883	8,883		9	-4	8,883	100009	99996	8,883	
K0+006		2,898	9,043	9,043		9	-6	9,043	100009	99994	9,043	
K0+008		2,918	9,023	9,023		9	-8	9,023	100009	99992	9,023	
K0+010		2,992	8,949	8,949		9	-10	8,949	100009	99990	8,949	
K0+012		2,983	8,958	8,958		9	-12	8,958	100009	99988	8,958	
K0+014		2,789	9,152	9,152		9	-14	9,152	100009	99986	9,152	
K0+016		2,664	9,277	9,277		9	-16	9,277	100009	99984	9,277	
K0+018		0,578	11,363	11,363		9	-18	11,363	100009	99982	11,363	
K0+020		2,518	9,423	9,423		9	-20	9,423	100009	99980	9,423	
K0+022		2,457	9,484	9,484		9	-22	9,484	100009	99978	9,484	
K0+024		2,337	9,604	9,604		9	-24	9,604	100009	99976	9,604	
K0+026		2,157	9,784	9,784		9	-26	9,784	100009	99974	9,784	
K0+027,3		2,099	9,842	9,842		9	-27,3	9,842	100009	99972,7	9,842	
K0+028,3		2,007	9,934	9,934		9	-28,3	9,934	100009	99971,7	9,934	
K0+029,3		1,99	9,951	9,951		9	-29,3	9,951	100009	99970,7	9,951	
F9												
K0+000		3,276	8,665	8,665		12	0	8,665	100012	100000	8,665	
K0+002		3,154	8,787	8,787		12	2	8,787	100012	100002	8,787	
K0+004		2,887	9,054	9,054		12	4	9,054	100012	100004	9,054	
K0+006		2,074	9,867	9,867		12	6	9,867	100012	100006	9,867	
K0+008		2,074	9,867	9,867		12	8	9,867	100012	100008	9,867	
K0+010		2,363	9,578	9,578		12	10	9,578	100012	100010	9,578	
K0+011,9		2,007	9,934	9,934		12	11,9	9,934	100012	100011,9	9,934	

F10												
K0+002		2,954	8,987	8,987		12	-2	8,987	100012	99998	8,987	
K0+004		2,907	9,034	9,034		12	-4	9,034	100012	99996	9,034	
K0+006		2,841	9,1	9,1		12	-6	9,1	100012	99994	9,1	
K0+008		2,781	9,16	9,16		12	-8	9,16	100012	99992	9,16	
K0+010		2,714	9,227	9,227		12	-10	9,227	100012	99990	9,227	
K0+012		2,711	9,23	9,23		12	-12	9,23	100012	99988	9,23	
K0+014		2,682	9,259	9,259		12	-14	9,259	100012	99986	9,259	
K0+016		2,676	9,265	9,265		12	-16	9,265	100012	99984	9,265	
K0+018		2,669	9,272	9,272		12	-18	9,272	100012	99982	9,272	
K0+020		2,558	9,383	9,383		12	-20	9,383	100012	99980	9,383	
K0+022		2,466	9,475	9,475		12	-22	9,475	100012	99978	9,475	
K0+024		2,333	9,608	9,608		12	-24	9,608	100012	99976	9,608	
K0+026		2,237	9,704	9,704		12	-26	9,704	100012	99974	9,704	
K0+027,3		2,112	9,829	9,829		12	-27,3	9,829	100012	99972,7	9,829	
K0+030,5		1,935	10,006	10,006		12	-30,5	10,006	100012	99969,5	10,006	
F11												
K0+000		3,342	8,599	8,599		15	0	8,599	100015	100000	8,599	
K0+002		3,117	8,824	8,824		15	2	8,824	100015	100002	8,824	
K0+004		2,403	9,538	9,538		15	4	9,538	100015	100004	9,538	
K0+006		2,018	9,923	9,923		15	6	9,923	100015	100006	9,923	
F12												
K0+002		3,045	8,896	8,896		15	-2	8,896	100015	99998	8,896	
K0+004		2,883	9,058	9,058		15	-4	9,058	100015	99996	9,058	
K0+006		2,67	9,271	9,271		15	-6	9,271	100015	99994	9,271	
K0+008		2,532	9,409	9,409		15	-8	9,409	100015	99992	9,409	
K0+010		2,332	9,609	9,609		15	-10	9,609	100015	99990	9,609	
K0+012		2,301	9,64	9,64		15	-12	9,64	100015	99988	9,64	
K0+014		2,336	9,605	9,605		15	-14	9,605	100015	99986	9,605	
K0+016		2,272	9,669	9,669		15	-16	9,669	100015	99984	9,669	
K0+018		2,334	9,607	9,607		15	-18	9,607	100015	99982	9,607	
K0+020		2,317	9,624	9,624		15	-20	9,624	100015	99980	9,624	
K0+022		2,145	9,796	9,796		15	-22	9,796	100015	99978	9,796	
K0+024		1,932	10,009	10,009		15	-24	10,009	100015	99976	10,009	

BM	12,312											
F13												
K0+000		3,613	8,699	8,328		18	0	8,328	100018	100000	8,328	
K0+002		3,45	8,862	8,491		18	2	8,491	100018	100002	8,491	
K0+004		2,834	9,478	9,107		18	4	9,107	100018	100004	9,107	
K0+004,6		2,377	9,935	9,564		18	4,6	9,564	100018	100004,6	9,564	
F14												
K0+002		3,298	9,014	8,643		18	-2	8,643	100018	99998	8,643	
K0+004		3,153	9,159	8,788		18	-4	8,788	100018	99996	8,788	
K0+006		2,801	9,511	9,14		18	-6	9,14	100018	99994	9,14	
K0+007,4		2,29	10,022	9,651		18	-7,4	9,651	100018	99992,6	9,651	
F15												
K0+000		3,421	8,891	8,52		21	0	8,52	100021	100000	8,52	
K0+002		3,419	8,893	8,522		21	2	8,522	100021	100002	8,522	
K0+004		3,018	9,294	8,923		21	4	8,923	100021	100004	8,923	
K0+005,3		2,395	9,917	9,546		21	5,3	9,546	100021	100005,3	9,546	
F16												
K0+002		3,228	9,084	8,713		21	-2	8,713	100021	99998	8,713	
K0+004		3,112	9,2	8,829		21	-4	8,829	100021	99996	8,829	
K0+006		2,457	9,855	9,484		21	-6	9,484	100021	99994	9,484	
K0+006,3		2,32	9,992	9,621		21	-6,3	9,621	100021	99993,7	9,621	
F17												
K0+000		3,225	9,087	8,716		24	0	8,716	100024	100000	8,716	
K0+002		3,162	9,15	8,779		24	2	8,779	100024	100002	8,779	
K0+004		3,02	9,292	8,921		24	4	8,921	100024	100004	8,921	
K0+006		2,853	9,459	9,088		24	6	9,088	100024	100006	9,088	
K0+008		2,315	9,997	9,626		24	8	9,626	100024	100008	9,626	
F18												
K0+002		3,205	9,107	8,736		24	-2	8,736	100024	99998	8,736	
K0+004		3,1	9,212	8,841		24	-4	8,841	100024	99996	8,841	
K0+006		2,937	9,375	9,004		24	-6	9,004	100024	99994	9,004	
K0+008		2,331	9,981	9,61		24	-8	9,61	100024	99992	9,61	
F19												
K0+000		3,185	9,127	8,756		27	0	8,756	100027	100000	8,756	
K0+002		3,034	9,278	8,907		27	2	8,907	100027	100002	8,907	
K0+004		2,931	9,381	9,01		27	4	9,01	100027	100004	9,01	
K0+006		2,66	9,652	9,281		27	6	9,281	100027	100006	9,281	
K0+006,6		2,389	9,923	9,552		27	6,6	9,552	100027	100006,6	9,552	

F20												
K0+002		3,192	9,12	8,749		27	-2	8,749	100027	99998	8,749	
K0+004		3,072	9,24	8,869		27	-4	8,869	100027	99996	8,869	
K0+006		2,671	9,641	9,27		27	-6	9,27	100027	99994	9,27	
K0+007		2,27	10,042	9,671		27	-7	9,671	100027	99993	9,671	
F21												
K0+000		3,015	9,297	8,926		30	0	8,926	100030	100000	8,926	
K0+002		2,839	9,473	9,102		30	2	9,102	100030	100002	9,102	
K0+004		2,839	9,473	9,102		30	4	9,102	100030	100004	9,102	
K0+006		2,615	9,697	9,326		30	6	9,326	100030	100006	9,326	
K0+007,1		2,363	9,949	9,578		30	7,1	9,578	100030	100007,1	9,578	
F22												
K0+002		3,048	9,264	8,893		30	-2	8,893	100030	99998	8,893	
K0+004		2,96	9,352	8,981		30	-4	8,981	100030	99996	8,981	
K0+006		2,814	9,498	9,127		30	-6	9,127	100030	99994	9,127	
K0+007		2,34	9,972	9,601		30	-7	9,601	100030	99993	9,601	
F23												
K0+000		2,668	9,644	9,273		33	0	9,273	100033	100000	9,273	
K0+002		2,653	9,659	9,288		33	2	9,288	100033	100002	9,288	
K0+004		2,607	9,705	9,334		33	4	9,334	100033	100004	9,334	
K0+006		2,453	9,859	9,488		33	6	9,488	100033	100006	9,488	
K0+007		2,318	9,994	9,623		33	7	9,623	100033	100007	9,623	
F24												
K0+002		2,787	9,525	9,154		33	-2	9,154	100033	99998	9,154	
K0+004		2,795	9,517	9,146		33	-4	9,146	100033	99996	9,146	
K0+006		2,718	9,594	9,223		33	-6	9,223	100033	99994	9,223	
K0+007		2,378	9,934	9,563		33	-7	9,563	100033	99993	9,563	

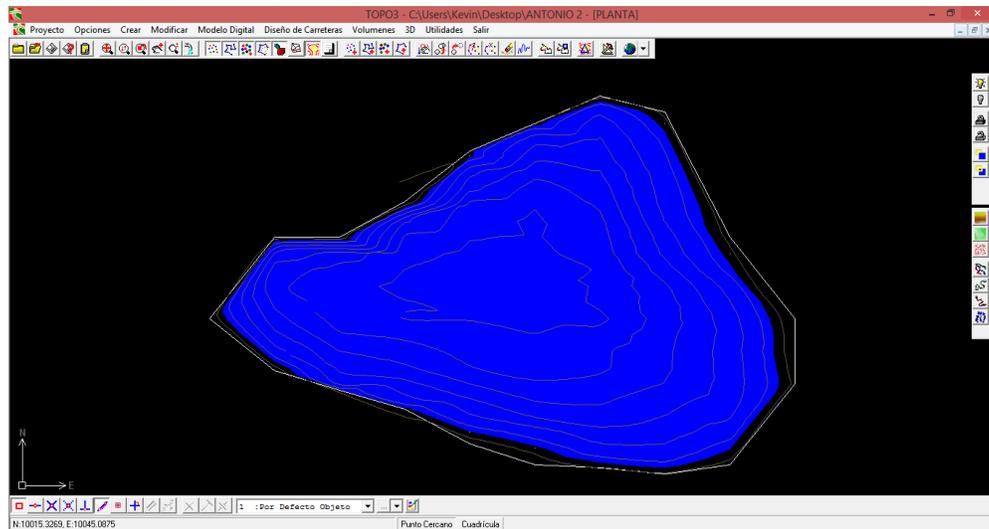
Reservorio en la finca de la Mama de Noeli

Mama de Noeli				X	Y	Z	ESTE	NORTE	COTA
Absisa	V(+)	V(-)	Desnivel	Observacion					
BM	2,359		12,359	se asume un BM con altitud de 10 metros					
A		2,423	9,936	0	0	9,936	100000	100000	9,936
B		2,562	9,797	21,4	0	9,797	100021,4	100000	9,797
				separacion entre paralelas =3m					
F1									
K0+000		2,751	9,608	1,3	0	9,608	100001,3	100000	9,608
k0+001		2,568	9,791	1,3	-1	9,791	100001,3	99999	9,791
k0+002		2,586	9,773	1,3	-2	9,773	100001,3	99998	9,773
k0+003,7		2,454	9,905	1,3	-3,7	9,905	100001,3	99996,3	9,905
F2									
K0+001		2,828	9,531	1,3	1	9,531	100001,3	100001	9,531
K0+002		2,734	9,625	1,3	2	9,625	100001,3	100002	9,625
K0+003		2,717	9,642	1,3	3	9,642	100001,3	100003	9,642
K0+004,5		2,451	9,908	1,3	4,5	9,908	100001,3	100004,5	9,908
F3									
k0+000		3,691	8,668	4,3	0	8,668	100004,3	100000	8,668
k0+001		3,578	8,781	4,3	-1	8,781	100004,3	99999	8,781
k0+002		3,367	8,992	4,3	-2	8,992	100004,3	99998	8,992
k0+003		3,324	9,035	4,3	-3	9,035	100004,3	99997	9,035
k0+004		3,132	9,227	4,3	-4	9,227	100004,3	99996	9,227
k0+005		2,843	9,516	4,3	-5	9,516	100004,3	99995	9,516
k0+005,7		2,439	9,92	4,3	-5,7	9,92	100004,3	99994,3	9,92
F4									
k0+001		3,629	8,73	4,3	1	8,73	100004,3	100001	8,73
k0+002		3,557	8,802	4,3	2	8,802	100004,3	100002	8,802
k0+003		3,546	8,813	4,3	3	8,813	100004,3	100003	8,813
k0+004		3,382	8,977	4,3	4	8,977	100004,3	100004	8,977
k0+005		2,725	9,634	4,3	5	9,634	100004,3	100005	9,634
k0+005,6		2,441	9,918	4,3	5,6	9,918	100004,3	100005,6	9,918
F5									
K0+000		3,918	8,441	7,3	0	8,441	100007,3	100000	8,441
K0+001		3,876	8,483	7,3	-1	8,483	100007,3	99999	8,483
K0+002		3,823	8,536	7,3	-2	8,536	100007,3	99998	8,536
K0+003		3,787	8,572	7,3	-3	8,572	100007,3	99997	8,572
K0+004		3,697	8,662	7,3	-4	8,662	100007,3	99996	8,662
K0+005		3,027	9,332	7,3	-5	9,332	100007,3	99995	9,332
K0+005,7		2,478	9,881	7,3	-5,7	9,881	100007,3	99994,3	9,881

F6											
K0+001		3,894	8,465		7,3	1	8,465	100007,3	100001	8,465	
K0+002		3,819	8,54		7,3	2	8,54	100007,3	100002	8,54	
K0+003		3,828	8,531		7,3	3	8,531	100007,3	100003	8,531	
K0+004		3,684	8,675		7,3	4	8,675	100007,3	100004	8,675	
K0+005		3,362	8,997		7,3	5	8,997	100007,3	100005	8,997	
K0+006		2,414	9,945		7,3	6	9,945	100007,3	100006	9,945	
F7											
K0+000		3,784	8,575		10,3	0	8,575	100010,3	100000	8,575	
K0+001		3,711	8,648		10,3	-1	8,648	100010,3	99999	8,648	
K0+002		3,718	8,641		10,3	-2	8,641	100010,3	99998	8,641	
K0+003		3,726	8,633		10,3	-3	8,633	100010,3	99997	8,633	
K0+004		3,533	8,826		10,3	-4	8,826	100010,3	99996	8,826	
K0+005		2,905	9,454		10,3	-5	9,454	100010,3	99995	9,454	
K0+005,5		2,462	9,897		10,3	-5,5	9,897	100010,3	99994,5	9,897	
F8											
K0+001		3,726	8,633		10,3	1	8,633	100010,3	100001	8,633	
K0+002		3,794	8,565		10,3	2	8,565	100010,3	100002	8,565	
K0+003		3,726	8,633		10,3	3	8,633	100010,3	100003	8,633	
K0+004		3,556	8,803		10,3	4	8,803	100010,3	100004	8,803	
K0+005		3,362	8,997		10,3	5	8,997	100010,3	100005	8,997	
K0+006,1		2,414	9,945		10,3	6,1	9,945	100010,3	100006,1	9,945	
F9											
K0+000		3,634	8,725		13,3	0	8,725	100013,3	100000	8,725	
K0+001		3,634	8,725		13,3	-1	8,725	100013,3	99999	8,725	
K0+002		3,569	8,79		13,3	-2	8,79	100013,3	99998	8,79	
K0+003		3,484	8,875		13,3	-3	8,875	100013,3	99997	8,875	
K0+004		3,311	9,048		13,3	-4	9,048	100013,3	99996	9,048	
K0+005		2,447	9,912		13,3	-5	9,912	100013,3	99995	9,912	
F10											
K0+001		3,648	8,711		13,3	1	8,711	100013,3	100001	8,711	
K0+002		3,661	8,698		13,3	2	8,698	100013,3	100002	8,698	
K0+003		3,346	9,013		13,3	3	9,013	100013,3	100003	9,013	
K0+004		2,778	9,581		13,3	4	9,581	100013,3	100004	9,581	
K0+005		2,517	9,842		13,3	5	9,842	100013,3	100005	9,842	
K0+005,5		2,531	9,828		13,3	5,5	9,828	100013,3	100005,5	9,828	
K0+006,7		2,531	9,828		13,3	6,7	9,828	100013,3	100006,7	9,828	
F11											
K0+000		3,414	8,945		16,3	0	8,945	100016,3	100000	8,945	
K0+001		3,486	8,873		16,3	-1	8,873	100016,3	99999	8,873	
K0+002		3,298	9,061		16,3	-2	9,061	100016,3	99998	9,061	
K0+003		3,185	9,174		16,3	-3	9,174	100016,3	99997	9,174	
K0+004		3,008	9,351		16,3	-4	9,351	100016,3	99996	9,351	
K0+005		2,794	9,565		16,3	-5	9,565	100016,3	99995	9,565	
K0+005,8		2,444	9,915		16,3	-5,8	9,915	100016,3	99994,2	9,915	
F12											
K0+001		2,494	9,865		16,3	1	9,865	100016,3	100001	9,865	
K0+002		3,189	9,17		16,3	2	9,17	100016,3	100002	9,17	
F13											
K0+000		2,688	9,671		19,3	0	9,671	100019,3	100000	9,671	
K0+001,5		2,693	9,666		19,3	-1,5	9,666	100019,3	99998,5	9,666	
K0+002,5		2,688	9,671		19,3	-2,5	9,671	100019,3	99997,5	9,671	
K0+003		2,561	9,798		19,3	-3	9,798	100019,3	99997	9,798	
K0+004		2,55	9,809		19,3	-4	9,809	100019,3	99996	9,809	
K0+005		2,538	9,821		19,3	-5	9,821	100019,3	99995	9,821	
K0+006,15		2,456	9,903		19,3	-6,15	9,903	100019,3	99993,85	9,903	
F14											
K0+001		2,754	9,605		19,3	1	9,605	100019,3	100001	9,605	
K0+002		2,697	9,662		19,3	2	9,662	100019,3	100002	9,662	
K0+003		2,613	9,746		19,3	3	9,746	100019,3	100003	9,746	

Anexo G. volúmenes de Reservorios

Villa Camila reservorio 2.



Cota de Inundación (m) : 9.8

Area Inundada (m2) : 505.02

Volumen del Embalse (m3) : 365.07 Ver Area Inundada

CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

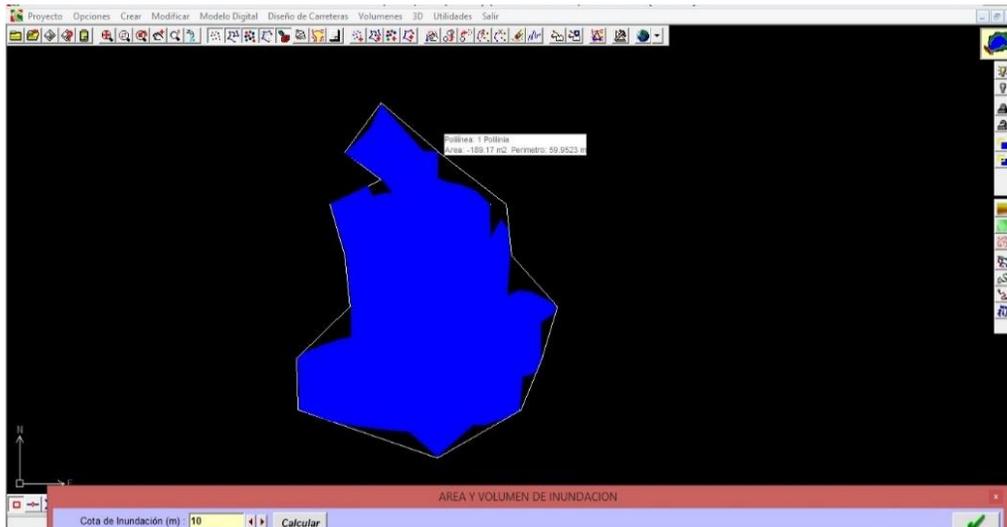
Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 9

Paso (m) : 1

4

Villa Camila reservorio 1.



Cota de Inundación (m) : 10 Calcular

Area Inundada (m2) : 169.24

Volumen del Embalse (m3) : 111.60 Ver Area Inundada

CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

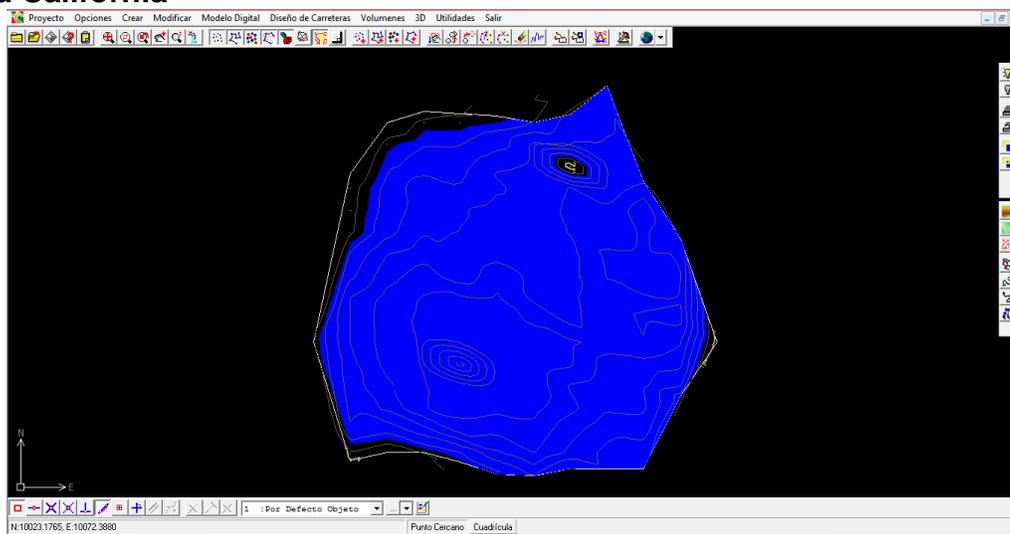
Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 11

Paso (m) : 1 Generar Curva Característica

Cota Inundación (m)	Area (m2)	Volumen (m3)
8.00	0.00	0.00
9.00	32.31	2.09
10.00	169.24	111.60
11.00	169.15	285.77

Finca California



Cota de Inundación (m) : 9.7 Calcular

Area Inundada (m2) : 2,037.69

Volumen del Embalse (m3) : 1,217.89 Ver Area Inundada

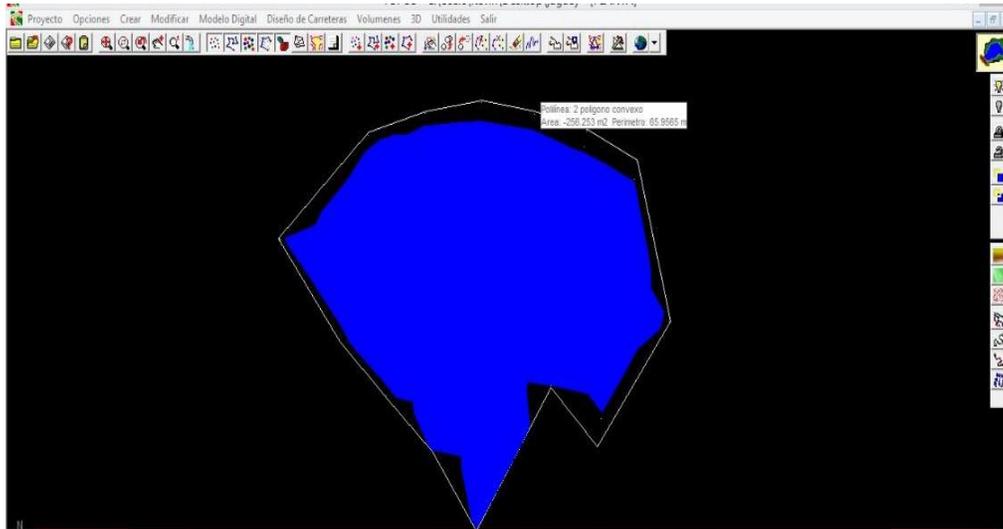
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 10

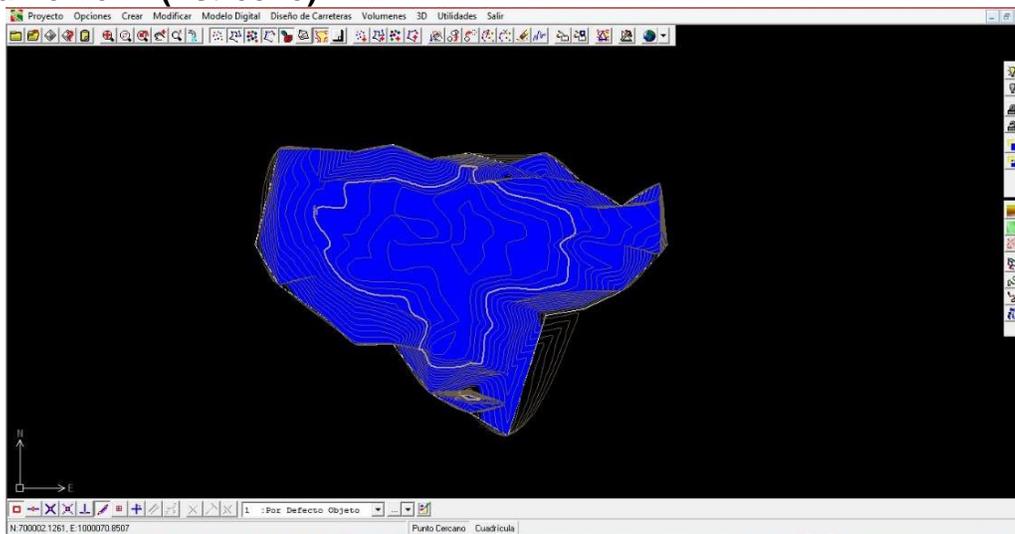
Paso (m) : 0.4 Generar Curva Característica

Cristian Chacón



Cota de Inundación (m) :	583.9	<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="→"/>	<input type="button" value="Calcular"/>
Area Inundada (m2) :	220.01			
Volumen del Embalse (m3) :	124.85	<input checked="" type="checkbox"/> Ver Area Inundada		
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE				
Cota de Inundación Inicial (m) :	582			
Cota de Inundación Final (m) :	584			
Paso (m) :	1	<input type="button" value="Generar Curva Característica"/>		

Finca Porvenir (Estrecho)



Cota de Inundación (m) : 607.5

Area Inundada (m2) : 1,199.06

Volumen del Embalse (m3) : 2,536.53 Ver Area Inundada

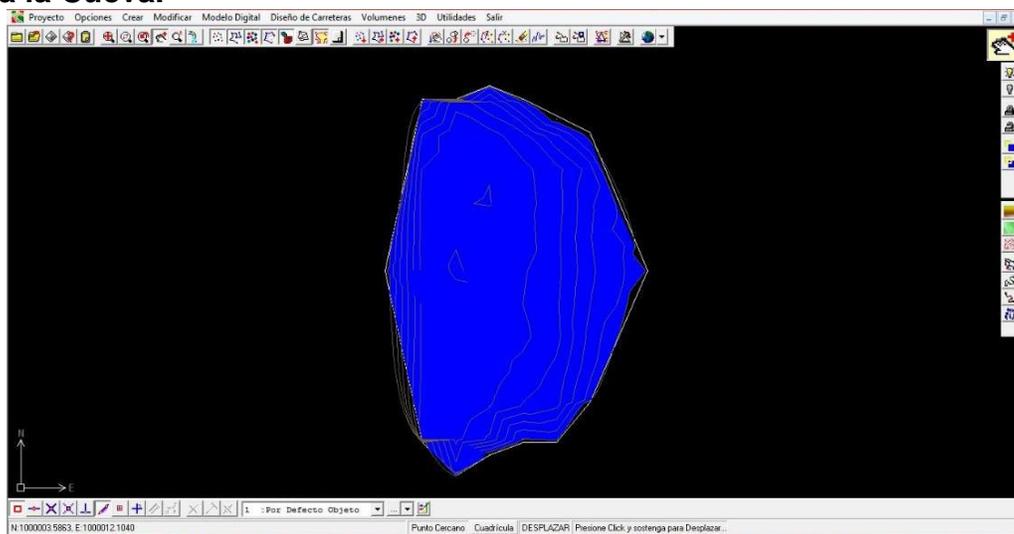
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 604

Cota de Inundación Final (m) : 607

Paso (m) : 1

Finca la Cueva.



Cota de Inundación (m) : 9.8

Area Inundada (m2) : 61.86

Volumen del Embalse (m3) : 49.01 Ver Area Inundada

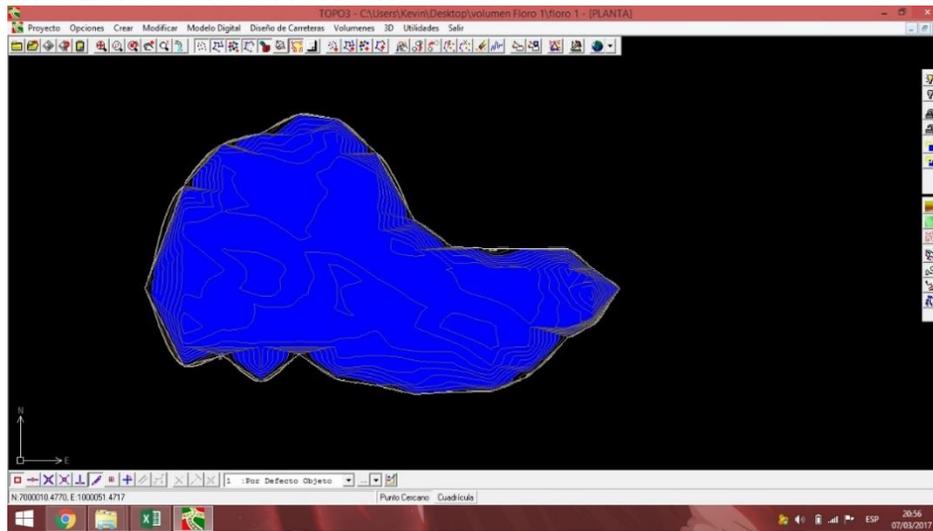
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 9.8

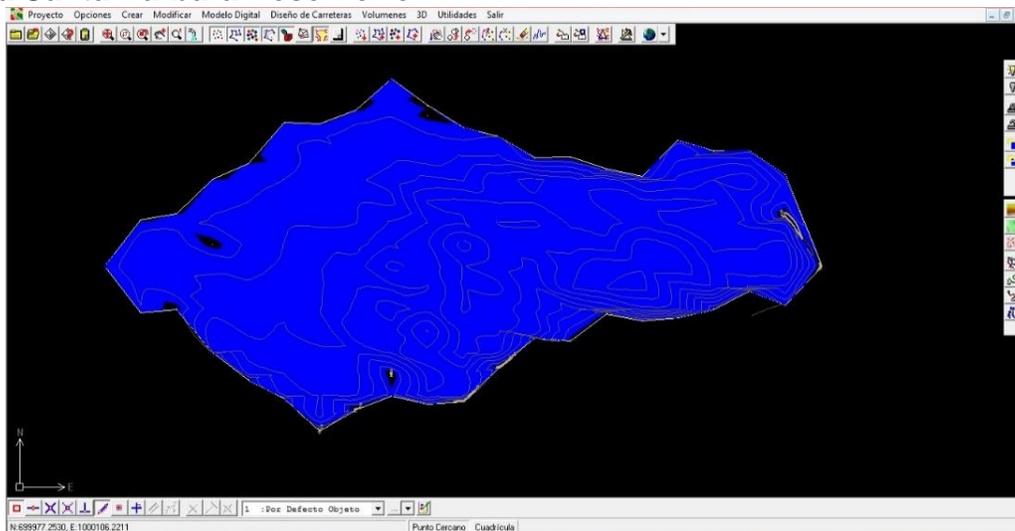
Paso (m) : 0.2

Finca Santa Bárbara reservorio 1.



Cota de Inundación (m):	9.8	Calcular
Area Inundada (m2):	832.55	
Volumen del Embalse (m3):	503.31	<input checked="" type="checkbox"/> Ver Area Inundada
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE		
Cota de Inundación Inicial (m):	8	Generar Curva Característica
Cota de Inundación Final (m):	10	
Paso (m):	1	

Finca Santa Barbara Reservorio 2.



Cota de Inundación (m) : 9.9

Area Inundada (m2) : 2,632.08

Volumen del Embalse (m3) : 1,479.76 Ver Area I

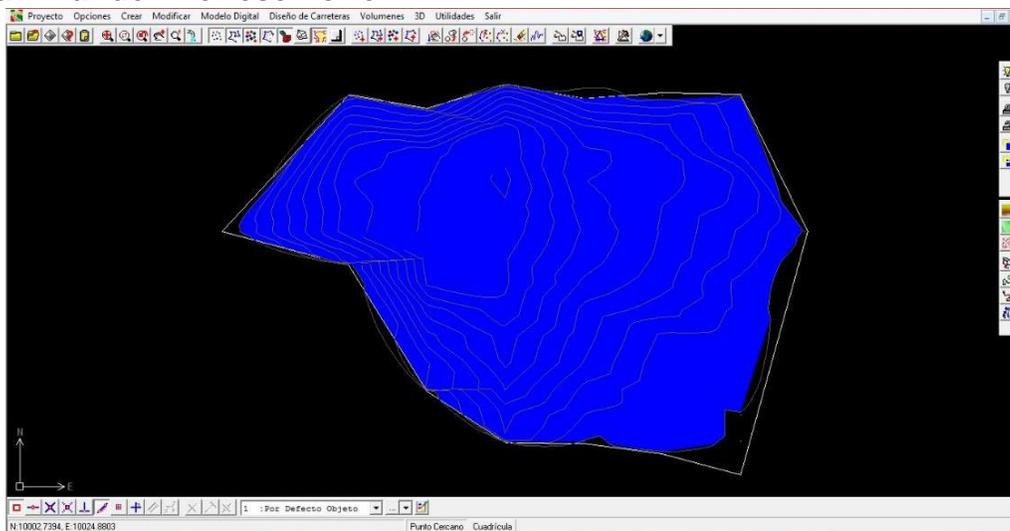
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 10

Paso (m) : 0.5

Finca Pinar del Rio reservorio 1.



Cota de Inundación (m) : 9.4

Area Inundada (m2) : 208.63

Volumen del Embalse (m3) : 162.08 Ver Area Inu

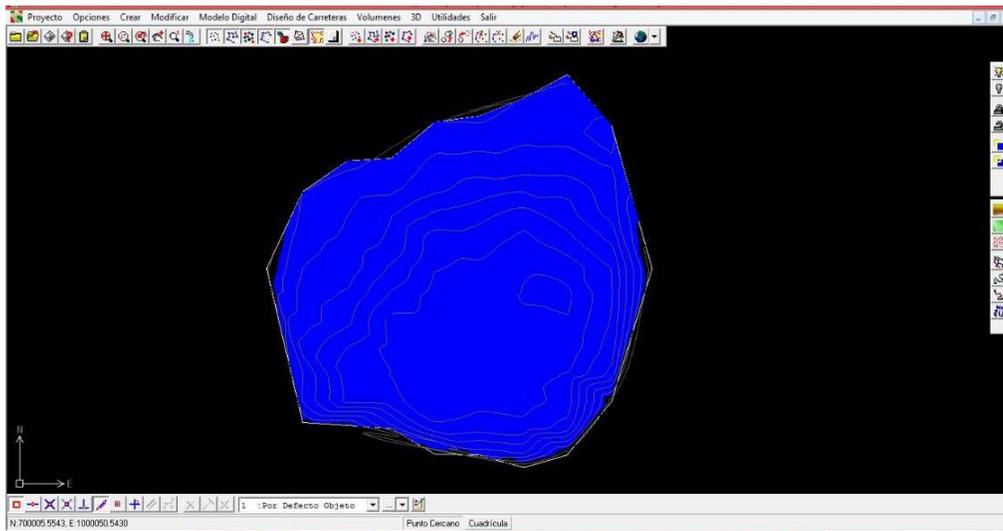
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 7

Cota de Inundación Final (m) : 10

Paso (m) : 0.2

Pinar del Rio reservorio 2.



Cota de Inundación (m) : 9.7

Area Inundada (m2) : 1,351.40

Volumen del Embalse (m3) : 956.89 Ver Area

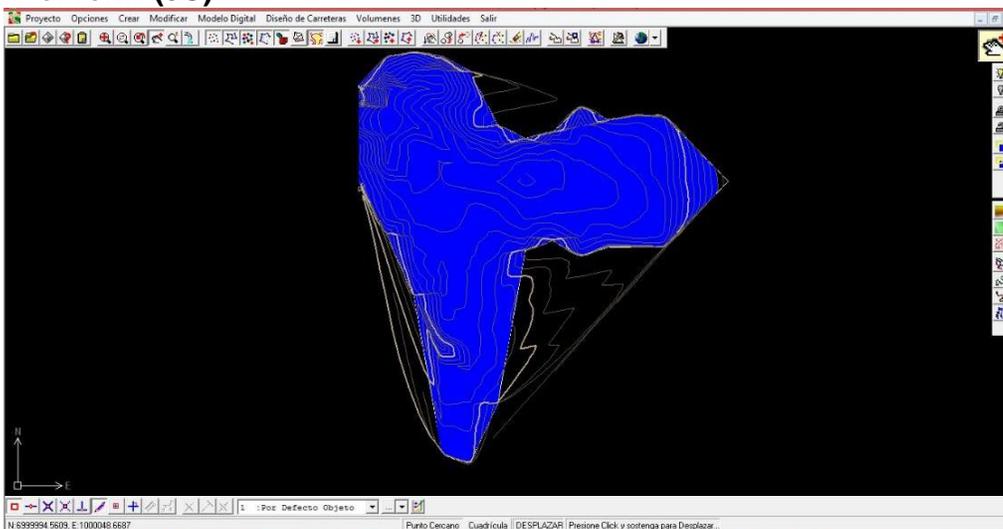
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) : 8

Cota de Inundación Final (m) : 10

Paso (m) : 0.5

Finca Porvenir (JS)



Cota de Inundación (m) :

Area Inundada (m2) :

Volumen del Embalse (m3) : Ver Area Inundada

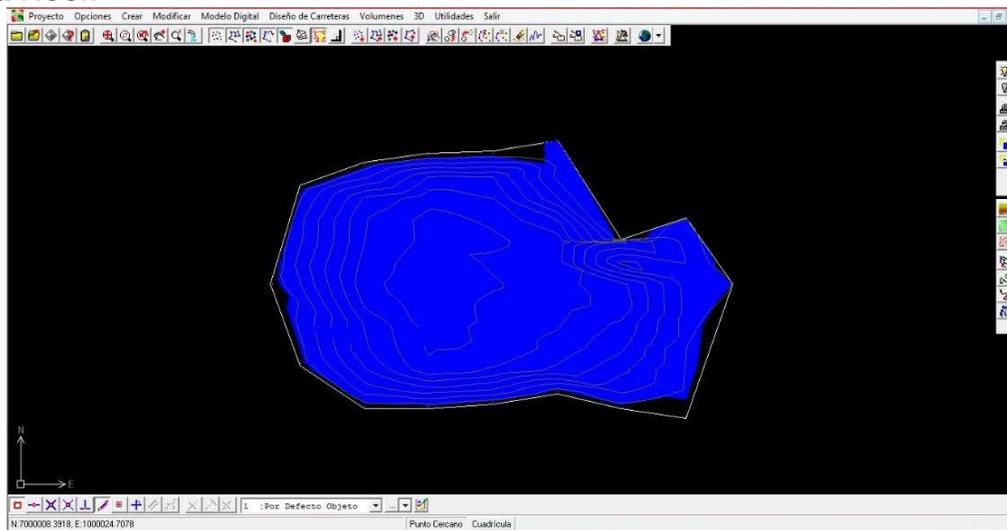
CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) :

Cota de Inundación Final (m) :

Paso (m) :

Finca Noeli



Cota de Inundación (m) :

Area Inundada (m2) :

Volumen del Embalse (m3) : Ver Area Inundada

CURVA CARACTERISTICA DEL EMBALSE

Cota de Inundación Inicial (m) :

Cota de Inundación Final (m) :

Paso (m) :

Anexo H. Datos de los balances hídricos de los reservorios

Villa Camila reservorio 1.

Villa Camila Reservorio 1		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Antonio 1		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia		185,8	224,2	298,5	320,6	251,4	94,2	57,8	53,0	105,6	374,6	440,4	333,9
PI		13,7	16,6	22,1	23,7	18,6	7,0	4,3	3,9	7,8	27,7	32,6	24,7
El		11,3	11,7	14,5	15,6	17,7	18,3	19,0	18,3	15,3	13,1	10,4	10,3
evaporacion		7,8	8,1	10,0	10,8	12,2	12,6	13,1	12,6	10,6	9,0	7,2	7,1
infiltracion		68,1	61,5	68,1	65,9	68,1	65,9	68,1	68,1	65,9	68,1	65,9	68,1
Entradas		199,5	240,8	320,5	344,3	270,0	101,1	62,1	56,9	113,4	402,3	472,9	358,6
salidas		75,9	69,6	78,1	76,7	80,3	78,5	81,3	80,7	76,5	77,1	73,1	75,2
evtp (mm)		66,76	69,12	85,77	92,22	104,93	108,16	112,71	108,28	90,57	77,34	61,56	60,71
Pp (mm)		81,3	98,1	130,6	140,3	110	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1
Area inundada m2		169											
coeficiente de escorrentia		0,54											
Area de escorrentia		4232											
velocidad de infiltracion (mm/d)		0,013											
humedad m^3		123,6	171,2	242,4	267,7	189,6	22,6	-19,2	-23,8	36,9	325,1	399,9	283,4
deficit m^3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2	23,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Asl m^3		111	111	111	111	111	111	92	68	105	111	111	111
esceso m^3		123,6	171,2	242,4	267,7	189,6	22,6	0,0	0,0	36,9	325,1	399,9	283,4

Villa Camila reservorio 2.

Villa Camila reservorio 2		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Escorrentia		99,7	120,3	160,2	172,1	134,9	50,5	31,0	28,5	56,7	201,0	236,3	179,2
Precipitacion		41,1	49,5	66,0	70,9	55,6	20,8	12,8	11,7	23,3	82,8	97,3	73,8
Evapotranspiracion		33,7	34,9	43,3	46,6	53,0	54,6	56,9	54,7	45,7	39,1	31,1	30,7
Evaporacion		23,3	24,1	29,9	32,1	36,6	37,7	39,3	37,7	31,6	26,9	21,5	21,2
Infiltracion		62,6	56,6	62,6	60,6	62,6	60,6	62,6	62,6	60,6	62,6	60,6	62,6
Entradas		140,8	169,8	226,1	242,9	190,4	71,3	43,8	40,2	80,0	283,8	333,6	252,9
Salidas		85,9	80,6	92,5	92,7	99,2	98,3	101,9	100,4	92,2	89,6	82,1	83,8
evtp (mm)		66,8	69,1	85,8	92,2	104,9	108,2	112,7	108,3	90,6	77,3	61,6	60,7
Pp (mm)		81,3	98,1	130,6	140,3	110,0	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1
Area inundada m2		505,0											
volumen del reservorio		365,0											
coeficiente de escorrentia		0,5											
area de escorrentia		2271,0											
velocidad de infiltracion (m)	0,004												
humedad		54,9	89,2	133,6	150,2	91,3	-27,0	-58,1	-60,2	-12,2	194,2	251,6	169,2
deficit		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	58,1	60,2	12,2	0,0	0,0	0,0
Asl		365	365,0	365,0	365,0	365,0	338,0	280,0	219,8	207,6	365,0	365,0	365,0
esceso		54,9	89,2	133,6	150,2	91,3	0,0	0,0	0,0	0,0	194,2	251,6	169,2

La Cueva.

La Cueva													
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
escorrentia													
entrada	5,0	6,0	8,0	8,6	6,7	2,5	1,5	1,4	2,8	10,0	11,8	8,9	
Evapotrans	4,1	4,2	5,2	5,6	6,4	6,6	6,9	6,6	5,5	4,7	3,8	3,7	
evaporacion	3,9	4,0	5,0	5,4	6,1	6,3	6,6	6,3	5,3	4,5	3,6	3,6	
evtp (mm)	66,8	69,1	85,8	92,2	104,9	108,2	112,7	108,3	90,6	77,3	61,6	60,7	
Pp (mm)	81,3	98,1	130,6	140,3	110,0	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1	
Area inundada m2	61,0												
volumen del reservorio	49,0												
humedad	1,0	1,9	2,9	3,2	0,6	-3,8	-5,1	-4,9	-2,5	5,5	8,1	5,4	
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	5,1	4,9	2,5	0,0	0,0	0,0	
Asl	49	49,0	49,0	49,0	49,0	45,2	40,1	35,2	32,7	38,2	46,3	49,0	
esceso	1,0	1,9	2,9	3,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	8,1	5,4	

Santa Bárbara reservorio 1.

Santa Barbara reservorio 1													
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
escorrentia													
PI	67,6	81,6	108,7	116,7	91,5	34,3	21,0	19,3	38,4	136,4	160,3	121,6	
EI	55,5	57,5	71,4	76,7	87,3	90,0	93,8	90,1	75,4	64,3	51,2	50,5	
evaporacion	38,3	39,7	49,2	52,9	60,2	62,1	64,7	62,2	52,0	44,4	35,3	34,9	
evtp (mm)	66,8	69,1	85,8	92,2	104,9	108,2	112,7	108,3	90,6	77,3	61,6	60,7	
Pp (mm)	81,3	98,1	130,6	140,3	110,0	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1	
Area inundada m2	832,0												
volumen del reservorio	503,0												
coeficiente de infiltracion	0,5												
Area de escorrentia	2764,0												
humedad	29,3	41,9	59,4	63,8	31,3	-27,8	-43,7	-42,9	-13,6	92,0	125,0	86,7	
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,8	43,7	42,9	13,6	0,0	0,0	0,0	
Asl	503	503,0	503,0	503,0	503,0	475,2	431,5	388,7	375,1	467,1	503,0	503,0	
esceso	29,3	41,9	59,4	63,8	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	92,0	125,0	86,7	

Santa Bárbara 2.

Santa Barbara reservorio 2													
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
escorrentia													
PI	214,0	258,2	343,7	369,3	289,5	108,4	66,6	61,1	121,6	431,4	507,2	384,5	
EI	175,7	181,9	225,7	242,7	276,2	284,7	296,7	285,0	238,4	203,6	162,0	159,8	
evaporacion	121,2	125,5	155,8	167,5	190,6	196,4	204,7	196,6	164,5	140,5	111,8	110,3	
evtp (mm)	66,8	69,1	85,8	92,2	104,9	108,2	112,7	108,3	90,6	77,3	61,6	60,7	
Pp (mm)	81,3	98,1	130,6	140,3	110,0	41,2	25,3	23,2	46,2	163,9	192,7	146,1	
Area inundada m2	2632,0												
volumen del reservorio	1479,0												
coeficiente de infiltracion	0,5												
Area de escorrentia	2764,0												
humedad	92,7	132,7	188,0	201,8	99,0	-88,0	-138,1	-135,6	-42,9	290,9	395,4	274,3	
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88,0	138,1	135,6	42,9	0,0	0,0	0,0	
Asl	1479	1479,0	1479,0	1479,0	1479,0	1391,0	1252,9	1117,3	1074,4	1365,4	1479,0	1479,0	
esceso	92,7	132,7	188,0	201,8	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0	290,9	395,4	274,3	

Pinar del Rio reservorio 1.

Pinar del Rio reservorio 1	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia	80,5	70,5	87,0	108,9	87,4	30,7	21,6	23,4	58,9	140,3	167,6	123,1
PI	21,6	18,9	23,3	29,2	23,5	8,2	5,8	6,3	15,8	37,6	45,0	33,0
EI	16,8	17,9	21,7	23,3	26,2	26,0	29,0	30,1	25,7	21,0	16,2	15,4
evaporacion	11,6	12,3	14,9	16,0	18,1	18,0	20,0	20,7	17,7	14,5	11,2	10,6
infiltracion	60,3	54,4	60,3	58,3	60,3	58,3	60,3	60,3	58,3	60,3	58,3	60,3
Entradas	102,2	89,5	110,3	138,1	110,9	38,9	27,4	29,7	74,7	178,0	212,6	156,1
salidas	71,9	66,8	75,2	74,4	78,3	76,3	80,3	81,0	76,0	74,8	69,5	70,9
evtp (mm)	80,82	86,04	104,12	111,79	125,77	125,17	139,43	144,53	123,34	100,96	77,77	73,96
Pp (mm)	103,9	91	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76	181	216,2	158,8
Area inundada m2	208											
volumen del reservorio	162											
coeficiente de escorrentia	0,76											
Area de escorrentia	1020											
velocidad de infiltracion (mm/c)	0,012											
humedad m^3	30,3	22,7	35,1	63,8	32,6	-37,3	-52,8	-51,3	-1,3	103,2	143,1	85,3
deficit m^3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,3	52,8	51,3	1,3	0,0	0,0	0,0
Asl m^3	162	162	162	162	162	125	72	20	19	122	162	162
esceso m^3	30,3	22,7	35,1	63,8	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	103,2	143,1	85,3

Pinar del Rio reservorio 2.

Pinar del Rio reservorio 2	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia												
PI	140,4	122,9	151,6	189,8	152,4	53,5	37,7	40,8	102,7	244,5	292,1	214,5
EI	109,2	116,2	140,7	151,0	169,9	169,1	188,4	195,3	166,6	136,4	105,1	99,9
evaporacion	75,3	80,2	97,1	104,2	117,2	116,7	130,0	134,7	115,0	94,1	72,5	68,9
evtp (mm)	80,8	86,0	104,1	111,8	125,8	125,2	139,4	144,5	123,3	101,0	77,8	74,0
Pp (mm)	103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76,0	181,0	216,2	158,8
Area inundada m2	1351,0											
volumen del reservorio	956,0											
coeficiente de infiltracion	0,5											
Area de escorrentia	2764,0											
humedad	65,0	6,7	10,9	38,8	-17,5	-115,6	-150,7	-154,5	-64,0	108,1	187,0	114,6
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	115,6	150,7	154,5	64,0	0,0	0,0	0,0
Asl	956	956,0	956,0	956,0	938,5	822,9	672,2	517,7	453,8	561,9	748,9	863,6
esceso	65,0	6,7	10,9	38,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,1	187,0	114,6

Porvenir (JS)

Porvenir (JS)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia												
PI	80,4	70,4	86,8	108,7	87,3	30,7	21,6	23,4	58,8	140,1	167,3	122,9
El	62,6	66,6	80,6	86,5	97,3	96,9	107,9	111,9	95,5	78,1	60,2	57,2
evtp (mm)	80,8	86,0	104,1	111,8	125,8	125,2	139,4	144,5	123,3	101,0	77,8	74,0
Pp (mm)	103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76,0	181,0	216,2	158,8
Area inundada m2	774,0											
volumen del reservorio	1382,0											
coeficiente de infiltracion	0,5											
Area de escorrentia	2764,0											
humedad	17,9	3,8	6,3	22,2	-10,0	-66,2	-86,3	-88,5	-36,6	62,0	107,1	65,7
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	66,2	86,3	88,5	36,6	0,0	0,0	0,0
Asl	1382	1382,0	1382,0	1382,0	1372,0	1305,7	1219,4	1130,9	1094,3	1156,2	1263,4	1329,0
esceso	17,9	3,8	6,3	22,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0	107,1	65,7

Noelí

Noelí	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia	26,4	23,1	28,5	35,7	28,6	10,1	7,1	7,7	19,3	45,9	54,9	40,3
PI	20,2	17,7	21,8	27,3	21,9	7,7	5,4	5,9	14,7	35,1	41,9	30,8
El	15,7	16,7	20,2	21,7	24,4	24,3	27,0	28,0	23,9	19,6	15,1	14,3
evaporacion	10,8	11,5	13,9	15,0	16,8	16,8	18,7	19,3	16,5	13,5	10,4	9,9
infiltracion	26,0	23,5	26,0	25,2	26,0	25,2	26,0	26,0	25,2	26,0	25,2	26,0
Entradas	46,5	40,7	50,2	62,9	50,5	17,7	12,5	13,5	34,0	81,1	96,8	71,1
salidas	36,9	35,0	40,0	40,2	42,9	42,0	44,7	45,4	41,7	39,6	35,6	35,9
evtp (mm)	80,82	86,04	104,12	111,79	125,77	125,17	139,43	144,53	123,34	100,96	77,77	73,96
Pp (mm)	103,9	91	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76	181	216,2	158,8
Area inundada m2	194											
volumen del reservorio	140											
coeficiente de escorrentia	0,54											
Area de escorrentia	470											
velocidad in	0,006											
humedad m^3	9,7	5,7	10,3	22,8	7,6	-24,2	-32,2	-31,9	-7,7	41,5	61,2	35,2
deficit m^3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,2	32,2	31,9	7,7	0,0	0,0	0,0
Asl m^3	140	140,0	140,0	140,0	140,0	115,8	83,6	51,7	44,0	85,5	140,0	140,0
esceso m^3	9,7	5,7	10,3	22,8	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	41,5	61,2	35,2

California

California	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia												
PI	211,6	185,4	228,6	286,2	229,8	80,7	56,8	61,5	154,8	368,7	440,4	323,5
EI	164,6	175,3	212,1	227,7	256,2	255,0	284,0	294,4	251,2	205,7	158,4	150,7
evtp (mm)	80,8	86,0	104,1	111,8	125,8	125,2	139,4	144,5	123,3	101,0	77,8	74,0
Pp (mm)	103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76,0	181,0	216,2	158,8
Area inundada m2	2037,0											
volumen del reservorio	1217,0											
coeficiente de infiltracion	0,5											
Area de escorrentia	2764,0											
humedad	47,0	10,1	16,5	58,5	-26,4	-174,3	-227,2	-232,9	-96,4	163,0	282,0	172,8
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	26,4	174,3	227,2	232,9	96,4	0,0	0,0	0,0
Asl	1217	1217,0	1217,0	1217,0	1190,6	1016,3	789,1	556,2	459,8	622,8	904,8	1077,6
exceso	47,0	10,1	16,5	58,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	163,0	282,0	172,8

El Paraiso

El Paraiso	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia												
PI	22,9	20,0	24,7	30,9	24,8	8,7	6,1	6,6	16,7	39,8	47,6	34,9
EI	17,8	18,9	22,9	24,6	27,7	27,5	30,7	31,8	27,1	22,2	17,1	16,3
evtp (mm)	80,8	86,0	104,1	111,8	125,8	125,2	139,4	144,5	123,3	101,0	77,8	74,0
Pp (mm)	103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76,0	181,0	216,2	158,8
Area inundada m2	220,0											
volumen del reservorio	124,0											
coeficiente de infiltracion	0,5											
Area de escorrentia	2764,0											
humedad	5,1	1,1	1,8	6,3	-2,9	-18,8	-24,5	-25,2	-10,4	17,6	30,5	18,7
deficit	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	18,8	24,5	25,2	10,4	0,0	0,0	0,0
Asl	124	124,0	124,0	124,0	121,1	102,3	77,8	52,6	42,2	59,8	90,3	108,9
exceso	5,1	1,1	1,8	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6	30,5	18,7

Porvenir (Estrecho)

Porvenir (estrecho)		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
flujo		enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
escorrentia		37,4	32,7	40,3	50,5	40,6	14,2	10,0	10,9	27,3	65,1	77,7	57,1
PI		124,7	109,2	134,6	168,6	135,4	47,5	33,5	36,2	91,2	217,2	259,4	190,6
EI		97,0	103,2	124,9	134,1	150,9	150,2	167,3	173,4	148,0	121,2	93,3	88,8
Evaporacion		66,9	71,2	86,2	92,6	104,1	103,6	115,4	119,7	102,1	83,6	64,4	61,2
infiltracion		70,7	63,8	70,7	68,4	70,7	68,4	70,7	70,7	68,4	70,7	68,4	70,7
Entradas		162,0	141,9	175,0	219,1	175,9	61,8	43,5	47,1	118,5	282,3	337,2	247,7
Salidas		137,6	135,1	156,9	161,0	174,8	172,0	186,1	190,4	170,5	154,3	132,8	131,9
evtp (mm)		80,8	86,0	104,1	111,8	125,8	125,2	139,4	144,5	123,3	101,0	77,8	74,0
Pp (mm)		103,9	91,0	112,2	140,5	112,8	39,6	27,9	30,2	76,0	181,0	216,2	158,8
Area inundada m2		1200,0											
volumen del reservorio		2536,0											
coeficiente de infiltracion		0,9											
Area de escorrentia		404,0											
velocidad de infiltracion (mm/d)	0,0019												
humedad		24,4	6,8	18,1	58,2	1,1	-110,3	-142,6	-143,3	-52,0	128,0	204,4	115,7
deficit		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	110,3	142,6	143,3	52,0	0,0	0,0	0,0
Asl	2536	2536,0	2536,0	2536,0	2536,0	2536,0	2425,7	2283,1	2139,8	2087,9	2215,9	2420,2	2536,0
exceso		24,4	6,8	18,1	58,2	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	128,0	204,4	115,7

Anexo I. Datos fisicoquímicos

Datos DBO5

DBO5	Prueba 1	%remocion	Prueba 2	%remocion	Prueba 3	% remocion	valores promedio	% remocion
Villa Cristina								
Entrada	856,6		779,0		339,0		658,2	
Elefante	216,6	74,7	269,0	65,5	99,0	70,8	194,9	70,3
Pará	336,6	60,7	219,0	71,9	169,0	50,1	241,5	60,9
Mombasa	186,6	78,2	269,0	65,5	179,0	47,2	211,5	63,6
Aleman	176,6	79,4	299,0	61,6	139,0	59,0	204,9	66,7
Testigo	256,6	70,0	329,0	57,8	179,0	47,2	254,9	58,3
La Virginia								
Entrada	636,6		879,0		419,0		644,9	
Elefante	196,6	69,1	259,0	70,5	119,0	71,6	191,5	70,4
Pará	376,6	40,8	219,0	75,1	229,0	45,3	274,9	53,8
Mombasa	126,6	80,1	329,0	62,6	39,0	90,7	164,9	77,8
Aleman	436,6	31,4	319,0	63,7	39,0	90,7	264,9	47,6
Testigo	376,6	40,8	299,0	66,0	37,0	91,2	237,5	66,0

DQO

DQO	Prueba 1	%remocion	Prueba 2	%remocion	Prueba 3	% remocion	valores promedio	Remocion promedio
JUAN CHAMORRO								
Entrada	123,0		779,0		238,0		300,7	
Elefante	72,0	41,5	269,0	65,5	175,0	26,5	113,7	44,5
Pará	122,0	0,8	219,0	71,9	173,0	27,3	113,7	33,3
Mombasa	79,0	35,8	269,0	65,5	321,0	-34,9	116,0	22,1
Aleman	139,0	-13,0	299,0	61,6	188,0	21,0	146,0	23,2
Testigo	106,0	13,8	329,0	57,8	149,0	37,4	145,0	36,3
AMALFI MOSQUERA								
Entrada	254,0		879,0		474,0		535,7	
Elefante	158,0	37,8	259,0	70,5	146,0	69,2	187,7	59,2
Pará	101,0	60,2	219,0	75,1	86,0	81,9	135,3	72,4
Mombaza	121,0	52,4	329,0	62,6	60,0	87,3	170,0	67,4
Aleman	98,0	61,4	319,0	63,7	49,0	89,7	155,3	71,6
Testigo	70,0	72,4	299,0	66,0	109,0	77,0	159,3	71,8

SST

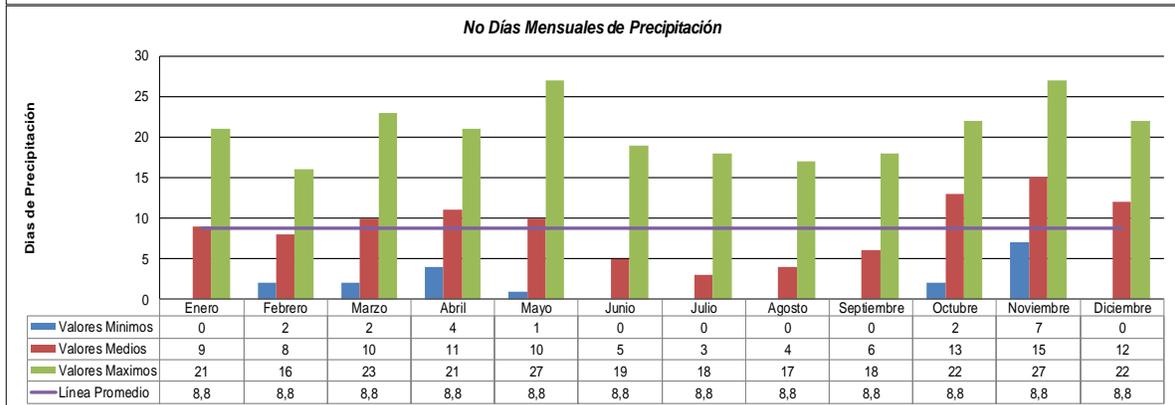
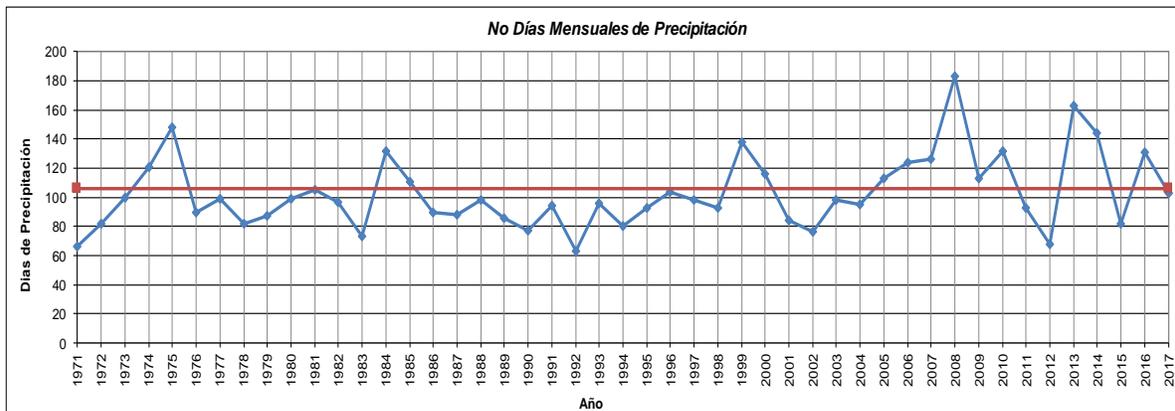
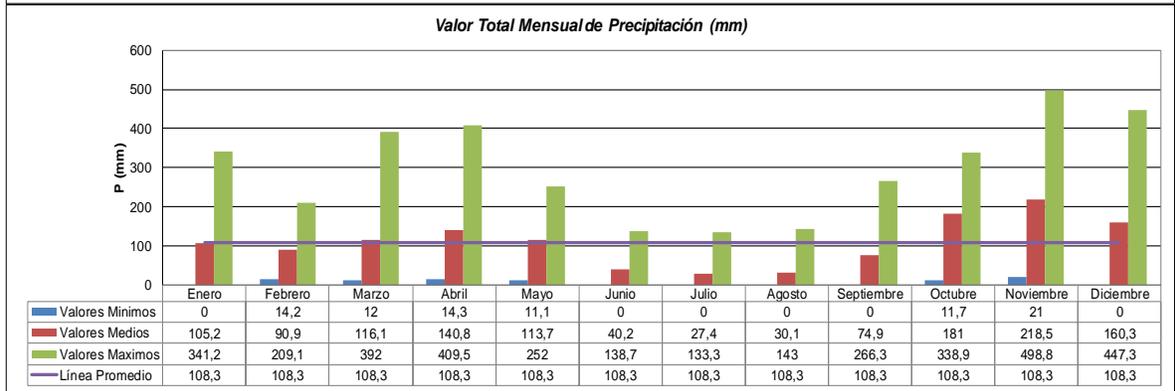
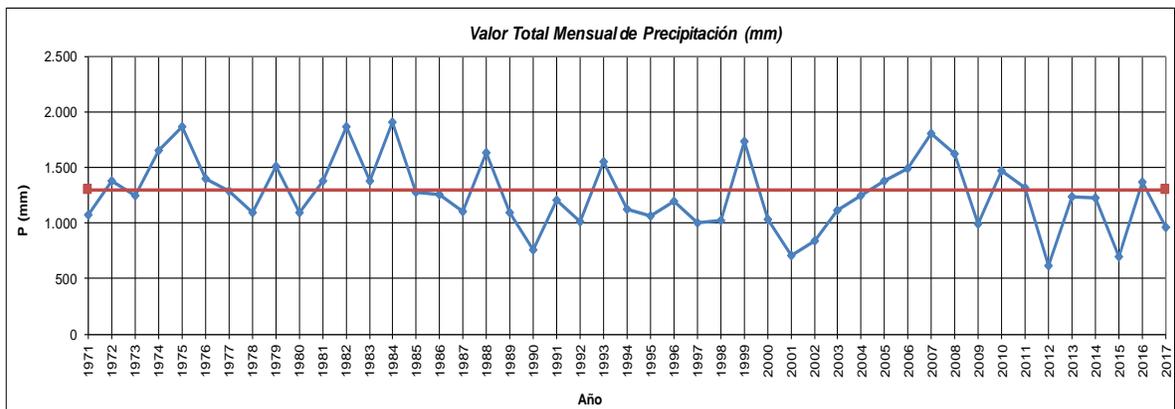
SST	Prueba 1	%remocion	Prueba 2	%remocion	Prueba 3	% remocion	valores promedio	Remocion promedio
JUAN CHAMORRO			>750					
Entrada	264,0		750,0		152,0		338,0	
Elefante	77,0	70,8	65,0	91,3	65,0	57,2	47,3	73,1
Pará	119,0	54,9	67,0	91,1	64,0	57,9	62,0	68,0
Mombasa	157,0	40,5	66,0	91,2	159,0	-4,6	74,3	42,4
Aleman	107,0	59,5	70,0	90,7	53,0	65,1	59,0	71,8
Testigo	118,0	55,3	67,0	91,1	68,0	55,3	61,7	67,2
AMALFI MOSQUERA								
Entrada	288,0		567,0		197,0		350,7	
Elefante	213,0	26,0	93,0	83,6	74,0	62,4	126,7	57,4
Pará	46,0	84,0	80,0	85,9	81,0	58,9	69,0	76,3
Mombaza	163,0	43,4	38,0	93,3	39,0	80,2	80,0	72,3
Aleman	195,0	32,3	118,0	79,2	56,0	71,6	123,0	61,0
Testigo	219,0	24,0	138,0	75,7	76,0	61,4	144,3	53,7

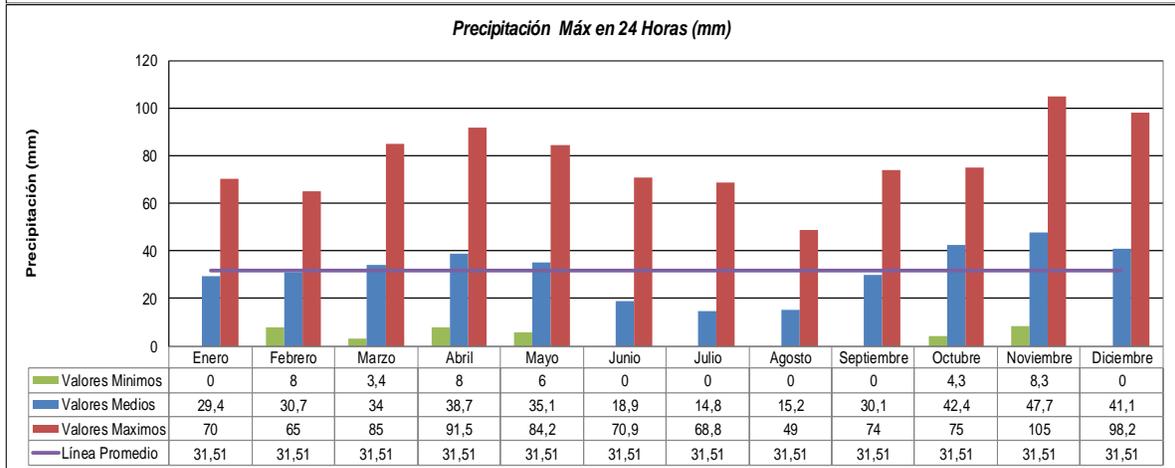
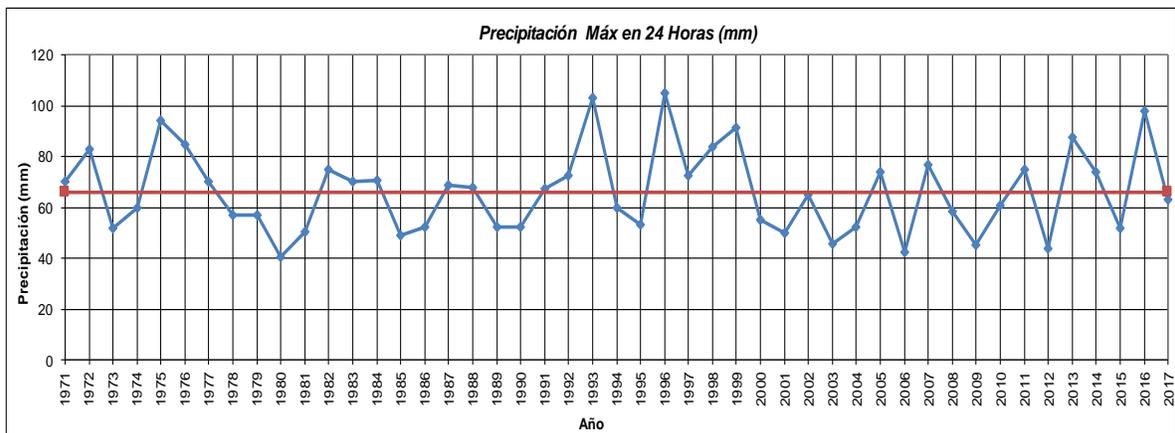
pH

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	valores promedio
JUAN CHAMORRO				
Entrada	6,7	7,9	6,9	7,2
Elefante	6,6	6,4	7,4	6,8
Pará	6,3	6,4	6,4	6,4
Mombasa	6,4	6,4	7	6,6
Aleman	6,5	6,4	7,2	6,7
Testigo	6,5	6,5	6,6	6,5
AMALFI MOSQUERA				
Entrada	6,9	7,2	7,1	7,1
Elefante	6,4	6,9	6,6	6,6
Pará	6,7	6,7	6,5	6,6
Mombaza	6,6	6,6	6,4	6,5
Aleman	6,5	6,7	6,5	6,6
Testigo	6,6	6,9	6,6	6,7

Anexo J. Gráficos análisis datos meteorológicos

Estación	El Estrecho			
Municipio:	Patía			
Coordenadas:	01° 58' N	77° 06' W		
		720 msnm		
#	Año	Ptotal mm	# días	Pmáx 24 horas mm / 24 h
1	1971	1075	66	70
2	1972	1373	82	83
3	1973	1248	100	52
4	1974	1651	121	60
5	1975	1865	148	94
6	1976	1401	90	85
7	1977	1288	99	70
8	1978	1089	82	57
9	1979	1512	87	57
10	1980	1095,8	99	40,6
11	1981	1375,4	105	50,5
12	1982	1868,5	97	75
13	1983	1376,6	73	70
14	1984	1908,1	132	70,9
15	1985	1276,2	111	49
16	1986	1254,4	90	52,2
17	1987	1106,6	88	68,8
18	1988	1633,7	98	68,1
19	1989	1091,6	86	52,5
20	1990	754,1	77	52,3
21	1991	1200,9	94	67,6
22	1992	1016,9	63	72,8
23	1993	1551,6	96	103,2
24	1994	1127,6	80	60
25	1995	1065	93	53,2
26	1996	1194,5	104	105
27	1997	1001,9	98	72,5
28	1998	1025,3	93	84
29	1999	1729,1	138	91,5
30	2000	1028	116	55
31	2001	702,1	84	50
32	2002	843,9	76	65
33	2003	1112,8	98	46
34	2004	1244,8	95	52,2
35	2005	1381	113	74
36	2006	1491,1	124	42,5
37	2007	1803,1	126	77
38	2008	1621,2	183	58,6
39	2009	986,9	113	45,4
40	2010	1471,9	132	60,7
41	2011	1319,8	93	75
42	2012	614	68	43,8
43	2013	1240,6	163	87,4
44	2014	1221,9	144	74,2
45	2015	694,3	82	52
46	2016	1363,2	131	98,2
47	2017	962,5	103	63,3
Promedio:		1.260,8	102,9	66,1
Desviación estandar		661	53,9	34,7
Coefficiente de variación		0,52	0,52	0,52





Estación	Gja Exp Univ Nariño			
Municipio:	Mercaderes			
Coordenadas:	01° 54' N	77° 11' W		
	580 msnm			
#	Año	Ptotal mm	# días	Pmáx 24 horas mm / 24 h
1	1992	513	21	50
2	1993	1049,2	96	72
3	1994	877,7	96	57
4	1995	1417,8	131	70
5	1996	1089,2	106	55
6	1997	783,5	88	53
7	1998	1100,7	100	58
8	1999	1758,1	157	123
9	2000	1179,3	101	57
10	2001	1185,2	89	65
11	2002	1228,4	90	65
12	2003	1198,8	97	95
13	2004	1273,5	86	60
14	2005	704	65	47
15	2006	1312,6	100	68
16	2007	1477,2	148	51
17	2008	1464,5	188	83
18	2009	941,6	116	44,8
19	2010	1462,3	125	66,7
20	2011	1442,1	173	65
21	2012	923,7	137	46,5
22	2013	1164	133	53,3
23	2014	1063,2	140	95,5
24	2015	787,4	76	47,6
25	2016	502	54	45,9
Promedio:		1.116,0	108,5	63,8
Desviación estandar		550,8	54,9	31,6
Coeficiente de variación		0,49	0,51	0,5

