

**DISEÑO HIDRÁULICO DISTRITO DE RIEGO DE PEQUEÑA ESCALA
PACARNI, “USOPACARNI”, MPIO TESALIA-DPTO HUILA**

**WILMAR ANCIZAR RIVERA VARGAS
ERIKA ROCIO OVALLE CAMACHO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIEROS AGRICOLAS**

**Director
MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Ing. Agrícola – Especialista en Ingeniería de Irrigación**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA – HUILA
2014**

Nota de Aceptación

Jurado

Jurado

Director

DEDICATORIA

Hoy Culmino una etapa muy importante en mi vida, una etapa donde experimente muchas emociones, donde compartí muchas vivencias, por todo esto, quiero primero que todo agradecer y también dedicar este logro que alcance a Dios por haber iluminado mi camino con la suficiente sabiduría para poder afrontar cada uno de los retos y obstáculos que de una u otra forma querían opacar mi vida, a mis padres por haberme apoyado incondicionalmente económica y moralmente cada vez que fue necesario, pues si no hubiese sido por ellos este gran sueño que un día empezó como una simple ilusión nunca hubiese sido posible, a mi hermana que a pesar de que aun esta muy niña me apoya y tengo la certeza de que siempre lo hará, también quiero agradecerle a mis cuatro abuelos que siempre estuvieron prestos a colaborar, cada vez que necesité de sus sabios consejos, y se que aunque mi abuelo ABRAHAM se encuentre en el cielo, siempre va estar aquí con migo porque lo llevo en el corazón. A mi novia y compañera de tesis la "Chiquita Brava" por enseñarme a ver el lado hermoso de la vida.

Al Kinder FUNDISPROS, por todos por su apoyo en el tiempo destinado para la ejecución de este proyecto.

Wilman Rivera

A Dios por permitir que aquello que un día solo era un sueño, hoy culmine de manera satisfactoria.

A mis padres, José y Fátima y a cada uno de mis hermanos, que con su amor y sabiduría me enseñaron que nada es imposible si seguimos el camino correcto, que aunque no es el mas fácil, es que llena de felicidad nuestro futuro.

A mis Tíos maternos y sus familias, por que cuando se presentaron situaciones adversas, me dieron su más sincero apoyo.

A mi Madrina Mercedes y su familia, por acogerme en su hogar y hacerme sentir que era un integrante más.

A Wilmar, por su apoyo incondicional en el desarrollo de este proyecto y por enseñarme que para ser feliz solo bastan los pequeños detalles.

A mis amigos de Universidad y de FUNDISPROS que me acompañaron durante todo este proceso.

Erika Ovalle

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros mas sinceros agradecimientos a:

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, Docente de la facultad de ingeniería, Universidad Surcolombiana, por su conocimiento y experiencia aportado al desarrollo del este proyecto

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO y MIGUEL ANGEL VALENZUELA, Ingenieros Agrícolas, Docentes de la Universidad Surcolombiana , por sus valiosos aportes en la culminación de este proyecto.

FUNDISPROS, por brindarnos la dotación, material e intelectual para el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN -----	11
1. INTRODUCCIÓN -----	12
2. OBJETIVOS -----	13
2.1 OBJETIVO GENERAL -----	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	13
3. REVISIÓN DE LITERATURA -----	14
3.1. DISTRITO DE RIEGO -----	14
3.1.1. Captación o Bocatoma -----	14
3.1.2.1. Consideraciones de Diseño -----	16
3.1.2. Desarenador -----	17
3.1.2.1. Consideraciones de Diseño -----	18
3.1.3. Aducción-----	20
3.1.3. Conducción Principal y Distribución -----	20
3.1.3.1. Condiciones de diseño de la conducción -----	21
3.1.3.1.1. Caudal a conducir. -----	21
3.1.3.1.2. Presiones de Diseño -----	21
3.1.3.1.3. Diseño Hidráulico -----	21
3.1.4. Cámaras de Quiebre de Presión. -----	24
3.1.5. Tomas Prediales.-----	24
4. METODOLOGÍA -----	25
4.1. REVISIÓN DE LITERATURA Y MATERIAL CARTOGRÁFICO DE LA ZONA: -----	25
4.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: -----	25
4.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN: -----	25
4.4. TRABAJO DE CAMPO -----	25
4.4.1 Levantamiento Topográfico:-----	25
4.4.2 Comprobación de suelos:-----	26
4.4.3 Toma de muestra para el análisis Granulométrico:-----	26
4.5. TRABAJO DE OFICINA -----	26
4.5.1. Hidrología:-----	26
4.5.2. Sedimentología:-----	26
4.5.4. Climatología -----	26
4.5.5. Demandas de agua:-----	26
4.5.6. Diseño hidráulico:-----	27
4.5.7. Diseño Sistema de Riego Intrapredial:-----	27
4.5.8. Manual de operaciones:-----	27
4.5.9. Presupuesto:-----	27
5. RESULTADOS -----	28
5.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO -----	28
5.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN -----	29

5.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	32
5.4.	HIDROLOGÍA	33
5.4.	SEDIMENTOLOGÍA	39
5.4.1.	Transporte de sedimentos quebrada El Aguacate	39
5.5.	AGROLOGÍA; COMPROBACIÓN DE SUELOS	40
5.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA	50
5.6.1.	Precipitación	50
5.6.2.	Temperatura	55
5.6.3.	Humedad Relativa	56
5.6.4.	Brillo Solar	56
5.6.5.	Evaporación	57
5.6.6.	Evapotranspiración Potencial	58
5.7.	DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO	61
5.7.1.	Balance Hídrico Agrícola	61
5.7.2.	Balance hídrico agrícola	66
5.8.	DISEÑO DE OBRAS	72
5.8.1.	Diseño Hidráulico de la Captación	72
5.8.2.	Diseño Hidráulico del Desarenador	77
5.8.3.	Diseño Hidráulico de la Red	84
5.8.4.	Diseño hidráulico cámaras de quiebre de presión.	88
5.8.5.	Cajillas para Válvulas y Prediales – Protección de Válvulas	97
5.8.6.	Diseño de Riego Intrapredial	103
6.	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	112
8.	PRESUPUESTO DISEÑO HIDRÁULICO	125
9.	CONCLUSIONES	131
10.	RECOMENDACIONES	133
	Bibliografía	134
ANEXO 1..	RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN	135
ANEXO 2.	DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO	140
ANEXO 3.	GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA	143
ANEXO 4.	REGISTROS METEOROLÓGICOS	145
ANEXO 5.	CUADROS HIDRÁULICOS	151
ANEXO 6.	RESOLUCIÓN DE CONCESIÓN DE AGUAS	165
ANEXO 7.	PLANOS	170

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.	Coeficientes de Rugosidad Típicos	22
Tabla 2.	Ubicación de Usuarios Distrito de Riego Pacarni “USOPACARNI” ..	29
Tabla 3.	Parámetros Morfométricos de la Microcuenca	35
Tabla 4.	Estimación de Caudales Medios para la Microcuenca Quebrada El Aguacate.....	36
Tabla 5.	Estimación de Caudales Máximos para la Microcuenca Quebrada El Aguacate.....	37
Tabla 6.	Estimación de caudales mínimos para la Microcuenca quebrada El Aguacate.....	39
Tabla 7.	Fisiografía y taxonomía de los suelos del área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila	42
Tabla 8.	Sitios de muestreo seleccionados en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila	47
Tabla 9.	Propiedades hidrofísicas del área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila ..	48
Tabla 10.	Resultados de los análisis químicos de suelos en laboratorio en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila.....	49
Tabla 11.	Resultados e interpretación análisis químico de suelos en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila	49
Tabla 12.	Estaciones Meteorológicas Empleadas en la Caracterización Climática del Área de influencia del Proyecto.	50
Tabla 13.	Información Climatológica del Área de Influencia del Distrito	50
Tabla 14.	Índice Pluviométrico Estación Hda San Jose.	52
Tabla 15.	Precipitaciones con probabilidad de Excedencia Estación San José..	54
Tabla 16.	Evapotranspiración Potencial estimada para la Zona de Estudio	59
Tabla 17.	Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio	62
Tabla 18.	Cultivos Planificados en la zona de Estudio	62
Tabla 19.	Módulos de Riego (lt/s-ha) y caudal requerido (lt/s), determinados para los cultivos representativos para el área de estudio, considerando cada Unidad de Suelo	72
Tabla 20.	Características Cámaras de Quiebre	88
Tabla 21.	Dimensiones finales de la Cámara de Quiebre No 1	92
Tabla 22.	Dimensiones finales de la Cámara de Quiebre No 2	96
Tabla 23.	Dimensiones de Cajillas Tipo Válvulas	97

Tabla 24. Ubicación válvulas de lavado.....	97
Tabla 25. Dimensiones de Cajillas Tipo Prediales	99
Tabla 26. Selección de Cajillas Prediales Tipo	100
Tabla 27. Ubicación válvulas Prediales	100
Tabla 28. Referencia Unidades de Riego	103
Tabla 29. Componentes del Kit de Riego	103
Tabla 30. Características Parcelas de Uso Racional del Agua.....	110
Tabla 31. Calculo Lateral Crítico	111
Tabla 32. Componentes del distrito de Riego y sus características generales	112
Tabla 33. Relación Diámetro Espesor (RDE) Para Tuberías de PVC.....	121

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.	Bocatoma de Tipo Lateral.....	16
Figura 2.	Zona que componen el desarenador (Vista en Planta y en Perfil ...	18
Figura 3.	Planta y Corte Longitudinal del Desarenador.....	19
Figura 4.	Localización General del Área del Proyecto.....	28
Figura 5.	Estación Total TOPCON GTS 239W.....	32
Figura 6.	Sitio proyectado para la construcción de la captación.....	34
Figura 7.	Localización General Microcuenca Hidrográfica de la Quebrada El Aguacate.....	35
Figura 8.	Sitio de recolección de muestras de sedimentos de Fondo	40
Figura 9.	Prueba de Infiltración	45
Figura 10.	Calicatas realizadas para descripción de perfiles y recolección de muestras.....	46
Figura 11.	Posible sitio de Bocatoma	73
Figura 12.	Posible sitio de Desarenador	77
Figura 13.	Simulación Hidráulica realizada a la Red de Conducción y Distribución.....	87
Figura 14.	Vista en Planta Cajilla Predial	99
Figura 15.	Vista en Perfil Cajilla Predial	99
Figura 16.	Parcelas Tipo de Uso Racional del Agua.....	109
Figura 17.	Bocatoma Lateral Distrito de Riego Llanos de la Virgen Mpio Altamira Dpto Huila	114
Figura 18.	Desarenador Distrito de Riego Llanos de la Virgen Mpio Altamira Dpto Huila.....	115
Figura 19.	Componentes Válvula delimitadora de Caudal	117
Figura 20.	Operación Válvula delimitadora de Caudal.....	118
Figura 21.	Operación del Aspesor riego móvil.....	119
Figura 22.	Lavado del Desarenador	120
Figura 23.	Filtro de malla	123
Figura 24.	Válvula delimitadora de Caudal.....	123
Figura 25.	Componentes del Riego Intrapredial	124

LISTADO DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Unidades De Suelo Del Área De Estudio Para El Minidistrito De Riego Usopacarni Municipio De Tesalia Departamento Huila	43
Gráfica 2.	Registros Medios Mensuales Multianuales de Precipitación registrados por la Estación Hda San Jose	51
Gráfica 3.	Régimen de Lluvias registrado en la estación San José	52
Gráfica 4.	Valores medios Mensuales Multianuales de Temperatura de la Estación Íquira	55
Gráfica 5.	Valores medios Mensuales Multianuales de Humedad Relativa de la Estación Íquira	56
Gráfica 6.	Valores medios Mensuales Multianuales de Brillo Solar de la Estación Íquira	57
Gráfica 7.	Valores medios Mensuales Multianuales de Evaporación de la Estación Íquira	58

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como finalidad realizar el diseño hidráulico de un distrito de riego a Pequeña Escala con el que se beneficiarían 89 familias de un corregimiento ubicado al Occidente del departamento del Huila en el municipio de Tesalia y reconocido políticamente como Pacarní.

El área de influencia del distrito de riego asciende a las 1146.24 Ha de las cuales 201 Ha de las veredas la Esperanza, Ámbica, Piedragorda, La Florida y los Yuyos serán las beneficiarias directas, en las que se proyectan cultivos de pastos para la explotación de bovinos doble propósito (Carne y Leche) y cultivo de Cacao.

La fuente hídrica considerada para el abastecimiento del distrito es la quebrada el Aguacate sobre la cual la asociación ya cuenta con el permiso de concesión de agua otorgado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM mediante resolución No 1064 del año 2011, por un caudal igual a 100.5 lps.

En la duración de este proyecto se ejecutaron diversos estudios que son de utilidad para el diseño hidráulico de cualquier distrito de riego y que se mencionan a continuación; estudio de comprobación de suelos, topografía, análisis básico hidrológico de la fuente de abastecimiento, análisis climatológico y la determinación de las demandas de agua.

Por último y dando cumplimiento al objetivo establecido para la ejecución de este proyecto se presenta el resultado de cada uno de los estudios realizados y el diseño hidráulico para las obras constituyentes del distrito dentro de las cuales se tienen la bocatoma, el desarenador, la línea de conducción y distribución y el diseño predial en el que se consideraron 5 tipos de parcelas agrupadas así según su área.

El costo parcial del proyecto es de \$ 1,147,437,223, es importante mencionar que como el objetivo de este proyecto es el diseño hidráulico, en el presupuesto no se cuantifican los ítems de obra civil.

1. INTRODUCCIÓN

De las actividades económicas que se desarrollan a nivel mundial una de las que más demanda recursos de agua dulce es la agricultura, utilizando en promedio un 70% de todos los suministros hídricos superficiales (INCODER 2012).

Colombia al ser un país en pleno desarrollo no es la excepción ya que países como el nuestro destinan casi toda el agua disponible en la agricultura (GLEICK, P. Water and conflict, 1993). El IDEAM en su informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos Naturales Renovables en Colombia, estimó que la demanda de agua para el desarrollo de actividades agrícolas en nuestro país asciende a un 54%.

Colombia posee dentro de su territorio un área potencial irrigable de 6.6 millones de hectáreas de las cuales solo 930.000 es decir 14.3% cuentan con riego (MADR, 2010), casi dos tercios de esta área corresponden a proyectos desarrollados por el sector privado y el restante al sector público. La deficiencia en la ampliación de la frontera irrigada en nuestro país se debe principalmente a la falta de institucionalidad sólida y enfocada en el desarrollo de proyectos que incluyan infraestructura de riego para beneficio de la agricultura (MADR, 2010).

El departamento del Huila y según lo establecido por la Secretaria de Agricultura, presenta un potencial de área irrigable igual a 29.000 ha de las cuales solo un 22% presenta riego.

Considerando lo expuesto y adicionándole el acelerado crecimiento poblacional y el fenómeno del calentamiento global que hace que tanto las épocas de invierno como las verano se intensifiquen, se requiere la implementación de una estrategia integral del manejo del recurso agua que permita mejorar las condiciones productivas de la región agro de nuestro departamento y de nuestro país, dentro de estas estrategias los entes gubernamentales establecen políticas en las que no solo se buscan la ampliación del área irrigada sino también el fortalecimiento y la rehabilitación de distritos que actualmente operan.

Siendo consecuentes con lo mencionado, en el occidente del departamento del Huila específicamente en el municipio de Tesalia surge la necesidad del establecimiento de un distrito de riego para adelantar actividades agrícolas en la totalidad del año, razón por la cual en el presente proyecto de grado se presenta el diseño hidráulico para el Distrito de Riego de Pequeña Escala Pacarni. "Usopacarni", con el que se busca beneficiar a 89 familias de vocación agrícola con un área de 201 Ha.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño Hidráulico para el Distrito de Adecuación de Tierras de Pequeña Escala Pacarní "USOPACARNI", localizado en el municipio de Tesalia en el Departamento del Huila.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las series de suelos en el área de estudio, para realizar la respectiva descripción de perfiles y los análisis físicos.
- Analizar la disponibilidad de agua en la quebrada el Aguacate, y verificar su utilidad como fuente de abastecimiento para el distrito de riego.
- Elaborar el análisis climatológico en la zona y utilizar dicha información para calcular el módulo de riego.
- Realizar los diseños hidráulicos necesarios, para el óptimo funcionamiento del distrito.
- Simular la red hidráulica (nodos de caudal), con el software EPANET, para la eficiente combinación de diámetros y RDE, que garantice a cada usuario el caudal y la presión necesaria.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. DISTRITO DE RIEGO

La ley 41 de 1993 define en su artículo 4 a un distrito de riego como “*La delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego*”. Los distritos de riego se clasifican según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural (MADR) según su tamaño tal y como se muestra a continuación:

- Pequeña Escala: Distrito con áreas que van hasta las 500 Hectáreas.
- Mediana Escala: Distritos que oscilan entre las 501 y 5000 Hectáreas.
- Gran Escala: Distritos que cuentan con áreas que van más allá de las 5.000 hectáreas

Los distritos de riego están constituidos por diversas obras hidráulicas y estructurales dentro de las cuales se tienen:

3.1.1. Captación o Bocatoma

Se entiende por captación, la estructura construida para derivar el agua hacia los predios que beneficiará el distrito de riego desde una fuente de agua, ya sea esta natural o artificial. Existen diversos tipos de bocatomas (Lopez, 1995) presenta la siguiente clasificación:

- ***Bocatoma de fondo:*** La bocatoma de fondo como su nombre lo indica presenta una rejilla localizada en la parte superior de una presa, que a su vez se dirige en sentido normal de la corriente (Lopez, 1995), este tipo es muy común en ríos o quebradas de secciones relativamente pequeñas y su ancho puede ser igual o menor que el ancho de la fuente.

En fuentes que presentan un alto porcentaje en arrastre de sedimentos resulta poco ventajoso utilizar una captación de este tipo, debido a que en época de lluvias el material de arrastre se deposita en cercanías al muro y colmata la cámara de derivación.

- ***Bocatoma lateral con bombeo o gravedad***

Ampliamente utilizadas en fuente con secciones y caudales relativamente grandes.

- Toma en Embalses o Lagos

Por medio de una torre de captación que posee gran cantidad de orificios se conduce el agua desde un embalse, reservorio o lago hasta un pozo de succión o una red de conducción y distribución.

- **Estaciones de Bombeo Flotantes o Deslizantes**

Utilizadas para la captación de agua en ríos o embalse en los que la variación en los niveles es muy grande.

Considerando que el Tipo de captación que se diseñará para el distrito de riego es Lateral, esta se abordará con mayor detalle

- **Bocatoma Lateral.**

Este tipo de captación es muy utilizado principalmente en fuentes relativamente pequeñas, en donde la profundidad del cauce no es muy grande. Esta estructura cuenta con un muro transversal a manera de presa que eleva la lámina de agua para que luego esta ingrese mediante una rejilla a la cámara de derivación localizada perpendicularmente al muro.

En el diseño de la captación es necesario considerar información hidrológica relacionada con la ocurrencia de caudales máximos, asegurándose de esta manera en el diseño que la obra no presentará averías causadas en su estructura por fenómenos como crecientes. Adicional, es necesario conocer los caudales mínimos de la fuente esperados para épocas de estiajes, con el fin de garantizar el caudal requerido por el distrito de riego.

La Captación de tipo lateral está constituida por los siguientes elementos

- **Rejilla:** que permitirá el paso del agua retenida por el muro derivador a la cámara de derivación.

(Corcho & Jose, 1993) mencionan que la rejilla se debe diseñar teniendo en cuenta el tamaño del material que se desea retener, el tipo de la rejilla y la forma de limpieza.

- **Muro derivador:** que retiene el agua de la fuente con el fin de asegurar un nivel mínimo y permitir con ello la entrada por la rejilla a la cámara de derivación de caudal con el que se proyectó el diseño de la captación.
- **Cámara de Recolección:** La cámara es por lo general de forma rectangular con muros en concreto reforzado que varía en espesor y altura según el diseño estructural de la misma. Esta tiene la función de conducir finalmente el caudal de diseño a la aducción. En el diseño de

esta cámara es necesario considerar unas dimensiones que permitan el ingreso del fontanero y la realización del mantenimiento.

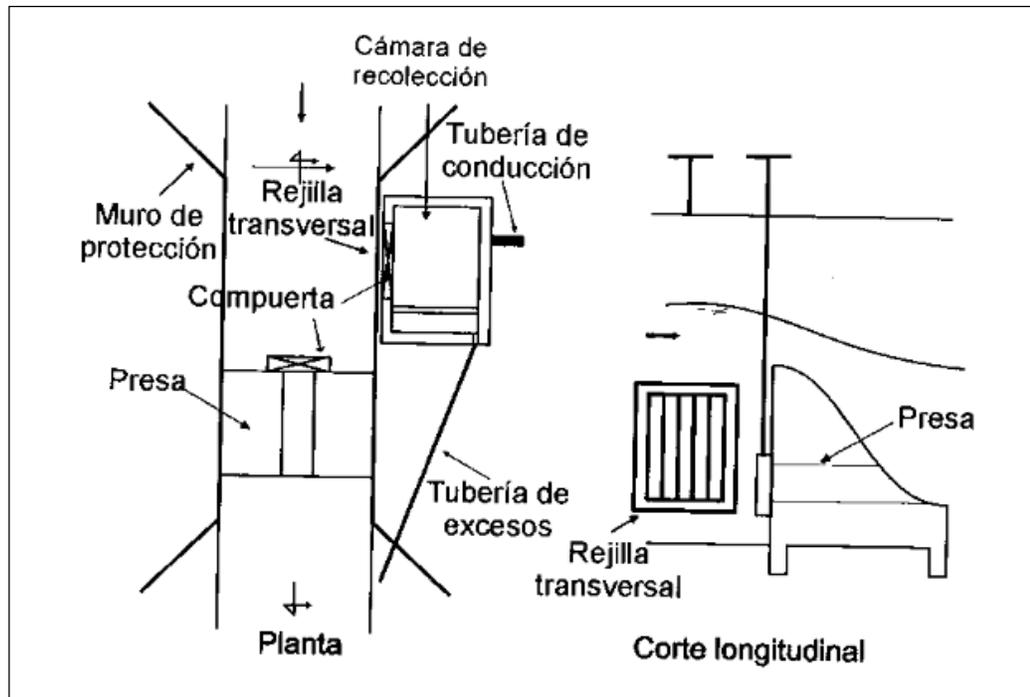


Figura 1. Bocatoma de Tipo Lateral
Fuente: (Lopez, 1995)

- **Tubería de Excesos y Lavado**
- **Muros de Protección:** Útiles para la protección de los taludes de fenómenos como la socavación; su dimensionamiento depende del estudio de estabilidad de los mismos (Lopez, 1995).

3.1.2.1. Consideraciones de Diseño

- **Periodo de diseño:** Considerado este como el periodo de duración o vida útil para el que se diseña la captación; diversos autores recomiendan 25 años con el fin de que la estructura no sea demasiado grande ni los costos de construcción de la misma muy elevados.
- **Caudal de Diseño:** Autores como (Corcho & Jose, 1993) y (Materon, 1997) recomiendan que el caudal para el que se diseña la captación sea 3 veces el caudal requerido; esto aplicable para captaciones de acueductos en los que se prevé futuras ampliaciones. En el caso de

captaciones para distritos de riego se recomiendan que sea dos (2) veces el caudal requerido por el distrito.

- Diseño de la Rejilla: se debe contemplar el tamaño del material que se desea retener, el tipo de rejilla y la forma en la que se planea las labores de limpieza.
- Cámara de derivación: en el dimensionamiento se debe considerar que es necesaria la entrada de una persona para las labores de mantenimiento

3.1.2. Desarenador

Un desarenador hace referencia a un tanque en el que se disminuye la velocidad del agua con el fin de que por acción de la gravedad se sedimenten partículas en suspensión presentes.

El desarenador se divide en varias zonas:

- Cámara de aquietamiento: que como su nombre lo indica y gracias a la ampliación de la sección, se disipa la energía de velocidad que venía de la tubería de llegada (Lopez, 1995).
- Entrada al desarenador: Zona en la que se sedimenta el material o las partículas de mayor tamaño.
- Zona de Sedimentación: Zona en la que se sedimentan las partículas de menor tamaño como arcillas y limos.
- Zona de Lodos: Zona en la que se depositan las partículas sedimentadas para luego ser evacuadas del desarenador por canal de lodos.
- Salida del desarenador: zona en la que se garantiza finalmente que el agua salga con la menor cantidad de sedimentos y se evite con ello la obstrucción o el daño por abrasión en las tuberías.

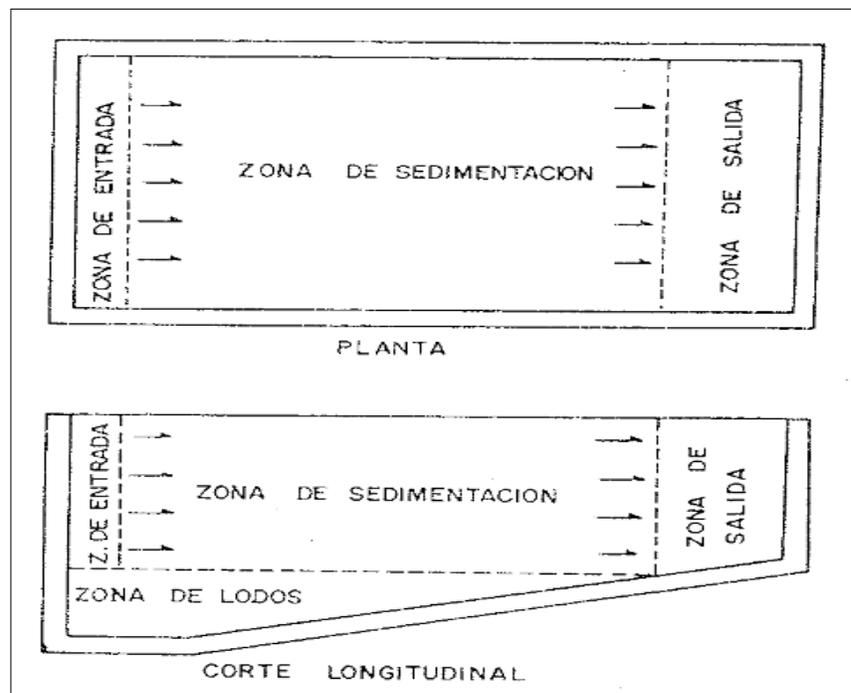


Figura 2. Zona que componen el desarenador (Vista en Planta y en Perfil
Fuente: (Corcho & Jose, 1993)

3.1.2.1. Consideraciones de Diseño

A la hora de diseñar un desarenador es importante tener en cuenta las siguientes especificaciones de diseño.

- **Periodo de Diseño:** El periodo considerado para el diseño del desarenador puede ser el mismo utilizado en la estructura de captación (Lopez, 1995).
- **Caudal de diseño:** El caudal de diseño obedecerá al caudal requerido por el distrito de riego según el área a beneficiar y el módulo de riego derivado de los requerimientos hídricos.
- **Paso Directo:** se recomienda durante el diseño del desarenador considerar una tubería de paso directo reconocida comúnmente como bypass con el fin de no interrumpir el suministro de agua al distrito en caso de alguna emergencia, o cuando se están realizando labores de mantenimiento en la obra.

- **Relación Longitud Ancho:** (Lopez, 1995) Recomienda una relación longitud a ancho (L/B) entre 3/1 y 5/1.
- **Profundidad mínima y Máxima:** se recomienda una profundidad mínima de 1.50 m y máxima de 4.50m (Lopez, 1995).
- **Diámetro crítico de partícula:** (Corcho & Jose, 1993) definen la partícula crítica como aquella que tiene una velocidad de sedimentación tal que si se encuentra a ras con la superficie libre al pasar de la zona de entrada a la zona de sedimentación, llegará al fondo del tanque justo cuando la masa de agua que la transporta pasa de la zona de sedimentación a la zona de salida.

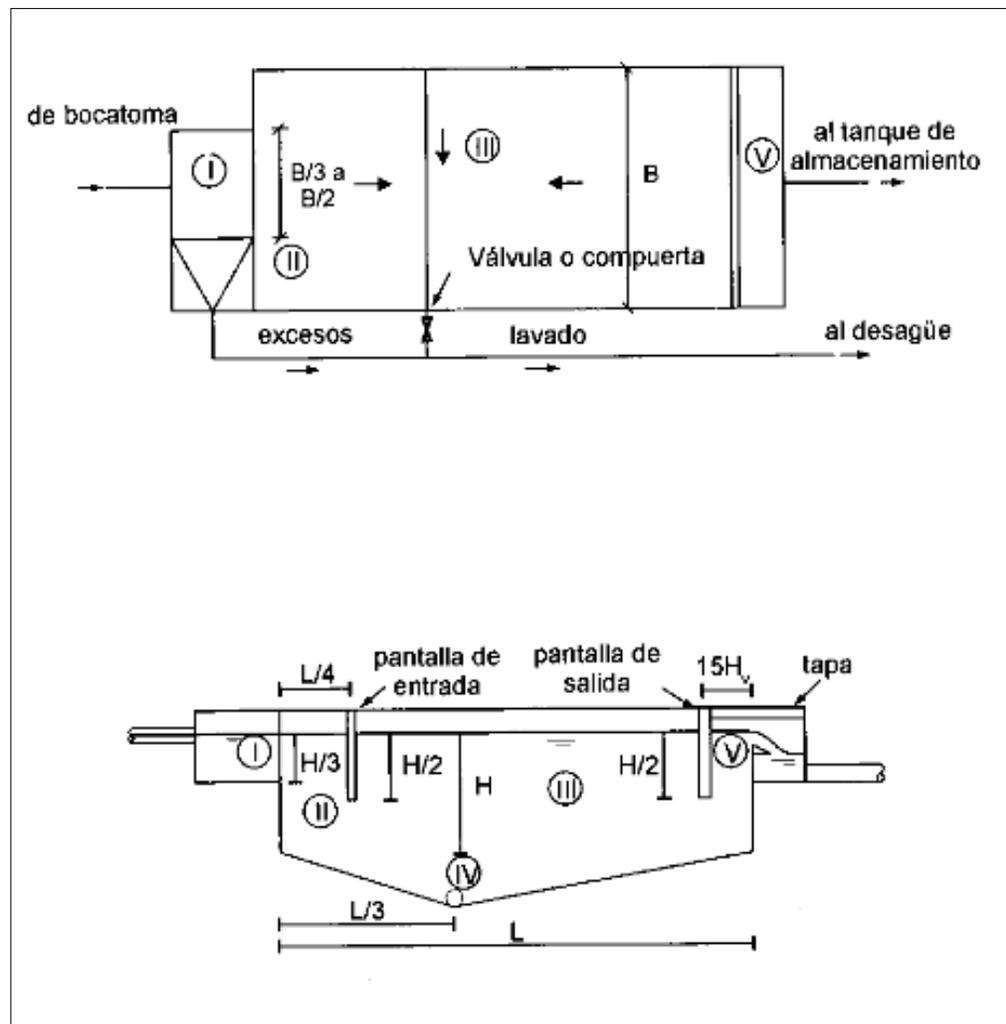


Figura 3. Planta y Corte Longitudinal del Desarenador
Fuente: (Lopez, 1995)

3.1.3. Aducción

La aducción se define como la tubería, canal u cualquier tipo de transporte de agua que conduce el agua captada desde la fuente hasta el desarenador. Existen diversos tipos de aducciones que varían según el material en que se construyen:

- **Conductos Cerrados:** los conductos cerrados pueden ser prefabricados o contruidos en el sitio
- **Conductos abiertos:** Hacen referencia a canales en tierra o canales revestidos.

3.1.3. Conducción Principal y Distribución

La red de conducción principal y distribución de un distrito de riego hace referencia a los diversos implementos que permiten la conducción del agua desde el desarenador hasta las diversas tomas prediales. Dicha conducción puede ser de dos tipos:

- **Conducción Abierta:** En las que se utiliza para el transporte del agua canales contruidos en tierra y que pueden o no estar revestidos. Entre este tipo de conducción se tienen
 - **Canal con Revestimiento en concreto**
 - **Canales con Revestimiento Prefabricado**
 - **Canales en tierra.**
- **Conducción Cerrada:** En este caso la conducción se hace por medio de ductos cerrados (tuberías) que varían en material y diámetros según los requerimientos presentes en el diseño. Existen diversos tipos de tuberías que son de utilidad.
 - **Tubería de PVC**
 - **Tubería de Concreto**
 - **Tubería de polietileno**
 - **Tubería de GRP**
 - **Tubería en Acero**

3.1.3.1. Condiciones de diseño de la conducción

En este apartado se consideraran las condiciones de diseño de la conducción de tipo cerrada y con la presión generada por la variación topográfica presente entre la captación (punto con mayor elevación) y las tomas prediales.

3.1.3.1.1. Caudal a conducir.

El caudal a conducir por la tubería que constituye la demanda total del distrito de riego es decir el caudal necesario para suplir con los requerimientos hídricos en cada una de las parcelas que constituyen el distrito.

3.1.3.1.2. Presiones de Diseño

Al diseñar una línea de conducción que adquiere su presión gracias a la diferencia topográfica entre sus puntos extremos (bocatoma - toma predial), es necesario definir inicialmente la presión de diseño del proyecto, la cual debe ser inferior a la presión de servicio de la tubería (Lopez, 1995).

3.1.3.1.3. Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico permite determinar los diferentes diámetros, RDE, presiones y velocidad que tendrá la línea de conducción principal y distribución.

- **Ecuación de Darcy – Weisbach:** Los ingenieros Henry Darcy y Julius Weisbach desarrollaron un modelo basado en el desarrollo matemático de la física clásica que describe la pérdida de energía de una tubería. La pérdida de energía considerando dicho modelo está dado entonces por la siguiente expresión

$$h_f = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

Donde:

- H_f: Pérdida de energía por fricción.
- f: Factor de Fricción.
- L: Longitud de la Tubería.
- D: Diámetro de la Tubería.
- V: Velocidad Media.

- **Ecuación de Hazen Williams:** A. H. Hazen y G.S Williams con el fin de solucionar la dificultad que existía en el planteamiento de Darcy Weisbach con relación a factor de fricción de Darcy presentaron la

siguiente ecuación empírica para la determinación de las pérdidas por fricción en una tubería.

$$Q = 0,2785CD^{2,63}J^{0,54}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/seg)

C: Coeficiente de Rugosidad de Hazen – Williams, que esta en función principalmente del material de la tubería y de las condiciones en las que se encuentran las paredes del tubo. En la Tabla 1 se presentan valores comunes de C para diverso materiales.

D: Diámetro Interno de la Tubería

J: Pérdida de Carga Unitaria o Pendiente de la Línea de Energía (m/m de Tubería); dicha perdida la define López (1995) como la diferencia de niveles dividida por la longitud real de la conducción

Tabla 1. Coeficientes de Rugosidad Típicos

MATERIAL DE LA TUBERIA	ESTADO	C
Acero Remachado	Nuevo	110
Acero Remachado	Usado	85
Acero Soldado	Nuevo	130
Acero Soldado	Usado	90
Concreto	Buena Terminación	130
Concreto	Terminación Común	120
Asbesto Cemento		140
PVC		150

Fuente: (Lopez, 1995)

- **Pérdidas de Cargas Localizadas**

Pérdidas ocasionadas por los accesorios que se requieren en la instalación de las líneas de conducción principal y distribución. La expresión para estas es:

$$h_f = K \frac{V_1^2}{2g}$$

Donde:

K: Coeficiente de Pérdidas de los Accesorios

V: Velocidad

G: Gravedad

- **Velocidad**

En el diseño de líneas o redes de conducción principal, es necesario e importante considerar las velocidades con las que se transporta el agua en los ductos; Velocidades muy bajas permiten sedimentación en las tuberías

y velocidades mayores pueden ocasionar daños en las mismas. (Lopez, 1995) Recomienda una velocidad mínima de 0.6m/s y como velocidad máxima la recomendada por el fabricante del ducto según su material.

- **Accesorios**

Para la correcta operación de las líneas o redes de conducción y distribución es necesaria la ubicación válvulas entre los cuales se tienen.

Válvulas

Se instalan en los sistemas de riego válvulas de bronce, hierro fundido y acero en diferentes diámetros y para distintas presiones de servicio. Dependiendo del tipo de válvula seleccionando las características de diseño, varían de una a otra como espesor de pared, extremos de las válvulas (roscado, liso, bridado), tipo de obturador (cónico, bola, aleta o mariposa, cortina etc.) asientos, guías, sellos, prensa - estopas, mandos de operación, empaques, etc. Las válvulas van incorporadas a la tubería de conducción, distribución y deben quedar plenamente indicadas en los planos en los puntos finalmente instaladas

- **Válvulas de aire o ventosas:** válvulas que permiten el ingreso y la salida de aire en las tuberías de conducción. (Lopez, 1995) menciona que estas cumplen varias funciones entre las cuales se tienen:
 1. Expeler el aire de dentro de la tubería durante su llenado.
 2. Expulsar el aire que tiende a acumularse en los puntos altos de la conducción.
 3. Admitir aire en el caso de operación de una válvula de lavado que pueda crear presiones negativas en las tuberías.
- **Válvulas de Purga o Lavado:** estas son válvulas ubicadas en los puntos más bajos de la conducción, con el fin de remover periódicamente sedimentos acumulados que producen reducción del área de flujo de la tubería de conducción.
- **Válvulas de Control de Flujo (Corte):** Válvulas que permiten la apertura y el cierre total o parcial de la conducción. Se localizan en diferentes puntos según los requerimientos presentados por el diseñador o por lo menos uno al comienzo de la conducción y al final, y cada 1000 m en tramos rectos.



3.1.4. Cámaras de Quiebre de Presión.

Las cámaras de quiebre de presión son tanques utilizados cuando en la línea de conducción o distribución se requiere modificar la línea piezométrica logrando en los puntos en los que se construye presiones iguales a la presión atmosférica.

Las cámaras de quiebre de presión por lo regular son muy útiles en zonas en las que la topografía es muy escarpada y permiten con su construcción un menor inversión presupuestal en relación con la compra de tubería.

3.1.5. Tomas Prediales.

Las tomas prediales hacen referencia al conjunto de elementos que permiten la regulación de la presión y la delimitación del caudal que se le entregará a cada usuario del distrito, esto con el fin de generar condiciones de igualdad entre los usuarios y una operación funcional del distrito durante todo un día y en la totalidad del año.

Las tomas prediales o también llamadas cajillas prediales están compuestas por tres compartimentos, los cuales se describen a continuación:

Compartimento 1:

Diseñado para la instalación del filtro de malla o de discos encargado de proteger las válvulas reguladoras de presión y delimitadoras de caudal, en este se encuentra también una válvula de cortina en bronce que facilita la limpieza del filtro y el Toma Presión, la manipulación de estos accesorios puede ser realizada por el usuario o el fontanero encargado.

Compartimento Número 2:

Diseñado para la Protección de las Válvulas Reguladoras de Presión y delimitadoras de caudal, A este compartimiento solo tiene acceso el Fontanero Encargado ya que estará provisto de cadena y candado para evitar la manipulación y descalibración del sistema por parte de agentes externos.

Compartimiento Número 3:

En él se encuentran el toma presión, la universal y la conexión para el ala de Riego seleccionada para cada usuario los cuales estarán a disposición del Usuario.

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente proyecto se llevó a cabo la metodología descrita a continuación:

- 4.1. REVISIÓN DE LITERATURA Y MATERIAL CARTOGRÁFICO DE LA ZONA:** se utilizó información del POT del municipio de Tesalia y cartografía del departamento del Huila; adicional se consultaron diversas fuentes relacionadas con el diseño de distritos de riego a pequeña escala y sus elementos constituyentes.
- 4.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:** Se identificó claramente el área de estudio constituida por el área a irrigar y por la cuenca hidrográfica de la fuente abastecedora del distrito.
- 4.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:** Se identificaron los predios a beneficiar obteniéndose información básica como nombre del usuario, área y cultivo a establecer con riego; esto para iniciar los respectivos diseños.
- 4.4. TRABAJO DE CAMPO**
 - 4.4.1 Levantamiento Topográfico:** Se realizó un levantamiento topográfico con estación total Electrónica TOPCON GTS 239W y por el método de la poligonal abierta con el que se identificaron características morfo métricas de la zona y de esta manera se determinó el trazado más adecuado de la tubería de conducción y se localizaron los sitios para la ubicación de

las diferentes obras hidráulicas que constituyen el distrito de riego.

4.4.2 Comprobación de suelos: con el área de influencia establecida y con la ayuda del estudio de suelos del Huila publicado por el IGAC, se identificaron las series de suelos presentes en la zona en las que se ubicaron 3 calicatas y el suelo recolectado fue llevado al laboratorio en donde se del realizaron los respectivos análisis de sus propiedades físicas y químicas (Resultados de Laboratorio suministrado por FUNDISPROS)

4.4.3 Toma de muestra para el análisis Granulométrico: se recolectaron muestras del lecho de la quebrada con la intención de hallar el diámetro de las partículas y la proporción de estas, (limo-arena y arcilla).

4.5. TRABAJO DE OFICINA

4.5.1. Hidrología: Estudio general de hidrología que se realizó con el fin de estimar los caudales máximos de avenida para diversos periodos de retorno que se consideraron en el diseño hidráulico de la obra de captación.

4.5.2. Sedimentología: Con la información suministrada por parte de FUNDISPROS relacionada con el reporte de laboratorio, se Determinó el diámetro de la partícula con el que se realizó el respectivo dimensionamiento hidráulico del desarenador.

4.5.3. Comprobacion de suelos (Agrología)

4.5.4. Climatología: se realizó una caracterización climática de la zona de estudio, considerando los reportes de estaciones meteorológicas operadas por el IDEAM.

4.5.5. Demandas de agua: Con la información derivada del estudio de agrología, en lo relacionado con la determinación por parte del laboratorio de los parámetros de retención de humedad (Capacidad de campo, Punto de Marchitez Permanente y

densidad aparente) y con el cálculo de la evapotranspiración potencial que en conjunto con el K_c de cada cultivo define el uso consumo de los mismos, se procedió determinar las demandas de agua representadas por el módulo de riego a nivel decadal para todo un año, por cada serie de suelo y para cada uno de los cultivos que se proyecta establecer en la zona. Finalmente el módulo de riego se definió considerando la década, la serie de suelo y el cultivo que más uso consumo presentó y el caudal del distrito será el resultado del producto entre el módulo de riego obtenido y el área en hectáreas a regar.

- 4.5.6. Diseño hidráulico:** Se realizó el diseño hidráulico de la captación y el desarenador tomando como punto de partida los estudios previos como lo son el reconocimiento de la zona, la disponibilidad de agua, topografía y sedimentología, para el diseño de la conducción y la distribución se utilizó el software EPANET 2.0 que permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc. utilizando tan solo el interface gráfico. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.
- 4.5.7. Diseño Sistema de Riego Intrapredial:** Teniendo en cuenta los cultivos propuestos por los usuarios, se diseñaron parcelas tipo con sistemas de riego modalidad aspersión mediana.
- 4.5.8. Manual de operaciones:** considerando los diferentes elementos constituyentes del distrito de riego se elaboró un breve manual en el que se detalla la operación del cada uno de ellos con el fin de que el distrito funcione de manera eficiente.
- 4.5.9. Presupuesto:** para finalizar se realizó la cuantificación presupuestal del diseño hidráulico para el distrito de riego.

5. RESULTADOS

5.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Tesalia, 1999, El municipio, más conocido como la capital Taurina del Huila, está localizado en el área suroccidental del departamento del Huila, más exactamente sobre la margen izquierda del Río Grande de la Magdalena, a 95 km de Neiva, por una vía pavimentada en buen estado. Limita al norte con Iquira, al sur con Paicol, al occidente con Nátaga y al sur con Yaguará y Gigante; posee una extensión de 378.02 Km² y se encuentra a una altitud promedio de 840 metros sobre el nivel del mar.

El proyecto se adelantará en las veredas Pacarni, La Esperanza, El Guamal y Piedras Gordas del municipio de Tesalia teniendo como fuente de abastecimiento la quebrada El Aguacate.

El sistema de producción dominante en la zona lo constituye la explotación de bovinos doble propósitos carne y leche, con pastos manejados, naturales y rastrojo; seguido por los cultivos de café, arroz, maíz, cacao y tabaco rubio, pero debido a la frecuentes sequias derivadas del cambio climático y a la inexistencia de infraestructura que pueda dotar de riego los cultivos, con frecuencia se presenta disminución o pérdidas en las cosechas.

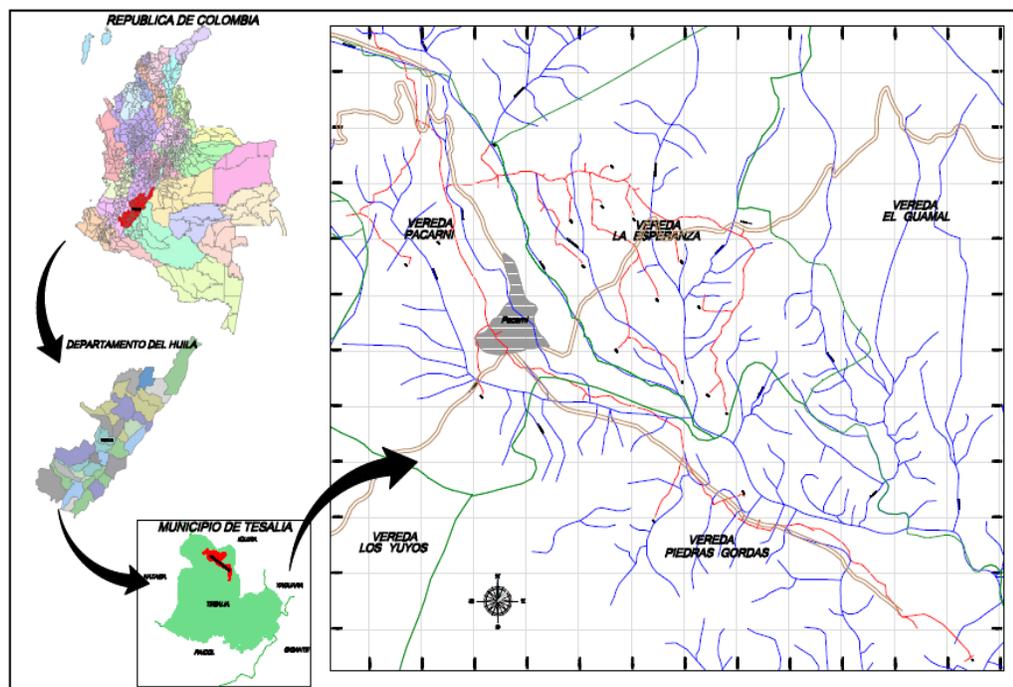


Figura 4. Localización General del Área del Proyecto

5.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En la siguiente tabla se establece la información recolectada en campo, referente a la ubicación de los usuarios.

Tabla 2. Ubicación de Usuarios Distrito de Riego Pacarní “USOPACARNI”

No. TOMAS PEDIALES	NOMBRE	NOMBRE PREDIO	VEREDA	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m)	CULTIVOS		AREA TOTAL A BENEFICIAR (Ha)
				ESTE	NORTE		Pastos	Cacao	
1	Onel Polania Manchola	Carrizal	El Molino	1152607.72	781987.95	902.719	2	1	3
2	José Diosdado Ruiz Montiel	El Capote	El Capote	1152504.46	781934.37	906.037		2	2
3	Eber Perdomo	El Capote	El Capote	1152312.1	781627.74	859.384	1		1
4	Gerardo Brand	Terrón Colorado	El Capote	1152310.13	781588.24	851.917		1	1
5	Marcelino Góngora Villegas	La Argelia	El Capote	1152184.62	781454.94	861.874		2	2
6	Ermedo Góngora Villegas	El Paraíso	El Capote	1152051.27	781404.24	858.617		2	2
7		El Viso	La Esperanza	1155181.87	780372.32	736.053	1		1
8	Gabriel Salazar Perdomo		El Capote	1151948.35	781284.9	860.597		1	1
9	Josué Perdomo Martínez	El Silencio	El Capote	1151922.85	781234.45	865.274		1	1
10	Humberto Brand		El Capote	1152002.68	781303.01	852.393	1	1	2
11	Marco Aurelio Hoyos	La Canderera	El Capote	1152104.97	781018.4	846.877	2		2
12		Marbyl	El Capote	1152813.57	781214.1	848.689	2	1	3
13	Efrén Cabrera Cardozo	El Recreo	El Capote	1152404.24	780838.23	837.991	1	2	3
14	Hermides Rivas Perdomo	Caloto	El Capote	1152677.01	780993.22	820.676	1	2	3
15	Guillermo Martínez	El Caracoli	El Capote	1152718.65	781455.12	867.202		2	2
16		El Capote	El Capote	1152955.28	781492.08	855.81	2	1	3
17		Molino	El Molino	1153047.16	780051.67	771.441	2		2
18	Guillermo Alberto Perdomo	Guayabito	El Capote	1154043.57	779558.71	729.286	2		2
19	Leoncio Quibano	El vertiente	El Capote	1153266.87	780175.27	773.554	2		2
20	Teresa Torres de Polania	La Méndez	Pacarní	1153037.91	779914.05	744.419	3		3
21	Oliverio Vargas Sánchez	Las Palmas	El Molino	1153077.18	781719.09	870.4	2	2	4
22	Guillermo Vargas Perdomo	San Diego	El Molino	1153236.28	781462.36	841.594	2	2	4
23	Reynaldo Góngora Sánchez	El Paraíso	El Molino	1153229.91	781573.86	848.563	1	2	3
24		El Salado	El Molino	1153189.01	781866.79	853.528	1	2	3
25	Mauricio Vargas Polania	El Porvenir	La Esperanza	1153933.64	781374.17	831.074	2		2
26	Héctor Vargas Brand	El Cejeri	La Esperanza	1153705.17	781267.33	814.316	2		2
27	Cayo Brand	Heliconias	La Esperanza	1153818.06	781155.17	815.247	2	1	3
28	José Ignacio Castañeda	La Pradera	La Esperanza	1153639.09	781254.57	812.813		2	2
29	Rosalba cadena de Sánchez	El Guadual	La Esperanza	1153792.88	780950.64	800.69	2	1	3
30	Nieves Pérez Valenzuela	San Luis	La Esperanza	1154032.27	780789.54	778.559	2		2
31	José Joaquín Casas	Villa Adriana	La Esperanza	1154182.93	781092.2	802.202	2	2	4
32	Ivan Perdomo	Villa Roma	Pacarní	1154219.68	781332.61	824.482	1	2	3

No. TOMAS PEDIALES	NOMBRE	NOMBRE PREDIO	VEREDA	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m)	CULTIVOS		AREA TOTAL A BENEFICIAR (Ha)
				ESTE	NORTE		Pastos	Cacao	
33				1153946.42	781371.38	830.464		1	1
34	Tarsicio Brand	Porvenir	La Esperanza	1154068.11	781688.44	871.799		1	1
35	Nelson Perdomo Perdomo	La Mesa	La Esperanza	1154128.81	781316.19	830.21	1	1	2
36	Javier Polania Manchola	El Garbanzal	La Esperanza	1154546.97	780931.59	762.095	1		1
37	Rubí Polania Manchola	La Envidia	La Esperanza	1154527.44	781221.36	790.558	1		1
38	Luz Dary Polania Manchola	Las Delicias	La Esperanza	1154449.34	781369.7	809.183	1		1
39	Teresa Rodríguez Terrios	El Guamito	La Esperanza	1154480.94	781486.51	817.955		2	2
40	Eseomo Perdomo Perdomo	El Rincón	La Esperanza	1154506.54	781596.83	817.624		1	1
41		Santa Marta	La Esperanza	1154874.08	781165	773.107	2		2
42	Gildardo Trujillo	Garbanzal	La Esperanza	1154575.83	781460.25	806.596	1	2	3
43	Bonitto Castañeda	La Primavera	La Esperanza	1155036.81	781205.03	781.006	2	2	4
44	Milton Castañeda	El Palmar	La Esperanza	1155374.87	781104.17	798.455	2	2	4
45	Israel Chala	El Viso	La Esperanza	1155567.61	781097.41	793.779	1	2	3
46	Gerardo Perdomo	El Viso	La Esperanza	1155674.49	780895.29	785.411	2		2
47	Onidas Perdomo Andrade	La Colorada	La Esperanza	1155463.54	780351.44	767.705	2	1	3
48		Las Mangas		1155202.36	780504.49	742.592		2	2
49	Leónidas Chala Tovar	Valle Escondido	La Esperanza	1155319.91	779933.44	752.109	1		1
50		El Paraiso	Piedra Gorda	1154727.7	778513.84	679.123	2	1	3
51	Manuel Lizcano Trujillo		La Esperanza	1155304.86	779855.85	751.054		1	1
52	Ismael Cadena Medina	El Limonar	La Esperanza	1153875.24	780928.2	791.771	2		2
53	Remigio Hernández Plazas	El Caparrosa	La Esperanza	1155354.31	779732.24	720.559	2		2
54	Alicia Perdomo Trujillo	Las Delicias	Ambica	1157079.28	777612.97	605.137	2	2	4
55	Martha Lizcano Salazar	Los Naranjos	La Esperanza	1155403.77	779465.3	669.874		1	1
56	Hernán Montealegre Vargas	La Primavera	Piedra Gorda	1156236.77	778385.29	620.992	1		1
57	Cornelio Montealegre Andrade	La Trampa	Piedra Gorda	1155821.94	778383.85	647.644	1		1
58	Felio Montealegre Vargas	Casa Lote	Piedra Gorda	1155579.78	778696.15	627.401		1	1
59	Armando Montealegre Vargas	La Primavera	Piedra Gorda	1156029.9	778438.54	624.287	1		1
60	Martha Andrade Vargas	El Madroño	Piedra Gorda	1155195.14	778740.54	665.046	1		1
61	Rubiel Andrade Tengono	La Palma	Piedra Gorda	1154932.02	778865.66	675.63	2		2
62	Edgar Andrade Vargas	El Saman	Piedra Gorda	1155327.69	778643.87	659.68	1		1
63	Luis Arcecio Lievano Andrade	El Pomo	Ambica	1156452.34	778319.45	614.869	2		2
64	Elizabeth	Bolivia	Ambica	1156837.68	777935.2	608.045	2	2	4

No. TOMAS PEDIALES	NOMBRE	NOMBRE PREDIO	VEREDA	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m)	CULTIVOS		AREA TOTAL A BENEFICIAR (Ha)
				ESTE	NORTE		Pastos	Cacao	
	Perdomo Trujillo								
65	Fernando Gómez Vieda	La Parada	Ambica	1156926.5	777805.94	602.012	2		2
66	Jhon Elber Montealegre	La Trampa	Piedra Gorda	1155695.85	778409.21	650.376	1		1
67	Humberto Andrade Vargas	La Palmita	Piedra Gorda	1155280.88	778622.05	671.29	2		2
68	Álvaro Andrade Vargas	El Pino	Piedra Gorda	1155533.2	778710.4	633.034	1		1
69	Arnubio Andrade Vargas	Zanja Arriba	Piedra Gorda	1155578.43	778527.51	641.61	2		2
70	José Elber Aquite	Porvenir	La Esperanza	1153911.19	781191.63	805.28		2	2
71	Cielo Marroquín	El Paraiso	La Esperanza	1154571.62	780864.36	757.884	2		2
72	Elvia Vargas Hernández	Las Brisas # 1	La Esperanza	1154384.68	780532.31	755.6	1		1
73	María Ester Perdomo Perdomo	Santa Martha	La Esperanza	1154951.24	780799.7	747.333		1	1
74	Miller Andrade Vargas	Las Brisas	La Esperanza	1154757.03	780490.49	732.557	2		2
75	Rubén Andrade Perdomo	La Laguna	La Esperanza	1154539.71	780109.29	728.571	1	1	2
76	Darío Andrade Perdomo	Laberinto	La Esperanza	1154614.32	780028.7	722.095		2	2
77	Hanz Leandro Chaux Hoyos	Los Medios	La Esperanza	1154406.19	780649.95	758.544	1		1
78	Didimo Perdomo Andrade	Los Pantanos	La Esperanza	1153600.26	781594.04	849.116		2	2
79	Orfanet Perdomo Perdomo	La Mesa	La Esperanza	1154127.97	781137.41	811.378	1		1
80	Miguel Esteban Vargas	La Colorada	La Esperanza	1155246.88	779626.61	708.395		1	1
81	Edilberto Andrade Tengono	La Vega	La Esperanza	1154376.52	780026.71	718.415		1	1
82	Nelcy Aguilera Polania	Villa de la Peña	Pacarni	1153013.74	780119.02	773.51	1	1	2
83	José Amín Góngora	Las Piedras	Pacarni	1153205.6	780144.44	772.526	1		1
84		La Primavera	El Capote	1151790.89	781215.32	873.429	1		1
85	Marino Perdomo Perdomo	La Palma	La Esperanza	1154963.22	779733.3	692.951		1	1
86	Guillermo Perdomo	El Cedro	El Capote	1153088.66	779617.09	745.729	2	1	3
87	Alfonso Camacho Medina	La Mesa	El Capote	1152386.57	780781.16	835.825	2		2
88	Tito Polania	Bellavista	Pacarní	1153302.71	779970.75	747.492	3		3
89	Hugo Escobar	Ambica	Ambica	1157220.77	777511.78	603.939	1	2	3
90	Luis Hernesto Zuñiga	Buenavista	La Esperanza	1153715.74	781530.7	847.521		1	1
91	Martha Zuñiga	La Esperanza	La Esperanza	1153874.78	781550.59	848.219		1	1
92	Benedicto Zúñiga Perdomo	Porvenir	La Esperanza	1153977.76	781612.28	856.594		2	2
93	Fredy Polania Manchola	La Esmeralda	La Esperanza	1154288.82	781658.15	832.137		2	2
94	Hernesto Andrade			1155722.51	778484.94	640.405		1	1
95	Diógenes Camacho	El Porvenir	La Esperanza	1153677.8	781587.88	851.272		1	1
96	Alfonso Toledo Mórea	Cerro Negro	Ambica	1157728.64	777250.46	564.585	2	2	4
97	Carlos Arturo Perdomo	Monterrey	Ambica	1157755.3	777266.58	609.33	2	2	4
98	Diógenes Lievano Andrade	El Desieto Guamalito	Ambica	1157671.09	777214.97	609.21		2	2

No. TOMAS PEDIALES	NOMBRE	NOMBRE PREDIO	VEREDA	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m)	CULTIVOS		AREA TOTAL A BENEFICIAR (Ha)
				ESTE	NORTE		Pastos	Cacao	
99	Víctor Alfonso Toledo	Cerro Negro	Ambica	1157704.28	777233.38	609.24	2	2	4
total							110	91	201

Considerando la información recolectada en campo se tiene que el área a beneficiar es de 201 ha, de las cuales 110 se proyectan en cultivos de Pastos y 91 en cultivo de Cacao. Dicha área puede ser modificada durante la ejecución de los estudios planteados debido a factores como diferencia topográfica.

5.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En el Levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico) del Distrito de Riego Usopacarni se utilizó una Estación Total Electrónica TOPCON GTS 239W, se efectuó por el Método de Poligonal Abierta, en el cual se realizan cambios de estación con una distancia aproximada de 30 a 40 mts entre sí, las cuales varían dependiendo de las características del terreno, con unas coordenadas geográficas norte, este y altura sobre el nivel del mar proporcionadas por un sistema de posicionamiento global GPS.



Figura 5. Estación Total TOPCON GTS 239W
Fuente: Ingeniería de Riegos y Obras Civiles Ltda, 2010

Dentro de estos cambios de estación se realiza una constante verificación de coordenadas al moverse de lugar y tomando línea atrás, ya que por la clase de software la estación Total Electrónica así lo exige. Esto hace que el error que

se presente sea mínimo comparado con el obtenido en el levantamiento topográfico con GPS.

5.4. HIDROLOGÍA

a. Hidrografía

El componente hídrico del área del proyecto está referido a la dinámica entre la oferta y la demanda del recurso agua, en función del comportamiento espacial y temporal de la principal corriente involucrada en el desarrollo del proyecto como es la microcuenca hidrográfica quebrada El Aguacate tributaria del río Pacarní, ya que es la fuente de captación del proyecto.

El área de interés se localiza al interior de la Cuenca Alta del río Magdalena, sobre la vertiente occidental de la cordillera Oriental, definiendo de esta manera un comportamiento para la corriente en estudio, caracterizada por discurrir en sentido Este – Oeste, para finalmente conformar el Río Pacarní

b. Caudales

A través del análisis hidrológico, se evalúa el recurso hídrico superficial dentro de la zona de influencia del proyecto determinando la cantidad de agua disponible o caudal medio, y la cantidad mínima esperada o caudal mínimo. Igualmente, se determina los caudales máximos que puedan afectar las obras de infraestructura del distrito de riego que se localizan sobre el cauce o en cercanías a él.

En razón a que la microcuenca a analizar no dispone de estaciones hidrométricas; a partir de un detenido estudio de los parámetros físicos, morfológicos, geológicos, del tipo de cobertura del suelo y del uso del mismo, se procedió a estimar los caudales medios, máximos y mínimos generados sintéticamente para propósitos de su evaluación.

Dentro del estudio del recurso hídrico se dio especial énfasis al análisis pluviométrico, ya que este parámetro no solamente define en buena parte las condiciones hidrológicas de la microcuenca, sino también las condiciones climatológicas.

Las formulaciones existentes para el cálculo de la escorrentía a partir de información morfométrica, física, meteorológica, climatológica, biótica o de cobertura vegetal es de tipo paramétrico.

El tipo de formulación paramétrica se basa en el establecimiento de relaciones estadísticas entre algunos parámetros de la cuenca o región y los volúmenes

de escorrentía o caudales en la cuenca y son generalmente definidos para ser aplicados a una determinada región o país. La simplicidad general de este modelo hace que el resultado tenga más un valor orientativo.

El análisis hidrológico de esta fuente se realizó considerando el área contenida por la divisoria topográfica desde el nacimiento de la quebrada el Aguacate, hasta el sitio en el que se proyecta la captación del distrito de riego.



Figura 6. Sitio proyectado para la construcción de la captación

Sobre las planchas cartográficas No 344 ID y 344 IIC del IGAC a escala 1:25.000 se localiza la fuente hídrica en estudio y se define su divisoria topográfica considerando lo expuesto en el párrafo anterior, con el fin de definir algunas de sus características morfométricas y fisiográficas. (Tabla 3)

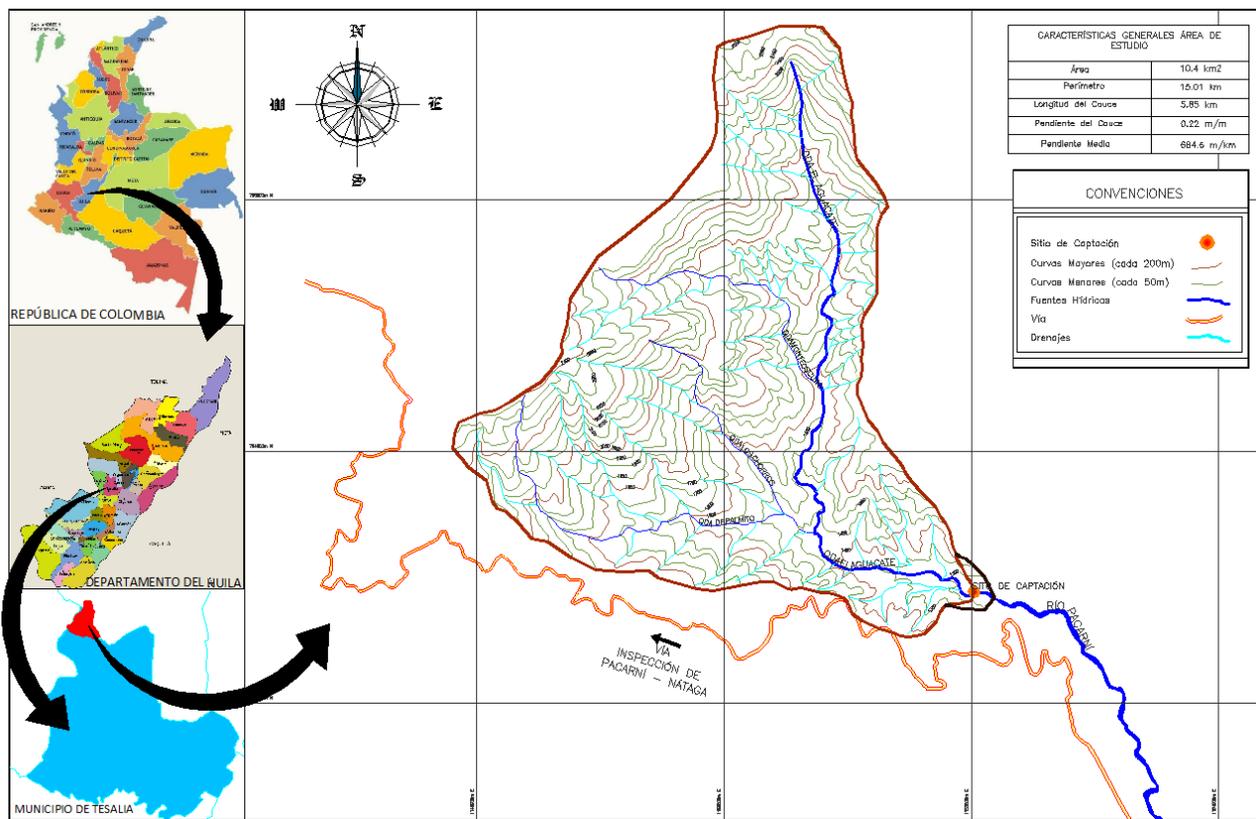


Figura 7. Localización General Microcuenca Hidrográfica de la Quebrada El Aguacate

Tabla 3. Parámetros Morfométricos de la Microcuenca

FUENTE HÍDRICA	ÁREA (km ²)	PERÍM. (km)	Lc (km)	S (m/m)	Im (m/km)
Quebrada El Aguacate	10.4	15.01	5.85	0.2264	684.6

• **Análisis de Caudales Medios**

En 1992 Alejandro Deep estimó un modelo para el cálculo de los caudales medios y excedidos el 1, 5, 95 y 99% del tiempo de la curva de duración de caudales con base en parámetros: morfométricos de la cuenca (área, altura media, longitud y pendiente de la corriente principal), de suelo (porcentaje de arena y arcilla), climáticos (precipitación media anual, promedio de la máxima precipitación diaria de años de registro continuo, porcentaje de días con lluvia durante el periodo continuo de los tres meses con menor precipitación y promedio anual de días con lluvia) y de cobertura vegetal (porcentaje de bosque, porcentaje de cultivos permanentes y no permanentes y el índice promedio de cobertura vegetal asociado a cobertura de bosques y cultivos).

Toda la información anterior la consiguió para 56 cuencas con la que empleando un método de regresión por pasos obtuvo las mencionadas relaciones paramétricas entre caudales y características de la cuenca.

Con la misma información de parámetros morfométricos, climatológicos y de cobertura en el año de 1999 dentro del proyecto de “Revisión de incentivos económicos para proyectos de microcuencas” elaborado por el Instituto de Estudios Rurales de la Universidad Javeriana, los hidrólogos Rafael Ortiz y Xiomara Puentes encontraron la siguiente expresión:

$$Q_{med} = 1.295 \times 10^{-7} \times A^{1.052} \times Im^{0.432} \times Pma^{1.271} \times \%B^{0.095}$$

Donde:

Q_{med} : Caudal medio (m^3/s)

A: Área de la cuenca (Km^2)

Im: Pendiente media de la cuenca (m/Km)

Pma: Precipitación media anual de la cuenca ($mm/año$)

%B: Porcentaje de bosque a partir del mapa de cobertura vegetal (%)

Con la anterior información se estimaron los siguientes caudales medios para el área contenida por la divisoria topográfica trazada desde el nacimiento quebrada El Aguacate hasta bocatoma del proyecto (Tabla 4):

Tabla 4. Estimación de Caudales Medios para la Microcuenca Quebrada El Aguacate

FUENTE HÍDRICA	FACTORES				Q_{med} (m^3/s)	RENDIM.* ($lt/s-Km^2$)
	ÁREA (Km^2)	Im (m/Km)	Pma ($mm/año$)	% Bosque		
Quebrada El Aguacate	10.4	684.6	1571.2	43	0.42	40.38

* El rendimiento hídrico de una cuenca está referido al caudal medio multianual por unidad de área que se genera en un punto determinado de la cuenca.

• **Análisis de Caudales Máximos**

En 1990 la subdirección de Hidrología y Meteorología del antiguo Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras (HIMAT), realizó el informe “Estudio piloto de control de inundaciones - Informe final”, en el que por la metodología de la creciente índice de Dalrymple se desarrollan curvas de frecuencia aplicables a zonas donde no se dispone de una estación dentro del área.

Este método de Regionalización se desarrolla en dos etapas:

- a. Determinación de las relaciones adimensionales entre los caudales de creciente y el caudal índice correspondiente a un periodo de retorno 2.33 años¹.
- b. Determinación de la relación entre las características de la cuenca de drenaje (usualmente área) y el caudal medio máximo instantáneo anual.

Las relaciones adimensionales se expresan como:

$$\frac{Q_T}{Q_{2.33}} = 0.2973 \left\{ -\text{Ln} \left[-\text{Ln} \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right] \right\} + 0.8283$$

Donde:

Q_T : Caudal máximo con periodo de retorno de T años

$Q_{2.33}$: Caudal máximo con periodo de retorno 2.33 años

Hallándose el $Q_{2.33}$ en función del área (A) de la cuenca como:

$$Q_{2.33} = 1.33 \times A^{0.79}$$

Con las anteriores expresiones se obtienen los caudales máximos relacionados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Estimación de Caudales Máximos para la Microcuenca Quebrada El Aguacate

FUENTE HÍDRICA	ÁREA (Km ²)	CAUDALES MÁXIMOS (m ³ /s) PERIODOS DE RETORNO (AÑOS)					
		2.33	5	10	25	50	100
Quebrada El Aguacate	10.4	8.46	10.78	12.67	15.05	16.82	18.58

- **Análisis de Caudales Mínimos**

Para determinar el caudal mínimo el cual es asimilable al caudal ecológico, de la cuenca con su régimen de lluvia podemos emplear la ecuación de Iszkowski:

$$Q_{\min} = 0.0063 \times \lambda \times \epsilon \times P_{ma} \times A$$

Donde:

Q_{\min} : Caudal mínimo o de estiaje (m³/s)

λ : Coeficiente que depende de la naturaleza de la cuenca aportadora

ϵ : Coeficiente de escorrentía anual

P_{ma} : Precipitación media de la cuenca tributaria (m)

¹ El concepto que subyace en el método del caudal índice es que la distribución de las crecientes en diferentes sitios de una región es la misma a excepción del caudal de crecientes índice, el que refleja las características de tamaño, precipitación y escorrentía de cada cuenca. El caudal índice generalmente empleado corresponde al caudal medio de crecientes, el que por características de la distribución de Gumbel corresponde a un periodo de retorno de 2.33 años.

A : Área de la cuenca (Km²)

El coeficiente λ varía con la naturaleza de la superficie de la cuenca (es decir, del suelo receptor de la precipitación estudiada), como se observa en el cuadro adjunto.

TIPO DE SUELO	VALORES DE λ
Terreno normal por su naturaleza y vegetación	1.0
Ríos regulados por lagos	1.5
Terreno permeable con poca vegetación	0.4
Terreno poco permeable con vegetación	0.8
Terreno impermeable en las partes llanas	1.0 - 1.5
Terreno impermeable en cerros	0.8 - 0.5
Terreno impermeable en las montañas, decreciendo con la vegetación	0.6 - 0.3
Arroyos y barrancos	0.3 - 0

Teniendo en cuenta las características de la microcuenca quebrada El Aguacate, se adopta un $\lambda = 1.0$ en base a la tabla anterior.

Cuando se verifica una precipitación, al aproximarse el agua al suelo, una parte de ella se evapora; del resto, una fracción se infiltra y percola en el terreno y otra discurre por la superficie del mismo. La parte que se infiltra alimenta los acuíferos y mantiene los niveles freáticos. La fracción que discurre por la superficie del suelo está ligada a la escorrentía, definiendo García Najera el coeficiente de escorrentía (ϵ) para una cuenca a intervalo determinado, como la relación entre el caudal total desaguado en aquel intervalo y el volumen de precipitaciones caídas en la cuenca durante el mismo.

Si el coeficiente ϵ se toma en valores anuales, Kéller indica la fórmula:

$$\epsilon = \frac{1.000 \left| \begin{array}{l} 350 \\ 405 \\ 400 \end{array} \right.}{0.942 - \frac{0.884}{P_{ma}}}$$

Donde:

ϵ : Coeficiente de escorrentía

P_{ma} : Precipitación media anual (mm)

Las cifras indicadas son los valores medios y extremos entre los que pueden variar los coeficientes expresados.

Teniendo en cuenta que la precipitación media de la microcuenca quebrada El Aguacate es de 1571.2 mm anuales, con lo que, siempre por el lado de la

prudencia, el coeficiente de escorrentía medio de la cuenca alcanzaría un valor de $C = 0.78$

Con los datos anteriores se tendría un caudal mínimo de la quebrada El Aguacate de $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ equivalente a 120 lt/s .

Tabla 6. Estimación de caudales mínimos para la Microcuenca quebrada El Aguacate

FUENTE HÍDRICAS	FACTORES				Q_{\min} (m^3/s)
	ÁREA (Km^2)	C	Pma (mm/año)	λ	
Quebrada El Aguacate	10.4	0.78	1571.20	1.5	0.12

5.4. SEDIMENTOLOGÍA

5.4.1. Transporte de sedimentos quebrada El Aguacate

Los sedimentos son conjuntos de partículas de diverso, tamaño y forma que llevan las corrientes de agua en su seno, cuyo origen se debe a procesos geológicos de meteorización, erosión y denudación.

El suelo es removido constantemente de la superficie de la tierra por la acción de algunos agentes de erosión, como son: el agua, el viento y la gravedad que actúan sobre las formaciones superficiales y subterráneas de la corteza terrestre. Este material suelto es transportado por el viento o por las corrientes de agua hacia lugares más bajos en donde son depositados en lagos, estuarios y océanos.

(Linsley, Kohler, & Paulus, 1977) Manifiestan que dado que el agua es uno de los principales agentes de erosión y vehículo principal de transporte del material erodado, se hace importante determinar las tasas de transporte y señalar los medios para controlar la erosión en los sitios donde se produce, tanto para conservar el suelo en su sitio, como para minimizar la acumulación en valles y tierras fértiles.

El propósito del análisis granulométrico es determinar el tamaño de las partículas que se encuentran en el fondo del lecho del cauce y fijar, en porcentaje su peso total la cantidad de granos de distintos tamaños que el mismo contiene. El método más usado y más directo para separar las partículas de distintos tamaños consiste en el uso de tamices.

Las muestras de partículas de fondo se tomaron sobre el cauce de la quebrada El Aguacate.



Figura 8. Sitio de recolección de muestras de sedimentos de Fondo

Teniendo en cuenta los resultados de la granulometría se puede determinar que las partículas de mayor tamaño retenidas en el tamiz de 1 1/2" representan el 4.15% (50.00 gr) de la masa total de la muestra analizada (1205.50 gr). El mayor porcentaje de partículas fueron retenidas en el tamiz 100 con un 13.85% (167.00 gr) considerada arena gruesa. El menor porcentaje de partículas fueron retenidas en el tamiz 3/4" con un 1.70% (20.50 gr) considerada arena gruesa. Y en el fondo el porcentaje de partículas que fueron retenidas con un 5.42% (65.30 gr).

5.5. AGROLOGÍA; COMPROBACIÓN DE SUELOS

El análisis edafológico se realizó con base en documentos existentes relacionados con el medio físico, así como la revisión y evaluación del estudio de suelos elaborado por el IGAC en 1994, del cual se realizó la verificación en campo e inventario de las unidades cartográficas y su contenido pedológico sobre un área de influencia de aproximadamente 1146.24 hectáreas, teniendo

en cuenta las series de suelos más representativas en donde se localizaran usuarios del distrito de riego USOPACARNI.

La metodología utilizada se estableció de acuerdo a las especificaciones dadas por el IGAC para los estudios de agrología en donde los tipos de relieve fueron agrupados en unidades cartográficas, sobre las cuales se identificaron unidades de paisaje, establecidas mediante el análisis integrado de la geomorfología, geología, material parental, vegetación y enmarcadas dentro de condiciones climáticas definidas, tendientes a la corroboración del contenido pedológico que menciona el IGAC.

Las agrupaciones de suelos que se presentan, consideran una serie de variables tales como: la textura, estructura, susceptibilidad a la erosión, drenaje natural, profundidad efectividad, presencia de macros y microorganismos, además de las condiciones físicas y químicas de cada serie de suelos seleccionada. Las características generales de cada unidad cartográfica se representan en las descripciones de los perfiles modales de cada una de las series de suelos muestreadas las cuales se separaron cartográficamente con base en su concepto taxonómico, con su respectiva fase y ubicación en el área de estudio.

Descripción Del Área De Estudio.

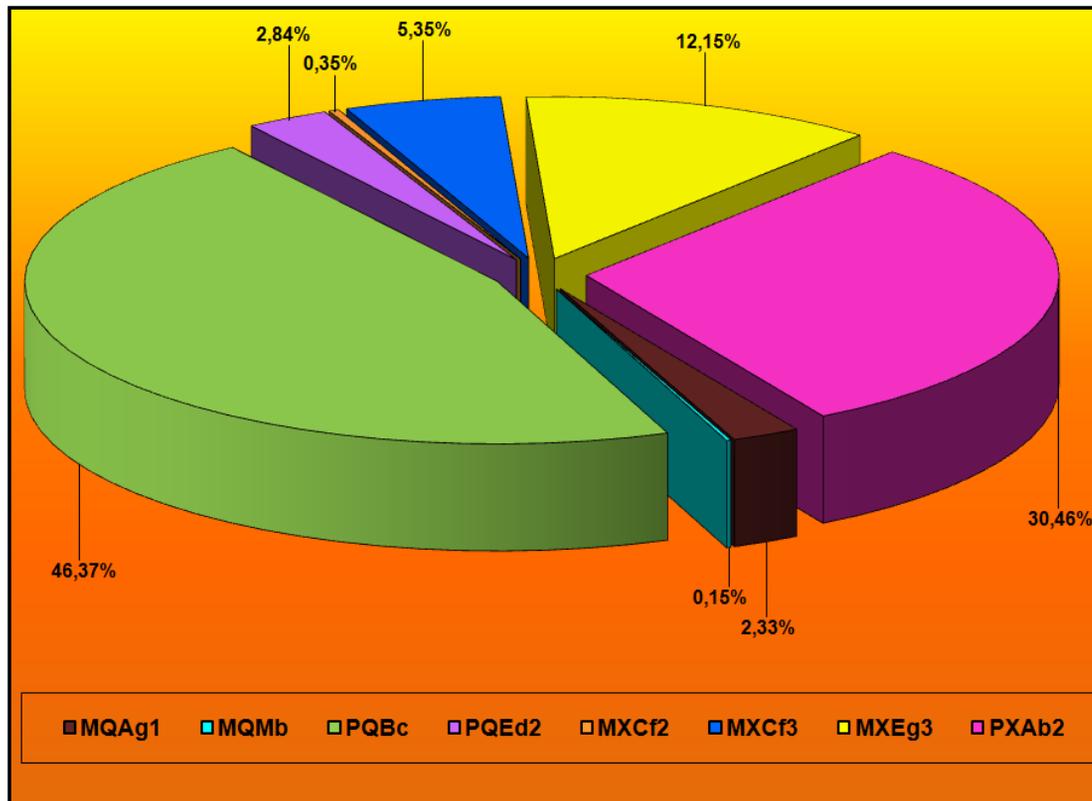
El estudio se hizo en una extensión de 1146.24 hectáreas aproximadamente, que corresponde al 3.03% de la extensión del total del territorio del municipio, Para el muestreo de suelos y análisis se tuvo en cuenta las series de suelos que ocupaban mayor área y en las que se encontraban un mayor número de usuarios con alguna actividad agropecuaria.

Las características geomorfológicas, litológicas y pedológicas de los suelos de la zona de estudio se resumen en la Tabla 7 y en la Gráfica 1, se muestra el porcentaje de cobertura de cada unidad de suelo en el área de estudio.

Tabla 7. Fisiografía y taxonomía de los suelos del área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila

I	NOMBRE	PAISAJE	CLIMA	PE ND. (%)	EROSIÓN	RELIEVE	CONTENIDO PEDOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS				LITOLOGÍA/ SEDIMENTOS	FASE	ÁREA (has)	%
								PROFUNDIDAD	DRENAJE	ACIDEZ	FERTILIDAD				
MQA	Suelos de montaña de clima medio y húmedo	Montaña	Medio y húmedo	> 75	Ligera	Filas y Vigas - Fuertemente Escarpado	Asociación Oxíc Dystropepts - Typic Troprothents	Muy superficiales a moderadamente profundos	Bien drenados	Ácidos	Moderada	Rocas ígneas metamórficas (andesitas, riolitas, granodioritas, dioritas, neises)	g1	26.68	2.33
MQM				3 - 7	Débil o Nula	Vallecitos Coluvio - Aluviales - Ligeramente Ondulado	Asociación Fluvaquent Eutropepts - Typic Tropofluvents - Fluventic Eutropepts	Superficiales a moderadamente profundos	Imperfectamente drenados	Neutros	Alta y Moderada	Aluviones heterométricos de variada granulometría	b	1.74	0.15
PQB	Suelos de piedemonte de clima medio y húmedo	Piedemonte	Medio y húmedo	7 - 12	Débil o Nula	Abanicos y Glacis de Erosión - Ondulado	Asociación Typic Hapludalfs - Entic Hapludolls - Typic Argiudolls	Superficiales	Moderadamente bien drenados	Ácidos a Neutros	Moderada	Sedimentos arcillosos (Laháricos)	c	531.47	46.37
PQE				12 - 25	Moderada	Abanicos y Glacis de Erosión - Quebrado	Asociación Typic Hapludults - Typic Paleudults - Typic Dystropepts	Superficiales a profundos	Bien drenados a imperfectamente drenados	Ácidos	Baja y Moderada	Material detríticos en matriz arcillosa	d2	32.55	2.84
MXC	Suelos de montaña de clima cálido seco y muy seco	Montaña	Cálido seco y muy seco	50 - 75	Moderada - Severa	Barras, Crestones y Cuestas - Escarpado	Asociación Typic Ustorthents - Lithic Haplustolls - Typic Ustropepts - afloramientos Rocosos	Superficiales a moderadamente profundos	Bien a excesivamente drenados	Neutros	Baja	Arenisca tobáceas, lutitas, arcillas calcáreas	f2 f3	65.31	5.70
MXE				> 75	Severa	Hogback. Barras y Escarpes	Grupo Indiferenciado o Afloramientos Rocosos - Lithic Ustorthents	Muy superficiales, con zonas sin suelo y afloramientos rocosos	Excesivamente drenados	Ácidos	Baja	Areniscas, areniscas tobáceas y arcillolitas	g3	139.31	30.46
PXA	Suelos de piedemonte de clima cálido seco y muy seco	Piedemonte	Medio y húmedo	3 - 7	Moderada	Glacis de Erosión - Ligeramente Ondulado - Ondulado	Asociación Typic Ustropepts - Fluventic Haplustolls	Moderadamente profundos a profundos, pedregosos	Bien drenados	Ligeramente Ácidos	Moderada	Sedimentos coluvio aluviales, arcillosos y pedregosos	b2	349.19	30.46
TOTAL												1146.24	100		

Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento del Huila (IGAC, 1994)



Gráfica 1. Unidades De Suelo Del Área De Estudio Para El Minidistrito De Riego Usopacarni Municipio De Tesalia Departamento Huila

Fuente: Estudio General de Suelos del Departamento del Huila (IGAC, 1994)

El suelo, conforme actúan factores y procesos formadores, va adquiriendo un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas con una dimensión horizontal y otra vertical. Como regla general, el contenido en materia orgánica y la actividad biológica decrecen con la profundidad. Las variaciones producidas en la componente horizontal se deben, también generalmente, a cambios en factores naturales como vegetación o topografía o a cambios relacionados con el uso/manejo; actividades agrícolas, ganaderas o forestales.

El contenido pedológico de las series de suelos seleccionadas para el área de estudio en el minidistrito de riego USOPACARNI son: Asociación Typic Hapludalfs - Entic Hapludolls - Typic Argiudolls, de símbolo **PQB**; Grupo Indiferenciado Afloramientos Rocosos - Lithic Ustorthents, de símbolo **MXE** y Asociación Typic Ustropepts - Fluventic Haplustolls, de símbolo **PXA**.

La mayor parte de estas tierras son utilizadas para el cultivo de arroz y ganadería extensiva con pastos manejados, naturales y rastrojo. Las áreas más escarpadas se encuentran en bosque natural protector, estando la gran mayoría de ellos intervenidos.

De acuerdo con el grado de pendiente y la erosión se separaron las siguientes fases:

PQBc: Suelos de relieve ondulado con pendientes 7 - 12% y erosión débil o nula.

MXEg3: Suelos de relieve fuertemente quebrado con pendientes > 75% y erosión severa.

PXAb2: Suelos de relieve ligeramente ondulado con pendientes 3 - 7% y erosión moderada.

Se ubicaron los puntos de muestreo sobre el mapa, considerando que quedará en cada unidad cartográfica y también observando el acceso al sitio. Estos puntos se ubicaron en campo mediante la ayuda de un GPS, al momento de georeferenciar los puntos se replantearon los que quedan en sitios fuera de estudio, es decir, casas, pantanos, ríos, en estos casos los puntos se cambiaron teniendo en cuenta mediante la cartografía que no se salieran de la unidad cartográfica correspondiente y se georeferenciaba la nueva ubicación.

Se llevaron a cabo en cada punto de muestreo seleccionado las siguientes labores:

- Toma o recolección de muestras para análisis físico-químico con profundidad de muestreo de 0 – 50 cm.

- Entrega a laboratorio para estudios de propiedades físicas (textura, C.C, PMP, Da) y análisis completo de Propiedades Químicas con recomendaciones técnicas para cultivo.
- Estudio de infiltración básica Ib en campo en las 8 unidades cartográficas de muestreo seleccionadas.



Figura 9. Prueba de Infiltración

- Descripción de perfiles por el método del perfil extendido, separando horizontes, determinando a cada uno la profundidad, textura al tacto, estructura, consistencia, color, porosidad, pedregosidad, presencia de macroorganismos y raíces entre otros. Mediante la realización de calicatas. Cada calicata se hizo de 1.0 m x 1.0 m y hasta una profundidad de 1.20 m. máximo. Estas calicatas se describen en forma detallada en el ANEXO 2.

La clasificación de estos suelos se realizó según las normas establecidas en el Manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos de los EUA, con algunas modificaciones introducidas por el Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC), con el objeto de adaptar el criterio básico taxonómico de la serie de suelos, caracterizándola cartográficamente, usando la fórmula que se muestra

en el mapa respectivo en la cual se indica: serie, el tipo del suelo, la textura del horizonte superficial, el drenaje natural, la pendiente, la profundidad efectiva y el grado de erosión.

Teniendo en cuenta el área de estudio, se definió, realizar tres (3) calicatas estratégicamente ubicadas en el área de estudio dentro de tres lotes de usuarios del minidistrito de riego USOPACARNI para cada serie de suelos y tres (3) tomas de muestras para análisis físico-químicos; definiendo de esta manera la unidad de medida para muestreo en 1146.24 ha que corresponde al área de estudio; escogiendo entonces los predios mencionados en la Tabla 8.



Figura 10. Calicatas realizadas para descripción de perfiles y recolección de muestras

Tabla 8. Sitios de muestreo seleccionados en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila

No. PERFIL	UNIDAD DE SUELO	COORDENADAS		VEREDA	USUARIO	NOMBRE PREDIO
		ESTE	NORTE			
1	PQBc	1154441	781199	LA ESPERANZA	RUBÍ POLANÍA MANCHOLA	LA ENVIDIA
2	MXEg3	1155482	780516	LA ESPERANZA	ONIDAS PERDOMO ANDRADE	LAS COLORADA
3	PXAb2	1155971	778497	PIEDRA GORDA	HERNÁN MONTEALEGRE VARGAS	LA PRIMAVERA

Las calicatas que se hicieron para describir los perfiles modales o típicos de cada serie, se encuentran ubicados en el plano adjunto en el Anexo 5 sobre series de suelos, junto con los sitios de pruebas de infiltración, lugares que sirvieron para tomar las muestras de suelos, que fueron enviadas posteriormente al laboratorio, para los respectivos análisis físicos y de fertilidad. A continuación se relacionan los resultados obtenidos y que serán de utilidad en la estimación de los requerimientos hídricos.

Tabla 9. Propiedades hidrofísicas del área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila

No. PERFIL	UNIDAD DE SUELO	USUARIO	PREDIO	MUESTRA LAB.	PROF. HORIZ. (cm)	COLOR	FRACCIÓN (%)		TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	HUMEDAD (%)		INFILTRACIÓN (cm/hr)					
							A:	L:			Ar:	CC 0.3 bar (%)		PMP 15 bar (%)				
1	PQBc	RUBÍ POLANÍA MANCHOLA	LA ENVIDIA	M1	0 - 33	10YR3/3	A:	57.72	FRANCO ARCILLO ARENOSO	1.47	36.48	16.88	3.18 (Moderada)					
							L:	19.48										
							Ar:	27.80										
				M2	33 - 68	10YR4/3	A:	65.52	FRANCO ARCILLO ARENOSO	--	--	--						
							L:	11.08										
							Ar:	23.40										
				M3	68 - 90	10YR7/4	A:	67.52	FRANCO ARCILLO ARENOSO	--	--	--						
							L:	11.08										
							Ar:	21.40										
				M4	90 - 100	7.5YR7/2	A:	72.52	FRANCO ARENOSO	--	--	--						
							L:	9.68										
							Ar:	17.80										
2	MXEg3	ONIDAS PERDOMO ANDRADE	LAS COLORADA	M1	0 - 30	10YR5/4	A:	84.95	ARENOSO FRANCO	1.78	31.21	14.35	5.20 (Moderada)					
							L:	7.36										
							Ar:	7.70										
				M2	30 - 78	10YR5/3	A:	58.69	FRANCO ARCILLO ARENOSO	--	--	--						
							L:	20.11										
							Ar:	21.20										
				M3	78 - 120	10YR5/8	A:	68.89	FRANCO ARENOSO	--	--	--						
							L:	19.91										
							Ar:	11.20										
				3	PXAb2	HERNÁN MONTEALEGRE VARGAS	LA PRIMAVERA	M1	0 - 10	10YR4/3	A:	75.72		FRANCO ARENOSO	1.52	24.99	11.25	26.92 (Muy Rápida)
											L:	18.00						
											Ar:	6.28						
M2	10 - 40	10YR3/3	A:					74.32	FRANCO ARENOSO	--	--	--						
			L:					14.20										
			Ar:					11.48										
M3	40 - 65	10YR5/4	A:					79.92	ARENOSO FRANCO	--	--	--						
			L:					11.50										
			Ar:					8.58										
M4	65 - 90	10YR5/3	A:					77.42	FRANCO ARENOSO	--	--	--						
			L:					13.10										
			Ar:					9.48										

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2013

Tabla 10. Resultados de los análisis químicos de suelos en laboratorio en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila

UNIDAD DE SUELO	MUESTRA No	PROF. (cm)	pH	% MO	CIC (cmol/kg)	P (ppm)	Ca	Mg (cmol/kg)	Na	K	BT	% SB	Al	Ca/Mg	Ca + Mg/K	Mg/K	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE
PQB	1	0-33	5.60	2.13	20.78	11.20	8.98	1.54	0.24	0.09	10.85	52.21	0.24	5.83	116.88	17.11	FArA	1.47
MXE	1	0-30	5.70	0.99	23.56	22.90	9.27	5.74	0.26	0.12	15.39	65.32	0.16	1.61	125.08	47.83	AF	1.78
PXA	1	0-10	5.44	1.83	17.57	17.10	7.69	1.65	0.29	0.06	9.69	55.15	0.08	4.66	155.66	27.50	FA	1.52
PROMEDIO			5.58	1.65	20.64	17.07	8.65	2.98	0.26	0.09	11.98	57.56	0.16	4.03	132.54	30.81		1.59

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2013

Tabla 11. Resultados e interpretación análisis químico de suelos en el área de estudio para el minidistrito de riego USOPACARNI municipio de Tesalia departamento del Huila

PERFIL	UNIDAD DE SUELO	% M.O.	% C	% NT	%NA	C/N	N (ppm)	N Disp. (kg/ha)	P (kg/ha)	P2O5 Disp. (kg/ha)	K (kg/ha)	K2O Disp. (kg/ha)	Ca (kg/ha)	CaO Disp. (kg/ha)	Mg (kg/ha)	MgO Disp. (kg/ha)
1	PQB	2.13	1.24	0.107	0.0016	11.64	14.91	77.62	54.33	124.42	170.27	206.03	8712.40	12197.35	896.46	1523.99
2	MXE	0.99	0.58	0.050	0.0007	11.72	6.93	37.38	122.29	280.03	249.91	302.39	9900.36	13860.50	3678.19	6252.93
3	PXA	1.83	1.06	0.092	0.0014	11.58	12.81	21.28	25.99	59.52	35.57	43.04	2337.76	3272.86	300.96	511.63

Fuente: Material suministrado por FUNDISPROS, 2013

5.6. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA

Con el fin de describir de manera general el comportamiento de algunas variables que definen el clima en el área de influencia del proyecto en estudio, se identifican con la ayuda del catálogo del IDEAM (fecha) las estaciones que se ubican en cercanías, y se seleccionan aquellas que se consideran de utilidad para los alcances planteados en el estudio.

Considerando lo anterior se escogieron las estaciones que se mencionan en la Tabla 12, en la que se establece algunas de sus características generales.

Tabla 12. Estaciones Meteorológicas Empleadas en la Caracterización Climática del Área de influencia del Proyecto.

Nº	ESTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO	DPTO.	COORDENADAS	ELEV. (m.s.n.m.)	AÑOS DE REGISTRO
1	Hda. San José	Tesalia	PG	Huila	2°34' N - 75°43' W	937	1990 - 2009
2	Iquira	Iquira	CO	Huila	2°39' N - 75°37' W	1095	1989 - 2009

El record de información de la estación Hacienda San José con la que se cuenta se considera significativo ya que corresponde a 20 años de registro con periodicidad decadal para la variable precipitación, debido a que la estación a ser pluviográfica solo registra dicha variable. Las demás variables atmosféricas fueron obtenidas de la estación climatológica ordinaria Iquira, que fue escogida con fundamento en la vecindad geográfica y localización altitudinal tomando como referencia el área de estudio. En la siguiente tabla se relacionan los registros mensuales y anuales extraídos de la información climatológica que se presenta en su totalidad en el ANEXO 4

Tabla 13. Información Climatológica del Área de Influencia del Distrito

PARÁMETRO	UNID	VALOR (mensual)												TOTAL ANUAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Precipitación	mm	165.2	169.8	195.6	172.6	114	77.7	32.9	31	57.9	136.8	231.4	186.2	1571.2
Temperatura	°C	23.2	23.3	23.2	23.2	23.2	23.2	23.3	23.7	24.2	23.6	22.8	22.9	23.3
Humedad Relativa	%	79	78	80	80	78	73	70	68	68	74	82	81	76
Brillo Solar	horas	148.9	129.9	116.1	124.0	131.9	144.0	135.6	142.1	145.3	145.9	120.6	128.2	1612.3
Evaporación	mm	108.9	104.8	109.8	111.0	112.3	116.8	121.1	135.3	128.4	128.0	96.2	101.4	1374.0
ETP	mm	95.57	85.62	92.58	91.50	92.32	87.59	88.06	88.86	88.09	92.58	91.73	95.57	1090.07

Fuente: (IDEAM, 2010)

Con el fin de verificar el comportamiento y determinar el régimen de clima que se presenta en la zona, cada variable registrada en la tabla anterior se representará por medio de barras y líneas.

5.6.1. Precipitación

(Monsalve, 1995), define la precipitación como un agregado de partículas acuosas, líquidas o sólidas, cristalizadas o amorfas que caen de una nube o grupo de nubes y alcanzan el suelo. En general el término de precipitación hace referencia a todas las formas de humedad emanadas de la atmosfera y depositadas sobre la superficie del suelo.

La variación de la precipitación al igual que de todas las variables climáticas se presenta tanto a nivel espacial (geográfica) como a nivel temporal (a lo largo del año). La distribución temporal de la precipitación se estima mediante la determinación del coeficiente pluviométrico, que es la relación entre los que llueve realmente en cada mes y lo que debería llover si la precipitación fuera uniforme a lo largo del año. El cálculo de este índice se realiza mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_i}{\bar{P}}$$

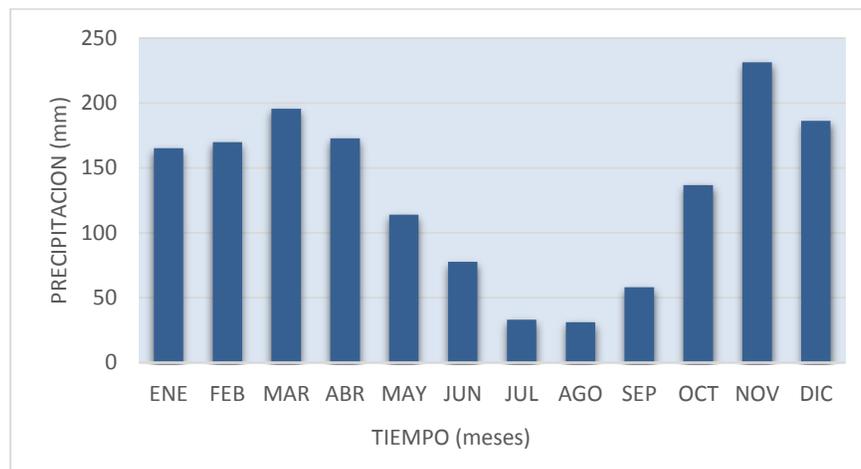
Donde:

C_{pi} : Índice pluviométrico para el mes “i”

P_i : Precipitación observada para el mes “i” (mm)

\bar{P} : Precipitación promedia mensual

En la siguiente gráfica se presenta el comportamiento de la precipitación según lo registrado en la Tabla 13

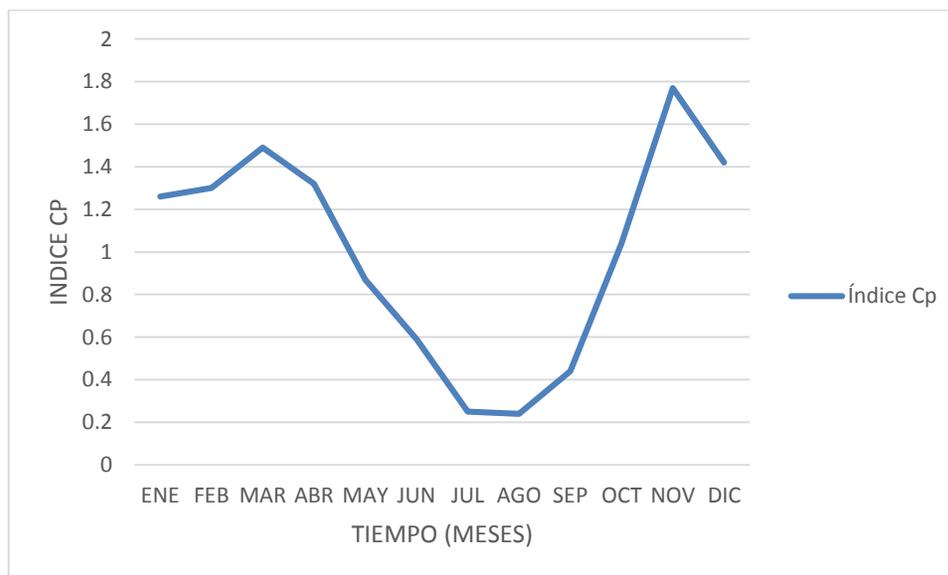


Gráfica 2. Registros Medios Mensuales Multianuales de Precipitación registrados por la Estación Hda San Jose

Los valores obtenidos para el índice pluviométrico se registran en la siguiente tabla y se representan en la Gráfica 3.

Tabla 14. Índice Pluviométrico Estación Hda San Jose.

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Índice Cp	1.26	1.30	1.49	1.32	0.87	0.59	0.25	0.24	0.44	1.04	1.77	1.42	130.9



Gráfica 3. Régimen de lluvias registrado en la estación San José

Considerando lo establecido según el histograma (Gráfica 2) y los índices pluviométricos estimados, se tiene que el régimen de precipitación presente en la zona a lo largo del año se caracteriza por la presencia de dos épocas de invierno y una de verano; la primera época de lluvias se registra entre los meses de enero a abril con precipitaciones que oscilan entre los 165.2 y 195.6mm y la segunda desde el mes de octubre y se extiende hasta el mes de diciembre con precipitaciones que oscilan entre 136.8 y 231.4mm. El mes que registra los mayores valores de precipitación es el mes de noviembre con 231.4 mm precipitados. El periodo de verano comprende los meses de mayo hasta septiembre con registros de precipitaciones mensuales que oscilan entre 31 y 114.1 siendo el mes más seco Agosto.

En general de lo anterior se puede concluir que en promedio el 46% de las lluvias que se registran anualmente por la estación Hacienda San Jose, se presentan durante los primeros cinco meses y el porcentaje restante en los siguientes siete meses.

Distribución Probabilística De La Precipitación Para La Zona De Estudio

Ordenando los valores de las estaciones base de mayor a menor y mediante la aplicación de la ecuación definida por Weibull, se calculó la precipitación con

probabilidad de ocurrencia del 50% y 75%.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100$$

Donde:

m: Número de orden

n: Número de años de registro

Tabla 15. Precipitaciones con probabilidad de Excedencia Estación San José

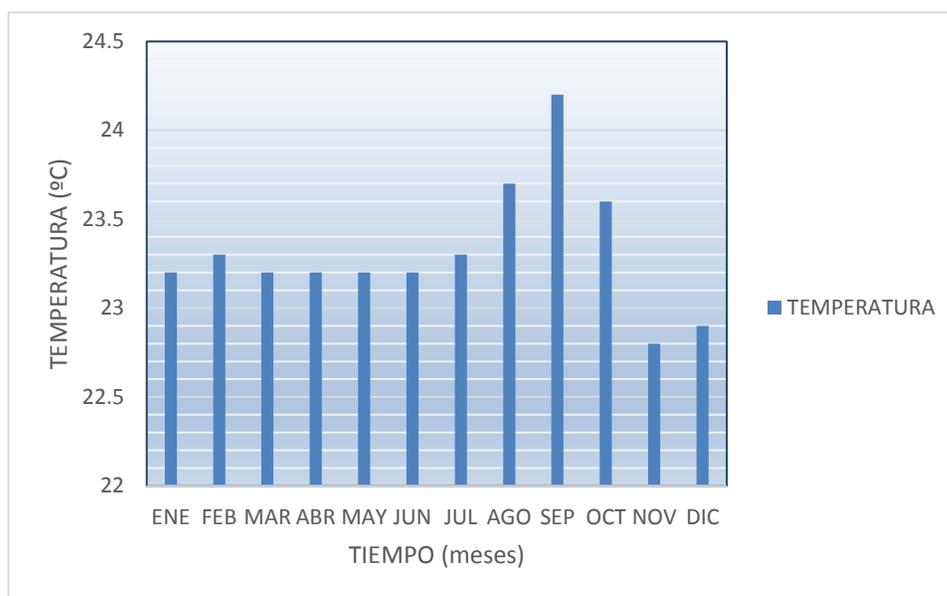
No. ORDEN	PR (%)	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5.0	133.0	204.0	174.9	177.6	160.2	232.4	173.6	145.7	171.4	163.6	136.8	124.6	171.2	101.7	110.8	193.7	72.4	50.5
2	10.0	106.4	135.2	128.8	105.3	140.2	153.6	110.4	145.0	163.3	154.7	128.6	98.2	129.0	80.0	95.1	138.8	66.0	46.6
3	15.0	101.6	126.2	98.4	100.6	118.6	148.3	103.0	128.9	161.1	99.2	104.2	92.7	91.4	43.4	72.1	78.7	64.9	36.0
4	20.0	81.3	106.1	92.9	88.3	106.8	139.9	92.0	112.0	121.4	93.3	95.0	82.8	86.8	36.7	60.7	69.7	34.3	24.6
5	25.0	74.9	102.6	60.5	87.1	85.6	110.9	79.9	105.4	97.4	80.0	78.3	76.0	65.8	36.1	51.9	58.3	27.9	19.1
6	30.0	70.5	97.1	39.8	77.0	61.9	83.0	68.1	99.9	83.5	78.4	71.0	71.1	51.0	35.8	51.5	55.8	25.5	18.5
7	35.0	69.3	86.1	39.4	73.3	44.1	58.6	60.1	97.1	71.1	64.9	66.8	50.5	47.5	28.5	50.0	34.8	18.6	14.2
8	40.0	59.5	79.6	36.1	72.3	40.3	52.3	58.6	76.3	68.1	59.8	62.2	50.0	23.4	23.5	36.9	27.1	10.3	8.6
9	45.0	59.0	65.6	30.6	71.3	40.1	37.4	57.8	71.5	67.0	52.4	61.1	47.6	17.2	22.2	29.9	23.9	8.6	8.1
10	50.0	57.9	57.3	26.9	67.8	33.8	33.1	55.1	70.5	62.9	52.3	53.3	36.7	16.6	21.3	22.7	11.2	8.3	6.3
11	55.0	49.8	50.1	20.3	50.8	33.7	31.0	52.2	58.5	40.8	34.9	52.7	34.3	14.6	11.0	20.3	11.1	5.1	5.1
12	60.0	48.3	46.8	15.5	35.9	28.9	28.1	33.3	49.7	22.7	30.5	46.2	31.8	11.5	9.4	13.6	8.1	3.5	4.2
13	65.0	44.8	42.3	12.3	29.7	26.2	20.9	32.7	45.3	22.3	21.3	40.8	30.8	2.2	8.5	11.2	7.8	1.6	3.8
14	70.0	33.2	35.3	10.3	24.0	15.8	15.0	32.0	44.1	20.9	18.7	28.1	28.9	1.8	2.7	3.2	4.0	1.3	0.4
15	75.0	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
16	80.0	6.2	31.7	5.1	19.4	6.3	5.8	3.2	20.3	12.3	13.1	7.2	16.1	0.8	0.0	0.7	0.2	0.2	0.0
17	85.0	1.6	23.5	3.5	6.4	0.2	1.2	0.0	17.4	10.4	0.0	0.5	10.3				0.0	0.0	0.0
18	90.0	1.5	6.3	0.0	5.6	0.0	0.6	0.0	0.0	10.0	0.0								
19	95.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0											

No. ORDEN	PR (%)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5.0	38.7	30.8	45.0	41.5	41.5	65.0	72.6	80.4	169.9	101.0	124.2	185.6	278.8	160.7	181.1	122.0	241.5	98.5
2	10.0	38.2	15.7	35.6	23.7	28.5	31.6	50.3	24.3	59.2	55.8	85.9	110.5	198.1	148.4	158.7	120.0	135.3	83.0
3	15.0	32.4	13.9	25.2	21.7	24.3	26.8	30.5	15.6	53.1	51.9	61.0	110.4	143.9	102.9	146.5	109.7	133.6	61.5
4	20.0	21.4	12.8	11.4	14.5	22.3	26.2	27.4	14.6	46.5	48.3	59.7	99.9	134.9	98.7	125.7	95.1	118.8	59.6
5	25.0	20.2	12.7	8.6	14.1	20.8	22.4	19.6	14.3	36.4	43.5	57.9	87.7	104.3	87.3	123.4	91.3	113.7	46.9
6	30.0	18.5	10.4	8.2	6.6	18.1	10.2	14.3	14.1	32.4	39.5	51.0	82.3	104.1	84.6	105.6	88.1	100.8	38.8
7	35.0	10.4	8.9	7.8	6.6	14.8	9.3	13.6	9.7	26.0	31.0	48.8	81.0	69.4	83.2	91.6	83.5	100.2	35.7
8	40.0	10.3	6.4	5.8	4.5	8.2	7.4	13.0	7.5	25.8	30.9	41.9	77.0	66.8	79.2	91.3	77.3	80.8	35.1
9	45.0	8.9	5.5	5.2	3.3	7.5	6.9	9.3	6.6	25.0	20.7	39.8	73.7	60.1	79.1	85.9	76.2	80.2	33.0
10	50.0	8.6	4.7	5.0	2.5	2.2	6.5	8.2	3.6	24.8	4.2	30.7	58.4	53.5	77.0	73.7	59.3	76.6	32.5
11	55.0	7.7	2.0	4.8	0.4	2.1	6.4	2.5	0.2	23.0	2.3	29.3	57.5	52.3	64.1	44.9	46.2	72.8	26.7
12	60.0	7.4	0.7	1.0	0.3	0.5	4.7	2.3	0.0	15.3	0.3	16.4	55.4	49.9	60.4	41.1	38.4	70.8	21.6
13	65.0	5.4	0.4	0.8	0.1	0.5	2.4	0.9	0.0	7.7	0.1	11.8	52.4	34.7	53.8	34.7	31.9	59.6	21.5
14	70.0	4.5	0.3	0.5	0.0	0.1	0.2	0.5	0.0	7.2	0.0	10.4	44.8	15.2	49.7	30.7	30.1	53.1	19.6
15	75.0	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
16	80.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	2.8	9.5	8.4	24.9	12.3	8.4	37.2	10.9
17	85.0				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	5.4	3.3	9.5	10.3	0.0	35.4	10.2
18	90.0				0.0	0.0	0.0		0.0						2.8	10.0		0.0	0.0
9	95.0																		

5.6.2. Temperatura

La temperatura se considera como uno de los parámetros climáticos más importantes debido a que controla en gran parte el nivel de evapotranspiración, la humedad relativa y la dirección de los vientos.

Considerando la información establecida en la tabla, referente a la estación Íquira se elabora el histograma presentado a continuación



Gráfica 4. Valores medios Mensuales Multianuales de Temperatura de la Estación Íquira

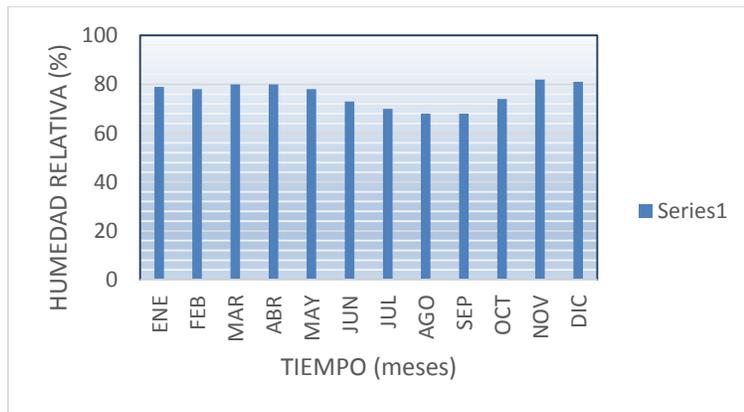
La dinámica de la temperatura presenta un comportamiento contrario al registrado en las precipitaciones en donde para el periodo lluvioso la temperatura es menor, lo anterior debido muy seguramente a la influencias de nubosidad asociada con la presencia de precipitaciones.

De acuerdo con la gráfica anterior se tiene que el mes que registra un mayor valor de temperatura es el mes de septiembre con 24.2°C y el mes con el menor registro de temperatura media mensual es el mes de Noviembre con 22.8 °C.

El gradiente de temperatura es bajo y no llega a superar los 2°C, característica propia de las regiones tropicales.

5.6.3. Humedad Relativa

La humedad relativa es definida como “la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen de aire y la que tendría si este estuviese saturado a la temperatura a que se encuentra dicho aire”. La humedad relativa presenta estrecha relación con la presencia de precipitaciones y es inversamente proporcional a las altas temperaturas. En la siguiente grafica se presenta el histograma para la humedad relativa registrada por la estación Climatológica Ordinaria Iquira

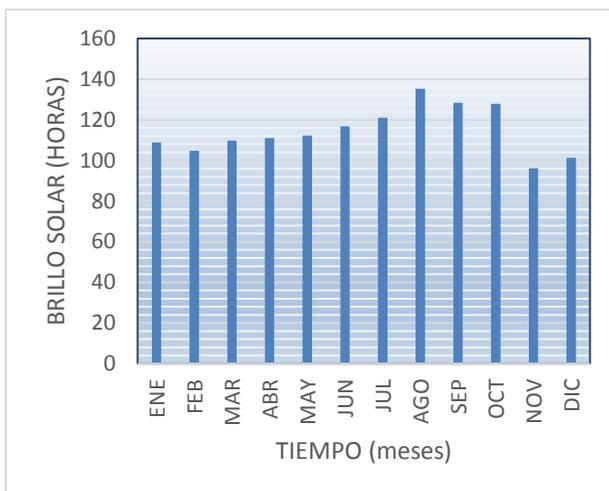


Gráfica 5. Valores medios Mensuales Multianuales de Humedad Relativa de la Estación Íquira

Con lo registrado en la gráfica anterior se evidencia lo mencionado anteriormente; durante el periodo de verano la humedad relativa es menor, mientras que en la temporada húmeda la relación se invierte.

5.6.4. Brillo Solar

El brillo solar representa el tiempo total durante el cual luz solar incide directamente sobre alguna localidad, entre el alba y el atardecer.

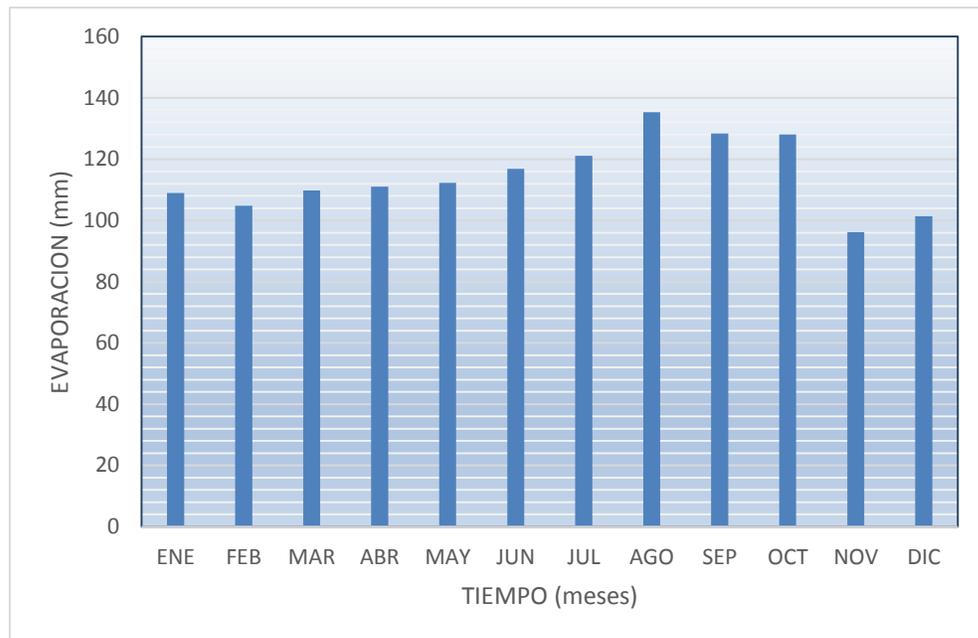


Gráfica 6. Valores medios Mensuales Multianuales de Brillo Solar de la Estación Iquira

Partiendo de la información suministrada por la estación Iquira, se tiene que durante los meses de enero, junio y el período de agosto a octubre se obtienen los mayores registros de brillo solar, alcanzando unos valores que oscilan entre 142.1 y 148.9 horas; mientras que durante el período de febrero a mayo y noviembre a diciembre se obtienen los menores registros de brillo solar, alcanzando unos valores que oscilan entre 120.6 y 131.9 horas, siendo marzo el mes de menor intensidad lumínica (116.1 horas).

5.6.5. Evaporación

La evaporación del agua es definida como la “*Emisión de vapor de agua por una superficie libre (que puede ser el suelo) a temperatura inferior a su punto de ebullición*”.



Gráfica 7. Valores medios Mensuales Multianuales de Evaporación de la Estación Íquira

La grafica anterior determina que el mes de agosto es el mes que registra un mayor valor de evaporación 135.3mm/mes y el mes de noviembre el mes con un menor registro (96.2mm/mes). Lo anterior sumado a los registros de temperatura y precipitación demuestran que la evaporación presenta un comportamiento asociado a las altas temperaturas pero inverso al de las precipitaciones.

5.6.6. Evapotranspiración Potencial

La evapotranspiración hace referencia al fenómeno en el que el agua es transferida a la atmosfera mediante los procesos de evaporación de la misma desde la superficie libre del suelo y la transpiración desde las hojas de la vegetación y la evapotranspiración potencial es la máxima evapotranspiración posible cuando en el suelo hay disponibilidad continua de agua y está cubierto con una cobertura vegetal abundante.

La ETP varía en el curso del año, siendo mínima en períodos de invierno y máxima en períodos de verano. También varía con la latitud y la longitud (zona geográfica) que se considere.

En la cuantificación de la cantidad de agua que es necesario aplicar mediante riego, es necesario conocer la magnitud de la evapotranspiración del cultivo, de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes de la zona, o de otro

modo, es necesario anticipar eventos climáticos que influirán en la magnitud de la demanda de agua del cultivo.

Para lograr lo anterior, el cálculo de la Evapotranspiración potencial (ETP) se realizó por el método de Thornthwaite, puesto que es el que mejor se ha comportado en zonas tropicales, además, por la disponibilidad de la información de las estaciones. Para el cálculo de la evapotranspiración por el método de Thornthwaite, se tiene en cuenta los datos de temperatura, ya que la ecuación utilizada está en función de ésta.

$$ETP = 1.6K_a \left(10 \frac{T_j}{I}\right)^a$$

Donde:

ETP: Evapotranspiración potencial mensual (cm)

T_j: Temperatura media mensual en el mes *j* (°C)

K_a: Constante que depende de la latitud y el mes del año

Los coeficientes *I* (índice de eficiencia de temperatura) y *a* son constantes de cada

Estación de observación y se calculan con las siguientes expresiones:

- **Índice de Eficiencia de Temperatura**

$$I = \sum_{j=1}^{12} \left(\frac{T_j}{5}\right)^{1.514}$$

- **Coefficiente *a***

$$a = 675 \times 10^{-9}(I)^3 - 771 \times 10^{-7}(I)^2 + 179 \times 10^{-4}(I) + 0.49239$$

Con la expresión citada anteriormente el valor de la ETP se determina con periodicidad mensual, y considerando que los balances hídricos se realizaran teniendo en cuenta una periodicidad decadal, es necesario realizar la conversión de esta; lo anterior se obtiene entonces dividiendo su valor por el número de días del mes y multiplicándolo por el número de días de la década. En la tercera década el número de días es: 8 para febrero, 10 para abril, junio, septiembre y noviembre, y 11 para enero, marzo, mayo, julio, agosto, octubre y diciembre.

En la siguiente tabla se relacionan los valores estimados para la ETP considerando los valores mensuales registrados por la estación Íquira

Tabla 16. Evapotranspiración Potencial estimada para la Zona de Estudio

MES	T (°C)	I	a	K _a	ETP (cm)	ETP (mm)
ENERO	23.2	10.21	2.80	1.03	9.641	96.41
1ª DÉCADA						31.10

MES	T (°C)	I	a	Ka	ETP (cm)	ETP (mm)
2ª DÉCADA						31.10
3ª DÉCADA						34.21
FEBRERO	23.3	10.28	2.80	0.94	8.857	88.57
1ª DÉCADA						31.63
2ª DÉCADA						31.63
3ª DÉCADA						25.30
MARZO	23.2	10.21	2.80	1.04	9.686	96.86
1ª DÉCADA						31.25
2ª DÉCADA						31.25
3ª DÉCADA						34.37
ABRIL	23.2	10.21	2.80	1.01	9.495	94.95
1ª DÉCADA						31.65
2ª DÉCADA						31.65
3ª DÉCADA						31.65
MAYO	23.2	10.21	2.80	1.05	9.820	98.20
1ª DÉCADA						31.68
2ª DÉCADA						31.68
3ª DÉCADA						34.85
JUNIO	23.2	10.21	2.80	1.02	9.540	95.40
1ª DÉCADA						31.80
2ª DÉCADA						31.80
3ª DÉCADA						31.80
JULIO	23.3	10.28	2.80	1.05	9.939	99.39
1ª DÉCADA						32.06
2ª DÉCADA						32.06
3ª DÉCADA						35.27
AGOSTO	23.7	10.55	2.80	1.04	10.377	103.77
1ª DÉCADA						33.47
2ª DÉCADA						33.47
3ª DÉCADA						36.82
SEPTIEMBRE	24.2	10.89	2.80	1.01	10.636	106.36
1ª DÉCADA						35.45
2ª DÉCADA						35.45
3ª DÉCADA						35.45
OCTUBRE	23.6	10.48	2.80	1.04	10.161	101.61
1ª DÉCADA						32.78
2ª DÉCADA						32.78
3ª DÉCADA						36.06
NOVIEMBRE	22.8	9.95	2.80	1.00	8.916	89.16
1ª DÉCADA						29.72
2ª DÉCADA						29.72
3ª DÉCADA						29.72
DICIEMBRE	22.9	10.01	2.80	1.03	9.296	92.96
1ª DÉCADA						29.99
2ª DÉCADA						29.99
3ª DÉCADA						32.99
TOTAL ANUAL		123.49				1163.65

Los valores de evapotranspiración potencial media permiten ver que son homogéneos para la zona. El mes de septiembre es el de mayor déficit en todo el año con valor de 106.36 mm, en el mes de agosto se presenta la década de

mayor evapotranspiración siendo esta la tercera con un valor de 36.82 mm, representando una evapotranspiración diaria de 3.35 mm. El área del proyecto presenta una evapotranspiración potencial aproximada de 1163.65 mm al año.

5.7. DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO

Como uno de los objetivos del presente proyecto es el diseño de un distrito de riego, es necesario para ello cuantificar la cantidad de agua que se requiere para abastecer las necesidades hídricas de los cultivos propuestos por los productores usuarios del distrito. Para cumplir objetivamente lo expuesto con anterioridad, es necesario establecer para la zona el balance hídrico agrícola.

5.7.1. Balance Hídrico Agrícola

En el balance hídrico agrícola interactúan diversos parámetros entre los que se tienen:

- **Precipitación Efectiva:** Considerada esta como la fracción de la precipitación que es aprovechable por las plantas, no considera aquella precipitación que se convierte en escorrentía y la que se percola. Para su cálculo se considera la precipitación con probabilidad de excedencia del 75% y se aplica el método establecido por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos.

$$Pe = f(D) \times (1.25249 \times P^{0.82416} - 2.9362) \times (10^{0.000955 \times ETc})$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva (mm)

f(D): Función correctora para un déficit de humedad en el suelo diferente de 75 mm (para D igual a 75 mm, f(D) es 1)

P: Precipitación media con 75% de probabilidad de ocurrencia

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm)

Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm, el factor de corrección f(D) pertinente es:

CAS (mm)	20	25	27.5	50	62.5	75	100	125	150	175	200
Factor	0.73	0.77	0.86	0.93	0.97	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08

La capacidad de almacenamiento de agua del suelo se determinó para el ponderado de las propiedades hidrofísicas de cada una de las series de suelo

establecida en el área de influencia del proyecto y que se muestran en la Tabla 9 de capítulo estudio de comprobación de suelos.

Tabla 17. Densidad aparente, capacidad de campo y punto de marchitez permanente ponderada para el área de estudio

DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	CAPACIDAD DE CAMPO (%)	PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (%)
1.53	31.31	14.61

Se puede estimar la capacidad de almacenamiento del suelo a una profundidad radicular media de 60 centímetros en el área del proyecto a partir de la siguiente expresión matemática.

$$CAS = \frac{(CC - PMP) \times Da \times Pr}{100} \times 10$$

Donde:

CAS: Capacidad de Almacenamiento del Suelo (mm).

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

Pr: Profundidad de suelo (cm) a la que llegan las raíces.

La Capacidad de Almacenamiento del Suelo estimada para el área del proyecto es de 153.3 mm ≈ 153.00 mm.

- **Uso Consuntivo:** También denominado evapotranspiración del cultivo y hace referencia a los requerimientos hídricos del mismo que son el resultado del producto entre el coeficiente de transpiración del cultivo y la ETP estimada para la zona.

$$ETc = (Kc \times ETP)$$

En la zona se proyecta irrigar los cultivos que se establecen en la siguiente tabla.

Tabla 18. Cultivos Proyectados en la zona de Estudio

No.	CULTIVO	ÁREA ESTABLECIDA (Has)
1	Pasto	110.00
2	Cacao	91.00
TOTAL		201.00

- **Lámina de Agua Aprovechable (LAA)**

La lámina de agua aprovechable se determinó mediante la siguiente expresión:

$$LAA = \frac{(CC - PM) \times \rho_a \times Pr}{\rho_w}$$

Donde:

LAA: Lámina de agua aprovechable (cm)

CC: Capacidad de campo del suelo promedio ponderado en términos de fracción

PMP: Punto de marchitez permanente del suelo promedio ponderado en términos de fracción

ρ_a : Densidad aparente del suelo (gr/cm³)

Pr: Profundidad radicular efectiva (cm) (pasto = 40, cacao = 90) (FAO, 2006)

ρ_w : Densidad del agua (gr/cm³)

- **Lámina Neta (Ln)**

La lámina neta de riego corresponde a la humedad de déficit y como ya se definió anteriormente, es la cantidad de agua que debe quedar en la zona de raíces de las plantas, para llevar el suelo a capacidad de campo después de un riego, y que a su vez, corresponderá a la cantidad de agua que puede consumir el cultivo entre dos riegos consecutivos. Para determinar la lámina neta de riego, es necesario conocer la humedad aprovechable del suelo, el umbral de riego y la profundidad de raíces que se van a mojar. Entonces:

$$Ln = \frac{LAA \times UR(\%)}{100}$$

Donde:

Ln: Lámina neta de riego a reponer (mm)

LAA: Lámina de agua aprovechable (mm)

UR: Umbral de riego (%)

- **Umbral o criterio de riego (UR).** Indica que en la medida que disminuye el contenido de agua del suelo, aumenta la energía de retención de agua. Esto quiere decir que la humedad aprovechable del suelo (CC - PMP), no se encuentra igualmente disponible para los cultivos en todo su rango (CC = 1/3 atm y PMP = 15 atm). Por esto, es necesario regar cuando la humedad aprovechable del suelo o capacidad de almacenamiento del suelo (CAS) llegue a un valor umbral (UR) que no afecte el desarrollo de los cultivos.

El valor de umbral de riego varía según la especie y según cuánto evapotranspira la planta. Mientras mayor es la evapotranspiración mayor debe ser el flujo de agua del suelo hacia las raíces, por lo tanto, mayor es la demanda de agua. Esto determinará que el umbral de riego sea más estrecho, ya que debe siempre estar disponible una gran cantidad de agua.

Para decidir el umbral de riego se considerarán varios factores como: el suelo, sensibilidad de la especie vegetal a los déficits hídricos y la evapotranspiración. Para el presente proyecto se estima un UR del 60% para el cultivo de pasto y 35% para el cultivo de cacao (FAO, 2006).

- **Lámina Bruta (Lb)**

La lámina bruta, o necesidad bruta, es la cantidad de agua que debe aplicarse en cada riego a la superficie del terreno, de manera de asegurar una penetración suficiente de agua que permita retener en la zona radicular la lámina neta (Ln).

Recordemos que no es posible lograr un 100% de eficiencia en la aplicación de agua y que no toda el agua que penetra, es retenida en la zona radicular del cultivo. Existen pérdidas inevitables, causadas por la desuniformidad en la aplicación de agua en el campo, por la percolación más abajo de la zona radicular y por el escurrimiento superficial.

Para estar seguro que la cantidad de agua neta que debe ser reemplazada en cada riego penetra y es retenida en la zona radicular, es necesario aplicar una mayor cantidad de agua al terreno, con el fin de contrarrestar las pérdidas. Esta cantidad de agua se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$Lb = \frac{Ln}{Ea}$$

Donde:

Lb: Lámina bruta (mm)

Ln: Lámina neta de riego (mm)

Ea: Eficiencia de aplicación del equipo de riego (%/100)

- **La eficiencia de aplicación (Ea)** está muy relacionada con el método de riego que se utilice.

Con el riego se debe aplicar la cantidad de agua necesaria para elevar el contenido de agua del suelo a capacidad de campo. El volumen real que se requiere, va a depender de la eficiencia del método de riego que se utilice. La eficiencia de aplicación es el cociente entre el volumen de agua que es necesario reponer en la zona de raíces y el volumen aplicado durante el riego, se expresa como porcentaje.

Para un método de riego determinado, la eficiencia de aplicación depende de: la calidad del diseño del método, la habilidad del regador u operador del equipo de riego y las características del terreno. Para el presente proyecto se estima una Ea para el caso de cultivos tecnificados con riego presurizado del 95%.

- **Frecuencia de riego (Fr)**

La frecuencia de riego permite estimar el número de días transcurridos entre dos riegos consecutivos y corresponde al período en que el cultivo agota la lámina neta. Para estimar la frecuencia de riego es necesario conocer la lámina neta y la evapotranspiración real del cultivo (ETc) o Uso consumo (Uc) en mm/día. La frecuencia de riego se puede obtener de la siguiente expresión:

$$Fr = \frac{Ln}{ETc}$$

Donde:

Fr: Frecuencia de riego (días)

Ln: Lámina neta de riego (mm)

ETc: Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

- **Módulo de Riego**

Es el caudal requerido por unidad de área y se calcula de la siguiente manera:

$$MR = \frac{A \times Lb \times K}{Fr \times Jr}$$

Donde:

A: Área de la parcela (Has)

Lb: Lámina bruta (cm)

K: Factor de conversión a litros por segundo (K = 27.78)

Fr: Frecuencia de riego (días)

Jr: La jornada de riego (horas)

Finalmente se toma de la década más crítica el Modulo de Riego para cada cultivo predominante en la zona, en sus diferentes etapas de desarrollo, teniendo en cuenta cada Unidad de suelo determinada en la zona.

5.7.2. Balance hídrico agrícola

• Cultivo de pasto en el tipo de suelo 1 en el área del proyecto

Cultivo	PASTO
Área (has)	110.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	9.3	9.3	10.3	9.5	9.5	7.6	9.4	9.4	10.3	9.5	9.5	9.5	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	6.1	-13.8	8.0	-4.6	5.9	0.9	4.2	-18.0	-2.9	-0.3	-5.9	-5.0	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	6.4	-14.5	8.5	-4.8	6.2	0.9	4.4	-18.9	-3.1	-0.3	-6.2	-5.3	26.7	26.7	29.3	26.8	26.8	26.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.3	0.2	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	25.6	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	25.0	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	26.3	27.0	29.7	28.2	28.2	31.0	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

● **Cultivo de pasto en el tipo de suelo 2 en el área del proyecto**

Cultivo	PASTO
Área (has)	110.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	9.3	9.3	10.3	9.5	9.5	7.6	9.4	9.4	10.3	9.5	9.5	9.5	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	6.1	-13.8	8.0	-4.6	5.9	0.9	4.2	-18.0	-2.9	-0.3	-5.9	-5.0	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	6.4	-14.5	8.5	-4.8	6.2	0.9	4.4	-18.9	-3.1	-0.3	-6.2	-5.3	26.7	26.7	29.3	26.8	26.8	26.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.3	0.2	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	25.6	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	25.0	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	26.3	27.0	29.7	28.2	28.2	31.0	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

● **Cultivo de pasto en el tipo de suelo 3 en el área del proyecto**

Cultivo	PASTO
Área (has)	110.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	9.3	9.3	10.3	9.5	9.5	7.6	9.4	9.4	10.3	9.5	9.5	9.5	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	6.1	-13.8	8.0	-4.6	5.9	0.9	4.2	-18.0	-2.9	-0.3	-5.9	-5.0	25.3	25.3	27.9	25.4	25.4	25.4
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	6.4	-14.5	8.5	-4.8	6.2	0.9	4.4	-18.9	-3.1	-0.3	-6.2	-5.3	26.7	26.7	29.3	26.8	26.8	26.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.2	0.1	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.3	0.2	-0.1	0.1	0.0	0.1	-0.4	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	25.6	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	25.0	25.6	28.2	26.8	26.8	29.5	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	26.3	27.0	29.7	28.2	28.2	31.0	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

• **Cultivo de cacao en el tipo de suelo 1 en el área del proyecto**

Cultivo	CACAO
Área (has)	91.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	15.6	15.6	17.1	15.8	15.8	12.7	15.6	15.6	17.2	15.8	15.8	15.8	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	12.3	-7.6	14.9	1.8	12.2	6.0	10.4	-11.7	4.0	6.0	0.4	1.3	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	13.0	-8.0	15.7	1.9	12.9	6.3	11.0	-12.3	4.2	6.4	0.4	1.4	33.3	33.3	36.7	33.5	33.5	33.5
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.3	-0.2	0.3	0.0	0.3	0.2	0.3	-0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	31.4	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	33.1	33.7	37.1	35.2	35.2	38.8	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

• **Cultivo de cacao en el tipo de suelo 2 en el área del proyecto**

Cultivo	CACAO
Área (has)	91.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	15.6	15.6	17.1	15.8	15.8	12.7	15.6	15.6	17.2	15.8	15.8	15.8	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	12.3	-7.6	14.9	1.8	12.2	6.0	10.4	-11.7	4.0	6.0	0.4	1.3	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	13.0	-8.0	15.7	1.9	12.9	6.3	11.0	-12.3	4.2	6.4	0.4	1.4	33.3	33.3	36.7	33.5	33.5	33.5
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.3	-0.2	0.3	0.0	0.3	0.2	0.3	-0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	31.4	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	33.1	33.7	37.1	35.2	35.2	38.8	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

• **Cultivo de cacao en el tipo de suelo 3 en el área del proyecto**

Cultivo	CACAO
Área (has)	91.00
Método de riego	
Caudal de la Concesión (lt/s)	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		ENE			FEB			MAR			ABR			MAY			JUN		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Precipitación 75% prob.	(mm)	6.4	34.7	5.2	20.8	6.8	10.8	8.8	41.5	19.5	14.8	22.8	21.5	1.0	0.7	1.4	1.1	1.0	0.3
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	3.2	23.1	2.2	14.0	3.6	6.7	5.2	27.3	13.2	9.8	15.4	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	31.1	31.1	34.2	31.6	31.6	25.3	31.2	31.2	34.4	31.6	31.6	31.6	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	15.6	15.6	17.1	15.8	15.8	12.7	15.6	15.6	17.2	15.8	15.8	15.8	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	12.3	-7.6	14.9	1.8	12.2	6.0	10.4	-11.7	4.0	6.0	0.4	1.3	31.7	31.7	34.8	31.8	31.8	31.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	13.0	-8.0	15.7	1.9	12.9	6.3	11.0	-12.3	4.2	6.4	0.4	1.4	33.3	33.3	36.7	33.5	33.5	33.5
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	-0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.3	-0.2	0.3	0.0	0.3	0.2	0.3	-0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

* Cuando el agua almacenada en el suelo (CAS) en el momento del riego es mayor o menor que 75 mm el factor de corrección f(D) pertinente es 1.0612

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR DECADAL (36 DÉCADAS)																	
		JUL			AGO			SEP			OCT			NOV			DIC		
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Precipitación 75% prob.	(mm)	3.5	0.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	6.5	0.0	5.8	27.6	11.4	33.3	26.8	9.9	42.2	11.8
Precipitación efectiva (Pe)*	(mm)	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	2.7	18.8	7.2	22.2	18.0	6.1	27.7	7.6
ETP (Evapotranspiración Potencial)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	35.5	35.5	35.5	32.8	32.8	36.1	29.7	29.7	29.7	30.0	30.0	33.0
Kc (Coeficiente del cultivo)	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Uc (Uso Consuntivo)	(mm)	32.1	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	28.4	26.2	26.2	28.8	23.8	23.8	23.8	24.0	24.0	26.4
Demanda Neta (Uc-Pe)	(mm)	31.4	32.1	35.3	33.5	33.5	36.8	28.4	28.4	25.0	26.2	23.5	10.1	16.6	1.6	5.8	17.9	-3.7	18.8
Eficiencia de Riego	Superficial	%																	
	Conducción	%																	
	Distribución	%																	
	Aplicación	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Demanda Bruta	(mm)	33.1	33.7	37.1	35.2	35.2	38.8	29.9	29.9	26.3	27.6	24.7	10.6	17.4	1.7	6.1	18.9	-3.9	19.8
Modulo de riego (Jr = 24 horas)	(lt/s/ha)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	0.2
Modulo de riego (Jr = 18 horas)	(lt/s/ha)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.3	-0.1	0.3
Modulo de riego (Jr = 12 horas)	(lt/s/ha)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.0	0.1	0.4	-0.1	0.4

Teniendo en cuenta los resultados de los balances hídricos agrícolas del área de estudio, para los cultivos seleccionados y en cada serie de suelo se tiene que en gran parte del año se presentan condiciones deficitarias de agua en términos del sistema suelo – planta – atmósfera, lo que indica que las precipitaciones de la zona no son suficientes para el abastecimiento hídrico de los cultivos. Con estas condiciones existe una exigencia del riego complementario para el desarrollo de cultivos.

En la Tabla 19 se resumen los Módulos de Riego determinados para los cultivos representativos para el área de estudio y el caudal necesario para regar los cultivos establecidos en el área de estudio; considerando la década de mayor valor (uso consuntivo) en cada Unidad de Suelo.

Tabla 19. Módulos de Riego (lt/s-ha) y caudal requerido (lt/s), determinados para los cultivos representativos para el área de estudio, considerando cada Unidad de Suelo

CULTIVOS	ÁREA (Has)	MÓDULOS DE RIEGO PARA CADA TIPO DE SUELO CON DIFERENTES JORNADAS DE RIEGO (lt/s-ha)									CAUDAL REQUERIDO (lt/s)	CAUDAL REQUERIDO (lt/s)	CAUDAL REQUERIDO (lt/s)
		Jr = 24 horas			Jr = 18 horas			Jr = 12 horas					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	Jr = 24 horas	Jr = 18 horas	Jr = 12 horas
PASTO	110.00	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	44	55	77
CACAO	91.00	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	36.4	45.5	72.8
TOTAL	201.00										80.4	101.5	149.8

Finalmente considerando lo establecido en la tabla anterior se determinará que el módulo de riego para el que se diseñarán las obras será de 0.5 lps-ha para una jornada de riego de 18 horas.

5.8. DISEÑO DE OBRAS

5.8.1. Diseño Hidráulico de la Captación

La obra de toma para el Distrito de Riego Usopacarni se realizará en la margen izquierda de la Quebrada El Aguacate, coordenadas 1152021.474, 782882.315, cota 998.138 m; se realizará una captación tipo lateral, además se construirá un pequeño muro de gravedad de 0.9 m de alto que sobresale hacia el cauce de la quebrada con el fin de encausar las aguas y dirigir las hacia la rejilla. Y aletas aguas arriba y aguas abajo y garantiza el nivel de agua necesario a la captación; 100.5 Lts/seg



Figura 11. Posible sitio de Bocatoma

- **Diseño Rejilla**

Para el caudal de diseño se mayor el caudal necesario previendo obstrucción en la rejilla por material de arrastre, se diseñará para que con un nivel mínimo de la Quebrada pueda captar un caudal de dos veces el requerido según la demanda:

Caudal de diseño= 2* Caudal máximo necesario
Caudal Diseño = 2*100.5 LPS= 201 LPS =0.201 m³/sg

Se recomienda la utilización de rejillas redondas de 1" de diámetro separados 1" ángulo de inclinación respecto a la horizontal 75° para limpieza mecánica.

El vertedero lateral de captación se diseñó como vertedero frontal de cresta delgada.

$$Q = 1.84 \text{ Le } H^{3/2}$$

Donde:

Q = caudal a captar (m³/s)

Le = Longitud efectiva del vertedero (m)

H = Carga sobre la cresta del vertedero (m)

- **Pérdidas en rejilla**

Para calcular la pérdida que se produce en la rejilla se utiliza la fórmula de Kirshmer

$$h = B \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

Donde:

h = pérdida de carga en m.

B = factor de forma 1.79 varillas circulares

w = espesor barra en m.

Hv = carga de velocidad en m. ($hv = v^2/2g$)

v = velocidad de aproximación, m/s

(se toma 0.7 m/sg, para ejecutar limpieza mecánica por acción hidráulica del agua sobre la rejilla)

θ = ángulo de la varilla con la horizontal

b = espacio mínimo entre barras, en metros

Calculo de carga de velocidad

$$hv = \frac{v^2}{2g}$$

$$hv = \frac{(0.7)^2}{2(9.81)}$$

$$hv = 0.02500$$

Calculo de pérdida de carga

$$h = B \left(\frac{w}{b} \right)^{4/3} hv \sin \theta$$

$$h = 1.79 \left(\frac{0.0254}{0.0254} \right)^{4/3} \times 0.02500 \times \sin 75^\circ$$

$$h = 0.0432 \text{ m} = 4.32 \text{ cm}$$

Las pérdidas se afectan por un valor de seguridad de 2 a 3 veces, entonces:

$$h = 4.32 \text{ cm} \times 2 = 8.65 \approx 9 \text{ cm}$$

Si se asume una carga de $H = 0.35$ m se tiene que el nivel de agua dentro de la caja de derivación es $35 - 9 = 26$ cm por encima de la cresta del vertedero.

Como el vertedero trabaja sumergido se utiliza la fórmula de Villemonte

$$Q = Q_1 (1 - S^n)^{0.385}$$

Donde:

Q : Caudal a captar

Q_1 : Caudal captado si el vertedero fuera libre

S : Sumergencia

n : Exponente en la fórmula como vertedero libre

La sumergencia se calcula así:

$$S = (H - \text{perdidas}) / H$$

$$S = (0.35 - 0.09) / 0.35$$

$$S = 0.75$$

De la expresión de Villemonte se tiene que:

$$Q_1 = Q / (1 - S^n)^{0.385}$$

$$Q_1 = 0.201 / (1 - 0.75^{1.5})^{0.385}$$

$$Q_1 = 0.302 \text{ m}^3 / \text{Seg}$$

Por Francis Tenemos

$$Q = 1.84 Le H^{3/2}$$

Por lo tanto la longitud efectiva del vertedero es:

$$Le = Q_1 / (1.84 H^{3/2})$$

$$Le = 0.302 / (1.84 (0.35)^{3/2})$$

$$Le = 0.79 \text{ m}$$

Numero espacios en la reja = Le / \varnothing Varilla

No. Espacios = $0.79 \text{ m} / 0.0254 \text{ m} = 31.102 \approx 31$ espacios

No. Varillas = No. espacios - 1 = $31 - 1 = 30$ varillas

Longitud total= (31+30)*0.0254= 1.56 m

Se realiza el chequeo con la expresión de vertedero lateral

$$Q = 1.86 Le^{0.9} H^{1.6}$$

Donde:

Q = Caudal captado, en m³/Seg

Le = Longitud efectiva, en m

H = Carga sobre la cresta, en m

Longitud Efectiva

$$Le = (Q/(1.86H^{1.6}))^{1/0.9}$$

$$Le = (0.302/(1.86(0.35)^{1.6}))^{1/0.9}$$

$$Le = 0.86 \text{ m}$$

Como se observa, la diferencia entre las Le calculadas es pequeña, luego se adopta 0.86 m

Numero espacios en la reja = Le/∅ Varilla

No. Espacios = 0.86 m /0.0254 m = 33.85 ≈ 34 espacios

No. Varillas = No. espacios -1 = 34 -1 = 33 varillas

Longitud total= (34+33)*0.0254= 1.70 m

- **Cámara de Derivación**

En el sitio donde se construirá la cámara de derivación se encontró una roca de gran tamaño y buena estabilidad, que se perfilara utilizando demoledor quedando la obra completamente protegida en medio del peñón, además se perforara con taladro y con ayuda de epóxico se anclaran las varillas que harán parte del refuerzo de la obra.

Las dimensiones se ajustaran al espacio disponible en la obra de toma y teniendo en cuenta que el área debe ser apropiada para ingresar a la cámara a realizar la respectiva limpieza; entonces las medidas de la cajilla del Distrito Usopacarni quedaran así:

Largo= 2.1 m

Ancho en la base = 1.4 m y Ancho superior 1.0 m

H= 2 m

Esta cámara contara internamente con un vertedero que cumple la función de predesarenador, pues el agua que ingresara a la cámara pasara por encima de este y los sedimentos quedaran en el primer compartimiento que contara con una tubería para su evacuación.

El ingreso para el mantenimiento se hará a través de dos aberturas superiores que tendrán tapa, cadena y candado; demás se instalara una escalera para facilitar el descenso del operario para el mantenimiento.

5.8.2. Diseño Hidráulico del Desarenador

Para evitar problemas de sedimentación y obstrucción en las líneas de conducción del Distrito de Riego; se ha proyectado la construcción de un desarenador tipo convencional, ubicado en las coordenadas 1152157.826 mE, 782709.782 mN, Cota terreno 984.001 m.



Figura 12. Posible sitio de Desarenador

Condiciones de diseño del Desarenador.

Caudal de Diseño Q	100.5 Lit/seg
	0.1005 m ³ /seg
Diámetro de Partículas a Remover	0.1 mm
Grado de Remoción	87.5 %
Temperatura	20 °C
Grado del Desarenador (n)	3
Relación Longitud - Ancho	3

Calculo de la viscosidad del agua a T °C

Viscosidad del Agua a 10 °C , $\mu_{10^{\circ}C} = 0.0131$

$$\mu_{T^{\circ}C} = \mu_{10^{\circ}C} \frac{33,3}{T^{\circ}C + 23,3}$$

Viscosidad del Agua a 20 °C , $\mu_{20^{\circ}C} = 0.0101 \text{ cm}^2/\text{sg}$

Calculo de la Velocidad de sedimentación de la partícula Vs a T °C Según Stokes

$$V_s = \frac{g}{T^{\circ}C} \times \frac{(p_s - p)}{u} \times d^2$$

Donde:

d = diámetro de partículas (0.01 cm)

Ps = Peso específico de las partículas (2.65 gr/cm³)

p = Peso específico del fluido (1 gr/ cm³)

μ = Viscosidad cinemática del fluido (0.0101 cm²/sg)

g = Aceleración de la gravedad (981 cm/sg)

$$V_s = \frac{981}{20^{\circ}C} \times \frac{(2.65 - 1)}{0.0101} \times (0.01)^2$$

$V_s = 0.803 \text{ cm/sg}$

Calculo de la Velocidad de Sedimentación Vs a T °C Según Allen Hazen

Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación					
Material	Partículas limite	Numero Reynolds	Velocidad Sedimentación	Régimen	Ley Aplicada
Grava	1	> 10.000	≈ 100	Turbulento	Newton
Arena gruesa y media	0.10	≈ 1000	10	Transición	Allen
	0.08	≈ 660	8.3	Transición	
	0.05	≈ 380	6.3	Transición	
	0.05	≈ 27	5.3	Transición	
	0.04	≈ 17	4.2	Transición	
	0.03	≈ 10	3.2	Transición	
	0.02	≈ 4	2.1	Transición	
	0.015	≈ 2	1.5	Transición	
Arena fina	0.010	≈ 0.8	0.8	Laminar	Stokes
	0.008	≈ 0.5	0.6	Laminar	
	0.006	≈ 0.24	0.4	Laminar	

Relación entre Diámetro de Partículas y Velocidad de Sedimentación					
Material	Partículas limite	Numero Reynolds	Velocidad Sedimentación	Régimen	Ley Aplicada
	0.005	< 1.0	0.3	Laminar	
	0.004	< 1.0	0.2	Laminar	
	0.003	< 1.0	0.13	Laminar	
	0.002	< 1.0	0.06	Laminar	
	0.001	< 1.0	0.015	Laminar	

La Velocidad de la Tabla está dada para Arenas de Peso Específico = 2.65 y en agua con Temperatura = 10 ° C

Según Tabla No. 2 para T =10 ° C y diámetro de la partícula de 0.01 cm
Velocidad de Sedimentación = 0.8 cm/sg

$$V_{S_{T^{\circ}C}} = V_{S_{10^{\circ}C}} \frac{T^{\circ}C + 23.3}{33.3}$$

Velocidad de Sedimentación Vs a 20 ° C = 1.04 cm/sg

Se toma un valor promedio para la velocidad de Sedimentación:

$$V_{S_{20^{\circ}C}} = \frac{0.803 + 1.04}{2}$$

$$V_{S_{20^{\circ}C}} = 0.92 \text{ cm/sg}$$

Se asume una profundidad útil para el Desarenador $H= 1.2 \text{ m}$
 Sobre altura escogida para todos los muros = 0.2 m

Tiempo que demora la partícula en caer al fondo

$$t = \frac{H}{V_s}$$

$$t = \frac{120}{0.92}$$

$$t = 130.18 \text{ sg}$$

Calculo del tiempo de retención "a"

Valores de a/t			
Condiciones	Remoción 50%	Remoción 75%	Remoción 87,5%
Máximo Teórico	0.500	0.750	0.875
Depósitos con muy buenos deflectores	0.730	1.520	2.370
Depósitos con buenos deflectores	0.760	1.660	2.750
Deposito con deficientes deflectores o sin ellos	1.000	3.000	7.000

Según la Tabla anterior para un grado 3 y grado de remoción de 87.5%

$$a/t = 2.750$$

Donde:

a = Periodo de Retención

t = Tiempo de sedimentación

$$a = 2.75 * t$$

$$a = 2.75 * 130.18 \text{ sg}$$

$$a = 358 \text{ sg} = 0.099 \text{ h}$$

Calculo de la Capacidad del Desarenador "C"

$$C = Q (m^3/\text{sg}) * a$$

$$C = 0.1005 m^3/\text{sg} * 358 \text{ sg}$$

$$C = 35.98 m^3$$

Calculo de la Superficie del Desarenador perteneciente a la zona de Sedimentación "As"

$$As = C/H$$

$$As = 35.8 m^3 / 1.2 m$$

$$As = 29.98 m^2$$

Se compara la superficie disponible con la requerida

$$Areq = Q (m^3/\text{sg}) / Vs (m/\text{sg})$$

$$Areq = 0.1005 m^3/\text{sg} / 0.0092 m/\text{sg}$$

$$Areq = 10.90 m^2$$

$$As > Areq$$

$29.98 \text{ m}^2 > 10.90 \text{ m}^2$ Ok!!!

Calculo de las dimensiones de la zona de sedimentación “L” y “b”

Relación Longitud – Ancho: 3

$$As = L * b \quad L=3b$$

Reemplazando L

$$As = 3b*b$$

$$As = 3b^2$$

$$b = (As/3)^{1/2}$$

$$b = (29.98 \text{ m}^2/3)^{1/2}$$

$$b = 3.16 \text{ m} \approx 3.2 \text{ m} \quad \mathbf{b = 3.20 \text{ m}}$$

$$L = 3b$$

$$L = 3*(3.2)$$

$$\mathbf{L = 9.60 \text{ m}}$$

Por construcción se adoptan las medidas b: 3.2 m y L: 9.6 m, las cuales cumplen con la condición de área.

$$As = b*l$$

$$As = 3.2 \text{ m} * 9.6 \text{ m}$$

$$As = 30.72 \text{ m}^2$$

Calculo de la carga Hidráulica Superficial del Tanque “q”

$$Q = Qd(\text{m}^3/\text{sg})/As$$

$$Q = (0.1005 \text{ m}^3/\text{sg} / 30.72 \text{ m}^2)*86400$$

$$Q = 282.66 \text{ m}^3/ \text{m}^2\text{-dia}$$

Calculo del volumen de la zona de sedimentación “Vzs”

$$Vzs = L * b * H$$

$$Vzs = 9.6 \text{ m} * 3.2 \text{ m} * 1.2 \text{ m}$$

$$Vzs = 36.864 \text{ m}^3$$

Calculo del volumen de la zona de lodos “VI”

El volumen de la tolva de lodos debe ser el 20% del volumen de la zona de sedimentación

$$VI = 20\% * Vzs$$

$$VI = 20\% * 36.864 \text{ m}^3$$

$$VI = 7.373 \text{ m}^3$$

Altura de la tolva de lodos = 0.5 m

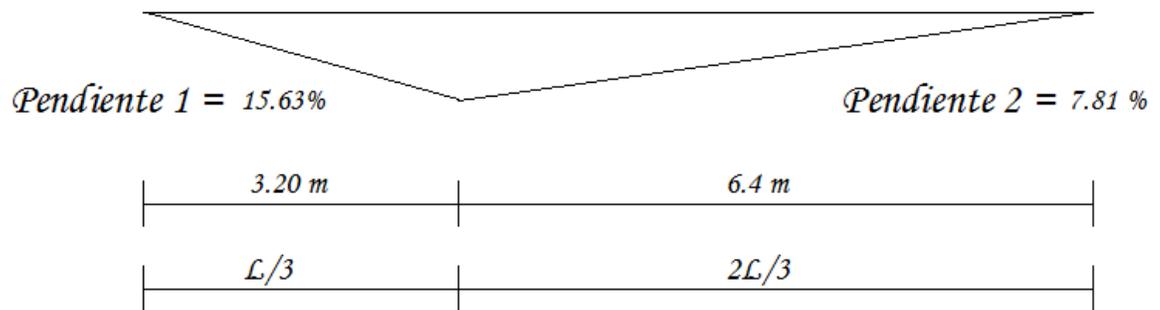
Se utiliza una tolva de doble pendiente en el sentido longitudinal

$$L/3 = 9.6 \text{ m} / 3 = 3.2 \text{ m}$$

$$2L/3 = 2(9.6 \text{ m}) / 3 = 6.4 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente 1 (\%)} = (0.5 \text{ m} / 3.2 \text{ m}) * 100 = 15.63 \%$$

$$\text{Pendiente 2 (\%)} = (0.5 \text{ m} / 6.4 \text{ m}) * 100 = 7.81 \%$$



Diseño de la pantalla defleitora

Velocidad máxima = 0.20 m/sg (Velocidad de paso del agua)

Calculo del área efectiva de los orificios

$$A_e = Q_d(m^3/sg) / V_{max}(m/sg)$$

$$A_e = 0.1005 \text{ m}^3/sg / 0.20 \text{ m/sg}$$

$$A_e = 0.503 \text{ m}^2$$

Se utilizan orificios circulares de diámetro 8 Pulgada

$$\text{Área Orificios } A_o = \pi r^2/4$$

$$A_o = 3.1416(8*0.0254)^2/4$$

$$A_o = 0.0324 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de orificios} = A_e/A_o$$

$$\text{Numero de orificios} = 0.503 \text{ m}^2 / 0.0324 \text{ m}^2$$

$$\text{Numero de orificios} = 15 \text{ Orificios}$$

Espesor de la pantalla = 0.10 m

H pantalla = 0.8 m

Largo de la pantalla = 3.2 m

Se ubicara a la salida de la transición de entrada

Cortina para sólidos flotantes

Ubicación cortina de sólidos: 3.6 m

H cortina: 0.7 m

Calculo de cámara de Entrada y Salida

Se ha sugerido un ancho entre $b/2$ y $b/3$, L debe ser igual o mayor a la longitud de la cresta del vertedero de Excesos. La Profundidad puede ser aproximadamente $H/3$ (Corcho Pag. 194)

$$\text{Profundidad} = H/3$$

$$\text{Profundidad} = (1.2 \text{ m} / 3) + 0.2 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = b/3$$

$$\text{Ancho} = 3.2 \text{ m} / 3$$

$$\text{Ancho} = 1.1 \text{ m}$$

$$L \text{ (Asumida)} = 1 \text{ m}$$

Distancia de Zona de entrada a zona de Sedimentación= 1 m

Diseño del vertedero de salida

Se utiliza un vertedero a todo lo ancho del desarenador, diseñado a partir de la fórmula de Francis

$$Q_s = C * b * H^{3/2}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño del desarenador (m^3/sg)

C = Coeficiente para vertederos de pared delgada (1.84)

H = Carga sobre la cresta (m)

b = Ancho del vertedero (m)

$$H = \left(\frac{Q}{C * b} \right)^{2/3}$$

$$H = \left(\frac{0.1}{1.84 * 3.2} \right)^{2/3}$$

$$H = 0.066 \text{ m} \rightarrow 7 \text{ cm}$$

Velocidad de salida sobre el vertedero

$$V = Q/b * H$$

$$V = 0.1 \text{ m}^3/\text{sg} / 3.2 \text{ m} * 0.066 \text{ m}$$

$$V = 0.473 \text{ m/sg}$$

Finalmente el desarenador será construido con las siguientes características:

Largo	9.50 m
Ancho	3.20 m
Altura útil	1.2 m
Borde libre	0.2 m
Altura para sedimentos	0.5 m
Altura total Desarenador	1.9 m
d Suelo	1.8 Tn/m ²
Espesor de muro	0.15 m
Espesor Pantalla	0.15 m
Altura Pantalla deflectora	0.6 m

5.8.3. Diseño Hidráulico de la Red

El objetivo del Distrito es entregar agua apta para riego bajo las condiciones de presión y caudal adecuadas para el correcto funcionamiento de un sistema de riego en cada uno de los predios beneficiados; razón por la cual es necesario garantizar con su diseño el cumplimiento del objetivo.

Las redes se diseñaron en material de PVC que por sus características técnicas, físicas y químicas garantizan al proyecto una vida útil mayor de 25 años y su costo es relativamente económico, comparado con otro tipo de tuberías, además es comercial, y fácil de instalar.

El dimensionamiento de la red consiste en determinar los diámetros de las tuberías que la forman, para satisfacer los requisitos de caudal y presión en los hidrantes o tomas prediales para cada uno de los usuarios. Para esta labor se utilizó el software EPANET el cual ha sido desarrollado por la Agencia para la

Protección del Medio Ambiente de EEUU con el fin de disponer de una herramienta para el cálculo, entre otras cosas, del comportamiento hidráulico en sistemas de distribución de agua.

El EPANET permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc. utilizando tan solo el interface gráfico. Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fugas en diferentes componentes de la red.

Para el cálculo de las pérdidas de presión en la tubería y determinar la línea piezométrica, se utilizó en el software la siguiente metodología de cálculo:

De la fórmula de Hazen Williams:

$$J = 0.2083 (100/C)^{1.85} \times (Q^{1.85} / D^{4.866})$$
$$J = 0.0985 Q^{1.85} / D^{4.866}$$

Dónde:

- J = Pérdidas de presión en mts/100 mts de conducción.
- Q = Flujo en Galones por minuto.
- D = Diámetro interior del tubo en pulgadas.
- C = Coeficiente de fricción constante para PVC

Dentro de los criterios de diseño se considera que en tramos rectos sin accesorios y bien alineados, puede emplearse $C = 160$; en caso contrario, utilizar $C = 150$ o por el sistema de las longitudes equivalentes.

Se consideró para los cálculos hidráulicos, los diámetros reales de las tuberías de PVC, ya que el área de flujo efectiva en estas, es mayor que en otras tuberías de materiales convencionales.

La fórmula de Hazen Williams, también se emplea con gran frecuencia en el sistema métrico, bajo las siguientes expresiones:

$$Q = 0.2785 \times CD^{2.63} \times J^{0.54} \quad ; \quad V = 0.3547 CD^{0.63} \times J^{0.54}$$

De las cuales se tiene:

- Q = Flujo en metros cúbicos por segundo.
- C = Coeficiente de Fricción.
- D = Diámetro del tubo en metros.
- J = Pérdidas de carga en metros por metro de conducción
- V = Velocidad en mts / seg.

De esta forma se efectuaron los cálculos de pérdidas por fricción por metro lineal de tubería y se determinaron las cotas piezométricas y la presión disponible en las redes de conducción, distribución y prediales.

En cuanto al cálculo de las sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete se tiene en cuenta la velocidad del flujo y la celeridad de la onda que depende del material en que se fabrica la tubería para nuestro caso el PVC tiene una metodología

Metodología para cálculo de golpe de ariete en tubería PVC.

$$P = a V/g$$

$$\text{Con: } a = 1420 / (1 + (K/E) (RDE-2))^{0.5}$$

En donde:

P=Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula.

a=Velocidad de la onda (m/s).

V=Cambio de velocidad del agua (m/s).

g=Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s²

K=Módulo de compresión del agua = 2.06 x 10⁴ Kg/cm²

E=Módulo de elasticidad de la Tubería (2.81 x 10¹⁰ Kg/cm² Para PVC Tipo 1, Grado1)

RDE = Relación diámetro exterior/espesor mínimo.

Valores de "a" en función del RDE	
RDE	a(m/s)
21	368
26	330
32.5	294
41	261

Los cuadros hidráulicos obtenidos como producto de la simulación de la línea de conducción y distribución se presentan en el ANEXO 5.

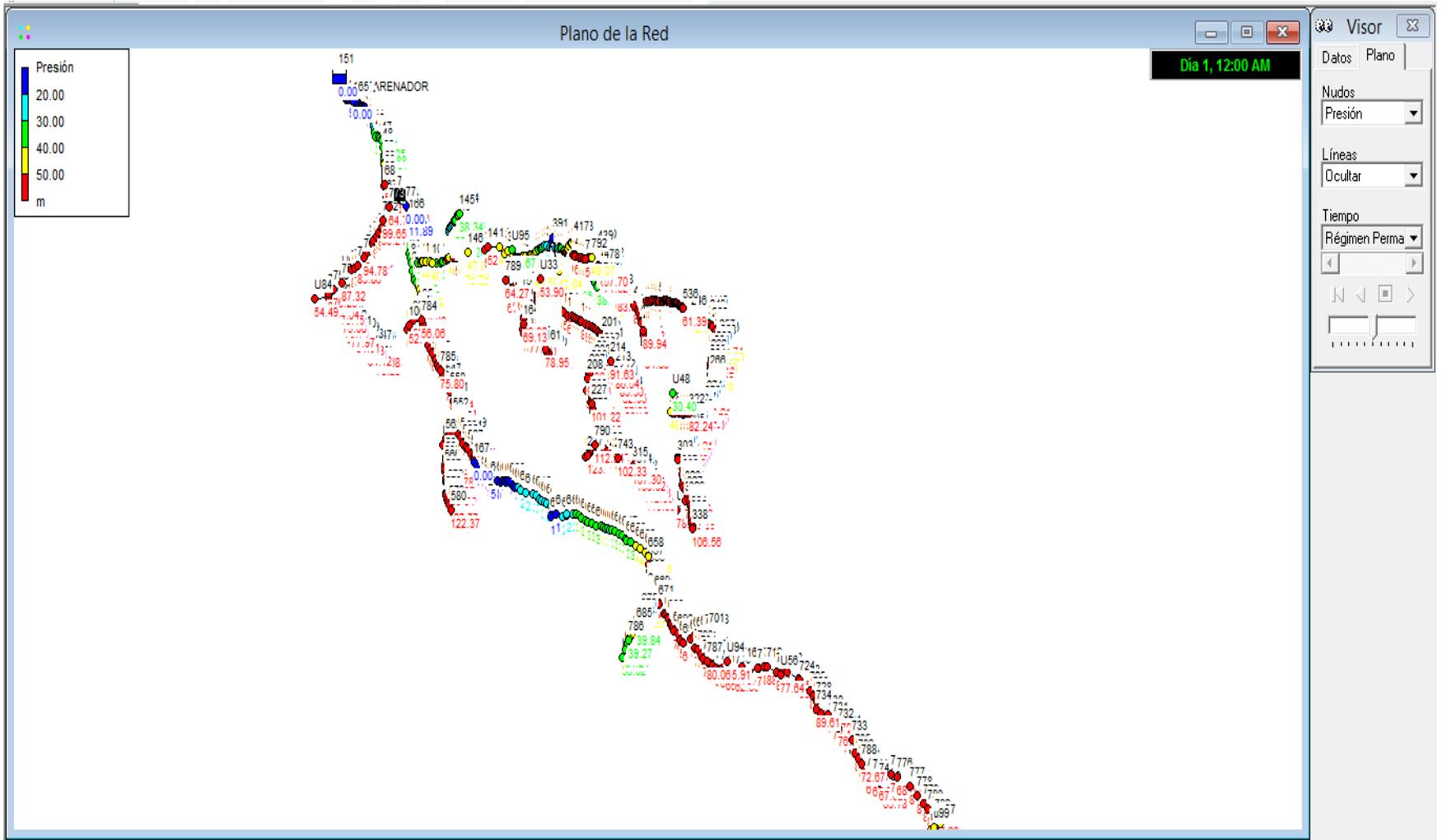


Figura 13. Simulación Hidráulica realizada a la Red de Conducción y Distribución

5.8.4. Diseño hidráulico cámaras de quiebre de presión.

Pensando en la economía del proyecto en el momento de la selección de los RDE para la tubería que deban soportar las altas presiones, se diseñaron dos cámaras de quiebre de presión:

Tabla 20. Características Cámaras de Quiebre

Cámara No.	Coordenadas		Caudal (Lit/Seg)	Presión (PSI)	DE (Pulg)	DS (Pulg)
	x	y				
1	1152667	781924.8	88.5	100.4	10 RDE 21	10 RDE 41
2	1153311	779990.9	24.5	181.16	6 RDE 13.5	6 RDE 51

- **Cámara de Quiebre No. 1**

Espesor de los Muros	0.2 m
Espesor de la Placa	0.3 m
Espesor del Vertedero	0.2 m
Borde Libre	0.3 m
Diámetro de la Tubería	10 Pulg

Calculo de la distancia del pozo de Amortiguación

Se Utiliza el Programa **H canales** para calcular el Tirante y las dimensiones de la sección de la estructura asumiendo esta como un canal rectangular

The screenshot shows the 'Cálculo de tirante normal sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular' window. The input data is as follows:

Lugar:		Proyecto:	
Mpio Tesalia		USOPACARNI	
Tramo:		Revestimiento:	
Nodo 77			

Datos :

Caudal (Q)	0.0885	m ³ /s
Ancho de solera (b)	1	m
Talud (Z)	0	
Rugosidad (n)	0.014	
Pendiente (S)	0.0001	m/m

Resultados :

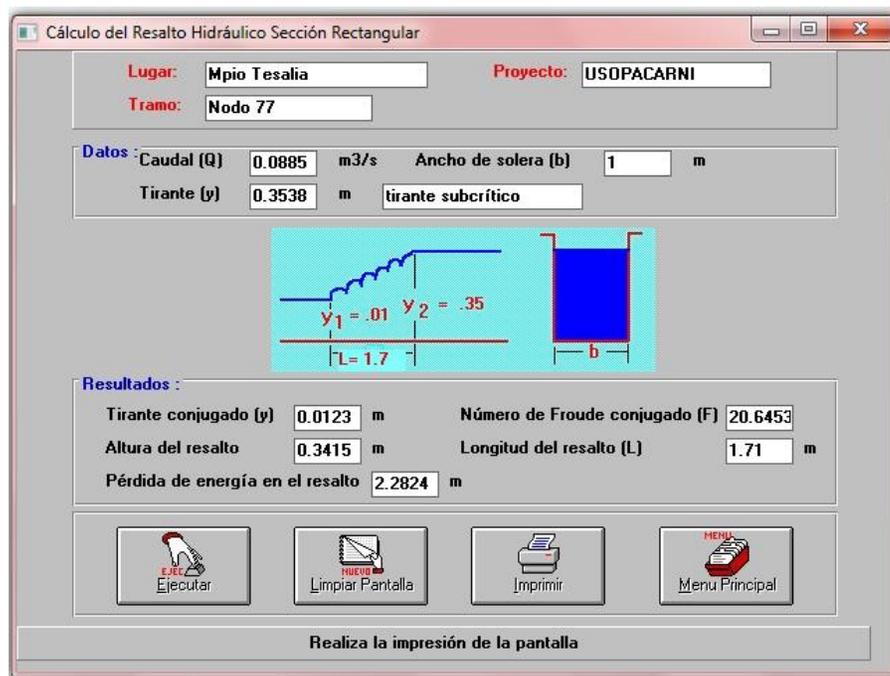
Tirante normal (y)	0.3538	m	Perímetro (p)	1.7077	m
Area hidráulica (A)	0.3538	m ²	Radio hidráulico (R)	0.2072	m
Espejo de agua (T)	1.0000	m	Velocidad (v)	0.2501	m/s
Número de Froude (F)	0.1342		Energía específica (E)	0.3570	m-Kg/Kg
Tipo de flujo	Subcrítico				

The interface also includes a diagram of a rectangular channel cross-section with labels for top width (T), bottom width (b), and water depth (y). At the bottom, there are buttons for 'Ejecutar', 'Limpiar Pantalla', 'Imprimir', and 'Menu Principal', along with a text field for 'Ingresar el nombre del tramo del canal'.

Caudal (Q)	88.5 Lit/Seg
Ancho de la Solera (b)	1 m
Tirante Normal (y)	0.35 m
Velocidad (v)	0.25 m/Seg

Se utiliza el Programa **H canales** para calcular la longitud de amortiguación como un Resalto Hidráulico de Sección Rectángulo.

El resalto Hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerada, en un tramo relativamente corto. En el Resalto Hidráulico, en un corto tramo, el tirante cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a este.



Longitud del resalto = Longitud de Amortiguación
 Longitud de Amortiguación $L = 1.71 \approx 1.8$ m

Calculo de la carga sobre el vertedero de salida

Formula de Francis

$$H = \left[\frac{Q}{C * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

C = Coeficiente

B = Ancho de la Cámara de Quiebre (m)

Q	88.5 Lit/Seg
	0.0885 m ³ /Seg
C	1.84
b	1 m
H	0.13 m

Calculo de la distancia del vertedero de Salida

Formula de Francis

$$Q = CLH^{\frac{3}{2}} \quad L = \frac{Q}{C * H^{\frac{3}{2}}}$$

Donde:

Q = Caudal de Diseño (m³/Seg)

C = Coeficiente

L = Longitud hasta la pantalla deflectora (m)

H = Carga sobre la pantalla deflectora (m)

Q	88.5 Lit/Seg
	0.0885 m ³ /Seg
C	1.84
H	0.13 m
L	1 m

Se asume Tirante Normal “y”

h = 0.45 m

Calculo del muro deflector

Se toma el Empuje Total Producido en el punto Calculado con el Programa Calculo de Anclajes Recomendado por Pavco S.A. el cual calcula los empujes Dinámicos e Hidrostáticos Partiendo de la velocidad y Presión Presentes y asumiendo una curva de 90°

Diámetro (pulg)	Diámetro (cm)	Velocidad (m/s)	Ángulo (°)	Área Transversal Tubería (cm ²)	Presión de Servicio (PSI)	Presión de Servicio (kg/cm ²)	Empuje Dinámico Producido (kg)	Empuje Hidrostático Producido (kg)	Empuje Total (kg)
10	25.40	1.77	90.00	506.71	100.40	7.06	22.91	5058.30	5081.21

Densidad del agua	= 1000 kg/m ³
Peso Hormigón	= 2400 kg/m ³
Altura del Muro Deflector	= 0.6 m
Espesor Muro Deflector	= 0.2 m
Distancia hasta el muro deflector	= 1 m

W1 del muro deflector	= 288 Kg
W2 de muros laterales	= 3264 Kg
W3 de muros frontales	= 960 Kg
W4 de la placa de fondo	= 3427.2 Kg

F H Agua	= 5081.21 Kg
W agua	= 1050.00 Kg
Fuerza de subpresion Fsp	= 525.00 Kg

Momento de Volcamiento FH	= 889.211 Kg – m
Momento de Volcamiento Wagua	= 525 Kg – m
Momento de Volcamiento Fsp	= 1050

Momento de W1	= 28.8 Kg – m
Momento de W2	= 1632 Kg – m
Momento de W3	= 1152 Kg – m
Momento de W4	= 1713.6 Kg – m

Suma de momentos Resistivos MR	= 5051.4 Kg – m
Suma de momentos Volcantes Mv	= 1939.21 Kg – m
Suma de Fuerzas Verticales Fv	= 8464.20 Kg
Suma de Fuerzas Horizontales Fh	= 525 Kg

$$FV = \frac{\sum MR}{\sum MV} \geq 2$$

Verificación de Volcamiento FV	= 2.60	OK
--------------------------------	--------	-----------

$$FD = \frac{\mu \sum F_v}{\sum F_H} \geq 1.5$$

Verificación de Deslizamiento FD	= 11.29	OK
Coeficiente de fricción entre Hormigón y Roca = μ		= 0.70

Tubería de excesos

Tubería del mismo Diámetro de entrada con la capacidad de evacuar el total del caudal, se ubicara entre el muro deflector y el vertedero de salida con un borde libre.

$$h_{te} = 0.2 \text{ m}$$

Tabla 21. Dimensiones finales de la Cámara de Quiebre No 1

Espesor de los Muros	0.2 m
Espesor de la Placa	0.3 m
Espesor del Vertedero	0.2 m
Altura Vertedero	0.45 m
Diámetro de la Tubería	0.254 m
Borde Libre	0.3 m
Ancho Total	1 m
Longitud Total	3 m
Altura Total	1 m

- **Cámara de Quiebre No. 2**

Espesor de los Muros	0.2 m
Espesor de la Placa	0.3 m
Espesor del Vertedero	0.2 m
Borde Libre	0.3 m
Diámetro de la Tubería	6 Pulg

Calculo de la distancia del pozo de Amortiguación

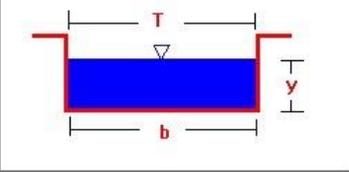
Se Utiliza el Programa **H canales** para calcular el Tirante y las dimensiones de la sección de la estructura asumiendo esta como un canal rectangular

Cálculo de tirante normal sección Trapezoidal, Rectangular, Triangular

Lugar: Proyecto:
Tramo: Revestimiento:

Datos :

Caudal (Q) m3/s
Ancho de solera (b) m
Talud (Z)
Rugosidad (n)
Pendiente (S) m/m



Resultados :

Tirante normal (y) m Perímetro (p) m
Area hidráulica (A) m2 Radio hidráulico (R) m
Espejo de agua (T) m Velocidad (v) m/s
Número de Froude (F) Energía específica (E) m-Kg/Kg
Tipo de flujo

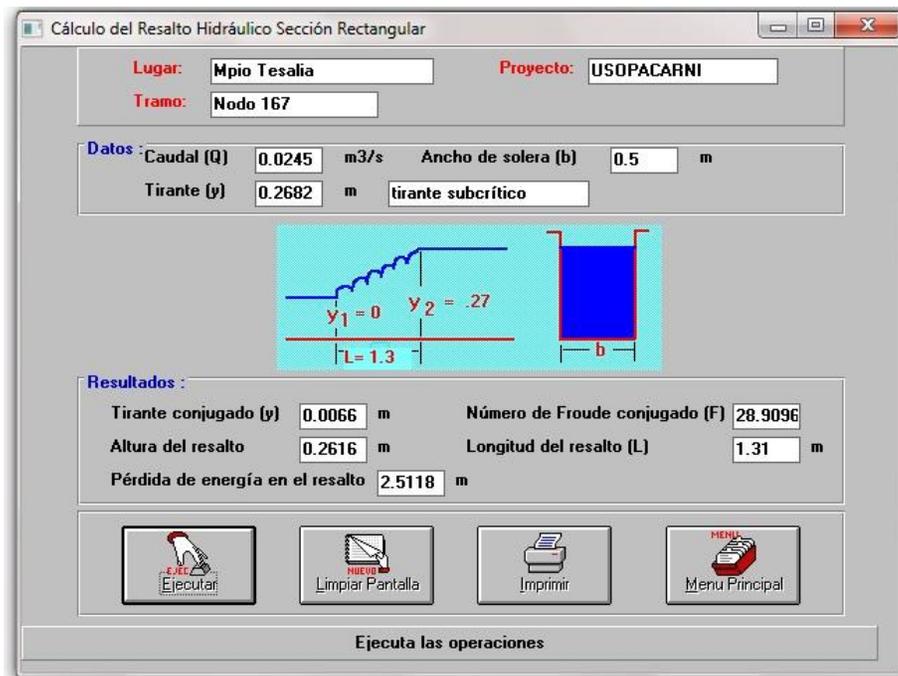
   

Ingresar el tipo de material del canal

Caudal (Q)	24.5 Lit/Seg
Ancho de la Solera (b)	0.5 m
Tirante Normal (y)	0.27 m
Velocidad (v)	0.18 m/Seg

Se utiliza el Programa **H canales** para calcular la longitud de amortiguación como un Resalto Hidráulico de Sección Rectángulo.

El resalto Hidráulico es un fenómeno local, que se presenta en el flujo rápidamente variado, el cual va siempre acompañado por un aumento súbito del tirante y una pérdida de energía bastante considerada, en un tramo relativamente corto. En el Resalto Hidráulico, en un corto tramo, el tirante cambia de un valor inferior al crítico a otro superior a este.



Longitud del resalto = Longitud de Amortiguación
 Longitud de Amortiguación $L = 1.32 \approx 1.4$ m

Calculo de la carga sobre el vertedero de salida

Formula de Francis

$$H = \left[\frac{Q}{C * b} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

C = Coeficiente

B = Ancho de la Cámara de Quiebre (m)

Q	24.5 Lit/Seg
	0.0245 m ³ /Seg
C	1.84
b	0.5 m
H	0.09 m

Calculo de la distancia del vertedero de Salida

Formula de Francis

$$Q = CLH^{\frac{3}{2}} \quad L = \frac{Q}{C * H^{\frac{3}{2}}}$$

Donde:

Q = Caudal de Diseño (m³/Seg)

C = Coeficiente

L = Longitud hasta la pantalla deflectora (m)

H = Carga sobre la pantalla deflectora (m)

Q	24.5 Lit/Seg
	0.0245 m ³ /Seg
C	1.84
H	0.09 m
L	0.05 m

Se asume Tirante Normal "y"

h = 0.3 m

Calculo del muro deflector

Se toma el Empuje Total Producido en el punto Calculado con el Programa Calculo de Anclajes Recomendado por Pavco S.A. el cual calcula los empujes Dinámicos e Hidrostáticos Partiendo de la velocidad y Presión Presentes y asumiendo una curva de 90°

Diámetro (pulg)	Diámetro (cm)	Velocidad (m/s)	Ángulo (°)	Área Transversal Tubería (cm ²)	Presión de Servicio (PSI)	Presión de Servicio (kg/cm ²)	Empuje Dinámico Producido (kg)	Empuje Hidrostático Producido (kg)	Empuje Total (kg)
6	15.24	1.22	90.00	182.41	181.16	12.74	3.92	3285.79	3289.71

Densidad del agua = 1000 kg/m³

Peso Hormigón = 2400 kg/m³

Altura del Muro Deflector = 0.5 m

Espesor Muro Deflector = 0.2 m

Distancia hasta el muro deflector = 0.5 m

W1 del muro deflector = 120 Kg

W2 de muros laterales = 1920 Kg

W3 de muros frontales = 384 Kg

W4 de la placa de fondo = 1640 Kg

F H Agua = 3289.71 Kg

W agua	= 283.50 Kg
Fuerza de subpresion Fsp	= 141.75 Kg
Momento de Volcamiento FH	= 444.11 Kg – m
Momento de Volcamiento Wagua	= 155.925 Kg – m
Momento de Volcamiento Fsp	= 198.45
Momento de W1	= 12 Kg – m
Momento de W2	= 1056 Kg – m
Momento de W3	= 268.8 Kg – m
Momento de W4	= 891 Kg – m
Suma de momentos Resistivos MR	= 2383.725 Kg – m
Suma de momentos Volcantes Mv	= 642.56 Kg – m
Suma de Fuerzas Verticales Fv	= 4185.75 Kg
Suma de Fuerzas Horizontales Fh	= 141.75 Kg

$$FV = \frac{\sum MR}{\sum MV} \geq 2$$

Verificación de Volcamiento FV = 3.71 **OK**

$$FD = \frac{\mu \sum F_v}{\sum F_H} \geq 1.5$$

Verificación de Deslizamiento FD = 20.67 **OK**

Coeficiente de fricción entre Hormigón y Roca = μ = 0.70

Tubería de excesos

Tubería del mismo Diámetro de entrada con la capacidad de evacuar el total del caudal, se ubicara entre el muro deflector y el vertedero de salida con un borde libre.

$$h_{te} = 0.2 \text{ m}$$

Tabla 22. Dimensiones finales de la Cámara de Quiebre No 2

Espesor de los Muros	0.2 m
Espesor de la Placa	0.3 m
Espesor del Vertedero	0.2 m
Altura Vertedero	0.3 m
Diámetro de la Tubería	0.1524 m

Borde Libre	0.3 m
Ancho Total	0.5 m
Longitud Total	2.10 m
Altura Total	0.8 m

5.8.5. Cajillas para Válvulas y Prediales – Protección de Válvulas

Se diseñan con el propósito de proteger las válvulas de daños ocasionados por el medio ambiente o por el ser humano que puedan alterar la calibración y por ende el óptimo funcionamiento del Distrito de Riego.

- **Cajillas Tipo para válvulas sobre la línea de conducción principal**

El dimensionamiento de las cajillas se realiza teniendo en cuenta los tamaños de las válvulas y un espacio suficiente para el ingreso de una persona a operar estas válvulas, se clasifican en cinco (5) tipos; 2 Tipos de Cajillas Predial, y tres tipos de cajillas para válvulas de lavado

Tabla 23. Dimensiones de Cajillas Tipo Válvulas

CAJILLA TIPO	DIÁMETRO VÁLVULA	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTO H (m)
1	8"	0.6	0.6	1.2
2	6" - 4"	0.5	0.5	1.0
3	3" - 1"	0.5	0.5	0.8

Ubicación:

Tabla 24. Ubicación válvulas de lavado

CAJILLAS VÁLVULAS DE LAVADO			
TIPO	DIÁMETRO	UBICACIÓN	
	(pulg)	ESTE	NORTE
1	6"	1152373.601	782445.103
	6"	1152642.775	781962.944
2	4"	1152826.659	781499.057
	4"	1153067.813	781522.735
	4"	1153442.259	781612.228
	4"	1153372.463	779922.325
	4"	1153980.186	779687.135
	4"	1154394.463	779536.464
3	2"	1155157.079	778821.170
	2"	1155212.750	778720.146

CAJILLAS VÁLVULAS DE LAVADO			
TIPO	DIÁMETRO	UBICACIÓN	
	(pulg)	ESTE	NORTE
	2"	1155532.024	778490.125
	2"	1156104.852	778447.483
	2"	1156619.037	778099.006
	2"	1154276.812	781544.078
	2"	1154840.055	781174.342
	2"	1152343.966	781645.786
	2"	1152192.815	780952.809
	2"	1152384.695	780843.524
	2"	1153065.625	780188.170
	2"	1156946.003	777791.958
	2"	1154440.228	781005.133
	2"	1154513.124	780784.908
	2"	1154453.231	780347.975
	2"	1155633.524	780961.344
	2"	1155272.882	780047.265
	1"	1153046.216	779738.065
	1"	1153166.092	781853.244
	1"	1155382.911	779636.452
	1"	1154959.270	778962.122
	1"	1154795.258	778665.348

- **Cajillas Tipo para válvulas prediales**

Se diseñan con el propósito de proteger las válvulas Reguladoras de Presión y Delimitadoras de Caudal de agentes externos que puedan alterar la calibración y por consiguiente el óptimo funcionamiento de las mismas. Están divididas en tres (3) Compartimientos los cuales se describen a continuación:

Compartimiento Numero 1:

Diseñado para la instalación del filtro de malla o de discos encargado de proteger las válvulas reguladoras de presión y delimitadoras de caudal, en este se encuentra también una válvula de cortina en bronce que facilita la limpieza del filtro y el Toma Presión, la manipulación de estos accesorios puede ser realizada por el usuario o el fontanero encargado.

Compartimiento Número 2:

Diseñado para la Protección de las Válvulas Reguladoras de Presión y delimitadoras de caudal, A este compartimiento solo tiene acceso el Fontanero

encargado ya que estará provisto de cadena y candado para evitar la manipulación y descalibración del sistema por parte de agentes externos.

Compartimiento Número 3:

En él se encuentran el toma presión, la universal y la conexión para el ala de Riego seleccionada para cada usuario los cuales estarán a disposición del Usuario.

De esta forma se diseñaron dos (2) Tipos de cajillas prediales dependiendo del tamaño y número de Válvulas reguladoras de presión y delimitadoras de caudal presentes en cada una. Las dimensiones se muestran a continuación:

Tabla 25. Dimensiones de Cajillas Tipo Prediales

CAJILLA TIPO	Compartimiento 1 con Tapa			Compartimiento 2 con Tapa			Compartimiento 3 sin Tapa		
	LARGO L (m)	ANCHO (m)	LARGO L (m)	LARGO L (m)	LARGO L (m)	ALTO (m)	LARGO L (m)	LARGO L (m)	ALTO (m)
1	0.4	0.6	0.7	0.6	0.6	0.7	0.4	0.6	0.7
2	0.5	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7

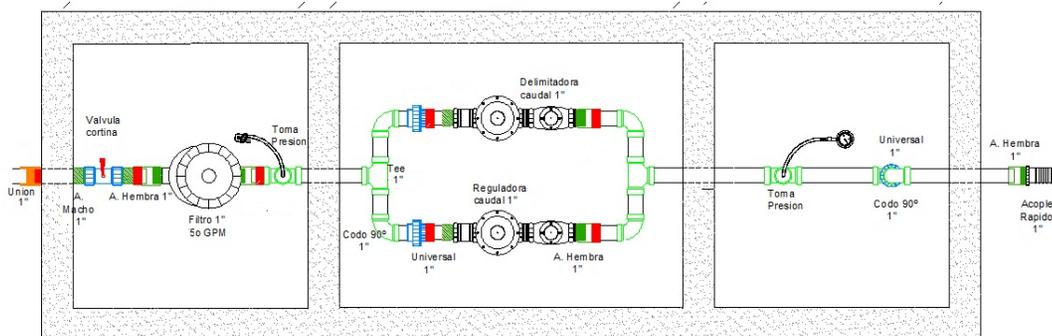


Figura 14. Vista en Planta Cajilla Predial

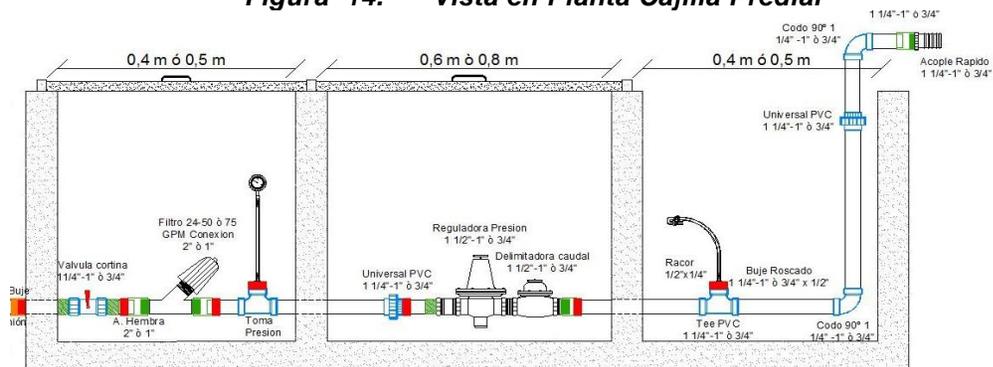


Figura 15. Vista en Perfil Cajilla Predial

La cajilla Tipo correspondiente a cada usuario se seleccionó teniendo en cuenta el caudal y la Presión disponible en cada punto predial.

En el caso de los usuarios que tienen 2 Hectareas, es decir el caudal con el que serán beneficiados es 1 lit/seg la selección de la cajilla predial se realizó dependiendo del diferencial existente entre la presión Piezometrica y la requerida de tal forma que si este es mayor que 90 PSI se utilizará una sola válvula reguladora de presión y una delimitadora de caudal en determinado punto predial, en caso contrario se utilizaran dos válvulas de cada una en dichos puntos prediales.

La siguiente Tabla muestra la selección de las cajillas tipo teniendo en cuenta las características en los puntos prediales de los usuarios del Distrito de Riego Usopacarni:

Tabla 26. Selección de Cajillas Prediales Tipo

AREA DEL USUARIO Ha	CAUDAL Lit/seg	DIAMETRO DE VALVULAS REGULADORAS DE PRESION Y DELIMITADORAS DE CAUDAL Pulg	NUMERO DE VALVULAS	CAJILLA TIPO	CANTIDAD DE CAJILLAS	DENOMINACION DE CAJILLA PREDIAL
1	0.5	3/4"	1	1	36	TIPO 1-A
2	1.0	1" para ≠Presión>90PSI	1	1	6	TIPO 1-B
		1" para ≠Presión<90PSI	2	2	29	TIPO 2-A
3	1.5	1 1/2"	1	2	17	TIPO 2-B
4	2.0	1 1/2"	1	2	11	TIPO 2-C

Ubicación:

Tabla 27. Ubicación válvulas Prediales

No. Tomas Prediales	NOMBRE	CODIGO	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
1	Onel Polanía Manchola	U1	1152607.72	781987.95
2	José Diosdado Ruiz Montiel	U2	1152504.46	781934.37
3	Eber Perdomo	U3	1152312.10	781627.74
4	Gerardo Brand	U4	1152310.13	781588.24
5	Marcelino Góngora Villegas	U5	1152184.62	781454.94
6	Ermedo Góngora Villegas	U6	1152051.27	781404.24
7	Ermedo Góngora Villegas	U7	1155181.87	780372.32
8	Gabriel Salazar Perdomo	U8	1151948.35	781284.90
9	Josué Perdomo Martínez	U9	1151922.85	781234.45

No. Tomas Prediales	NOMBRE	CODIGO	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
10	Humberto Brand	U10	1152002.68	781303.01
11	Marco Aurelio Hoyos	U11	1152104.97	781018.40
12	Marco Aurelio Hoyos	U12	1152813.57	781214.10
13	Efrén Cabrera Cardozo	U13	1152404.24	780838.23
14	Hermides Rivas Perdomo	U14	1152677.01	780993.22
15	Guillermo Martínez	U15	1152718.65	781455.12
16	Guillermo Martínez	U16	1152955.28	781492.08
17	Guillermo Martínez	U17	1153047.16	780051.67
18	Guillermo Alberto Perdomo	U18	1154043.57	779558.71
19	Leoncio Quibano	U19	1153266.87	780175.27
20	Teresa Torres de Polania	U20	1153037.91	779914.05
21	Oliverio Vargas Sánchez	U21	1153077.18	781719.09
22	Guillermo Vargas Perdomo	U22	1153236.28	781462.36
23	Reynaldo Góngora Sánchez	U23	1153229.91	781573.86
24	Reynaldo Góngora Sánchez	U24	1153189.01	781866.79
25	Mauricio Vargas Polania	U25	1153933.64	781374.17
26	Héctor Vargas Brand	U26	1153705.17	781267.33
27	Cayo Brand	U27	1153818.06	781155.17
28	José Ignacio Castañeda	U28	1153639.09	781254.57
29	Rosalba cadena de Sánchez	U29	1153792.88	780950.64
30	Nieves Perez Valenzuela	U30	1154032.27	780789.54
31	José Joaquín Casas	U31	1154182.93	781092.20
32	Iván Perdomo	U32	1154219.68	781332.61
33	Iván Perdomo	U33	1153946.42	781371.38
34	Tarsicio Brand	U34	1154068.11	781688.44
35	Nelson Perdomo Perdomo	U35	1154128.81	781316.19
36	Javier Polania Manchola	U36	1154546.97	780931.59
37	Rubí Polania Manchola	U37	1154527.44	781221.36
38	Luz Dary Polania Manchola	U38	1154449.34	781369.70
39	Teresa Rodríguez Terrios	U39	1154480.94	781486.51
40	Eseomo Perdomo Perdomo	U40	1154506.54	781596.83
41	Eseomo Perdomo Perdomo	U41	1154874.08	781165.00
42	Gildardo Trujillo	U42	1154575.83	781460.25
43	Bonitto Castañeda	U43	1155036.81	781205.03
44	Milton Castañeda	U44	1155374.87	781104.17
45	Israel Chala	U45	1155567.61	781097.41
46	Gerardo Perdomo	U46	1155674.49	780895.29
47	Onidas Perdomo Andrade	U47	1155463.54	780351.44
48	Onidas Perdomo Andrade	U48	1155202.36	780504.49
49	Leónidas Chala Tovar	U49	1155319.91	779933.44
50	Leónidas Chala Tovar	U50	1154727.70	778513.84
51	Manuel Lizcano Trujillo	U51	1155304.86	779855.85
52	Ismael Cadena Medina	U52	1153875.24	780928.20
53	Remigio Hernández Plazas	U53	1155354.31	779732.24
54	Alicia Perdomo Trujillo	U54	1157079.28	777612.97

No. Tomas Prediales	NOMBRE	CODIGO	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
55	Martha Lizcano Salazar	U55	1155403.77	779465.30
56	Hernán Montealegre Vargas	U56	1156236.77	778385.29
57	Cornelio Montealegre Andrade	U57	1155821.94	778383.85
58	Felio Montealegre Vargas	U58	1155579.78	778696.15
59	Armando Montealegre Vargas	U59	1156029.90	778438.54
60	Martha Andrade Vargas	U60	1155195.14	778740.54
61	Rubiel Andrade Tengono	U61	1154932.02	778865.66
62	Edgar Andrade Vargas	U62	1155327.69	778643.87
63	Luis Arcecio Lievano Andrade	U63	1156452.34	778319.45
64	Elizabeth Perdomo Trujillo	U64	1156837.68	777935.20
65	Fernando Gómez Vieda	U65	1156926.50	777805.94
66	Jhon Elber Montealegre	U66	1155695.85	778409.21
67	Humberto Andrade Vargas	U67	1155280.88	778622.05
68	Álvaro Andrade Vargas	U68	1155533.20	778710.40
69	Arnubio Andrade Vargas	U69	1155578.43	778527.51
70	José Elber Aquite	U70	1153911.19	781191.63
71	Cielo Marroquin	U71	1154571.62	780864.36
72	Elvia Vargas Hernández	U72	1154384.68	780532.31
73	María Ester Perdomo Perdomo	U73	1154951.24	780799.70
74	Miller Andrade Vargas	U74	1154757.03	780490.49
75	Rubén Andrade Perdomo	U75	1154539.71	780109.29
76	Darío Andrade Perdomo	U76	1154614.32	780028.70
77	Hanz Leandro Chaux Hoyos	U77	1154406.19	780649.95
78	Didimo Perdomo Andrade	U78	1153600.26	781594.04
79	Orfanet Perdomo Perdomo	U79	1154127.97	781137.41
80	Miguel Esteban Vargas	U80	1155246.88	779626.61
81	Edilberto Andrade Tengono	U81	1154376.52	780026.71
82	Nelcy Aguilera Polania	U82	1153013.74	780119.02
83	José Amín Góngora	U83	1153205.60	780144.44
84	José Amín Góngora	U84	1151790.89	781215.32
85	Marino Perdomo Perdomo	U85	1154963.22	779733.30
86	Guillermo Perdomo	U87	1153088.66	779617.09
87	Alfonso Camacho Medina	U88	1152386.57	780781.16
88	Tito Polania	U89	1153302.71	779970.75
89	Hugo Escobar	U90	1157220.77	777511.78
90	Luis Hernesto Zuñiga	U91	1153715.74	781530.70
91	Martha Zuñiga	U92	1153874.78	781550.59
92	Benedicto Zúñiga Perdomo	U93	1153977.76	781612.28
93	Fredy Polanía Manchola	U94	1154288.82	781658.15
94	Hernesto Andrade	U95	1155722.51	778484.94
95	Diógenes Camacho	U96	1153677.80	781587.88
96	Alfonso Toledo Morea	U97	1157728.64	777250.46
97	Carlos Arturo Perdomo	U86	1157755.30	777266.58
98	Diógenes Lievano Andrade	U98	1157671.09	777214.97
99	Víctor Alfonso Toledo	U99	1157704.28	777233.38

5.8.6. Diseño de Riego Intrapredial

Teniendo en cuenta los cultivos seleccionados por los usuarios, las características de los suelos y la demanda Neta Máxima, se escogió el sistema de riego a presión modalidad Aspersión Mediana. Los aspersores se seleccionaron de modo que proporcionen una buena uniformidad en la aplicación y una alta eficiencia para garantizar un riego óptimo que redunde en alta producción y productividad; los aspersores elegidos presentan las siguientes características:

Tabla 28. Referencia Unidades de Riego

No.	Referencia Aspersor	Diámetro conexión	Boquilla	Presión trabajo (PSI)	Caudal (GPM)	Diámetro húmedo (m)
1	Senninger 5123-PC # 15	¾" Rosca macho	Café 5.95 mm	30	8.51	28 - 30
2	Senninger 7025RD-2 #18 y #8	1" Rosca Macho o Rosca Hembra	7.14 mm y un propagador lavanda 3.18 mm	35	15.9	36 - 39
3	Senninger 8025HR-1 # 24	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	9.53 mm	35	23.6	39 – 45.1
4	Senninger 8025HR-1 # 28	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	11.11 mm	35	31.8	43.3 – 47.5

Las unidades de riego mencionadas anteriormente hacen parte de un Kit de Riego que será entregado a cada usuario dependiendo del caudal y la presión en su punto predial. En la siguiente tabla se mencionan los componentes de dicho kit.

Tabla 29. Componentes del Kit de Riego

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Aspersor	UN	1
Trípode	UN	1
Manguera Plana	ML	50-80
Abrazadera Industrial	UN	4
Acople Rápido pieza C y F	UN	2

Los diámetros de los accesorios descritos dependen del diámetro de la conexión de la unidad de riego, de esta manera se forman 5 Kit de Riego Diferentes los cuales se entregarán dependiendo del caudal de cada uno de los usuarios.

Cálculos Parcelas Tipo

A las diferentes parcelas Tipo del Distrito de Riego Usopacarni se les realizaron los cálculos de Espaciamiento máximo permisible, Grado de Aplicación y cálculo del lateral modalidad aspersión, siguiendo la metodología propuesta por Cifuentes, 1998; las memorias técnicas se encuentran en los talleres 2, 3 y 6 que se muestran a continuación. Los talleres que hacen parte de este documento fueron realizados para el módulo de riego de 0.5 lps y aspersor Senninger 5123-PC # 15, los demás cálculos restantes se resumen en la Tabla 30 y Tabla 31.

TALLER No. 2 RIEGO A PRESIÓN: “CÁLCULO DEL ESPACIAMIENTO MÁXIMO PERMISIBLE PARA LA SELECCIÓN E INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE RIEGO (EMP)”

DATOS BÁSICOS			
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI		SECTOR RIEGO (S.R) No.
Unidad de riego: Senninger 5123-PC # 15	PSI:30	Q:7.94 GPM	Ø Húmedo: 28 m
Forma Principal sistema riego:			Vel. Viento = 6.4 km/hr

1. MÉTODO DE LA DIAGONAL		
SEGÚN FORMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	CUADRO Y/O RECTÁNGULO	TRIÁNGULO
	$EMP = \left[(E_L)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$	$EMP = \left[\left(\frac{1}{2} E_L \right)^2 + (E_P)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} \theta_H$
	<p>E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) θ_H = Diámetro húmedo de la unidad de riego (m)</p>	
$EMP = \left[(17)^2 + (17)^2 \right]^{1/2} \leq \frac{2}{3} (28)$ $EMP = 24.04m \leq 18.667m$	$EMP = \left[()^2 + ()^2 \right]^{1/2} \leq ()$ $EMP = [] \leq []$	

Fuente: S.C.S. Dpto. Agricultura EE.UU Adaptado Por: Miguel Germán Cifuentes Perdomo

2. MÉTODO DEL “CRITERIO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO”							
$E_{MP} = (F.v.v.) (\theta_H) \approx E_P$ <p>E_{MP} = Espaciamiento máximo permisible $F.v.v.$ = Factor en función de la velocidad del viento según forma de operación θ_H = Diámetro húmedo unidad de riego (m) E_P = Espaciamiento entre las líneas de riego sobre la principal (m) $E_{MP} = (63.33\%)(28m)$ $E_{MP} = 17.73(m) = E_P$</p>	FACTOR DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (F.v.v)						
	Velocidad del viento (Km/Hr)	RECTÁNGULO		CUADRO		TRIÁNGULO	
		E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)	E_P (%)	E_L (%)
	0	85	50% de E_P	85	100% de E_P	85	115.5% de E_P
	0 – 5	75		75		75	
5 – 8	50	50		50			
> 8	30		30		30		
$E_{MP} = (F.v.v)(E_P) = E_L$ $E_{MP} = (100\%)(17.73) = E_L = 17.73m$ <p>E_L = Espaciamiento entre unidades riego (m) NOTA: Tener en cuenta forma operación sistema de riego</p>	OBSERVACIÓN:						
E_P se calcula aplicando el porcentaje al diámetro húmedo de la unidad de riego. E_L se calcula aplicando el porcentaje al valor de E_P							

3. MÉTODO DEL CRITERIO GRÁFICO “SENTIDO COMÚN”
Se deben dibujar los dos métodos anteriores para seleccionar el más acertado desde los puntos de vista de traslapes, posiciones totales de riego y los tiempos de riego; tomando como unidad de medida una Hectárea
OBSERVACIÓN: Se seleccionó el método No. 2
FUENTE: (Cifuentes, 2003)

TALLER No. 3 RIEGO A PRESIÓN: ASPERSIÓN. “CÁLCULO DEL GRADO O VELOCIDAD DE APLICACIÓN DEL AGUA, EN UNA UNIDAD DE RIEGO” (Ga)

DATOS BÁSICOS		
MODALIDAD: Aspersión	HUERTO: DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI	SECTOR RIEGO (S.R) No.
Unidad de riego: Senninger 5123-PC # 15	PSI:30 Q:7.94 GPM	Ø Húmedo: 28 m
Forma operación sistema riego:	Vel. Viento:6.4 km/hr	Ib = 3.18 cm/hr

GRADO DE APLICACIÓN (Ga) UNIDAD DE RIEGO	CORRECCIÓN POR PENDIENTE DEL TERRENO	
$Ga = \left[\frac{(360)(Q_{UR})}{(E_L)(E_P)} \right]$ <p>(360) = Factor de conversión para obtener el Ga en cm/hr Q_{UR} = Caudal de unidad de riego (LPS) E_L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral (m) E_P = Espaciamiento entre líneas de riego sobre la tubería principal (m)</p> $Ga = \left[\frac{(360)(0.5)}{(17)(17)} \right]$ <p>Ga = <u>0.622</u> cm/hr</p>	% DE PENDIENTE	REDUCCIÓN Ga en %
	Hasta 4.9	0
	De 5 a 6.9	10
	De 7 a 8.9	20
	De 9 a 10.9	30
	De 11 a 12.9	40
	De 13 a 16.9	50
	De 17 a 20	60
	> 20	75
CORRECCIÓN: Pendiente del terreno: <u>3</u> % Reducción Ga: <u>0</u> % Gac (Grado de aplicación corregida) = (Ga) (% corrección) Gac = (2.49) (10%) = <u> </u> cm/Hr		
CHEQUEO: Gac ≤ Ib (ideal) (2.49) ≤ (3.18) Resultado: <u>(SI)</u> (NO)	Gac > Ib (Escorrentía) (2.49) > (3.18) Resultado: (SI) <u>(NO)</u>	Gac < 0.45 cm/hr (Evapora) (2.49) < (0.45) Resultado: (SI) <u>(NO)</u>
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear la selección de la unidad de riego		

Fuente: S.C.S. Dpto. Agricultura EE.UU Adaptado Por: (Cifuentes, 2003)

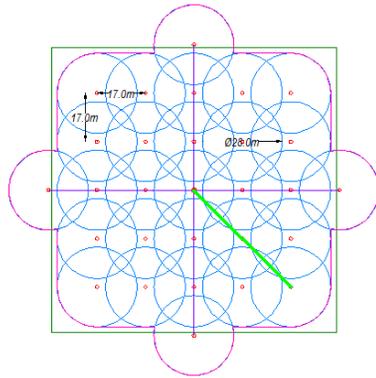
TALLER No. 6 RIEGO A PRESIÓN: CÁLCULO DE UN LATERAL EN EL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN. MÉTODO “MÚLTIPLES SALIDAS”.

1. PÉRDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA (J_1)		
MODALIDAD: Aspersión fija	HUERTO: DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI	SECTOR RIEGO (SR) No. 5
VARIABLES		VALORES
$J_1 = (F)(L)(j)$ F = factor corrección por múltiples salidas (Tabla No. 1) L = Longitud total (m) = Longitud real + longitud equivalente j = Pérdidas unitarias por fricción tubería (m/m) según fabricante		1
F = Depende del número de salidas y/o unidades riego a beneficiar / turno; S = 6		F 1
Q = Caudal total a conducir = (No. U.R)(Q _{UNITARIO}) = (6)(5.16)		7.94 GPM
Q _{UR} = Caudal unidad de riego		7.94 GPM
N _s = Número de espacios entre unidades de riego		2
T _i = Tramo inicial desde la conexión del lateral hasta la primera unidad de riego		17 m
T _f = Tramo final desde última unidad riego hasta obturador o tapón de lavado		0 m
E _L = Espaciamiento entre unidades de riego sobre el lateral		17 m
L _R = Longitud real = (N _s)(E _L) + (T _i) + (T _f) = (2) (17) + (17) + (0)		51 m
L _e = Longitud equivalente por accesorios (Tabla No. 5; Gráfica No. 1)		1.8 m
L = Longitud total (m) = (L _R) + (L _e) = (51) + (1.8)		52.8 m
θ = Diámetro y RDE tubería (Asumirlo)		Manguera 3/4"
j = Pérdidas por fricción en la tubería (m/m); según fabricante		0.002205
$J_1 = (F)(L)(j) = (0.435)(79.6)(0.07842)$		0.1164 m
CHEQUEO: $J \leq J_{\text{Permisible}}$ (El 20% de la presión de trabajo unidad de riego según flujo) (0.1164) ≤ (6) en m. Si el resultado es NO, recalcular		OK

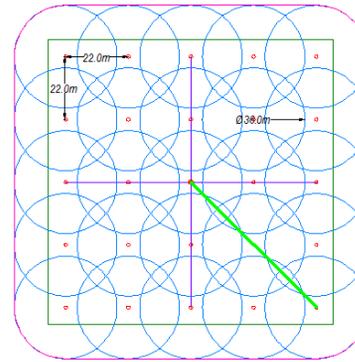
1.1 CÁLCULO DE LA LONGITUD EQUIVALENTE TUBERÍA LATERAL (L _e)				
ACCESORIOS	CANTIDAD	θ	Q (GPM)	L _e (m)
Tee Pasiva	1	3/4"	7.94	0.4
Codo 90°	2	3/4"	7.94	1.4
Sumatoria L_e (m)				1.8

1.2 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD (V) EN TUBERÍAS	
VARIABLES	VALORES
Clase y diámetro de tubería	Manguera 3/4"
RDE tubo	
θ _i = Diámetro interno (m) (catálogo fabricante)	0.01905
R = Radio interno (m)	0.009525
A = Área tubo = (π)(R ²)(m ²)	0.000285022
Q = Caudal (m ³ /seg)	0.0005 m/seg
$V = \frac{Q}{A} = \frac{(0.0005)}{(0.000285022)}$	1.75
V _{PERMISIBLE} (m/seg) según fabricante	
CHEQUEO: $V \leq V_P$; (1.75) ≤ (2)	(SI) ✓ (NO)
OBSERVACIÓN: Si el resultado es (NO), replantear el diámetro de la tubería	

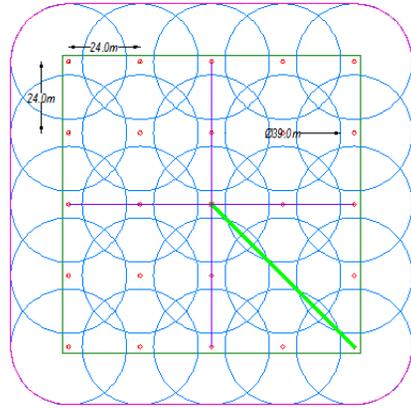
FUENTE: (Cifuentes, 2003)



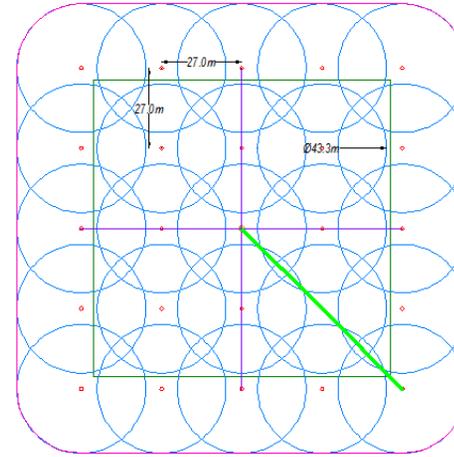
Parcela Tipo No.1: (0.5 lt/seg) UR Senninger 5123-PC # 15, Ø Hdo 28 m, Espaciamientos 17 X 17 m,30 PSI; Long. Lateral Crítico 51 m de Manguera Plana Ø 3/4", 29 Posiciones; Area a Regar: 1 Has 559 m²



Parcela Tipo No. 2: (1 lt/seg) UR Senninger 7025RD-2 #18 y #8, Ø Hdo 36 m, Espaciamiento 22 X 22 m, 35 PSI; Lateral Crítico 63 m de Manguera Plana Ø 1", 25 Posiciones, Area Regada: 1 Has 5097 m²



Parcela Tipo No.3: (1.5 lt/seg) UR Senninger 8025HR-1 # 24, Ø Hdo 39 m, Espaciamiento 24 X 24 m, 35 PSI; Lateral Critico 68 m de Manguera Plana Ø 1 1/4", 25 Posiciones, Area Regada: 1 Has 7898 m2



Parcela Tipo No. 4: (2 lt/seg) UR Senninger 8025HR-1 # 28, Ø Hdo 43.3 m, Espaciamiento 27 X 27 m, 35 PSI; Lateral Critico 77 m de Manguera Plana Ø 1 1/4", 25 Posiciones, Area Regada: 2 Has 2489 m2

Figura 16. Parcelas Tipo de Uso Racional del Agua

Tabla 30. Características Parcelas de Uso Racional del Agua

Diseño Riego Aspersión	Caudal (lt/seg)	Caudal UR (LPH)	Espaciamiento Maximo Permisible	Espaciamientos SP X SL (m)	Grado de Aplicación Ga	Ib Ideal	Escorrentia	Evapora	Has a beneficiar con kit de Riego	Turnos de Riego
Parcela Tipo 1	0.5	1800	17.73	17 X 17	0.6228	Ok	No	No	1.0559	29
Parcela Tipo 2	1	3600	22.80	22 X 22	0.7438	Ok	No	No	1.5097	25
Parcela Tipo 3	1.5	5400	24.70	24 X 24	0.9375	Ok	No	No	1.7898	25
Parcela Tipo 4	2	7200	27.42	27 X 27	0.9877	Ok	No	No	2.2489	25

Ib: Infiltración Basica UC: Uso Consumo LN: Lamina Neta
LB: Lamina Bruta FR: Frecuencia de Riego

UC (mm/día)	LN (mm)	Efeciencia (%)	LB (mm)	Intensidad Aplicación UR (mm/hr)	Tiempo de Riego por turno (hr)	Tiempo Total de Riego (hr)	Jornada de Operacion (hr)	Tiempo Total de Riego (días)	FR (días)	Chequeo (Tiempo total de riego < FR)
3.34	7.154	95	7.531	6.23	1.209	35.06	17.00	2.06	2.14200	OK
3.34	7.154	95	7.531	7.44	1.012	25.31	12.00	2.11	2.14200	OK
3.34	7.154	95	7.531	9.38	0.803	20.08	12.00	1.67	2.14200	OK
3.34	7.154	95	7.531	9.88	0.762	19.06	12.00	1.59	2.14200	OK

Se seleccionó para cada parcela tipo, el lateral crítico y se llevaron a cabo los siguientes cálculos:

Tabla 31. Calculo Lateral Crítico

Caudal (lt/seg)	Caudal (m3/h)	Ø Manguera Pul	Perdidas en m/m	Longitud de Manguera (m)	Longitud Equivalente Tubería Lateral					Longitud Total	J (mca)	J (PSI)	J ≤ El 20% Presión de Trabajo de la Unidad de Riego	CHEQUEO	Presión de Trabajo UR m.c.a	Altura del Elevador	CDT Necesaria m.c.a
					Accesorio	Diametro (pulg)	Cantidad	Longitud Equivalente (m)	Le (m)								
0.5	0.1389	3/4	0.00221	51	Codo 90	3/4	2	0.7	1.4	52.8	0.1164	0.1657	0.1657 ≤6	OK	21.08	1.8	23.00
					Tee Pasiva	3/4	1	0.4	0.4								
1	0.2778	1	0.00189	63	Codo 90	1	2	1.1	2.2	65.9	0.1246	0.1774	0.1774 ≤7	OK	24.60	1.8	26.52
					Tee Pasiva	1	1	0.7	0.7								
1.5	0.4167	1 1/4	0.00133	68	Codo 90	1 1/4	2	1.1	2.2	70.9	0.0945	0.1344	0.1344 ≤7	OK	24.60	1.8	26.49
					Tee Pasiva	1 1/4	1	0.7	0.7								
2	0.5556	1 1/4	0.00220	77	Codo 90	1 1/4	2	1.1	2.2	79.9	0.1761	0.2506	0.2506 ≤7	OK	24.60	1.8	26.57
					Tee Pasiva	1 1/4	1	0.7	0.7								

6. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Descripción del Sistema y sus Componentes

En la siguiente tabla se establecen las principales obras que presenta el Distrito de riego con sus características generales:

Tabla 32. Componentes del distrito de Riego y sus características generales

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS GENERALES																																																																																	
BOCATOMA	Captación de tipo lateral ubicada sobre la margen izquierda de la quebrada el Aguacate.																																																																																	
ADUCCION	Tubería con una longitud de 247 m en PVC de diámetro 10" RDE 41																																																																																	
DESARENADOR	Tipo convencional construido según diseño hidráulico y estructural. Tiene como función evitar problemas de sedimentación y obstrucción de la línea de conducción.																																																																																	
CONDUCCION PRINCIPAL	Diseñada en tubería PVC presión con diámetros que van desde 10" hasta ¾" y RDE desde 51 hasta 13.5.																																																																																	
CAMARAS DE QUIEBRE DE PRESION	Debido a las altas presiones estáticas presentadas en la parte baja del proyecto, se establece la construcción de dos cámaras de quiebre de presión. Con esto se disminuye considerablemente los costos al disminuir el RDE de la tubería necesario para los tramos de influencia de las cámaras.																																																																																	
ANCLAJES	Recomendados para absorber los esfuerzos generados por la presión tanto estática como dinámica en los cambios de dirección y ubicación de válvulas.																																																																																	
ENCOFRADOS	Se deben construir en aquellos lugares en donde se considere necesario proteger la tubería: estos son por ejemplo el cruce de drenajes naturales, zonas inestables, etc...																																																																																	
PASOS ELEVADOS Y VIADUCTOS	<p>En su recorrido la tubería principal requiere realizar el cruce de varios cauces de tipo natural, por esta razón se requieren construir tanto pasos elevados como viaductos colgantes</p> <p>Paso Elevados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Paso No.</th> <th colspan="2">Coordenadas Inicio</th> <th rowspan="2">DIAMETRO (Pulg)</th> <th rowspan="2">RDE</th> <th rowspan="2">LONGITUD (m)</th> <th rowspan="2">CAUDAL (Lt/Seg)</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>1153636.43</td> <td>781578.906</td> <td>8</td> <td>41</td> <td>25</td> <td>35.5</td> </tr> <tr> <td>1153952.69</td> <td>779695.551</td> <td>6</td> <td>51</td> <td>29</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>1153901.29</td> <td>781581.923</td> <td>6</td> <td>41</td> <td>24</td> <td>31.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td>1156247.62</td> <td>778407.788</td> <td>4</td> <td>21</td> <td>50</td> <td>14.5</td> </tr> <tr> <td>1156582.83</td> <td>778125.683</td> <td>4</td> <td>13.5</td> <td>45</td> <td>13.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1156403.16</td> <td>778351.946</td> <td>4</td> <td>21</td> <td>7</td> <td>14.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4</td> <td>1152266.53</td> <td>781535.426</td> <td>3</td> <td>13.5</td> <td>93</td> <td>8.5</td> </tr> <tr> <td>1155255.07</td> <td>780010.162</td> <td>3</td> <td>13.5</td> <td>88</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">5</td> <td>1155125.36</td> <td>781207.152</td> <td>3</td> <td>21</td> <td>14</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>1155172.43</td> <td>781198.965</td> <td>3</td> <td>21</td> <td>19</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1152457.1</td> <td>782074.865</td> <td>3</td> <td>32.5</td> <td>92</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>	Paso No.	Coordenadas Inicio		DIAMETRO (Pulg)	RDE	LONGITUD (m)	CAUDAL (Lt/Seg)	X	Y	1	1153636.43	781578.906	8	41	25	35.5	1153952.69	779695.551	6	51	29	24.5	1153901.29	781581.923	6	41	24	31.5	2	1156247.62	778407.788	4	21	50	14.5	1156582.83	778125.683	4	13.5	45	13.5	3	1156403.16	778351.946	4	21	7	14.5	4	1152266.53	781535.426	3	13.5	93	8.5	1155255.07	780010.162	3	13.5	88	2.5	5	1155125.36	781207.152	3	21	14	10	1155172.43	781198.965	3	21	19	10	6	1152457.1	782074.865	3	32.5	92	10.5
Paso No.	Coordenadas Inicio		DIAMETRO (Pulg)	RDE					LONGITUD (m)	CAUDAL (Lt/Seg)																																																																								
	X	Y																																																																																
1	1153636.43	781578.906	8	41	25	35.5																																																																												
	1153952.69	779695.551	6	51	29	24.5																																																																												
	1153901.29	781581.923	6	41	24	31.5																																																																												
2	1156247.62	778407.788	4	21	50	14.5																																																																												
	1156582.83	778125.683	4	13.5	45	13.5																																																																												
3	1156403.16	778351.946	4	21	7	14.5																																																																												
4	1152266.53	781535.426	3	13.5	93	8.5																																																																												
	1155255.07	780010.162	3	13.5	88	2.5																																																																												
5	1155125.36	781207.152	3	21	14	10																																																																												
	1155172.43	781198.965	3	21	19	10																																																																												
6	1152457.1	782074.865	3	32.5	92	10.5																																																																												

		7	1152502.08	781915.744	3	21	120	9.5
		8	1155387.32	781098.473	3	26	172	8
		9	1154554.68	780816.951	3	13.5	53	4
		10	1154453.23	780347.975	3	13.5	27	3
		11	1153052.11	779834.487	1	13.5	10	1.5
		12	1155472.34	778687.727	3/4	21	39	1
		13	1152467.39	782085	10	32.5	8	100.5
			1152460.6	782080.73	10	32.5	7	100.5
		Viaductos						
		Paso No.	Coordenadas Inicio		DIAMETRO (Pulg)	RDE	LONGITUD (m)	CAUDAL (Lt/Seg)
			X	Y				
		1	1152438	782366.4	10	41	100.5	77.24
		2	1152457	782074.9	10	26	90	113.07
		3	1153258	781575	8	41	43.5	90.45
		4	1154687	781256	4	21	13.5	182.53
VALVULAS		Necesarias para el correcto funcionamiento de la red de conducción: se instalaran válvulas de lavado en los puntos bajos y en los altos válvulas de doble efecto o trifuncionalidad.						
PREDIALES		El área a regar por el distrito de riego corresponde a 201 ha distribuidas en 89 usuarios, con un total de 99 tomas prediales.						
TOMAS PREDIALES		Se instalara una toma predial en cada uno de los predios a beneficiar, esta toma consta de una válvula reguladora de presión, una delimitadora de caudal y válvula de control.						
UNIDADES DE RIEGO	DE	Las unidades de riego a instalar dependen del caudal de cada usuario que a su vez depende del área a regar. A continuación se relacionan las unidades que se recomienda instalar en cada parcela.						
		No.	Referencia Aspersor	Diámetro Conexión	Boquilla	Presión Trabajo (PSI)	Caudal (GPM)	Diámetro Húmedo (m)
		1	Senninger 5123-PC # 15	¾" Rosca macho	Café 5.95 mm	30	8.51	28 – 30
		2	Senninger 7025RD-2 #18 y #8	1" Rosca Macho o Rosca Hembra	7.14 mm y un propagador lavanda 3.18 mm	35	15.9	36 – 39
		3	Senninger 8025HR-1 # 24	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	9.53 mm	35	23.6	39 – 45.1
		4	Senninger 8025HR-1 # 28	1 ¼ " Rosca Macho o Rosca Hembra	11.11 mm	35	31.8	43.3 – 47.5
		5	Xcel-Wobbler # 12 Nozzle	¾" o ½" Rosca macho	Roja 4.76 mm	15	3.96	13.6 – 16.6

OPERACIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL DISTRITO DE RIEGO

- **Bocatoma**

La bocatoma que se propuso en el diseño hidráulico para el distrito es una bocatoma de Fondo, la operación de esta se describe brevemente a continuación.

1. El caudal de diseño es retenido mediante el muro dique para ingresar luego de alcanzar el nivel y de atravesar la rejilla a la cámara de derivación; el caudal restante para por encima del muro y sigue su curso natural.



Figura 17. Bocatoma Lateral Distrito de Riego Llanos de la Virgen Mpio Altamira Dpto Huila

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

2. De la cámara de derivación y mediante la tubería de aducción el caudal es conducido hasta el desarenador.
3. Cuando se requiera realizar el corte del agua del distrito se deberá cerrar lentamente la válvula dispuesta sobre la aducción a la salida de la cámara de derivación.

- **Desarenador**

La operación del desarenador se describe a continuación.

1. Abrir la válvula que controla el flujo de entrada desde la tubería de Aducción al desarenador.

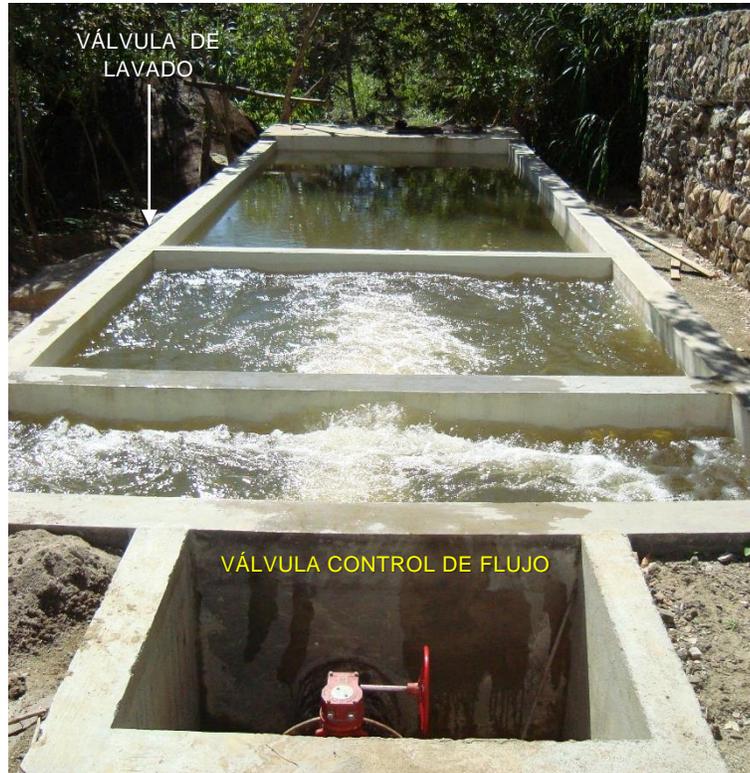


Figura 18. Desarenador Distrito de Riego Llanos de la Virgen Mpio Altamira Dpto Huila

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

2. Cerrar la Válvula de lavado.
3. Inspeccionar el vertedero de excesos y la tubería de desagüe.

- **Conducción Principal y Red de Distribución**

Para el Llenado de la Tubería proceder como se menciona a continuación:

- Informar a los usuarios del Distrito de riego con la debida anterioridad
- Indicar a los agricultores que deben dejar conectadas las unidades de riego
- Abrir la válvula de la entrada del desarenador para llenar el mismos
- Desde la válvula principal, iniciar lentamente el llenado de la tubería, con una pequeña parte del caudal total que el sistema requiere.
- Vigilar la salida de aire en las válvulas ventosas localizadas a lo largo de la conducción.

- Comprobar la llegada de agua a cada una de las válvulas de purga y luego cerrarlas lentamente.
- Aumentar el caudal hasta alcanzar la cantidad requerida por el sistema de riego
-

Para el vaciado se debe proceder así:

- Informar a los usuarios del sistema de riego sobre el día y la hora del corte del servicio.
- Revisar el funcionamiento de las válvulas ventosas antes y durante el vaciado de las tuberías para evitar que las mismas colapsen.
- Cerrar lentamente la válvula principal.
- Procurar que el vaciado se realice lentamente
- Vaciar totalmente las tuberías antes del siguiente llenado, abriendo parcialmente las válvulas de purga ubicadas en los puntos bajos de la conducción.
- **Válvulas Doble Propósito**

Las válvulas de aire doble Propósito operan de acuerdo a la actividad que se esté realizando sobre la tubería; si se está llenando estas expulsan el aire contenido dentro de la tubería y si se están vaciando ingresan aire para evitar el colapso de la misma.

Válvulas de lavado o Purga

La operación de las válvulas de lavado ubicadas en puntos bajos de la tubería de la conducción, operan cuando se está llenando la tubería, cuando se está vaciando y cuando se requiera realizar el mantenimiento de las mismas. Su operación consiste en la apertura y cierre que debe realizarse considerando las siguientes indicaciones.

1. Realizar tres vueltas, esperar por un lapso de tiempo igual a 2 minutos.
2. Devolver una vuelta y esperar nuevamente 2 minutos.
3. Realizar este procedimiento hasta abrir o cerrar completamente la válvula.

Es importante cumplir con lo mencionado para no generar golpe de ariete.

- ***Tomas Prediales***

Operación Toma Predial Compartimiento 1

Generalmente por economía se instala en los prediales solamente una válvula control de flujo por lo que se presentan bastantes problemas porque las presiones en los distritos no son uniformes, pues aumentan en los puntos más bajos , mientras que los puntos altos son muy inferiores.

De ahí la importancia de implementar el uso de válvulas reguladoras de presión y caudal, que garanticen condiciones uniformes a todos los usuarios y en consecuencia un distrito de riego homogéneo y eficiente.

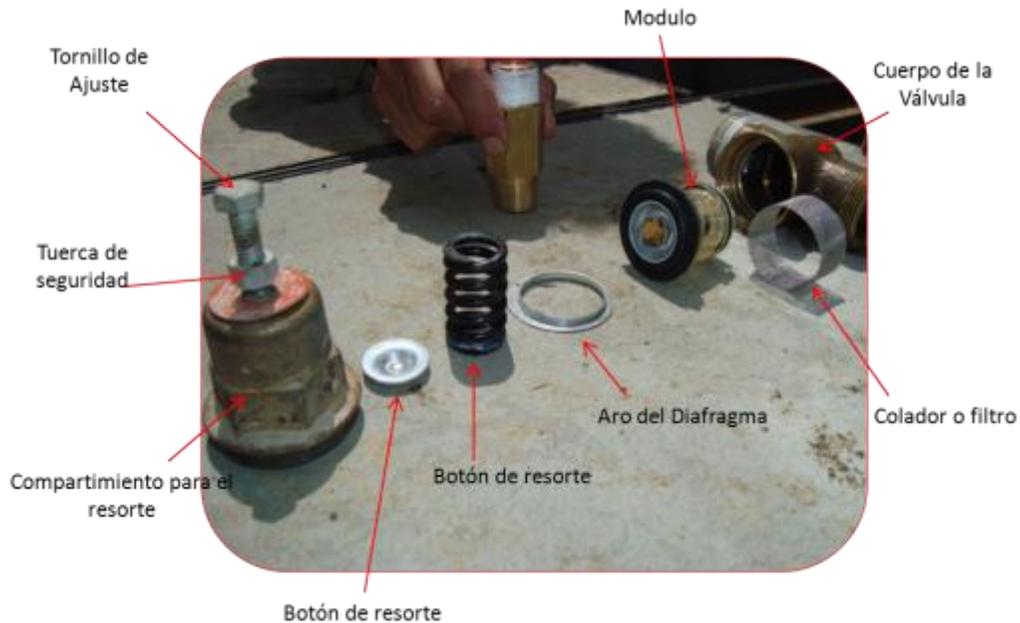


Figura 19. Componentes Válvula delimitadora de Caudal

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

La operación de estos prediales consiste en la calibración de las dos (2) válvulas reguladoras de presión, así:

1. Se usa una llave para aflojar la tuerca de seguridad
2. Se gira el tornillo de ajuste en el sentido contrario a las manecillas del reloj para disminuir la presión y en el sentido de las manecillas del reloj para aumentar presión
3. Apretar de nuevo la tuerca de seguridad después de ajustar la presión



Figura 20. Operación Válvula delimitadora de Caudal
Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

Con ayuda del manómetro se debe verificar que la presión de salida quede en 30 PSI que es la presión recomendada para el buen funcionamiento de la unidad de riego, esta válvula debe permanecer de esta manera y para asegurar que no se vaya a perder la calibración realizada, la cajilla que contiene estas válvulas debe asegurarse con candado, cuya llave debe ser administrada por el fontanero del Distrito.

Operación Toma Predial Compartimiento 2

La operación de este compartimiento es sencilla, se deben seguir los pasos descritos:

1. Primero se debe ubicar el aspersor con el trípode en el sitio donde se quiere regar
2. Soltar la universal del compartimiento 2 y girar el conjunto codo, niple acople en la dirección donde se encuentra en aspersor.
3. Ajustar nuevamente la universal
4. Insertar la parte del acople rápido de una de las puntas de la manguera dentro de la otra parte que se encuentra en este compartimiento y ajustar
5. Desenrollar la manguera desde el compartimiento 2 hasta el aspersor
6. Insertar el acople de la otra punta de la manguera dentro del acople que se encuentra en tripode del aspersor
7. Abrir la válvula control de flujo



Figura 21. Operación del Aspesor riego móvil

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

MANTENIMIENTO DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN EL DISTRITO DE RIEGO

Para el correcto y eficiente funcionamiento del distrito de riego es necesario llevar a cabo ciertas actividades en cada uno de los elementos que las constituyen entre los cuales se tienen

- **Mantenimiento de la Bocatoma**

Para el normal funcionamiento de la bocatoma se requiere:

1. Mantener la rejilla de captación libre de hojas, troncos, rocas y demás que pueden obstruir la libre entrada del agua.
2. Lavar la cámara de recolección cuando se requiera, dependiendo de la turbiedad del agua y de la frecuencia de eventos relacionados con altos arrastres de sedimentos por parte de la fuente (crecientes).
3. En el momento en que se observe colmatada de sedimentos la presa se debe destapar el tubo de evacuación además de ingresar a la cámara y evacuar la arena con ayuda de una pala.

La frecuencia de este mantenimiento depende de las condiciones que presente el agua de la fuente de abastecimiento.

- **Mantenimiento del Desarenador.**

El mantenimiento del desarenador incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad. La evacuación de dicho sedimentos se deberá realizar por lo menos cada dos semanas o menos dependiendo de la calidad del agua y del volumen de arrastre de sedimentos presentes en la fuente de la que se capta el caudal. El procedimiento para realizar dicha evacuación es el siguiente:

1. Cerrar la válvula de control de flujo ubicada en la entrada al desarenador
2. Abrir la válvula de lavado.
3. Cuando el nivel sea de aproximadamente 20 cms, agitar el agua con la ayuda de un cepillo de cerda dura, con el propósito de diluir los sedimentos que se depositan en el fondo.



Figura 22. Lavado del Desarenador
Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

4. Evacuar por completo la mezcla agua- sedimentos con la ayuda del cepillo.
5. Cerrar la válvula de lavado y abrir la válvula de control de flujo para permitir la entrada de agua hasta alcanzar un nivel de mas o menos igual a 20 cms
6. Repetir el procedimiento 1,2,3 y 4 cuantas veces sea necesario hasta que el agua salga completamente limpia.

7. Cepillar las paredes de la zona de entrada, zona de sedimentación, zona de salida, cajilla de salida de sedimentos, vertedero de excesos y pantalla deflectora.

- **Mantenimiento Conducción Principal y Red de Distribución**

La red de conducción requiere un mantenimiento que se relaciona

Las tuberías utilizadas para conducciones cerradas son construidas con diferentes materiales; los más comunes son: acero, asbesto cemento, hierro fundido, concreto o plástico (PVC).

Todas las tuberías son construidas para resistir diferentes presiones de trabajo y aun dentro del mismo material hay diferentes especificaciones de presión, en el caso de las tuberías PVC están fabricadas para resistir rangos de presión como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 33. Relación Diámetro Espesor (RDE) Para Tuberías de PVC

RDE	Presión máxima servicio (PSI)	Diámetros comerciales disponibles (in)
13,5	315	14 (fabricación especial)
21	200	16,14,4,3, 2 ½, 2
26	160	16,14,6, 4,3, 2 ½, 2, 1 ½, 1 1/4
32,5	125	16,14,6, 4,3, 2
41	100	16,10,8,6,4,3,2
51	80	12,4,3

La duración de las tuberías depende en gran medida del cuidado que se tenga desde el momento del transporte, la instalación y las obras de protección que se construyan para asegurar su durabilidad; tales como: anclajes en los cambios de dirección, encofrados, viaductos, entre otros



Además también resulta muy importante la instalación de accesorios y válvulas que contribuyen al óptimo funcionamiento del Distrito de Riego y a la preservación de las tuberías.

A continuación se presentan algunos consejos que se deben tener en cuenta para el cuidado de las tuberías:

1. Encofrar aquellos tramos de tubería donde es imposible enterrarla
2. Cerciorarse del buen amarre de las tuberías en los pasos elevados, apretar constantemente los tornillos en las abrazaderas y en los soportes.
3. Instalar abrazaderas de seguridad con varilla en las campanas que limiten el movimiento en el caso de tuberías colgadas o expuestas.
4. Construir los anclajes con las suficientes dimensiones y los materiales requeridos para que realicen la labor de atraque de la tuberías en los cambios de dirección.
5. Construir cajillas con tapa y candado para proteger las válvulas de la intemperie, hurtos o mala manipulación y descalibración.
6. El operario del sistema debe estar revisando el funcionamiento de las tuberías cerciorándose que no hayan fugas en las conducciones y distribuciones.
7. Abrir una vez cada dos semanas las válvulas de purga para evitar la acumulación de sedimentos y obstrucción de las tuberías.
8. Revisar el correcto funcionamiento de las válvulas ventosas, valvulas de purga, toma presión, etc
9. Pintar la tubería que se encuentra expuesta con , pintura epoxica especial para PVC con frecuencia anual.
10. Los caños donde se encuentran ubicados los viaductos se deben mantener limpios para evitar avalanchas que pueden afectar la tubería.
11. Hacer chequeos periódicos de las laderas en la zona donde la tubería esta anclada a la roca para remover las rocas que puedan rodarse con una lluvia y amenacen con romper las tuberías.
12. Evitar la tala y quema de los bosques aledaños a las tuberías, principalmente si están expuestas, debido a que pueden sufrir daños directos o se pueden ocasionar derrumbes o erosión que puede afectar la integridad de esta tubería.
13. Realizar chequeo constante de manómetros ubicados en puntos críticos para tomar los correctivos necesarios en caso de sobrepresiones.

Mantenimiento Toma Predial Compartimiento 1

El mantenimiento consiste en el lavado del filtro principal que se hace girando la tapa de este, retirando la malla, lavando el filtro y finalmente colocando la tapa.



Figura 23. Filtro de malla

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

Además se debe lavar el colador o filtro de las dos(2) válvulas reguladoras de presión , esto se hace girando las universales en bronce que se encuentran acopladas a estas válvulas, con la ayuda de llaves para tubo, se retiran las válvulas, se destapan con cuidado para no perder piezas, lavarlas y acoplarlas nuevamente.



Figura 24. Válvula delimitadora de Caudal

Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

Mantenimiento Toma Predial Compartimiento 2

Para prolongar la vida útil de los accesorios del compartimiento 2 es necesario operarlos con el mayor cuidado, no forzar la tubería que se encuentra dentro de él y mantener la cajilla seca

Unidad de Riego

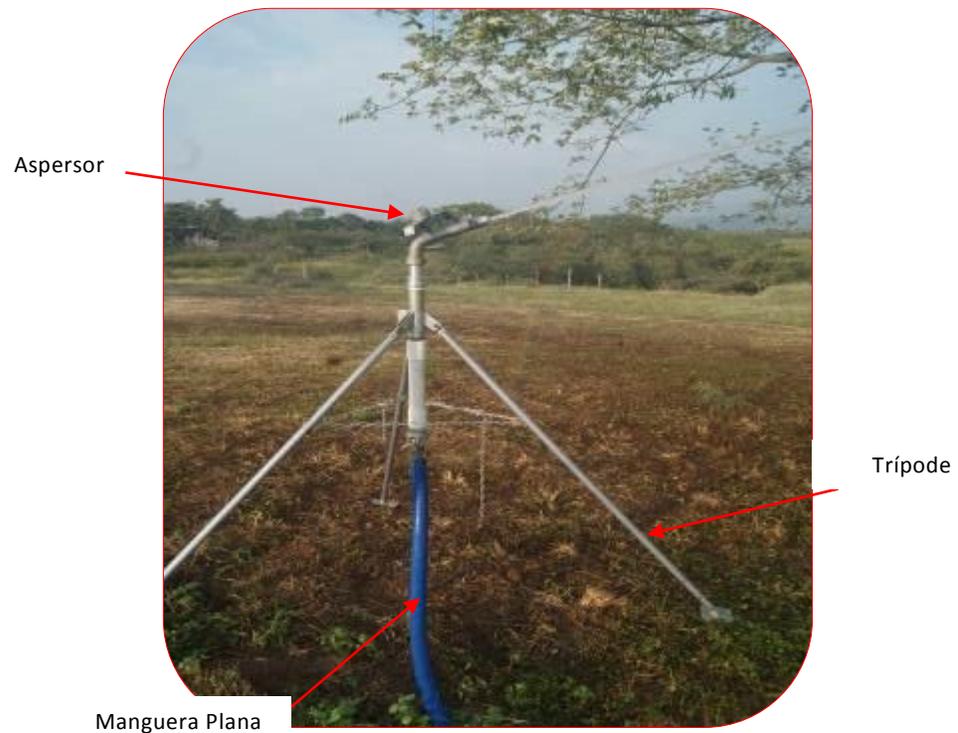


Figura 25. Componentes del Riego Intrapredial
Fuente: Ingeniería de Riego y Obras Civiles, 2010

Para la operación, se recomienda tener cuidado con la manguera, no arrastrarla, por el material de fabricación se puede enrollar y desenrollar las veces que sea necesario cuando se quiera cambiar de posición o recogerla para guardarla.

Es necesario guardar todo el kit de riego en sitio protegido de la intemperie y darle seguridad para evitar robos, para hacer este almacenamiento el equipo se debe lavar y secar perfectamente.

Se debe verificar el diámetro húmedo alcanzado por el aspersor que para las condiciones normales de funcionamiento, también se debe chequear que el giro sea de 360°, en caso contrario se debe informar al fontanero cualquier anomalía para que revise el funcionamiento de los accesorios y válvulas del compartimiento 1 y del aspersor.

8. PRESUPUESTO DISEÑO HIDRÁULICO

A continuación se presenta el presupuesto detallado del diseño hidráulico de las diferentes obras que componen el distrito de riego, aclarando que este no se contempla la ejecución de obras civiles.

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1 BOCATOMA					
	Manejo de Aguas.	GI	1	\$ 1,900,000	\$ 1,900,000
	Excavación en Material Rocoso Bajo Agua	M3	5	\$ 36,100	\$ 180,500
	Excavación en material Conglomerado Bajo Agua	M3	10	\$ 22,500	\$ 225,000
	Valvula de control Tipo Waffer ø 10"	UND	1	\$ 2,660,000	\$ 2,660,000
	Collar en Lamina 10" x 2" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 174,139	\$ 174,139
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1	\$ 6,869	\$ 6,869
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1	\$ 4,264	\$ 4,264
	Tubo en acero de 6" x 1mts para lavado de cajilla con tapon roscado.	ML	1	\$ 464,000	\$ 464,000
	Tubo en acero de 8" x 2.5 mts para lavado de presa con tapon roscado.	UND	1	\$ 1,203,500	\$ 1,203,500
	Pasamuro de 10" para conduccion hacia desarenador Conexion espigo X Brida L: 0.5 m	UND	1	\$ 878,700	\$ 878,700
	Pasamuro de 8" para lavado de dique Conexion espigo X Brida L: 0.4 m	UND	1	\$ 630,750	\$ 630,750
	Pasamuro de 6" para lavado de cajilla Conexion espigo X Brida L: 0.4 m	UND	1	\$ 561,150	\$ 561,150
	SUMA PARCIAL			\$ 8,888,872	
2 DESARENADOR					
	Excavacion en material Conglomerado	M3	50	\$ 18,000	\$ 900,000
	Excavacion en material Rocoso	M3	25	\$ 31,000	\$ 775,000
	Valvula de control Tipo Waffer ø 10"	UND	2	\$ 2,660,000	\$ 5,320,000
	Valvula HD Compuerta Elastica ø 8"	UND	1	\$ 1,125,432	\$ 1,125,432
	Tubería alcantarillado novafor 8" para lavado.	ML	30	\$ 34,407	\$ 1,032,210
	Pasamuros de 10" Conexion Espigo X Brida L: 0.4 m	UND	4	\$ 871,450	\$ 3,485,800
	Pasamuros de 8" para lavado Conexion Espigo X Brida L: 0.4 m	UND	3	\$ 630,750	\$ 1,892,250
	Pasamuros de 8" Rebose Conexion Espigo X Brida L: 0.4 m	UND	1	\$ 350,900	\$ 350,900
	Codo Gran Radio 90° X 10" U.Z.	UND	1	\$ 1,141,971	\$ 1,141,971
	Codo Tubería sanitaria de 8" x 90°.	UND	2	\$ 113,548	\$ 227,096
	Collar en Lamina 10" x 2" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 174,139	\$ 174,139
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1	\$ 6,869	\$ 6,869
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1	\$ 4,264	\$ 4,264
	SUMA PARCIAL			\$ 16,435,931	
3 CONDUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y DOMICILIARIA					
	Tubo PVC 10" RDE 41 U.Z	TUBO	230	\$ 464,131	\$ 106,756,318
	Tubo PVC 10" RDE 32.5 U.Z	TUBO	23.34	\$ 579,842	\$ 13,531,579
	Tubo PVC 10" RDE 26 U.Z	TUBO	44.22	\$ 707,537	\$ 31,284,928
	Tubo PVC 8" RDE 41 U.Z	TUBO	201.6	\$ 296,806	\$ 59,837,574
	Tubo PVC 6" RDE 41 U.Z	TUBO	466	\$ 175,724	\$ 81,885,041
	Tubo PVC 6" RDE 32.5 U.Z	TUBO	140.9	\$ 218,003	\$ 30,727,160
	Tubo PVC 6" RDE 26 U.Z	TUBO	102.1	\$ 267,199	\$ 27,291,261
	Tubo PVC 6" RDE 21 U.Z	TUBO	48.55	\$ 326,234	\$ 15,837,573
	Tubo PVC 6" RDE 13.5 U.Z	TUBO	21.92	\$ 626,575	\$ 13,736,613
	Tubo PVC 4" RDE 41 U.Z	TUBO	16.87	\$ 82,890	\$ 1,398,492
	Tubo PVC 4" RDE 32.5 U.Z	TUBO	56.49	\$ 100,015	\$ 5,649,347
	Tubo PVC 4" RDE 26 U.Z	TUBO	124.3	\$ 124,734	\$ 15,507,347
	Tubo PVC 4" RDE 21 U.Z	TUBO	260.2	\$ 149,408	\$ 38,875,962
	Tubo PVC 4" RDE 13.5 U.Z	TUBO	60.01	\$ 252,745	\$ 15,165,964
	Tubo PVC 3" RDE 41 U.Z	TUBO	81.85	\$ 50,056	\$ 4,096,833
	Tubo PVC 3" RDE 32.5 U.Z	TUBO	140.7	\$ 60,669	\$ 8,534,612
	Tubo PVC 3" RDE 26 U.Z	TUBO	84.41	\$ 75,522	\$ 6,374,686
	Tubo PVC 3" RDE 21 U.Z	TUBO	316	\$ 90,552	\$ 28,610,055
	Tubo PVC 3" RDE 13.5 U.Z	TUBO	643.9	\$ 150,826	\$ 97,110,828
	Tubo PVC 2" RDE 41 U.Z	TUBO	65.2	\$ 24,172	\$ 1,576,014
	Tubo PVC 2" RDE 26 U.Z	TUBO	51.5	\$ 60,898	\$ 3,136,247
	Tubo PVC 2 1/2" RDE 21 U.Z	TUBO	51.1	\$ 119,541	\$ 6,108,545
	Tubo PVC 1 1/2" RDE 26 E.L	TUBO	114.1	\$ 33,849	\$ 3,862,848
	Tubo PVC 1 1/4" RDE 26 E.L	TUBO	72.18	\$ 26,841	\$ 1,937,294
	Tubo PVC 1 1/4" RDE 21 E.L	TUBO	21.16	\$ 36,839	\$ 779,636
	Tubo PVC 1" RDE 26 E.L	TUBO	76.34	\$ 17,732	\$ 1,561,340

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Tubo PVC 1" RDE 21 E.L	TUBO	46.62	\$ 20,452	\$ 543,302
	Tubo PVC 1" RDE 13.5 E.L	TUBO	374.2	\$ 29,611	\$ 5,453,095
	Tubo PVC 3/4" RDE 26 E.L	TUBO	84.74	\$ 11,653	\$ 1,859,862
	Tubo PVC 3/4" RDE 21 E.L	TUBO	102.5	\$ 14,573	\$ 1,494,193.98
	Tubo PVC 3/4" RDE 11 E.L	TUBO	25.97	\$ 21,947	\$ 569,927
				SUMA PARCIAL	\$ 631,094,476
4	UNIDADES DE RIEGO PREDIAL				
	Cajilla Tipo 1-A Para Usuarios 0.5 Litros				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UND	2	\$ 1,397	\$ 2,794
	Adaptador Hembra 3/4" PVC	UND	2	\$ 626	\$ 1,252
	Adaptador Macho 3/4" PVC	UND	3	\$ 557	\$ 1,670
	Buje Soldado de 1" x 3/4"	UND	2	\$ 862	\$ 1,724
	Buje Soldado de 1/2" x 3/4"	UND	1	\$ 452	\$ 452
	Buje Roscado 3/4" x 1/2" PVC	UND	2	\$ 1,008	\$ 2,016
	Codo 90° 3/4" PVC	UND	2	\$ 715	\$ 1,430
	Codo 45° 3/4" PVC	UND	2	\$ 1,180	\$ 2,360
	Tee 3/4" PVC	UND	2	\$ 996	\$ 1,992
	Union 3/4" PVC	UND	1	\$ 452	\$ 452
	Universal de 3/4" PVC	UND	2	\$ 4,402	\$ 8,804
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UND	1	\$ 46,980	\$ 46,980
	Valvula de Cortina en Bronce de 3/4"	UND	1	\$ 12,818	\$ 12,818
	Valvula Reguladora de Presion 3/4"	UND	1	\$ 200,000	\$ 200,000
	delimitadora de Caudal 3/4"	UND	1	\$ 45,000	\$ 45,000
	Tubo PVC 3/4" RDE 21 E.L	ML	2	\$ 2,429	\$ 4,858
	Manguera Plana 3/4"	ML	51	\$ 1,100	\$ 56,100
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 3/4"	UND	2	\$ 14,877	\$ 29,754
	Abrazadera Industrial de 3/4"	UND	4	\$ 3,132	\$ 12,528
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UND	2	\$ 3,500	\$ 7,000
	Niple Galvanizado 3/4"	UND	1	\$ 3,105	\$ 3,105
	Tripode 3/4"	UND	1	\$ 92,000	\$ 92,000
	Aspersor Senninger 5123-PC # 15 Conexión Macho 3/4"	UND	1	\$ 49,642	\$ 49,642
	Subtotal Cajilla Tipo 1-A				\$ 584,732
		VALOR TOTAL	UND	36	\$ 21,050,345
	Cajilla Tipo 1-B Usuarios 1 Litro y Diferencial de Presion Mayor a 90 PSI				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UND	4	\$ 1,397	\$ 5,588
	Adaptador Macho 1" PVC	UND	3	\$ 1,167	\$ 3,501
	Buje Roscado 1" x 1/2" PVC	UND	2	\$ 1,755	\$ 3,510
	Codo 90° 1" PVC	UND	2	\$ 1,398	\$ 2,796
	Codo 45° 1" PVC	UND	2	\$ 2,247	\$ 4,494
	Tee 1" PVC	UND	2	\$ 1,945	\$ 3,890
	Universal de 1" PVC	UND	2	\$ 6,657	\$ 13,314
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UND	1	\$ 46,980	\$ 46,980
	Valvula de Cortina en Bronce de 1"	UND	1	\$ 18,850	\$ 18,850
	Valvula Reguladora de Presion 1"	UND	1	\$ 300,000	\$ 300,000
	delimitadora de Caudal 1"	UND	1	\$ 75,000	\$ 75,000
	Tubo PVC 1" RDE 21 E.L	ML	2	\$ 3,409	\$ 6,818
	Manguera Plana 1"	ML	63	\$ 1,900	\$ 119,700
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1"	UND	2	\$ 24,587	\$ 49,174
	Abrazadera Industrial de 1"	UND	4	\$ 3,132	\$ 12,528
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UND	2	\$ 3,500	\$ 7,000
	Niple Galvanizado 1"	UND	1	\$ 5,405	\$ 5,405
	Tripode 1"	UND	1	\$ 120,000	\$ 120,000
	Aspersor Senninger 7025RD-2 #18 y #8 conexión 1"	UND	1	\$ 116,565	\$ 116,565
	Subtotal Cajilla Tipo 1-B				\$ 915,113
		VALOR TOTAL	UND	6	\$ 5,490,678
	Cajilla Tipo 2-A Usuarios 1 Litro y Diferencial de Presion Menores a 90 PSI				
	Adaptador Hembra 1" PVC	UND	5	\$ 1,397	\$ 6,985
	Adaptador Macho 1" PVC	UND	4	\$ 1,167	\$ 4,668
	Buje Roscado 1" x 1/2" PVC	UND	2	\$ 1,755	\$ 3,510
	Codo 90° 1" PVC	UND	6	\$ 1,398	\$ 10,530
	Codo 45° 1" PVC	UND	2	\$ 2,247	\$ 4,494
	Tee 1" PVC	UND	4	\$ 1,945	\$ 7,780
	Universal de 1" PVC	UND	3	\$ 6,657	\$ 19,971
	Filtro de Malla 1" Conexión Macho 24 GPM	UND	1	\$ 46,980	\$ 46,980
	Valvula de Cortina en Bronce de 1"	UND	1	\$ 18,850	\$ 18,850

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Valvula Reguladora de Presion 1"	UND	2	\$ 300,000	\$ 600,000
	delimitadora de Caudal 1"	UND	2	\$ 75,000	\$ 150,000
	Tubo PVC 1" RDE 21 E.L	ML	2	\$ 3,409	\$ 6,818
	Manguera Plana 1"	ML	63	\$ 1,900	\$ 119,700
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1"	UND	2	\$ 24,587	\$ 49,174
	Abrazadera Industrial de 1"	UND	4	\$ 3,132	\$ 12,528
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UND	2	\$ 3,500	\$ 7,000
	Niple Galvanizado 1"	UND	1	\$ 5,405	\$ 5,405
	Tripode 1"	UND	1	\$ 120,000	\$ 120,000
	Aspersor Senninger 7025RD-2 #18 y #8 conexión 1"	UND	1	\$ 116,565	\$ 116,565
	Subtotal Cajilla Tipo 2-A				\$ 1,310,958
	VALOR TOTAL	UND	29		\$ 38,017,782
	Cajilla Tipo 2-B Para Usuarios de 1.5 litros				
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	2	\$ 6,869	\$ 13,738
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 3,858	\$ 3,858
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC	UND	1	\$ 2,283	\$ 2,283
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 2,874	\$ 2,874
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 2,453	\$ 4,906
	Buje Soldado de 2" x 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 3,905	\$ 7,810
	Buje Soldado de 1 1/2" x 1 1/4" PVC	UND	3	\$ 2,554	\$ 7,662
	Buje Roscado 1 1/4" x 1/2" PVC	UND	2	\$ 1,654	\$ 3,308
	Codo 90° 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 2,687	\$ 5,374
	Codo 45° 1 1/2" PVC	UND	2	\$ 5,447	\$ 10,894
	Tee 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 5,024	\$ 10,048
	Union 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 1,844	\$ 1,844
	Universal de 1 1/4" PVC	UND	1	\$ 12,014	\$ 12,014
	Filtro de Malla 2" Conexión Macho 50 GPM	UND	1	\$ 80,380	\$ 80,380
	Valvula de Cortina en Bronce de 1 1/4"	UND	1	\$ 37,700	\$ 37,700
	Valvula Reguladora de Presion 1 1/2"	UND	1	\$ 696,000	\$ 696,000
	delimitadora de Caudal 1 1/2"	UND	1	\$ 89,000	\$ 89,000
	Tubo PVC 1 1/4" RDE 21 E.L	ML	2	\$ 6,140	\$ 12,280
	Manguera Plana 1 1/4"	ML	68	\$ 2,600	\$ 176,800
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1 1/4"	UND	2	\$ 31,634	\$ 63,268
	Abrazadera Industrial de 1 1/4"	UND	4	\$ 3,132	\$ 12,528
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UND	2	\$ 3,500	\$ 7,000
	Niple Galvanizado 1 1/4"	UND	1	\$ 7,705	\$ 7,705
	Tripode 1 1/4"	UND	1	\$ 165,000	\$ 165,000
	Aspersor Senninger 8025HR-1 # 24 conexión 1 1/4"	UND	1	\$ 275,616	\$ 275,616
	Subtotal Cajilla Tipo 2-B				\$ 1,709,890
	VALOR TOTAL	UND	17		\$ 29,068,130
	Cajilla Tipo 2-C Para Usuarios de 2.0 litros				
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	2	\$ 6,869	\$ 13,738
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 3,858	\$ 3,858
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC	UND	1	\$ 2,283	\$ 2,283
	Adaptador Macho 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 2,874	\$ 2,874
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 2,453	\$ 4,906
	Buje Soldado de 2" x 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 3,905	\$ 7,810
	Buje Soldado de 1 1/2" x 1 1/4" PVC	UND	3	\$ 2,554	\$ 7,662
	Buje Roscado 1 1/4" x 1/2" PVC	UND	2	\$ 1,654	\$ 3,308
	Codo 90° 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 2,687	\$ 5,374
	Codo 45° 1 1/2" PVC	UND	2	\$ 5,447	\$ 10,894
	Tee 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 5,024	\$ 10,048
	Union 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 1,844	\$ 1,844
	Universal de 1 1/4" PVC	UND	1	\$ 12,014	\$ 12,014
	Filtro de Malla 2" Conexión Macho 50 GPM	UND	1	\$ 80,380	\$ 80,380
	Valvula de Cortina en Bronce de 1 1/4"	UND	1	\$ 37,700	\$ 37,700
	Valvula Reguladora de Presion 1 1/2"	UND	1	\$ 696,000	\$ 696,000
	delimitadora de Caudal 1 1/2"	UND	1	\$ 89,000	\$ 89,000
	Tubo PVC 1 1/4" RDE 21 E.L	ML	2	\$ 6,140	\$ 12,280
	Manguera Plana 1 1/4"	ML	77	\$ 2,600	\$ 200,200
	Acolpe Rapido en Aluminio C y F 1 1/4"	UND	2	\$ 31,634	\$ 63,268
	Abrazadera Industrial de 1 1/4"	UND	4	\$ 3,132	\$ 12,528
	Racor de 1/2 x 1/4 Bronce	UND	2	\$ 3,500	\$ 7,000
	Niple Galvanizado 1 1/4"	UND	1	\$ 7,705	\$ 7,705
	Tripode 1 1/4"	UND	1	\$ 165,000	\$ 165,000

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Aspersor Senninger 8025HR-1 # 28 conexión 1 1/4"	UND	1	\$ 275,616	\$ 275,616
	Subtotal Cajilla Tipo 2-C				\$ 1,733,290
	VALOR TOTAL	UND	11		\$ 19,066,190
	SUMA PARCIAL			\$ 112,693,125	
5	ACCESORIOS EN PVC Y LAMINA, A PRESIÓN				
	Adaptador Macho 4" PVC	UND	3	\$ 29,697	\$ 89,091
	Adaptador Macho 2" PVC	UND	35	\$ 4,106	\$ 143,710
	Adaptador Macho 1 1/4" PVC	UND	2	\$ 2,453	\$ 4,906
	Adaptador Macho 1" PVC	UND	9	\$ 1,167	\$ 10,503
	Adaptador Macho 3/4" PVC	UND	6	\$ 557	\$ 3,342
	Adaptador Macho 1/2" PVC	UND	12	\$ 307	\$ 3,684
	Adaptador Hembra 4" PVC	UND	3	\$ 36,444	\$ 109,332
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	17	\$ 6,870	\$ 116,790
	Adaptador Hembra 1 1/2" PVC	UND	1	\$ 3,858	\$ 3,858
	Adaptador Hembra 1 1/4" PVC	UND	5	\$ 2,283	\$ 11,415
	Adaptador Hembra 1" PVC	UND	25	\$ 1,397	\$ 34,925
	Buje Soldado 4" X 3" PVC	UND	2	\$ 22,182	\$ 44,364
	Buje Soldado 4" X 2" PVC	UND	14	\$ 22,182	\$ 310,548
	Buje Soldado 3" X 2" PVC	UND	65	\$ 14,064	\$ 914,160
	Buje Soldado 3" X 2 1/2" PVC	UND	1	\$ 14,064	\$ 14,064
	Buje Soldado 2" X 1 1/2" PVC	UND	6	\$ 3,905	\$ 23,430
	Buje Soldado 2" X 1 1/4" PVC	UND	7	\$ 3,905	\$ 27,335
	Buje Soldado 2" X 1" PVC	UND	47	\$ 3,905	\$ 183,535
	Buje Soldado 2" X 3/4" PVC	UND	1	\$ 3,905	\$ 3,905
	Buje Soldado 2" X 1/2" PVC	UND	4	\$ 3,905	\$ 15,620
	Buje Soldado 1 1/2" X 1" PVC	UND	5	\$ 2,554	\$ 12,770
	Buje Soldado 1 1/4" X 1" PVC	UND	1	\$ 1,654	\$ 1,654
	Buje Soldado 1" X 3/4" PVC	UND	1	\$ 862	\$ 862
	Buje Soldado 1" X 1/2" PVC	UND	4	\$ 862	\$ 3,448
	Buje Soldado 3/4" X 1/2" PVC	UND	2	\$ 433	\$ 866
	Bushing HG 1/2" X 1/4"	UND	6	\$ 5,431	\$ 32,586
	Codo Gran Radio 90° X 10" U.Z.	UND	1	\$ 1,141,971	\$ 1,141,971
	Codo Gran Radio 90° X 4" U.Z.	UND	3	\$ 82,691	\$ 248,073
	Codo Gran Radio 45° X 10" U.Z.	UND	3	\$ 747,069	\$ 2,241,207
	Codo Gran Radio 45° X 8" U.Z.	UND	1	\$ 348,838	\$ 348,838
	Codo Gran Radio 45° X 6" U.Z.	UND	7	\$ 160,657	\$ 1,124,599
	Codo Gran Radio 45° X 4" U.Z.	UND	7	\$ 58,575	\$ 410,025
	Codo Gran Radio 22.5° X 10" U.Z.	UND	17	\$ 608,299	\$ 10,341,083
	Codo Gran Radio 22.5° X 8" U.Z.	UND	14	\$ 271,471	\$ 3,800,594
	Codo Gran Radio 22.5° X 6" U.Z.	UND	31	\$ 128,301	\$ 3,977,331
	Codo Gran Radio 22.5° X 4" U.Z.	UND	22	\$ 52,216	\$ 1,148,752
	Codo Gran Radio 22.5° X 3" U.Z.	UND	51	\$ 28,480	\$ 1,452,480
	Codo Gran Radio 22.5° X 2" U.Z.	UND	13	\$ 14,065	\$ 182,845
	Codo Gran Radio 22.5° X 2 1/2" U.Z.	UND	2	\$ 19,775	\$ 39,550
	Codo Gran Radio 11.25° X 10" U.Z.	UND	25	\$ 497,642	\$ 12,441,050
	Codo Gran Radio 11.25° X 8" U.Z.	UND	15	\$ 233,108	\$ 3,496,620
	Codo Gran Radio 11.25° X 6" U.Z.	UND	22	\$ 114,724	\$ 2,523,928
	Codo Gran Radio 11.25° X 4" U.Z.	UND	38	\$ 49,611	\$ 1,885,218
	Codo Gran Radio 11.25° X 3" U.Z.	UND	50	\$ 25,958	\$ 1,297,900
	Codo Gran Radio 11.25° X 2" U.Z.	UND	6	\$ 16,263	\$ 97,578
	Codo 90° X 3" PVC	UND	2	\$ 30,643	\$ 61,286
	Codo 90° X 2" PVC	UND	1	\$ 8,221	\$ 8,221
	Codo 90° X 1" PVC	UND	2	\$ 1,398	\$ 2,796
	Codo 90° X 3/4" PVC	UND	1	\$ 715	\$ 715
	Codo 45° X 3" PVC	UND	25	\$ 29,001	\$ 725,025
	Codo 45° X 2" PVC	UND	4	\$ 9,010	\$ 36,040
	Codo 45° X 1 1/2" PVC	UND	2	\$ 5,447	\$ 10,894
	Codo 45° X 1 1/4" PVC	UND	1	\$ 4,062	\$ 4,062
	Codo 45° X 1" PVC	UND	10	\$ 2,247	\$ 22,470
	Codo 45° X 3/4" PVC	UND	4	\$ 1,180	\$ 4,720
	Collar en Lamina 10" X 6" (Salida Conexion Brida)	UND	2	\$ 546,534	\$ 1,093,068
	Collar en Lamina 10" X 4" (Salida Conexion Macho)	UND	3	\$ 210,470	\$ 631,410
	Collar en Lamina 10" X 1 1/4" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 174,139	\$ 174,139
	Collar en Lamina 10" X 1/2" (Salida Conexion Hembra)	UND	1	\$ 153,468	\$ 153,468
	Collar en Lamina 8" X 4" (Salida Conexion Brida)	UND	3	\$ 461,970	\$ 1,385,910

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Collar en Lamina 8" X 2" (Salida Conexion Macho)	UND	4	\$ 152,998	\$ 611,992
	Collar en Lamina 8" X 1 1/4" (Salida Conexion Macho)	UND	2	\$ 152,998	\$ 305,996
	Collar en Lamina 8" X 1/2" (Salida Conexion Hembra)	UND	1	\$ 101,790	\$ 101,790
	Collar en Lamina 6" X 4" (Salida Conexion Brida)	UND	3	\$ 410,292	\$ 1,230,876
	Collar en Lamina 6" X 2" (Salida Conexion Macho)	UND	6	\$ 104,296	\$ 625,776
	Collar en Lamina 6" X 1 1/4" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 104,296	\$ 104,296
	Collar en Lamina 6" X 1" (Salida Conexion Macho)	UND	2	\$ 86,130	\$ 172,260
	Collar en Lamina 4" X 2" (Salida Conexion Macho)	UND	7	\$ 78,300	\$ 548,100
	Collar de Derivacion PVC 8" X 1"	UND	1	\$ 30,182	\$ 30,182
	Collar de Derivacion PVC 6" X 1/2"	UND	3	\$ 13,646	\$ 40,938
	Collar de Derivacion PVC 4" X 3/4"	UND	6	\$ 10,735	\$ 64,410
	Collar de Derivacion PVC 4" X 1/2"	UND	8	\$ 10,735	\$ 85,880
	Collar de Derivacion PVC 3" X 1/2"	UND	5	\$ 10,735	\$ 53,675
	Manometro	UND	6	\$ 36,000	\$ 216,000
	Niple HG 1/2" X 0.8 m	UND	6	\$ 3,082	\$ 18,492
	Tee PVC 4"	UND	14	\$ 86,494	\$ 1,210,916
	Tee PVC 3"	UND	59	\$ 39,637	\$ 2,338,583
	Tee PVC 2"	UND	5	\$ 10,505	\$ 52,525
	Tee PVC 1 1/2"	UND	7	\$ 6,598	\$ 46,186
	Tee PVC 1"	UND	17	\$ 1,945	\$ 33,065
	Tee PVC 3/4"	UND	2	\$ 995	\$ 1,990
	Tee en Lamina Reducida de 10"(Extremo Campana) X 3" (Extremo Liso) X 10" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 701,220	\$ 701,220
	Tee en Lamina Reducida de 10" (Extremo Campana) X 8" (Extremo Liso) X 6" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 1,019,408	\$ 1,019,408
	Tee en Lamina Reducida de 8" (Extremo Campana) X 3" (Extremo Liso) X 8" (Extremo Liso)	UND	2	\$ 437,320	\$ 874,640
	Tee en Lamina Reducida de 8" (Extremo Campana) X 1 1/4" (Conexion Macho) X 8" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 377,000	\$ 377,000
	Tee en Lamina Reducida de 8" (Extremo Campana) X 6" (Extremo Liso) X 2" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 361,920	\$ 361,920
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 3" (Extremo Liso) X 6" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 361,920	\$ 361,920
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 2" (Extremo Liso) X 6" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 346,840	\$ 346,840
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 1 1/2" (Conexion Macho) X 4" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 331,760	\$ 331,760
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 1 1/4" (Conexion Macho) X 6" (Extremo Liso)	UND	2	\$ 328,744	\$ 657,488
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 1" (Conexion Macho) X 6" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 324,220	\$ 324,220
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 6" (Extremo Liso) X 1" (Conexion Macho)	UND	1	\$ 324,220	\$ 324,220
	Tee en Lamina Reducida de 6" (Extremo Campana) X 3" (Extremo Liso) X 4" (Extremo Liso)	UND	1	\$ 384,540	\$ 384,540
	Union 1 1/2" PVC	UND	107	\$ 1,844	\$ 197,308
	Union 1 1/4" PVC	UND	112	\$ 1,353	\$ 151,536
	Union 1" PVC	UND	594	\$ 738	\$ 438,372
	Union 3/4" PVC	UND	196	\$ 452	\$ 88,592
	Union 1/2" PVC	UND	14	\$ 287	\$ 4,018
	SUMA PARCIAL			\$ 69,473,499	
6	VÁLVULAS				
	Valvula Doble Efecto 2" Con Proteccion	UND	3	\$ 416,387	\$ 1,249,161
	Valvula Doble Efecto 1" Con Proteccion	UND	30	\$ 227,421	\$ 6,822,630
	Valvula HD Compuerta Elastica 4" Conexion Brida	UND	8	\$ 420,941	\$ 3,367,528
	Valvula de Cortina en Bronce de 2"	UND	14	\$ 72,384	\$ 1,013,376
	SUMA PARCIAL			\$ 12,452,695	
7	CAMARAS DE QUIEBRE DE PRESIÓN				
	CAMARA DE QUIEBRE No. 1				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	6.2	\$ 18,000	\$ 111,600
	Pasamuros de 10" Conexión Campana X Espigo L: 0.5 m	UND	1	\$ 878,700	\$ 878,700
	Pasamuros de 10" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	2	\$ 878,700	\$ 1,757,400
	Tubería alcantarillado novafort 10" para Excesos	ML	10	\$ 50,018	\$ 500,180
	Codo Tubería sanitaria de 10" x 45°.	UND	2	\$ 216,408	\$ 432,816
	Collar en Lamina 10" x 2" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 174,139	\$ 174,139

PRESUPUESTO DISEÑO HIDRAULICO DISTRITO DE RIEGO USOPACARNI					
ITEMS	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
	Valvula Reguladora de Caudal 10"	UND	1	\$ 20,000,000	\$ 20,000,000
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1	\$ 6,870	\$ 6,870
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1	\$ 4,264	\$ 4,264
	SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE No. 1				\$ 23,865,969
	CAMARA DE QUIEBRE No. 2				
	Excavacion en material Conglomerado	M3	3.3	\$ 18,000	\$ 59,400
	Pasamuros de 6" Conexión Campana X Espigo L: 0.5 m	UND	1	\$ 561,150	\$ 561,150
	Pasamuros de 6" Conexión Espigo X Espigo L: 0.4 m	UND	2	\$ 561,150	\$ 1,122,300
	Tubería alcantarillado novafort 6" para Excesos	ML	10	\$ 23,537	\$ 235,370
	Codo Tubería sanitaria de 6" x 45°.	UND	2	\$ 27,750	\$ 55,500
	Collar en Lamina 6" x 2" (Salida Conexion Macho)	UND	1	\$ 104,296	\$ 104,296
	Valvula Reguladora de Caudal 6"	UND	1	\$ 7,533,300	\$ 7,533,300
	Adaptador Hembra 2" PVC	UND	1	\$ 3,905	\$ 3,905
	Tapon Soldado 2" PVC	UND	1	\$ 4,264	\$ 4,264
	SUBTOTAL CAMARA DE QUIEBRE No. 2				\$ 9,679,485
	SUMA PARCIAL			\$ 33,545,454	
8	REPLANTEO TOPOGRAFICO				
	Replanteo Topografico Conduccion Principal y Secundaria	km	26.7	\$ 80,000	\$ 2,136,000
	Replanteo Topografico Tomas Prediales	Toma Predial	99	\$ 70,000	\$ 6,930,000
	SUMA PARCIAL			\$ 9,066,000	
9	MANO DE OBRA CALIFICADA				
	Instalacion Tubo de 6mts DE f: 10", 8" con accesorios y válvulas	ML	2995	\$ 7,500	\$ 22,462,725
	Instalacion Tubo de 6mts DE f: 6", 4", 3" con accesorios y válvulas	ML	15385	\$ 4,800	\$ 73,848,048
	Instalacion Tubo de 6mts DE f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4" con accesorios y válvulas	ML	2252	\$ 3,700	\$ 8,330,772
	Instalacion Tubo de 6mts DE f: 1", 3/4, 1/2" con accesorios y válvulas	ML	4262	\$ 950	\$ 4,049,280
	Instalacion de Prediales con Valvulas y Unidad de Riego	USUARIO	99	\$ 83,000	\$ 8,217,000
	SUMA PARCIAL			\$ 116,907,825	
10	MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
	Excavacion para Cajillas	M3	121	\$ 18,000	\$ 2,178,000
	Excavacion (0.8 x 0.8 mts) Para tubería de f: 10", 8"	ML	2995	\$ 11,520	\$ 34,502,746
	Excavacion (0.6 x 0.6 mts) Para tubería de f: 6", 4", 3"	ML	15385	\$ 6,480	\$ 99,694,865
	Excavacion (0.4 x 0.6 mts) Para tubería de f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	ML	2252	\$ 4,320	\$ 9,726,739
	Excavacion (0.3 x 0.4 mts) Para tubería de f: 1", 3/4, 1/2"	ML	4262	\$ 2,160	\$ 9,206,784
	Tapado Para tubería de f: 10", 8"	ML	2995	\$ 3,840	\$ 11,500,915
	Tapado Para tubería de f: 6", 4", 3"	ML	15385	\$ 2,160	\$ 33,231,622
	Tapado Para tubería de f: 2 1/2", 2", 1 1/2", 1 1/4"	ML	2252	\$ 1,440	\$ 3,242,246
	Tapado Para tubería de f: 1"	ML	4262	\$ 720	\$ 3,068,928
	SUMA PARCIAL			\$ 206,352,845	
	COSTO TOTAL			1,147,437,223	

9. CONCLUSIONES

- ✓ En el área de influencia del distrito, es decir en aquella fracción de terreno en el que implementará el desarrollo agropecuario, se identificaron tres series de suelo: PQB, MXE y PXA. Estos suelos y según los resultados obtenidos del laboratorio relacionados con sus contenidos nutricionales, muestran deficiencia de potasio y nitrógeno y bajo contenido de materia orgánica. Lo anterior debido a la erosión, disminución de la capa vegetal ocasionada por la ganadería extensiva actividad propia de la región y otros factores relacionados con el clima.
- ✓ En relación con el clima se tiene que régimen de precipitaciones para la zona comprende dos al año, con un periodo de estiaje prolongado que va desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre. El 57% de las precipitaciones se presenta durante el primer semestre del año, aunque el mes con mayor registro sea noviembre.
La humedad relativa presenta un comportamiento similar al de la precipitación, es decir aumenta para los meses con mayor registro de esta, lo contrario se presenta con los parámetros de temperatura, brillo solar y evaporación.
- ✓ La evapotranspiración potencial anual estimada para la zona por el método de Thornthwaite es de 1163.65 mm. El mes con el mayor valor estimado es septiembre, mes con temperaturas más altas del año, bajas precipitaciones y mayor cantidad de horas de brillo solar.
- ✓ Del balance hídrico calculado para los cultivos propuestos y en cada una de las series de suelos identificadas en el área de influencia del proyecto, se determinó que se requiere de 0.5 LPS – Ha para suplir los requerimientos hídricos de los cultivos. Lo anterior indica que el distrito requiere derivar de la quebrada el Aguacate 100.5 LPS.
- ✓ Según el análisis hidrológico, el caudal medio estimado de 400 lps, indica que la fuente tiene capacidad para el requerimiento hídrico del distrito de riego.
- ✓ En el distrito se contemplaba beneficiar 89 usuarios con 99 tomas prediales, pero después de realizar el levantamiento topográfico y posteriormente la simulación hidráulica se establece que la presión no era suficiente en tres tomas prediales de tres usuarios, por lo cual se sugirió cambiar la ubicación de estos.

- ✓ El valor del sistema hidráulico es de \$1.147.437.223, parcial debido a que en este no se ha cuantificado lo relacionado con las obras civiles.

10. RECOMENDACIONES

- ✓ Los estudios ejecutados en el alcance del presente proyecto no limitan la factibilidad del distrito pero tampoco lo declaran viable. Para determinar su factibilidad se recomienda realizar los siguientes estudios.
 - Calidad del Agua, para verificar que no se presente contaminación, ni riesgo de salinizar el suelo.
 - Geotecnia, en los lugares en los que plantea la construcción de obras como bocatoma, desarenador, viaductos y pasos elevados.
 - Calculo estructural de las obras dimensionadas en el presente proyecto.
 - Análisis financiero para determinar la viabilidad económica del proyecto.
 - Estudio de impacto ambiental
- ✓ En la tubería de conducción y distribución y en aquellas zonas inestables, se recomienda la realización de encofrados en los que mediante recubrimiento en concreto reforzado se proteja la tubería de afectaciones por deslizamientos de tierra o desprendimientos de roca.
- ✓ En lugares de la línea de conducción en los que se ubican accesorios para cambios de direcciones como codos de gran diámetro y en los que se registren altas presiones se recomienda la instalación de anclajes.
- ✓ Con el fin de que el distrito opere bajo las condiciones de diseño se requiere de amplia capacitación por parte de profesionales del área hacia los usuarios del distrito, en las que se establezcan pautas relacionadas con la administración, operación y mantenimiento del mismo.
- ✓ Gestionar los recursos requeridos por el proyecto ante entidades gubernamentales y no gubernamentales con el fin de lograr la construcción del proyecto.

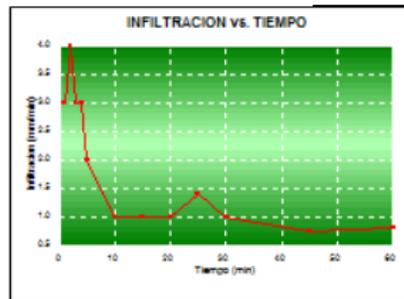
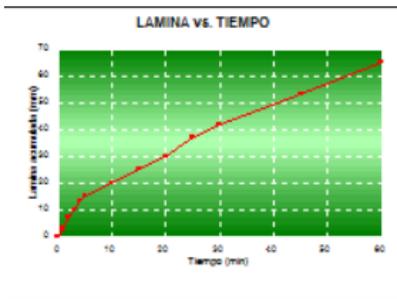
Bibliografía

- Cifuentes, M. (2003). *Metodología de doble Propósito para el diseño y la evaluación hidraulica de Sistemas de Riego a Presion (Metodologia de los Talleres)*. Sincelejo.
- Corcho, F., & Jose, D. (1993). *Acueductos Teoria y Diseño*. Medellin: Universida de Medellin.
- FAO. (2006). *Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma.
- IDEAM. (2010). *Registros Meteorológicos, Estacion Pluviométrica San José y Climatologica Ordinaria Iquira*. Bogotá.
- IGAC. (1994). *Estudio General de Suelos del Departamento del Huila*. Santa Fe de Bogotá: IGAC.
- Linsley, R., Kohler, M., & Paulus, J. (1977). *Hidrología para Ingenieros*. USA: McGraw-Hill Inc.
- Lopez, R. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Materon, H. (1997). *Obras Hidráulicas Rurales*. Santiago de Cali: Facultad de Ingenieria Universidad del Valle.
- Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

ANEXO 1.. RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

SITIO DEL ENSAYO: VDA. LA ESPERANZA - MPIO. TESALIA (1154441,7)
 PREDIO: LA ENVIDIA
 PROPIETARIO: RUBI POLANIA MANCHOLA

TIEMPO		LECTURA DE ESCA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULAI (minutos)	INTERVAL DE TIEMP ENTRE LECTURA (min)	NIVEL DE AGUA (cr)	NIVEL DI RECUPEI DEL AGU (cm)	LAMINA INFILTRAI INTERVAL DE TIEMP (mm)	LAMINA ACUMULA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/mi)	(mm/hr)
0		16.50		0	0		
1	1	16.20		3	3	3.000	180.0
2	1	15.80		4	7	4.000	240.0
3	1	15.50		3	10	3.000	180.0
4	1	15.20		3	13	3.000	180.0
5	1	15.00		2	15	2.000	120.0
10	5	14.50		5	20	1.000	60.0
15	5	14.00		5	25	1.000	60.0
20	5	13.50		5	30	1.000	60.0
25	5	12.80		7	37	1.400	84.0
30	5	12.30		5	42	1.000	60.0
45	15	11.20	16	11	53	0.733	44.0
60	15	14.80		12	65	0.800	48.0



A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K \cdot T^{n'}$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 $K' \cdot y^{n'}$ = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vii)

$$Vii = d/dt(LAM) = d/dt(K \cdot T^{n'}) \quad (\text{mm/min, min})$$

$$Vii = n' \cdot K \cdot T^{(n'-1)}$$

Donde: Vii = Velocidad de infiltracion instantanea. (mm/min)
 $K' \cdot y^{n'}$ = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varia entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K \cdot T^{n'}$$

Como la ecuacion de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y asi mediante el criterio de minimos cuadrados, hallar el valor de yK' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K \cdot T^{n'}$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^{n'})$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' \cdot \text{LOG } T$$

Donde esta expresion es semejante a la ecuacion de una recta de la forma:

$$Y = b + m \cdot X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'

D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m * X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	12	Ctes de la Ec. de Lamina
b =	0.62018	$K = 10^b = 4.17047$
m =	0.68068	$n' = m = 0.68068$
Coefficiente de correlacion (r)	0.98821	

$$LAM = K * T^{n'} \text{ (mm, min)}$$

$$LAM = 4.17047 * T^{0.68068} \quad LAM \text{ (mm), } T \text{ (min)}$$

$$Vi = n' * K * T^{(n'-1)}$$

$$Vi = 2.8388 * T^{-0.3193} \quad Vi \text{ (mm/min), } T \text{ (min)}$$

$$Vi = 170.326 * T^{-0.3193} \quad Vi \text{ (mm/hr), } T \text{ (min)}$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a $-10^{(n'-1)}$. ($T \geq -10^{(n'-1)}$)

$$T \geq -10^{(n'-1)} = 3.193159 \text{ hr} = 191.6 \text{ min}$$

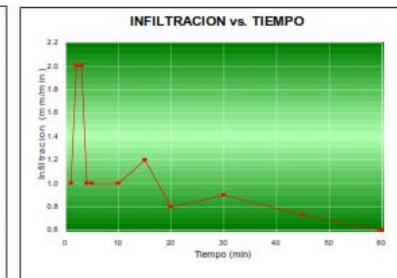
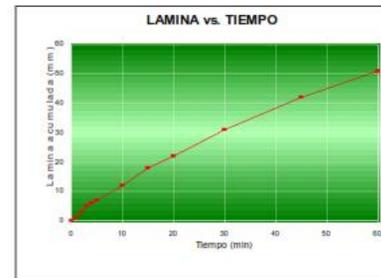
Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

$$Vib = (192 \text{ min}) = 0.5297 \text{ mm/min} = 31.78 \text{ mm/hr}$$

$$Vib = 3.18 \text{ cm/hr}$$

SITIO DEL ENSAYO: VDA. LA ESPERANZA - MPIO. TESALIA (1155482.780516)
 PREDIO: LA COLORADA
 PROPIETARIO: ONIDAS PERDOMO ANDRADE

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO (minutos)	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	NIVEL DEL AGUA (cm)	NIVEL DE RECUPER DEL AGUA (cm)	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (mm/min)	(mm/hr)
0		16.00		0	0		
1	1	15.90		1	1	1.000	60.0
2	1	15.70		2	3	2.000	120.0
3	1	15.50		2	5	2.000	120.0
4	1	15.40		1	6	1.000	60.0
5	1	15.30		1	7	1.000	60.0
10	5	14.80		5	12	1.000	60.0
15	5	14.20		6	18	1.200	72.0
20	5	13.80		4	22	0.800	48.0
30	10	12.90		9	31	0.900	54.0
45	15	11.80		11	42	0.733	44.0
60	15	10.90		9	51	0.600	36.0



A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K * T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 K' y n' = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltración. (min)

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vii)

$$V_{ii} = d/dt(LAM) = d/dt(K * T^{n'}) \quad (\text{mm/min}, \text{min})$$

$$V_{ii} = n' * K * T^{(n'-1)}$$

Donde: Vii = Velocidad de infiltración instantánea. (mm/min)
 K' y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varía entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltración. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K * T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Como la ecuación de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y así mediante el criterio de mínimos cuadrados, hallar el valor de y K' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K * T^{n'}$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^{n'})$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' * \text{LOG } T$$

Donde esta expresión es semejante a la ecuación de una recta de la forma:

$$Y = b + m * X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'

D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m * X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	11	Qtes de la Ec. de Lamina
b =	0.17579	K' = 10 ^b = 1.49896
m =	0.89488	n' = m = 0.89488
Coefficiente de correlacion (r)		
r =	0.99039	

$$LAM = K * T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

$$LAM = 1.49896 * T^{0.89488} \quad \text{LAM (mm), T (min)}$$

$$V_{ii} = n' * K * T^{(n'-1)}$$

$$V_{ii} = 1.3414 * T^{-0.1051} \quad \text{Vii (mm/min), T (min)}$$

$$V_{ii} = 80.483 * T^{-0.1051} \quad \text{Vii (mm/hr), T (min)}$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltración básica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a -10^{n'(n'-1)}. (T >= -10^{n'(n'-1)})

$$T \geq -10^{n'(n'-1)} = 1.051227 \text{ hr} = 63.1 \text{ min}$$

Remplazando este tiempo en la ecuación de infiltración tenemos:

$$V_{ib} = (64 \text{ min}) = 0.8663 \text{ mm/min} = 51.98 \text{ mm/hr}$$

$$= 5.20 \text{ cm/hr}$$

SITIO DEL ENSAYO: VDA. PIEDRA GORDA - MPIO. TESALIA (1155971,778497)
 PREDIO: LA PRIMAVERA
 PROPIETARIO: HERNAN MONTEALEGRE VARGAS

A. LAMINA INFILTRADA (LAM):

$$LAM = K \cdot T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Donde: LAM = Lamina acumulada infiltrada en el suelo (mm)
 K' y n' = Son constantes características de cada suelo
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

TIEMPO ACUMULADO (minutos)	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
		NIVEL DEL AGUA (cm)	NIVEL DE RECUPER. DEL AGUA (cm)	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/min)	(mm/hr)
0		14.00		0	0		
1	1	12.70		13	13	13.000	780.0
2	1	11.30		14	27	14.000	840.0
3	1	10.50		8	35	8.000	480.0
4	1	9.60		9	44	9.000	540.0
5	1	8.00	14	16	60	16.000	960.0
10	5	9.50		45	105	9.000	540.0
16	6	7.00	14	25	130	4.167	250.0
20	4	10.80		32	162	8.000	480.0
27	7	7.30	14	35	197	5.000	300.0
30	3	12.40		16	213	5.333	320.0
38	8	7.40	14	50	263	6.250	375.0
45	7	9.50		45	308	6.429	385.7
49	4	7.50	14	20	328	5.000	300.0
60	11	8.00		60	388	5.455	327.3

B. VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA (Vi)

$$Vi = d/dt(LAM) = d/dt(K \cdot T^{n'}) \quad (\text{mm/min}, \text{min})$$

$$Vi = n' \cdot K \cdot T^{n'-1}$$

Donde: Vi = Velocidad de infiltracion instantanea. (mm/min)
 K' y n' = Son constantes típicas de cada suelo.
 K' es un valor positivo y n' es un valor que varia entre 0 y -1. (-1 <= n' <= 0)
 T = Tiempo de infiltracion. (min)

C. LINEALIZACION DE LA ECUACION

$$LAM = K \cdot T^{n'} \quad (\text{mm}, \text{min})$$

Como la ecuacion de lamina es una Ec. de potencia se necesita linealizar la Ec. aplicando logaritmos a ambos lados de la Ec., y así mediante el criterio de mínimos cuadrados, hallar el valor de yK' y n'

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K \cdot T^{n'}$$

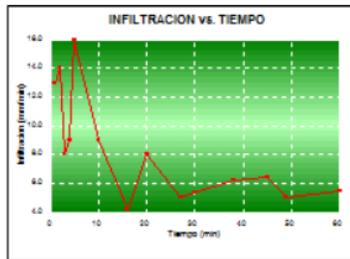
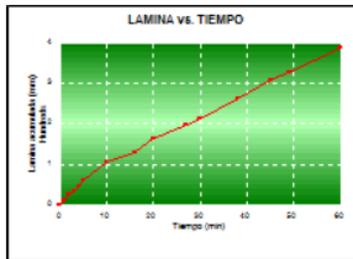
$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + \text{LOG } (T^{n'})$$

$$\text{Log LAM} = \text{Log } K' + n' \cdot \text{LOG } T$$

Donde esta expresion es semejante a la ecuacion de una recta de la forma:

$$Y = b + m \cdot X$$

Donde: Y = Log LAM
 X = Log T
 m = n' (pendiente de la recta)
 b = Log K'



D. CALCULO DE LAS Ec. DE LAMINA E INFILTRACION.

$$Y = b + m * X$$

Las constantes son:

Numero de datos (n) =	14	Qtes de la Ec. de Lamina	
b =	1.16797	$K = 10^4 b =$	14.72214
m =	0.79900	$n' = m =$	0.79900
Coeficiente de correlacion (r)			
r =	0.99815		

$$LAM = K * T^{n'} \text{ (mm, min)}$$

$$LAM = 14.72214 * T^{0.79900} \quad LAM(\text{mm}), T(\text{min})$$

$$Vi = n' * K * T^{(n'-1)}$$

$$Vi = 11.7629 * T^{-0.2010} \quad Vi(\text{mm/min}), T(\text{min})$$

$$Vi = 705.777 * T^{-0.2010} \quad Vi(\text{mm/hr}), T(\text{min})$$

E. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

Segun el S.C.S. la infiltracion basica se logra cuando el tiempo T en horas es mayor o igual a $-10^{(n'-1)}$. ($T \geq -10^{(n'-1)}$)

$$T \geq -10^{(n'-1)} = 2.010027 \text{ hr} = 120.6 \text{ min}$$

Remplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:

$$Vb = (121 \text{ min}) = 4.4861 \text{ mm/min} = 269.17 \text{ mm/hr} = 26.92 \text{ cm/hr}$$

ANEXO 2. DESCRIPCIÓN DE PERFILES DE SUELO

PERFIL DE SUELO N°	001		UNIDAD CARTOGRÁFICA	ASOCIACIÓN
PROPIETARIO	RUBÍ POLANÍA MANCHOLA		SÍMBOLO	PQBc
LOCALIZACIÓN	VEREDA LA ESPERANZA		MUNICIPIO	TESALIA
NOMBRE PREDIO	LA ENVIDIA		TAXONOMÍA	TYPIC ARGUJOLLS
PAISAJE	PIEDEMORTE		CLIMA EDÁFICO	ÚDICO - ISOTÉRMICO
RELIEVE MACRO	ABANICOS Y GLACÍS DE EROSIÓN		RELIEVE MICRO	ONDULADO
PENDIENTE	7 - 12%		EROSIÓN	DÉBIL O NULA
MATERIAL PARENTAL	COLUVIO ALUVIAL ARCILLOSO			
VEGETACIÓN NATURAL	DESTRUIDA PASTO NATURAL			
CLIMA AMBIENTAL	MEDIO Y HÚMEDO	USO ACTUAL	GANADERÍA EXTENSIVA CON PASTOS NATURALES Y PASTO DE CORTE	
ZONA DE VIDA	BOSQUE HÚMEDO PREMONTANO	APTITUD RIEGO	BUENA	
NIVEL FREÁTICO	SI	PROFUNDIDAD EFECTIVA	SUPERFICIAL	
DRENAJE NATURAL	BIEN DRENADO	INUNDABILIDAD	NO	
DRENAJE EXTERNO	LENTO	DRENAJE INTERNO	RÁPIDO	
HORIZONTE DIAGNOSTICO	EPIPEDÓN	MÓLICO	ENDOPEDÓN	ARGÍLICO

HORIZONTE	Ap	Bt1	Bt2	C
PROFUNDIDAD (CM)	0-33	33-68	68-90	90-100
LIMITES	CLARO Y PLANO	CLARO Y ONDULADO	ABRUPTO Y PLANO	
COLOR EN HÚMEDO	10YR3/3 PARDO OSCURO	10YR4/3 PARDO A PARDO OSCURO CON ABUNDANTES MACHAS DE COLOR PARDO AMARILLENTO 10YR5/8	10YR7/4 PARDO MUY PÁLIDO CON ABUNDANTES MANCHAS DE COLOR ROJO AMARILLENTO 5YR5/8	7.5YR7/2 GRIS ROSÁCEO CON ABUNDANTES MANCHAS DE COLOR AMARILLO 10YR7/8
TEXTURA	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
ESTRUCTURA TIPO	BLOQUES SUBANGULARES	BLOQUES SUBANGULARES		
ESTRUCTURA CLASE	MEDIA Y GRUESA	MEDIA Y GRUESA	MASIVO	MASIVO
ESTRUCTURA GRADO	MODERADA	MODERADA	SIN ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA
CONSISTENCIA SECO	DURA	DURA	DURA	DURA
CONSISTENCIA HÚMEDO	FRIABLE	FRIABLE	FRIABLE	FRIABLE
CONSISTENCIA MOJADO	NO PEGAJOSA Y PLÁSTICA	NO PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	NO PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	PEGAJOSA Y PLÁSTICA
PERMEABILIDAD	MODERADA	MODERADA	MODERADA	MODERADA
MACROORGANISMOS	ABUNDANTES	POCOS	NO HAY	NO HAY
RAICILLAS	ABUNDANTES	POCAS	NO HAY	NO HAY
pH	5.60	4.64	4.80	5.25
OBSERVACIONES	NIVEL FREÁTICO A LOS 100 CM			

PERFIL DE SUELO N°		002	UNIDAD CARTOGRÁFICA	GRUPO INDIFERENCIADO
PROPIETARIO	ONIDAS PERDOMO ANDRADE		SÍMBOLO	MXEg3
LOCALIZACIÓN	VEREDA LA ESPERANZA		MUNICIPIO	TESALIA
NOMBRE PREDIO	LA COLORADA		TAXONOMÍA	LITHIC USTORTHENTS
PAISAJE	MONTAÑA		CLIMA EDÁFICO	ÚSTICO - ISOHIPERTÉRMICO
RELIEVE MACRO	HOGBACK, BARRAS Y ESCARPES		RELIEVE MICRO	FUERTEMENTE ESCARPADO
PENDIENTE	>75%		EROSIÓN	SEVERA
MATERIAL PARENTAL	ARENISCA TOBÁCEAS			
VEGETACIÓN NATURAL	GRAMAS NATURALES, CARACOLÍ, BILIBIL, IGUÁ, GUÁSIMO, GARRUCHO, MANZANILLO, DINDE, MOSQUERILLO, CÁMBULO.			
CLIMA AMBIENTAL	CÁLIDO SECO Y MUY SECO	USO ACTUAL	GANADERÍA EXTENSIVA CON PASTOS NATURALES, DE CORTE Y RASTROJO	
ZONA DE VIDA	BOSQUE SECO TROPICAL	APTITUD RIEGO	BUENA	
NIVEL FREÁTICO	NO SE ENCONTRÓ	PROFUNDIDAD EFECTIVA	SUPERFICIAL	
DRENAJE NATURAL	EXCESIVO	INUNDABILIDAD	NO	
DRENAJE EXTERNO	RÁPIDO	DRENAJE INTERNO	RÁPIDO	
HORIZONTE DIAGNOSTICO	EPIPEDÓN	ÓCRICO	ENDOPEDÓN	

HORIZONTE	Ap	C	R
PROFUNDIDAD (CM)	0-30	30-78	78-120
LIMITES	ABRUPTO Y PLANO	ABRUPTO Y PLANO	
COLOR EN HÚMEDO	10YR5/4 PARDO AMARILLENTO	10YR5/3 PARDO CON ABUNDANTES MANCHAS DE COLOR AMARILLO PARDUSCO 10YR6/8	10YR5/8 PARDO AMARILLENTO
TEXTURA	ARENOSO FRANCO	FRANCO ARCILLO ARENOSO	FRANCO ARENOSO
ESTRUCTURA TIPO	BLOQUES SUBANGULARES	BLOQUES SUBANGULARES	
ESTRUCTURA CLASE	FINA Y MEDIA	MEDIA	GRANO SUELTO
ESTRUCTURA GRADO	MODERADA	MODERADA	SIN ESTRUCTURA
CONSISTENCIA SECO	DURO	MUY DURO	DURO
CONSISTENCIA HÚMEDO	FRIABLE	FRIABLE	MUY FRIABLE
CONSISTENCIA MOJADO	LIGERAMENTE PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	NO PEGAJOSA Y NO PLÁSTICA
PERMEABILIDAD	MODERADA	LENTA	MODERADA
MACROORGANISMOS	ABUNDANTES	ABUNDANTES	NO HAY
RAICILLAS	ABUNDANTES	ABUNDANTES	NO HAY
pH	5.70	6.27	6.14
OBSERVACIONES			

PERFIL DE SUELO N°		003	UNIDAD CARTOGRÁFICA	ASOCIACIÓN
PROPIETARIO	HERNÁN MONTEALEGRE VARGAS		SÍMBOLO	PXAb2
LOCALIZACIÓN	VEREDA PIEDRA GORDA		MUNICIPIO	TESALIA
NOMBRE PREDIO	LA PRIMAVERA		TAXONOMÍA	TYPIC USTROPEPTS
PAISAJE	PIEDEMORTE		CLIMA EDÁFICO	ÚSTICO - ISOHIPERTÉRMICO
RELIEVE MACRO	GLACÍS DE EROSIÓN		RELIEVE MICRO	LIGERAMENTE ONDULADO
PENDIENTE	3 - 7%		EROSIÓN	MODERADO
MATERIAL PARENTAL	SEDIMENTOS COLUVIO ALUVIALES			
VEGETACIÓN NATURAL	CHAPARRO, PELA, GUÁSIMO, PAYANDÉ, GARRUCHO, SAMBÉ, CHILCO, ARRAYAN, COPE.			
CLIMA AMBIENTAL	CÁLIDO SECO Y MUY SECO	USO ACTUAL	GANADERÍA EXTENSIVA CON PASTOS NATURALES, PASTO PUNTERO Y RASTROJO	
ZONA DE VIDA	BOSQUE SECO TROPICAL	APTITUD RIEGO	BUENA	
NIVEL FREÁTICO	SI	PROFUNDIDAD EFECTIVA	MODERADA	
DRENAJE NATURAL	BIEN DRENADO	INUNDABILIDAD	NO	
DRENAJE EXTERNO	MEDIO	DRENAJE INTERNO	RÁPIDO	
HORIZONTE DIAGNOSTICO	EIPEDÓN	ÓCRICO	ENDOPEDÓN	

HORIZONTE	Ap	Bw	C1	C2
PROFUNDIDAD (CM)	0-10	10-40	40-65	65-90
LIMITES	GRADUAL	CLARO Y PLANO	GRADUAL	
COLOR EN HÚMEDO	10YR4/3 PARDO A PARDO OSCURO	10YR3/3 PARDO OSCURO	10YR5/4 PARDO AMARILLENTO	10YR5/3 PARDO
TEXTURA	FRANCO ARENOSO	FRANCO ARENOSO	ARENOSO FRANCO	FRANCO ARENOSO
ESTRUCTURA TIPO	BLOQUES SUBANGULARES	BLOQUES SUBANGULARES		
ESTRUCTURA CLASE	FINA Y MEDIA	MEDIA Y GRUESA	MASIVO	MASIVO
ESTRUCTURA GRADO	MODERADA	MODERADA	SIN ESTRUCTURA	SIN ESTRUCTURA
CONSISTENCIA SECO	DURA	DURA	DURA	DURA
CONSISTENCIA HÚMEDO	FRIABLE	FRIABLE	FRIABLE	FRIABLE
CONSISTENCIA MOJADO	PEGAJOSA Y PLÁSTICA	LIGERAMENTE PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	LIGERAMENTE PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA	LIGERAMENTE PEGAJOSA Y LIGERAMENTE PLÁSTICA
PERMEABILIDAD	MODERADA	MODERADA	MODERADAMENTE RÁPIDA	MODERADA
MACROORGANISMOS	ABUNDANTES	POCOS	POCOS	NO HAY
RAICILLAS	ABUNDANTES	POCOS	POCOS	NO HAY
pH	5.44	5.29	5.01	5.07
OBSERVACIONES				

ANEXO 3. GRANULOMETRIA DE LA MUESTRA



Universidad Surcolombiana

NIT 891.180.084-2

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO: GRANULOMETRÍA**

LOCALIZACION: QUEBRADA EL AGAUCATE -MPIO TESALIA (HUILA)
SITIO DE MUESTRA: QUEBRADA EL AGUACATE - MPIO TESALIA (HUILA)

PESO: = 1205.5 gr.

TAMIZ	APERTURA DEL TAMIZ EN mm	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% EN PESO QUE PASA
3 1/2"	88.900	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	50.00	4.15	4.15	95.85
1"	25.400	27.10	2.25	6.40	93.60
3/4"	19.050	20.50	1.70	8.10	91.90
1/2"	12.700	39.70	3.29	11.39	88.61
3/8"	9.525	22.10	1.83	13.22	86.78
4	4.760	39.00	3.24	16.46	83.54
8	2.380	75.00	6.22	22.68	77.32
10	2.000	40.00	3.32	26.00	74.00
12	1.680	49.50	4.11	30.10	69.90
16	1.190	52.80	4.38	34.48	65.52
20	0.840	53.50	4.44	38.92	61.08
30	0.590	97.70	8.10	47.03	52.97
40	0.420	145.80	12.09	59.12	40.88
50	0.297	115.10	9.55	68.67	31.33
100	0.149	167.00	13.85	82.52	17.48
140	0.105	79.50	6.59	89.12	10.88
200	0.074	65.90	5.47	94.58	5.42
FONDO		65.30	5.42	100.00	0.00
SUBTOTAL		1205.5	100.00		

OBSERVACIONES:

Muestra puesta en el laboratorio de Construcciones.

Revisó:

EFREN MOSQUERA VILLARREAL
Téc. Profesional

Avenida Pastrana Borrero - Carrera 1a. A.A. 385 y 974 - PBX 8754753 - Fax 8758890 - 8759124 - 8752374 - 8752436
 www.usurcol.edu.co
 NEIVA - HUILA

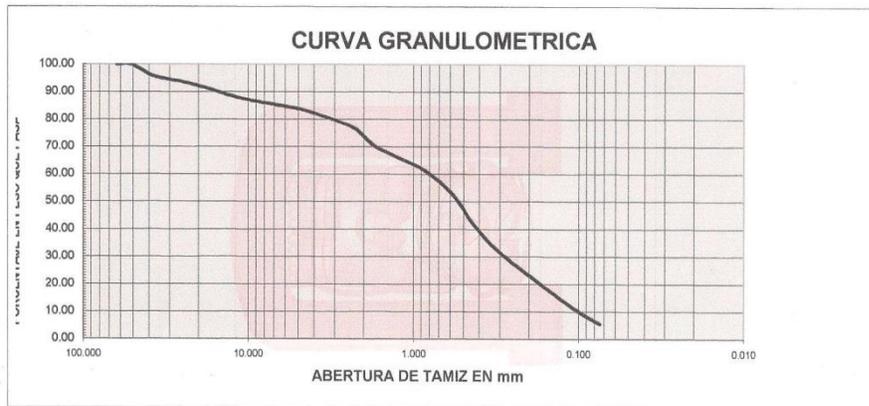
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ENSAYO: GRANULOMETRÍA

LOCALIDAD QUEBRADA EL AGUACATE - MPIO TESALIA (HUILA)
 NOMBRE DE LA MUESTRA QUEBRADA EL AGUACATE - MPIO TESALIA (HUILA)

PESO: = 1205.5 gr.



Universidad Surcolombiana
 NIT 891.180.084-2



GRAVA		ARENAS			LIMOS Y ARCILLAS
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINAS	

Revisó:

EREN MOSQUERA-VILLARREAL
 Tc. Profesional
 Laboratorio de Construcciones

D 60	0.8	Cu	8.00
D30	0.29	Cc	1.05
D10	0.1		

SUELO MAL GRADADO

ANEXO 4. REGISTROS METEOROLÓGICOS

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

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)															NACIONAL AMBIENTAL	
FECHA DE PROCESO :															ESTACION : 2108502 IQUIRA	
LATITUD	0239 N		TIPO EST	CO						DEPTO	HUILA		FECHA-INSTALACION 1971-ABR			
LONGITUD	7537 W		ENTIDAD	01 IDEAM						MUNICIPIO	IQUIRA		FECHA-SUSPENSION			
			ELEVACION	1095 m.s.n.m						REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE IQUIRA				

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

1990	2	01	121.5 3	74.0	124.8	115.2	128.6 3	132.7 3	*	*	118.2 3	151.6	123.4	80.8	1170.8 3	
1991	2	01	93.1 3	*	117.8 3	134.6	139.0 3	133.8 3	112.6	124.9 3	122.3	128.3	98.2	91.8 3	1296.4 3	
1992	2	01	115.8 3	130.1	116.2 3	128.4 3	118.1 3	121.2 3	123.1	146.0	143.6 3	154.1	108.0	88.1	1492.7 3	
1993	2	01	125.9 3	85.6 3	130.7	123.0	110.5 3	*	*	111.3	120.4 3	75.4 3	112.7 3		995.5 3	
1994	2	01	90.8 3	111.9 3	88.8	97.6 3	113.5	126.0	116.6	135.9	131.0	131.8	97.4 3	112.1 3	1353.4 3	
1995	1	01	129.7 3	122.0	92.4 3	82.9 3	111.3	118.5 3	108.1 3	110.0	147.7	137.9 3	109.0 3	95.9 3	1365.4 3	
1996	1	01	98.8 3	83.8 3			129.2 3	126.7 3		161.8 3	155.4 3	115.0	97.6 3	121.9 3	1090.2 3	
1997	1	01	66.8 3	131.5	104.8	121.8 3	132.1 3	123.9 3	140.1 3	151.4	153.8	141.9 3	91.8 3	147.1 3	1507.0 3	
1998	1	01	157.8	130.7 3	111.8	92.6		87.9 3	106.2	135.3 3	86.2 3		*	*	908.5 3	
1999	1	01	*	83.6 3	129.2	127.5	129.4	121.9	141.6	121.3 3	149.9	126.7	*	62.2 3	1193.3 3	
2000	1	01	90.1 3	93.8 3	102.2	118.6 3	70.3 3	121.6 3	114.8	131.1	89.1	106.1 3	89.4 3	111.9 3	1239.0 3	
2001	1	01	129.5 3	100.4 3	94.2	128.6 3	88.0 3	124.3	*						665.0 3	
2002	1	01		*	91.1 3	105.3 3	99.8 3	97.8 3	*	132.4 3	*	101.4 3	*		627.8 3	
2003	1	01	132.0 3	99.3 3	101.1 3	112.7 3		104.7	124.0 3		*	104.6 3	92.3 3	93.6 3	964.3 3	
2004	1	01	80.1 3	132.6 3	138.3 3	91.4 3	112.3 3	91.8	146.7 3	*	*	118.0 3	70.1 3	98.4 3	1079.7 3	
2005	1	01	93.1 3	87.7 3	85.0 3	99.5 3	85.0 3								450.3 3	
MEDIOS			108.9	104.8	109.8	111.0	112.3	116.8	121.1	135.3	128.4	128.0	96.2	101.4	1374.0	
MAXIMOS			157.8	132.6	138.3	134.6	139.0	133.8	146.7	161.8	155.4	154.1	123.4	147.1	161.8	
MINIMOS			66.8	74.0	85.0	82.9	70.3	87.9	97.8	110.0	86.2	104.6	70.1	62.2	62.2	

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION
VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO :

ESTACION : 2108502 IQUIRA

LATITUD	0239 N	TIPO EST	CO	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-ABR								
LONGITUD	7537 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IQUIRA	FECHA-SUSPENSION									
ELEVACION	1095 m.s.n.m	REGIONAL	04	HUILA-CAQUET	CORRIENTE	IQUIRA									

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

1990	2	01	22.9 3	22.3 3	23.2 3	22.8 3	22.7 3	23.1 3	22.9	23.3 3	24.0 3	22.8 3	22.7 3	22.5 3	22.9 3
1991	2	01	23.5 3	23.1 3	23.1 3	23.4 3	23.4 3	23.8 3	23.2 3	23.2 3	24.7 3	24.1 3	22.9 3	22.7 3	23.4 3
1992	2	01	24.0 3	23.8 3	24.2 3	24.0 3	24.1 3	24.8 3	23.6 3	24.5 3	24.6 3	24.8 3	23.0 3	22.8 3	24.0 3
1993	2	01	23.5 3	22.5 3	21.8 3	23.0 3	22.8 3	22.9	22.7 3	23.7 3	24.0 3	23.8 3	22.0 3	22.8 3	23.0 3
1994	2	01	22.0 3	22.4 3	22.2 3	22.3 3	22.9 3	22.6 3	22.5	23.0 3	23.8 3	22.8 3	22.1	22.9 3	22.6 3
1995	1	01	23.3 3	23.6 3	22.8 3	23.2 3	22.9 3	23.0 3	23.2 3	23.4 3	24.2	23.0 3	22.7 3	22.6 3	23.2 3
1996	2	01	22.3 3	21.9 3	22.1 3	22.8 3	22.8 3	22.4 3	22.2 3	22.9 3	23.8 3	22.5 3	22.7	22.1 3	22.5 3
1997	2	01	21.7 3	23.2 3	23.4 3	22.9	23.0 3	23.0 3	22.4 3	23.6 3	24.4 3	24.5 3	23.0	23.6 3	23.2 3
1998	1	01	24.7 3	24.5 3	23.3 3	23.5 3	24.1 3	23.8 3	23.1	24.1	24.3 3	24.1 3	22.5 3	22.3 3	23.7 3
1999	1	01	22.0 3	21.7 3	22.3 3	22.8 3	22.6 3	22.3 3	22.5 3	23.5 3	22.9 3	22.4 3	22.1 3	21.8 3	22.4 3
2000	1	01	21.9 3	22.0	22.3 3	22.1 3	22.5 3	23.0 3	23.1 3	23.3 3	23.0 3	23.4	22.7 3	22.6 3	22.7 3
2001	1	01	23.1	24.0 3	22.9 3	23.5 3	23.4	23.1 3	23.5 3	23.8 3	24.7 3	24.6 3	23.1	23.2 3	23.6 3
2002	1	01	23.8 3	23.9 3	23.9	22.9 3	22.9	22.4 3	23.5	23.6 3	24.3 3	24.0	23.5 3	24.0 3	23.6 3
2003	1	01	24.0 3	24.0 3	24.0 3	23.6 3	24.2	24.1 3	24.1 3	24.7 3	24.4 3	24.0 3	23.7 3	24.0 3	24.1 3
2004	1	01	24.0 3	23.8 3	24.9 3	23.2 3	23.7 3	23.7 3	24.1 3	24.2 3	24.3 3	23.6 3	23.2 3	23.4 3	23.8 3
2005	2	01	23.6 3	23.9 8	24.0 8	24.3 3	23.7 3	23.8 8	24.1 8	24.4 8	24.8 8	24.1 8	23.4 8	23.5 8	24.0 3
2006	2	01	23.9 8	24.0 8	23.9 8	23.7 8	23.6 8	23.6 8	23.9 8	24.2 8	24.8 3	23.7 3	22.8 3	23.0 3	23.8 3
2007	1	01	24.6 3	24.4 3	23.9 3	23.4 3	23.1 3	22.6 3	23.8 3	23.7 3	24.5 3	23.0 3	22.6 3	22.7 3	23.5 3
2008	2	01	23.0 3	23.0 3	22.8 3	23.1 3	22.7 3	23.6 3	23.5 3	23.9 3	24.1 3	23.3 3	21.9 3	22.5 3	23.1 3
2009	1	01	22.8 3												22.8 3
MEDIOS			23.2	23.3	23.2	23.2	23.2	23.2	23.3	23.7	24.2	23.6	22.8	22.9	23.3
MAXIMOS			24.7	24.5	24.9	24.3	24.2	24.8	24.1	24.7	24.8	24.8	23.7	24.0	24.9
MINIMOS			21.7	21.7	21.8	22.1	22.5	22.3	22.2	22.9	22.9	22.4	21.9	21.8	21.7

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
 SISTEMA DE INFORMACION
 VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO :

ESTACION : 2108502 IQUIRA

LATITUD	0239 N	TIPO EST	CO	DEPTO	HUILA	FECHA-INSTALACION	1971-ABR								
LONGITUD	7537 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IQUIRA	FECHA-SUSPENSION									
ELEVACION	1095 m.s.n.m	REGIONAL	04	HUILA-CAQUET	CORRIENTE	IQUIRA									

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

1990	2	01	81 3	85 3	82 3	85 3	81 3	79 3	79 1	79 3	74 3	80 3	80 3	81 3	81 3
1991	2	01	78 3	79 3	81 3	83 3	76 3	72 3	70 3	66 3	64 3	64 3	75 3	80 3	74 3
1992	2	01	71 3	72 3	72 3	76 3	74 3	67 3	65 3	64 3	63 3	63 3	75 3	77 3	70 3
1993	2	01	72 3	78 3	80 3	76 3	80 3	71 1	69 3	60 3	61 3	67 3	84 3	81 3	73 3
1994	2	01	82 3	88 3	93 3	80 3	75 3	72 3	71 1	70 3	76 3	89 3	90 1	88 3	81 3
1995	1	01	87 3	89 3	91 3	89 3	84 3	76 3	72 3	71 3	65 1	77 3	82 3	84 3	81 3
1996	1	01	84 3	82 3	85 3	81 3	78 3	75 3	70 3	67 3	61 3	78 3	78 3	80 3	77 3
1997	1	01	85 3	73 3	73 3	78 1	76 3	72 3	69 3	61 3	61 3	65 3	79 1	71 3	72 3
1998	1	01	66 3	68 3	77 3	78 3	72 3	72 3	75 1	84 1	86 3	92 3	86 3	82 3	78 3
1999	1	01	84 3	84 3	81 3	77 3	79 3	79 3	72 3	61 3	73 3	75 3	84 3	86 3	78 3
2000	1	01	81 3	80 1	82 3	79 3	79 3	71 3	66 3	67 3	72 3	68 1	80 3	77 3	75 3
2001	1	01	73 1	67 3	79 3	74 3	74 1	69 3	66 3	58 3	59 3	66 3	77 1	80 3	70 3
2002	1	01	73 3	76 3	76 1	79 3	78 1	77 3	70 1	71 3	69 3	72 1	76 3	72 3	74 3
2003	1	01	74 3	75 3	73 3	76 3	72 3	71 3	70 3	65 3	63 3	74 3	81 3	83 3	73 3
2004	1	01	88 3	82 3	76 3	80 3	76 3	66 3	65 3	64 3	*	*	83 3	83 3	76 3
2005	1	01	79 3	*	*	82 3	83 3								81 3
2006	1	01									66 3	77 3	86 3	84 3	78 3
2007	1	01	73 3	71 3	76 3	80 3	82 3	80 3	76 3	79 3	73 3	81 3	84 3	87 3	79 3
2008	1	01	80 3	79 3	81 3	78 3	84 3	73 3	69 3	66 3	68 3	74 3	88 3	85 3	77 3
2009	1	01	81 3												81 3
MEDIOS			79	78	80	80	78	73	70	68	68	74	82	81	76
MAXIMOS			88	89	93	89	84	80	79	84	86	92	90	88	93
MINIMOS			66	67	72	74	72	66	65	58	59	63	75	71	58

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
SISTEMA DE INFORMACION
VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

NACIONAL AMBIENTAL
ESTACION : 2108502 IQUIRA

FECHA DE PROCESO :

LATITUD		0239 N		TIPO EST		CO		DEPTO		HUILA		FECHA-INSTALACION		1971-ABR	
LONGITUD		7537 W		ENTIDAD		01 IDEAM		REGIONAL		MUNICIPIO IQUIRA		CORRIENTE IQUIRA		FECHA-SUSPENSION	
		ELEVACION		1095 m.s.n.m				04		HUILA-CAQUET					

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

1990	2	01	154.7 3	74.6	110.4 3	109.7 3	119.1	150.4	162.2	148.1	163.0 3	98.1 3	113.9	122.9	1527.1 3
1991	2	01	166.9 3	129.7	129.1 3	127.6 3	123.1 3	154.6	90.1	96.8	142.9	145.8 3	115.7	124.8	1547.1 3
1992	2	01	166.5 3	120.1 3	118.9 3	141.2 3	136.2 3	146.5 3	109.5	146.2	132.8 3	168.9	121.2 3	128.6 3	1636.6 3
1993	2	01	156.5 3	126.0	115.3 3	*	136.8 3	114.7 3	183.6	176.5	143.6	127.0	115.7	167.2	1562.9 3
1994	2	01	140.6 3	135.2	103.2 3	122.3 3	115.5 3	167.6	154.2 3	125.9	122.6	141.0	125.1 3	173.8	1627.0 3
1995	2	01	173.1 3	166.5	93.4	104.9 3	*	105.5 3	153.4 3	163.8	157.7	136.4 3	125.9 3		1380.6 3
1996	2	01	146.5 3	102.3 3	112.1	137.1 3	146.8	118.0 3	120.1 3	107.9 3	162.9 3	138.6 3	140.0 3	100.3	1532.6 3
1997	2	01	122.3	140.1	123.7	135.5	*	169.5	110.3	164.1	147.7	183.1	123.7	159.0	1579.0 3
1998	1	01	184.7 3	149.9	118.7	139.1	113.3 3	126.9 3	100.4 3	138.7 3	153.4 3	167.5	120.3 3	126.6	1639.5 3
1999	1	01	102.6 3	110.0 3	147.2	116.2 3	151.2	150.7	152.1	152.7	126.3 3	152.3	104.3 3	71.4	1537.0 3
2000	1	01	130.6	142.2	136.6	128.8 3	132.2 3	179.2 3	155.8	*					1005.4 3
2002	1	01				118.3	*								118.3 3
2008	1	01												107.2	107.2 3
2009	1	01	141.2	162.3	84.1 3	107.3 3	145.0								639.9 3
MEDIOS			148.9	129.9	116.1	124.0	131.9	144.0	135.6	142.1	145.3	145.9	120.6	128.2	1612.3
MAXIMOS			184.7	166.5	147.2	141.2	151.2	179.2	183.6	176.5	163.0	183.1	140.0	173.8	184.7
MINIMOS			102.6	74.6	84.1	104.9	113.3	105.5	90.1	96.8	122.6	98.1	104.3	71.4	71.4

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

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms) SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO :		ESTACION : 2108011										SAN JOSE HDA		
LATITUD	0234 N	TIPO EST	PG	DEPTO	HUILA						FECHA-INSTALACION	1983-JUN		
LONGITUD	7543 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TESALIA						FECHA-SUSPENSION			
ELEVACION	0937 m.s.n.m	REGIONAL	04 HUILA-CAQUET	CORRIENTE	YAGUARA									
A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1990	01	6.2	77.0	3.2										86.4 3
		6.3	6.8	71.5										84.6 3
		3.5	5.8	171.4										180.7 3
1991	01										101.0	104.3	76.2	281.5 3
										*	5.8	148.4	70.8	225.0 3
										32.4	5.4	10.0	21.6	69.4 3
1992	01	1.5	24.0	.0 3	.0				.4	.0	55.8	*	95.1	176.8 3
		97.1	160.2		*				41.5	15.6	.0	87.3	42.2	443.9 3
		20.3	.0						.0	53.1	44.8	123.4	38.8	280.4 3
1993	01	59.5	67.8	55.1	21.3	65.8	.2	38.7	.0	2.3	2.3	143.9	83.5	540.4
		34.7	85.6	70.5	62.2	36.7	25.5	13.9	20.8	.0	61.0	160.7	133.6	705.2
		5.1	37.4	97.4	71.1	51.9	8.1	8.6	26.2	24.8	57.5	105.6	35.7	529.4
1994	01	81.3	73.3	79.9	163.6	51.0	7.8	20.2	.0	8.2	.0	60.1	.0	545.4
		86.1	.0	145.0	78.3	21.3	8.3	.0	28.5	.0	51.0	102.9	113.7	635.1
		60.5	148.3	67.0	28.9	3.2	36.0	4.8	4.7	36.4	110.5	125.7	83.0	709.0
1995	01	6.4	35.9	57.8	.0	11.5	138.8	21.4	41.5	13.0	39.5	49.9	31.9	447.6
		23.5	6.3	58.5	136.8	23.5	10.3	15.7	22.3	.0	85.9	77.0	118.8	578.6
		15.5	83.0	10.0	76.0	50.0	.3	45.0	.0	26.0	77.0	73.7	10.2	466.7
1996	01	70.5	87.1	103.0	78.4	.8	11.1	10.3	23.7	19.6	48.3	52.3	109.7	614.8
		50.1	33.7	145.7	95.0	80.0	.2	2.0	2.1	3.6	124.2	9.5	.0	546.1
		174.9	20.9	19.5	31.8	60.7	24.6	.8	6.4	6.5	185.6	146.5	35.1	713.3
1997	01	57.9	71.3	32.0	30.5	14.6	11.2	3.5	14.1	2.5	.3	3.3	*	241.2 3
		65.6	40.1	76.3	28.1	9.4	5.1	.7	.5	.0	29.3	98.7	80.2	434.0
		26.9	.6	22.7	98.2	20.3	50.5	.4	.0	.4	9.5	91.3	61.5	382.3
1998	01	1.6	105.3	8.8	52.4	129.0	8.1	10.4	14.5	13.6		198.1	120.0	661.8 3
		3.2	26.2	17.4	128.6	.0	3.5	30.8	14.8	80.4		49.7	59.6	414.2 3
		12.3	15.0	163.3	34.3	51.5	3.8	7.8	6.9	7.2		44.9	33.0	380.0 3
1999	01	44.8	177.6	52.2	154.7	171.2	78.7	8.9	.0	72.6	.0	278.8	91.3	1130.8
		204.0	140.2	112.0	.5	43.4	72.4	8.9	18.1	14.1	11.8	24.9	241.5	891.8
		30.6	139.9	20.9	36.7	13.6	14.2	.5	9.3	169.9	27.6	158.7	26.7	648.6
2000	01	49.8	100.6	60.1	59.8	23.4	58.3	7.4	21.7	27.4	4.2	15.2	88.1	516.0
		135.2	28.9	44.1	104.2	101.7	34.3	4.7	8.2	14.3	16.4	79.1	53.1	624.2
		92.9	232.4	62.9	16.1	22.7	46.6	8.2	22.4	46.5	110.4	30.7	11.8	703.6
2001	01	133.0	.0	33.3	52.3	91.4	34.8	4.5	3.3	9.3	.0	53.5	59.3	474.7
		79.6	.0	105.4	40.8	22.2	.0	12.8	.0	24.3	57.9	79.2	37.2	459.4
		.0	153.6	68.1	30.8	95.1	5.1	25.2	.0	15.3	87.7	34.7	59.6	575.2

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

VALORES TOTALES DECADALES DE PRECIPITACION (mms)													SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL		
FECHA DE PROCESO :			ESTACION : 2108011										SAN JOSE HDA		
LATITUD 0234 N			TIPO EST		PG		DEPTO		HUILA		FECHA-INSTALACION		1983-JUN		
LONGITUD 7543 W			ENTIDAD		01 IDEAM		MUNICIPIO		TESALIA		FECHA-SUSPENSION				
ELEVACION 0937 m.s.n.m			REGIONAL		04 HUILA-CAQUET		CORRIENTE		YAGUARA						
A#O	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
2002	01	74.9	20.8	68.1	18.7		69.7	7.7	2.5	.0	.0	69.4	9.9	341.7 3	
		35.3	.2	97.1	7.2		27.9	.2	.0	14.6	2.8	2.8	100.8	288.9 3	
		.0	10.8	22.3	124.6		.0	5.0	26.8	7.7	99.9	10.3	.0	307.4 3	
2003	01	.0	72.3	.0	13.1	2.2	55.8	32.4	.0	50.3	30.9	8.4	30.1	295.5	
		57.3	44.1	20.3	71.0	28.5	66.0	.4	.0	.0	10.4	84.6	35.4	418.0	
		36.1	28.1	121.4	50.0	1.4	18.5	5.2	.2	23.0	58.4	26.8	10.9	380.0	
2004	01	106.4	29.7	32.7	99.2	1.8	1.1	38.2	.0	14.3	20.7	66.8	38.4	449.3	
		31.7	15.8	.0	46.2	2.7	1.3	.3	7.5	6.6	59.7	64.1	76.6	312.5	
		10.3	110.9	12.3	47.6	36.9	19.1	5.8	2.4	.0	81.0	85.9	32.5	444.7	
2005	01	101.6	88.3	173.6	34.9	16.6	23.9	.0	.3	.5	31.0	11.4	46.2	528.3	
		46.8	61.9	99.9	66.8	8.5	1.6	10.4	.1	.0	48.8	53.8	100.2	498.8	
		39.8	58.6	83.5	82.8	29.9	6.3	.0	65.0	59.2	82.3	12.3	21.5	541.2	
2006	01	48.3	6.4	92.0	93.3	1.0	193.7		6.6	.5	.1	34.7	122.0	598.6 3	
		102.6	40.3	41.5	61.1	.7	1.0		.5	7.5	41.9	60.4	72.8	430.3 3	
		5.2	31.0	10.4	10.3	.7	.4		10.2	25.0	52.4	91.6	19.6	256.8 3	
2007	01	33.2	5.6	.0	64.9	47.5	27.1	8.6	.1	.9	43.5	134.9	8.4	374.7	
		42.3	33.8	49.7	22.8	35.8	8.6	5.5	.0	9.7	30.7	33.3	135.3	407.5	
		98.4	1.2	161.1	92.7	72.1	8.6	11.4	31.6	.2	73.7	181.1	98.5	830.6	
2008	01	59.0	50.8	110.4	14.8	17.2	.0	5.4	4.5	30.5	51.9	104.1	77.3	525.9	
		126.2	118.6	45.3	52.7	36.1	18.6	6.4	24.3	.2	39.8	83.2	80.8	632.2	
		128.8	52.3	40.8	50.5	110.8	4.2	35.6	7.4	25.8	55.4	41.1	46.9	599.6	
2009	01	69.3	19.4	58.6	80.0	86.8	4.0	18.5	6.6					343.2 3	
		106.1	106.8	128.9	53.3	11.0	64.9	12.7	2.2					485.9 3	
		39.4	33.1	71.1	21.5	11.2	.0	1.0	6.5					183.8 3	
MEDIOS		52.91	58.59	53.73	57.33	45.74	42.61	14.76	7.767	15.62	25.27	81.71	63.97	520.0	
		70.20	49.97	73.84	62.09	28.84	20.56	7.838	10.63	11.23	39.85	72.20	86.26	533.5	
		42.13	61.21	68.12	53.17	39.50	14.49	10.33	12.56	31.08	71.71	77.46	35.94	517.7	
MAXIMOS		133.0	177.6	173.6	163.6	171.2	193.7	38.70	41.50	72.60	101.0	278.8	122.0	278.8	
		204.0	160.2	145.7	136.8	101.7	72.40	30.80	41.50	80.40	124.2	160.7	241.5	241.5	
		174.9	232.4	171.4	124.6	110.8	50.50	45.00	65.00	169.9	185.6	181.1	98.50	232.4	
MINIMOS		0.000	0.000	0.000	0.000	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.300	0.000	0.0	
		3.200	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.800	0.000	0.0	
		0.000	0.000	10.00	10.30	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000	5.400	10.00	0.000	0.0	

** AUSENCIAS DE DATO ** ** ORIGENES DE DATO **

* : DATOS INSUFICIENTES 3 : INCOMPLETOS

ANEXO 5. CUADROS HIDRÁULICOS LINEA PRINCIPAL

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)		m	lps	m/m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s		
	1	0.0000	3.8063	PVC	10	259.73	41	3.66	100.5	0.0100	0.0366	999.1	999.1	1000.1	999.106	999.1	998.106	0	0.99	0	0.994	26.61	1.9		
1	2	3.8063	9.1831	PVC	10	259.73	41	5.38	100.5	0.0100	0.0540	999.1	999.04	999.106	999.431	998.106	998.431	0.99	0.61	0.994	0.669	26.61	1.9		
2	3	9.1831	13.3151	PVC	10	259.73	41	4.12	100.5	0.0100	0.0414	999.04	999	999.431	999.756	998.431	998.756	0.61	0.24	0.669	0.344	26.61	1.9		
3	4	13.3151	27.4997	PVC	10	259.73	41	14.19	100.5	0.0100	0.1425	999	998.86	999.756	999.52	998.756	998.52	0.24	0.34	0.344	0.58	26.61	1.9		
4	5	27.4997	36.4515	PVC	10	259.73	41	8.95	100.5	0.0100	0.0899	998.86	998.77	999.52	999.265	998.52	998.265	0.34	0.5	0.58	0.835	26.61	1.9		
5	6	36.4515	55.5853	PVC	10	259.73	41	19.07	100.5	0.0100	0.1915	998.77	998.58	999.265	997.704	998.265	996.704	0.5	1.87	0.835	2.396	26.61	1.9		
6	7	55.5853	68.9417	PVC	10	259.73	41	13.3	100.5	0.0100	0.1335	998.58	998.44	997.704	996.43	996.704	995.43	1.87	3.01	2.396	3.67	26.61	1.9		
7	8	68.9417	71.7360	PVC	10	259.73	41	2.7	100.5	0.0100	0.0271	998.44	998.42	996.43	995.697	995.43	994.697	3.01	3.72	3.67	4.403	26.61	1.9		
8	9	71.7360	83.3034	PVC	10	259.73	41	11.57	100.5	0.0196	0.2262	998.42	998.19	995.697	995.588	994.697	994.588	3.72	3.6	4.403	4.512	26.61	1.9		
9	11	83.3034	91.0523	PVC	10	259.73	41	7.74	100.5	0.0101	0.0778	998.19	998.11	995.588	995.582	994.588	994.582	3.6	3.53	4.512	4.518	26.61	1.9		
11	12	91.0523	97.0282	PVC	10	259.73	41	5.98	100.5	0.0100	0.0600	998.11	998.05	995.582	995.502	994.582	994.502	3.53	3.55	4.518	4.598	26.61	1.9		
12	10	97.0282	99.7934	PVC	10	259.73	41	2.44	100.5	0.0100	0.0245	998.05	998.03	995.502	994.213	994.502	993.213	3.55	4.81	4.598	5.887	26.61	1.9		
10	13	99.7934	109.2222	PVC	10	259.73	41	9.39	100.5	0.0100	0.0943	998.03	997.93	994.213	995.103	993.213	994.103	4.81	3.83	5.887	4.997	26.61	1.9		
13	14	109.2222	119.3294	PVC	10	259.73	41	10.1	100.5	0.0209	0.2114	997.93	997.72	995.103	994.547	994.103	993.547	3.83	4.18	4.997	5.553	26.61	1.9		
14	15	119.3294	134.1894	PVC	10	259.73	41	14.79	100.5	0.0100	0.1485	997.72	997.57	994.547	993.208	993.547	992.208	4.18	5.37	5.553	6.892	26.61	1.9		
15	16	134.1894	143.0587	PVC	10	259.73	41	8.83	100.5	0.0101	0.0887	997.57	997.49	993.208	992.352	992.208	991.352	5.37	6.13	6.892	7.748	26.61	1.9		
16	17	143.0587	155.8439	PVC	10	259.73	41	12.66	100.5	0.0100	0.1271	997.49	997.36	992.352	990.532	991.352	989.532	6.13	7.83	7.748	9.568	26.61	1.9		
17	18	155.8439	162.4556	PVC	10	259.73	41	6.53	100.5	0.0100	0.0656	997.36	997.29	990.532	989.557	989.532	988.557	7.83	8.74	9.568	10.543	26.61	1.9		
18	19	162.4556	185.8739	PVC	10	259.73	41	23.41	100.5	0.0147	0.3451	997.29	996.95	989.557	990.169	988.557	989.169	8.74	7.78	10.543	9.931	26.61	1.9		
19	20	185.8739	192.6216	PVC	10	259.73	41	6.75	100.5	0.0263	0.1777	996.95	996.77	990.169	990.414	989.169	989.414	7.78	7.36	9.931	9.686	26.61	1.9		
20	21	192.6216	203.6046	PVC	10	259.73	41	10.8	100.5	0.0101	0.1085	996.77	996.66	990.414	988.405	989.414	987.405	7.36	9.26	9.686	11.695	26.61	1.9		
21	22	203.6046	215.6820	PVC	10	259.73	41	12.06	100.5	0.0100	0.1211	996.66	996.54	988.405	987.702	987.405	986.702	9.26	9.84	11.695	12.398	26.61	1.9		
22	23	215.6820	240.3544	PVC	10	259.73	41	24.57	100.5	0.0145	0.3568	996.54	996.18	987.702	985.39	986.702	984.39	9.84	11.79	12.398	14.71	26.61	1.9		
23	D	240.3544	248.6728	PVC	10	259.73	41	8.3	100.5	0.0145	0.1204	996.18	984	985.39	985.39	984.39	984.39	11.79	12.1	14.71	11.71	26.61	1.9		
D	165	248.6728	248.7993	PVC	10	259.73	41	0.5	100.5	0.0100	0.0050	984	984	985.39	985.001	984.39	984.001	12.1	0	11.71	12.099	26.61	1.9		
165	24	248.7993	268.4112	PVC	10	259.73	41	19.57	100.5	0.0100	0.1965	984	983.8	985.001	983.72	984.001	982.72	0	1.08	12.099	13.38	26.61	1.9		
24	25	268.4112	290.2881	PVC	10	259.73	41	21.86	100.5	0.0100	0.2195	983.8	983.59	983.72	982.996	982.72	981.996	1.08	1.59	13.38	14.104	26.61	1.9		
25	26	290.2881	307.5781	PVC	10	259.73	41	17.24	100.5	0.0100	0.1731	983.59	983.41	982.996	981.64	981.996	980.64	1.59	2.77	14.104	15.46	26.61	1.9		
26	27	307.5781	326.9221	PVC	10	259.73	41	19.29	100.5	0.0100	0.1937	983.41	983.22	981.64	980.191	980.64	979.191	2.77	4.03	15.46	16.909	26.61	1.9		
27	28	326.9221	337.5503	PVC	10	259.73	41	10.62	100.5	0.0100	0.1066	983.22	983.11	980.191	979.89	979.191	978.89	4.03	4.22	16.909	17.21	26.61	1.9		
28	29	337.5503	343.6213	PVC	10	259.73	41	6.06	100.5	0.0100	0.0608	983.11	983.05	979.89	979.609	978.89	978.609	4.22	4.44	17.21	17.491	26.61	1.9		
29	30	343.6213	346.3996	PVC	10	259.73	41	2.77	100.5	0.0101	0.0278	983.05	983.02	979.609	979.447	978.609	978.447	4.44	4.58	17.491	17.653	26.61	1.9		
30	31	346.3996	356.9007	PVC	10	259.73	41	10.49	100.5	0.0205	0.2153	983.02	982.81	979.447	980.011	978.447	979.011	4.58	3.8	17.653	17.089	26.61	1.9		
31	32	356.9007	368.2410	PVC	10	259.73	41	11.22	100.5	0.0198	0.2226	982.81	982.58	980.011	978.352	979.011	977.352	3.8	5.23	17.089	18.748	26.61	1.9		
32	33	368.2410	377.5687	PVC	10	259.73	41	9.28	100.5	0.0100	0.0932	982.58	982.49	978.352	977.478	977.352	976.478	5.23	6.01	18.748	19.622	26.61	1.9		
33	34	377.5687	389.9599	PVC	10	259.73	41	12.31	100.5	0.0100	0.1236	982.49	982.37	977.478	976.778	976.478	974.977	6.01	7.39	19.622	21.123	26.61	1.9		
34	35	389.9599	439.9092	PVC	10	259.73	41	49.57	100.5	0.0100	0.4977	982.37	981.87	976.778	969.827	974.977	968.827	7.39	13.04	21.123	27.273	26.61	1.9		
35	36	439.9092	459.2027	PVC	10	259.73	41	19.16	100.5	0.0100	0.1924	981.87	981.68	969.827	967.61	968.827	966.61	13.04	15.07	27.273	29.49	26.61	1.9		
36	37	459.2027	484.2207	PVC	10	259.73	41	24.93	100.5	0.0100	0.2503	981.68	981.43	967.61	965.558	966.61	964.558	15.07	16.87	29.49	31.542	26.61	1.9		
37	38	484.2207	507.0696	PVC	10	259.73	41	22.68	100.5	0.0149	0.3377	981.43	981.09	965.558	962.767	964.558	961.767	16.87	19.32	31.542	34.333	26.61	1.9		
38	39	507.0696	527.7400	PVC	10	259.73	41	20.33	100.5	0.0100	0.2041	981.09	980.89	962.767	959.043	961.767	958.043	19.32	22.84	34.333	38.057	26.61	1.9		
39	40	527.7400	545.7299	PVC	10	259.73	41	17.87	100.5	0.0100	0.1794	980.89	980.71	959.043	956.947	958.043	955.947	22.84	24.76	38.057	40.153	26.61	1.9		
40	41	545.7299	565.3117	PVC	10	259.73	41	18.9	100.5	0.0100	0.1898	980.71	980.52	956.947	951.81	955.947	950.81	24.76	29.71	40.153	45.29	26.61	1.9		
41	42	565.3117	596.0237	PVC	10	259.73	41	30.39	100.5	0.0137	0.4151	980.52	980.2	951.81	947.419	950.81	946.419	29.71	33.68	45.29	49.681	26.61	1.9		
42	43	596.0237	623.9871	PVC	10	259.73	41	27.86	100.5	0.0100	0.2797	980.2	979.82	947.419	944.965	946.419	943.965	33.68	35.86	49.681	52.135	26.61	1.9		
43	44	623.9871	650.0238	PVC	10	259.73	41	25.91	100.5	0.0143	0.3703	979.82	979.45	944.965	947.52	943.965	946.52	35.86	32.93	52.135	49.58	26.61	1.9		
44	45	650.0238	669.5352	PVC	10	259.73	41	19.51	100.5	0.0100	0.1959	979.45	979.26	947.52	947.654	946.52	946.654	32.93	32.6	49.58	49.446	26.61	1.9		
45	46	669.5352	686.2137	PVC	10	259.73	41	16.41	100.5	0.0167	0.2747	979.26	978.98	947.654	944.655	946.654	943.655	32.6	35.33	49.446	52.445	26.61	1.9		

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS				PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)	m	lps	m/m	m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s
46	47	686,2137	699,2081	PVC	10	259,73	41	12,96	100,5	0,0100	0,1301	978,98	978,85	944,655	943,804	943,655	942,804	35,33	36,05	52,445	53,296	26,61	1,9
47	48	699,2081	741,6336	PVC	10	259,73	41	42,39	100,5	0,0126	0,5354	978,85	978,32	943,804	945,435	942,804	944,435	36,05	33,88	53,296	51,665	26,61	1,9
48	49	741,6336	802,5823	PVC	10	259,73	41	60,88	100,5	0,0100	0,6112	978,32	977,7	945,435	942,507	944,435	941,507	33,88	36,2	51,665	54,593	26,61	1,9
49	50	802,5823	822,9964	PVC	10	259,73	41	20,36	100,5	0,0100	0,2044	977,7	977,5	942,507	940,922	941,507	939,922	36,2	37,58	54,593	56,178	26,61	1,9
50	51	822,9964	838,1887	PVC	10	259,73	41	15,01	100,5	0,0100	0,1507	977,5	977,35	940,922	938,6	939,922	937,6	37,58	39,75	56,178	58,5	26,61	1,9
51	52	838,1887	840,8361	PVC	10	259,73	41	2,64	100,5	0,0100	0,0265	977,35	977,32	938,6	938,816	937,6	937,816	39,75	39,51	58,5	58,284	26,61	1,9
52	53	840,8361	870,8930	PVC	10	259,73	41	30,01	100,5	0,0100	0,3013	977,32	977,02	938,816	937,126	937,816	936,126	39,51	40,89	58,284	59,974	26,61	1,9
53	54	870,8930	875,4900	PVC	10	259,73	41	4,36	100,5	0,0100	0,0438	977,02	976,98	937,126	935,659	936,126	934,659	40,89	42,32	59,974	61,441	26,61	1,9
54	55	875,4900	882,7362	PVC	10	259,73	41	7,24	100,5	0,0100	0,0727	976,98	976,9	935,659	935,454	934,659	934,454	42,32	42,45	61,441	61,646	26,61	1,9
55	56	882,7362	897,6533	PVC	10	259,73	41	14,69	100,5	0,0100	0,1475	976,9	976,76	935,454	932,887	934,454	931,887	42,45	44,87	61,646	64,213	26,61	1,9
56	57	897,6533	901,8864	PVC	10	259,73	41	3,51	100,5	0,0101	0,0353	976,76	976,72	932,887	930,512	931,887	929,512	44,87	47,21	64,213	66,588	26,61	1,9
57	58	901,8864	904,6613	PVC	10	259,73	41	2,76	100,5	0,0100	0,0277	976,72	976,69	930,512	930,795	929,512	929,795	47,21	46,9	66,588	66,305	26,61	1,9
58	59	904,6613	919,2314	PVC	10	256,23	32,5	14,53	100,5	0,0107	0,1559	976,69	976,54	930,795	929,73	929,735	928,73	46,9	47,81	66,305	67,37	29,95	1,95
59	60	919,2314	950,9493	PVC	10	256,23	32,5	31,63	100,5	0,0107	0,3394	976,54	976,2	929,73	927,286	928,73	926,286	47,81	49,91	67,37	69,814	29,95	1,95
60	61	950,9493	981,4651	PVC	10	256,23	32,5	30,44	100,5	0,0107	0,3266	976,2	975,87	927,286	925,197	926,286	924,197	49,91	51,68	69,814	71,903	29,95	1,95
61	62	981,4651	1007,5135	PVC	10	256,23	32,5	25,9	100,5	0,0107	0,2779	975,87	975,59	925,197	922,407	924,197	921,407	51,68	54,19	71,903	74,693	29,95	1,95
62	68	1007,5135	1030,6717	PVC	10	256,23	32,5	22,67	100,5	0,0107	0,2432	975,59	975,35	922,407	917,693	921,407	916,693	54,19	58,66	74,693	79,407	29,95	1,95
68	63	1030,6717	1039,0871	PVC	10	256,23	32,5	8,02	100,5	0,0252	0,2021	975,35	975,15	917,693	920,239	916,693	919,239	58,66	55,91	79,407	76,861	29,95	1,95
63	64	1039,0871	1046,0172	PVC	10	256,23	32,5	6,83	100,5	0,0107	0,0733	975,15	975,08	920,239	919,04	919,239	918,04	55,91	57,04	76,861	78,06	29,95	1,95
64	69	1046,0172	1170,3978	PVC	10	252,07	26	123,85	90	0,0119	1,4713	975,08	973,6	919,04	907,546	918,04	906,546	57,04	67,06	78,06	89,554	33,57	1,8
69	70	1170,3978	1195,0749	PVC	10	252,07	26	24,54	90	0,0122	0,2987	973,6	973,31	907,546	905,005	906,546	904,005	67,06	69,3	89,554	92,095	33,57	1,8
70	U1	1195,0749	1223,0892	PVC	10	252,07	26	20,95	90	0,0095	0,2651	973,31	973,04	905,005	903,719	904,005	902,719	69,3	70,32	92,095	93,381	33,57	1,8
U1	71	1223,0892	1247,1127	PVC	10	252,07	26	23,6	88,5	0,0092	0,2166	973,04	972,82	903,719	899,219	902,719	898,219	70,32	74,61	93,381	97,881	33,57	1,77
71	72	1247,1127	1267,1022	PVC	10	252,07	26	19,9	88,5	0,0092	0,1827	972,82	972,64	899,219	897,396	898,219	896,396	74,61	76,25	97,881	99,704	33,57	1,77
72	73	1267,1022	1293,2556	PVC	10	252,07	26	26,15	88,5	0,0092	0,2401	972,64	972,4	897,396	896,266	897,396	896,266	76,25	75,14	99,704	98,834	33,57	1,77
73	74	1293,2556	1312,9924	PVC	10	252,07	26	19,27	88,5	0,0092	0,1769	972,4	972,22	896,266	902,564	897,266	901,564	75,14	70,66	98,834	94,536	33,57	1,77
IP	77	1312,9924	1313,0285	PVC	10	252,07	26	0,5	88,5	0,0000	0,0000	972,4	972,22	896,266	902,564	897,266	901,564	75,14	0	98,834	0	33,57	0
77	75	1313,0285	1345,9487	PVC	10	259,73	41	32,88	88,5	0,0079	0,2607	901,56	901,3	902,564	900,879	901,564	899,879	0	1,42	0	1,685	26,61	1,67
75	76	1345,9487	1376,7142	PVC	10	259,73	41	30,21	88,5	0,0098	0,2967	901,3	901,01	900,879	895,068	899,879	894,068	1,42	6,94	1,685	7,496	26,61	1,67
76	166	1376,7142	1413,5489	PVC	10	259,73	41	36,47	88,5	0,0079	0,2892	901,01	900,72	895,068	889,832	894,068	888,832	6,94	11,89	7,496	12,732	26,61	1,67
166	78	1413,5489	1458,1098	PVC	10	259,73	41	44,37	88,5	0,0079	0,3519	900,72	900,37	889,832	885,753	888,832	884,753	11,89	15,61	12,732	16,811	26,61	1,67
78	79	1458,1098	1498,5121	PVC	10	259,73	41	40,17	88,5	0,0079	0,3189	900,37	900,05	885,753	881,389	884,753	880,389	15,61	19,66	16,811	21,175	26,61	1,67
79	80	1498,5121	1545,9251	PVC	10	259,73	41	47	88,5	0,0091	0,4296	900,05	899,62	881,389	875,175	880,389	874,175	19,66	25,44	21,175	27,389	26,61	1,67
80	81	1545,9251	1567,1090	PVC	10	259,73	41	21,06	88,5	0,0079	0,1670	899,62	899,45	875,175	872,866	874,175	871,866	25,44	27,58	27,389	29,698	26,61	1,67
81	82	1567,1090	1624,4407	PVC	10	259,73	41	57,11	88,5	0,0079	0,4535	899,45	899	872,866	867,889	871,866	866,889	27,58	32,11	29,698	34,675	26,61	1,67
82	83	1624,4407	1688,8516	PVC	10	259,73	41	64,37	88,5	0,0088	0,5677	899	898,43	867,889	865,294	866,889	864,294	32,11	34,13	34,675	37,27	26,61	1,67
83	84	1688,8516	1724,2978	PVC	10	259,73	41	35,36	88,5	0,0079	0,2804	898,43	898,15	865,294	867,687	864,294	866,687	34,13	31,46	37,27	34,877	26,61	1,67
84	85	1724,2978	1761,8655	PVC	10	259,73	41	37,56	88,5	0,0079	0,2979	898,15	897,85	867,687	868,352	866,687	867,352	31,46	30,5	34,877	34,212	26,61	1,67
85	U15	1761,8655	1796,5446	PVC	10	259,73	41	34,69	88,5	0,0079	0,2751	897,85	897,58	868,352	868,202	867,352	867,202	30,5	30,37	34,212	34,362	26,61	1,67
U15	86	1796,5446	1820,3256	PVC	6	160,04	41	23,72	35	0,0190	0,4497	897,58	897,13	868,202	866,649	867,202	865,649	30,37	31,48	34,362	35,915	26,61	1,74
86	87	1820,3256	1866,3804	PVC	6	160,04	41	45,99	35	0,0151	0,6926	897,13	896,43	866,649	864,074	865,649	863,074	31,48	33,36	35,915	38,49	26,61	1,74
87	88	1866,3804	1894,7307	PVC	6	160,04	41	28,3	35	0,0151	0,4262	896,43	896,01	864,074	862,472	863,074	861,472	33,36	34,53	38,49	40,092	26,61	1,74
88	89	1894,7307	1921,1522	PVC	6	160,04	41	26,28	35	0,0151	0,3958	896,01	895,61	862,472	859,749	861,472	858,749	34,53	36,86	40,092	42,815	26,61	1,74
89	90	1921,1522	1954,8384	PVC	6	160,04	41	33,36	35	0,0151	0,5024	895,61	895,11	859,749	855,065	858,749	854,065	36,86	41,04	42,815	47,499	26,61	1,74
90	91	1954,8384	1978,9079	PVC	6	160,04	41	23,82	35	0,0177	0,4204	895,11	894,69	855,065	851,667	854,065	850,667	41,04	44,02	47,499	50,897	26,61	1,74
91	92	1978,9079	2023,7370	PVC	6	160,04	41	44,78	35	0,0151	0,6744	894,69	894,01	851,667	849,448	850,667	848,448	44,02	45,57	50,897	53,116	26,61	1,74
92	U12	2023,7370	2059,5443	PVC	6	160,04	41	35,77	35	0,0151	0,5387	894,01	893,48	849,448	849,689	848,448	848,689	45,57	44,79	53,116	52,875	26,61	1,74
U12	93	2059,5443	2079,8657	PVC	6	160,04	41	20,27	33,5	0,0139	0,2813	893,48	893,19	849,689	846,408	848,689	845,408	44,79	47,79	52,875	56,15		

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Perdida de Energía (hf)	COTAS				PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)		m	lps	m/m	m	PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	m	m/s
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
539	540	2412,0486	2455,4717	PVC	6	157,92	32,5	43,41	31,5	0,0144	0,6264	888,7	888,07	823,684	822,586	822,684	821,586	66,01	66,48	78,88	79,978	29,95	1,61
540	541	2455,4717	2491,4793	PVC	6	157,92	32,5	35,97	31,5	0,0132	0,4755	888,07	887,59	822,586	820,873	821,586	819,873	66,48	67,72	79,978	81,691	29,95	1,61
541	542	2491,4793	2552,1776	PVC	6	157,92	32,5	60,61	31,5	0,0132	0,8013	887,59	886,79	820,873	817,494	819,873	816,494	67,72	70,3	81,691	85,07	29,95	1,61
542	543	2552,1776	2589,2713	PVC	6	155,32	26	36,96	31,5	0,0143	0,5296	886,79	886,26	817,494	814,461	816,494	813,461	70,3	72,8	85,07	88,103	33,57	1,66
543	544	2589,2713	2597,0550	PVC	6	155,32	26	7,74	31,5	0,0143	0,1109	886,26	886,15	814,461	813,684	813,461	812,684	72,8	73,47	88,103	88,88	33,57	1,66
544	545	2597,0550	2615,7998	PVC	6	155,32	26	18,63	31,5	0,0143	0,2670	886,15	885,88	813,684	811,587	812,684	810,587	73,47	75,3	88,88	90,977	33,57	1,66
545	785	2615,7998	2639,9498	PVC	6	155,32	26	24,13	31,5	0,0143	0,3458	885,88	885,54	811,587	810,742	810,587	809,742	75,3	75,8	90,977	91,822	33,57	1,66
785	546	2639,9498	2685,7519	PVC	6	155,32	26	45,73	31,5	0,0143	0,6553	885,54	884,88	810,742	808,148	809,742	807,148	75,8	77,4	91,822	94,416	33,57	1,66
546	547	2685,7519	2749,9390	PVC	6	155,32	26	64,14	31,5	0,0143	0,9191	884,88	883,96	808,148	805,504	807,148	804,504	77,4	79,46	94,416	97,06	33,57	1,66
547	548	2749,9390	2822,3087	PVC	6	155,32	26	72,27	31,5	0,0143	1,0356	883,96	882,93	805,504	801,798	804,504	800,798	79,46	82,13	97,06	100,766	33,57	1,66
548	549	2822,3087	2823,7753	PVC	6	155,32	26	1,22	31,5	0,0143	0,0175	882,93	882,91	801,798	800,989	800,798	799,989	82,13	82,92	100,766	101,575	33,57	1,66
549	550	2823,7753	2824,8800	PVC	6	155,32	26	0,8	31,5	0,0143	0,0115	882,91	882,9	800,989	801,757	799,989	800,757	82,92	82,14	101,575	100,807	33,57	1,66
550	551	2824,8800	2910,9096	PVC	6	155,32	26	85,89	31,5	0,0143	1,2308	882,9	881,67	801,757	796,927	800,757	795,927	82,14	85,74	100,807	105,637	33,57	1,66
551	552	2910,9096	3026,6884	PVC	6	155,32	26	115,63	31,5	0,0148	1,7136	881,67	879,95	796,927	791,095	795,927	790,095	85,74	89,86	105,637	111,469	33,57	1,66
552	553	3026,6884	3097,4300	PVC	6	152,22	21	70,55	31,5	0,0158	1,1154	879,95	878,84	791,095	785,948	790,095	784,948	89,86	93,89	111,469	116,616	37,46	1,73
553	554	3097,4300	3123,8033	PVC	6	152,22	21	26,32	31,5	0,0158	0,4161	878,84	878,42	785,948	784,208	784,948	783,208	93,89	95,21	116,616	118,356	37,46	1,73
554	555	3123,8033	3124,9987	PVC	6	152,22	21	0,69	31,5	0,0159	0,0109	878,42	878,41	784,208	783,238	783,208	782,238	95,21	96,17	118,356	119,326	37,46	1,73
555	556	3124,9987	3126,1789	PVC	6	152,22	21	0,89	31,5	0,0158	0,0141	878,41	878,4	783,238	784,016	782,238	783,016	96,17	95,38	119,326	118,548	37,46	1,73
556	557	3126,1789	3129,4947	PVC	6	152,22	21	3,29	31,5	0,0158	0,0520	878,4	878,35	784,016	783,616	783,016	782,616	95,38	95,73	118,548	118,948	37,46	1,73
557	581	3129,4947	3168,4491	PVC	6	152,22	21	38,91	26	0,0127	0,4938	878,35	877,85	783,616	781,828	782,616	780,828	95,73	97,02	118,948	120,736	37,46	1,43
581	582	3168,4491	3200,7462	PVC	6	152,22	21	32,11	26	0,0111	0,3558	877,85	877,5	781,828	778,397	780,828	777,397	97,02	100,1	120,736	124,167	37,46	1,43
582	U83	3200,7462	3240,3456	PVC	6	152,22	21	39,3	26	0,0111	0,4354	877,5	877,06	778,397	773,526	777,397	772,526	100,1	104,53	124,167	129,038	37,46	1,43
U83	585	3240,3456	3257,7524	PVC	6	152,22	21	17,2	24,5	0,0132	0,2262	877,06	876,83	773,526	770,834	772,526	769,834	104,53	107	129,038	131,73	37,46	1,35
585	586	3257,7524	3294,9404	PVC	6	152,22	21	36,76	24,5	0,0109	0,4018	876,83	876,43	770,834	765,23	769,834	764,23	107	112,2	131,73	137,334	37,46	1,35
586	587	3294,9404	3320,5953	PVC	6	152,22	13,5	25,26	24,5	0,0099	0,2508	876,43	876,18	765,23	760,769	764,23	759,769	112,2	116,41	137,334	141,795	47,14	1,35
587	588	3320,5953	3369,2084	PVC	6	143,34	13,5	47,5	24,5	0,0133	0,6318	876,18	875,55	760,769	750,362	759,769	749,362	116,41	126,19	141,795	152,202	47,14	1,52
588	589	3369,2084	3402,6133	PVC	6	143,34	13,5	32,85	24,5	0,0133	0,4369	875,55	875,11	750,362	744,337	749,362	743,337	126,19	131,78	152,202	158,227	47,14	1,52
589	590	3402,6133	3412,1403	PVC	6	143,34	13,5	9,53	24,5	0,0182	0,1737	875,11	874,94	744,337	744,693	743,337	743,693	131,78	131,25	158,227	157,871	47,14	1,52
590	591	3412,1403	3422,4380	PVC	6	143,34	13,5	10,21	24,5	0,0133	0,1358	874,94	874,8	744,693	746,021	743,693	745,021	131,25	129,78	157,871	156,543	47,14	1,52
591	592	3422,4380	3438,1860	PVC	6	143,34	13,5	15,74	24,5	0,0163	0,2564	874,8	874,55	746,021	746,345	745,021	745,345	129,78	129,2	156,543	156,219	47,14	1,52
592	593	3438,1860	3453,8977	PVC	6	143,34	13,5	15,71	24,5	0,0133	0,2091	874,55	874,34	746,345	746,462	745,345	745,462	129,2	128,88	156,219	156,102	47,14	1,52
593	167	3453,8977	3453,9118	PVC	6	160,04	41	0,5	23,5	0,1289	0,0644	874,34	874,34	746,462	746,462	745,462	745,462	128,88	0	156,102	0	26,61	1,17
167	594	3453,9118	3507,8748	PVC	6	160,04	41	53,25	23,5	0,0096	0,5085	745,46	744,95	746,462	737,613	745,462	736,613	0	8,34	0	8,849	26,61	1,17
594	595	3507,8748	3547,7492	PVC	6	160,04	41	39,22	23,5	0,0072	0,2824	744,95	744,67	737,613	730,422	736,613	729,422	8,34	15,25	8,849	16,04	26,61	1,17
595	596	3547,7492	3556,4782	PVC	6	160,04	41	8,72	23,5	0,0072	0,0627	744,67	744,61	730,422	730,687	729,422	729,687	15,25	14,92	16,04	15,775	26,61	1,17
596	597	3556,4782	3579,4027	PVC	6	160,04	41	22,84	23,5	0,0072	0,1644	744,61	744,44	730,687	732,762	729,687	731,762	14,92	12,68	15,775	13,7	26,61	1,17
597	598	3579,4027	3613,6572	PVC	6	160,04	41	34,25	23,5	0,0080	0,2743	744,44	744,17	732,762	732,404	731,762	731,404	12,68	12,77	13,7	14,058	26,61	1,17
598	599	3613,6572	3647,4335	PVC	6	160,04	41	33,67	23,5	0,0072	0,2424	744,17	743,93	732,404	735,111	731,404	734,111	12,77	9,82	14,058	11,351	26,61	1,17
599	600	3647,4335	3668,3912	PVC	6	160,04	41	20,95	23,5	0,0072	0,1508	743,93	743,78	735,111	735,667	734,111	734,667	9,82	9,11	11,351	10,795	26,61	1,17
600	601	3668,3912	3687,6421	PVC	6	160,04	41	18,97	23,5	0,0087	0,1645	743,78	743,61	735,667	738,99	734,667	737,99	9,11	5,62	10,795	7,472	26,61	1,17
601	602	3687,6421	3743,1765	PVC	6	160,04	41	55,42	23,5	0,0077	0,4267	743,61	743,18	738,99	735,385	737,99	734,385	5,62	8,8	7,472	11,077	26,61	1,17
602	603	3743,1765	3770,5559	PVC	6	160,04	41	27,25	23,5	0,0072	0,1962	743,18	742,99	735,385	737,976	734,385	736,976	8,8	6,01	11,077	8,486	26,61	1,17
603	604	3770,5559	3793,3484	PVC	6	160,04	41	22,72	23,5	0,0072	0,1636	742,99	742,83	737,976	736,116	736,976	735,116	6,01	7,71	8,486	10,346	26,61	1,17
604	605	3793,3484	3816,7932	PVC	6	160,04	41	22,16	23,5	0,0072	0,1596	742,83	742,67	736,116	728,493	735,116	727,493	7,71	15,17	10,346	17,969	26,61	1,17
605	606	3816,7932	3820,5341	PVC	6	160,04	41	3,4	23,5	0,0072	0,0245	742,67	742,64	728,493	726,934	727,493	725,934	15,17	16,71	17,969	19,528	26,61	1,17
606	607	3820,5341	3823,3571	PVC	6	160,04	41	2,76	23,5	0,0072	0,0199	742,64	742,62	726,934	727,508	725,934	726,508	16,71	16,11	19,528	18,954	26,61	1,17
607	608	3823,3571	3843,6630	PVC	6	160,04	41	19,82	23,5	0,0072	0,1427	742,62	742,48	727,508	731,898	726,508	730,898	16,11	11,58	18,954	14,564	26,61	1,17
608	609	3843,6630	3870,4890	PVC	6	160,04	41	26,83	23,5	0,0082	0,												

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Perdida de Energía (hf)	COTAS				PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)		m	lps	m/m	m	TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	m	m	m	m
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
615	616	4110.5460	4140.4887	PVC	6	160.04	41	29.87	23.5	0.0072	0.2151	740.48	740.26	720.336	718.159	719.336	717.159	21.14	23.1	26.126	28.303	26.61	1.17
616	617	4140.4887	4179.9218	PVC	6	160.04	41	39.3	23.5	0.0079	0.3109	740.26	739.95	718.159	714.899	717.159	713.899	23.1	26.05	28.303	31.563	26.61	1.17
617	618	4179.9218	4207.4603	PVC	6	160.04	41	27.45	23.5	0.0072	0.1976	739.95	739.76	714.899	712.684	713.899	711.684	26.05	28.07	31.563	33.778	26.61	1.17
618	619	4207.4603	4236.2184	PVC	6	160.04	41	28.76	23.5	0.0082	0.2350	739.76	739.52	712.684	712.463	711.684	711.463	28.07	28.06	33.778	33.999	26.61	1.17
619	620	4236.2184	4260.4836	PVC	6	160.04	41	24.26	23.5	0.0072	0.1747	739.52	739.35	712.463	712.879	711.463	711.879	28.06	27.47	33.999	33.583	26.61	1.17
620	621	4260.4836	4309.7084	PVC	6	160.04	41	49.04	23.5	0.0078	0.3810	739.35	738.97	712.879	717.092	711.879	716.092	27.47	22.87	33.583	29.37	26.61	1.17
621	622	4309.7084	4332.5787	PVC	6	160.04	41	22.84	23.5	0.0072	0.1644	738.97	738.8	717.092	718.178	716.092	717.178	22.87	21.62	29.37	28.284	26.61	1.17
622	623	4332.5787	4355.2134	PVC	6	160.04	41	22.58	23.5	0.0072	0.1626	738.8	738.64	718.178	716.597	717.178	715.597	21.62	23.04	28.284	29.865	26.61	1.17
623	627	4355.2134	4389.8277	PVC	6	160.04	41	34.47	23.5	0.0078	0.2671	738.64	738.37	716.597	719.618	715.597	718.618	23.04	19.75	29.865	26.844	26.61	1.12
627	628	4389.8277	4452.9820	PVC	6	160.04	41	62.42	22.5	0.0066	0.4145	738.37	737.96	719.618	709.964	718.618	708.964	19.75	28.99	26.844	36.498	26.61	1.12
628	629	4452.9820	4492.4856	PVC	6	160.04	41	39.37	22.5	0.0073	0.2870	737.96	737.67	709.964	713.116	708.964	712.116	28.99	25.55	36.498	33.346	26.61	1.12
629	630	4492.4856	4495.6921	PVC	6	160.04	41	3.2	22.5	0.0066	0.0212	737.67	737.65	713.116	713.202	712.116	712.202	25.55	25.45	33.346	33.26	26.61	1.12
630	631	4495.6921	4548.9752	PVC	6	160.04	41	53.13	22.5	0.0071	0.3783	737.65	737.27	713.202	709.196	712.202	708.196	25.45	29.07	33.26	37.266	26.61	1.12
631	632	4548.9752	4585.5715	PVC	6	160.04	41	36.52	22.5	0.0066	0.2425	737.27	737.03	709.196	706.722	708.196	705.722	29.07	31.3	37.266	39.74	26.61	1.12
632	633	4585.5715	4617.0653	PVC	6	160.04	41	31.18	22.5	0.0075	0.2326	737.03	736.79	706.722	702.309	705.722	701.309	31.3	35.49	39.74	44.153	26.61	1.12
633	634	4617.0653	4645.5862	PVC	6	160.04	41	28.49	22.5	0.0075	0.2148	736.79	736.58	702.309	700.968	701.309	699.968	35.49	36.61	44.153	45.494	26.61	1.12
634	635	4645.5862	4685.0167	PVC	6	160.04	41	39.44	22.5	0.0066	0.2619	736.58	736.32	700.968	701.154	699.968	700.154	36.61	36.16	45.494	45.308	26.61	1.12
635	636	4685.0167	4709.8583	PVC	6	160.04	41	24.78	22.5	0.0067	0.1648	736.32	736.15	701.154	699.446	700.154	698.446	36.16	37.71	45.308	47.016	26.61	1.12
636	637	4709.8583	4753.7279	PVC	6	160.04	41	43.62	22.5	0.0072	0.3154	736.15	735.84	699.446	704.178	698.446	703.178	37.71	32.66	47.016	42.284	26.61	1.12
637	638	4753.7279	4795.4051	PVC	6	160.04	41	41.66	22.5	0.0066	0.2766	735.84	735.56	704.178	703.194	703.178	702.194	32.66	33.37	42.284	43.268	26.61	1.12
638	639	4795.4051	4847.4984	PVC	6	160.04	41	52.08	22.5	0.0071	0.3713	735.56	735.19	703.194	704.326	702.194	703.326	33.37	31.86	43.268	42.136	26.61	1.12
639	640	4847.4984	4863.3549	PVC	6	160.04	41	15.85	22.5	0.0066	0.1052	735.19	735.08	704.326	704.574	703.326	703.574	31.86	31.51	42.136	41.888	26.61	1.12
640	641	4863.3549	4886.0282	PVC	6	160.04	41	22.67	22.5	0.0078	0.1761	735.08	734.91	704.574	704.737	703.574	703.737	31.51	31.17	41.888	41.725	26.61	1.12
641	642	4886.0282	4910.3363	PVC	6	160.04	41	24.29	22.5	0.0066	0.1613	734.91	734.75	704.737	705.654	703.737	704.654	31.17	30.09	41.725	40.808	26.61	1.12
642	643	4910.3363	4928.2154	PVC	6	160.04	41	17.88	22.5	0.0081	0.1443	734.75	734.6	705.654	706.046	704.654	705.046	30.09	29.56	40.808	40.416	26.61	1.12
643	644	4928.2154	4952.3271	PVC	6	160.04	41	23.97	22.5	0.0066	0.1592	734.6	734.44	706.046	703.466	705.046	702.466	29.56	31.98	40.416	42.996	26.61	1.12
644	645	4952.3271	4986.0124	PVC	6	160.04	41	33.68	22.5	0.0066	0.2236	734.44	734.22	703.466	702.634	702.466	701.634	31.98	32.59	42.996	43.828	26.61	1.12
645	646	4986.0124	5028.3311	PVC	6	160.04	41	42.31	22.5	0.0066	0.2809	734.22	733.94	702.634	703.628	701.634	702.628	32.59	31.31	43.828	42.834	26.61	1.12
646	647	5028.3311	5061.2379	PVC	6	160.04	41	32.88	22.5	0.0066	0.2183	733.94	733.72	703.628	702.41	702.628	701.41	31.31	32.31	42.834	44.052	26.61	1.12
647	648	5061.2379	5100.2159	PVC	6	160.04	41	38.97	22.5	0.0073	0.2845	733.72	733.44	702.41	701.301	701.41	700.301	32.31	33.13	44.052	45.161	26.61	1.12
648	649	5100.2159	5115.7811	PVC	6	160.04	41	15.55	22.5	0.0066	0.1033	733.44	733.33	701.301	700.688	700.301	699.688	33.13	33.64	45.161	45.774	26.61	1.12
649	650	5115.7811	5157.9957	PVC	6	160.04	41	42.13	22.5	0.0073	0.3054	733.33	733.03	700.688	698.035	699.688	697.035	33.64	35.99	45.774	48.427	26.61	1.12
650	651	5157.9957	5211.4033	PVC	6	160.04	41	53.19	22.5	0.0066	0.3532	733.03	732.67	698.035	693.28	697.035	692.28	35.99	40.39	48.427	53.182	26.61	1.12
651	652	5211.4033	5258.8559	PVC	6	160.04	41	47.28	22.5	0.0066	0.3139	732.67	732.36	693.28	689.201	692.28	688.201	40.39	44.16	53.182	57.261	26.61	1.12
652	653	5258.8559	5319.0182	PVC	6	160.04	41	60.06	22.5	0.0066	0.3988	732.36	731.96	689.201	685.738	688.201	684.738	44.16	47.22	57.261	60.724	26.61	1.12
653	654	5319.0182	5350.7693	PVC	6	160.04	41	31.65	22.5	0.0075	0.2358	731.96	731.73	685.738	683.218	684.738	682.218	47.22	49.51	60.724	63.244	26.61	1.12
654	658	5350.7693	5364.2061	PVC	6	160.04	41	13.43	22.5	0.0085	0.1147	731.73	731.61	683.218	682.612	682.218	681.612	49.51	50	63.244	63.85	26.61	1.12
658	657	5364.2061	5416.7680	PVC	6	160.04	41	52.51	22.5	0.0066	0.3487	731.61	731.26	682.612	680.271	681.612	679.271	50	51.99	63.85	66.191	26.61	1.12
657	656	5416.7680	5470.2794	PVC	6	160.04	41	53.52	22.5	0.0066	0.3554	731.26	730.91	680.271	680.386	679.271	679.386	51.99	51.52	66.191	66.076	26.61	1.12
656	655	5470.2794	5532.8761	PVC	6	160.04	41	62.51	22.5	0.0066	0.4151	730.91	730.49	680.386	677.175	679.386	676.175	51.52	54.32	66.076	69.287	26.61	1.12
655	659	5532.8761	5587.1444	PVC	6	157.92	32.5	54.24	22.5	0.0076	0.4111	730.49	730.08	677.175	675.61	676.175	674.61	54.32	55.47	69.287	70.852	29.95	1.15
659	669	5587.1444	5659.4948	PVC	6	157.92	32.5	72.2	20	0.0061	0.4433	730.08	729.64	675.61	670.877	674.61	669.877	55.47	59.76	70.852	75.585	29.95	1.02
669	670	5659.4948	5722.8671	PVC	6	157.92	32.5	63.2	20	0.0057	0.3602	729.64	729.28	670.877	666.115	669.877	665.115	59.76	64.16	75.585	80.347	29.95	1.02
670	671	5722.8671	5742.9456	PVC	6	157.92	32.5	20.02	20	0.0057	0.1141	729.28	729.16	666.115	664.574	665.115	663.574	64.16	65.59	80.347	81.888	29.95	1.02
671	672	5742.9456	5825.8425	PVC	6	157.92	32.5	82.81	20	0.0057	0.4720	729.16	728.69	664.574	660.929	663.574	659.929	65.59	68.76	81.888	85.533	29.95	1.02
672	673	5825.8425	5844.7994	PVC	6	157.92	32.5	18.94	20	0.0068	0.1292	728.69	728.56	660.929	660.109	659.929	659.109	68.76	69.45	85.533	86.353	29.95	1.02
673	674	5844.7994	5869.1078	PVC	6	152.22	21	24.22	20	0.0062	0.1497	728.56	728.41	660.109	658.068	659.109	657.068	69.45	71.34	86.353	88.394	37.46	1.06
674	686	5869.1078	5890.3859	PVC	6	157.92	32.5	21.25	20	0.0057	0.1211												

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel				
												TERRENO				TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			m	m	m	m
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	msnm	msnm	msnm	msnm						
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)		m	lps	m/m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s				
691	692	5988.4375	6037.6595	PVC	6	155.32	26	48.9	19.5	0.0063	0.3100	727.68	727.37	657.352	662.979	656.352	661.979	71.33	65.39	89.11	83.483	33.57	1.03				
692	693	6037.6595	6097.7519	PVC	6	157.92	32.5	59.83	19.5	0.0058	0.3458	727.37	727.02	662.979	668.552	661.979	667.552	65.39	59.47	83.483	77.91	29.95	1				
693	U67	6097.7519	6118.8854	PVC	6	157.92	32.5	20.8	19.5	0.0054	0.1132	727.02	726.91	668.552	672.29	667.552	671.29	59.47	55.62	77.91	74.172	29.95	1				
U67	694	6118.8854	6145.9032	PVC	6	157.92	32.5	26.27	18.5	0.0056	0.1479	726.91	726.76	672.29	665.989	671.29	664.989	55.62	61.77	74.172	80.473	29.95	0.94				
694	U62	6145.9032	6172.2068	PVC	6	157.92	32.5	25.76	18.5	0.0049	0.1270	726.76	726.64	665.989	660.68	664.989	659.68	61.77	66.96	80.473	85.782	29.95	0.94				
U62	695	6172.2068	6223.7582	PVC	6	152.22	21	51.06	18	0.0051	0.2594	726.64	726.38	660.68	653.57	659.68	652.57	66.96	73.81	85.782	92.892	37.46	0.95				
695	702	6223.7582	6306.9686	PVC	4	103.42	21	83.15	17	0.0342	2.8462	726.38	723.53	653.57	650.446	652.57	649.446	73.81	74.08	92.892	96.016	37.46	1.94				
702	703	6306.9686	6336.7200	PVC	4	103.42	21	29.38	17	0.0301	0.8832	723.53	722.65	650.446	645.816	649.446	644.816	74.08	77.83	96.016	100.646	37.46	1.94				
703	704	6336.7200	6380.6761	PVC	4	103.42	21	43.77	17	0.0301	1.3157	722.65	721.33	645.816	640.816	648.982	644.816	77.83	72.35	100.646	96.48	37.46	1.94				
704	705	6380.6761	6416.5836	PVC	4	103.42	21	35.9	17	0.0301	1.0792	721.33	720.25	649.982	649.58	648.982	648.58	72.35	71.67	96.48	96.882	37.46	1.94				
705	787	6416.5836	6461.0585	PVC	4	103.42	21	43.4	17	0.0318	1.3819	720.25	718.87	649.58	639.806	648.58	638.806	71.67	80.06	96.882	106.656	37.46	1.94				
787	708	6461.0585	6481.3526	PVC	4	103.42	21	20.18	17	0.0301	0.6066	718.87	718.26	639.806	641.887	638.806	640.887	80.06	77.38	106.656	104.575	37.46	1.94				
708	709	6481.3526	6507.2244	PVC	4	103.42	21	24.7	16	0.0310	0.7659	718.26	717.5	641.887	649.6	640.887	648.6	77.38	68.9	104.575	96.862	37.46	1.83				
709	710	6507.2244	6524.8718	PVC	4	103.42	21	17.64	16	0.0269	0.4740	717.5	717.02	649.6	649.987	648.6	648.987	68.9	68.04	96.862	96.475	37.46	1.83				
710	711	6524.8718	6562.8922	PVC	4	103.42	21	37.99	16	0.0269	1.0208	717.02	716	649.987	651.474	648.987	650.474	68.04	65.53	96.475	94.988	37.46	1.83				
711	712	6562.8922	6599.6712	PVC	4	103.42	21	36.44	16	0.0269	0.9791	716	715.02	651.474	646.518	650.474	645.518	65.53	69.51	94.988	99.944	37.46	1.83				
712	713	6599.6712	6613.7747	PVC	4	103.42	21	13.88	16	0.0269	0.3730	715.02	714.65	646.518	648.97	645.518	647.97	69.51	66.68	99.944	97.492	37.46	1.83				
713	U66	6613.7747	6647.2436	PVC	4	103.42	21	33.39	16	0.0269	0.8972	714.65	713.75	648.97	651.376	647.97	650.376	66.68	63.38	97.492	95.086	37.46	1.83				
U66	714	6647.2436	6671.6525	PVC	4	103.42	21	24.29	14.5	0.0259	0.6279	713.75	713.13	651.376	648.918	650.376	647.918	63.38	65.21	95.086	97.544	37.46	1.66				
714	715	6671.6525	6757.9996	PVC	4	103.42	21	86.34	14.5	0.0224	1.9332	713.13	711.19	648.918	649.843	647.918	648.843	65.21	62.35	97.544	96.619	37.46	1.66				
715	U57	6757.9996	6777.5362	PVC	4	103.42	21	19.5	14.5	0.0224	0.4366	711.19	710.76	649.843	648.644	648.843	647.644	62.35	63.11	96.619	97.818	37.46	1.66				
U57	716	6777.5362	6855.5583	PVC	4	103.42	21	76.57	14	0.0217	1.6593	710.76	709.1	648.644	633.64	632.64	631.423	63.11	76.46	97.818	112.822	37.46	1.6				
716	800	6855.5583	6934.2688	PVC	4	103.42	21	78.7	14	0.0239	1.8778	709.1	707.22	633.64	632.423	632.64	631.423	76.46	75.8	112.822	114.039	37.46	1.67				
800	717	6934.2688	6998.1903	PVC	4	103.42	21	63.7	14	0.0240	1.5307	707.22	705.69	632.423	627.221	631.423	626.221	75.8	79.47	114.039	119.241	37.46	1.67				
717	U59	6998.1903	7015.4423	PVC	4	103.42	21	17.15	14	0.0231	0.3969	705.69	705.29	627.221	625.287	626.221	624.287	79.47	81	119.241	121.175	37.46	1.67				
U59	718	7015.4423	7064.1205	PVC	4	103.42	21	48.19	13.5	0.0216	1.0423	705.29	704.25	625.287	618.422	624.287	617.422	81	86.83	121.175	128.04	37.46	1.61				
718	719	7064.1205	7091.9099	PVC	4	103.42	21	27.72	13.5	0.0216	0.5999	704.25	703.65	618.422	616.408	617.422	615.408	86.83	88.24	128.04	130.054	37.46	1.61				
719	720	7091.9099	7197.2473	PVC	4	103.42	21	105.28	13.5	0.0221	2.3298	703.65	701.32	616.408	619.767	615.408	618.767	88.24	82.55	130.054	126.695	37.46	1.61				
720	721	7197.2473	7242.3481	PVC	4	103.42	21	45.09	13	0.0218	0.9830	701.32	700.34	619.767	621.067	618.767	620.067	82.55	80.27	126.695	125.395	37.46	1.55				
721	722	7242.3481	7292.8919	PVC	4	103.42	21	50.47	13	0.0202	1.0180	700.34	699.32	621.067	618.272	620.067	617.272	80.27	82.05	125.395	128.19	37.46	1.55				
722	723	7292.8919	7410.7880	PVC	4	103.42	21	117.85	13	0.0206	2.4265	699.32	696.89	618.272	615.188	617.272	614.188	82.05	82.7	128.19	131.274	37.46	1.55				
723	724	7410.7880	7426.0041	PVC	4	103.42	21	15.2	13	0.0202	0.3067	696.89	696.58	615.188	614.514	614.188	613.514	82.7	83.07	131.274	131.948	37.46	1.55				
724	U63	7426.0041	7469.9040	PVC	4	103.42	21	43.88	13	0.0202	0.8851	696.58	695.7	614.514	615.869	613.514	614.869	83.07	80.83	131.948	130.593	37.46	1.55				
U63	725	7469.9040	7552.4066	PVC	4	103.42	21	82.49	12	0.0174	1.4353	695.7	694.26	615.869	614.013	614.869	613.013	80.83	81.25	130.593	132.449	37.46	1.43				
725	726	7552.4066	7604.0843	PVC	4	103.42	21	51.66	12	0.0182	0.9402	694.26	693.32	614.013	612.967	613.013	611.967	81.25	81.36	132.449	133.495	37.46	1.43				
726	727	7604.0843	7643.0294	PVC	4	103.42	21	38.91	12	0.0174	0.6766	693.32	692.65	612.967	614.576	611.967	613.576	81.36	79.07	133.495	131.886	37.46	1.43				
727	728	7643.0294	7654.5385	PVC	4	103.42	21	11.49	12	0.0210	0.2415	692.65	692.41	614.576	613.948	613.576	612.948	79.07	79.46	131.886	132.514	37.46	1.43				
728	734	7654.5385	7718.7798	PVC	4	97.38	13.5	63.18	12	0.0233	1.4734	692.41	690.93	613.948	602.323	612.948	601.323	79.46	89.61	132.514	144.139	47.14	1.61				
734	729	7718.7798	7763.8560	PVC	4	97.38	13.5	44.97	12	0.0245	1.1018	690.93	689.83	602.323	599.255	601.323	598.255	89.61	91.58	144.139	147.207	47.14	1.61				
729	730	7763.8560	7836.2110	PVC	4	97.38	13.5	71.65	12	0.0233	1.6709	689.83	688.16	599.255	609.367	598.255	608.367	91.58	79.79	147.207	137.095	47.14	1.61				
730	731	7836.2110	7904.9821	PVC	4	103.42	21	68.76	12	0.0180	1.2377	688.16	686.92	609.367	610.81	608.367	609.81	79.79	77.11	137.095	135.652	37.46	1.43				
731	732	7904.9821	7976.5517	PVC	4	103.42	21	71.57	12	0.0174	1.2446	686.92	685.68	610.81	610.152	609.81	609.152	77.11	76.53	135.652	136.31	37.46	1.43				
732	U64	7976.5517	8048.1603	PVC	4	103.42	21	71.6	12	0.0174	1.2451	685.68	684.43	610.152	609.045	609.152	608.045	76.53	76.39	136.31	137.417	37.46	1.43				
U64	733	8048.1603	8135.8164	PVC	4	97.38	13.5	87.49	10	0.0171	1.4926	684.43	682.94	609.045	603.704	608.045	602.704	76.39	80.24	137.417	142.758	47.14	1.34				
733	U65	8135.8164	8228.5610	PVC	4	97.38	13.5	92.74	10	0.0170	1.5794	682.94	681.36	603.704	603.012	602.704	602.012	80.24	79.35	142.758	143.45	47.14	1.34				
U65	735	8228.5610	8252.7487	PVC	3	75.74	13.5	24	9	0.0499	1.1986	681.36	680.16	603.012	599.953	602.012	598.953	79.35	81.21	143.45	146.509	47.14	2				
735	736	8252.7487	8300.4168	PVC	3	75.74	13.5	47.6	9	0.0466	2.2163	680.16	677.95	599.953	602.443	598.953	601.443	81.21	76.5	146.509	144.019	47.14	2				
736	788	8300.4168	8349.3999	PVC	3	75.7																					

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS				PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)		m	lps	m/m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s
741	742	8525,1588	8594,8884	PVC	2	51,38	13,5	69,73	1,5	0,0083	0,5802	668,92	668,34	601,946	602,317	600,946	601,317	67,97	67,02	144,516	144,145	47,14	0,64
742	u89	8594,8884	8668,1587	PVC	2	51,38	13,5	73,22	1,5	0,0084	0,6172	668,34	667,72	602,317	604,939	601,317	603,939	67,02	63,78	144,145	141,523	47,14	0,64

RAMAL 1

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
64	65	0,0000	92,3075	PVC	3	83,42	32,5	92,06	10,5	0,0399	3,6750	975,08	971,4	919,04	912,281	918,04	911,281	57,04	60,12	78,06	84,819	29,95	1,92		
65	67	92,3075	109,8204	PVC	3	82,04	26	17,45	10,5	0,0466	0,8128	971,4	970,59	912,281	910,811	911,281	909,811	60,12	60,78	84,819	86,289	33,57	1,99		
67	66	109,8204	142,9080	PVC	3	82,04	26	32,99	10,5	0,0420	1,3846	970,59	969,2	910,811	908,361	909,811	907,361	60,78	61,84	86,289	88,739	33,57	1,99		
66	U2	142,9080	153,4146	PVC	3	82,04	26	10,43	10,5	0,0420	0,4377	969,2	968,77	908,361	907,037	907,361	906,037	61,84	62,73	88,739	90,063	33,57	1,99		
U2	773	153,4146	172,3999	PVC	3	82,04	26	18,78	9,5	0,0384	0,7206	968,77	968,05	907,037	904,262	906,037	903,262	62,73	64,78	90,063	92,838	33,57	1,8		
773	772	172,3999	298,9277	PVC	3	80,42	21	120,21	9,5	0,0384	4,6197	968,05	963,43	904,262	864,772	903,262	863,772	64,78	99,65	92,838	132,328	37,46	1,87		
772	771	298,9277	343,4430	PVC	3	75,74	13,5	44,51	9,5	0,0515	2,2905	963,43	961,14	864,772	865,893	863,772	864,893	99,65	96,24	132,328	131,207	47,14	2,11		
771	770	343,4430	358,2276	PVC	3	75,74	13,5	14,59	9,5	0,0577	0,8413	961,14	960,29	865,893	863,476	864,893	862,476	96,24	97,82	131,207	133,624	47,14	2,11		
770	769	358,2276	396,0461	PVC	3	75,74	13,5	37,64	9,5	0,0515	1,9370	960,29	958,36	863,476	859,865	862,476	858,865	97,82	99,49	133,624	137,235	47,14	2,11		
769	768	396,0461	432,4429	PVC	3	75,74	13,5	36,27	9,5	0,0515	1,8665	958,36	956,49	859,865	862,912	858,865	861,912	99,49	94,58	137,235	134,188	47,14	2,11		
768	767	432,4429	477,3946	PVC	3	75,74	13,5	44,8	9,5	0,0515	2,3054	956,49	954,19	862,912	859,192	861,912	861,912	94,58	95,99	134,188	137,908	47,14	2,11		
767	766	477,3946	496,8681	PVC	3	75,74	13,5	18,91	9,5	0,0515	0,9731	954,19	953,21	859,192	854,533	858,192	853,533	95,99	99,68	137,908	142,567	47,14	2,11		
766	U3	496,8681	533,9590	PVC	3	75,74	13,5	36,62	9,5	0,0539	1,9749	953,21	951,24	854,533	860,384	853,533	859,384	99,68	91,85	142,567	136,716	47,14	2,11		
U3	U4	533,9590	574,2068	PVC	3	75,74	13,5	39,55	9	0,0466	1,8414	951,24	949,4	860,384	852,917	859,384	851,917	91,85	97,48	136,716	144,183	47,14	2		
U4	764	574,2068	611,6917	PVC	3	75,74	13,5	37,4	8,5	0,0419	1,5663	949,4	947,83	862,917	859,477	851,917	854,477	97,48	93,35	144,183	141,623	47,14	1,89		
764	765	611,6917	643,9570	PVC	3	75,74	13,5	32,15	8,5	0,0419	1,3464	947,83	946,48	855,477	852,708	854,477	851,708	93,35	94,78	141,623	144,392	47,14	1,89		
765	763	643,9570	737,5300	PVC	3	75,74	13,5	93,31	8,5	0,0419	3,9078	946,48	942,58	852,708	859,713	851,708	858,713	94,78	83,86	144,392	137,387	47,14	1,89		
763	U5	737,5300	759,2953	PVC	3	75,74	13,5	21,53	8,5	0,0419	0,9017	942,58	941,67	859,713	862,874	858,713	861,874	83,86	79,8	137,387	134,226	47,14	1,89		
U5	762	759,2953	770,7002	PVC	3	75,74	13,5	11,4	7,5	0,0332	0,3786	941,67	941,3	862,874	861,917	861,917	861,928	79,8	79,37	134,226	134,172	47,14	1,66		
762	761	770,7002	801,1361	PVC	3	75,74	13,5	30,36	7,5	0,0351	1,0647	941,3	940,23	862,928	860,759	861,928	859,759	79,37	80,47	134,172	136,341	47,14	1,66		
761	U6	801,1361	902,5071	PVC	3	75,74	13,5	101,37	7,5	0,0332	3,3665	940,23	936,86	860,759	859,617	859,759	858,617	80,47	78,25	136,341	137,483	47,14	1,66		
U6	759	902,5071	969,2381	PVC	3	75,74	13,5	65,86	6,5	0,0261	1,7209	936,86	935,14	859,617	848,826	858,617	847,826	78,25	87,32	137,483	148,274	47,14	1,44		
759	U10	969,2381	1030,9319	PVC	3	75,74	13,5	61,53	6,5	0,0262	1,6102	935,14	933,53	848,826	853,393	847,826	852,393	87,32	81,14	148,274	143,707	47,14	1,44		
U10	758	1030,9319	1062,7118	PVC	3	75,74	13,5	31,5	5,5	0,0197	0,6193	933,53	932,91	853,393	857,652	852,393	856,652	81,14	76,26	143,707	139,448	47,14	1,22		
758	U8	1062,7118	1088,9885	PVC	3	75,74	13,5	25,97	5,5	0,0187	0,4856	932,91	932,43	857,652	861,597	856,652	860,597	76,26	71,83	139,448	135,503	47,14	1,22		
U8	757	1088,9885	1122,9960	PVC	3	75,74	13,5	33,8	5	0,0157	0,5300	932,43	931,9	861,597	865,32	860,597	864,32	71,83	67,58	135,503	131,78	47,14	1,11		
757	U9	1122,9960	1151,8762	PVC	3	75,74	13,5	28,86	5	0,0165	0,4773	931,9	931,42	865,32	866,274	864,32	865,274	67,58	66,15	131,78	130,826	47,14	1,11		
U9	756	1151,8762	1230,2443	PVC	3	75,74	13,5	78,36	4	0,0113	0,8847	931,42	930,54	866,274	867,499	865,274	866,499	66,15	64,04	130,826	129,601	47,14	0,89		
756	755	1230,2443	1297,7891	PVC	3	75,74	13,5	66,84	4	0,0106	0,7092	930,54	929,83	867,499	857,677	866,499	856,677	64,04	73,15	129,601	139,423	47,14	0,89		
755	754	1297,7891	1358,2993	PVC	3	75,74	13,5	60,45	4	0,0104	0,6269	929,83	929,2	857,677	855,123	856,677	854,123	73,15	75,08	139,423	141,977	47,14	0,89		
754	753	1358,2993	1403,9543	PVC	3	75,74	13,5	45,37	4	0,0104	0,4705	929,2	928,73	855,123	849,985	854,123	848,985	75,08	79,74	141,977	147,115	47,14	0,89		
753	U11	1403,9543	1449,5453	PVC	3	75,74	13,5	45,54	4	0,0104	0,4722	928,73	928,26	849,985	847,877	848,985	846,877	79,74	81,38	147,115	149,223	47,14	0,89		
U11	752	1449,5453	1499,1693	PVC	3	75,74	13,5	49,53	3	0,0063	0,3106	928,26	927,95	847,877	850,973	846,877	849,973	81,38	77,97	149,223	146,127	47,14	0,67		
752	751	1499,1693	1559,8032	PVC	3	75,74	13,5	60,24	3	0,0061	0,3669	927,95	927,58	850,973	844,072	849,973	843,072	77,97	84,51	146,127	153,028	47,14	0,67		
751	750	1559,8032	1609,9272	PVC	3	75,74	13,5	49,91	3	0,0061	0,3040	927,58	927,28	844,072	848,742	843,072	847,742	84,51	79,53	153,028	148,358	47,14	0,67		
750	749	1609,9272	1647,1967	PVC	3	75,74	13,5	37,2	3	0,0061	0,2265	927,28	927,05	848,742	850,937	847,742	849,937	79,53	77,11	148,358	146,163	47,14	0,67		
749	748	1647,1967	1712,7030	PVC	3	75,74	13,5	65,1	3	0,0061	0,3965	927,05	926,65	850,937	843,538	849,937	842,538	77,11	84,12	146,163	153,562	47,14	0,67		
748	747	1712,7030	1792,6715	PVC	3	75,74	13,5	79,65	3	0,0062	0,4914	926,65	926,16	843,538	836,48	842,538	835,48	84,12	90,68	153,562	160,62	47,14	0,67		
747	U13	1792,6715	1813,0700	PVC	3	75,74	13,5	20,25	3	0,0061	0,1233	926,16	926,04	836,48	838,991	835,48	837,991	90,68	88,05	160,62	158,109	47,14	0,67		
U13	746	1813,0700	1821,2873	PVC	1	28,48	13,5	8,2	1,5	0,2115	1,7339	926,04	924,3	838,991	839,569	837,991	838,569	88,05	85,74	158,109	157,531	47,14	2,35		
746	745	1821,2873	1827,4861	PVC	1	28,48	13,5	6,2	1,5	0,1977	1,2257	924,3	923,08	839,569	839,564	838,569	838,564	85,74	84,51	157,531	157,536	47,14	2,35		

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
745	744	1827,4861	1835,8601	PVC	1	28,48	13,5	8,28	1,5	0,1977	1,6367	923,08	921,44	839,564	838,366	838,564	837,366	84,51	84,08	157,536	158,734	47,14	2,35		
744	U87	1835,8601	1872,9812	PVC	1	28,48	13,5	37,1	1,5	0,1977	7,3339	921,44	914,11	838,366	836,825	837,366	835,825	84,08	78,28	158,734	160,275	47,14	2,35		

RAMAL 2

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
96	97	0,0000	19,1773	pvc	1,25	38,8	26	17,95	2	0,0796	1,4279	891,93	890,51	839,622	837,968	838,622	836,968	53,31	53,54	62,942	64,596	33,57	1,69		
97	98	19,1773	56,5793	pvc	1,25	38,8	26	37,38	2	0,0747	2,7915	890,51	887,71	837,968	833,532	836,968	832,532	53,54	55,18	64,596	69,032	33,57	1,69		
98	99	56,5793	92,3854	pvc	1,25	38,8	26	35,61	2	0,0747	2,6594	887,71	885,05	833,532	833,7	832,532	832,7	55,18	52,35	69,032	68,864	33,57	1,69		
99	100	92,3854	186,3432	pvc	1,25	38,8	26	52,87	2	0,0747	3,9483	885,05	881,11	833,7	829,366	832,7	828,366	52,35	52,74	68,864	73,198	33,57	1,69		
100	U14	186,3432	220,5548	pvc	1,25	38,8	26	33,33	2	0,0747	2,4891	881,11	878,62	829,366	821,676	828,366	820,676	52,74	57,94	73,198	80,888	33,57	1,69		

RAMAL 3

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Fricción Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresión por Golpe de Ariete	Vel		
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL								
557	558	0,0000	38,9385	PVC	3	80,42	21	38,87	5,5	0,0167	0,6503	878,35	877,7	783,616	781,248	782,616	780,248	95,73	97,45	118,948	121,316	37,46	1,08		
558	559	38,9385	84,5425	PVC	3	80,42	21	45,34	5,5	0,0140	0,6334	877,7	877,06	781,248	776,443	780,248	775,443	101,62	101,62	121,316	126,121	37,46	1,08		
559	560	84,5425	85,2279	PVC	3	80,42	21	0,45	5,5	0,0139	0,0063	877,06	877,06	776,443	775,921	775,443	774,921	101,62	102,14	126,121	126,643	37,46	1,08		
560	561	85,2279	86,6503	PVC	3	80,42	21	1,29	5,5	0,0140	0,0180	877,06	877,04	775,921	776,538	774,921	775,538	102,14	101,5	126,643	126,026	37,46	1,08		
561	U82	86,6503	173,1280	PVC	3	80,42	21	160,84	5,5	0,0000	0,0000	877,04	875,82	776,538	774,51	775,538	773,51	101,5	102,31	126,026	128,054	37,46	1,08		
U82	U17	173,1280	248,3424	PVC	3	80,42	21	75,19	4,5	0,0140	1,0527	875,82	875,08	774,51	772,441	773,51	771,441	102,31	103,64	128,054	130,123	37,46	0,89		
U17	563	248,3424	271,1163	PVC	3	80,42	21	22,42	3,5	0,0065	0,1453	875,08	874,93	772,441	768,378	771,441	767,378	103,64	107,56	130,123	134,186	37,46	0,69		
563	564	271,1163	301,6369	PVC	3	80,42	21	29,8	3,5	0,0061	0,1803	874,93	874,75	768,378	761,785	767,378	760,785	107,56	113,97	134,186	140,779	37,46	0,69		
564	565	301,6369	336,5785	PVC	3	75,74	13,5	34,19	3,5	0,0081	0,2769	874,75	874,48	761,785	754,594	760,785	753,594	113,97	120,88	140,779	147,97	47,14	0,78		
565	566	336,5785	367,3067	PVC	3	75,74	13,5	30,11	3,5	0,0081	0,2439	874,48	874,23	754,594	748,453	753,594	747,453	120,88	126,78	147,97	154,111	47,14	0,78		
566	U20	367,3067	390,0991	PVC	3	75,74	13,5	22,59	3,5	0,0081	0,1830	874,23	874,05	748,453	745,419	747,453	744,419	126,78	129,63	154,111	157,145	47,14	0,78		
U20	567	390,0991	434,0800	PVC	2	51,38	13,5	43,39	2	0,0190	0,8253	874,05	873,23	745,419	738,253	744,419	737,253	129,63	135,97	157,145	164,311	47,14	0,96		
567	568	434,0800	464,4100	PVC	2	51,38	13,5	30,28	2	0,0190	0,5759	873,23	872,65	738,253	736,388	737,253	735,388	135,97	137,26	164,311	166,176	47,14	0,96		
568	569	464,4100	473,1686	PVC	2	51,38	13,5	8,74	2	0,0212	0,1851	872,65	872,47	736,388	736,963	735,388	735,963	137,26	136,5	166,176	165,601	47,14	0,96		
569	570	473,1686	483,4893	PVC	2	51,38	13,5	10,32	2	0,0190	0,1963	872,47	872,27	736,963	737,085	735,963	736,085	136,5	136,18	165,601	165,479	47,14	0,96		
570	571	483,4893	502,7632	PVC	2	51,38	13,5	19,25	2	0,0190	0,3661	872,27	871,9	737,085	737,803	736,085	736,803	136,18	135,1	165,479	164,761	47,14	0,96		
571	572	502,7632	525,8375	PVC	2	51,38	13,5	23,08	2	0,0198	0,4579	871,9	871,44	737,803	737,426	736,803	736,426	135,1	135,02	164,761	165,138	47,14	0,96		
572	573	525,8375	557,6707	PVC	2	51,38	13,5	31,77	2	0,0190	0,6043	871,44	870,84	737,426	735,437	736,426	734,437	135,02	136,4	165,138	167,127	47,14	0,96		
573	574	557,6707	565,4886	PVC	2	51,38	13,5	7,81	2	0,0215	0,1675	870,84	870,67	735,437	735,01	734,437	734,01	136,4	136,66	167,127	167,554	47,14	0,96		
574	575	565,4886	576,7629	PVC	2	51,38	13,5	11,18	2	0,0207	0,2315	870,67	870,44	735,01	736,447	734,01	735,447	136,66	134,99	167,554	166,117	47,14	0,96		
575	576	576,7629	584,9033	PVC	2	51,38	13,5	7,05	2	0,0190	0,1340	870,44	870,31	736,447	732,371	735,447	731,371	134,99	138,94	166,117	170,193	47,14	0,96		
576	577	584,9033	617,3914	PVC	2	51,38	13,5	32,42	2	0,0190	0,6166	870,31	869,69	732,371	734,469	731,371	733,469	138,94	136,22	170,193	168,095	47,14	0,96		
577	578	617,3914	641,3454	PVC	2	51,38	13,5	23,65	2	0,0198	0,4687	869,69	869,22	734,469	738,299	733,469	737,299	136,22	131,92	168,095	164,265	47,14	0,96		
578	579	641,3454	664,9403	PVC	2	51,38	13,5	23,3	2	0,0190	0,4432	869,22	868,78	738,299	742,011	737,299	741,011	131,92	127,77	164,265	160,553	47,14	0,96		
579	580	664,9403	702,6666	PVC	2	51,38	13,5	37,44	2	0,0190	0,7121	868,78	868,07	742,011	746,698	741,011	745,698	127,77	122,37	160,553	155,866	47,14	0,96		
580	U86	702,6666	719,0100	PVC	2	51,38	13,5	16,34	2	0,0202	0,3297	868,07	867,74	746,698	746,729	745,698	745,729	122,37	122,01	155,866	155,835	47,14	0,96		

RAMAL 4

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Perdida de Energia (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
659	660	0,0000	29,1081	PVC	1,5	44,56	26	29,1	2,5	0,0602	1,7527	730,08	728,33	675,61	674,848	674,61	673,848	55,47	55,47	70,852	71,614	33,57	1,6
660	661	29,1081	52,2121	PVC	1,5	44,56	26	23,06	2,5	0,0575	1,3266	728,33	727	674,848	673,288	673,848	672,288	54,48	54,48	71,614	73,174	33,57	1,6
661	662	52,2121	89,4273	PVC	1,5	44,56	26	36,9	2,5	0,0575	2,1229	727	724,88	673,288	668,506	672,288	667,506	54,71	54,71	73,174	77,956	33,57	1,6
662	663	89,4273	99,7027	PVC	1,5	44,56	26	10,27	2,5	0,0575	0,5908	724,88	724,29	668,506	668,527	667,506	667,527	57,37	57,37	77,956	77,935	33,57	1,6
663	664	99,7027	121,9898	PVC	1,5	44,56	26	22,21	2,5	0,0575	1,2777	724,29	723,01	668,527	670,389	667,527	669,389	56,76	56,76	77,935	76,073	33,57	1,6
664	665	121,9898	136,3447	PVC	1,5	44,56	26	14,34	2,5	0,0575	0,8250	723,01	722,18	670,389	669,629	669,389	668,629	53,62	53,62	76,073	76,833	33,57	1,6
665	666	136,3447	157,0111	PVC	1,5	44,56	26	20,4	2,5	0,0575	1,1736	722,18	721,01	669,629	672,914	668,629	671,914	53,55	53,55	76,833	73,548	33,57	1,6
666	667	157,0111	173,7126	PVC	1,5	44,56	26	16,49	2,5	0,0575	0,9487	721,01	720,06	672,914	675,506	671,914	674,506	49,1	49,1	73,548	70,956	33,57	1,6
667	668	173,7126	185,7855	PVC	1,5	44,56	26	11,92	2,5	0,0575	0,6858	720,06	719,38	675,506	673,548	674,506	672,548	45,56	45,56	70,956	72,914	33,57	1,6
668	U61	185,7855	202,2267	PVC	1,5	44,56	26	16,15	2,5	0,0575	0,9291	719,38	718,45	673,548	676,63	672,548	675,63	46,83	46,83	72,914	69,832	33,57	1,6
U61	675	202,2267	219,9188	PVC	1,5	44,56	26	17,24	1,5	0,0223	0,3850	718,45	718,06	676,63	672,666	675,63	671,666	42,82	42,82	69,832	73,796	33,57	0,96
675	676	219,9188	260,9496	PVC	1,5	44,56	26	41,02	1,5	0,0223	0,9164	718,06	717,15	672,666	671,445	671,666	670,445	46,4	46,4	73,796	75,017	33,57	0,96
676	677	260,9496	294,7145	PVC	1,5	44,56	26	33,65	1,5	0,0223	0,7517	717,15	716,39	671,445	674,097	670,445	673,097	46,7	46,7	75,017	72,365	33,57	0,96
677	678	294,7145	311,3932	PVC	1,5	44,56	26	16,67	1,5	0,0223	0,3724	716,39	716,02	674,097	674,468	673,097	673,468	43,3	43,3	72,365	71,994	33,57	0,96
678	685	311,3932	344,2122	PVC	1,5	44,56	26	32,76	1,5	0,0223	0,7319	716,02	715,29	674,468	676,45	673,468	675,45	42,55	42,55	71,994	70,012	33,57	0,96
685	684	344,2122	357,4136	PVC	1,5	44,56	26	12,94	1,5	0,0223	0,2891	715,29	715	676,45	679,028	675,45	678,028	39,84	39,84	70,012	67,434	33,57	0,96
684	683	357,4136	377,3489	PVC	1,5	44,56	26	19,94	1,5	0,0223	0,4455	715	714,56	679,028	678,927	678,028	677,927	36,97	36,97	67,434	67,535	33,57	0,96
683	682	377,3489	399,6526	PVC	1,5	44,56	26	21,83	1,5	0,0223	0,4875	714,56	714,07	678,927	674,376	677,927	673,376	36,63	36,63	67,535	72,086	33,57	0,96
682	681	399,6526	452,2627	PVC	1,5	44,56	26	52,61	1,5	0,0227	1,1942	714,07	712,87	674,376	673,443	673,376	672,443	40,69	40,69	72,086	73,019	33,57	0,96
681	786	452,2627	469,1969	PVC	1,5	44,56	26	16,92	1,5	0,0235	0,3968	712,87	712,48	673,443	674,211	672,443	673,211	40,43	40,43	73,019	72,251	33,57	0,96
786	680	469,1969	491,4894	PVC	1,5	44,56	26	22,27	1,5	0,0223	0,4973	712,48	711,98	674,211	675,201	673,211	674,201	39,27	39,27	72,251	71,261	33,57	0,96
680	679	491,4894	554,2640	PVC	1,5	44,56	26	62,73	1,5	0,0223	1,4014	711,98	710,58	675,201	677,335	674,201	676,335	37,78	37,78	71,261	69,127	33,57	0,96
679	U50	554,2640	618,4845	PVC	1,5	44,56	26	64,16	1,5	0,0223	1,4333	710,58	709,15	677,335	680,123	676,335	679,123	34,24	34,24	69,127	66,339	33,57	0,96

RAMAL 5

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Perdida de Energia (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
U15	101	0	62,0537011	PVC	8	208,37	41	61,35	52,5	0,01236	0,758286	897,58	896,82	868,202	858,948	867,202	857,948	30,37	38,87	34,362	43,616	26,61	1,54
101	102	62,0537011	91,9183709	PVC	8	208,37	41	29,22	52,5	0,00882	0,2577204	896,82	896,56	858,948	852,75	857,948	851,75	38,87	44,81	43,616	49,814	26,61	1,54
102	103	91,9183709	112,019085	PVC	8	208,37	41	19,72	52,5	0,00883	0,1741276	896,56	896,38	852,75	848,86	851,75	847,86	44,81	48,52	49,814	53,704	26,61	1,54
103	104	112,019085	117,967614	PVC	8	208,37	41	5,78	52,5	0,01717	0,0992426	896,38	896,29	848,86	847,47	847,86	846,47	48,52	49,82	53,704	55,094	26,61	1,54
104	105	117,967614	121,429719	PVC	8	208,37	41	3,38	52,5	0,00883	0,0298454	896,29	896,26	847,47	848,257	846,47	847,257	49,82	49	55,094	54,307	26,61	1,54
105	106	121,429719	147,532907	PVC	8	208,37	41	25,89	52,5	0,00882	0,2283498	896,26	896,03	848,257	851,623	847,257	850,623	49	45,4	54,307	50,941	26,61	1,54
106	107	147,532907	184,303745	PVC	8	208,37	41	36,6	52,5	0,00882	0,322812	896,03	895,7	851,623	855,162	850,623	854,162	45,4	41,54	50,941	47,402	26,61	1,54
107	108	184,303745	210,770761	PVC	8	208,37	41	26,44	52,5	0,01065	0,281586	895,7	895,42	855,162	856,211	854,162	855,211	41,54	40,21	47,402	46,353	26,61	1,54
108	U16	210,770761	251,116179	PVC	8	208,37	41	40,34	52,5	0,00882	0,3557988	895,42	895,07	856,211	856,81	855,211	855,81	40,21	39,26	46,353	45,754	26,61	1,54
U16	109	251,116179	286,284228	PVC	8	208,37	41	35,17	51	0,00836	0,2940212	895,07	894,77	856,81	856,492	855,81	855,492	39,26	39,28	45,754	46,072	26,61	1,5
109	110	286,284228	297,795548	PVC	8	208,37	41	11,46	51	0,00836	0,0958056	894,77	894,68	856,492	855,412	855,492	854,412	39,28	40,26	46,072	47,152	26,61	1,5
110	111	297,795548	307,358765	PVC	8	208,37	41	9,55	51	0,01313	0,1253915	894,68	894,55	855,412	855,901	854,412	854,901	40,26	39,65	47,152	46,663	26,61	1,5
111	112	307,358765	342,636629	PVC	8	208,37	41	34,52	51	0,00836	0,2885872	894,55	894,26	855,901	848,621	854,901	847,621	39,65	46,64	46,663	53,943	26,61	1,5
112	113	342,636629	359,104526	PVC	8	208,37	41	16,09	51	0,00836	0,1345124	894,26	894,13	848,621	845,098	847,621	844,098	46,64	50,03	53,943	57,466	26,61	1,5
113	114	359,104526	363,114822	PVC	8	208,37	41	3,81	51	0,00836	0,0318516	894,13	894,1	845,098	843,824	844,098	842,824	50,03	51,27	57,466	58,74	26,61	1,5
114	115	363,114822	370,818507	PVC	8	208,37	41	7,69	51	0,00836	0,0642884	894,1	894,03	843,824	844,267	842,824	843,267	51,27	50,77	58,74	58,297	26,61	1,5
115	116	370,818507	379,919144	PVC	8	208,37	41	9,04	51	0,00836	0,0755744	894,03	893,96	843,267	845,287	843,267	844,287	50,77	49,67	58,297	57,277	26,61	1,5
116	117	379,919144	418,387505	PVC	8	208,37	41	38,41	51	0,00955	0,3668155	893,96	893,59	845,287	843,119	844,287	842,119	49,67	51,47	57,277	59,445	26,61	1,5
117	118	418,387505	436,931749	PVC	8	208,37	41	18,51	51	0,00836	0,1547436	893,59	893,44	843,119	841,956	842,119	840,956	51,47	52,48	59,445	60,608	26,61	1,5

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel				
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			m	m	m	m
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL										
118	119	436,931749	466,485817	PVC	8	208,37	41	29,42	51	0,00836	0,2459512	893,44	893,19	841,956	844,727	840,956	843,727	52,48	49,46	60,608	57,837	26,61	1,5				
119	120	466,485817	495,407966	PVC	8	208,37	41	28,76	51	0,00995	0,286162	893,19	892,9	844,727	847,742	843,727	846,742	49,46	46,16	57,837	54,822	26,61	1,5				
120	121	495,407966	509,360621	PVC	8	208,37	41	13,94	51	0,00836	0,1165384	892,9	892,79	847,742	848,223	846,742	847,223	46,16	45,56	54,822	54,341	26,61	1,5				
121	U23	509,360621	546,999638	PVC	8	208,37	41	37,61	51	0,00957	0,3599277	892,79	892,43	848,223	849,563	847,223	848,563	45,56	43,86	54,341	53,001	26,61	1,5				
U23	146	546,999638	575,573479	PVC	8	208,37	41	28,37	44	0,00815	0,2312155	892,43	892,2	849,563	846,177	848,563	845,177	43,86	47,02	53,001	56,387	26,61	1,29				
146	147	575,573479	736,791673	PVC	8	208,37	41	161,05	44	0,00636	1,024278	892,2	891,17	846,177	838,97	845,177	837,97	47,02	53,2	56,387	63,594	26,61	1,29				
147	148	736,791673	766,981501	PVC	8	208,37	41	30,19	44	0,00748	0,2258212	891,17	890,94	838,97	839,274	837,97	838,274	53,2	52,67	63,594	63,29	26,61	1,29				
148	149	766,981501	878,036606	PVC	8	208,37	41	110,84	44	0,00667	0,7393028	890,94	890,21	839,274	846,143	838,274	845,143	52,67	45,06	63,29	56,421	26,61	1,29				
149	u78	878,036606	928,478184	PVC	8	208,37	41	50,29	44	0,00704	0,3540416	890,21	889,85	846,143	850,116	845,143	849,116	45,06	40,74	56,421	52,448	26,61	1,29				
u78	353	928,478184	967,701111	PVC	8	208,37	41	39,21	36	0,00526	0,2062446	889,85	889,65	850,116	848,997	849,116	847,997	40,74	41,65	52,448	53,567	26,61	1,06				
353	352	967,701111	992,320427	PVC	8	208,37	41	24,59	36	0,00439	0,1079501	889,65	889,54	848,997	847,718	847,997	846,718	41,65	42,82	53,567	54,846	26,61	1,06				
352	351	992,320427	1011,93743	PVC	8	208,37	41	19,58	35,5	0,00597	0,1168926	889,54	889,42	847,718	846,589	846,718	845,589	42,82	43,83	54,846	55,975	26,61	1,04				
351	350	1011,93743	1021,79189	PVC	8	208,37	41	9,84	35,5	0,00427	0,0420168	889,42	889,38	846,589	846,133	845,589	845,133	43,83	44,25	55,975	56,431	26,61	1,04				
350	349	1021,79189	1038,77989	PVC	8	208,37	41	16,98	35,5	0,00427	0,0725046	889,38	889,31	846,133	846,077	845,133	845,077	44,25	44,23	56,431	56,487	26,61	1,04				
349	348	1038,77989	1049,88716	PVC	8	208,37	41	11,11	35,5	0,00626	0,0695486	889,31	889,24	846,077	845,818	845,077	844,818	44,23	44,42	56,487	56,746	26,61	1,04				
348	354	1049,88716	1059,82995	PVC	8	208,37	41	9,76	35,5	0,00428	0,0417728	889,24	889,2	845,818	847,748	844,818	846,748	44,42	42,45	56,746	54,816	26,61	1,04				
354	U90	1059,82995	1063,59496	PVC	8	208,37	41	3,68	35,5	0,00427	0,0157136	889,2	889,18	847,748	848,521	846,748	847,521	42,45	41,66	54,816	54,043	26,61	1,04				
U90	355	1063,59496	1072,62607	PVC	8	208,37	41	9,02	34	0,00395	0,035629	889,18	889,14	848,521	848,006	847,521	847,006	41,66	42,14	54,043	54,558	26,61	1				
355	356	1072,62607	1081,99979	PVC	8	208,37	41	9,37	34	0,00611	0,0572507	889,14	889,09	848,006	847,816	847,006	846,816	42,14	42,27	54,558	54,748	26,61	1				
356	357	1081,99979	1090,24541	PVC	8	208,37	41	8,23	34	0,00394	0,0324262	889,09	889,05	847,816	847,369	846,816	846,369	42,27	42,69	54,748	55,195	26,61	1				
357	358	1090,24541	1099,13362	PVC	8	208,37	41	8,79	34	0,00395	0,0347205	889,05	889,02	847,369	848,716	846,369	847,716	42,69	41,3	55,195	53,848	26,61	1				
358	359	1099,13362	1109,91748	PVC	8	208,37	41	10,75	34	0,00395	0,0424625	889,02	888,98	846,369	847,95	847,716	846,95	41,3	42,03	53,848	54,614	26,61	1				
359	360	1109,91748	1121,03536	PVC	8	208,37	41	11,07	34	0,00577	0,0638739	888,98	888,91	847,95	849,003	846,95	848,003	42,03	40,91	54,614	53,561	26,61	1				
360	361	1121,03536	1136,93412	PVC	8	208,37	41	15,85	34	0,00395	0,0626075	888,91	888,85	849,003	847,646	848,003	846,646	40,91	42,2	53,561	54,918	26,61	1				
361	362	1136,93412	1153,60144	PVC	8	208,37	41	16,31	34	0,00395	0,0644245	888,85	888,79	847,646	844,248	846,646	843,248	42,2	45,54	54,918	58,316	26,61	1				
362	363	1153,60144	1195,70981	PVC	8	208,37	41	42,07	34	0,00395	0,1661765	888,79	888,62	844,248	846,312	843,248	845,312	45,54	43,31	58,316	56,252	26,61	1				
363	364	1195,70981	1207,95429	PVC	8	208,37	41	12,22	34	0,0056	0,068432	888,62	888,55	846,312	845,584	845,312	844,584	43,31	43,97	56,252	56,98	26,61	1				
364	365	1207,95429	1215,73898	PVC	8	208,37	41	7,76	34	0,00394	0,0305744	888,55	888,52	845,584	845,009	844,584	844,009	43,97	44,51	56,98	57,555	26,61	1				
365	U91	1215,73898	1232,34249	PVC	6	160,04	41	16,06	31,5	0,02639	0,4238234	888,52	888,1	845,009	849,219	844,009	848,219	44,51	39,88	57,555	53,345	26,61	1,57				
U91	377	1232,34249	1258,00311	PVC	6	160,04	41	25,65	31	0,01203	0,3085695	888,1	887,79	849,219	848,539	848,219	847,539	39,88	40,25	53,345	54,025	26,61	1,54				
377	378	1258,00311	1273,4275	PVC	6	160,04	41	15,41	31	0,01203	0,1853823	887,79	887,6	848,539	847,678	847,539	846,678	40,25	40,93	54,025	54,886	26,61	1,54				
378	379	1273,4275	1297,14648	PVC	6	160,04	41	23,68	31	0,01407	0,3331776	887,6	887,27	847,678	848,865	846,678	847,865	40,93	39,41	54,886	53,699	26,61	1,54				
379	380	1297,14648	1323,46319	PVC	6	160,04	41	25,9	31	0,01202	0,311318	887,27	886,96	848,865	853,51	847,865	852,51	39,41	34,45	53,699	49,054	26,61	1,54				
380	381	1323,46319	1330,31111	PVC	6	160,04	41	6,84	31	0,01203	0,0822852	886,96	886,88	853,51	853,955	852,51	852,955	34,45	33,92	49,054	48,609	26,61	1,54				
381	382	1330,31111	1340,65191	PVC	6	160,04	41	10,21	31	0,01676	0,1711196	886,88	886,71	853,955	855,55	852,955	854,55	33,92	32,16	48,609	47,014	26,61	1,54				
382	U92	1340,65191	1357,69651	PVC	6	160,04	41	16,93	31	0,01203	0,2036679	886,71	886,5	855,55	857,594	854,55	856,594	32,16	29,91	47,014	44,97	26,61	1,54				
U92	383	1357,69651	1370,06876	PVC	6	160,04	41	12,29	30,5	0,01167	0,1434243	886,5	886,36	857,594	858,991	856,594	857,991	29,91	28,37	44,97	43,573	26,61	1,52				
383	384	1370,06876	1386,39816	PVC	6	160,04	41	16,29	30,5	0,01454	0,2368566	886,36	886,12	858,991	860,066	857,991	859,066	28,37	27,06	43,573	42,498	26,61	1,52				
384	385	1386,39816	1415,26449	PVC	6	160,04	41	28,87	30,5	0,01167	0,3369129	886,12	885,78	860,066	860,007	859,066	859,007	27,06	26,78	42,498	42,557	26,61	1,52				
385	386	1415,26449	1435,45964	PVC	6	160,04	41	20,18	30,5	0,01167	0,2355006	885,78	885,55	860,066	859,199	859,007	858,199	26,78	27,35	42,557	43,365	26,61	1,52				
386	387	1435,45964	1445,21481	PVC	6	160,04	41	9,75	30,5	0,01167	0,1137825	885,55	885,44	859,199	858,963	858,199	857,963	27,35	27,47	43,365	43,601	26,61	1,52				
387	392	1445,21481	1467,8763	PVC	6	160,04	41	22,63	30	0,01432	0,3240616	885,44	885,11	858,963	857,696	857,963	856,696	27,47	28,42	43,601	44,868	26,61	1,49				
392	393	1467,8763	1488,99822	PVC	6	160,04	41	21,1	30	0,01347	0,284217	885,11	884,83	857,696	856,755	856,696	855,755	28,42	29,07	44,868	45,809	26,61	1,49				
393	402	1488,99822	1502,2057	PVC	4	108,72	41	13,15	18,5	0,03963	0,5211345	884,83	884,31	856,755	855,435	855,755	854,435	29,07	29,87	45,809	47,129	26,61	1,99				
402	403	1502,2057	1516,7644	PVC	4	108,72	41	14,55	18,5	0,03039	0,4421745	884,31	883,86	855,435	855,024	854,435	854,024	29,87	29,84	47,129	47,54	26,61	1,99				
403	404	1516,7644	1524,32655	PVC	4	108,72	41	7,3	18,5	0,03041	0,221993	883,86	883,64	855,024	853,069	854,024	852,069	29,84	31,57	47,54	49,495	26,61	1,99				
404	405	1524,32655	1559,67493	PVC	4	108,72	41	32,7	18,5	0,03287	1,074849	883,64	882,57	853,069													

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel				
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			m	m	m	m
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL										
419	420	1671,36812	1674,62199	PVC	4	107,28	32,5	2,92	17,5	0,02926	0,0854392	879,15	879,07	816,118	814,662	815,118	813,662	64,03	65,41	86,446	87,902	29,95	1,94				
420	421	1674,62199	1677,67714	PVC	4	107,28	32,5	2,95	17,5	0,02926	0,086317	879,07	878,98	814,662	815,478	813,662	814,478	65,41	64,5	87,902	87,086	29,95	1,94				
421	422	1677,67714	1715,63808	PVC	4	107,28	32,5	37,41	17,5	0,02927	1,0949907	878,98	877,89	815,478	821,931	814,478	820,931	64,5	56,96	87,086	80,633	29,95	1,94				
422	423	1715,63808	1723,9616	PVC	4	107,28	32,5	7,59	17,5	0,02927	0,2221593	877,89	877,66	821,931	825,355	820,931	824,355	56,96	53,31	80,633	77,209	29,95	1,94				
423	424	1723,9616	1735,91338	PVC	4	107,28	32,5	11,85	17,5	0,02926	0,346731	877,66	877,32	825,355	826,886	824,355	825,886	53,31	51,43	77,209	75,678	29,95	1,94				
424	425	1735,91338	1758,81901	PVC	4	107,28	32,5	22,89	17,5	0,02927	0,6699903	877,32	876,65	826,886	826,182	825,886	825,182	51,43	51,47	75,678	76,382	29,95	1,94				
425	426	1758,81901	1765,23212	PVC	4	107,28	32,5	6,41	17,5	0,04118	0,2639638	876,65	876,38	826,182	825,848	825,182	824,848	51,47	51,54	76,382	76,716	29,95	1,94				
426	791	1765,23212	1782,311	PVC	4	107,28	32,5	17,08	17,5	0,02926	0,4997608	876,38	875,88	825,848	825,91	824,848	824,91	51,54	50,97	76,716	76,654	29,95	1,94				
791	427	1782,311	1790,65495	PVC	4	107,28	32,5	8,34	17,5	0,02927	0,2441118	875,88	875,64	825,91	826,045	824,91	825,045	50,97	50,59	76,654	76,519	29,95	1,94				
427	428	1790,65495	1791,80598	PVC	4	107,28	32,5	0,89	17,5	0,02926	0,0260414	875,64	875,61	826,045	825,317	825,045	824,317	50,59	51,3	76,519	77,247	29,95	1,94				
428	429	1791,80598	1793,00223	PVC	4	107,28	32,5	0,87	17,5	0,02925	0,0254475	875,61	875,59	825,317	826,137	824,317	825,137	51,3	50,45	77,247	76,427	29,95	1,94				
429	430	1793,00223	1808,02662	PVC	4	107,28	32,5	14,87	17,5	0,02927	0,4352449	875,59	875,15	826,137	823,988	825,137	822,988	50,45	52,16	76,427	78,576	29,95	1,94				
430	431	1808,02662	1814,83987	PVC	4	107,28	32,5	6,8	17,5	0,02927	0,199036	875,15	874,95	823,988	823,553	822,988	822,553	52,16	52,4	78,576	79,011	29,95	1,94				
431	432	1814,83987	1826,41196	PVC	4	107,28	32,5	11,55	17,5	0,02926	0,337953	874,95	874,62	823,553	824,414	822,553	823,414	52,4	51,2	79,011	78,15	29,95	1,94				
432	792	1826,41196	1840,9359	PVC	4	107,28	32,5	14,42	17,5	0,02927	0,4220734	874,62	874,19	824,414	826,12	823,414	825,12	51,2	49,07	78,15	76,444	29,95	1,94				
792	440	1840,9359	1870,49589	PVC	4	107,28	32,5	29,45	17	0,03141	0,9250245	874,19	873,27	826,12	823,588	825,12	822,588	49,07	50,68	76,444	78,976	29,95	1,88				
440	441	1870,49589	1885,86935	PVC	4	107,28	32,5	15,32	17	0,02774	0,4249768	873,27	872,84	823,588	822,251	822,588	821,251	50,68	51,59	78,976	80,313	29,95	1,88				
441	442	1885,86935	1904,63627	PVC	4	107,28	32,5	18,66	17	0,02774	0,5176284	872,84	872,33	822,251	820,305	821,251	819,305	51,59	53,02	80,313	82,259	29,95	1,88				
442	443	1904,63627	1908,61434	PVC	4	107,28	32,5	3,96	17	0,04593	0,1818828	872,33	872,14	820,305	819,9	819,305	818,9	53,02	53,24	82,259	82,664	29,95	1,88				
443	U39	1908,61434	1914,58496	PVC	4	107,28	32,5	5,9	17	0,02775	0,163725	872,14	871,98	819,9	818,955	818,9	817,955	53,24	54,03	82,664	83,609	29,95	1,88				
U39	455	1914,58496	1938,16962	PVC	4	107,28	32,5	23,47	15	0,02558	0,6003626	871,98	871,38	818,955	816,599	817,955	815,599	54,03	55,78	83,609	85,965	29,95	1,66				
455	456	1938,16962	1952,08958	PVC	4	105,52	26	13,69	15	0,02385	0,3265065	871,38	871,05	818,959	814,094	815,599	813,094	55,78	57,96	85,965	88,47	33,57	1,72				
456	457	1952,08958	1962,47639	PVC	4	105,52	26	10,21	15	0,02384	0,2434064	871,05	870,81	814,094	812,228	813,094	811,228	57,96	59,58	88,47	90,336	33,57	1,72				
457	458	1962,47639	1976,61962	PVC	4	105,52	26	13,73	15	0,02385	0,3274605	870,81	870,48	812,228	808,853	811,228	807,853	59,58	62,63	90,336	93,711	33,57	1,72				
458	476	1976,61962	2028,91272	PVC	4	105,52	26	51,38	13,5	0,02103	1,0805214	870,48	869,4	808,853	799,083	807,853	798,083	62,63	71,32	93,711	103,481	33,57	1,54				
476	475	2028,91272	2037,20325	PVC	4	105,52	26	8,17	13,5	0,02556	0,2088252	869,4	869,19	799,083	797,706	798,083	796,706	71,32	72,49	103,481	104,858	33,57	1,54				
475	474	2037,20325	2059,91152	PVC	4	105,52	26	22,24	13,5	0,01962	0,4363488	869,19	868,76	797,706	793,136	796,706	792,136	72,49	76,62	104,858	109,428	33,57	1,54				
474	473	2059,91152	2077,63165	PVC	4	103,42	21	17,29	13,5	0,02164	0,3741556	868,76	868,38	793,136	789,251	792,136	788,251	76,62	80,13	109,428	113,313	37,46	1,61				
473	472	2077,63165	2079,1581	PVC	4	103,42	21	0,66	13,5	0,02165	0,014289	868,38	868,37	789,251	787,87	788,251	786,87	80,13	81,5	113,313	114,694	37,46	1,61				
472	471	2079,1581	2080,54679	PVC	4	103,42	21	0,72	13,5	0,0216	0,015552	868,37	868,35	787,87	789,054	786,87	788,054	81,5	80,3	114,694	113,51	37,46	1,61				
471	470	2080,54679	2100,76392	PVC	4	103,42	21	20,05	13,5	0,02163	0,4336815	868,35	867,92	789,054	786,506	788,054	785,506	80,3	82,41	113,51	116,058	37,46	1,61				
470	459	2100,76392	2105,16534	PVC	4	103,42	21	4,4	13,5	0,02163	0,095172	867,92	867,82	786,506	786,237	785,506	785,237	82,41	82,59	116,058	116,327	37,46	1,61				
459	460	2105,16534	2125,14623	PVC	4	103,42	21	19,98	13,5	0,02164	0,4323672	867,82	867,39	786,237	785,996	785,237	784,996	82,59	82,4	116,327	116,568	37,46	1,61				
460	461	2125,14623	2144,49975	PVC	4	103,42	21	19,3	13,5	0,02163	0,417459	867,39	866,97	785,996	784,627	784,996	783,627	82,4	83,35	116,568	117,937	37,46	1,61				
461	462	2144,49975	2156,81657	PVC	4	103,42	21	12,31	13,5	0,02164	0,2663884	866,97	866,71	784,627	784,058	783,627	783,058	83,35	83,65	117,937	118,506	37,46	1,61				
462	463	2156,81657	2175,62961	PVC	4	103,42	21	18,75	13,5	0,02164	0,40575	866,71	866,3	784,058	782,592	783,058	781,592	83,65	84,71	118,506	119,972	37,46	1,61				
463	464	2175,62961	2183,67811	PVC	4	103,42	21	8,04	13,5	0,02163	0,1739052	866,3	866,13	782,592	782,248	781,592	781,248	84,71	84,88	119,972	120,316	37,46	1,61				
464	465	2183,67811	2188,83122	PVC	4	103,42	21	5,15	13,5	0,02163	0,1113945	866,13	866,02	782,248	782,181	781,248	781,181	84,88	84,84	120,316	120,383	37,46	1,61				
465	466	2188,83122	2201,18912	PVC	4	103,42	21	12,24	13,5	0,02164	0,2648736	866,02	865,75	782,181	783,879	781,181	782,879	84,84	82,87	120,383	118,685	37,46	1,61				
466	467	2201,18912	2223,74593	PVC	4	103,42	21	22,55	13,5	0,02163	0,4877565	865,75	865,26	783,879	783,014	782,879	782,014	82,87	83,25	118,685	119,55	37,46	1,61				
467	468	2223,74593	2232,79684	PVC	4	103,42	21	9,01	13,5	0,02163	0,1948863	865,26	865,07	783,014	782,196	782,014	781,196	83,25	83,87	119,55	120,368	37,46	1,61				
468	469	2232,79684	2406,60181	PVC	4	103,42	21	173,62	13,5	0,02194	3,8092228	865,07	861,26	782,196	774,231	781,196	773,231	83,87	88,03	120,368	128,333	37,46	1,61				
469	U41	2406,60181	2441,88086	PVC	4	103,42	21	35,28	13,5	0,02313	0,8160264	861,26	860,44	774,231	774,107	773,231	773,107	88,03	87,34	128,333	128,457	37,46	1,61				
U41	479	2441,88086	2457,97323	PVC	4	103,42	21	16,07	12	0,02127	0,3418089	860,44	860,1	774,107	774,955	773,107	773,955	87,34	86,15	128,457	127,609	37,46	1,43				
479	480	2457,97323	2473,50337	PVC	4	103,42	21	15,51	12	0,0174	0,269874	860,1	859,83	774,955	775,85	773,955	774,85	86,15	84,98	127,609	126,714	37,46	1,43				
480	481	2473,50337	2504,70963	PVC	4	103,42	21	31,19	12	0,0174	0,542706	859,83	859,29	775,85	777,005	774,85	776,005	84,98	83,29	126,714	125,559	37,46	1,43				
481	496	25																									

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel				
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			m	m	m	m
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL										
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)	m	m	lps	m/m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s				
U43	503	2614,74751	2620,19967	PVC	3	80,42	21	5,44	10	0,04225	0,22984	857,3	857,08	782,006	782,356	781,006	781,356	76,3	75,72	120,558	120,208	37,46	1,97				
503	504	2620,19967	2623,80172	PVC	3	80,42	21	3,53	10	0,04227	0,1492131	857,08	856,93	782,356	781,618	781,356	780,618	75,72	76,31	120,208	120,946	37,46	1,97				
504	505	2623,80172	2625,35664	PVC	3	80,42	21	1,45	10	0,04224	0,061248	856,93	856,86	781,618	782,181	780,618	781,181	76,31	75,68	120,946	120,383	37,46	1,97				
505	506	2625,35664	2645,6869	PVC	3	80,42	21	20,33	10	0,04225	0,8589425	856,86	856,01	782,181	782,596	781,181	781,596	75,68	74,41	120,383	119,968	37,46	1,97				
506	507	2645,6869	2657,37843	PVC	3	80,42	21	11,69	10	0,04225	0,4939025	856,01	855,51	782,596	782,234	781,596	781,234	74,41	74,28	119,968	120,33	37,46	1,97				
507	508	2657,37843	2681,41708	PVC	3	80,42	21	24,02	10	0,04226	1,0150852	855,51	854,5	782,234	783,128	781,234	782,128	74,28	72,37	120,33	119,436	37,46	1,97				
508	509	2681,41708	2692,40038	PVC	3	80,42	21	10,98	10	0,04945	0,542961	854,5	853,95	783,128	783,344	782,128	782,344	72,37	71,61	119,436	119,22	37,46	1,97				
509	510	2692,40038	2699,0901	PVC	3	80,42	21	6,68	10	0,04225	0,28223	853,95	853,67	783,344	783,62	782,344	782,62	71,61	71,05	119,22	118,944	37,46	1,97				
510	511	2699,0901	2706,06919	PVC	3	80,42	21	6,91	10	0,04226	0,2920166	853,67	853,38	783,62	782,628	782,62	781,628	71,05	71,75	118,944	119,936	37,46	1,97				
511	512	2706,06919	2720,41999	PVC	3	80,42	21	14,26	10	0,04225	0,602485	853,38	852,78	782,628	780,985	781,628	779,985	71,75	72,79	119,936	121,579	37,46	1,97				
512	513	2720,41999	2728,22802	PVC	3	80,42	21	7,78	10	0,05241	0,4077498	852,78	852,37	780,985	781,646	779,985	780,646	72,79	71,72	121,579	120,918	37,46	1,97				
513	514	2728,22802	2739,92292	PVC	3	80,42	21	11,7	10	0,04226	0,494442	852,37	851,87	781,646	781,646	780,646	780,646	71,72	71,23	120,918	120,919	37,46	1,97				
514	515	2739,92292	2748,99112	PVC	3	80,42	21	9,06	10	0,04226	0,3828756	851,87	851,49	781,646	781,147	780,646	780,147	71,23	71,35	120,919	121,417	37,46	1,97				
515	516	2748,99112	2755,63416	PVC	3	80,42	21	6,55	10	0,04225	0,2767375	851,49	851,22	781,147	780,07	780,147	779,07	71,35	72,15	121,417	122,494	37,46	1,97				
516	517	2755,63416	2774,88727	PVC	3	80,42	21	19,14	10	0,04225	0,808665	851,22	850,41	780,07	777,955	779,07	776,955	72,15	73,45	122,494	124,609	37,46	1,97				
517	518	2774,88727	2788,14145	PVC	3	80,42	21	13,25	10	0,04822	0,638915	850,41	849,77	777,955	778,257	776,955	777,257	73,45	72,51	124,609	124,307	37,46	1,97				
518	519	2788,14145	2794,38918	PVC	3	80,42	21	6,24	10	0,04225	0,26364	849,77	849,5	778,257	778,706	777,257	777,706	72,51	71,8	124,307	123,858	37,46	1,97				
519	520	2794,38918	2795,22864	PVC	3	80,42	21	0,66	10	0,04228	0,0279048	849,5	849,48	778,706	778,192	777,706	777,192	71,8	72,28	123,858	124,372	37,46	1,97				
520	521	2795,22864	2796,30394	PVC	3	80,42	21	0,87	10	0,04225	0,0367575	849,48	849,44	778,192	778,816	777,192	777,816	72,28	71,62	124,372	123,748	37,46	1,97				
521	522	2796,30394	2804,68783	PVC	3	80,42	21	8,37	10	0,04225	0,3536325	849,44	849,09	778,816	779,09	777,816	778,09	71,62	71	123,748	123,474	37,46	1,97				
522	523	2804,68783	2812,95142	PVC	3	80,42	21	8,25	10	0,04226	0,348645	849,09	848,74	779,09	778,627	778,09	777,627	71	71,11	123,474	123,937	37,46	1,97				
523	524	2812,95142	2822,00079	PVC	3	80,42	21	9	10	0,04226	0,380034	848,74	848,36	778,627	777,692	777,627	776,692	71,11	71,66	123,937	124,872	37,46	1,97				
524	525	2822,00079	2832,22836	PVC	3	80,42	21	10,18	10	0,05001	0,5091018	848,36	847,85	777,692	778,645	776,692	777,645	71,66	70,2	124,872	123,919	37,46	1,97				
525	526	2832,22836	2844,03807	PVC	3	80,42	21	11,75	10	0,04225	0,4964375	847,85	847,35	778,645	779,862	777,645	778,862	70,2	68,49	123,919	122,702	37,46	1,97				
526	527	2844,03807	2855,32482	PVC	3	80,42	21	11,28	10	0,04225	0,47658	847,35	846,87	779,862	780,252	778,862	779,252	68,49	67,62	122,702	122,312	37,46	1,97				
527	528	2855,32482	2863,03831	PVC	3	80,42	21	7,7	10	0,05252	0,404404	846,87	846,47	780,252	779,846	779,252	778,846	67,62	67,62	122,312	122,718	37,46	1,97				
528	529	2863,03831	2863,59958	PVC	3	80,42	21	0,51	10	0,04217	0,0215067	846,47	846,45	779,846	779,621	778,846	778,621	67,62	67,83	122,718	122,943	37,46	1,97				
529	530	2863,59958	2864,59308	PVC	3	80,42	21	0,96	10	0,04225	0,04056	846,45	846,41	779,621	779,9	778,621	778,9	67,83	67,51	122,943	122,664	37,46	1,97				
530	531	2864,59308	2870,0653	PVC	3	80,42	21	5,45	10	0,05675	0,3092875	846,41	846,1	779,9	780,299	778,9	779,299	67,51	66,8	122,664	122,265	37,46	1,97				
531	532	2870,0653	2879,02126	PVC	3	80,42	21	8,93	10	0,04226	0,3773818	846,1	845,72	780,299	780,959	779,299	779,959	66,8	65,76	122,265	121,605	37,46	1,97				
532	533	2879,02126	2890,56378	PVC	3	80,42	21	11,55	10	0,04226	0,488103	845,72	845,23	780,959	781,079	779,959	780,079	65,76	65,15	121,605	121,485	37,46	1,97				
533	534	2890,56378	2898,52375	PVC	3	80,42	21	7,95	10	0,04225	0,3358875	845,23	844,9	781,079	781,494	780,079	780,494	65,15	64,4	121,485	121,07	37,46	1,97				
534	535	2898,52375	2903,8286	PVC	3	80,42	21	4,65	10	0,05924	0,275466	844,9	844,62	781,494	784,033	780,494	783,033	64,4	61,59	121,07	118,531	37,46	1,97				
535	536	2903,8286	2905,71304	PVC	3	80,42	21	1,89	10	0,04225	0,0798525	844,62	844,54	784,033	784,156	783,033	783,156	61,59	61,39	118,531	118,408	37,46	1,97				
536	245	2905,71304	2935,11784	PVC	3	80,42	21	27,18	10	0,04516	1,2274488	844,54	843,31	784,156	795,369	783,156	794,369	61,39	48,95	118,408	107,195	37,46	1,97				
245	244	2935,11784	2947,94542	PVC	3	82,04	26	12,62	10	0,04412	0,5567944	843,31	842,76	795,369	797,713	794,369	796,713	48,95	46,04	107,195	104,851	33,57	1,89				
244	243	2947,94542	2959,26805	PVC	3	82,04	26	11,27	10	0,04481	0,5050087	842,76	842,25	797,713	798,708	796,713	797,708	46,04	44,54	104,851	103,856	33,57	1,89				
243	242	2959,26805	2976,94237	PVC	3	82,04	26	17,64	10	0,04248	0,7493472	842,25	841,5	798,708	799,894	797,708	798,894	44,54	42,61	103,856	102,67	33,57	1,89				
242	U44	2976,94237	2993,57943	PVC	3	82,04	26	16,63	10	0,03834	0,6375942	841,5	840,87	799,894	799,455	798,894	798,455	42,61	42,41	102,67	103,109	33,57	1,89				
U44	246	2993,57943	3007,27223	PVC	3	82,04	26	13,69	8	0,02536	0,3471784	840,87	840,52	799,455	799,473	798,455	798,473	42,41	42,05	103,109	103,091	33,57	1,51				
246	247	3007,27223	3179,34959	PVC	3	82,04	26	171,69	8	0,02536	4,3540584	840,52	836,16	799,473	787,891	798,473	786,891	42,05	49,27	103,091	114,673	33,57	1,51				
247	250	3179,34959	3190,86631	PVC	3	80,42	21	11,37	6,5	0,02343	0,2663991	836,16	835,9	787,891	786,091	786,891	785,091	49,27	50,81	114,673	116,473	37,46	1,28				
250	251	3190,86631	3212,1096	PVC	3	80,42	21	20,84	6,5	0,01903	0,3965852	835,9	835,5	786,091	781,937	785,091	780,937	50,81	54,66	116,473	120,627	37,46	1,28				
251	252	3212,1096	3227,67225	PVC	3	80,42	21	15,55	6,5	0,01903	0,2959165	835,5	835,21	781,937	781,46	780,937	780,46	54,66	54,75	120,627	121,104	37,46	1,28				
252	253	3227,67225	3270,1136	PVC	3	80,42	21	42,37	6,5	0,01982	0,8397734	835,21	834,37	781,46	779,042	780,46	778,042	54,75	56,32	121,104	123,522	37,46	1,28				
253	254	3270,1136	3296,11617	PVC	3	80,42	21	25,99	6,5	0,01903	0,4945897	834,37	833,87	779,042	778,34	778,042	777,34	56,32	56,53	123,522	124,224	37,46	1,28				
254	255	3296,11617	3310,6961	PVC	3	80,42	21	14,55	6,5	0,01903																	

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Pérdida de Energía (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTÁTICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	MATERIAL	Nominal (pul)	Interno (mm)	m	m	lps	m/m	m	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	m	m	m	m	m	m/s
261	262	3490,52454	3535,45597	PVC	3	80,42	21	44,73	5,5	0,01397	0,6248781	830,75	830,12	783,189	779,022	782,189	778,022	48,56	52,1	119,375	123,542	37,46	1,08
262	263	3535,45597	3571,39142	PVC	3	80,42	21	35,93	5,5	0,01463	0,5256559	830,12	829,6	779,022	778,429	778,022	777,429	52,1	52,17	123,542	124,135	37,46	1,08
263	264	3571,39142	3607,62896	PVC	3	80,42	21	36,22	5,5	0,01462	0,5295364	829,6	829,07	778,429	779,511	777,429	778,511	52,17	50,56	124,135	123,053	37,46	1,08
264	265	3607,62896	3637,29785	PVC	3	80,42	21	29,62	5,5	0,01397	0,4137914	829,07	828,65	779,511	781,274	778,511	780,274	50,56	48,38	123,053	121,29	37,46	1,08
265	266	3637,29785	3652,06673	PVC	3	80,42	21	14,7	5,5	0,01559	0,229173	828,65	828,43	781,274	782,645	780,274	781,645	48,38	46,78	121,29	119,919	37,46	1,08
266	267	3652,06673	3740,08381	PVC	3	80,42	21	87,33	5,5	0,01396	1,2191268	828,43	827,21	782,645	771,669	781,645	770,669	46,78	56,54	119,919	130,895	37,46	1,08
267	268	3740,08381	3757,39476	PVC	3	80,42	21	17,28	5,5	0,01535	0,265248	827,21	826,94	771,669	770,707	770,669	769,707	56,54	57,23	130,895	131,857	37,46	1,08
268	269	3757,39476	3782,88755	PVC	3	80,42	21	25,46	5,5	0,01397	0,3556762	826,94	826,59	770,707	772,023	769,707	771,023	57,23	55,56	131,857	130,541	37,46	1,08
269	270	3782,88755	3800,61181	PVC	3	80,42	21	17,69	5,5	0,01532	0,2710108	826,59	826,31	772,023	771,003	771,023	770,003	55,56	56,31	130,541	131,561	37,46	1,08
270	271	3800,61181	3813,34188	PVC	3	80,42	21	12,7	5,5	0,01584	0,201168	826,31	826,11	771,003	770,15	770,003	769,15	56,31	56,96	131,561	132,414	37,46	1,08
271	272	3813,34188	3826,1611	PVC	3	80,42	21	12,82	5,5	0,01397	0,1790954	826,11	825,93	770,15	770,499	769,15	769,499	56,96	56,44	132,414	132,065	37,46	1,08
272	273	3826,1611	3837,1886	PVC	3	80,42	21	11,02	5,5	0,01396	0,1538392	825,93	825,78	770,499	770,366	769,499	769,366	56,44	56,41	132,065	132,198	37,46	1,08
273	274	3837,1886	3863,19273	PVC	3	80,42	21	25,85	5,5	0,01489	0,3849065	825,78	825,4	770,366	773,182	769,366	772,182	56,41	53,21	132,198	129,382	37,46	1,08
274	275	3863,19273	3906,00991	PVC	3	80,42	21	42,8	5,5	0,01452	0,621456	825,4	824,77	773,182	772,182	772,182	773,012	53,21	51,76	132,382	128,552	37,46	1,08
275	276	3906,00991	3944,15117	PVC	3	80,42	21	38,04	5,5	0,01459	0,5550036	824,77	824,22	774,012	771,171	773,012	770,171	51,76	54,05	128,552	131,393	37,46	1,08
276	277	3944,15117	3966,65935	PVC	3	80,42	21	22,47	5,5	0,01397	0,3139059	824,22	823,9	771,171	769,847	770,171	768,847	54,05	55,06	131,393	132,717	37,46	1,08
277	U47	3966,65935	3992,68197	PVC	3	80,42	21	26	5,5	0,01396	0,36296	823,9	823,54	769,847	768,705	768,847	767,705	55,06	55,84	132,717	133,859	37,46	1,08
U47	288	3992,68197	4029,4109	PVC	2,5	66,07	21	36,72	2,5	0,00889	0,3264408	823,54	823,22	768,705	767,829	767,705	766,829	55,84	56,39	133,859	134,735	37,46	0,73
288	289	4029,4109	4056,46015	PVC	2,5	66,07	21	27,04	2,5	0,00845	0,228488	823,22	822,99	767,829	767,72	766,829	766,72	56,39	56,27	134,735	134,844	37,46	0,73
289	290	4056,46015	4075,21431	PVC	2,5	66,07	21	18,75	2,5	0,00902	0,169125	822,99	822,82	767,72	768,463	766,72	767,463	56,27	55,35	134,844	134,101	37,46	0,73
290	291	4075,21431	4088,8469	PVC	2,5	66,07	21	13,42	2,5	0,00845	0,113399	822,82	822,7	768,463	766,094	767,463	765,094	55,35	57,61	134,101	136,47	37,46	0,73
291	292	4088,8469	4111,918	PVC	2,5	66,07	21	22,67	2,5	0,00845	0,1915615	822,7	822,51	766,094	761,786	765,094	760,786	57,61	61,73	136,47	140,778	37,46	0,73
292	293	4111,918	4130,68247	PVC	3	75,74	13,5	18,58	2,5	0,00434	0,0806372	822,51	822,43	761,786	759,136	760,786	758,136	61,73	64,3	140,778	143,428	47,14	0,55
293	294	4130,68247	4153,30447	PVC	3	75,74	13,5	22,53	2,5	0,00434	0,0977802	822,43	822,33	759,136	757,12	758,136	756,12	64,3	66,21	143,428	145,444	47,14	0,55
294	295	4153,30447	4168,50608	PVC	3	75,74	13,5	14,89	2,5	0,00434	0,0646226	822,33	822,27	757,12	754,055	756,12	753,055	66,21	69,21	145,444	148,509	47,14	0,55
295	296	4168,50608	4224,17308	PVC	3	75,74	13,5	54,9	2,5	0,00446	0,244854	822,27	822,03	754,055	744,868	753,055	743,868	69,21	78,16	148,509	157,696	47,14	0,55
296	297	4224,17308	4261,71645	PVC	3	75,74	13,5	37,54	2,5	0,00451	0,1693054	822,03	821,86	744,868	744,907	743,868	743,907	78,16	77,95	157,696	157,657	47,14	0,55
297	298	4261,71645	4289,02741	PVC	3	75,74	13,5	27,31	2,5	0,00434	0,1185254	821,86	821,74	744,907	744,983	743,907	743,983	77,95	77,75	157,657	157,581	47,14	0,55
298	299	4289,02741	4328,05038	PVC	3	75,74	13,5	39,01	2,5	0,00434	0,1693034	821,74	821,57	744,983	744,22	743,983	743,22	77,75	78,35	157,581	158,344	47,14	0,55
299	300	4328,05038	4363,42601	PVC	3	75,74	13,5	35,38	2,5	0,00434	0,1535492	821,57	821,41	744,22	743,798	743,22	742,798	78,35	78,62	158,344	158,766	47,14	0,55
300	301	4363,42601	4384,23477	PVC	3	75,74	13,5	20,81	2,5	0,00434	0,0903154	821,41	821,32	743,798	743,896	742,798	742,896	78,62	78,43	158,766	158,668	47,14	0,55
301	302	4384,23477	4397,6273	PVC	3	75,74	13,5	13,38	2,5	0,00434	0,0580692	821,32	821,27	743,896	744,454	742,896	743,454	78,43	77,81	158,668	158,11	47,14	0,55
302	303	4397,6273	4405,8735	PVC	3	75,74	13,5	8,11	2,5	0,00512	0,0415232	821,27	821,22	744,454	745,939	743,454	744,939	77,81	76,29	158,11	156,625	47,14	0,55
303	304	4405,8735	4494,2679	PVC	3	75,74	13,5	88,19	2,5	0,00434	0,3827446	821,22	820,84	745,939	751,942	744,939	750,942	76,29	69,9	156,625	160,622	47,14	0,55
304	U49	4494,2679	4506,63384	PVC	2	51,38	13,5	12,31	2,5	0,02875	0,3539125	820,84	820,49	751,942	753,109	750,942	752,109	69,9	68,38	160,622	149,455	47,14	1,21
U49	305	4506,63384	4522,05868	PVC	2	51,38	13,5	15,4	2	0,02025	0,31185	820,49	820,18	753,109	754,053	752,109	753,053	68,38	67,12	149,455	148,511	47,14	0,96
305	306	4522,05868	4538,22609	PVC	2	51,38	13,5	16,02	2	0,01902	0,3047004	820,18	819,87	754,053	756,212	753,053	755,212	67,12	64,66	148,511	146,352	47,14	0,96
306	307	4538,22609	4551,79103	PVC	2	51,38	13,5	13,56	2	0,01902	0,2579112	819,87	819,61	756,212	756,78	755,212	755,78	64,66	63,83	146,352	145,784	47,14	0,96
307	308	4551,79103	4582,01746	PVC	2	51,38	13,5	29,83	2	0,01965	0,5861595	819,61	819,03	756,78	751,87	755,78	750,87	63,83	68,16	145,784	150,694	47,14	0,96
308	U51	4582,01746	4592,1474	PVC	2	51,38	13,5	10,12	2	0,02089	0,2114068	819,03	818,82	751,87	752,054	750,87	751,054	68,16	67,76	150,694	150,51	47,14	0,96
U51	323	4592,1474	4607,96338	PVC	1	28,48	13,5	14,75	1,5	0,19768	2,91578	818,82	815,9	752,054	746,351	751,054	745,351	67,76	70,55	150,51	156,213	47,14	2,35
323	324	4607,96338	4626,67674	PVC	1	28,48	13,5	18,27	1,5	0,19768	3,6116136	815,9	812,29	746,351	742,311	745,351	741,311	70,55	70,98	156,213	160,253	47,14	2,35
324	325	4626,67674	4648,89022	PVC	1	28,48	13,5	22,03	1,5	0,19768	4,3548904	812,29	807,93	742,311	739,5	741,311	738,5	70,98	69,43	160,253	163,064	47,14	2,35
325	326	4648,89022	4684,94583	PVC	1	28,48	13,5	34,57	1,5	0,20095	6,9468415	807,93	800,99	739,5	729,221	738,5	728,221	69,43	72,77	163,064	173,343	47,14	2,35
326	327	4684,94583	4726,96851	PVC	1	28,48	13,5	41,7	1,5	0,19768	8,243256	800,99	792,74	729,221	724,026	728,221	723,026	72,77	69,72	173,343	178,538	47,14	2,35
327	U53	4726,96851	4737,70475	PVC	1	28,48	13,5	10,45	1,5	0,19769	2,0658605	792,74	790,68	724,026	721,559	723,026	720,559	69,72	70,12	178,538	181,005	47,14	2,35
U53	329	4737,70475																					

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Perdida de Energia (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
336	337	4954,37292	4977,26295	PVC	1	28,48	13,5	21,98	0,5	0,02584	0,5679632	785,12	784,55	690,902	684,539	689,902	683,539	95,22	101,01	211,662	218,025	47,14	0,78
337	338	4977,26295	4998,55099	PVC	1	28,48	13,5	20,41	0,5	0,02584	0,5273944	784,55	784,02	684,539	678,463	683,539	677,463	101,01	106,56	218,025	224,101	47,14	0,78
338	U55	4998,55099	5025,47029	PVC	1	28,48	13,5	25,83	0,5	0,02633	0,6801039	784,02	783,34	678,463	670,874	677,463	669,874	106,56	113,47	224,101	231,69	47,14	0,78

RAMAL 5.1

NUDO		ABSCISA		CLASE TUB.	DIAMETRO		RDE	Longitud Tramo (L)	Caudal de Diseño (Q)	Friccion Unitaria (J)	Perdida de Energia (hf)	COTAS						PRESION DISPONIBLE		PRESION ESTATICA		Sobrepresion por Golpe de Ariete	Vel
												PIEZOMETRICA		TERRENO		TUBERIA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
U78	150	0	35,1120122	PVC	3	84,56	41	34,81	7	0,02118	0,14826	889,85	889,11	850,116	845,515	849,116	844,515	40,74	44,6	52,448	57,049	26,61	1,25
150	789	35,1120122	234,311995	PVC	3	83,42	32,5	197,84	7	0,01826	0,12782	889,11	885,5	845,515	822,231	844,515	821,231	44,6	64,27	57,049	80,333	29,95	1,28
789	152	234,311995	319,870313	PVC	3	83,42	32,5	85,12	7	0,01865	0,13055	885,5	883,91	822,231	813,637	821,231	812,637	64,27	71,28	80,333	88,927	29,95	1,28
152	U26	319,870313	365,293655	PVC	3	83,42	32,5	45,4	6	0,01454	0,08724	883,91	883,25	813,637	815,316	812,637	814,316	71,28	68,94	88,927	87,248	29,95	1,1
U26	153	365,293655	398,222198	PVC	3	83,42	32,5	32,93	5	0,01031	0,05155	883,25	882,91	815,316	815,309	814,316	814,309	68,94	68,61	87,248	87,255	29,95	0,91
153	154	398,222198	430,319089	PVC	3	83,42	32,5	32,07	5	0,01032	0,0516	882,91	882,58	815,309	813,924	814,309	812,924	68,61	69,66	87,255	88,64	29,95	0,91
154	U27	430,319089	537,116422	PVC	3	83,42	32,5	106,77	5	0,00979	0,04895	882,58	881,54	813,924	816,247	812,924	815,247	69,66	66,29	88,64	86,317	29,95	0,91
U27	162	537,116422	615,706007	PVC	2	55,7	26	78,3	3,5	0,03672	0,12852	881,54	878,66	816,247	809,535	815,247	808,535	66,29	70,13	86,317	93,029	33,57	1,44
162	163	615,706007	634,364769	PVC	2	55,7	26	18,65	3,5	0,03844	0,13454	878,66	877,95	809,535	809,021	808,535	808,021	70,13	69,92	93,029	93,543	33,57	1,44
163	164	634,364769	669,595637	PVC	2	55,7	26	35,23	3,5	0,03618	0,12663	877,95	876,67	809,021	808,544	808,021	807,544	69,92	69,13	93,543	94,02	33,57	1,44
164	155	669,595637	705,478183	PVC	2	55,7	26	35,69	3,5	0,03618	0,12663	876,67	875,38	808,544	804,788	807,544	803,788	69,13	71,59	94,02	97,776	33,57	1,44
155	156	705,478183	736,572387	PVC	2	55,7	26	31,01	3,5	0,03618	0,12663	875,38	874,26	804,788	802,627	803,788	801,627	71,59	72,63	97,776	99,937	33,57	1,44
156	U29	736,572387	752,71484	PVC	2	55,7	26	16,12	3,5	0,03618	0,12663	874,26	873,67	802,627	801,69	801,627	800,69	72,63	72,98	99,937	100,874	33,57	1,44
U29	157	752,71484	777,011927	PVC	2	55,7	26	24,25	2	0,0134	0,0268	873,67	873,35	801,69	800,106	800,69	799,106	72,98	74,24	100,874	102,458	33,57	0,82
157	158	777,011927	808,416049	PVC	2	55,7	26	31,2	2	0,01328	0,02656	873,35	872,94	800,106	796,626	799,106	795,626	74,24	77,31	102,458	105,938	33,57	0,82
158	U52	808,416049	847,057394	PVC	2	55,7	26	38,45	2	0,01319	0,02638	872,94	872,43	796,626	792,771	795,626	791,771	77,31	80,66	105,938	109,793	33,57	0,82
U52	161	847,057394	998,459789	PVC	1	30,2	21	151,15	1	0,07011	0,07011	872,43	861,83	792,771	783,878	791,771	782,878	80,66	78,95	109,793	118,686	37,46	1,4
161	160	998,459789	1017,72428	PVC	1	30,2	21	19,22	1	0,07011	0,07011	861,83	860,48	783,878	782,552	782,878	781,552	78,95	78,93	118,686	120,012	37,46	1,4
160	159	1017,72428	1039,01567	PVC	1	30,2	21	21,26	1	0,07011	0,07011	860,48	858,99	782,552	781,348	781,552	780,348	78,93	78,65	120,012	121,216	37,46	1,4
159	U30	1039,01567	1058,51495	PVC	1	30,2	21	19,42	1	0,07011	0,07011	858,99	857,63	781,348	779,559	780,348	778,559	78,65	79,07	121,216	123,005	37,46	1,4

ANEXO 6. RESOLUCIÓN DE CONCESIÓN DE AGUAS

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISOS	Código: F-CAM-110
		Versión: 2
		Fecha: 10 Dic 07

RESOLUCION No. 1064
(La Plata – Huila, 11 de Mayo de 2011)

POR LA CUAL SE OTORGA UN PERMISO DE CONCESION DE AGUAS SUPERFICIALES

El Director Territorial Occidente de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena - CAM- en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la ley 99 de 1993 y la Resolución 434 del 4 de Abril de 2005 y

CONSIDERANDO

Mediante Radicado CAM – DTO 9109 de 02 de marzo de 2011, el señor TITO POLANIA FIERRO identificado con cédula de ciudadanía No. 4.902.529 de Garzón (Huila), actuando como Representante Legal de la ASOCIACIÓN DE USUARIOS DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA USOPACARNI MUNICIPIO DE TESALIA, solicitó la Concesión de Aguas de la fuente hídrica quebrada El Aguacate para beneficio del distrito de riego, y ser destinado a riego de cultivos de Cacao y pastos.

El día 04 de marzo de 2011 se expide Auto de Inicio de Trámite y Aviso, notificado el 14 de abril de 2011. Se realizó el pago de los derechos de evaluación y seguimiento el día 14 de abril de 2011, mediante oficio DTO- 099 de 04 de Marzo de 2011, se solicitó publicación de Aviso en cartelera de la Alcaldía de Tesalia. El Aviso fue publicado en cartelera de la CAM con fecha de fijado de 15 de abril de 2011 y desfijado el 02 de mayo de 2011; constancia de publicación de 03 de mayo de 2011. En la cartelera de la alcaldía de Tesalia con fecha de fijado 15 de abril y desfijado el 05 de mayo de 2011, con constancia secretarial de 05 de mayo de 2011.

OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO Y UBICACIÓN

De acuerdo con los autos que anteceden y conforme a lo establecido en el Decreto reglamentario 1541 del 1978, el día 25 de febrero de 2009 se practicó visita de inspección ocular con el objeto de analizar la solicitud del señor TITO POLANIA FIERRO identificado con cédula de ciudadanía No. 4.902.529 de Garzón (Huila), actuando como representante Legal de la ASOCIACIÓN DE USUARIOS DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA USOPACARNI, a fin evaluar la solicitud de concesión de aguas.

La fuente de abastecimiento del sistema de captación corresponde al a quebrada El Aguacate, el cual se deriva mediante bocatoma lateral. El uso del suelo de esta zona corresponde principalmente a la ganadería y cultivos de pancoger y drenajes.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISOS	Código: F-CAM-110
		Versión: 2
		Fecha: 10 Dic 07

con bosques de galería y sus nacimientos muy intervenidos por la ampliación de los terrenos para uso agropecuario.

Para llegar al sitio donde se está construyendo el sistema de captación, se sigue por la vía que de El Centro Poblado de Pacarní conduce a la vereda El Cedro del Municipio de Iquira.

SISTEMA DE CAPTACIÓN, USUARIOS Y AFOROS DE LA FUENTE

Se tiene proyectado realizar el sistema de captación sobre la margen izquierda de la Quebrada El Aguacate en las coordenada X=1152021.474 y Y=782882.315 a 805 m.s.n.m; consiste en bocatoma lateral con muro de encauzamiento, con cajilla de derivación y aletas aguas arriba y abajo que garantiza el nivel de agua necesario a la captación, entregada en tubería al desarenador, para su posterior conducción mediante ducto al sitio de los sembrados para ser destinado a los diferentes usos.

AFOROS DE LA FUENTE

La Quebrada El Aguacate cuenta con un caudal aproximado de 645 Lts/seg aproximadamente.

REQUERIMIENTOS DE AGUA

Considerando los requerimientos de agua para riego de cacao y pastos y su exigencia en la densidad de siembra y alto porcentaje de recambio de acuerdo a lo solicitado se tiene la siguiente demanda de agua:

USOS	CANT	MODULO	Caudal (lts/seg)
Riego de Cacao	91 Has	0.5 Lit/seg/Ha	45.5
Riego de pastos	110 Has	0.5 Lit/seg/Ha	55
TOTAL REQUERIDO			100.5

RESTITUCIÓN DE SOBRANTE

Los sobrantes o descoles van a dar a los mismos drenajes naturales afluentes de la Quebrada La Plata.

PERJUICIOS A TERCEROS

El proyecto no repercute ni perjudica a terceros. Sin embargo se hace claridad que en el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por las obras de conducción, transporte y/o entrega final, es responsabilidad del

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISOS	Código: F-CAM-110
		Versión: 2
		Fecha: 10 Dic 07

señor TITO POLANIA FIERRO identificado con cédula de ciudadanía No. 4.902.529 de Garzón, en calidad de representante Legal de la ASOCIACIÓN DE USUARIOS DE DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA USOPACARNI, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que el incumplimiento de las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.

SERVIDUMBRE

Los permisos de servidumbre correrán por cuenta del interesado. La concesión de aguas no implica la adjudicación de permisos de servidumbre según lo contemplado en el Decreto 1541 de 1978.

OPOSICIONES

De acuerdo a publicación de AVISO publicado en cartelera de la CAM con fecha de fijado de 03 de mayo de 2011 y en la cartelera de la alcaldía de Tesalia con fecha de fijado 15 de abril y desfijado el 05 de mayo de 2011, con constancia secretarial de 05 de mayo de 2011, no se presentaron oposiciones.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: Otorgar la Concesión de Aguas Superficiales de la fuente hídrica Quebrada El Aguacate, a nombre del señor TITO POLANIA FIERRO identificado con cédula de ciudadanía No. 4.902.529 de Garzón (Huila), actuando como representante Legal de la ASOCIACIÓN DE USUARIOS DISTRITO DE ADECUACIÓN DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA USOPACARNI MUNICIPIO DE TESALIA, para beneficio del distrito de riego, para ser destinado al riego de cacao y pastos, en una cantidad total de **100.5 Lit/seg**, distribuidos así:

USOS	CANT	MODULO	Caudal (Its/seg)
Riego de Cacao	91 Has	0.5 Lit/seg/Ha	45.5
Riego de pastos	110 Has	0.5 Lit/seg/Ha	55
TOTAL REQUERIDO			100.5

ARTÍCULO SEGUNDO: El presente permiso de concesión de aguas se otorga por un término de **treinta (30) años**. Se realizará una vista anual de seguimiento al Permiso de concesión de aguas otorgada.

ARTÍCULO TERCERO: El Beneficiario del presente Permiso de Concesión de Aguas, deberá promover el cumplimiento a la legislación de la Ley 373 del 6 de Julio de 1997, en lo referido al uso eficiente del recurso hídrico, para lo cual se

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISOS	Código: F-GAM-118
		Versión: 2
		Fecha: 10 Dic 07

obligará implementar y poner en funcionamiento un programa de uso eficiente y ahorro del agua, en lo relacionado con la reducción de pérdidas por infiltraciones, evaporaciones, fugas en tuberías, flotadores y llaves terminallos.

ARTÍCULO CUARTO: El suministro de aguas para satisfacer concesiones está sujeto a la disponibilidad del recurso, por tanto, el Estado no es responsable cuando por causas naturales no pueda garantizar el caudal concedido. La precedencia cronológica en las concesiones no otorga prioridad, y en casos de escasez todas serán abastecidas a prorrata o por turnos, conforme al Artículo 122 del decreto 1541 de 1978.

ARTÍCULO QUINTO: La Dirección Territorial Occidente realizará visita de seguimiento al permiso otorgado en un periodo de un (1) año, contados a partir de la fecha de otorgamiento del permiso, donde se evaluará el requerimiento de una nueva visita.

ARTÍCULO SEXTO: La Corporación se reserva la facultad de revisar, modificar o revocar en cualquier momento la Concesión de Aguas concedida cuando encuentre variación en sus caudales o acorde a la conveniencia pública.

ARTÍCULO SÉPTIMO: El Beneficiario deberá dar cumplimiento a los artículos 37, 38 y 39 del Decreto 1594 de 1984 y demás Normas establecidas para cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano descritas en la Resolución No. 2115 de 2007 por la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano y con todo lo establecido en la normatividad ambiental.

ARTÍCULO OCTAVO: El Beneficiario de la concesión de aguas, deberá dar cumplimiento a la legislación de la Ley 373 del 6 de junio de 1997, en lo referido al uso eficiente del recurso hídrico, para lo cual se obligarán a implementar y poner en funcionamiento un programa de uso eficiente y ahorro del agua, el cual deberá ser aprobado por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y deberá tener como mínimo lo siguiente: Reducción de pérdidas por infiltraciones, evaporaciones, fugas en tuberías y manejo incorrecto de estructuras de control de caudal, realizar y ejecutar un programa de macro medición en la estructuras de captación monitoreando de manera permanente estos sistemas.

ARTÍCULO NOVENO: La presente Concesión de aguas no implica el establecimiento de la servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubique las obras de captación, control y conducción, tanques de almacenamiento, la constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el interesado de acuerdo a lo preceptado en el Decreto 1541/78.

	RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISOS	Código: F-CAM-110
		Versión: 2
		Fecha: 10 Dic 07

ARTICULO DECIMO: La concesión de aguas otorgada dará lugar al cobro de las tasas por concepto de uso, control y vigilancia del recurso hídrico, los cuales serán destinados al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos.

ARTICULO UNDECIMO: Las indemnizaciones a que haya lugar por el ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se regirán por las disposiciones del código civil y de procedimiento civil.

ARTICULO DUODECIMO: El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009 previo proceso sancionatorio adelantado por la Entidad ambiental.

ARTICULO DECIMOTERCERO: Notificar en los términos del Artículo 44 y siguientes del decreto 001 de 1984, el contenido de la presente Resolución al concesionario, indicándoles que contra ésta procede el recurso de reposición dentro de los cinco (5) días siguientes a su notificación.

ARTÍCULO DECIMOCUARTO: La presente resolución rige a partir de su publicación en la Gaceta Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

PARAGRAFO.- Los costos de publicación serán cancelados por la beneficiaria, dentro de los (10) diez días siguientes a su notificación y que acreditará mediante la presentación del recibo de pago.

NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE


Ing. CAMILO OSPINA MARTINEZ
 Director Territorial Occidente

Expediente No. DTO 3-10-2011,
 Proyecto: 08-00000000

ANEXO 7. PLANOS