

**ELABORACION DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR SECCIONES  
DE CANALES TIPO Y CANALETA PARSHALL EN PROYECTOS DE  
IRRIGACION. CASO: DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE  
CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

**JOHAN FERNANDO BARRERO URUEÑA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
NEIVA  
2007**

**ELABORACION DE SOFTWARE PARA DISEÑAR Y EVALUAR SECCIONES  
DE CANALES TIPO Y CANALETA PARSHALL EN PROYECTOS DE  
IRRIGACION. CASO: DISTRITO DE RIEGO RIO NEIVA, MUNICIPIO DE  
CAMPOALEGRE, DEPARTAMENTO DEL HUILA.**

**JOHAN FERNANDO BARRERO URUEÑA**

Trabajo presentado como requisito para optar al título de  
**INGENIERO AGRICOLA**

Director  
**MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO**  
Ingeniero Agrícola  
Especialista en Ingeniería de Irrigación

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA  
NEIVA  
2007**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Director

Neiva, octubre de 2007

## DEDICATORIA

*Dedico este gran triunfo a DIOS, por darme los mejores padres del mundo a quienes agradeceré toda la vida por su cariño, por su apoyo, y por la manera como me han enseñado a vivir la vida.*

*“No me alcanzará la propia vida para quererlos”  
Fernando y Janet GRACIAS.*

*A mi hermana TANIA, mis abuelos ALFONOS, RUTH Y BLANCA que desde el cielo me guían y a mi abuelo ENRIQUE.*

*Sin duda alguna a toda mi Familia: Urueña, Barrero, Valencia, Bonilla, Delvasto, Serna, Moya, quienes me quieren como a un Hijo. Muy especialmente a mi Tía NORMA.*

*También dedico este logro a Diana (Gracias por tu ayuda) y por supuesto a mis Parceritos del alma ROOSEVELT Y PEDRO a quienes siempre llevaré en mi corazón. A Juan Pablo y a Yesi, gracias por aguantarme en campoalegre. John Jordan, Diego Olaya, Tuto, familia Charry Valderrama y Familia Martinez Romero.*

*Johan Fernando*

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO, Ingeniero Agrícola, Especialista en ingeniería de irrigación, Profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del Proyecto, por su orientación, consejos y acompañamiento.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ingeniero Agrícola, M.Sc., Doctor. Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría.

JAIME IZQUIERDO BAUTISTA, Ingeniero Agrícola, Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su asesoría.

GILBERTO ÁLVAREZ LINÁRES, Topógrafo, Especialista en Irrigación, Administrador de Empresas, Profesor de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo moral.

FABIO SALINAS, Ingeniero Agrónomo, Profesor Universidad Surcolombiana, por su amistad y sus asesorías en este proyecto.

JUAN PABLO VILLEGAS RAMOS, Ingeniero Agrícola, Jefe del área Topografía, Cartografía e Informática del Convenio 238, por compartir sus conocimientos incondicionalmente y su permanente asesoría.

YESINITH CERQUERA BAHAMON, Ingeniera Agrícola, Jefe del área Socioeconómica y Suelos del Convenio 238, por su **inmensa colaboración** y acompañamiento de principio a fin y por el ánimo que inyectó al grupo para hacer realidad este proyecto.

HILDA JAZMIN RODRIGUEZ, Ingeniera Agrícola, Ingeniera Residente, por su orientación.

GLADIS QUINO, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola, por su Colaboración.

Agradecimiento a la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA, por su oportunidad y confianza depositada para la ejecución de este proyecto.

Agradecimiento especial a los guías de campo (Vacalao) por su valiosa colaboración y a todos los usuarios del distrito de Rio Neiva por su acogida.

# CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>15</b>
<b>PALABRAS CLAVES</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>19</b>
<b>1.1. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>1.2. CANAL TIPO</b>	<b>21</b>
1.2.1. Antecedentes	21
1.2.2. Canales	24
1.2.3. Geometría de Canal	24
1.2.3.1 Elementos Geométricos de una Sección de Canal	25
<b>1.3. PARSHALL</b>	<b>25</b>
1.3.1 Antecedentes	25
1.3.2 Canaletas Parshall	26
1.3.3 Descripción de la Estructura	26
1.3.4 Ventajas y Desventajas	28
<b>2. LOCALIZACION DEL PROYECTO</b>	<b>30</b>
<b>3. METODOLOGÍA</b>	<b>32</b>
<b>3.1. SOFTWARE</b>	<b>32</b>
3.1.1. Canal Tipo	34
3.1.2. Parshall	36
<b>3.2. DISEÑO DE ESTRUCTURA HIDRÁULICAS</b>	<b>38</b>
3.2.1. Canales Tipo	39
3.2.2. Canaleta Parshall	39
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>40</b>
<b>4.1. SOFTWARE</b>	<b>40</b>
4.1.1. Canal tipo (J.F.Kanales V.1.1.0)	40
4.1.1.1 Inicio	40
4.1.1.2 Configuración Regional	41
4.1.1.3 Ventana Principal	41
4.1.2. Aforador Parshall (J.F.Parshall V.1.1.0)	48
4.1.2.1 Inicio	48
4.1.2.2 Configuración Regional	49
4.1.2.3 Ventana Principal	50
4.1.2.3.1 Barra de Menú	50
4.1.2.3 Ventana Calibración	55
<b>4.2. Diseño de Estructuras Hidráulicas</b>	<b>56</b>

4.2.1. Canal Tipo	56
4.2.1.1 Memorias técnicas	56
4.2.1.2 Memorias de cálculo	61
4.2.1.3 Presupuestos	63
4.2.2. Parshall	65
4.2.2.1 Memorias técnicas	65
4.2.2.2 Memorias de cálculo	68
4.2.2.3 Presupuestos	69
<b>4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SIG</b>	<b>71</b>
4.3.1. Área cartografía.	71
4.3.2. Área Topografía	74
4.3.3. Área SIG	74
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>90</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>91</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>

## LISTA DE CUADROS

<b><i>Cuadro 1. Uso de Controles</i></b> _____	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<b><i>Cuadro 2. Informacion y fuentes de suministro</i></b> _____	<b>71</b>
<b><i>Cuadro 3. Determinación del error planimétrico.</i></b> _____	<b>73</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1. Elementos Geométricos de Secciones de Canal</b>	<b>95</b>
<b>Tabla 2. Pendientes laterales aconsejables para canales dependiendo del material de construcción. Lemos R.A</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 3. Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación</b>	<b>96</b>
<b>Tabla 4. Velocidades máximas permisibles recomendadas por Fortier y Scobey y los valores correspondientes de fuerza tractiva unitaria convertidos por el U. S. Bureau of Reclamation (para canales rectos de pendiente pequeña, después de envejecimiento)</b>	<b>97</b>
<b>Tabla 5. Valores del coeficiente de rugosidad <math>n</math> (Canales Revestidos o desarmables)</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 6. Valores del coeficiente de rugosidad <math>n</math> (Canales Excavado o Dragado)</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 7. Tabla Consolidada Final (Talud, Rugosidad y Velocidades Permisibles)</b>	<b>99</b>
<b>Tabla 8. Dimensiones y capacidades de las canaletas de Medición Parshall, para varios anchos de garganta <math>W</math></b>	<b>100</b>
<b>Tabla 9. Ecuaciones de Calibración para la Canaleta Parshall.</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 10. Máximo porcentaje de relación entre lecturas <math>H_a</math> y <math>H_b</math> para determinar flujo Libre o Sumergido</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 11. Factores de corrección</b>	<b>101</b>

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Presentación HCANALES (VERSION 3)</i>	22
<i>Figura 2. Presentación HiCalc (V1.5.1)</i>	22
<i>Figura 3. Icono FLOW PRO 2.1</i>	23
<i>Figura 4. Interfaz Prosoft Apps Copyright 1996 – 2007</i>	23
<i>Figura 5. Vista de Planta y Elevación, del medidor Parshall, se representan las dimensiones con letras</i>	27
<i>Figura 6. Localización General del Proyecto</i>	30
<i>Figura 8. Diagrama de Flujo Global de operación del programa J.F.KANALES V.1.1.0</i>	36
<i>Figura 9. Diagrama de Flujo Global de operación del programa J.F.PARSHALL V.1.1.0</i>	38
<i>Figura 10. Imagen de presentación de J.F.Kanales V 1.1.0</i>	40
<i>Figura 11. Boton Configuracion Regional</i>	41
<i>Figura 12. Ventana Principal J.F.KANALES V.1.1.0</i>	42
<i>Figura 13. Barra de menú</i>	42
<i>Figura 14. Archivo (Barra de Menú)</i>	42
<i>Figura 15. Generalidades (Barra de Menú)</i>	43
<i>Figura 16. Licencia (Barra de Menú)</i>	43
<i>Figura 17. Ayuda (Barra de Menú)</i>	43
<i>Figura 18. Acerca de (Barra de Menú)</i>	44
<i>Figura 19. Ingreso de Datos (Revestido)</i>	44
<i>Figura 20. Observaciones del Cálculo (Revestido)</i>	45
<i>Figura 21. Dimensiones Encontradas (Revestido)</i>	45
<i>Figura 22. Informacion Adicional (Revestido)</i>	45
<i>Figura 23. Esquema en donde se ubican las Dimensiones (Revestido)</i>	46
<i>Figura 24. Ingreso de Datos (NO Revestido)</i>	46
<i>Figura 25. Observaciones del Calculo</i>	47
<i>Figura 26. Dibujo dimensionado en Autocad 2004 ®</i>	47
<i>Figura 27. Boton Guardar</i>	47
<i>Figura 28. Ventana Guardar Como</i>	48

<b>Figura 29. Boton Limpiar</b>	<b>48</b>
<b>Figura 30. Imagen de Presentacion de J.F.PARSHALL V.1.1.0</b>	<b>49</b>
<b>Figura 31. Boton Configuracion Regional</b>	<b>49</b>
<b>Figura 32. Ventana Principal J.F.PARSHALL V.1.1.0</b>	<b>50</b>
<b>Figura 33. Barra de Menú</b>	<b>51</b>
<b>Figura 34. Archivo (Barra de Menú)</b>	<b>51</b>
<b>Figura 35. Generalidades (Barra de Menu)</b>	<b>51</b>
<b>Figura 36. Licencia (Barra de Menu)</b>	<b>51</b>
<b>Figura 37. Ayuda (Barra de Menu)</b>	<b>52</b>
<b>Figura 38. Acerca de (Barra de Menú)</b>	<b>52</b>
<b>Figura 39. Ingreso de Datos</b>	<b>52</b>
<b>Figura 40. Dimensiones Encontradas</b>	<b>53</b>
<b>Figura 41. Esquema en donde se ubican las Dimensiones</b>	<b>53</b>
<b>Figura 42. Dibujo Dimensionado en Autocad 2004<sup>®</sup></b>	<b>54</b>
<b>Figura 43. Ventana Guardar Como</b>	<b>54</b>
<b>Figura 44. Boton Limpiar</b>	<b>55</b>
<b>Figura 45. Botones de Distancia de Calibracion en la Reglilla (Ventana Calibración)</b>	<b>55</b>
<b>Figura 46. Resultados de la Calibracion (Ventana Calibracion)</b>	<b>56</b>
<b>Figura 47. Esquema relacional de la base de datos</b>	<b>75</b>
<b>Figura 48. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto</b>	<b>86</b>
<b>Figura 49. Red de conduccion y distribución</b>	<b>87</b>
<b>Figura 50. Estructura de carpetas y archivos</b>	<b>88</b>
<b>Figura 51. Metadatos de la base cartográfica predial RN 238</b>	<b>89</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A. TABLAS</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO B. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y TUTORIALES</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO C. PLANOS DISEÑO ESTRUTURAS HIDRAULICAS</b>	<b>103</b>
<b>ANEXO D. ARCHIVO FOTOGRAFICO</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO E. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEL AREA DE ESTUDIO</b>	<b>108</b>

## RESUMEN

Durante la ejecución de la pasantía enmarcada en el convenio interadministrativo Usco-Cam No. 238 denominado “**REVISIÓN DE LA REGLAMENTACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA LOCAL DE ADMINISTRACION DEL RECURSO HIDRICO, SILARH; CORRIENTE RÍO NEIVA MPIO CAMPOALEGRE, DPTO HUILA**” se realizó un paquete informático para diseñar dos estructuras hidráulicas tipo; partidores de caudal y bocatomas, cada una con su respectivo software, son programas independientes que responden a los nombres de: PCaudal V1.1 (diseña partidores de caudales a través de cuchillas) y BTTipo V1.0 (diseña bocatomas tipo para cauces inestables).

Los softwars cuentan con una interfaz sencilla, simple, confiable y novedosa; es de resaltar que requieren muy poca intervención del usuario, manejan una menor cantidad de datos en pantalla y los resultados se presentan de una manera clara y concisa. También presenta acceso inmediato durante la ejecución del programa a las ayudas externas como tutoriales (Flash), videos (wmv) y ventanas que explican detalladamente los componentes del software y se puede aprender a diseñar paso a paso cada estructura con la facilidad del multimedia.

Los resultados se guardan y presentan de dos maneras: primero como texto para ser utilizados como memoria de cálculo y como formato gráfico con las eficaces herramientas que ofrece el Autocad 2004 para materializar los números en un plano con medidas a escala.

Para definir la metodología de diseño empleada se contó con la asistencia de profesores de la Universidad Surcolombiana, y una gran revisión a nivel bibliográfico en medios magnéticos y físicos para garantizar la calidad de la información y de los cálculos utilizados.

La creación de este paquete informático, no es simplemente un software para diseñar; se creó con el propósito de ayudar a resolver una problemática social de los usuarios de la corriente Rio Neiva, y de paso contribuir con el desarrollo del departamento.

Los estudios previos que son la base de estos programas y en los cuales se tuvo participación también están enmarcados en el convenio mencionado y pueden ser consultados en la oficina de la Dirección del Convenio 238 en la Universidad Surcolombiana o en la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) sede Neiva; en este documento se presenta el resumen de los resultados de Topografía, Cartografía, SIG y Base de Datos en los cuales se participó activamente y en los anexos una tabla resumen de las características más importantes de los suelos de la zona, en el cual se colaboró en la toma de muestras y pruebas de campo.

Además, se incluye el diseño de 10 obras tipo seleccionadas por los usuarios, mediante aplicación de los softwars elaborados (cinco estructuras con cada programa) con sus respectivos presupuestos, planos y fotografías del sitio de proyección de las mismas.

## SUMMARY

During the execution of the internship framed in the agreement inter – administrative Usco-Cam No. 238 denominated **“REVISION OF THE REGULATION AND IMPLEMENTATION OF THE LOCAL SYSTEM OF ADMINISTRATION OF THE RESOURCE HIDRICO, SILARH. STREAM RIVER NEIVA MPIO CAMPOALEGRE, DPTO HUILA”** was carried out a computer package to design two structures hydraulic type; flow distributors and intakes, each one with their respective software, they are independent software denominated: PCaudal V1.1 (it designs distributors of flows) and BTTipo V1.0 (it designs intakes type for unstable beds).

The program contains a friendly, powerful and newly interface, it stands out a minimum intervention by the user, a smaller quantity of data in screen and the clarity like the results appear. Also, and not less important, it is the immediate access during the execution of the program to the external helps as tutorials (Flash), videos (wmv) and windows that explain the components of the software, and be able to learn to design step to step each structure by easiness of the multimedia.

The results store in two ways: 1. as text to be used as calculation memory and 2. As vectorial graphic format of AutoCAD.

To define the design methodology used it was had the attendance of professors of the University Surcolombiana, and a great investigation carried out at bibliographical level in magnetic means and physiques to be able to guarantee the quality of the information and of the used calculations. In the bibliography it is related some of the consulted texts.

The creation of this computer package, is not simply software to design; was made in order to solve a social problem in the community of the Rio Neiva, and to contribute in development of the department.

The previous studies were the base of these software included in order to showing the activities developed by the student; the reports can be consulted in the manager office’s agreement 238 in University Surcolombiana or CAM’s offices; in this document it’s presented the summaries and results of Topography, Cartography, GIS and Data Base, and the annexes there is a summary table with the most important features of the soils into area of study.

Finally, were included the design of 10 structures type selected by the users, designed using the software, with its respective budgets, planes and pictures of the place of projection of the same ones.

## PALABRAS CLAVES

**BYPASS:** Canal que se ubica a un costado del desarenador, para facilitar el paso directo del agua.

**CUCHILLA:** Lamina de acero inoxidable, cuya función principal es el de partir el caudal base, generalmente se utiliza lamina C-10.

**FRAME:** Es un control de Visual Basic que agrupa otros controles y que además permite subdividir un formulario funcionalmente.

**FUSIBLE:** Obra de encausamiento artesanal, para zona de caudales inestables.

**INTERFAZ:** Punto en el que se establece una conexión entre dos elementos, que les permite trabajar juntos.

**MÓDULOS:** Son los formularios donde se visualizan e introducen datos, y que además ofrece un amplio conjunto de objetos que responden a eventos del usuario o del sistema, permitiéndoles realizar las tareas de administración de información de la forma más sencilla e intuitiva posible.

**PARTIDOR:** Estructura para el reparto de caudales, bajo el principio de división porcentual.

**SOFTWARE:** Conjunto de instrucciones programables en computadora para llevar a cabo determinada tarea.

**TIPO:** Se refiere a una estructura modelo, que puede ser ajustable a la zona donde se pretende proyectar.

## INTRODUCCIÓN

La Economía del municipio de Campoalegre depende fundamentalmente del cultivo del arroz, a tal punto que el 95% del área productiva del llano se dedica a este producto, ocupando un lugar importante a nivel nacional.

Una buena producción de arroz se debe a la disponibilidad de riego, los llanos de Campoalegre se irrigan con agua de la corriente Río Neiva, fuente que disminuye su caudal con el paso del tiempo, debido en gran medida al cambio climático y al creciente número de captaciones sobre su cauce. En contravía con la situación anterior, el área dedicada al arroz en el municipio aumenta y por consiguiente los roces sociales por la disponibilidad del agua se convierten en el diario vivir.

Según el estudio socioeconómico el mayor deterioro a nivel social se presenta por la falta de organización de los usuarios; con el desarrollo del proyecto de Revisión de la Reglamentación de la Corriente Río Neiva, se inició el proceso de organización al crear el Sistema de Administración del Recurso Hídrico en cabeza de una Asociación de Usuarios que se debe encargar de administrar, operar y conservar sosteniblemente el recurso hídrico, a través de una Junta Directiva con representación de todos los canales o acequias existentes quienes venían haciendo uso del agua de manera individualista sin ninguna consideración de los usuarios aguas abajo de su propio canal y mucho menos del resto de canales.

Sin embargo para lograr una buena administración, control y distribución del agua, es necesario disponer de obras hidráulicas específicas; razón por la que se elaboró un paquete de softwares para diseñar y evaluar algunas estructuras tipo; de una manera rápida y confiable, colaborando con la comunidad en el sentido de ahorrarle los costos que implican el diseño y elaboración de planos de las estructuras que requieran en el distrito, desarrollando una interface simple y sencilla para la aplicación de dichas herramientas.

El compilado informático incluye dos (2) programas para el diseño y evaluación: Bocatoma tipo y Partidores de Caudal; también se diseñaron 10 estructuras hidráulicas requeridas en la zona, aplicando los softwares mencionados; además del diseño, se debe resaltar que los programas suministran memorias de cálculo y los planos respectivos en Autocad; se adicione el presupuesto de cada una de las obras.

Se participo en las distintas actividades para la Revisión de la Reglamentación de la Corriente Río Neiva. Como actividades relevantes adicionales se mencionan el levantamiento planimétrico con GPS de las conducciones principales, secundarias y tomas prediales y la elaboración de la base de datos como herramienta fundamental para la elaboración del SIG en el proyecto.

El objetivo fundamental fue el de elaborar software para diseñar y evaluar Partidores de Caudal y Bocatomas Tipo en proyectos de irrigación. Caso: distrito de riego Rio Neiva, municipio de Campoalegre, departamento del Huila.

# 1. REVISION DE LITERATURA

## 1.1. ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

Visual Basic 6.0 es el lenguaje de programación en el que se desarrollaron los programas para las seis obras hidráulicas contenidas en este proyecto. Inicialmente, Visual Basic fue pensado para ser un producto muy táctico. Microsoft tenía varias iniciativas en el desarrollo que lideraba Visual Basic 1.0, todas fueron pensadas para convertirse en las herramientas de programación a largo plazo, estratégicas, gráficas y orientadas a objetos. Como siempre ocurre con los productos en su versión 1.0, el equipo de Visual Basic 1.0 fue forzado a cortar características de su larga lista de ideas para entregar realmente el producto al mercado. Consecuentemente, la primera versión incluyó poco más que la tecnología Embedded Basic que había sido desarrollada originalmente en Microsoft QuickBasic 4.0 (el código "p" y compilador de Microsoft) y una herramienta compiladora de diseño simple originalmente diseñada para Windows 3.0 pero que nunca fue utilizada para tal fin. Aproximadamente 12 meses después, el desarrollo y mejora de la versión 1.0 comenzó, Microsoft sacó al mercado una herramienta desarrolladora para cubrir la exigencia en ese momento del mercado cuyo nombre en clave fue "Thunder"(Trueno).

Desde este inicio bastante desfavorable vino un resultado igualmente difícil de comprender: un impacto en la industria informática tan profundo que cambió para siempre el curso del desarrollo del software y creó una explosión en el mercado de las aplicaciones de Windows. Diez años más tarde, parece muy obvio-pero en esa época, cuando solamente un pequeño y selecto grupo de personas, era capaz de desarrollar aplicaciones para Windows, Visual Basic 1.0 representó un cambio gigantesco en el diseño de aplicaciones.

Innegablemente radical en su puesta en práctica, implementación y capacidades, Visual Basic1.0 se propagó a través de la comunidad en cuestión de pocos meses. Poco después del "shock" inicial de fiebre por Visual Basic, un pequeño pero fuerte grupo de seguidores comenzó a transformar las bibliotecas de código que tenían con sus características, métodos y eventos, y a exponerlos como componentes de Visual Basic llamados VBXs, o los controles personalizados. Después de poco tiempo, la producción de estos componentes reutilizables creció de una comunidad especializada a una industria que crecía de vendedores de controles, y ayudó a Visual Basic a pasar de ser un logro de software a convertirse en un descubrimiento tecnológico.

Cuando aún no había pasado un año de su salida inicial al mercado, Visual Basic ya había evolucionado rápidamente a un kit desarrollador altamente estratégico. Microsoft había comenzado a utilizar Visual Basic internamente en algunos de sus propios proyectos que estaba desarrollando. A medida que la demanda de Visual

Basic aumentaba, quedaba claro que los desarrolladores requerirían un Visual Basic mejor y más capacitado. Para tratar a esta necesidad creciente, Microsoft anunció la disponibilidad de Visual Basic 2.0 en noviembre de 1992. La segunda versión de Visual Basic, distribuida en la edición estándar y profesional, proveía a los desarrolladores un funcionamiento perceptiblemente mejorado y mayor capacidad para crear aplicaciones de tamaño mayor y más sofisticadas. Incluía también una ayuda para mejorar la puesta a punto y depuración, proveía de la capacidad de conectarse a bases de datos mediante ODBC, y nuevas y productivas herramientas, por ejemplo, la ventana de propiedades, sintaxis del código en color, y completo soporte para un Interfaz de Múltiples Documentos (MDI).

Mientras la adopción de Visual Basic en las corporaciones se expandía, también lo hacía la necesidad de una herramienta para el desarrollador que permitiera aplicaciones data-aware robustas. Visual Basic 3.0, anunciado solamente seis meses después de la salida al mercado de la versión 2.0, solucionaba esta necesidad combinando el motor de la base de datos de Microsoft Access 1.1 con un conjunto rico de controles data-aware. Por primera vez, los desarrolladores podían conectar fácilmente a las bases de datos en un ambiente cliente/servidor usando un diseñador visual intuitivo. La complementación de estas características era los Data Access Object (Objetos de Acceso a Datos) (DAO), un completo paquete de los objetos que proporcionaban al acceso mediante código a la base de datos. Finalmente, Visual Basic 3.0 amplió la capacidad de la herramienta de desarrollo incluyendo los Crystal Reports, un motor para visualizar datos extraídos en una variedad de formatos personalizables.

En los años venideros, la industria informática comenzaría a abrazar el movimiento a la programación en 32-bits. La salida al mercado de Microsoft Windows 95 y de Microsoft Windows NT condujeron a esta adopción y destacó la necesidad de herramientas de desarrollo más potentes que podrían soportar la nueva arquitectura. Fue entonces cuando la revista Windows Watcher señaló que Visual Basic estaba adoptado por más compañías (30 por ciento) que cualquier otro lenguaje de programación. Llevar una base instalada tan grande del desarrollo de aplicaciones en 16-bits a 32-bits sería una tarea de migración importante, pero aseguraría la existencia prolongada del lenguaje de programación Visual Basic y de su comunidad. La versión 32-bit de Visual Basic-versión 4.0-fue anunciada en septiembre de 1995 e incluía la edición estándar y profesional así como una nueva edición destinada al nivel empresarial y el desarrollo en equipo. La edición empresarial ofrecía nuevas capacidades tales como automatización remota, control de datos remoto, y una versión integrada de Microsoft Visual SourceSafe para la dirección de la configuración y realización de diferentes versiones.

Las versiones de Visual Basic 5.0 y 6.0-anunciadas en marzo de 1997 y en junio de 1998, respectivamente- representaron un paso importante hacia posibilitar a los

desarrolladores en Visual Basic programar en los nuevos niveles del funcionamiento en el ambiente libre que representa Internet. Las características tales como el compilador del código nativo introdujeron aumentos del funcionamiento de hasta el 2.000 por ciento. El Webclass designer (diseñador de clases Web) simplificó la creación de las aplicaciones del Web proporcionando un modelo intuitivo del objeto para el servidor web. Y el diseñador de páginas DHTML permitió la creación de aplicaciones para Microsoft Internet Explorer 4.0- que combinaron la riqueza de HTML dinámico (DHTML) con el funcionamiento y la productividad de Visual Basic. Finalmente, con la Control Creation Edition (Edición de Creación de Controles), los desarrolladores de Visual Basic podrían construir fácilmente los controles Microsoft ActiveX de alto rendimiento y con un amplio alcance que estaban destinados a Internet.

Hoy, se continúa ampliando las posibilidades del desarrollador en Visual Basic. Con Visual Basic .NET, se posibilita a los desarrolladores en Visual Basic con niveles de control y productividad sin precedentes. A través de objetos-orientados de primera-clase, tales como herencia, manejo estructural excepcional, y construcciones con parámetros, programar en Visual Basic llegará a ser más elegante, simple, y de mantenimiento sencillo. Con el acceso completo al marco del NET de Microsoft, los desarrolladores pueden, por primera vez, conseguir ventaja directa de la rica plataforma de Microsoft y construir aplicaciones tradicionales basadas en Windows, aplicaciones Web de pequeños clientes, los servicios de nueva generación de Web de XML, y software para móviles.

Visual basic 6.0 incorpora una referencia de lenguaje de programación para Autocad 2004, donde los eventos son escritos en basic pero transformados por el compilador en autolist's que son fácilmente reconocibles por Autocad y compatible con los aplicaciones de 32 bits de normalmente distribuye Microsoft Windows<sup>1</sup>.

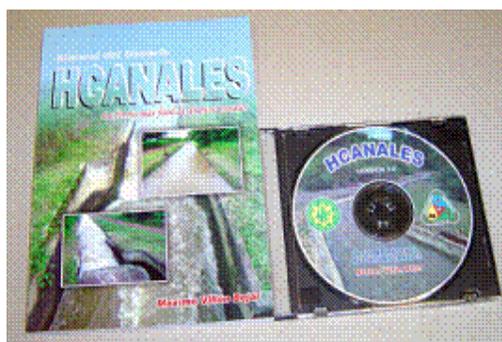
## **1.2. CANAL TIPO**

### **1.2.1. Antecedentes**

Se realizó una intensa búsqueda en Internet con el fin de conseguir software (nacionales e internacionales) relacionado con diseño de canales. En este proceso se encontraron varios programas a nivel internacional, destacando que el hecho de no haber encontrado en Internet antecedentes de creaciones nacionales no implica que no existan, pues como es bien conocido por todos, las universidades del país han mostrado programas iguales e inclusive de mayor calidad que otros internacionales. A continuación se mostrarán algunos de los programas más significativos y más representativos encontrados en la red:

---

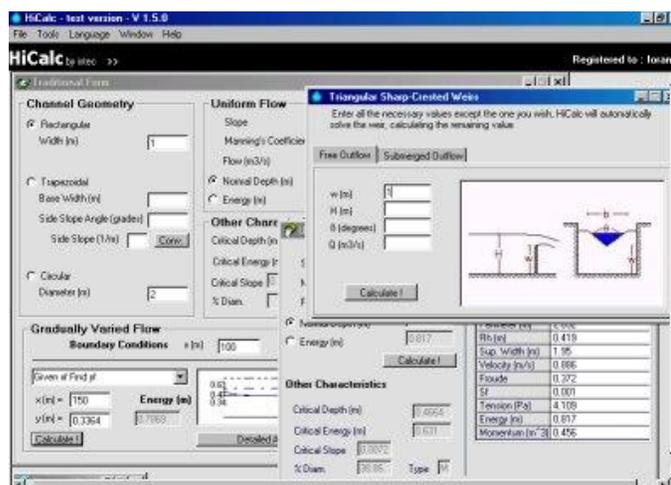
<sup>1</sup> [www.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx](http://www.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx)



**Figura 1. Presentación HCANALES (VERSION 3)**

HCANALES representa una contribución de la Escuela de Ingeniería Agrícola (COSTA RICA) al diseño de canales y estructuras hidráulicas, es importante porque:

- Permite simplificar los cálculos laboriosos.
- Proporciona una herramienta novedosa y fácil de utilizar para el ingeniero civil, ingeniero agrícola, ingeniero agrónomo y otros especialistas que trabajen en el campo del diseño de canales y estructuras hidráulicas.
- Permite simplificar los cálculos laboriosos.
- Permite simular el diseño de canales, variando cualquier parámetro hidráulico como: diferentes condiciones de rugosidad, pendiente, forma, y dimensiones del canal.
- Reduce enormemente el tiempo de cálculo.
- Permite obtener un diseño óptimo.



**Figura 2. Presentación HiCalc (V1.5.1)**

## Novedades en HiCalc

- Incorpora ayuda del tipo Windows. Incluye las principales definiciones utilizadas, así como algunos consejos en el uso del HiCalc y un breve manual de utilización. Diseño de HiCalc se cambió a formularios múltiples, lo que permite trabajar a la vez en distintos formularios y visualizar el que desee el usuario en las modalidades usuales. Interpretación de datos. Se ha tratado de llevar al mínimo la posibilidad de cierres bruscos por datos erróneos. Para el caso de Flujo Gradualmente Variable (FGV) los resultados incluyen todos los datos hidráulicos en los puntos intermedios incluyendo tirantes alternos y conjugados (solamente en HiCalc Full).
- Estos datos se pueden exportar a un archivo de texto delimitado por ";" que puede ser fácilmente exportable a planillas de cálculo (solamente en "HiCalc Full")
- Se pueden graficar el comportamiento en el canal de cualquiera de los parámetros hidráulicos (solamente en "HiCalc Full").
- Se puede imprimir el gráfico resultante (solamente en "HiCalc Full").
- Se incorpora el cálculo de tirantes conjugados tomando como dato de cálculo la función momentum o cantidad de movimiento



Figura 3. Icono FLOW PRO 2.1

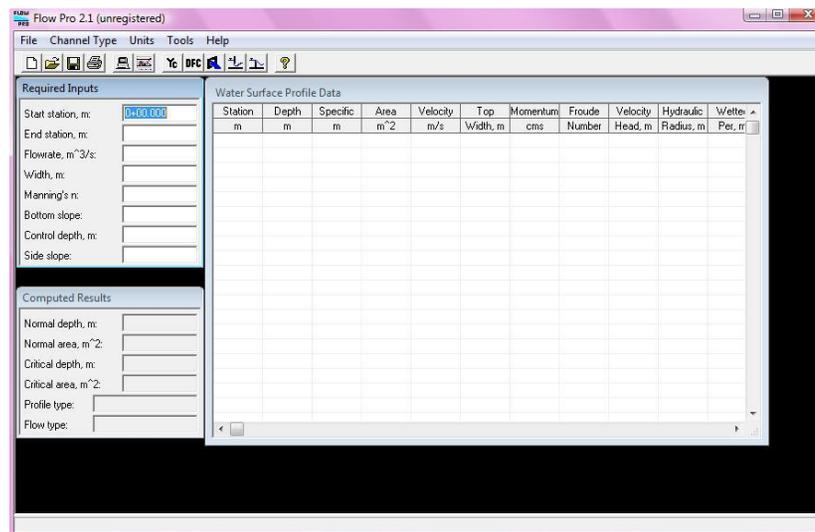


Figura 4. Interfaz Prosoft Apps Copyright 1996 – 2007

Adicionalmente, se encontró en la red una página que debe ser mencionada en este capítulo por la gran cantidad de herramientas de diseño que proporciona a sus visitantes. Esta página permite a los usuarios realizar diseños de inmediato sin necesidad de descargar ningún instalador. La página en mención es [www.LMNOeng.com](http://www.LMNOeng.com) (LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd)

### **1.2.2. Canales**

Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre. De acuerdo con su origen un canal puede ser natural o artificial.

Los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños en zonas montañosas hasta quebradas y ríos. Las propiedades hidráulicas de un canal natural por lo general son muy irregulares. En algunos casos pueden hacerse suposiciones empíricas razonables consistentes con las observaciones y experiencias reales, de tal modo que las condiciones de flujo en estos canales se vuelven manejables mediante el tratamiento analítico de la hidráulica teórica. Un estudio completo sobre el comportamiento del flujo en canales naturales requiere el conocimiento de otros campos, como hidrología, geomorfología, transporte de sedimentos etc.

Los canales artificiales son aquellos construidos o desarrollados mediante el esfuerzo humano: canales de navegación, canales de centrales hidroeléctricas, canales de irrigación, canales de drenaje, etc. Las propiedades hidráulicas de estos canales pueden ser controladas hasta un nivel deseado o diseñadas para cumplir unos requisitos determinados. La aplicación de las teorías hidráulicas a canales artificiales producirán, por tanto, resultados bastante similares a las condiciones reales y, por consiguiente, son razonablemente exactos para propósitos prácticos de diseño.

El canal artificial por lo general es un canal largo con pendiente suave, construido sobre el suelo, que puede ser no revestido o revestido con piedras, concreto, cemento, madera, etc.<sup>2</sup>

### **1.2.3. Geometría de Canal**

El término sección de Canal se refiere a la sección transversal de un canal tomada en forma perpendicular a la dirección del flujo. Las secciones de canales naturales son, por lo general, muy irregulares, y a menudo varían desde aproximadamente una parábola hasta aproximadamente un trapecio.

Los canales artificiales a menudo se diseñan con secciones de figuras geométricas regulares. El trapecio es la forma más común para canales en tierra sin recubrimiento, debido a que proveen las pendientes necesarias para la

---

<sup>2</sup> CHOW, Ven Te. Hidráulica de Canales Abiertos Bogotá Mc Graw Hill 1994

estabilidad. El rectángulo y el triángulo son casos especiales del trapecio. Debido a que el rectángulo tiene lados verticales, por lo general se utiliza para canales construidos con materiales estables, como mampostería, roca, cemento, etc. La sección triangular solo se utiliza para acequias pequeñas, cunetas a lo largo de carreteras y trabajos de laboratorio. El círculo es la sección más común para alcantarillados. La parábola se utiliza como una aproximación a secciones de canales naturales de tamaño pequeño y mediano. El rectángulo con esquinas redondeadas es una modificación del rectángulo. El triángulo con fondo redondeado es una aproximación de la parábola.

### **1.2.3.1 Elementos Geométricos de una Sección de Canal**

Los elementos geométricos son propiedades de una sección de canal que pueden ser definidos por completo por la geometría de la sección y la profundidad de flujo. Estos elementos son muy importantes y se utilizan con amplitud en el cálculo de flujo.

Para secciones de canales regulares y simples, los elementos geométricos pueden expresarse matemáticamente en términos de la profundidad de flujo y de otras dimensiones de la sección. Para secciones complicadas y secciones de corrientes naturales, sin embargo, no se puede escribir una ecuación simple para expresar estos elementos, pero pueden prepararse curvas que representen la relación entre estos elementos y la profundidad de flujo para uso en cálculos hidráulicos. (Ver Anexo A; Tabla 1)

A continuación se muestran algunas definiciones de varios elementos geométricos:

La **profundidad de flujo ( $y$ )**, es la distancia vertical desde el punto mas bajo de una sección del canal hasta la superficie libre. El **ancho superficial ( $T$ )**, es el ancho de la sección del canal en la superficie libre. El **área mojada ( $A$ )**, es el área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección del flujo. El **perímetro mojado ( $P$ )**, es la longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojada y de un plano transversal perpendicular a la dirección de flujo. El **radio Hidráulico ( $R$ )**, es la relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado.

## **1.3. PARSHALL**

### **1.3.1 Antecedentes**

Se realizó una intensa búsqueda en Internet para encontrar software (nacional e internacional) de diseño de Canaletas Parshall. Dicha búsqueda llevó a resultados no muy satisfactorios pues no se encontraron programas especializados para el diseño de Canaletas Parshall. El no haber encontrado en el país por el momento programas para estos diseños, no implica que no existan, pues como es bien

conocido por todos, las universidades del país cuentan con estudios serios de Diseño y Programación de este tema.

Adicionalmente, se encontró en la red una página que debe ser mencionada en este capítulo por la gran cantidad de herramientas de diseño que proporciona a sus visitantes. Esta página permite a los usuarios realizar diseños de inmediato sin necesidad de descargar ningún instalador. La página en mención es [www.LMNOeng.com](http://www.LMNOeng.com) (LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd)

### 1.3.2 Canaletas Parshall

La medición del agua es fundamental para un manejo más efectivo y racional. En los Distritos de riego de nuestro país no se tiene un conocimiento de los volúmenes de agua aprovechados en las parcelas y sectores de riego, lo que trae como consecuencia una mala administración y control del agua.

Se definen los aforadores, como estructuras para la medición de caudales en canales abiertos, estos tienen dimensiones especiales en la garganta para establecer una relación entre el tirante aguas arriba y el caudal (flujo Libre), entre tirante aguas arriba y aguas abajo y caudal (flujo sumergido).

Existen muchos tipos y diseños de aforadores, en muchos casos la geometría del aforador es diseñada para crear condiciones de flujo crítico en la garganta, para condiciones de flujo libre, esto es conveniente porque usa una sola lectura de tirante (aguas arriba) y así determinar el caudal. Para flujo sumergido (dependiendo el porcentaje de sumersión), se debe hacer una segunda medición y aplicar a su vez una corrección que depende del tamaño de la canaleta.

Una de las canaletas de flujo crítico utilizadas con mayor amplitud es la *canaleta parshall*, la cual fue desarrollada por R. L. Parshall. Las relaciones profundidad-caudal para canaletas Parshall de diferentes tamaños, se calibraron empíricamente<sup>3</sup>.

### 1.3.3 Descripción de la Estructura

El medidor Parshall está constituido por tres partes fundamentalmente que son: Sección Convergente, Sección de Garganta y Sección Divergente. La *Sección Convergente* está formada por dos paredes verticales simétricas y convergentes, y de un fondo o plantilla que es horizontal; La *Sección de Garganta* está formada por dos paredes también verticales pero paralelas, y el fondo es inclinado hacia abajo con una pendiente de 2.67:1; La *Sección Divergente* está compuesta por dos paredes verticales divergentes y el fondo es ligeramente inclinado hacia arriba.

---

<sup>3</sup> Ministerio de Agricultura IRH-INRENA Manual Diseño del Aforador Parshall

La estructura tiene dos pozos amortiguadores (o reglillas de medición) que sirven para medir con precisión la cargas (o alturas)  $H_a$  y  $H_b$  antes y después de la garganta, están colocados en los lados de la estructura y comunicados a ella por tubería que se conecta a puntos bien definidos de la entrada y la garganta. Conviene aclarar que las cargas  $H_a$  y  $H_b$  son a partir de la cota inicial de la garganta y por lo tanto el cero de las escalas esta al nivel del piso de la entrada y dichas escalas se pueden colocar o dibujar directamente sobre las paredes de la estructura cuando es pequeña y se desea suprimir las cámaras de reposo.

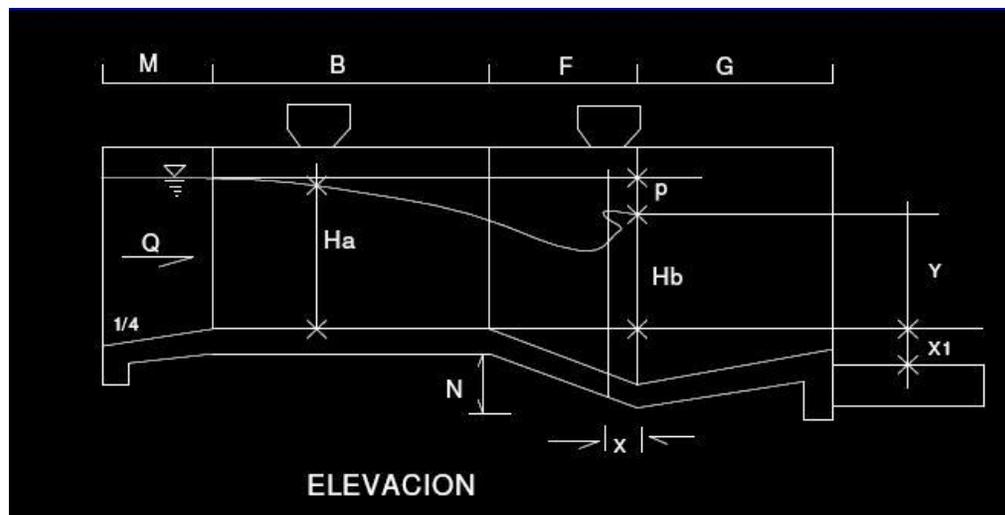
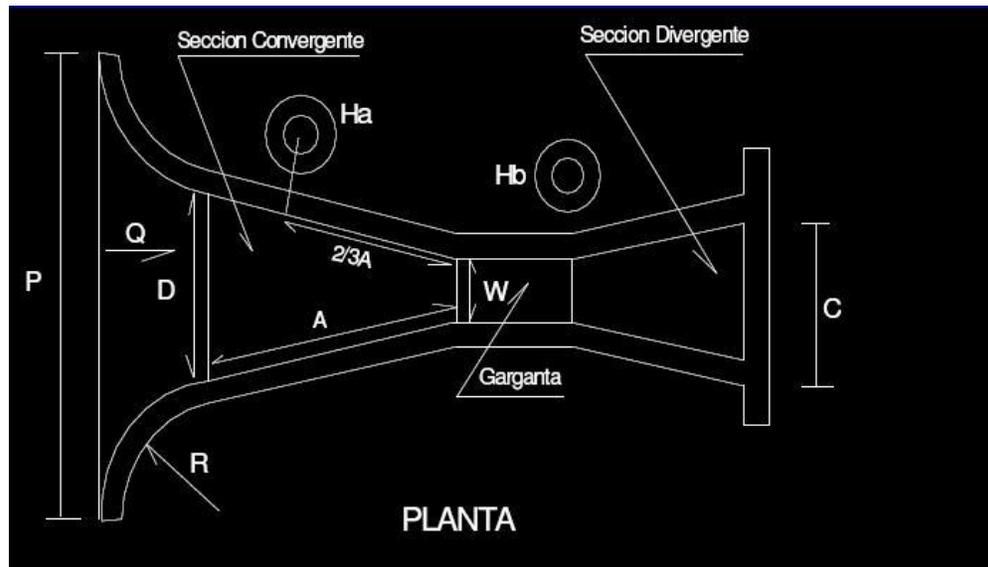


Figura 5. Vista de Planta y Elevación, del medidor Parshall, se representan las dimensiones con letras

Convenciones:

<b>W</b>	Tamaño de la Garganta.
<b>A</b>	Longitud de la pared lateral de la sección convergente.
<b>2/3A</b>	Distancia desde el extremo final de la cresta al punto de medición.
<b>B</b>	Longitud Axial de la sección convergente.
<b>C</b>	Ancho del extremo aguas abajo de la canaleta a la salida de la sección divergente.
<b>D</b>	Ancho del extremo aguas arriba de la canaleta a la entrada de la sección convergente.
<b>E</b>	Profundidad de la canaleta.
<b>F</b>	Longitud de la Garganta.
<b>G</b>	Longitud de la sección Divergente.
<b>K</b>	Diferencia de la elevación entre el extremo mas bajo de la canaleta y la cresta.
<b>M</b>	Longitud del piso de ingreso o acceso.
<b>N</b>	Profundidad de depresión en la garganta, por debajo de la cresta.
<b>P</b>	Ancho entre los extremos de las paredes curvadas, en la entrada, en forma de campana.
<b>R</b>	Radio de Curvatura de las paredes acampanadas
<b>X</b>	Distancia horizontal al punto de medición Hb, desde el punto inferior de la garganta
<b>Y</b>	Distancia vertical al punto de medición Hb, desde el punto inferior de la garganta.

#### 1.3.4 Ventajas y Desventajas

*Ventajas:*

- Son capaces de operar con poca pérdida de carga y un valor alto de sumergencia de transición (comparado a los vertederos, por ejemplo)
- Son capaces de medir un amplio rango de caudales, bajo condiciones de flujo libre, usando una sola lectura de tirante aguas arriba.
- Se puede medir con precisión, puesto que el error es menor de 3% a descarga libre y menos de 5% cuando trabaja ahogado.
- Son capaces de medir el caudal bajo condiciones de flujo sumergido, usando dos lecturas de tirantes (aguas arriba y aguas abajo).
- Los sedimentos y basura en flotación pueden pasar por el aforador sin mayor dificultad.
- No hay necesidad de construir una estructura de amortiguación aguas arriba porque la velocidad de entrada no es un factor tan importante como en los vertederos.

*Desventajas:*

- Pueden ser más caros en su construcción que los vertederos.
- Deben ser construidos con mucho cuidado, para que funcionen bien.
- No pueden ser usados como combinación de estructura de control y de aforo (comparado a vertederosajustables, orificios, compuertas, etc.)
- Es muy difícil y costoso acondicionar un medidor en canales ya construidos<sup>3</sup>.

## 2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

Este proyecto se realizó en general en toda el área que irriga la corriente del Río Neiva aguas abajo desde Puente Mulas sobre la vía Campoalegre – Algeciras, hasta su desembocadura en el Río Magdalena.

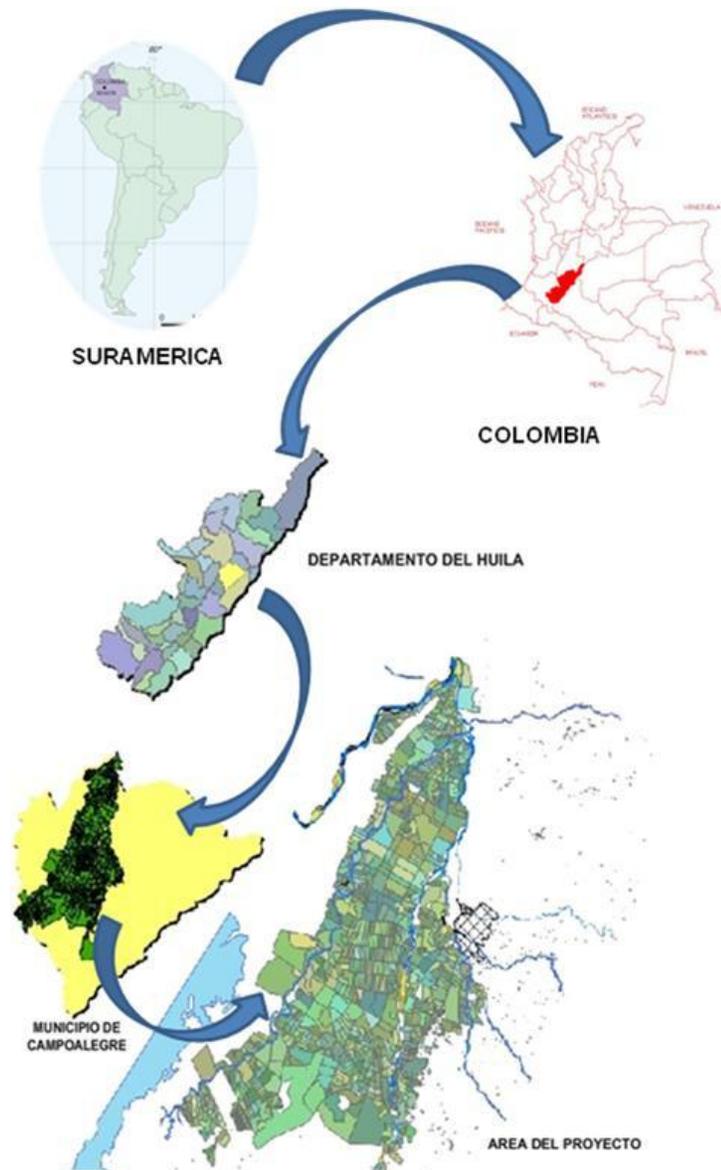
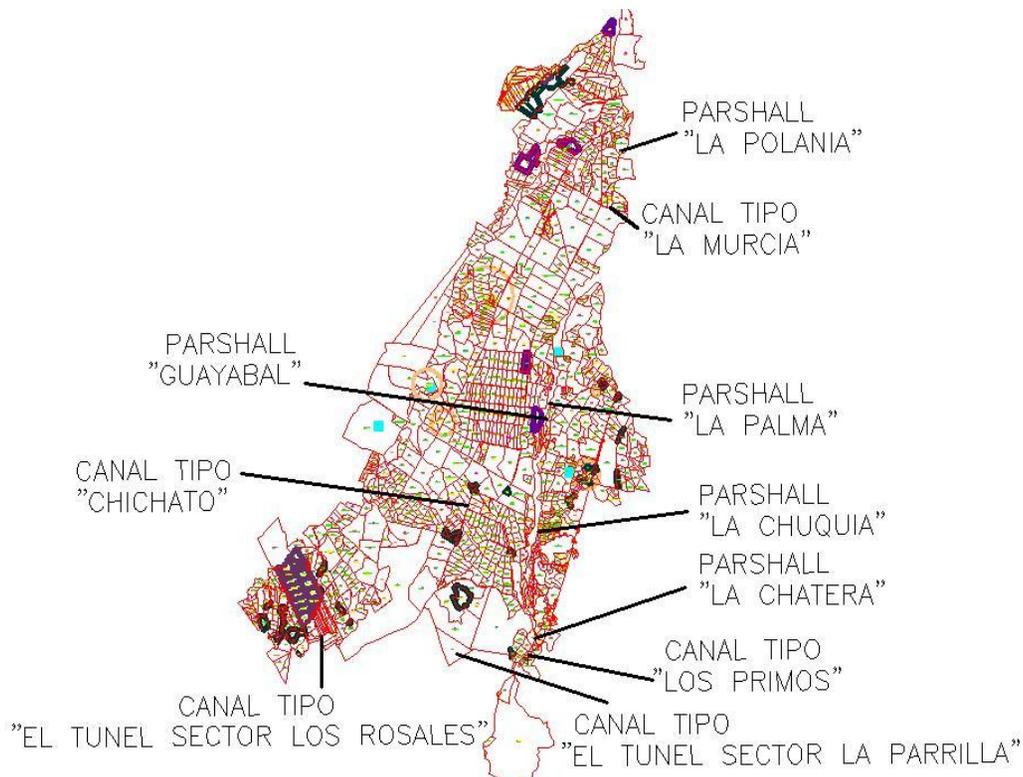


Figura 6. Localización General del Proyecto

Las obras se distribuyeron dentro del área del proyecto Figura 7 de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la comunidad. En el siguiente plano se muestra la ubicación exacta de las obras diseñadas para el proyecto con los programas desarrollados en este documento.



**Figura 7. Localización General de Las obras hidráulicas diseñadas**

### **3. METODOLOGÍA**

La programación de los softwares para el diseño estructuras hidráulicas fue el objetivo principal, al igual que la evaluación y rediseño de 10 obras en la zona, sin embargo; para tener la información pertinente y necesaria se inició con el levantamiento georeferenciado de los canales con sus respectivas derivaciones, hasta las tomas prediales por canal. A la par con esta actividad se aplicaron las encuestas, instrumentos para recolectar la información necesaria para el estudio socioeconómico, el censo de usuarios y el censo agropecuario. Cruzando la información del censo de usuarios, el censo agropecuario, la base de datos prediales suministrado por la Tesorería Municipal de Campoalegre y el levantamiento de los canales, se identifico, cuantifico y caracterizaron los usuarios incluyendo el nombre, la identificación, la localización, el número total y por derivación, el área y uso de los predios y canal de abastecimiento.

Con la anterior información y teniendo en cuenta los resultados del estudio hidrológico del Río Neiva, se determinó el caudal requerido y el concesionado para cada canal, dato indispensable para el diseño de las 10 obras seleccionadas por la comunidad. El estudio hidrológico se encuentra en las oficinas de la CAM (Neiva) y en la dirección del Convenio 238 de la Universidad Surcolombiana (CAM-USCO, 2007).

El diseño de Software implica una serie de estudios y actividades previas, pues la actividad de diseñar es el resultado de un proceso concienzudo y estructurado que tiene por resultado la solución de un problema en una región determinada, que en este caso corresponde al distrito de Río Neiva del municipio de Campoalegre. El mencionado proceso de diseño se sustento teniendo como base las referencias bibliográficas de acuerdo con el tipo de obra, mas adelante en este capítulo se especificará en cada caso, trabajo que incluyo la asesoría de profesionales especializados en esta área del conocimiento tales como los Profesores de la USCO (Estructuras hidráulicas y Programación).

El estudio de Reglamentación del Río Neiva proporcionó información indispensable para el diseño de obras hidráulicas tipo, y con las verificaciones de campo se obtuvo mayor solidez para la debida proyección de los diseños.

#### **3.1. SOFTWARE**

Para el diseño de los programas se aplicaron lo siguientes controles que están predeterminados en Microsoft Visual Basic 6.0 (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Uso de Controles**

<b>Control</b>	<b>Icono</b>	<b>Uso típico y descripción breve</b>
<b>Label</b> (Etiqueta)		Muestra un texto descriptivo que el usuario no puede modificar. El texto se especifica en la propiedad caption.
<b>TextBox</b> (Cuadro de texto)		Muestra un texto que puede ser editado. La principal propiedad es Text, que determina el texto que se muestra en dicho control.
<b>CommandButton</b> (Botón de comando)		Comienza o termina un proceso. Cuando el usuario pulsa este botón, se produce el evento Click.
<b>ComboBox</b> (Caja desplegable)		Este control combina las características de un control TextBox y un control ListBox. Los usuarios pueden introducir información en la parte de cuadro de texto y seleccionar un elemento en la parte de cuadro de lista del control.
<b>OptionButton</b> (Botón de selección)		Este control permite elegir una opción entre varias de las que se nos plantean. Cada opción será un control OptionButton diferente.
<b>Frame</b> (Marco)		Un control Frame proporciona un agrupamiento identificable para controles. También puede utilizar un Frame para subdividir un formulario funcionalmente.
<b>CommonDialog</b> (Cuadro de diálogo)		Se utiliza para varias funciones: abrir ficheros, guardar ficheros, elegir colores, seleccionar impresoras, seleccionar fuentes, mostrar el fichero de ayuda.
<b>Timer</b> (Acción de tiempo)		Los controles Timer responden al paso del tiempo. Son independientes del usuario y puede programarlos para que ejecuten acciones a intervalos periódicos de tiempo.
<b>Image</b> (Imagen)		El control Image se utiliza para presentar gráficos. Los controles Image pueden presentar gráficos en varios formatos. Además, este control responde al evento Click y se puede

		usar como substitutos de los botones de comando.
<b>CheckBox</b> (Casilla de activación)		Selecciona una opción (no excluyente) de entre un conjunto de opciones. Su principal propiedad es Value, que indica si está seleccionada (1) o no (0).

### 3.1.1. Canal Tipo

La Metodología de cálculo que se utilizó en este software es el Método de las Velocidades Permisibles el cual es mencionado Materon 1997. El diseño principalmente depende de la clase de material que conforma el cuerpo del canal, ya que a partir de este se estima el Coeficiente de rugosidad (n) de Manning, el Talud o pendiente lateral (z) y las Velocidades Máximas Mínimas Permisible, claro tratándose de canales No Revestidos.

Para calcular los Elementos Geométricos de secciones de canal, se utilizó Ven Te Chow, (Ver Anexo A; Tabla 1) y Materon 1997. Las formulas utilizadas de estos dos documentos fueron las siguientes.

<b>Convenciones:</b>	Plantilla	(b)
	Tirante	(y)
	Talud Horizontal	(z)
	Rugosidad Manning	(n)
	Pendiente	(So)

**PERIMETRO HUMEDO (P):**  $b + 2y\sqrt{1 + z^2}$

**AREA (A):**  $(b + zy)y$

**RADIO HIDRAULICO (R):**  $\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$

**ANCHO SUPERFICIE DE AGUA (T):**  $b + 2zy$

**BORDE LIBRE (Bl):**  $y/3$

**ALTURA DEL CANAL (H):**  $y + Bl$

**ANCHO TOTAL (B):**  $b + 2zH$

Los cálculos para hallar el **Tirante (y)** se fundamentan principalmente en las ecuaciones de Manning y de Continuidad. Para llegar a este resultado, se necesitó realizar una iteración por el método de aproximación con una tolerancia de 6 cifras significativas para el error.

### **Manning**

$$v = \left(\frac{1}{n}\right) * S_o^{1/2} * R_3^2$$

### **Continuidad**

$$Q = v/A$$

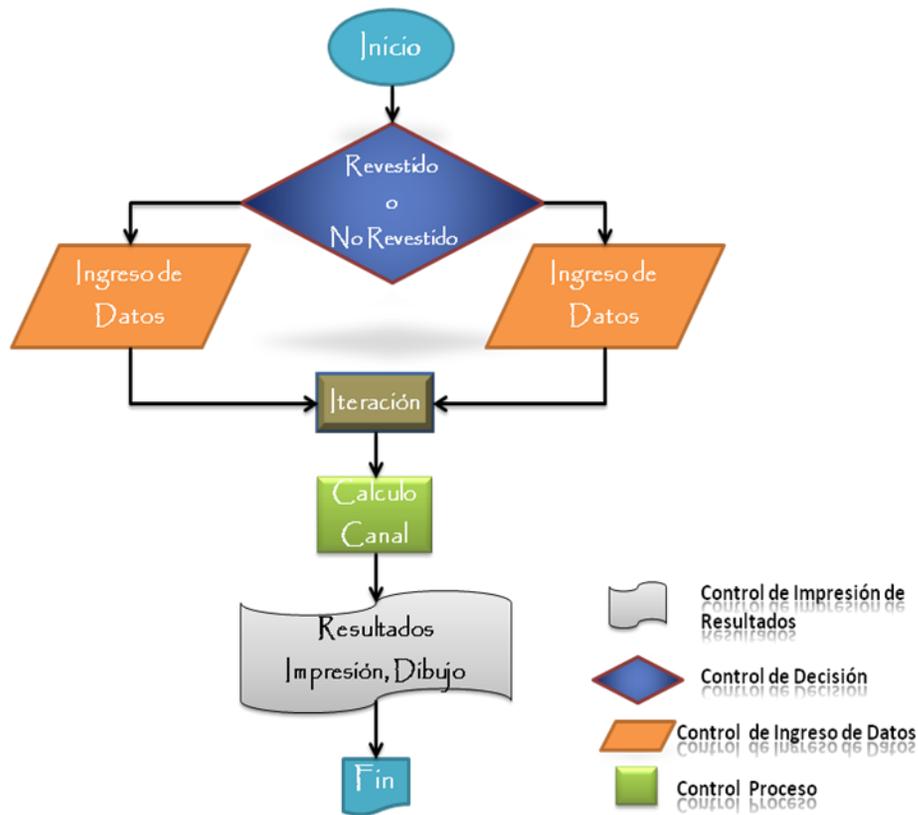
**Fuente:** MATERON 1997

En el proceso de obtener una tabla consolidada final que reuniera el Coeficiente de rugosidad (n) de Manning, el Talud o pendiente lateral (z) y la Máximas y Mínimas Velocidad Permisible, a partir de la conformación del material del canal (en el caso de canales No revestidos), se necesitaron una serie de tablas (Ver Anexo A, Tabla 2,3,4,5,6,7) de diferentes autores y además de la asesoría especializada del Ingeniero Fabio Salinas (Profesor Universidad Surcolombiana), para unificar criterios acerca de los tipos de suelo y sus correspondientes valores.

Es preciso mencionar que como se observa en la parte inferior derecha de la **Tabla Consolidada Final (Talud, rugosidad y Velocidades Permisibles)** (Ver Anexo A; Tabla 7), la Arena Suelta tiene valores de Velocidad Mínima y Máxima iguales por lo cual, el software no permite realizar el cálculo con estas condiciones y recomienda que el canal sea Revestido.

El Software J.F.KANALES opera internamente y de manera global tal como lo muestra la siguiente figura. El Programa inicia y configura sus variables internas automáticamente; luego muestra el Control de Decision principal en donde el usuario según su necesidad elije si desea diseñar en canal revestido o sin revestir; seguidamente, se ingresan o seleccionan los datos con que el programa realiza el cálculo de los elementos geométricos incluyendo estos una iteración.

El Programa muestra los resultados de cálculo y permite que sean observados o en un documento de texto (como memorias) o como un dibujo en Autocad 2004 ® logrando de esta manera que el usuario tenga una mejor perspectiva de las dimensiones de la obra.



**Figura 8. Diagrama de Flujo Global de operación del programa J.F.KANALES V.1.1.0**

### 3.1.2. Parshall

La Metodología de cálculo que se utilizó en este software es la referenciada en la gran mayoría de textos y documentos a nivel Ingenieril. Esto por tratarse, como es bien sabido de formulas completamente empíricas que fueron establecidas mediante el análisis de los resultados en numerosos experimentos efectuados usando medidores de diferentes tamaños. Las dimensiones y capacidades de las canaletas de medición tipo PARSHALL fueron obtenidas de Ven te Chow; en donde por medio de una tabla se muestran dependiendo el caudal máximo de diseño las dimensiones correspondientes (Ver Anexo A; Tabla 8)

En esta tabla, el Caudal de diseño se debe ubicar en un Rango de Caudales, razón por la cual, las medidas adoptadas realmente tienen un mayor o menor espectro de funcionamiento.

En lo referente a la **CALIBRACION**, se utilizaron las formulas empíricas mostradas en la tabla correspondiente (Ver Anexo A; Tabla 9) en donde las formulas varían dependiendo el Tamaño De La Canaleta (W).

Los datos que se muestran en el formulario Calibración, permiten al usuario hacer la reglilla de medición de la canaleta y a su vez la Curva de calibración. A través de este proceso y con esta ayuda adicional el Software se convierte en una herramienta aun más útil en el diseño ya que proporciona todas las herramientas para que el diseño sea lo más cercano a la realidad.

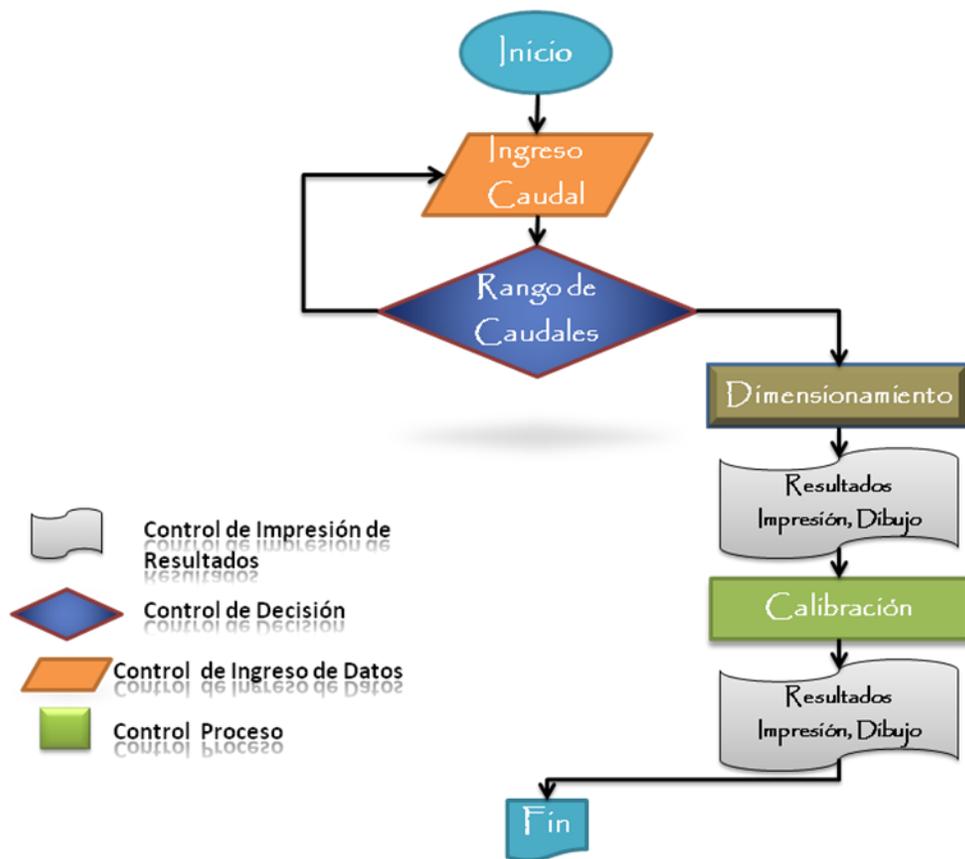
Cabe resaltar que este Software fue programado para diseñar siempre a **Flujo Libre**, es decir que la **relación** de sumergencia o de sumersión, (que determina si la canaleta esta trabajando a flujo libre o de sumersión), esta por **debajo** de los porcentajes mencionados en la Tabla 10 del Anexo A. Como se dijo anteriormente, la Tabla del Anexo es solo de carácter informativo ya que el programa diseña siempre a Flujo Libre.

Como el efecto de la Sumergencia es de reducir el Caudal, entonces se debe corregir con ciertos factores que dependen del tamaño de la Canaleta (W) y que pueden ser encontrados en Ven Te Chow. (Ver Anexo A; Tabla 11)

El Software **J.F.PARSHALL V.1.1.0** NO tiene en cuenta (para efectos de calculo) la transición entre la sección del canal y la Obra, pero así mismo a través de este documento se relaciona que el software **PCaudal V.1.0** que pertenece a este paquete informático, puede suministrar información importante acerca de las transiciones en Canales Abiertos.

El Software J.F.PARSHALL opera internamente y de manera global tal como lo muestra la siguiente figura. El Programa inicia y configura sus variables internas automáticamente; luego se ingresa el caudal según el criterio y la necesidad del usuario y este se ubica dentro del rango de caudales que maneja el programa y que proviene de la Tabla correspondiente. (Ver Anexo A; Tabla 12); de esta manera la canaleta se dimensiona permitiendo al usuario hacer uso de estas en un archivo de texto o como herramienta Grafica de Dibujo; adicionalmente se puede acceder al formulario calibración que como su nombre lo indica permite calibrar el aforador por medio de la Reglilla de Medición

Los resultados de cálculo pueden ser observados o en un documento de texto (como memorias) o como un dibujo en Autocad 2004 ® logrando de esta manera que el usuario tenga una mejor perspectiva de las dimensiones de la obra.



**Figura 9. Diagrama de Flujo Global de operación del programa J.F.PARSHALL V.1.1.0**

### 3.2. DISEÑO DE ESTRUCTURA HIDRÁULICAS

El diagnóstico de las obras existentes en la zona de estudio arrojó que las pocas obras presentaban diseño y construcción artesanal, no obedeciendo a diseños con criterios técnicos, razón por la cual se optó por diseñar las obras más importantes y prioritarias para el minidistrito de riego Río Neiva.

Para la implementación de obras en el área, se realizó inducción y acompañamiento a los miembros de la Asociación de Usuarios del Río Neiva "Asorioneiva", ente con representatividad de todos los canales, para la selección en censo de los tipos de obras requeridos y la ubicación de las mismas. Las obras son las siguientes:

- Canales: El Túnel "Sector La Parrilla", El Túnel "Sector Los Rosales" Chichato, La Murcia, Los Primos.

- Canaletas Parshall: La Polania, La Palma, La Chuquia, Guayabal, La Chatera

Con esta información se hizo el levantamiento topográfico y se tomó la información necesaria para el diseño, de acuerdo con el tipo de obra y sitio de localización.

Para el diseño de las estructuras del proyecto se utilizaron los softwares elaborados, ajustándolos a las condiciones topográficas del sitio. Las estructuras en general, son obras pequeñas que requieren refuerzo de la compuerta en las obras de captación, el muro levantador de nivel y los desarenadores. El cálculo estructural se realizó para las estructuras de mayor tamaño; una vez cumplido el análisis se determinó que los refuerzos requeridos eran los mínimos para este tipo de estructuras, razón por la cual se diseñó con la menor cuantía.

Considerando que las estructuras analizadas fueron las de mayor magnitud y el requerimiento de refuerzo fue el mínimo, se asumió la misma cantidad de refuerzo para todas las estructuras.

### **3.2.1. Canales Tipo**

Para el diseño de estas obras se aplicó el software **J.F.KANALES 1.1.0**, propiedad del autor.

### **3.2.2. Canaleta Parshall**

Para el diseño de estas obras se aplicó el software **J.F.PARSHALL 1.1.0**, propiedad del autor.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. SOFTWARE

En el anexo A se encuentran los instaladores y tutoriales de cada software

#### 4.1.1. Canal tipo (J.F.Kanales V.1.1.0)

##### 4.1.1.1 Inicio

Luego de Instalar y ejecutar el programa **J.F.KANALES V.1.1.0**, encontrará una imagen inicial como esta.



Figura 10. Imagen de presentación de J.F.Kanales V 1.1.0

**J.F.KANALES V.1.1.0** es un SOFTWARE creado para diseñar secciones típicas de canales rectangulares y trapezoidales teniendo en cuenta todas las consideraciones necesarias para hacer que el diseño se ajuste a las condiciones del terreno.

El entorno gráfico del software es agradable y su manejo es por demás sencillo y práctico convirtiéndose así en una herramienta de fácil manejo para el ingeniero diseñador permitiéndole así tomar decisiones acertadas acerca de los diseños.

El programa a través de botones, menús y submenús puede realizar diversas actividades complementarias como Guardar, y otras más que hacen de este una herramienta indispensable y precisa en el proceso de agilizar el diseño de CANALES ABIERTOS. Cabe resaltar que el Software posee un poderoso y **NOVEDOSO** vínculo con el programa de dibujo auto-asistido **AUTOCAD 2004**®.

#### 4.1.1.2 Configuración Regional



Figura 11. Boton Configuración Regional

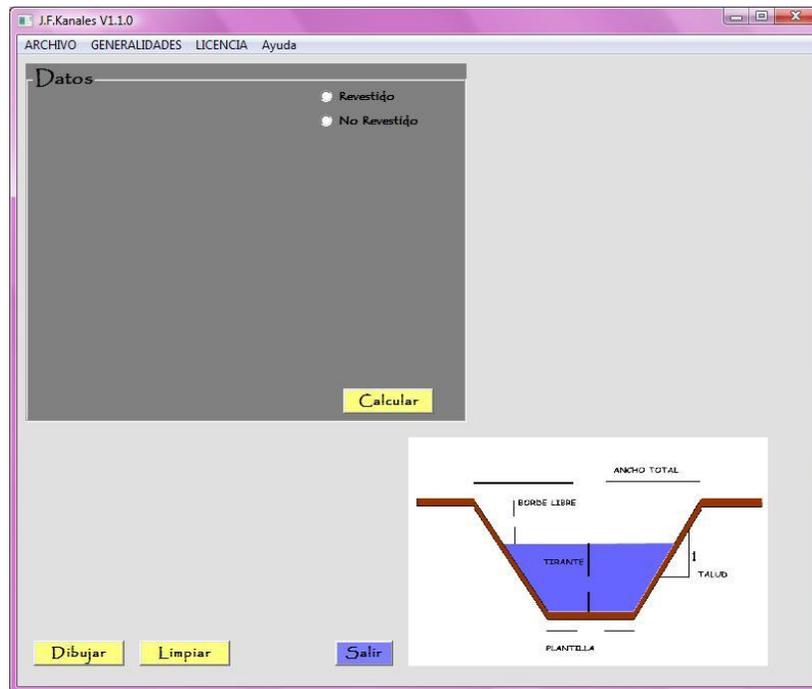
Para el correcto funcionamiento de **J.F.KANALES V.1.1.0**, se hace necesario modificar las variables internas del computador tales como el separador de miles y el de decimales, con el fin de evitar incoherencias o confusiones en las secuencias lógicas que debe seguir el computador.

Esta modificación la realizará de forma automática el mismo programa y la intervención que debe hacer el usuario es mínima, limitándose tan solo a presionar el botón >>Configuración Regional, y luego el botón >>Seguir, para ingresar definitivamente al programa.

#### 4.1.1.3 Ventana Principal

La practicidad con la que fue creado **J.F.KANALES V1.1.0** permite que todo el diseño se realice en una sola ventana, este consta de un formulario principal que contiene una barra de menú compuesta por enlaces los cuales tienen vínculos que a través del manejo del programa su utilidad se va haciendo notoria, a su vez consta de un cuadro de Datos con dos opciones que permiten escoger el tipo de Canal se desea diseñar, si es **Canal Revestido** o **No Revestido**.

Esta ventana, que además es la única que se maneja en este programa, esta compuesta principalmente en tres partes. La parte izquierda es en donde se ingresan los datos necesarios para poder diseñar las secciones de los canales. La parte derecha es donde se pueden visualizar los elementos geométricos de la sección que se acaba de diseñar, Y en la parte inferior, se observan los controles principales del programa y un esquema de la sección del canal con la respectiva ubicación de sus dimensiones.



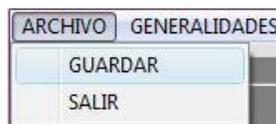
**Figura 12. Ventana Principal J.F.KANALES V.1.1.0**

4.1.1.3.1 *Barra de Menú.* Esta **BARRA DE MENÚ** se encuentra en el formulario principal y esta compuesta por enlaces vinculados al programa de la misma manera, a través del manejo de este se va haciendo mas notorio la importancia y aplicabilidad de estos menús y sus respectivos índices.



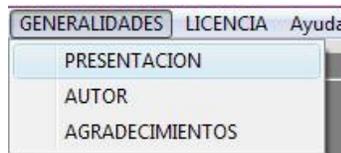
**Figura 13. Barra de menú**

Entre estos como se puede observar se encuentra el Menú **ARCHIVO** el cual al realizar Click sobre él se puede notar que esta compuesto por dos submenús llamados Guardar y Salir.



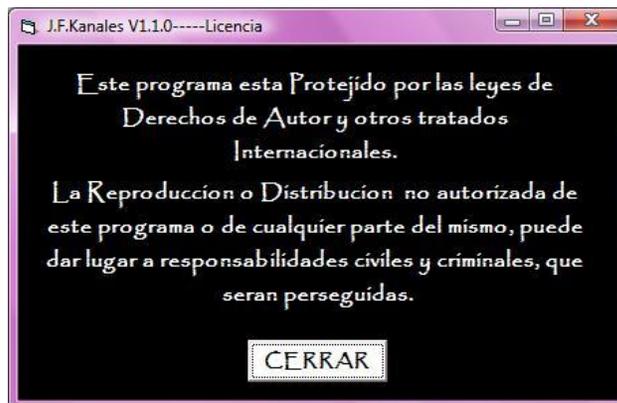
**Figura 14. Archivo (Barra de Menú)**

Continuamente esta el Menú **GENERALIDADES** que despliega las opciones del Menú llamados Presentación, Autor y Agradecimientos.



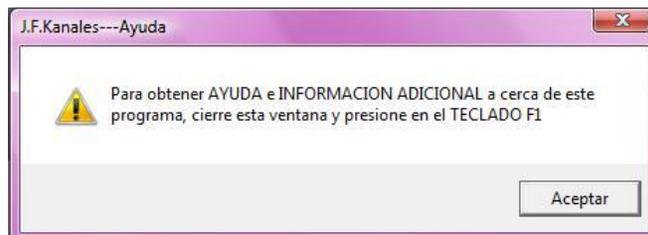
**Figura 15. Generalidades (Barra de Menú)**

Al lado derecho de este se halla el Menú **LICENCIA** el cual muestra sus respectivos Derechos de Autor.



**Figura 16. Licencia (Barra de Menú)**

También esta el Menú **AYUDA** arroja un mensaje de carácter informativo como se muestra a continuación:



**Figura 17. Ayuda (Barra de Menú)**

Por ultimo se puede observar la opción **ACERCA DE** el cual muestra información específica del programa y del sistema.



**Figura 18. Acerca de (Barra de Menú)**

4.1.1.3.2 *Botón Calcular.* Para comenzar a ejecutar el programa Recuerde primero elegir el tipo de Canal que desea calcular, si elige **Revestido** automáticamente se despliegan cinco Cajillas de texto y una Lista de Selección enmarcadas dentro del cuadro de Datos, en estas Cajillas se deben ingresar los valores que le soliciten (Indispensable no dejar ninguna vacía), elija que Material desea utilizar y presione el Botón Calcular.

**Figura 19. Ingreso de Datos (Revestido)**

Una vez presione el Botón Calcular se despliegan dos cuadros, uno con los resultados obtenidos llamado Dimensiones y otro con información adicional que depende de la relación b/y llamado **Canal Profundo**.



**Figura 20. Observaciones del Cálculo (Revestido)**

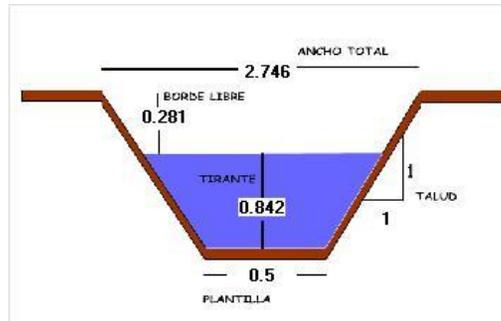
Dimensiones		
Tirante (Y)	0.842	m
Perimetro Humeado	2.882	m
Area (A)	1.131	m <sup>2</sup>
Radio Hidraulico (R)	0.392	m
Velocidad (V)	0.412	m/seg
Ancho Superficie de Agua (T)	2.185	m
Borde Libre Revestido	0.281	m
Altura del canal (H)	1.123	m
Ancho Total (B)	2.746	m
Profundidad Hidraulica (D)	0.518	m
Numero de Froude (F)	0.183	
Flujo Subcritico		

**Figura 21. Dimensiones Encontradas (Revestido)**

Canal Profundo	
El Programa asume valores de Talud Horizontal, suponiendo SIEMPRE un Canal Poco Profundo, En caso contrario adote estos valores para facilitar la construcción. ESTO NO ES UNA LIMITANTE EN EL DISEÑO	
Roca	0.25
Arcillosos	1.0
Limos Grueso	2.0
Limos Finos	1.5

**Figura 22. Informacion Adicional (Revestido)**

También las dimensiones calculadas se ubican en el esquema.



**Figura 23. Esquema en donde se ubican las Dimensiones (Revestido)**

Si elige **No Revestido** automáticamente se despliegan tres Cajillas de texto y un Cuadro de Selección llamado Tipo de Suelo en estas Cajillas se deben ingresar los valores que le soliciten (Indispensable no dejar ninguna vacía), elija que en que Tipo de Suelo se desea diseñar y presione el Botón Calcular.

El formulario muestra los siguientes datos ingresados:

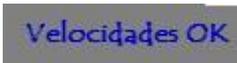
- Caudal (Q): 0.466 m<sup>3</sup>/seg
- Plantilla (b): 0.5 m
- Pendiente (So): 0.0001 m/m
- Talud Horizontal (Z): 0 m/m
- Rugosidad Manning (n): 0.04
- Velocidad Máxima Permissible: 1.68 m/seg
- Velocidad Mínima Permissible: 0.762 m/seg

El tipo de suelo seleccionado es **No Revestido**. El cuadro de selección de tipos de suelo incluye: Roca, Arcillosos, Limos Gruesos, Limos Finos, Fango Arcilloso, Fango Limoso y Arena Suelta. El botón **Calcular** está visible en la parte inferior derecha.

**Figura 24. Ingreso de Datos (NO Revestido)**

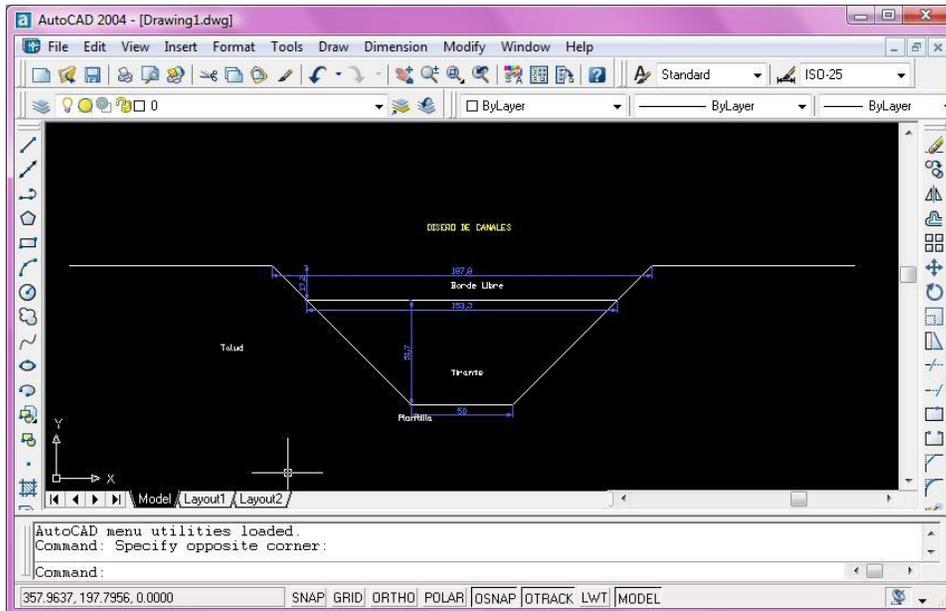
Una vez presione el Botón Calcular el procedimiento es similar para los dos tipos de canales.

Tenga en cuenta que el calculo del canal esta hecho por el método de las velocidades admisibles por lo tanto el programa le advierte si la velocidad esta en el rango admisible, de lo contrario modifique alguna de las variables hasta que se visualice **Velocidades OK**.



**Figura 25. Observaciones del Calculo**

4.1.1.3.3 *Botón Dibujar.* Al pulsar sobre el Botón **DIBUJAR** inmediatamente se abre la ventana de vinculo con el programa de dibujo auto asistido Autocad 2004 ® y contenida en ella el dibujo del Canal perfectamente acotado.



**Figura 26. Dibujo dimensionado en Autocad 2004 ®**

4.1.1.3.4 *Botón Guardar.* Como su nombre lo indica este Botón permite **GUARDAR** los Cálculos previamente realizados en formato \*. RTF. Al hacer Click sobre él, se despliega una ventana de “Guardar como”, allí se seleccione el fichero de ubicación que desea y se elije el nombre que considere el más apropiado para su Diseño.

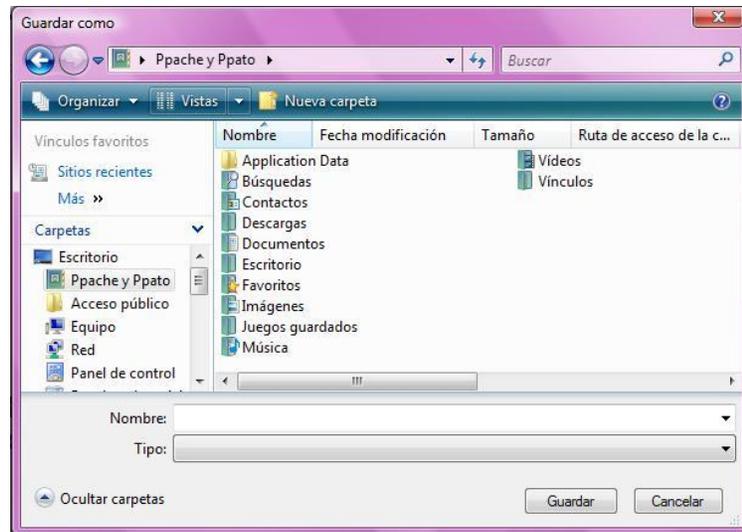
El Botón GUARDAR solo se hace visible luego de haber efectuado el Cálculo.



**Figura 27. Boton Guardar**

Como su nombre lo indica permite guardar los Cálculos previamente realizados en formato RTF posteriormente al hacer Click sobre él se despliega una ventana

de Guardar como, allí seleccione el fichero de ubicación que desea y elija el nombre que considere el más apropiado para su Diseño.



**Figura 28. Ventana Guardar Como**

**4.1.1.3.5 Botón Limpiar.** La aplicación de este Botón consiste precisamente en **LIMPIAR** los datos introducidos en el formulario principal para inmediatamente dar paso a un nuevo Diseño.



**Figura 29. Boton Limpiar**

#### **4.1.2. Aforador Parshall (J.F.Parshall V.1.1.0)**

##### **4.1.2.1 Inicio**

Luego de Instalar y ejecutar el programa **J.F.PARSHALL V.1.1.0**, encontrará una imagen inicial como esta.



**Figura 30. Imagen de Presentacion de J.F.PARSHALL V.1.1.0**

**J.F.PARSHALL V.1.1.0** es un SOFTWARE creado para diseñar bajo principios hidráulicos canaletas de flujo crítico CANALETA PARSHALL teniendo en cuenta todas las consideraciones necesarias para hacer que el diseño se ajuste a las condiciones del terreno.

El entorno grafico del software es agradable y su manejo es por demás sencillo y practico convirtiéndose así en una herramienta de fácil manejo para el ingeniero diseñador permitiéndole así tomar decisiones acertadas acerca de los diseños.

El programa a través de botones, menús y submenús puede realizar diversas actividades complementarias como Guardar, y otras más que hacen de este una herramienta indispensable y precisa en el proceso de agilizar el diseño de CANALETAS PARSHALL. Cabe resaltar que el Software posee un poderoso y **Novedoso** vínculo con el programa de dibujo auto-asistido AUTOCAD 2004 ®.

#### **4.1.2.2 Configuración Regional**



**Figura 31. Boton Configuracion Regional**

Para el correcto funcionamiento de **J.F.PARSHALL V.1.1.0**, se hace necesario modificar las variables internas del computador tales como el separador de miles y

el de decimales, con el fin de evitar incoherencias o confusiones en las secuencias lógicas que debe seguir el computador.

Esta modificación la realizará de forma automática el mismo programa y la intervención que debe hacer el usuario es mínima, limitándose tan solo a presionar el botón >>Configuración Regional, y luego el botón >>Seguir, para ingresar definitivamente al programa.

#### 4.1.2.3 Ventana Principal

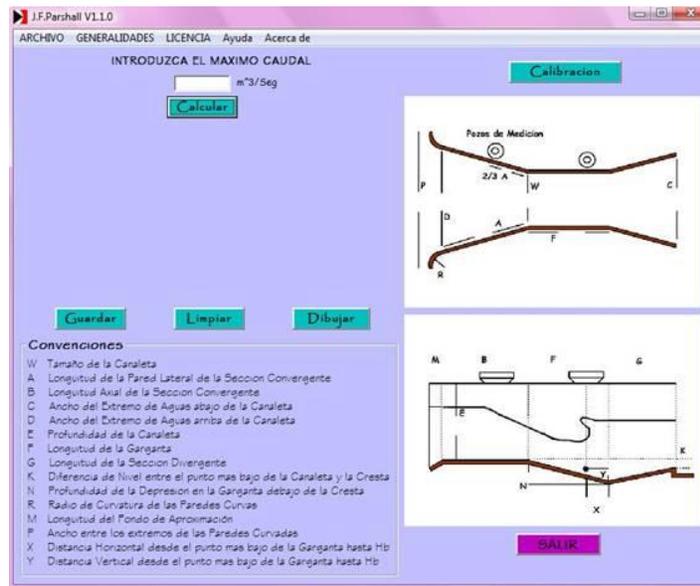


Figura 32. Ventana Principal J.F.PARSHALL V.1.1.0

La practicidad con la que fue creado **J.F.PARSHALL V1.1.0** permite que todo el diseño se realice en una sola ventana, oprimiendo un solo botón e ingresando tan solo el caudal aproximado con el que se desea diseñar la canaleta. Esta practicidad no debe ser confundida con incompetencia o incapacidad ya que a diferencia de muchas hojas de cálculos que se encuentran en el Internet y de otras tantas que los ingenieros diseñadores han creado por sus propios medios, este programa disminuye aun más el tiempo de calculo no solo de la estructura como tal sino también del sistema de calibración; esto sin mencionar otras bondades adicionales de este software de las cuales darán buena cuenta al terminar la presente ayuda y luego de haber trabajado en el programa.

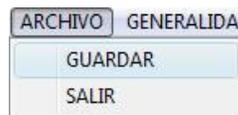
##### 4.1.2.3.1 Barra de Menú

Esta **BARRA DE MENÚ** se encuentra en el formulario principal y esta compuesta por enlaces vinculados al programa de la misma manera, a través del manejo de este se va haciendo mas notorio la importancia y aplicabilidad de estos menús y sus respectivos índices.



**Figura 33. Barra de Menú**

Entre estos como se puede observar se encuentra el Menú **ARCHIVO** el cual al realizar Click sobre él se puede notar que esta compuesto por dos submenús llamados Guardar y Salir.



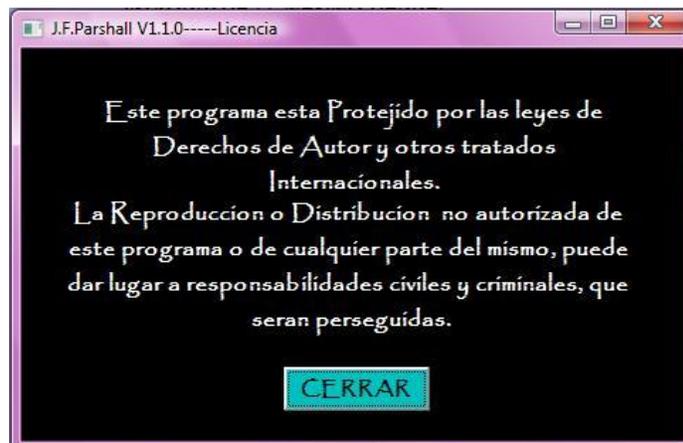
**Figura 34. Archivo (Barra de Menú)**

Seguidamente esta el Menú **GENERALIDADES** que de la misma manera al pulsar Click se despliegan las opciones del Menú llamados Presentación, Autor y Agradecimientos.



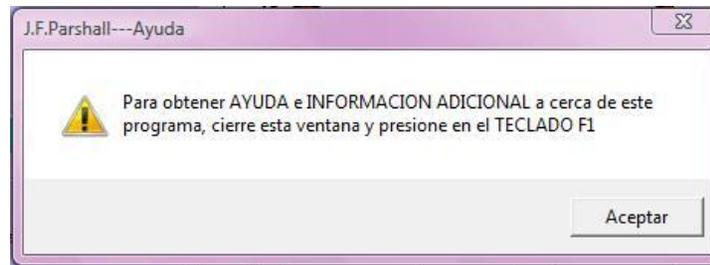
**Figura 35. Generalidades (Barra de Menú)**

Al lado derecho de este se halla el Menú **LICENCIA** quien luego de pulsar Click aparece enseguida la imagen Derechos de Autor.



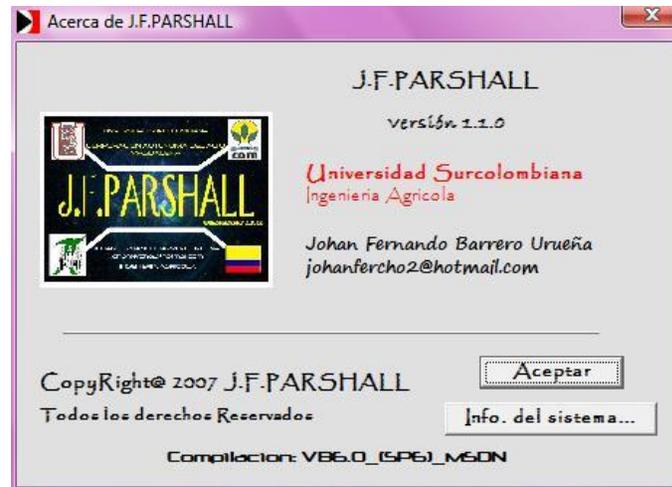
**Figura 36. Licencia (Barra de Menú)**

Por ultimo se encuentra el Menú **AYUDA** el cual tiene un mensaje de carácter informativo como se muestra a continuación:



**Figura 37. Ayuda (Barra de Menú)**

Por ultimo se puede observar la opción **ACERCA DE** que muestra información específica del programa y del sistema.



**Figura 38. Acerca de (Barra de Menú)**

**4.1.2.3.2 Botón Calcular.** Para comenzar a ejecutar el programa Recuerde primero ingresar el Caudal Máximo de Diseño, luego presione el Botón **CALCULAR**, y así el programa automáticamente realiza los cálculos necesarios para el diseño de la estructura "Canaleta Parshall".



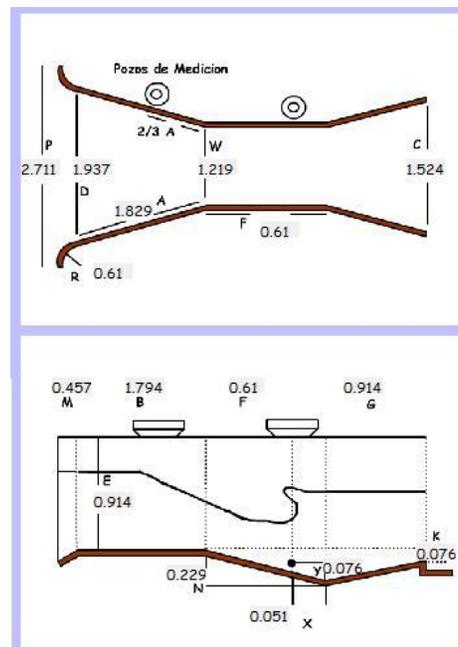
**Figura 39. Ingreso de Datos**

Además permite visualizar los valores calculados en el cuadro de Dimensiones que se encuentra en la parte inferior del Botón como se muestra a continuación:

Dimensiones						
				W		
				1.219		
A	B	C	D	E	F	G
1.829	1.794	1.524	1.937	0.914	0.61	0.914
K	N	R	M	P	X	Y
0.076	0.229	0.61	0.457	2.711	0.051	0.076

**Figura 40. Dimensiones Encontradas**

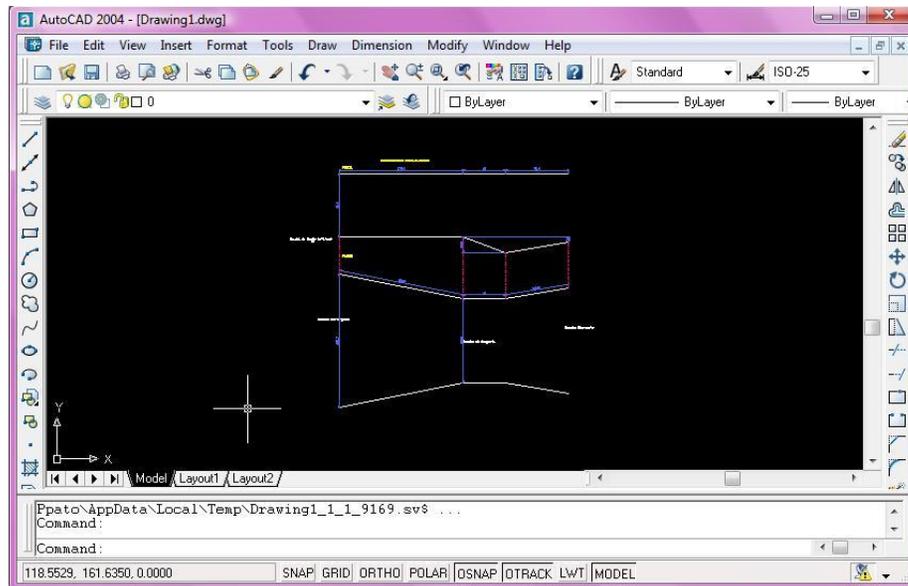
Obsérvese que las medidas calculadas en el recuadro de Dimensiones se sitúan en los esquemas de planta y perfil que se encuentran en la margen derecha del formulario principal.



**Figura 41. Esquema en donde se ubican las Dimensiones**

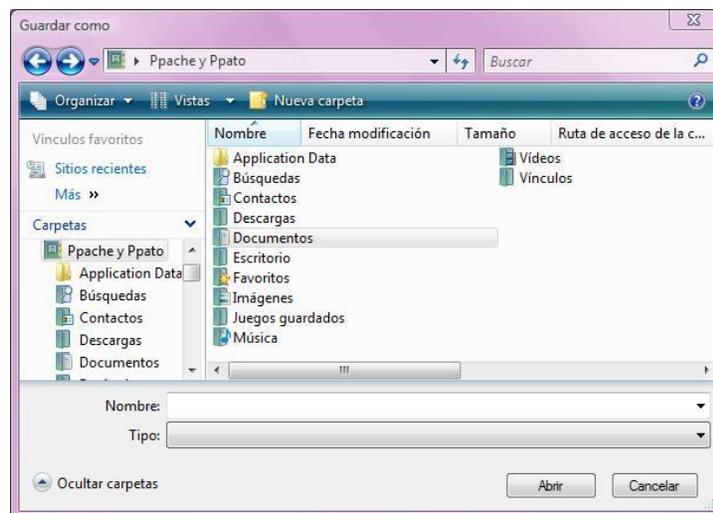
4.1.2.3.3 *Botón Dibujar.* Al pulsar el Botón **DIBUJAR** inmediatamente las dimensiones encontradas en los cálculos son dibujadas y acotadas en el programa de dibujo Autocad 2004 ®, recomendando de esta manera la necesidad de tener

esta versión de Autocad ® en su Computador y abrir previamente un documento en blanco de este mismo programa.



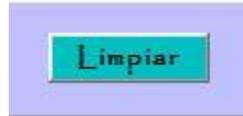
**Figura 42. Dibujo Dimensionado en Autocad 2004 ®**

**4.1.2.3.4 Botón Guardar.** Como su nombre lo indica este Botón permite **GUARDAR** los Cálculos previamente realizados en formato \*. RTF. Al hacer Click sobre él, se despliega una ventana de “Guardar como”, allí se seleccione el fichero de ubicación que desea y se elije el nombre que considere el más apropiado para su Diseño.



**Figura 43. Ventana Guardar Como**

4.1.2.3.5 *Botón Limpiar.* La aplicación de este Botón consiste precisamente en **LIMPIAR** los datos introducidos en el formulario principal para inmediatamente dar paso a un nuevo de Diseño.



**Figura 44. Boton Limpiar**

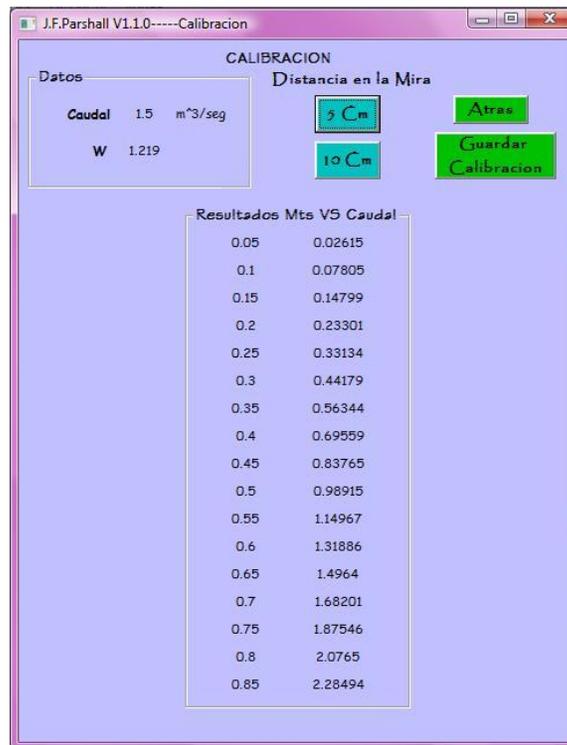
#### 4.1.2.3 *Ventana Calibración*

Al hacer Click sobre el Botón **CALIBRACIÓN** en el formulario principal, inmediatamente se despliega una segunda ventana o formulario que permite visualizar un cuadro de datos en donde se relaciona el Caudal de diseño (del formulario anterior) y el Tamaño de la Canaleta, además por medio de dos botones diferentes se pueden elegir los intervalos de medida en la reglilla de medición, esta puede ser de 5 o de 10 Cm.



**Figura 45. Botones de Distancia de Calibración en la Reglilla (Ventana Calibración)**

La calibración es la relación entre la altura del agua en la contracción o garganta de la canaleta y el caudal que por allí este pasando. De esta manera se despliegan unos resultados de altura contra caudal que permiten la graduación de la reglilla y hacer la curva de calibración de la canaleta.



**Figura 46. Resultados de la Calibración (Ventana Calibración)**

En la margen derecha del formulario se encuentra el botón **ATRAS** que como su nombre lo indica permite regresar al formulario principal, en la parte inferior de este se encuentra un segundo botón llamado **GUARDAR CALIBRACIÓN** este permite guardar las medidas en la Mira y su equivalente en formato RTF.

## 4.2. Diseño de Estructuras Hidráulicas

A continuación se presentan las memorias técnicas, memorias de cálculo y presupuestos de las 10 estructuras hidráulicas diseñadas con el paquete informático desarrollado; los planos respectivos se encuentran en el anexo B y en el anexo C un registro fotográfico de cada sitio.

### 4.2.1. Canal Tipo

#### 4.2.1.1 Memorias técnicas

El sistema de conducción que se utilizará serán Canales Abiertos tratando de encontrar una sección óptima que permita conducir el agua requerida de una manera más eficiente para lograr así un mejor aprovechamiento del recurso agua.

✓ **Especificaciones de diseño de sección de canal sobre el canal El Túnel, Sector La Parrilla**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para este canal.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	1.3 m <sup>3</sup> /seg	Canal El Túnel (Sector La Parrilla) N:779789.5105 E:855261.1626
Plantilla (b)	2	
Tirante (Y)	0.433	
Borde Libre	0.144	
Velocidad (V)	1.5	

Ahora en esta tabla (como información adicional) se muestra el resumen de una sección típica de canal REVESTIDO.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	1.3 m <sup>3</sup> /seg	Canal El Túnel (Sector La Parrilla) N:779789.5105 E:855261.1626
Plantilla (b)	1	
Tirante (Y)	0.542	
Borde Libre Revestido	0.181	
Velocidad (V)	2.396	

✓ **Especificaciones de diseño de sección de canal sobre el canal El Túnel, Sector Los Rosales**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para este canal.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.76624 m <sup>3</sup> /seg	Canal El Túnel (Sector Los Rosales) N:780352.8080 E:850852.9445
Plantilla (b)	1	
Tirante (Y)	0.559	
Borde Libre	0.186	
Velocidad (V)	1.372 m/seg	

Ahora en esta tabla (como información adicional) se muestra el resumen de una sección típica de canal REVESTIDO.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (m3/seg)	0.76624 m3/seg	Canal El Túnel (Sector Los Rosales) N:780352.8080 E:850852.9445
Plantilla (b)	0.8	
Tirante (Y)	0.456	
Borde Libre Revestido	0.152	
Velocidad (V)	2.098 m/seg	

✓ **Especificaciones de diseño de sección de canal sobre el canal Chichato**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para este canal.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.30996 m3/seg	Canal Chichato N:784333.5114 E:855628.9420
Plantilla (b)	0.7	
Tirante (Y)	0.405	
Borde Libre	0.135	
Velocidad (V)	1.094 m/seg	

Ahora en esta tabla (como información adicional) se muestra el resumen de una sección típica de canal REVESTIDO.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (m3/seg)	0.30996 m3/seg	Canal Chichato N:784333.5114 E:855628.9420
Plantilla (b)	0.7	
Tirante (Y)	0.265	
Borde Libre Revestido	0.008	
Velocidad (V)	1.668 m/seg	

✓ **Especificaciones de diseño de sección de canal sobre el canal La Murcia**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para este canal.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.40785 m3/seg	Canal La Murcia N: 793452.6160 E: 860261.6155
Plantilla (b)	0.8	
Tirante (Y)	0.435	
Borde Libre	0.145	
Velocidad (V)	1.17 m/seg	

Ahora en esta tabla (como información adicional) se muestra el resumen de una sección típica de canal REVESTIDO.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (m3/seg)	0.40785 m3/seg	Canal La Murcia N: 793452.6160 E: 860261.6155
Plantilla (b)	0.7	
Tirante (Y)	0.325	
Borde Libre Revestido	0.108	
Velocidad (V)	1.791 m/seg	

✓ **Especificaciones de diseño de sección de canal sobre el canal Los Primos**

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para este canal.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.02814 m3/seg	Canal Los Primos N: 779755.4951 E: 857605.0561
Plantilla (b)	0.3	
Tirante (Y)	0.136	
Borde Libre	0.045	
Velocidad (V)	0.692 m/seg	

Ahora en esta tabla (como información adicional) se muestra el resumen de una sección típica de canal REVESTIDO.

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.02814 m <sup>3</sup> /seg	Canal Los Primos N: 779755.4951 E: 857605.0561
Plantilla (b)	0.3	
Tirante (Y)	0.103	
Borde Libre Revestido	0.034	
Velocidad (V)	0.912 m/seg	

#### 4.2.1.2 Memorias de cálculo

	Canal El Tunel "Sector La Parrilla"			Canal El Tunel "Sector Los Rosales"			Canal Chichato		
	En Campo	Sugerido (Tipo de Suelo)	Sugerido (Revestido Concreto Sin Pulir)	En Campo	Sugerido (Tipo de Suelo)	Sugerido (Revestido Concreto Sin Pulir)	En Campo	Sugerido (Tipo de Suelo)	Sugerido (Revestido Concreto Sin Pulir)
Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.9540 5	1.3	1.3	0.3831 2	0.76624	0.76624	0.1033 2	0.30996	0.30996
Plantilla (m)	3.15	2	1	4.40	1	0.8	1.65	0.7	0.7
Pendiente (m/m)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Talud Horizontal (m/m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rugosidad	0.03	0.03	0.017	0.03	0.03	0.017	0.03	0.03	0.017
Vel Mínima (m/seg)	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762
Vel Máxima (m/seg)	1.52	1.52	2.5	1.52	1.52	2.5	1.68	1.68	2.5
<b>RESULTADOS</b>									
Tirante (m)	0.252	0.433	0.542	0.115	0.559	0.456	0.096	0.405	0.265
P Húmedo (m)	3.653	2.866	2.085	4.629	2.118	1.713	1.843	1.51	1.231
Área (m <sup>2</sup> )	0.793	0.866	0.542	0.504	0.559	0.365	0.159	0.284	0.186
R Hidráulico (m)	0.217	0.302	0.26	0.109	0.264	0.213	0.086	0.188	0.151
Velocidad (m/seg)	1.204	1.5	2.396	0.761	1.372	2.098	0.649	1.094	1.668
Ancho Sup Agua (m)	3.15	2	1	4.4	1	0.8	1.65	0.7	0.7
Borde Libre (m)	0.084	0.144	0.181	0.038	0.186	0.152	0.032	0.135	0.088
Altura del canal (m)	0.336	0.577	0.723	0.153	0.745	0.608	0.128	0.54	0.353
Ancho Total (m)	3.15	2	1	4.4	1	0.8	1.65	0.7	0.7
Relacion B/Y	12.5	4.619	1.845	38.261	1.789	1.754	17.188	1.728	2.642
<b>Chequeo Velocidad</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>

Continuación

	Canal La Murcia			Canal Los Primos		
	En Campo	Sugerido (Tipo de Suelo)	Sugerido (Revestido Concreto Sin Pulir)	En Campo	Sugerido (Tipo de Suelo)	Sugerido (Revestido Concreto Sin Pulir)
Caudal (m <sup>3</sup> /seg)	0.1359 5	0.40785	0.40785	0.0093 8	0.02814	0.02814
Plantilla (m)	2.49	0.8	0.7	0.73	0.3	0.3
Pendiente (m/m)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Talud Horizontal (m/m)	0	0	0	0	0	0
Rugosidad	0.03	0.03	0.017	0.025	0.025	0.017
Vel Mínima (m/seg)	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762	0.762
Vel Máxima (m/seg)	1.52	1.52	2.5	1.52	1.52	2.5
<b>RESULTADOS</b>						
Tirante (m)	0.087	0.435	0.325	0.033	0.136	0.103
P Húmedo (m)	2.664	1.67	1.349	0.796	0.573	0.506
Área (m <sup>2</sup> )	0.217	0.348	0.227	0.024	0.041	0.031
R Hidráulico (m)	0.081	0.208	0.168	0.03	0.072	0.061
Velocidad (m/seg)	0.624	1.17	1.791	0.386	0.692	0.912
Ancho Sup Agua (m)	2.49	0.8	0.7	0.73	0.3	0.3
Borde Libre (m)	0.029	0.145	0.108	0.011	0.045	0.034
Altura del canal (m)	0.116	0.58	0.433	0.044	0.181	0.137
Ancho Total (m)	2.49	0.8	0.7	0.73	0.3	0.3
Relacion B/Y	28.621	1.839	2.154	22.121	2.206	2.913
<b>Chequeo Velocidad</b>	<b>NO</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>OK</b>

### 4.2.1.3 Presupuestos

✓ Sobre el Canal El Tunel Sector La Parrilla:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Preliminares</b>				
Relleno (Material de Prestamo)	m3	4	20,000	80000
Pison Manual (Afirmado)	Und	1	10,000	10000
SUMATORIA PARCIAL			90,000	
<b>Revestimiento</b>				
Concreto 3000 psi (e=7Cm)	m3	0.2	369,518	73903.6
SUMATORIA PARCIAL			73,904	
<b>Formaleta</b>				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	7	23,000	161,000
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
SUMATORIA PARCIAL			164,680	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	2	30,000	60,000
Ayudante 1	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 2	Día	2	18,000	36,000
SUMATORIA PARCIAL			132,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			460,584	
AIU (20%)			92,117	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>552,700.32</b>	

✓ Sobre el Canal El Tunel Sector Los Rosales:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Preliminares</b>				
Relleno (Material de Prestamo)	m3	10	20,000	200000
Pison Manual (Afirmado)	Und	1	10,000	10000
SUMATORIA PARCIAL			210,000	
<b>Revestimiento</b>				
Concreto 3000 psi (e=7Cm)	m3	0.17	369,518	62818.06
SUMATORIA PARCIAL			62,818	
<b>Formaleta</b>				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	6	23,000	138,000
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
SUMATORIA PARCIAL			141,680	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	2	30,000	60,000
Ayudante 1	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 2	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 3	Día	2	18,000	36,000
SUMATORIA PARCIAL			168,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			582,498	
AIU (20%)			116,500	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>698,997.67</b>	

✓ Sobre el Canal Chichato:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Preliminares</b>				
Relleno (Material de Prestamo)	m3	1.7	20,000	34000
Pison Manual (Afirmado)	Und	1	10,000	10000
SUMATORIA PARCIAL			44,000	
<b>Revestimiento</b>				
Concreto 3000 psi (e=7Cm)	m3	0.11	369,518	40646.98
SUMATORIA PARCIAL			40,647	
<b>Formaleta</b>				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	3	23,000	69,000
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
SUMATORIA PARCIAL			72,680	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	2	30,000	60,000
Ayudante 1	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 2	Día	2	18,000	36,000
SUMATORIA PARCIAL			132,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			289,327	
AIU (20%)			57,865	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>347,192.38</b>	

✓ Sobre el Canal La Murcia:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Preliminares</b>				
Relleno (Material de Prestamo)	m3	2.9	20,000	58000
Pison Manual (Afirmado)	Und	1	10,000	10000
SUMATORIA PARCIAL			68,000	
<b>Revestimiento</b>				
Concreto 3000 psi (e=7Cm)	m3	0.13	369,518	48037.34
SUMATORIA PARCIAL			48,037	
<b>Formaleta</b>				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	5	23,000	115,000
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
SUMATORIA PARCIAL			118,680	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	2	30,000	60,000
Ayudante 1	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 2	Día	2	18,000	36,000
SUMATORIA PARCIAL			132,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			366,717	
AIU (20%)			73,343	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>440,060.81</b>	

✓ Sobre el Canal Los Primos:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Preliminares</b>				
Relleno (Material de Prestamo)	m3	0.38	20,000	7600
Pison Manual (Afirmado)	Und	1	10,000	10000
SUMATORIA PARCIAL		17,600		
<b>Revestimiento</b>				
Concreto 3000 psi (e=7Cm)	m3	0.1	369,518	36951.8
SUMATORIA PARCIAL		36,952		
<b>Formaleta</b>				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	2	23,000	46,000
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
SUMATORIA PARCIAL		49,680		
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	2	30,000	60,000
Ayudante 1	Día	2	18,000	36,000
Ayudante 2	Día	2	18,000	36,000
SUMATORIA PARCIAL		132,000		
SUMATORIA SUMAS PARCIALES		236,232		
AIU (20%)		47,246		
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>283,478.16</b>		

## 4.2.2. Parshall

### 4.2.2.1 Memorias técnicas

La estructura para medición de flujo que se utilizará en este diseño, es la canaleta de flujo crítico "Canaleta Parshall". Este tipo de obras se ubican en los lugares en donde se requiere conocer el Caudal que está pasando por esa sección. En este caso específico las obras se ubicarán en la entrada de los canales para tener una aproximación al caudal que se está captando en el Río Neiva.

En general esta estructura se compone principalmente por una sección estrecha o Garganta que es el lugar en donde se realizará (por medio de la elevación sobre la reglilla), la medición del caudal. La medida que se haga en la reglilla corresponde a un caudal específico que será mencionado en la Calibración de la canaleta.

En las siguientes tablas se muestra un resumen de las características principales del diseño sugerido para cada canal.

✓ **Especificaciones de diseño de Aforador Parshall sobre el canal La Polania**

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.13541 m3/seg	Canal La Polania Coordenadas E:860628.0670 N:795216.8030
Tamaño de la canaleta (W)	0.076	
Longitud de la Garganta (F)	0.152	
Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.259	
Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.178	

✓ **Especificaciones de diseño de Aforador Parshall sobre el canal La Palma**

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.07103 m3/seg	Canal La Palma Coordenadas E:858286.4939 N:787472.9550
Tamaño de la canaleta (W)	0.152	
Longitud de la Garganta (F)	0.305	
Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.397	
Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.394	

✓ **Especificaciones de diseño de Aforador Parshall sobre el canal La Chuquia**

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.07103 m3/seg	Canal La Chuquia Coordenadas E:857895.9858
Tamaño de la canaleta (W)	0.152	
Longitud de la Garganta	0.305	

(F)		N:783526.7210
Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.397	
Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.394	

✓ **Especificaciones de diseño de Aforador Parshall sobre el canal Guayabal**

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.13541 m3/seg	Canal Guayabal Coordenadas E:858195.7677 N:787008.4273
Tamaño de la canaleta (W)	0.229	
Longitud de la Garganta (F)	0.305	
Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	0.575	
Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.381	

✓ **Especificaciones de diseño de Aforador Parshall sobre el canal La Chatera**

CARACTERISTICA	DIMENSIONES (m)	LOCALIZACION
Caudal (Q)	0.54769 m3/seg	Canal La Chatera Coordenadas E:857804.9170 N:780272.2613
Tamaño de la canaleta (W)	0.457	
Longitud de la Garganta (F)	0.61	
Ancho del Extremo Aguas arriba de la Canaleta (D)	1.026	
Ancho del Extremo Aguas abajo de la Canaleta (C)	0.762	

#### 4.2.2.2 Memorias de cálculo

	LA POLANIA	LA PALMA	LA CHUQUIA	GUAYAB AL	LA CHATERA
Q (m <sup>3</sup> /seg)	0.05365	0.07103	0.07103	0.13541	0.54769
W (m)	0.076	0.152	0.152	0.229	0.457
A (m)	0.467	0.621	0.621	0.879	1.448
B (m)	0.457	0.610	0.610	0.864	1.419
C (m)	0.178	0.394	0.394	0.381	0.762
D (m)	0.259	0.397	0.397	0.575	1.026
E (m)	0.610	0.610	0.610	0.762	0.914
F (m)	0.152	0.305	0.305	0.305	0.610
G (m)	0.305	0.610	0.610	0.457	0.914
K (m)	0.025	0.076	0.076	0.076	0.076
N (m)	0.057	0.114	0.114	0.114	0.229
R (m)	0.406	0.406	0.406	0.406	0.508
M (m)	0.305	0.305	0.305	0.305	0.381
P (m)	0.768	0.902	0.902	1.080	1.676
X (m)	0.025	0.051	0.051	0.051	0.051
Y (m)	0.038	0.076	0.076	0.076	0.076

W (Tamaño de la Canaleta); A (Longitud de la Pared Lateral de la Sección Convergente), B (Longitud Axial de la Sección Convergente), C (Ancho del Extremo de Aguas abajo de la Canaleta), D (Ancho del Extremo de Aguas arriba de la Canaleta), E (Profundidad de la Canaleta), F (Longitud de la Garganta), G (Longitud de la Sección Divergente), K (Diferencia de Nivel entre el pto mas bajo de la Canaleta y la Cresta), N (Profundidad de la Depresión en la Garganta debajo de la Cresta), R (Radio de Curvatura de las Paredes Curvas), M (Longitud del Fondo de Aproximación), P (Ancho entre los extremos de las Paredes Curvas), X (Distancia Horiz desde el punto mas bajo de la Garganta hasta Hb), Y (Distancia Vertical desde el pto mas bajo de la Garganta hasta Hb)

### 4.2.2.3 Presupuestos

✓ Sobre el Canal La Palma:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Estructura</b> (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (fc = 3000 Psi)	m3	0.29	369,518	107,160
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>107,160</b>	
<b>Formaleta</b> (Entablero con cerchas y parales metalicos)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	15	23,000	345,000
Forclamps (Tuercas) por 10 días	Und.	16	5,060	80,960
Parales largos (Metalicos) por 10 días	Und.	8	8,280	66,240
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>495,880</b>	
<b>Impermeabilización</b> (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la canaleta)				
Impermeabilizante SIKA Top 121 (Bulto 20 Kg)	Und.	1	65,550	65,550
Epopsico para juntas SIKA Dur 32 Primer (1 Kg)	Und.	1	49,091	49,091
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>114,641</b>	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	3	30,000	90,000
Ayudante 1	Día	3	18,000	54,000
Ayudante 2	Día	3	18,000	54,000
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>198,000</b>	
<b>SUMATORIA SUMAS PARCIALES</b>			<b>915,681</b>	
<b>AIU (20%)</b>			<b>183,136</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>1,098,817.46</b>	

✓ Sobre el Canal La Chuquia:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Estructura</b> (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (fc = 3000 Psi)	m3	0.29	369,518	107,160
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>107,160</b>	
<b>Formaleta</b> (Entablero con cerchas y parales metalicos)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	15	23,000	345,000
Forclamps (Tuercas) por 10 días	Und.	16	5,060	80,960
Parales largos (Metalicos) por 10 días	Und.	8	8,280	66,240
ACPM	Galones	1	3,680	3,680
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>495,880</b>	
<b>Impermeabilización</b> (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la canaleta)				
Impermeabilizante SIKA Top 121 (Bulto 20 Kg)	Und.	1	65,550	65,550
Epopsico para juntas SIKA Dur 32 Primer (1 Kg)	Und.	1	49,091	49,091
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>114,641</b>	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	3	30,000	90,000
Ayudante 1	Día	3	18,000	54,000
Ayudante 2	Día	3	18,000	54,000
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>			<b>198,000</b>	
<b>SUMATORIA SUMAS PARCIALES</b>			<b>915,681</b>	
<b>AIU (20%)</b>			<b>183,136</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>1,098,817.46</b>	

✓ Sobre el Canal Guayabal:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Estructura</b> (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (fc = 3000 Psi)	m3	0.38	369,518	140,417
SUMATORIA PARCIAL			140,417	
<b>Formaleta</b> (Entablero con cerchas y parales metalicos)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	22	23,000	506,000
Forclamps (Tuercas) por 10 días	Und.	16	5,060	80,960
Parales largos (Metalicos) por 10 días	Und.	8	8,280	66,240
ACPM	Galones	2	3,680	7,360
SUMATORIA PARCIAL			660,560	
<b>Impermeabilización</b> (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la canaleta)				
Impermeabilizante SIKA Top 121 (Bulto 20 Kg)	Und.	1	65,550	65,550
Eposico para juntas SIKA Dur 32 Primer (1 Kg)	Und.	1	49,091	49,091
SUMATORIA PARCIAL			114,641	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	3	30,000	90,000
Ayudante 1	Día	3	18,000	54,000
Ayudante 2	Día	3	18,000	54,000
SUMATORIA PARCIAL			198,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			1,113,618	
AIU (20%)			222,724	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>1,336,341.41</b>	

✓ Sobre el Canal La Chatera:

DESCRIPCIÓN	Und.	Cant.	V/u (\$)	V/t (\$)
<b>Estructura</b> (Muros y placa maciza en concreto reforzado)				
Concreto (fc = 3000 Psi)	m3	0.90	369,518	332,566
SUMATORIA PARCIAL			332,566	
<b>Formaleta</b> (Entablero con cerchas y parales metalicos)				
Tabla cedro macho cepillada (0.1m x 2.5m)	Und.	43	23,000	989,000
Forclamps (Tuercas) por 10 días	Und.	16	5,060	80,960
Parales largos (Metalicos) por 10 días	Und.	8	8,280	66,240
ACPM	Galones	3	3,680	11,040
SUMATORIA PARCIAL			1,147,240	
<b>Impermeabilización</b> (Impermeabilizantes para las juntas y el interior de la canaleta)				
Impermeabilizante SIKA Top 121 (Bulto 20 Kg)	Und.	1	65,550	65,550
Eposico para juntas SIKA Dur 32 Primer (1 Kg)	Und.	1	49,091	49,091
SUMATORIA PARCIAL			114,641	
<b>Mano de obra calificada</b>				
Maestro de obra	Día	4	30,000	120,000
Ayudante 1	Día	4	18,000	72,000
Ayudante 2	Día	4	18,000	72,000
SUMATORIA PARCIAL			264,000	
SUMATORIA SUMAS PARCIALES			1,858,447	
AIU (20%)			371,689	
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>2,230,136.64</b>	

Luego de haber realizado los diseños de los aforadores tipo Parshall sugiriendo su construcción en concreto tal y como se observa en los presupuestos, es preciso mencionar que a nivel nacional este tipo de aforadores se están implementando de manera prefabricada, siendo esta una opción objeto de análisis en futuras implementaciones en el Distrito de Riego del Río Neiva.

De la misma manera, se deben tener en cuenta los aspectos técnicos que enmarcan la construcción de las Canaletas Parshall frente a otros tipos de estructuras de medición, ya que como es bien sabido, las Parshall pueden en cierta medida ser complicadas de construir. Este análisis no pretende en ningún momento desconocer las ventajas propias del aforador Parshall, pero sí plantear puntos de vista acerca del uso de este tipo de estructuras.

### 4.3. ESTUDIO DE TOPOGRAFIA, CARTOGRAFIA Y SIG

#### 4.3.1. Área cartografía.

Se realizó la recopilación de información existente relacionada con el proyecto, para lo cual se consultaron las entidades y organizaciones con jurisdicción en la zona, a continuación se relaciona la información suministrada y la fuente de origen.

**Cuadro 2. Información y fuentes de suministro**

DESCRIPCION	FUENTE	FORMATO
Esquema de Ordenamiento Territorial Campoalegre y Hobo	CAM	Medio Magnético
Planos Temáticos de Cobertura y Uso Actual del Suelo, Suelos y Conflictos Hobo y Campoalegre		
Planchas 1:25000 No 345-II-A, 345-II-B, 345-I-D, 345-II-C, 345-II-D, 345-III-D, 345-IV-A, 345-IV-D		
Escena Imagen Landsat año 2002		
Planchas Generales 1:25000 No 345-II-A, 345-I-D, 345-II-C, 345-IV-A, 345-III-B	IGAC	Análogo
Planchas Rurales Campoalegre 3454A, 345IIC, 345IIA, 345ID		
Escena Imagen Landsat año 2000 Zona del Proyecto	INTERNET	Magnético
Base de Datos Predios Mpio de Campoalegre	ALCALDIA CAMPOALEGRE	Magnético

*4.3.1.1. Determinación del error planimétrico y validación de la calidad cartográfica de la información.* Siguiendo la metodología para la evaluación de la exactitud en posición absoluta o externa de la cartografía base, se realizó siguiendo los siguientes pasos: Se determinó el área de evaluación y se escogió un determinado número de puntos el cual no debe ser menor a veinte (20) o un número adecuado de acuerdo a la magnitud (en área) de la información a evaluar, ya que un número menor de puntos no es una muestra representativa para la estimación de la exactitud en posición por el método de error medio cuadrático e intervalo de confianza, la muestra debe ser homogénea y distribuida adecuadamente para que sea representativa.

Se realizaron los chequeos de reconocimiento cartográfico y georeferenciación en campo, con el fin de validar la información de acuerdo a los estándares de calidad cartográfico propuestos por la Secretaría Técnica Nacional de Normalización de información geográfica, Norma ICONTEC sobre Sistemas Geográficos Georeferenciados; el objetivo básico de esta norma es proporcionar los conceptos básicos que permiten describir la calidad de los datos geográficos, disponibles en formato digital y análogo, y presentar un modelo conceptual que facilite el manejo de la información sobre la calidad de los datos geográficos.

Para tal fin se seleccionaron puntos de muestreo fácilmente identificables en la cartografía recopilada y accesibles en la zona de estudio, se realizó la georeferenciación en campo con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global GPS, se realizaron capturas de información geográfica de los puntos seleccionados durante el transcurso de los días de muestreo y en diferente horario con el fin de homogenizar la oportunidad de conseguir la mejor geometría satelital y con el GPS disponible minimizar el error debido a la calidad de la señal y al equipo utilizado para tal fin, como resultado se obtuvieron las lecturas consignadas en el Cuadro 3.

De acuerdo a las recomendaciones dadas para la evaluación de la calidad cartográfica, el error posicional o la exactitud cartográfica de un punto real ubicado en el terreno y materializado en campo, esta determinado por el umbral de exactitud y precisión en posición según la escala de captura, la cual en nuestro caso fue 1:25000; a esta escala la exactitud mínima sobre el terreno en metros es de 12.5 m. Tanto por este método de evaluación como por el mencionado inicialmente el margen de error permitido se encuentre comprendido en un rango bastante amplio entre 5 m y 12.5 m; las lecturas obtenidas durante el periodo de muestreo no sobrepasaron este límite.

**Cuadro 3. Determinación del error planimétrico.**

A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Punto	x	x			y	y			(dif en x) <sup>2</sup> +	Error Posición (X,Y)
Código	(muestra)	(real)	dif en x	(dif en x) <sup>2</sup>	(muestra)	(real)	dif in y	(dif en y) <sup>2</sup>	(dif en y) <sup>2</sup>	
c1	861463.778	861466.570	-2.792	7.795264	789212.228	789217.148	-4.92	24.2064	32.001664	5.66
c2	861465.226	861467.455	-2.229	4.968441	789215.184	789216.369	-1.185	1.404225	6.372666	2.52
c3	862313.345	862307.679	5.666	32.103556	791548.439	791541.436	7.003	49.042009	81.145565	9.01
c4	862308.425	862314.151	-5.726	32.787076	791541.102	791543.924	-2.822	7.963684	40.75076	6.38
c5	859449.344	859452.533	-3.189	10.169721	784484.267	784484.551	-0.284	0.080656	10.250377	3.20
c6	859452.950	859454.743	-1.793	3.214849	784482.947	784485.708	-2.761	7.623121	10.83797	3.29
c7	859528.373	859523.464	4.909	24.098281	787919.612	787923.149	-3.537	12.510369	36.60865	6.05
c8	859524.466	859525.110	-0.644	0.414736	787918.133	787919.263	-1.13	1.2769	1.691636	1.30
c9	862074.244	862074.571	-0.327	0.106929	791104.545	791105.435	-0.89	0.7921	0.899029	0.95
c10	860343.643	860345.979	-2.336	5.456896	787402.472	787407.411	-4.939	24.393721	29.850617	5.46
c11	860346.517	860345.987	0.53	0.2809	787404.917	787406.688	-1.771	3.136441	3.417341	1.85
c12	859073.924	859064.334	9.59	91.9681	787606.896	787601.000	5.896	34.762816	126.730916	11.26
c13	859074.815	859075.607	-0.792	0.627264	787612.606	787611.891	0.715	0.511225	1.138489	1.07
c14	859442.344	859450.533	-8.189	67.059721	787610.606	787613.891	-3.285	10.791225	77.850946	8.82
c15	857947.462	857953.6796	-6.2174948	38.6572415	782461.222	782454.7153	6.5071314	42.3427585	81	9.00
c16	856762.086	856762.3007	-0.2143609	0.04595061	781979.324	781973.3274	5.9961696	35.9540494	36	6.00
c17	856697.133	856688.6061	8.5268804	72.7076897	782426.49	782433.4394	-6.9492669	48.2923103	121	11.00
c18	855907.52	855905.7818	1.7380816	3.02092772	781653.545	781658.2331	-4.6881843	21.9790722	24.99999994	5.00
c19	856693.133	856686.6061	6.5268804	42.600168	781977.324	781971.3274	5.9961696	35.9540494	78.55421741	8.86
c20	862071.240	862071.570	-0.33	0.1089	791101.540	791101.430	0.11	0.0121	0.121	0.35

### **4.3.2. Área Topografía**

*4.3.2.1 Determinación de las áreas del proyecto* En general el área total del proyecto se determinó en 12592 Ha, las cuales enmarcan el área inicialmente determinada por la información cartográfica suministrada, sin embargo se identificaron 1021 predios con un área de 11286 Has los cuales son beneficiarios de la fuente hídrica, de estos 9363 Ha, se encuentran cultivadas y 1923 Ha sin cultivar, de estos predios son propietarios 715 usuarios.

*4.3.2.2. Levantamiento de conducciones principales y secundarias* El total de Canales localizados y levantados topográficamente fue de 37 para el sector de influencia de la corriente hídrica Río Neiva con una longitud total estimada en 529.39 Km, así mismo en el sector de influencia del cauce conductor de descoles, llamado Q. La Ciénaga se levantaron 14 canales con una longitud total estimada de 84.40 Km, para un total de 613.79 Km en el Cuadro 22 está la lista completa de los canales levantados con sus longitudes y respectivas obras hidráulicas encontradas; adicionalmente se levantaron 5 cauces y zanjones utilizados para la conducción de descoles, Z. Chorrolindo, Z. Cordoncillo, Z. San Marcos, Z. Arenales y Z. El Silencio

Tanto el nombre de los canales como las obras encontradas se codificaron con el fin de localizarlos en los planos cartográficos.

*4.3.2.3 Levantamiento topográfico de predios.* El trabajo de topografía también involucró el levantamiento de predios donde fuera necesario determinar su área dada la falta de información cartográfica o por la necesidad de actualizar la información existente y no consistente con la realidad, en especial en los predios de Empresas Comunitarias y/o Asociaciones Campesinas, que pasaron de una estructura de producción comunitaria a la individual. En total el área total levantada de predios fue de 1189 Ha.

### **4.3.3. Área SIG**

#### *4.3.3.1. Diseño de la base de datos*

- **Esquema Relacional**

Para implementar el sistema de información geográfica inicialmente se diseñó una base de datos en donde se almacena la información proveniente de las encuestas socioeconómicas y censo agropecuario realizada en el desarrollo del proyecto; el esquema relacional de la base de datos se puede observar en la figura 47.

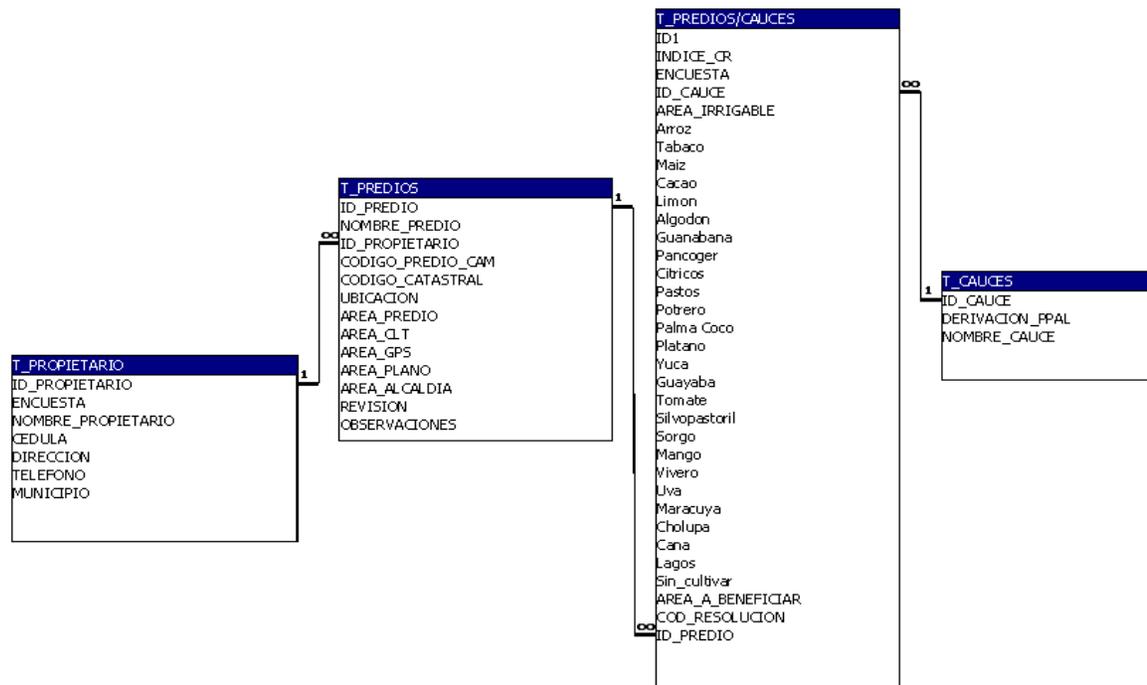


Figura 47. Esquema relacional de la base de datos

4.3.3.2. Documentación de la base de datos

- **Tablas.** Se diseñaron 4 tablas principales: Tabla Predios, Tabla Propietarios, Tabla Cauces y Tabla Predios/Cauces a cada una se les asignaron sus respectivos campos de registro de datos; a continuación se describe de manera general la información contenida en los campos,

✓ **Tabla Predios**

	Nombre del campo	Tipo de datos	
🔑	ID_PREDIO	Número	Identificador - Clave Principal
	NOMBRE_PREDIO	Texto	Nombre del predio
	ID_PROPIETARIO	Número	Identificador asignado a cada propietario de predio
	CODIGO_PREDIO_CAM	Texto	Código asignado por la CAM a los predios con concesión de aguas
	CODIGO_CATASTRAL	Texto	Código Catastral del predio
	UBICACION	Texto	Ubicación Política del predio dentro del municipio
	AREA_PREDIO	Número	Área del predio reportada por el usuario en la encuesta
	AREA_CLT	Número	Área reportada en el certificado de libertad y tradición del predio
	AREA_GPS	Número	Área obtenida mediante levantamiento GPS para los predios donde se realizó
	AREA_PLANO	Número	Área obtenida de planos suministrados por los propietarios
	AREA_ALCALDIA	Número	Área obtenida de la base de datos de la Alcaldía del Mpio de Campoalegre
	REVISION	Memo	Casilla de Chequeo interno
	DESCOLES	Memo	Lugar hacia donde van los descoles de agua del predio
	OBSERVACIONES	Memo	Observaciones

✓ **Tabla Propietario**

	Nombre del campo	Tipo de datos	
?	ID_PROPIETARIO	Número	Identificador - Clave principal de la Tabla Propietarios
	ENCUESTA	Número	Numero consecutivo de la encuesta aplicada en el proyecto
	NOMBRE_PROPIETARIO	Texto	Nombre del propietario
	CEDULA	Número	Documento de identidad del propietario
	DIRECCION	Texto	Direccion residencia del propietario
▶	TELEFONO	Texto	Numero telefonico del propietario
	MUNICIPIO	Texto	Municipio donde reside el propietario

✓ **Tabla Cauces**

	Nombre del campo	Tipo de datos	
?	ID_CAUCE	Número	Identificador - Clave principal de la tabla cauces
	DERIVACION_PPAL	Texto	Nombre de la fuente principal del recurso hidrico
	NOMBRE_CAUCE	Texto	Nombre del cauce o canal conductor de aguas

• **Tabla Predios/Cauces**

	Nombre del campo	Tipo de datos	
	ID_CAUCE	Número	Identificador foraneo de la tabla cauce
	AREA_IRRIGABLE	Número	Area total del predio beneficiada con riego
	Arroz	Número	Area total cultivada con arroz
	Tabaco	Número	Area total cultivada con Tabaco
	Maiz	Número	Area total cultivada con Maiz
	Cacao	Número	Area total cultivada con Cacao
	Limon	Número	Area total cultivada con Limon
	Algodon	Número	Area total cultivada con Algodon
	Guanabana	Número	Area total cultivada con Guanabana
	Pancoger	Número	Area total cultivada con Pancoger
	Citricos	Número	Area total cultivada con Citricos
	Pastos	Número	Area total cultivada con Pastos
	Potrero	Número	Area total cultivada con Potrero
	Palma Coco	Número	Area total cultivada con Palma Coco
	Platano	Número	Area total cultivada con Platano
	Yuca	Número	Area total cultivada con Yuca
	Guayaba	Número	Area total cultivada con Guayaba
	Tomate	Número	Area total cultivada con Tomate
	Silvopastoril	Número	Area total cultivada con Silvopastoril
	Sorgo	Número	Area total cultivada con Sorgo
	Mango	Número	Area total cultivada con Mango
	Vivero	Número	Area total cultivada con Vivero
	Uva	Número	Area total cultivada con Uva
▶	Maracuya	Número	Area total cultivada con Maracuya
	Cholupa	Número	Area total cultivada con Cholupa
	Cana	Número	Area total cultivada con Cana
	Lagos	Número	Area total utilizada para Lagos
	Sin cultivar	Número	Area total sin cultivar
	AREA_A_BENEFICIAR	Número	Area total a beneficiar por el riego.

- **Formularios.** Los formularios permiten mostrar al mismo tiempo en la pantalla campos procedentes de distintas tablas relacionadas de forma que resulte mucho mas sencillo trabajar con ellas. Al mismo tiempo se puede hacer que no aparezcan determinados campos que no representan importancia durante el momento de consultar la información; además con los formularios diseñados se le dio una apariencia más agradable a la presentación de los datos que hace que el trabajo con ellos sea más comodo, permitiendo insertar datos, modificarlos o eliminar algún registro.

Con el fin de mejorar la apariencia y presentación de los datos almacenados en la base de datos se diseñaron los siguientes formularios:

- ✓ **Formulario PRINCIPAL:** Es la ventana de acceso principal a la información este contiene los enlaces directos a toda la información almacenada en la base de datos.



- ✓ **Formulario CONSULTAR PROPIETARIOS:** Este formulario contiene toda la información de los usuarios del proyecto, el modo consulta solo permite visualizar los datos, impidiendo a usuarios no autorizados la modificación de la misma; la información de este formulario se concentra en tres grandes bloques: Información personal del propietario; información predial la cual incluye los datos generales del predio, áreas, cultivos y canales que se utilizan para conducir el agua hasta el lote y finalmente el bloque de Caudal concesionado, en donde se visualiza la información de caudal concesionado para cada cultivo reportado por el usuario.

### CONSULTAR INFORMACION DE USUARIOS

**INFORMACION PERSONAL**

ID\_PROPIETARIO

NOMBRE PROPIETARIO

CEDULA  DIRECCION

TELEFONO  MUNICIPIO

**Caudal concesionado del predio por canal para el cultivo establecido en Litros/Seg**

Arroz  Platanos  Lagos

Tabaco  Yuca

Maiz  Guayaba

**Totales**  LPS **Porcentaje del Caudal Base**  %

**PREDIOS**

ID_PREDIO	NOMBRE DEL PREDIO	CODIGO DE PREDIO CAM	CODIGO CATASTRAL	
52	LA CASA	172100033501	00-00-0008-0043-000	VE
915	CANEYES No 8	170400012501	00-00-0011-0091-000	LL

Registro:  de 2

**CAUCES**

CAUCES	AREA IRRIGABLE	Arroz	Tabaco
110, RIO NEIVA, SAN RAFAEL	1	1	0
110, RIO NEIVA, SAN RAFAEL	3	3	0

Registro:  de 2

- ✓ **Formulario EDITAR DATOS:** Este formulario permite la edición de los datos almacenados en la base de datos, solo para usuarios autorizados, se pueden ingresar nuevos propietarios, información predial, información de los cauces y los cultivos y adicionalmente se puede ingresar a un modulo que edita los modulos de riego.

### EDITAR INFORMACION DE USUARIOS

**INFORMACION PERSONAL**

ID\_PROPIETARIO  **IMPORTANTE! El último numero de ID\_PROPIETARIO ingresado fue:**

NOMBRE PROPIETARIO

CEDULA  DIRECCION

TELEFONO  MUNICIPIO

**PREDIOS:** **IMPORTANTE! El último numero de ID\_PREDIO ingresado fue:**

ID_PRED	NOMBRE DEL PREDIO	CODIGO DE PREDIO CAM	CODIGO CATASTRAL	
151	PARAZAL No 1	174500050001	00-00-0011-0063-000	LLANC

Registro:  de 1

**CAUCES Y CULTIVOS:**

CAUCES	AREA IRRIGABLE	Arroz	Tabaco
115, RIO NEIVA, PROVIDENCIA	9	9	0
	0	0	0

Registro:  de 1

- ✓ **Formulario INGRESAR NUEVO CAUCE:** Este formulario permite el acceso al usuario autorizado para ingresar nuevos canales o cauces utilizados para conducir el recurso hídrico desde la derivación principal hasta los predios beneficiados.

Este es el formato de ingreso de nuevo cauce en el Distrito de Riego, el Identificador del nuevo cauce es el número: 215

Ingrese este número en la casilla "IDENTIFICADOR DEL CAUCE".

IDENTIFICADOR DEL CAUCE  
215

NOMBRE DEL CAUCE CONDUCTOR  
CIENAGA - LAS BURRAS

NOMBRE DE LA DERIVACION PRINCIPAL  
RIO NEIVA

Agregar nuevo Cauce

Eliminar Cauce

?

+

- ✓ **Formulario RESULTADOS:** El formulario Resultados es tal vez uno de los más importantes dentro de la estructuración del diseño de la base de datos, ya que provee una serie de datos consolidados provenientes de diferentes consultas internas, permitiendo el análisis de la información desde diferentes puntos de vista, consta de 5 modulos diferentes de resultados agrupados en información parcial de Rio Neiva, La Cienaga, Quebradas, Zanjonés y para el caso especial de Los Rosales, además se puede consultar los Resultados Generales del proyecto.

**RESULTADOS**

RESULTADOS GENERALES

DERIVACION RIO NEIVA

RESULTADOS PARCIALES DE RIO NEIVA

DERIVACION DESCOLES

RESULTADOS PARCIALES DE LA CIENAGA

RESULTADOS PARCIALES DE QUEBRADAS

RESULTADOS PARCIALES DE ZANJONES

RESULTADOS PARCIALES DE LOS ROSALES



En el modulo Resultados Generales se encuentra consignada la información total del numero de propietarios y predios identificados en el area del proyecto.

### RESULTADOS GENERALES

NUMERO TOTAL DE USUARIOS= **715**

NUMERO TOTAL DE PREDIOS= **1021**

En el subformulario Áreas, se presentan el Resultado General de Áreas del proyecto, discriminado en las áreas irrigadas por cada canal de conducción y para cada cultivo identificado en la zona, así como también el total de área cultivada y sin cultivar.

El siguiente subformulario Resultado general de Caudales presenta la información correspondiente a los caudales requeridos por predios y caudal concesionado así como el total de caudal requerido y concesionado que será conducido por cada canal.

### RESULTADO GENERAL DE CAUDALES

CAUDALES REQUERIDOS POR PREDIOS							
NOMBRE PROPIETARIO	NOMBRE DEL PREDIO	CAUDAL (Litros/Seg)	ALBA LUZ VEGA	ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ALBADAN	ARCADIO N	
▶ ABEL VARGAS DURAN	CANEYES No 8	12.6					#¿Nombre?
ABEL VARGAS DURAN	LA CASA	7.2					#¿Nombre?
ABELARDO SANCHEZ	LOTE PLANADAS DOS	21.6					#¿Nombre?
ABELINA PASTRANA	LA RESERVA	8.1					#¿Nombre?

CAUDAL CONCESIONADO POR PREDIOS			
NOMBRE PROPIETARIO	NOMBRE PREDIO	CAUDAL (LPS)	% CAUDAL BASE
▶ ABEL VARGAS DURAN	CANEYES No 8	8.22	0.095
ABEL VARGAS DURAN	LA CASA	4.69	0.054
ABELARDO SANCHEZ	LOTE PLANADAS DOS	14.09	0.162
ABELINA PASTRANA	LA RESERVA	5.28	0.061
ADAN CORDOBA SANCHEZ Y OTROS	ASIL O NUEVO No. 6	9.39	0.108

#### CAUDALES REQUERIDOS POR CANAL

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR  
ALBA LUZ VEGA

CAUDAL (LPS)

---

TOTAL CAUDAL REQUERIDO EN EL DISTRITO

**16537.75034** LPS

Registro: (←) (→) I (↺) (↻) de 58

#### CAUDALES CONCESIONADOS POR CANAL

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR  
ALBA LUZ VEGA

CAUDAL (PLS)

---

TOTAL CAUDAL CONCESIONADO EN EL DISTRITO

**10784.91** LPS

Registro: (←) (→) I (↺) (↻) de 58

En el formulario Resultados parciales de Río Neiva, se muestra la información correspondiente a los usuarios, predios, área regable (Has), caudal concesionado (LPS) y cultivos (Has) pertenecientes al área de influencia de la corriente hídrica principal Río Neiva.

**RESULTADOS PARCIALES DE RIO NEIVA**

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
ALBA LUZ VEGA	JOSE MILTON TOQUICA Y ALBA LUZ V
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ADRIANA MARIA Y MAYERLY GARZOI
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	ELIECER SALAZAR
ALBA LUZ VEGA Y OTROS	JOSE MILTON TOQUICA Y ALBA LUZ V

**TOTAL USUARIOS:** 576

**NOTA:** El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono . Inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

Los formularios siguientes: Resultados parciales de la Ciénaga, Quebradas y Zanjones, presentan la misma información parcial anteriormente mencionada para cada una de sus correspondientes áreas de influencia

**RESULTADOS PARCIALES DE LA CIENAGA**

USUARIOS | PREDIOS | AREA REGABLE (Ha.) | CAUDAL CONCESIONADO (Litros/Seg) | CULTIVOS (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
CIENAGA - AUCOR	ABELARDO SANCHEZ
CIENAGA - AUCOR	ADELA DURAN
CIENAGA - AUCOR	ANA LUCIA ESCOBAR ROJAS
CIENAGA - AUCOR	ANGELICA MARIA GALINDO POLANIA Y JOSE L

**TOTAL USUARIOS:** 129

**NOTA:** El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono . Inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

### RESULTADOS PARCIALES DE QUEBRADAS

▶	NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
<input checked="" type="checkbox"/>	Q. EL PIÑUELAL	ARTURO ALVAREZ CUELLAR
<input type="checkbox"/>	Q. SANTIAGO	AIDA MERY MOTTA (GUILLERMO FALLA MOTT.
<input type="checkbox"/>	Q. SANTIAGO	JUAN DE DIOS NAÑEZ CARVAJAL

TOTAL

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

### RESULTADOS PARCIALES DE ZANJONES

▶	NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
<input checked="" type="checkbox"/>	Z. ARENALES	COMPAÑIA AGRICOLA DIAZ S.A
<input type="checkbox"/>	Z. ARENALES	HERNAN ESCOBAR ROJAS
<input type="checkbox"/>	Z. ARENALES	JORGE ELIECER ANDRADE SANTOS
<input type="checkbox"/>	Z. ARENALES	MARITZA SANCHEZ MACIAS

TOTAL USUARIOS:

**NOTA:** El numero total de usuarios es mayor que el gran total, debido a que hay propietarios que se repiten en varios canales

Para mirar cual es el numero de usuarios por canal, seleccione la casilla del cauce conductor y aplique filtrar dando click en el icono inmediatamente se visualizarán los propietarios de ese canal y el campo de TOTAL mostrará el numero de usuarios de ese cauce para quitar el filtro de click en el icono

El formulario Resultados parciales de los Rosales, corresponde a una información específica dada para 18 predios localizados en la zona con el nombre en mención, en este caso la información visualizada corresponde al total de usuarios y numero de predios involucrados en el área designada, total área regable y caudal, y total área por cultivo.

**RESULTADOS PARCIALES DE LOS ROSALES**

TOTAL USUARIOS Y NUMERO DE PREDIOS DE LOS ROSALES    TOTAL AREA REGABLE Y CAUDAL    TOTAL AREA POR CULTIVO (Ha.)

NOMBRE CAUCE CONDUCTOR	NOMBRE PROPIETARIO
EL TUNEL	ALCIDES CASTRO FORDAN
EL TUNEL	DANIEL HINESTROSA GUZMAN
EL TUNEL	DORCEY MUÑOZ DIAZ
EL TUNEL	ELADIO MORENO SUAREZ
EL TUNEL	FULVID ERNESTO JAVELA PEREZ
TOTAL: 16	

NUMERO PREDIOS LOS ROSALES

TOTAL: 18

- Consultas. Una de las principales utilidades de una base de datos consiste en la posibilidad de realizar consultas específicas de la información almacenada en diferentes tablas, ya que al estar relacionadas entre si se pueden realizar consultas cruzadas, proveyendo posibilidades variadas para la creación de informes.

El propósito final del estudio es la identificación de los usuarios, la determinación de las áreas individuales de predios, cultivos y áreas por cultivo y el cálculo del volumen de agua concesionado para cada predio, para generar este informe se creo una consulta cruzada que arroja toda la información compilada en la base de datos, organizada de tal forma que se pueda consultar por nombre de propietario, los predios de los cuales es dueño, las áreas de los predios, área cultivada, área por cultivo, área sin cultivar, canales utilizados para irrigar el predio, áreas irrigadas por canal y finalmente lo más importante caudal concesionado para cada predio; estas tablas y su información detallada se pueden consultar en el informe final: Estudios topografía, cartografía y SIG, que se encuentra en la oficina de la dirección del Convenio 238, en la Universidad Surcolombiana.

*4.3.3.3. Sistema de información geográfica – SIG* Existen una serie de conceptos necesarios para comprender el funcionamiento de la aplicación y de la metodología de trabajo que se definen a continuación.

- Estructuración de la información y modelo de datos. En general se entiende por modelo de datos al conjunto de información que define las tablas en que se va a almacenar la información, así como las relaciones existentes entre ellas y el resto de características que permiten conocer exhaustivamente la estructura de la información que se va a almacenar. En el caso de los proyectos de información geográfica esta definición sigue siendo válida si bien es necesario ampliarla, puesto que no basta con describir la forma de estructurar la información alfanumérica sino también la gráfica.

Por lo tanto el modelo de datos de un proyecto es el conjunto de información en el que se describen tanto los contenidos del proyecto, como la forma de estructurarlos para que sea factible su manejo en formato digital. Un modelo de datos de un proyecto de información espacial comprende tanto información sobre las tablas y sus relaciones, como sobre los elementos gráficos que lo componen, especificando cómo se van a representar geoméricamente cada una de las entidades y cómo se van a agrupar en distintas capas.

- ✓ **Componente gráfico.** Como elemento constitutivo del sistema de información geográfico, el componente gráfico cumple un propósito integrador de información como medio de análisis y canal para el flujo bidireccional de información, puesto que con las herramientas adecuadas genera y estructura informes gráficos que dan cuenta de la información recopilada y de los análisis e interacciones que con ella se realicen.

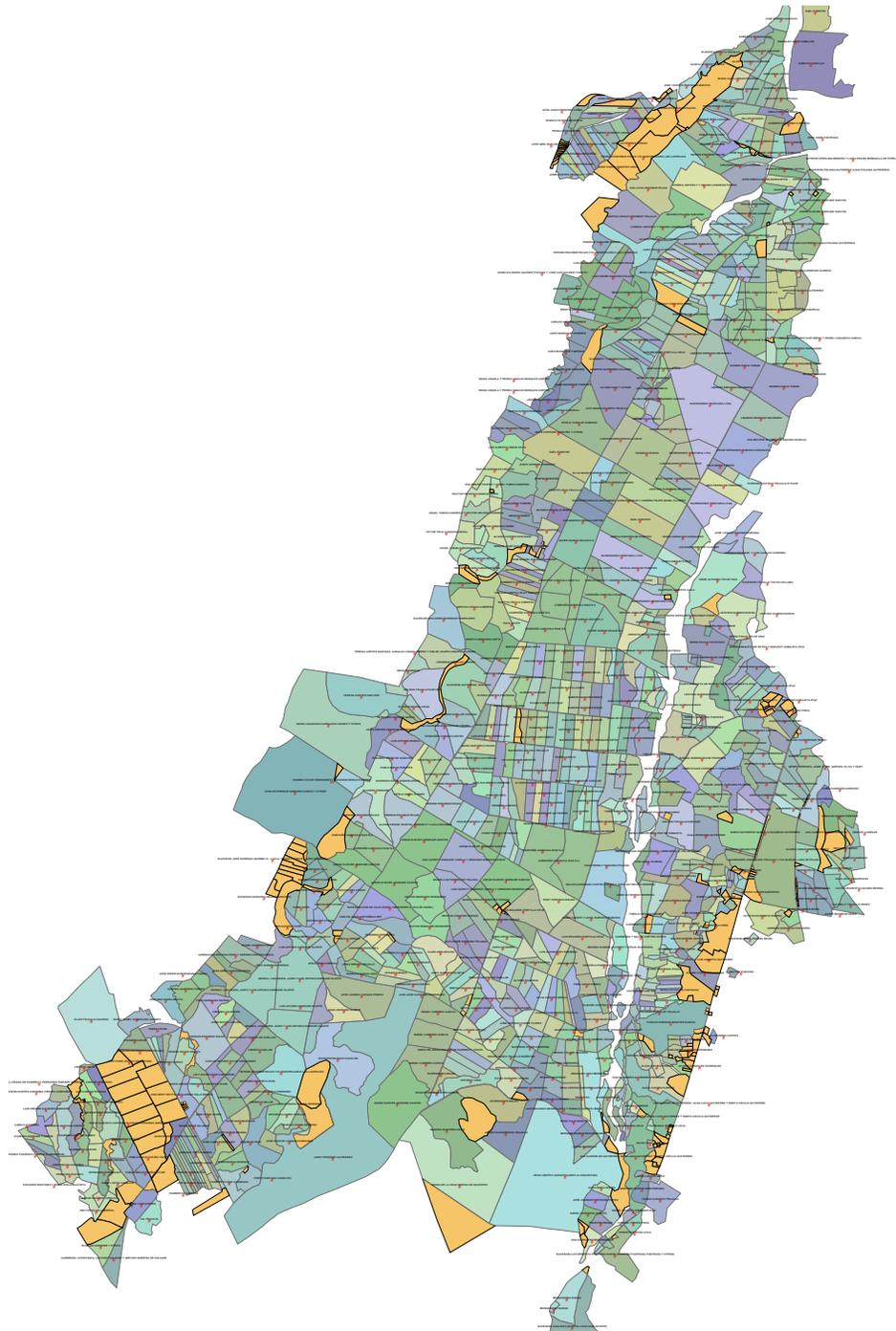
En el proceso de diseño del sistema, el componente gráfico fue dividido en tres grandes secciones a saber: Cartografía Base IGAC, Cartografía Base Predial RN238 y Cartografía Red de Distribución y Conducción.

**Cartografía Base IGAC:** Como elemento fundamental para la ubicación espacial del proyecto dentro del entorno geográfico de la zona, se integro al sistema la información digital de las planchas cartográficas IGAC suministradas por la CAM, esta información paso por el proceso de normalización y verificación de calidad anteriormente mencionado, se realizaron comprobaciones y actualizaciones de campo, dentro de estas las principales correspondieron al levantamiento topográfico de las márgenes izquierda y derecha del Río Neiva y levantamiento del eje principal de la Quebrada La Cienaga, puesto que la información proveniente del IGAC, correspondía a la restitución fotográfica realizada con fotografías aéreas de los años 1989, 1990 y 1991; por ser una información no real de las circunstancias actuales a nivel espacial y

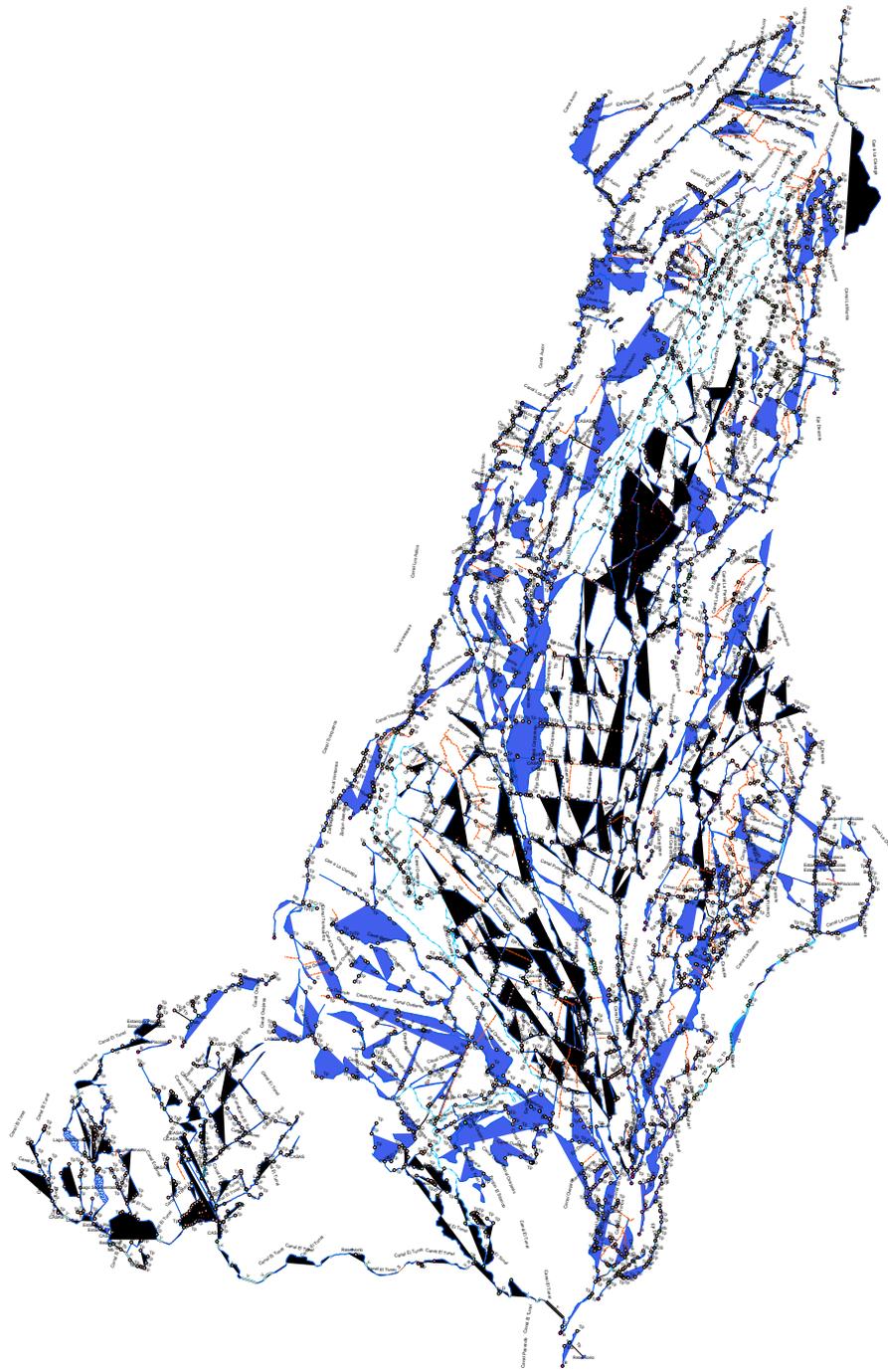
por los requerimientos específicos para el desarrollo del proyecto, los cuales exigían la precisa ubicación geográfica actualizada de los puntos de bocatoma de los canales y ubicación de predios que a través de los años han sido afectados por las variaciones hidrológicas del cauce del Río Neiva.

**Cartografía Base Predial RN238:** La cartografía predial se componen de todos los predios identificados dentro del área de influencia del proyecto, se realizó la digitalización de las planchas catastrales rurales suministradas por el IGAC, se actualizó información a través de planos suministrados por los propietarios y levantamientos topográficos, es importante anotar que se realizó una búsqueda exhaustiva de información con el fin de realizar una actualización predial completa, sin embargo quedaron algunos predios los cuales fue imposible identificarlos y localizarlos geográficamente por carecer de la información predial suministrada por el usuario. (En la figura 48 se muestra un bosquejo de la cartografía predial; el plano a escala y los detalles se encuentran en las oficinas de la CAM sede Neiva.)

**Cartografía Red de Conducción y Distribución:** Mediante el levantamiento topográfico de los canales de conducción y distribución y la identificación de las obras hidráulicas presentes se integro toda la información de la Red de conducción y distribución, compuesta por todos los canales y obras hidráulicas que ya se mencionaron en el informe, en este punto es importante mencionar que se realizó el diseño de layers en ArcMAP, que ofrecieran una interfaz gráfica amable para el usuario, con Etiquetas inteligentes y convenciones gráficas a color para realizar una lectura e interpretación rápida de los planos cartográficos. (En la figura 49 se muestra un bosquejo de la red de conducción y distribución; el plano a escala y los detalles se encuentran en las oficinas de la CAM sede Neiva)



**Figura 48. Base predial RN238 – compuesta por los predios identificados dentro de la zona del proyecto**



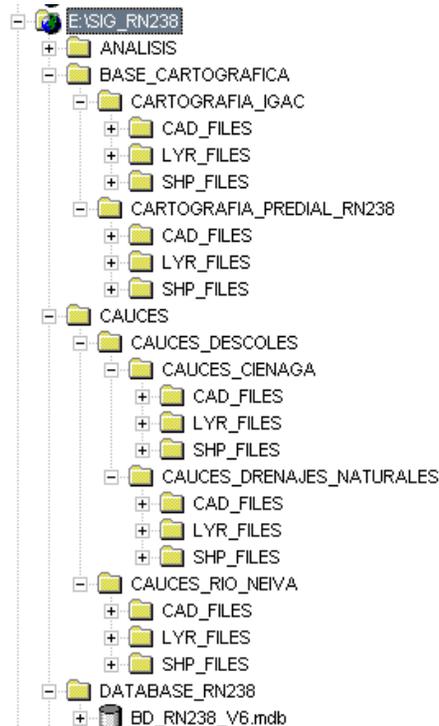
**Figura 49. Red de conducción y distribución**

- ✓ **Componente tabular.** En lo referente al componente tabular, el cual se refiere a toda la información almacenada en las tablas externas que componen la base de datos y las tablas de atributos de los componentes gráficos dentro del SIG, cabe notar que se generó un campo nuevo dentro de la tabla general de atributos internos para las entidades poligonales, este campo contiene el identificador único predial el cual debe ser idéntico a su par dentro dentro de las tablas en la base de datos.

Para asignar los identificadores prediales a los polígonos se tuvo en cuenta su correlación con la información suministrada por los usuarios e identificación gráfica con respecto a su ubicación espacial dentro del área del proyecto. Una vez generados los identificadores prediales de cada uno de los polígonos dentro del sistema de información geográfico, se procedió a realizar los vínculos relacionales con las tablas de atributos externas y así generar el puente integrador de información.

Para realizar este proceso de integración se utilizaron las opciones JOIN y RELATE del módulo ArcMAP.

- ✓ **Estructura de carpetas y archivos.** Se diseñó en ArcCatalog la siguiente estructura de carpetas para contener la información gráfica y tabular.



**Figura 50. Estructura de carpetas y archivos**

- **Documentación de las entidades – metadatos.** Los metadatos son una pieza fundamental para compartir información. La documentación es necesaria para conocer la validez, confiabilidad, detalle, escala(s), procedimientos, personas contacto, entre otros.

La organización y documentación de los metadatos se realiza mediante el modulo Metadata tab, en ArcCatalogo, el cual muestra los metadatos de cada capa de información que contenga este tipo de documentación.

ArcCatalog utiliza los estándares establecidos por el Federal Geographic Data Comité (FGDC) para la documentación de datos geográficos.

En el caso del proyecto se ingreso la información disponible para cada uno de los metadatos componentes del proyecto, en la figura 51, se puede apreciar la información correspondiente al conjunto de metadatos de la Base Cartográfica Predial RN238.

**PREDIAL\_RN238**  
Shapefile

Description	Spatial	Attributes
<p><b>Keywords</b>  <b>Theme:</b> Predios  <b>Place:</b> Campoalegre - Huila</p>		
<p><b>Description</b>  <b>Abstract</b>            Cartografía Predial del Proyecto RN238</p> <p><b>Purpose</b>            Identificar los predios beneficiados por el proyecto RN238</p>		
<p><b>Status of the data</b></p> <p><b>Time period for which the data is relevant</b></p>		
<p><b>Publication Information</b>  <i>Who created the data:</i> Convenio Interinstitucional No. 238 : Universidad Surcolombiana - CAM  <i>Date and time:</i> Febrero/2007 at time Unknown  <i>Publisher and place:</i> Universidad Surcolombiana, Neiva - Huila</p>		
<p><b>Data storage and access information</b></p>		
<p><b>Details about this document</b>            Contents last updated: 20070401 at time 08353100</p>		
<p><b>Who completed this document</b>            Facultad de Ingenieria            UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  <i>REQUIRED: The mailing and/or physical address for the organization or individual.:</i>            REQUIRED: The city of the address., REQUIRED: The state or province of the address.            REQUIRED: The ZIP or other postal code of the address.</p> <p>REQUIRED: The telephone number by which individuals can speak to the organization or individual.</p>		
<p><b>Standards used to create this document</b>  <i>Standard name:</i> FGDC Content Standards for Digital Geospatial Metadata  <i>Standard version:</i> FGDC-STD-001-1998  <i>Time convention used in this document:</i> local time            Metadata profiles defining additional information</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESRI Metadata Profile: <a href="http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html">http://www.esri.com/metadata/esriprof80.html</a></li> </ul>		

**Figura 51. Metadatos de la base cartográfica predial RN 238**

## 5. CONCLUSIONES

- El software tienen la capacidad de proporcionar al usuario las memorias de cálculo y un plano de la obra en formato Autocad 2004 ®; convirtiéndose esta herramienta en la principal y más novedosa característica del programa. Este programa fue puesto a prueba en el distrito de riego de campoalegre y mostró exitosos resultados, ya que se agilizó el proceso de diseño y de dibujo comparado con otros programas de usos similares. Por tal razón es preciso concluir que J.F.KANALES y J.F.PARSHALL fueron notablemente más eficientes en cuanto al componente gráfico y facilidad de manejo se refiere.
- Los programas (J.F.KANALES y J.F.PARSHALL) fueron usados para realizar en el distrito 10 evaluaciones o diseños de las correspondientes obras. En la zona del distrito no se encontraron estructuras de aforo, por tanto los diseños correspondieron a nuevas ubicaciones seleccionadas con anterioridad por los usuarios. En el caso de los canales los diseños corresponden a ubicaciones que según nuestro criterio corresponden a la sección promedio del canal, y no a lugares en donde ubiese un canal y fuera necesario rediseñarlo o evaluarlo, ya que en el distrito los canales revestido no son muy usados.
- Inicialmente, el área del proyecto determinada cartográficamente fue de 12592 ha, sin embargo, una vez identificados los predios, los usuarios y ayudados de algunos chequeos de campo y algunos levantamientos de prediales, el área irrigada total fue de 11286 ha, beneficiando a un total de 715 usuarios. Estas cifras de un tamaño considerable, resaltando además que sobrepasaron en gran medida nuestras expectativas de trabajo reflejándose esto en la duración que tubo el estudio de Revisión de la Reglamentación.
- En el Distrito de Riego del Río Neiva se encontraron un total de 37 canales para el sector de influencia del Río Neiva, que resultaron en una longitud estimada de 529.39km; así mismo se para el sector de influencia del cauce conductor de descoles La Ciénaga se levantaron 14 canales con una longitud de 84.40 km, que en total suman 613.79 km.

## 6. RECOMENDACIONES

- Con el propósito de disminuir los conflictos sociales es importante la construcción de estructuras hidráulicas de control y distribución que permitan a los usuarios la tranquilidad de contar con el caudal concesionado, atendiendo la programación concertada.
- Los Programas se desarrollaron a partir de las necesidades concretas del distrito de riego del Rio Neiva, sin embargo se obtuvieron softwares para diseños tipo, razón por la cual pueden ser aplicados en cualquier distrito de riego donde se requieran dichas estructuras.
- Los Programas a pesar de su facilidad de manejo, debe tenerse un mínimo de conocimiento respecto al tema de las estructuras hidráulicas, para tener criterios técnicos de diseño claros a la hora de ingresar la información solicitada en los formularios.
- Los planos que proyectan los Programas que se diseñaron sirven como base para cuantificar costos y como soporte para la construcción; sin embargo estos pueden ser modificados a criterio del diseñador y a las condiciones naturales donde se ubicaran las obras.
- Los Programas se acompañan de documentos de ayuda, con el propósito de guiar al usuario en el diseño, explicar el funcionamiento del software, describir sus partes y poner al descubierto la metodología empleada. El acceso al tutorial multimedia se realiza directamente en el link incluido en el Cd instalador y una vez instalado el programa puede presionar la tecla F1 en cualquier momento para invocar las ayudas referenciadas.
- Se recomienda tener previamente instalado el Autocad 2004 para complementar la ejecución de los programas. Los softwares no necesitan mucho espacio libre para alojar sus registros, sin embargo se debe tener en cuenta algunos requisitos mínimos del sistema: procesador Intel Pentium a 233 MHz o mas rápido, 128 MB de RAM como mínimo, Windows 2000 o superiores incluido el vista.

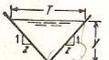
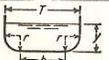
## BIBLIOGRAFÍA

- AZEVEDO NETTO, J.M. y ACOSTA ALVAREZ, Guillermo. Manual de Hidráulica. Ed. HARLA México 1976. Pág. 1 – 546
- BUSTOS R. Jesús Andrés. MONTIEL O. Harold Desarrollo de un software para diseño y evaluación hidráulica de sistemas de riego a presión, modalidad microaspersión. Neiva 2004. Universidad Surcolombiana. Programa de Ingeniería Agrícola.
- CARCAMO S., José. Programación de computadores. Bucaramanga. 1998. Escuela de Ingeniería de Sistemas Universidad Industrial de Santander. 272 p.
- CORCHO ROMERO, Freddy Hernán y DUQUE SERNA, José Ignacio. Acueductos – Teoría y Diseño. Ed. Universidad de Medellín. Medellín 1993. Pág. 1 - 587
- KOLMAN, Bernard y otros. Estructuras de matemáticas discretas para la computación. México. 1996. Prentice – Hall hispanoamericana S.A. 524 p
- LÓPEZ C, Ricardo Alfredo. Elementos de Diseños para Acueductos y Alcantarillado. Bogotá D.C. 1993. Pág. 15 – 355
- MARTÍNEZ R. Pedro N. Elaboración de software para diseñar y evaluar desarenadores y tomas prediales tipo en proyectos de irrigación. Caso: Distrito de riego Rio Neiva, Municipio de Campoalegre, Departamento del Huila. Neiva 2007. Trabajo de grado. Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Agrícola.
- MATERÓN, Hernán M. Obras Hidráulicas Rurales Ed. Universidad del Valle. Santiago de Cali 1997 Pág. 1-314
- WWW- LMNOeng.com (LMNO Engineering, Research, and Software, Ltd)
- WWW.msdn.microsoft.com/vbasic/default.aspx

## **ANEXOS**

## ANEXO A. TABLAS

**Tabla 1. Elementos Geométricos de Secciones de Canal**

Sección	Área $A$	Perímetro mojado $P$	Radio hidráulico $R$	Ancho superficial $T$	Profundidad hidráulica $D$	Factor de sección $Z$
 Rectángulo	$by$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	$b$	$y$	$by^{1.5}$
 Trapecio	$(b + zy)y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$	$\frac{(b + zy)y}{b + 2zy}$	$\frac{[(b + zy)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2zy}}$
 Triángulo	$zy^2$	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$	$\frac{1}{2}y$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zy^{2.5}$
 Círculo	$\frac{1}{8}(\theta - \text{sen } \theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}\left(1 - \frac{\text{sen } \theta}{\theta}\right)d_0$	$\frac{(\text{sen } \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{y(d_0 - y)}}$	$\frac{1}{8}\left(\frac{\theta - \text{sen } \theta}{\text{sen } \frac{1}{2}\theta}\right)d_0$	$\frac{\sqrt{2}}{32}\frac{(\theta - \text{sen } \theta)^{1.5}}{(\text{sen } \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}d_0^{2.5}$
 Parábola	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8}{3}\frac{y^2}{T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2 + 8y^2}$	$\frac{3}{2}\frac{A}{y}$	$\frac{2}{3}y$	$\frac{2}{3}\sqrt{6}Ty^{1.5}$
 Rectángulo con esquinas redondeadas ( $y > r$ )	$\left(\frac{\pi}{2} - 2\right)r^2 + (b + 2r)y$	$(\pi - 2)r + b + 2y$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y}{(\pi - 2)r + b + 2y}$	$b + 2r$	$\frac{(\pi/2 - 2)r^2}{b + 2r} + y$	$\frac{[(\pi/2 - 2)r^2 + (b + 2r)y]^{1.5}}{\sqrt{b + 2r}}$
 Triángulo con fondo redondeado	$\frac{T^2}{4z} - \frac{r^2}{z}(1 - z \cot^{-1} z)$	$\frac{T}{z}\sqrt{1 + z^2} - \frac{2r}{z}(1 - z \cot^{-1} z)$	$\frac{A}{P}$	$2[z(y - r) + r\sqrt{1 + z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

\* Aproximación satisfactoria para el intervalo  $0 < x \leq 1$ , donde  $x = 4y/T$ . Cuando  $x > 1$ , utilice la expresión exacta  $P = (T/2) [\sqrt{1 + x^2} + 1/x \ln(x + \sqrt{1 + x^2})]$ .

**Fuente:** "Hidráulica de Canales Abiertos"; Ven Te Chow; Editorial McGraw-Hill; Pág 21

**Tabla 2. Pendientes laterales aconsejables para canales dependiendo del material de construcción. Lemos R.A**

Tipo de Material	Talud Z : 1	
	Canal poco profundos $b/y > 1$	Canal profundos $b/y < 1$
Roca	Vertical	0.25 : 1.0
Arcilla Compactada	0.5 : 1.0	1.0 : 1.0
Limos Arcillosos	1.0 : 1.0	1.5 : 1.0
Limos Arenosos	1.5 : 1.0	2.0 : 1.0
Arena Suelta	2.0 : 1.0	3.0 : 1.0

**Tabla 3. Máxima velocidad permitida en canales no recubiertos de vegetación**

Material de la Caja del Canal	Coeficiente Manning	Velocidad (m/s)	
		Agua Limpia	Agua con Partículas Coloidales
Arena Fina Coloidal	0.020	1.45	0.75
Franco Arenoso no Coloidal	0.020	0.53	0.75
Franco Limoso No Coloidal	0.020	0.60	0.90
Limos Aluviales No Coloidales	0.020	0.60	1.05
Franco Consistente Normal	0.020	0.75	1.05
Ceniza Volcánica	0.020	0.75	1.05
Arcilla Consistente muy Coloidal	0.025	1.13	1.50
Limo Aluvial Coloidal	0.025	1.13	1.50
Pizarra y Capas Duras	0.025	1.80	1.80
Gravas Finas	0.020	0.75	1.50
Suelo Franco Clasificado no Coloidal	0.030	1.13	1.50
Suelo Franco Clasificado Coloidal	0.030	1.20	1.65
Grava Gruesa No Coloidal	0.025	1.20	1.80
Gravas y Güijarros	0.035	1.80	1.80

**Fuente:** "Diseño Hidraulico"; Krochin Sviatoslav; Editorial MIR, Moscú, 1978

**Tabla 4. Velocidades máximas permisibles recomendadas por Fortier y Scobey y los valores correspondientes de fuerza tractiva unitaria convertidos por el U. S. Bureau of Reclamation (para canales rectos de pendiente pequeña, después de envejecimiento)**

Material	n	Agua limpia		Agua que transporta limos coloidales	
		V, pies/s	$\tau_0$ , lb/pie <sup>2</sup>	V, pies/s	$\tau_0$ , lb/pie <sup>2</sup>
Arena fina coloidal . . . . .	0.020	1.50	0.027	2.50	0.075
Marga arenosa no coloidal . . . . .	0.020	1.75	0.037	2.50	0.075
Marga limosa no coloidal . . . . .	0.020	2.00	0.048	3.00	0.11
Limos aluviales no coloidales . . . . .	0.020	2.00	0.048	3.50	0.15
Marga firme ordinaria . . . . .	0.020	2.50	0.075	3.50	0.15
Ceniza volcánica . . . . .	0.020	2.50	0.075	3.50	0.15
Arcilla rígida muy coloidal . . . . .	0.025	3.75	0.26	5.00	0.46
Limos aluviales coloidales . . . . .	0.025	3.75	0.26	5.00	0.46
Esquistos y subsuelos de arcilla dura . . . . .	0.025	6.00	0.67	6.00	0.67
Grava fina . . . . .	0.020	2.50	0.075	5.00	0.32
Marga gradada a cantos rodados, no coloidales	0.030	3.75	0.38	5.00	0.66
Limos gradados a cantos rodados coloidales . .	0.030	4.00	0.43	5.50	0.80
Grava gruesa no coloidal . . . . .	0.025	4.00	0.30	6.00	0.67
Cantos rodados y ripios de cantera . . . . .	0.035	5.00	0.91	5.50	1.10

Los valores de Fortier y Scobey fueron recomendados para uso en 1926 por el Special Committee on Irrigation Research, de la American Society of Civil Engineers.

**Fuente:** "Hidráulica de Canales Abiertos"; Ven Te Chow; Editorial McGraw-Hill; Pág 163

**Tabla 5. Valores del coeficiente de rugosidad  $n$  (Canales Revestidos o desarmables)**

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
B. Canales revestidos o desarmables			
B-1. Metal			
a. Superficie lisa de acero			
1. Sin pintar	0.011	<b>0.012</b>	0.014
2. Pintada	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B-2. No metal			
a. Cemento			
1. Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0.015
b. Madera			
1. Cepillada, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
3. Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
4. Láminas con listones	0.012	0.015	0.018
5. Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c. Concreto			
1. Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	<b>0.013</b>	0.015
2. Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
3. Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
4. Sin pulir	0.014	0.017	0.020
5. Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
6. Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
7. Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
8. Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
d. Fondo de concreto terminado con llana de madera y con lados de			
1. Piedra labrada, en mortero	0.015	0.017	0.020
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
3. Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
4. Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
5. Piedra suelta o <i>riprap</i>	0.020	0.030	0.035
e. Fondo de gravas con lados de			
1. Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
2. Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.020	0.023	0.026
3. Piedra suelta o <i>riprap</i>	0.023	0.033	0.036
f. Ladrillo			
1. Barnizado o lacado	0.011	<b>0.013</b>	0.015
2. En mortero de cemento	0.012	<b>0.015</b>	0.018
g. Mampostería			
1. Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
2. Piedra suelta	0.023	0.032	0.035
h. Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
i. Asfalto			
1. Liso	0.013	0.013	
2. Rugoso	0.016	0.016	
j. Revestimiento vegetal	0.030	.....	0.500

Fuente: "Hidráulica de Canales Abiertos"; Ven Te Chow; Editorial McGraw-Hill; Pág 109

**Tabla 6. Valores del coeficiente de rugosidad  $n$  (Canales Excavado o Dragado)**

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
C. Excavado o dragado			
a. En tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
2. Limpio, después de exposición a la intemperie	0.018	<b>0.022</b>	0.025
3. Con gravas, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con pastos cortos, algunas malezas	0.022	0.027	0.033
b. En tierra, serpenteante y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Pastos, algunas malezas	0.025	0.030	0.033
3. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo en tierra con lados en piedra	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancas con malezas	0.025	0.035	0.040
6. Fondo en cantos rodados y lados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Matorrales ligeros en las bancas	0.035	0.050	0.060
d. Cortes en roca			
1. Lisos y uniformes	0.025	0.035	0.040
2. Afilados e irregulares	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
1. Malezas densas, tan altas como la profundidad de flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, matorrales en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, nivel máximo de flujo	0.045	0.070	0.110
4. Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140

Fuente: "Hidráulica de Canales Abiertos"; Ven Te Chow; Editorial McGraw-Hill; Pág 110

**Tabla 7. Tabla Consolidada Final (Talud, Rugosidad y Velocidades Permisibles)**

Material del Canal	Talud Horizontal (Z:1)	Rugosidad Manning ( $n$ )	Velocidad máxima Permisible	Velocidad mínima Permisible
Roca	0 – 0.25	0.040	1.68	0.762
Suelos Arcillosos	0.5 – 1.0	0.025	1.52	0.762
Suelo de Limos Gruesos	1.5 – 2.0	0.020	1.07	0.762
Suelos de Limos Finos	1.0 – 1.5	0.025	1.52	0.762
Suelo Franco Arcilloso	1.0	0.030	1.68	0.762
Suelo Franco Limoso	1.0	0.030	1.52	0.762
Arena Suelta	2.0 – 3.0	0.020	<b>0.762</b>	<b>0.762</b>

**Tabla 8. Dimensiones y capacidades de las canaletas de Medición Parshall, para varios anchos de garganta W**

Dimensiones y capacidades de las canaletas de medición. Parshall, para varios anchos de garganta, W  
 [Las dimensiones correspondientes a cada letra se muestran en la figura 4-6]

W	A		¾A		B		C		D		E		F		G		K	N	R		M		P		X	Y	Capacidad a flujo libre	
	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pie	Pulg.	Pulg.	Pulg.	Min	Max
0 3	1	6 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	1	6	0	7	0	10 <sup>3</sup> / <sub>16</sub>	2	0	0	6	1	0	1	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1	4	1	0	2	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	1	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	0.03	1.9
0 6	2	3 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>	1	4 <sup>5</sup> / <sub>16</sub>	2	0	1	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	3 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2	0	1	0	2	0	3	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	4	1	0	2	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	3	.05	3.9
0 9	2	10 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	1	11 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	2	10	1	3	1	10 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	2	6	1	0	1	6	3	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1	4	1	0	3	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	3	.09	8.9
1 0	4	6	3	0	4	4 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2	0	2	9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	1	8	1	3	4	10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2	3	.11	16.1
1 6	4	9	3	2	4	7 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	2	6	3	4 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	1	8	1	3	6	1	2	3	.15	24.6
2 0	5	0	3	4	4	10 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	3	0	3	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	1	8	1	3	6	1	2	3	.42	33.1
3 0	5	6	3	8	5	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	4	0	5	1 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	1	8	1	3	7	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	3	.61	50.4
4 0	6	0	4	0	5	10 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	5	0	6	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	2	0	1	6	8	10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2	3	1.3	67.9
5 0	6	6	4	4	6	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6	0	7	6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	2	0	1	6	10	1 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	3	1.6	85.6
6 0	7	0	4	8	6	10 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	7	0	8	9	3	0	2	0	3	0	3	9	2	0	1	6	11	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	3	2.6	103.5
7 0	7	6	5	0	7	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	8	0	9	11 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	2	0	1	6	12	6	2	3	3.0	121.4
8 0	8	0	5	4	7	10 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	9	0	11	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	3	0	2	0	3	0	3	9	2	0	1	6	13	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	2	3	3.5	139.5

Fuente: Hidraulica de Canales Abiertos; Ven te Chow; Editorial McGraw-Hill; pag 74

**Tabla 9. Ecuaciones de Calibración para la Canaleta Parshall.**

Ancho de la Garganta	Ecuación
3 (pulg)	$Q = 0.992Ha^{1.547}$
6 (pulg)	$Q = 2.06Ha^{1.58}$
9 (pulg)	$Q = 3.07Ha^{1.53}$
1 (Pie) a 8 (Pie)	$Q = 4WHa^{1.522}w^{0.026}$

**Fuente:** Hidraulica de Canales Abiertos; Ven te Chow; Editorial McGraw-Hill; pag 72

**Tabla 10. Máximo porcentaje de relación entre lecturas  $H_a$  y  $H_b$  para determinar flujo Libre o Sumergido**

Ancho de la Garganta	Descarga libre
3, 6, y 9 (Pulg)	Menor a 0.6
1 a 8 (Pie)	Menor a 0.7

**Fuente:** Hidraulica de Canales Abiertos; Ven te Chow; Editorial McGraw-Hill; pag 72

**Tabla 11. Factores de corrección**

Tamaño de la Canaleta (w)	Factor de Corrección
1	1.0
1.5	1.4
2	1.8
3	2.4
4	3.1
6	4.3
8	5.4

**Fuente:** Hidraulica de Canales Abiertos; Ven te Chow; Editorial McGraw-Hill; pag 72

ANEXO B. INSTALADORES DE PROGRAMAS Y  
TUTORIALES  
**CD 1**

ANEXO C. PLANOS DISEÑO ESTRUTURAS  
HIDRAULICAS  
**CD 2**

## ANEXO D. ARCHIVO FOTOGRAFICO



**Sitio Projectado Diseño de Canales Abiertos**

**Localización: Canal Chichato**

**N: 784333.5114**

**E: 855628.9420**



**Sitio Projectado Diseño de Canales Abiertos**

**Localización: Canal El Tunel Sector La Parrilla**

**N: 779789.5105**

**E: 855261.1626**



**Sitio Projectado Diseño de Canales Abiertos**  
**Localización: Canal El Tunel Sector Los Rosales**  
**N: 780352.8080**  
**E: 850852.9445**



**Sitio Projectado Diseño de Canales Abiertos**  
**Localización: Canal La Murcia**  
**N: 793452.6160**  
**E: 860261.6155**



**Sitio Projectado Diseño de Canales Abiertos**

**Localización: Canal Los Primos**

**N: 779755.4951**

**E: 857605.0561**

ANEXO E. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEL  
AREA DE ESTUDIO

El anexo E contiene dos cuadros que resumen las características de los suelos en la zona de estudio. El Cuadro 1, muestra la leyenda morfopedológica que acompaña al mapa de suelos; presenta en términos generales las diferentes características de cada una de las unidades cartográficas, así como los contenidos pedológicos de estas, al igual que el porcentaje de cobertura de cada unidad en el área del proyecto.

Las características físicas e hidrodinámicas se relacionan en el Cuadro 2. La clasificación textural muestra que el 56.7% de los suelos se consideran como medianos, es decir con predominio de suelos francos, franco arenosos o franco arcillosos; se consideran como livianos el 33.3%, son suelos arenosos o con predominio de esta fracción mineral y el 10% restante son pesados con mayor presencia de arcillas. Presentan diversidad de colores, los más oscuros se encuentran solo en los horizontes superficiales de los valles, vegas y terrazas más bajas debido al mayor contenido de materia orgánica y a la mayor humedad. Estos suelos descansan sobre estratos de colores más claros debido a la meteorización del material parental.

En general la densidad aparente es alta, debido a la compactación de los suelos y al daño de la estructura por el uso inadecuado de las prácticas de laboreo en áreas de cultivo, específicamente el arroz. En las zonas de piedemonte y lomerío es debido probablemente a los problemas de compactación por el pisoteo del ganado. La densidad aparente varía entre 1,26 a 1,56 gr/cm<sup>3</sup>. Respecto al nivel de agua aprovechable es bajo asociado a las texturas, al escaso desarrollo estructural y a los bajos niveles de materia orgánica y grado de compactación, niveles que coinciden con las altas densidades y baja porosidad de los suelos.

Los suelos que presentan valores de infiltración inferiores a 6.3 cm/hr se clasifican como muy lenta, lenta, moderadamente lenta, son suelos aptos para arroz porque mantienen la lámina de agua y el requerimiento hídrico es menor (83% de las 30 pruebas). La conductividad hidráulica se midió en campo por el método del pozo invertido; comparando la textura con los datos de conductividad hidráulica, se comprueba la influencia de la textura del suelo sobre la conductividad hidráulica; es así que a medida que las texturas son más gruesas, la conductividad es rápida a muy rápida y en los suelos donde predominan los materiales finos, las conductividades son más lentas.

En términos generales, los suelos del área del proyecto son muy superficiales el 67% de los perfiles descritos presentan profundidades efectivas menores de 15 cm, el 30% son superficiales, presentan profundidades entre 15 y 50 cm y el 10% restante presenta profundidades superiores a 50 cm, considerado como moderadamente profundos. Valores de resistencia a la penetración así lo muestran.

**Cuadro 1.** Fisiografía y Taxonomía de los suelos en el área del proyecto.

UNIDAD CLIMATICA	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	MATERIAL PARENTAL	CARACTERISTICA DE GEOFORMAS	UNIDAD CARTGRA Y SUS COMPENT. TAXONOMICAS	CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS SUELOS	Nº PERFIL	SIMB	FAS ES	AREA (Has)	(%)
CALIDO SECO Y MUY SECO	MONTAÑA	HOGBACK BARRAS Y ESCARPES	Areniscas, Areniscas tobáceas y arcillolitas	Escarpado a fuertemente escarpado, moderado a severamente erosionado	Grupo indiferenciado afloramientos rocosos Lithic Ustorthents	Muy superficiales con zonas sin suelo y afloramientos rocosos, baja fertilidad	3	MXE	g3	6.14	0.05
		FILAS Y VIGAS	Complejo igneo metamórfico (granito, neiss, granodioritas)	Moderadamente quebrado a fuertemente escarpado, moderada a severamente erosionado	Asociación Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Muy superficiales a superficiales de fertilidad moderada	5	MXF	f2	430.56	3.46
	PIEDEMONTE	GLACIS DE EROSION	Sedimentos coluvio aluviales, arcillosos y pedregosos	Plano a inclinado con sectores fuertemente inclinados, moderadamente erosionados	Asociación Typic Ustrophepts Fluventic Haplustolls	Moderadamente profundos a profundos, pedregosos, ligeramente ácidos, bien drenados de fertilidad moderada.	6 7 4, 8	PXA	b b2 c2	100.85 655.11 571.00	0.81 5.27 4.59
			Sedimentos finos	Plano a inclinado, ligera a severamente erosionado en las disecciones	Consociación Aquic Haplustalfs	Moderadamente profundos a profundos, bien a moderadamente drenados, ácidos y de fertilidad moderada	10	PXC	b	34.47	0.28
		COLINAS Y LOMAS	Tobas, areniscas tobáceas y conglomerados no consolidados	Ondulado a fuertemente quebrado, algunas zonas ligeramente onduladas y escarpadas y erosión moderada a muy severa	Asociación Lithic Ustorthents Typic Ustorthents	Superficiales a muy superficiales, bien a excesivamente drenados, pedregosos, neutros y de baja fertilidad.	11	PXE	d2	47.76	0.34
		ABANICOS Y CONOS ALUVIALES	Material detrítico de rocas volcánicas en matriz arcillosa	Plano a inclinado, con sectores fuertemente inclinados, ligera a moderadamente erosionados	Asociación Typic Haplustalfs Typic Ustorthents LithicHaplustalfs	Superficiales y moderadamente profundos, bien drenados, ácidos, de fertilidad baja.	12, 28, 29	PXF	b	534.00	4.29
		VALLECITOS	Aluviones de variada granulometría	Plano a inclinado y sectores fuertemente inclinados, erosión moderada a severa	Complejo régim Ustifluvents Fluventic Haplustolls régim Ustrophepts	Superficiales a moderadamente profundos, ligeramente ácidos, de fertilidad alta.	9	PXL	a	185.75	1.49
		LOMERIO	COLINAS Y LOMAS	Areniscas con carbonatos o no y conglomerados	Ondulado a fuertemente quebrado y sectores escarpados, ligera a severamente erosionado	Asociación Entic Haplustolls Typic Ustorthents Lithic Ustorthents	Superficiales a muy superficiales, ligeramente ácidos, bien drenados, de fertilidad moderada	1, 2	LXA	e2	713.63
	VALLE	VEGAS	Aluviones de variada granulometría	Plano sujeto a las avenidas de los rios	Complejo Tropic Fluvaquents Vertic Ustrophepts Fluventic Haplustolls	Superficiales y profundos, bien y pobremente drenados, fértiles, ligeramente ácidos a alcalinos	13,14,15 ,24,25	VXC	a	3223.00	25.93
		TERRAZAS	Aluviones de variada granulometría y arcillosos	Plano a ligeramente inclinado, ligera a moderadamente erosionado	Asociación Typic Ustrophepts Typic Ustipsamments Tropic Fluvaquents	Superficiales a moderadamente profundos, arcillosos con gravilla, bien y pobremente drenados	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 30	VXD	a	5934.43	47.74

**FUENTE:** Esquema de Ordenamiento Territorial Municipio de Campoalegre, 2005; Universidad Surcolombiana 2006.

**Cuadro 2. Características Físicas e Hidrodinámicas de los Suelos del Área del Proyecto.**

PAISAJE	UNIDAD	PERFIL MODAL	TEXTURA AL TACTO	COLOR	VELOCIDAD DE INFILTRACION (cm/hr)	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (m/dia)	RESISTENCIA A LA PENETRACION cm/35PSI	Da (gr/cm <sup>3</sup> )	CC 0.3 Bar	PMP 15Bar
Montaña	MXEg3	3	FArA	10YR 3/3	0.49	0.17	16.4	1.43	26.4	15.52
	MXFf2	5	A - AF	10YR 3/4	1.03	4.85	11.0	1.35	28.41	15.47
Piedemonte	PXAb	6	AF	10YR 3/2	68.52	28.92	7.1	1.42	8.93	4.68
	PXAb2	7	FA	10YR 3/4	0.63	1.33	16.3	1.42	12.44	5.85
	PXAc2	4	AF	10YR 3/2	7.91	3.64	13.6			
		8	ArA	10YR 3/4	2.40	5.46	6.27	1.42	19.79	9.29
	PXCb	10	FA	10YR 3/3	0.32	0.30	2.7	1.47	16.04	7.32
	PXEd2	11	FA	10YR 3/3	0.04	0.04	22.4	1.26	33.73	24.57
	PXFb	12	ArL	10YR 3/1	1.03	0.10	55.0	1.40	38.82	32.45
		28	F	10YR 4/6	0.46	1.33	6.5			
		29	AF	10YR 3/2	3.63	16.13	6.5			
PXLa	9	FArA	10YR 4/3	1.82	0.65	15.2	1.41	18.48	10.71	
Lomerío	LXAe2	1	A	10YR 5/4	0.48	0.35	11.5	1.32	39.46	21.7
		2	FA	7.5YR 4/4	3.10	0.37	13.9	1.43	15.93	8.47
Valle	VXCa	13	Ar – ArL	7.5YR 3/2	0.16	0.12	29.6	1.56	35.06	30.18
		14	FArA	10YR 3/3	0.89	0.75	10.2	1.55	18.85	9.19
		15	FArA	10YR 5/4	2.05	0.14	30.0	1.46	40.54	32.68
		24	FA	10YR 3/2	7.48	0.45	6.5			
		25	A	10YR 6/4	30.98	13.42	6.5			
	VXDa	16	FA	10YR 3/3	2.52	0.38	17.0	1.47	23.08	11.18
		17	A	10YR 5/3	6.00	5.23	11.0	1.54	10.57	4.44
		18	AF	10YR 3/2	0.43	3.80	14.0	1.45	16.92	11.17
		19	FAr	10YR 3/2	0.35	0.06	46.0	1.47	31.28	28.49
		20	AF	10YR 4/2	0.04	0.14	16.0	1.43	28.89	24.02
		21	FA	10YR 3/3	1.66	4.73	6.5	1.43	27.89	15.3
		22	FArA	10YR 4/4	0.06	0.95	6.5			
		23	FAr	10YR 4/3	6.32	0.22	6.5			
		26	FAr	10YR 4/4	1.80	0.27	6.5			
27	F	10YR 3/6	5.08	0.32	7.0					
30	AF	10YR 5/4	1.64	0.42	13.0					

FUENTE: Universidad Surcolombiana 2006.